

T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



OLAĞANÜSTÜ DURUMLARDA BARINMA İÇİN YENİLİKÇİ BİR  
YAKLAŞIM ÖNERİSİ : 3D YAZICI İLE UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ammar DEKSİ  
(Y1413.050006)

MİMARLIK ANABİLİM DALI

MİMARLIK PROGRAMI

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. UFUK FATİH KÜÇÜKALİ

MART 2016





T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

**Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi**

Enstitümüz Mimarlık Ana Bilim Dalı Mimarlık Tezli Yüksek Lisans Programı Y1413.050006 numaralı öğrencisi **Ammar DEKSI**'nin "**OLAĞANÜSTÜ DURUMLARDA BARINMA İÇİN YENİLİKÇİ BİR YAKLAŞIM ÖNERİSİ: 3D YAZICI İLE UYGULAMA**" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 23.03.2016 tarih ve 2016/08 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından *gözetilmiştir.* ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak *kabul* edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi :30/03/2016

1)Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. **Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ**

2) Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. **Süleyman BALYEMEZ**

3) Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. **Pelin KARAÇAR**

*[Handwritten signatures in blue ink, corresponding to the names listed above, with dotted lines for alignment.]*

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.



## ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca değerli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, her türlü konuda yardımcı olan ve beni hep yüreklendiren değerli hocam, tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatıma katkıda bulunan tüm saygıdeğer hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak; teze katkıda bulunan değerli arkadaşlarıma ve hayatım boyunca hep yanımda olan, desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Mart 2016

AMMAR DEKSİ  
(MİMAR)



## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	V
İÇİNDEKİLER .....	VII
KISALTMALAR .....	IX
ÇİZELGE LİSTESİ.....	XI
ŞEKİL LİSTESİ.....	XIII
ÖZET.....	XVII
ABSTRACT .....	XIX
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Amaç, Kapsam, Yöntem.....	1
1.2. Geçmişten Günümüze Barınma Gereksinimi .....	2
1.3. Olağanüstü Durum Aşamaları .....	3
<b>2. BARINAKLARIN UYGULANABİLİRLİK İLKELERİ .....</b>	<b>5</b>
2.1. Bütçe.....	5
2.2. İşlem Süreci .....	7
2.3. Kullanım Süresi .....	8
2.4. Malzemeler .....	9
2.5. Enerji .....	11
2.6. Su.....	14
2.7. Kapasitede Esneklik .....	17
<b>3. BARINAKLARDA UYGULAMA TEKNİKLERİ.....</b>	<b>19</b>
3.1. Çadırlar .....	19
3.2. Prefabrikte Barınaklar.....	34
3.3. Kerpiç Barınaklar .....	56
3.4. Bölüm Değerlendirmesi.....	71
<b>4. YENİLİKÇİ VE YARATICI BİR UYGULAMA YAKLAŞIMI OLARAK 3D YAZICI İLE BARINAK İNŞAASI .....</b>	<b>73</b>
4.1. Giriş .....	73
4.2. Tarihsel Birikim .....	75
4.3. İş Akışı .....	80
4.4. Malzemeler .....	81
4.5. Geçici Mimaride 3D İmalât (yazım) .....	82
4.6. 3D İmalât İşlemlerinde Sürdürülebilirlik .....	83
4.7. Örnekler.....	84
4.7.1. Kabuksu Evler.....	84
4.7.2. Yingchuang .....	86
<b>5. 3D YAZICI İLE KERPIÇ BARINAK ÇÖZÜM ÖNERİSİ .....</b>	<b>91</b>
<b>6. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ.....</b>	<b>97</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>99</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>103</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>107</b>





## **KISALTMALAR**

HET:	High Efficiency Toilet
IFRC :	International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies
UNHCR :	United Nations High Commissioner for Refugees
IOM :	International Organization for Migration
UNICEF :	United Nations International Children's Emergency Fund
MSF :	Médecins Sans Frontières / Doctors Without Borders
OXFAM :	Oxford Committee for Famine Relief
PVC :	Polyvinyl chloride
ICRC :	International Committee of the Red Cross
IFRC :	International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies
MÖ :	Milattan Önce
RHU :	İKEA Refugee Housing Unit
LED :	Light-Emitting Diode
USB :	Universal Serial Bus
FDM :	Fused Deposition Modeling
SLS :	Selective Laser Sintering
DTM :	Desktop Manufacturing
MIT :	Massachusetts Institute of Technology
CC :	Contour Crafting
WASP :	World's Advanced Saving Project
CAD :	Computer-Aided Design



## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Binaların maliyetini etkileyen faktörler .....	5
Çizelge 2.2 : Binanın enerji tüketimi .....	13
Çizelge 2.3 Bina elemanlarının enerji tüketimi .....	13
Çizelge 3.1 Çadırların sürdürülebilirliği ile ilgili sonuçlar .....	26
Çizelge 3.2 Prefabrike barınakların sürdürülebilirliği ile ilgili sonuçlar .....	45
Çizelge 3.3 Karmond konteynerde odaların alanları .....	48
Çizelge 3.4 Karmod konteynerde kapılar ve pencereler .....	50
Çizelge 3.5 IKEA prefabrik barınakların teknik özellikleri .....	54
Çizelge 3.6 Toprak bina sürdürülebilirliği ile ilgili sonuçlar .....	64
Çizelge 3.7 Kibaa eko kubbe inşaatında kullanılan malzemeler .....	67
Çizelge 3.8 Kibaa eko kubbesinde kapıların ve pencerelerin ayrıntıları .....	67
Çizelge 3.9 Geçici mimari sistemler ve teknikler ile ilgili sonuçlar .....	72
Çizelge 4.1 3D yazımın tarihçesi .....	75
Çizelge 5.1 3D yazıcıyla toprak bina inşaatı ile ilgili sonuçlar .....	91
Çizelge 5.2 3D ile yazdırılabilir toprak binaların bir aylık zaman çizelgesi .....	94
Çizelge 5.3 3D yazdırılabilir toprak binaların kapıları ve pencereleri .....	95



## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Felâket sonrası sürecin üç evresi .....	4
Şekil 2.1 Barınak sistemlerinin kullanma süresi.....	9
Şekil 2.2 Klâsik yapıdaki su akışının (solda); Yeşil mimari (sağda) ile mukayesesi	15
Şekil 2.3 Modül eklenmesi veya çıkartılması mümkün olan binalar .....	17
Şekil 3.1 Mülteci kampı çadırları.....	19
Şekil 3.2 Çadırın parçaları .....	20
Şekil 3.3 Çadırların Tipleri .....	21
Şekil 3.4 Çadır kurma işlemi .....	23
Şekil 3.5 Çadırlarda mahremiyetin kaybı .....	23
Şekil 3.6 Çadırlarda iklim hasarı .....	23
Şekil 3.7 Çadırların ısıtılması .....	24
Şekil 3.8 Çadırlara su getirilmesi.....	25
Şekil 3.9 Banyo kabinleri.....	25
Şekil 3.10 Acil durumlar için yüksek kapasiteli çadırlar .....	25
Şekil 3.11 UNCHR aile çadırı .....	26
Şekil 3.12 UNCHR aile çadır paketi.....	27
Şekil 3.13 UNHCR Çadırının dikey kesiti ve üstten görünüşü .....	27
Şekil 3.14 UNHCR aile çadırının enine (uzun) pencereleri .....	28
Şekil 3.15 UNHCR aile çadırının havalandırma açıklıkları .....	28
Şekil 3.16 UNHCR Aile çadırının kapısı.....	29
Şekil 3.17 UNHCR aile çadırının iç bölmeleri .....	29
Şekil 3.18 Katlanabilir dokuma çadır .....	30
Şekil 3.19 Katlanabilir çadır kavramı .....	30
Şekil 3.20 Çadır örtüsü kavramı .....	31
Şekil 3.21 Katlanabilir dokuma çadırın parçaları .....	31
Şekil 3.22 Katlanabilir dokuma çadırların su drenaj sistemi .....	32
Şekil 3.23 Güneş ışınlarının enerji ve su ısıtmak için kullanılması.....	32
Şekil 3.24 Katlanabilir dokuma çadırların kış ve yaz durumları .....	33
Şekil 3.25 Prefabrike barınak.....	34
Şekil 3.26 Modüler konteyner yapıların iç ve dış görünüşleri.....	36
Şekil 3.27 Barınakların trenlerle nakliyesi.....	37
Şekil 3.28 Bir barınağın sahaya (siteye) yerleştirilmesi .....	37
Şekil 3.29 Barınak parçalarının fabrikada üretilmesi .....	38
Şekil 3.30 Barınak bileşenlerinin sahada kurulması .....	38
Şekil 3.31 Prefabrike barınakların montaj işlemi .....	39
Şekil 3.32 Prefabrike barınakların iklim değişikliklerine karşı direnci .....	40
Şekil 3.33 Barınakların kurulmasında kullanılan inşaat makinaları .....	41
Şekil 3.34 Prefabrike barınaklarda, güneş enerjisi panellerinin kullanılması.....	41

Şekil 3.35 Prefabrikte binalarında banyo çeşitleri .....	42
Şekil 3.36 Prefabrikte olarak üretilen bina elemanları .....	42
Şekil 3.37 Prefabrikte barınaklara boş alanların (boşlukların) eklenme ve çıkartılma imkânı .....	43
Şekil 3.38 2 konteynerli barınaklar için tasarım seçenekleri .....	44
Şekil 3.39 3-konteynerli barınaklar için tasarım seçenekleri .....	45
Şekil 3.40 konteynerlerden yapılan çok katlı binalar .....	46
Şekil 3.41 konteynerlerden yapılan çok katlı binalar .....	46
Şekil 3.42 Karmod konteynerin farklı tasarımı .....	47
Şekil 3.43 Karmod konteynerin dikey kesiti .....	48
Şekil 3.44 Karmod konteyner girişi .....	48
Şekil 3.45 Karmod konteynerin plânı .....	48
Şekil 3.46 Karmod konteyner elemanları .....	49
Şekil 3.47 Karmod konteynerin ambalâjlanması ve nakliyesi .....	50
Şekil 3.48 Karmod konteynerin kurulması .....	50
Şekil 3.49 IKEA prefabrik barınak .....	51
Şekil 3.50 IKEA Prefabrik barınağın güneş paneli .....	51
Şekil 3.51 IKEA Prefabrik barınağın dikey cepheleri .....	52
Şekil 3.52 IKEA Prefabrikte barınaklardan oluşan bir kamp .....	52
Şekil 3.53 IKEA Prefabrik barınağın parçaları .....	53
Şekil 3.54 .....	54
Şekil 3.55 IKEA Prefabrik barınağın iç perdesi .....	54
Şekil 3.56 IKEA prefabrikte barınakların RHU (Radiation Heat Unit: Radyasyon Sağlık Ünitesi) gölgelik ağı .....	54
Şekil 3.57 IKEA Prefabrikte barınakların kurulması .....	55
Şekil 3.58 IKEA Prefabrik barınağın ambalâjı .....	55
Şekil 3.59 Katar Kızılayı tarafından Suriye 'de toprak bloklarla (kerpiç) yapılan kamp .....	56
Şekil 3.60 Tarih boyunca kullanılan toprak binaların dağılım haritası .....	57
Şekil 3.61 Toprak bloklarla (kerpiç) bina yapımı .....	58
Şekil 3.62 Çamurun kalıp içinde şekillendirilmesiyle bina yapımı .....	58
Şekil 3.63 Plâstik poşetlerden yapılan toprak binalar .....	59
Şekil 3.64 Çubuk (bazen saman da kullanılır) ve harç tekniği ile toprak bina .....	60
Şekil 3.65 Çamurdan mamûl mobilya .....	61
Şekil 3.66 Yemen 'de bulunan tarihi toprak binalar .....	61
Şekil 3.67 Çamur toprak binalarda yağmur suyunun toplanması .....	63
Şekil 3.68 Farklı tasarımlardaki toprak binalar .....	64
Şekil 3.69 Kibaa eko kubbe .....	64
Şekil 3.70 Kibaa eko kubbe plânı .....	65
Şekil 3.71 Kibaa eko kubbe iç görünüşü .....	66
Şekil 3.72 Kibaa eko kubbe bölümü .....	66
Şekil 3.73 Kibaa eko kubbe dikey kesiti .....	66
Şekil 3.74 Kibaa eko kubbe ölçüleri .....	67
Şekil 3.75 Kibaa eko kubbede kullanılan sarmal torbalama ve madeni ağ .....	68
Şekil 3.76 Kibaa eko kubbenin temel alt yapısı .....	69
Şekil 3.77 Kibaa eko kubbe bina duvarları .....	69
Şekil 3.78 Kibaa eko kubbede pencerelerin yapılması .....	69

Şekil 3.79 Kibaa eko kubbe üst açıklığı.....	70
Şekil 3.80 Kibaa eko kubbeye tamamlama çalışmaları .....	70
Şekil 3.81 Toprak bina çevresinin düzenlenmesi (tasarlanması).....	70
Şekil 4.1 3D İnşa yazıcısı.....	73
Şekil 4.2 Yazıcı tezgâhta Karteziyen sistemi.....	78
Şekil 4.3 Robot kollu yazıcı.....	79
Şekil 4.4 Kontur İşleme yazım sistemi .....	80
Şekil 4.5 Beton püskürtmeli yazım.....	80
Şekil 4.6 Delta Wasp 3D yazıcı .....	83
Şekil 4.7 Japonya ‘da kabuk ev .....	84
Şekil 4.8 Archicad15 ‘te 3D model oluşturmak .....	85
Şekil 4.9 Yingchuang logosu .....	86
Şekil 4.10 Yingchuang yazıcı ile 3D Ev yapımı.....	87
Şekil 4.11 Yingchuang yazıcı ile beton dökümü .....	88
Şekil 4.12 Yingchuang ile 3D olarak yazdırılmış dünyanın en yüksek binası .....	88
Şekil 4.13 Yingchuang tarafından 3D olarak yazdırılmış 1100 m2 villâ .....	89
Şekil 4.14 Dünyanın sadece 1 günde Yingchuang tarafından yazdırılan ilk 10 evi ..	89
Şekil 4.15 Yingchuan tarafından yazdırılmış APEC 3D villâ .....	89
Şekil 5.3 3D olarak yazdırılabilir toprak bina ölçüleri .....	92
Şekil 5.2 3D olarak yazdırılabilir toprak bina plânı.....	92
Şekil 5.1 3D olarak yazdırılabilir toprak bina.....	92
Şekil 5.4 3D olarak yazdırılabilir toprak bina dikey kesiti .....	93
Şekil 5.5 3D olarak yazdırılabilir toprak bina zincir halinde.....	93
Şekil 5.6 Çamurla yazdırılabilir 3D .....	95
Şekil A.1 Kabuk ev zemin kat plânı .....	101
Şekil A.2 Kabuk ev birinci kat plânı .....	101
Şekil A.3 Kabuk ev cepheleri .....	102
Şekil A.4 Birinci kat döşeme analizi an diyagramı .....	103
Şekil A.5 Beton duvar analizinin kesme gerilimi (teğetsel gerilim) diyagramı .....	103
Şekil A.6 Beton kabuk çatının kesme gerilimi (teğetsel gerilim) diyagramı .....	104
Şekil A.7 Köşelerde gerilim yükünü azaltmak için çözümler .....	104





## OLAĞANÜSTÜ DURUMLARDA BARINMA İÇİN YENİLİKÇİ BİR YAKLAŞIM ÖNERİSİ : 3D YAZICI İLE UYGULAMA

### ÖZET

Bu araştırma afet durumlarında barınakların tasarımı ile ilgilidir ve 3D yazıcı teknolojisine bağlı olarak yeni bir çözüm önerisi ortaya koymayı hedeflemektedir.

Öncelikle, konunun amacı tanımlanmış ve önemi hakkında genel fikir oluşturulmaya çalışılmış, daha sonra olağanüstü durum aşamaları açıklanmıştır.

Bundan sonra, barınakların uygulanabilirlik ilkeleri gösterilmiş ve dayanak olarak barınaklarda uygulama tekniklerini değerlendirmek için kullanılmıştır. Bu uygulama teknikleri üç sınıfa (çadırlar, prifabreka barınaklar ve kerpiç barınaklar) bölünmüştür. Ayrıca, tüm sistemler şuanda kullanan tekniklerin genel değerlendirme sonucuna yönelik örneklerle ve ayrıntıları ile desteklenmiştir.

Öte yandan, uygun bir çözüm bulmak amacıyla, 3D yazıcı teknolojisi ayrıntılı olarak ele alındı ve tüm özelliklerine açıklık getirilmiştir.

Araştırmanın son bölümünde, çamur barınakları için yeni bir tasarım önerisi yapılmış ve bu tasarım önerisi 3D yazıcı teknolojisi kullanarak nasıl yapılabileceği açıklanmıştır.

**Anahtar Kelimeleri :** Afet, Barınma, Barınak, 3D Yazıcı



# **PROPOSAL FOR AN INNOVATIVE HOUSING APPROACH EXTRAORDINARY SITUATION BY USING 3D PRINTING**

## **ABSTRACT**

This research concerns the design of shelters in disaster cases and aims to find a novel solution depending on 3D printing technology.

Initially, a general picture about the subject and how important it is has been introduced, then the post-disaster stages was clarified.

After that, the shelters building principles were reviewed and adopted as a base for evaluating the shelters systems which are subdivided into: tents, prefabricated shelters and earth shelters. Moreover, all systems were supported with examples and details for concluding the general evaluation of the currently using techniques.

In the other hand, in order to find a suitable solution, 3D printing technology was discussed in detail and all its properties were clarified.

The final part of the research is the conclusion that contains a new design for a mud shelter and initial vision of how it could be made by 3D printing technique.

**Keywords :** Disaster, Housing, Shelter, 3D Printing



# 1. GİRİŞ

## 1.1. Amaç, Kapsam, Yöntem

**Amaç :** Bu tez çalışmasında doğal afet sonrası ve savaş sonrasında madurların ihtiyaç duyduğu barınakların hızlı ve uygun bir şekilde üretilmesinde 3D yazıcı teknolojisini kullanılabilirliği araştırılmıştır . Araştırmalar sonunda bu teknik kullanılarak yenilikçi bir yaklaşım ile barınak tasarımı yapılmış ve uygulama yöntemleri değerlendirilmiştir.

**Kapsam :** Birinci bölümde araştırmanın amacı ve yöntemi anlatılmıştır. Ayrıca, konu hakkında genel bir fikir oluşturmayı amaçlamıştır.

İkinci bölümde, barınakların uygulanabilirlik ilkelerinden bahsedilmiştir, ve farklı sistemlere nasıl uygulanabileceği anlatılmıştır. Bu bölüm sonraki bölümdeki sistemleri değerlendirmek için bir dayanak oluşturmuştur.

Üçüncü bölümde barınakların en yaygın kullanılan sistemler ve teknikler ile her birinin geçen bölümdeki ilkelerini uygulama kapasitesini ele almaktadır. Her bir sistemde, derecelendirme şemasını oluşturmak amacı ile örnekler analiz edilmiştir. Bu derecelendirme ikinci bölüme dayanmaktadır. Ayrıca bu sektörde yaratıcı fikirlere sahip bazı özel dizaynları göstermektedir. Sistemleri inceledikten sonra, her bir sistemin avantajları ve dezavantajları ile bunlardan nasıl maksimum fayda sağlanacağına açıklık getirilmiştir.

Dördüncü bölüm aynı zamanda mevcut kullanılan sistemlerin avantajlarından gelen ilkeleri ve faydaları onaylayan çözüm teklifini içermektedir. Buradaki çözüm teklifi sığınak binlarının üretiminde 3d yazıcı tekniği kullanmaktır. Bu nedenle, bölüm bu tekniğin geçmişini, tiplerini, malzemelerini ve diğer özelliklerini ortaya koymaktadır. Beşinci bölümde, bir barınak dizaynı geliştirilmeye ve 3d yazıcı tekniği ile bu tasarımın nasıl uygulamaya geçilebileceği konusunda bir başlangıç vizyonu oluşturulmaya çalışılmıştır.

Son bölümde genel değerlendirme ve sonuçtan bahsedilmiştir.

**Yöntem :** Tez çalışmasının kuramsal alt yapısını oluşturmak amacı ile uluslar arası literatür taranmış ve konu ile ilgili çeşitli organizasyon ve kurumların yaptığı raporlar incelenmiştir . Bunun yanında konu ile ilgili uzmanlar ile görüşülerek mülakatlar yapılmıştır .

## **1.2. Geçmişten Günümüze Barınma Gereksinimi**

Ev, insanlar için kişisel yaşam alanı olmanında ötesinde hayatta kalmanın ve sağlıklı yaşamının en büyük gerekliliğidir.

İnsanlar, soğuktan, sıcaktan ve çeşitli tehlikelerden korunmak için değişik evler yapmışlardır.

Eski zamanlarda insanlar kaya oyuklarında ve mağaralarda yaşamışlardır. Daha sonra topraktan,taştan ahşaptan evler yapmışlardır. Bu evler genellikle küçük ve tek katlıdır. İnsanlar zamanla yaşadıkları evleri geliştirmişlerdir. Eski zamanlardan günümüze evlerin görünümünde ve kullanılan malzemelerde pek çok değişiklikler olmuştur. Eskiden tek katlı olan evlerin yerlerine, birçok insanın birlikte yaşayabileceği yüksek binalar inşa edilmiştir.

Şehir ve köylerdeki evler pek çok yönden gelişmiştir. Bu binalar taş,cam, tuğla, kereste, beton, çelik gibi malzemeler kullanılarak yapılmıştır.

Değişimin nedenleri, şehirlerdeki insan nüfusunun artmasıdır. Tekniğin ilerlemesi sonucunda bina ve evlerin; biçim, boyut ve kullanılan malzemelerinde değişiklik olmuştur. Bunların dışında,

Ancak, beklenmedik durumlardaki (depremler, toprak kaymaları, seller / taşkınlar, kaya düşmeleri, yangınlar, çığ düşmesi, fırtınalar, toprak kabarması ve savaşlar vb.) yoğun ve yıkıcı etkenler; insan yaşamında çok büyük can ve mal kayıplarına yol açmaktadırlar. Felâketlerden sonra hasar gören ve çöken binaların çok büyük sayılarda olması, derhal müdahale edilmesi gereken mesken / barınak sorunlarına yol açar.

Birleşmiş Milletleri Mülteci Ajansı 'na göre, Pakistan'daki 4,7 milyon insan hariç; 30 milyonu aşkın insan mülteci durumunda yaşamaktadır (United Nations Refugee Agency, 2009). Bu mülteciler değişik yerlerde birbirinden çok farkı konumlarda ve durumlarda yaşamaktadırlar. Yeni bir ülkeye yerleşmelerinin başından bu yana, muşamba gibi uygunsuz malzemeli geçici yapılar altında yaşayan ve çok kötü koşullarda olan mültecilerin fiziksel ve sosyal sorunları söz konusudur.

Herhangi bir felâketin arkasından gelen fiziksel, sosyal, psikolojik ve çevresel etkilerin insanlar için temel sorun olduğu konusunda herkes mutabıktır. Felâketlerden sonra meskenlerin yeniden inşası ve mültecilerin ikamet edeceği yerlerin sağlanması, şehirler ile kırsal kesimlerde çözümlerin yenilemesi ihtiyacını ortaya çıkartmıştır.

Bunun da ötesinde ve plânsız, kontrolsüz, disiplin altına alınamayan yerleşim karmaşası, yaşanan facianın ilâhi (vahiysel) bir faciaya dönüşmesine yol açar ve zaman içinde onarılamaz hale gelir.

Felâket kurbanları için ortaya konulan acil durum yerleşim şartları, felâket sonrası ortaya çıkan olumsuz koşulların üstesinden gelinmesi ve kurbanların harici etkenlerden korunması noktasında yoğunlaşır.

Buradaki temel amaç, felâket mağdurlarının günlük mûtat yaşam akışlarına mümkün olan en kısa sürede kavuşturulması ve bunu sürdürebilmelerinin sağlanmasıdır. Geçici yerleştirme sürecinde, felâket mağdurlarının talepleri, mümkün olan en iyi standartların sağlanması çerçevesindeki temel ihtiyaçları ortaya koyar.

Böyle durumlarda çok sayıda bina ve evlerin bulunduğu geçici yerleşim alanlarına - doğal felâketin yaşandığı bölgede ya da savaş durumunda daha güvenli bölgelerde - mümkün olan en kısa sürede sahip olunması en büyük kazançtır. Geçici meskenlerin inşası ve satılmaması koşuluyla, şarta bağlanarak teslimi, normal bir ev inşasından çok daha radikal farklılıklar içerir ve bu durum, işte bu araştırmada ele alınan temel husustur.

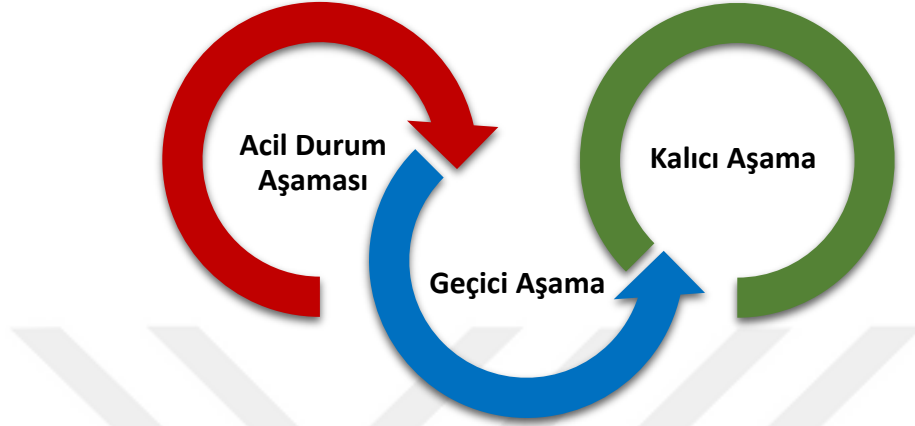
### **1.3. Olağanüstü Durum Aşamaları**

Felâket sonrası meskene yerleştirmek (ibate), sadece sorunu bir sistem halinde ele almakla çözümlenebilir. Bu sistem ile sürdürülebilir mesken yaklaşımının gereken şekilde uygulanabilmesi için felâket öncesinde gereken bilgiler toplanmalı; bu veriler çerçevesinde atılması gereken adımlar, felâket öncesinde, felâket sırasında ve felâket sonrasında uygulanmalıdır. Sadece böyle bir aşamadan sonra felâket kurbanlarının sağlıklı ve konforlu çevrelerde, gelişen bir yaşama kavuşmaları, ülke kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması, sonuç olarak felâketlere hazırlıklı kılınması mümkün olur (Limoncu & Çelebioğlu, 2006).

Felâket sonrası durumlarla ilgili olarak dünya genelinde birçok ülkede gerçekleştirilen incelemeler, bizi acil durumdan kalıcı mesken durumuna doğrudan geçişin mümkün olmadığı sonucuna ulaştırmıştır. Bu nedenle acil durum yardımını sona erdirmek ile

kalıcı meskenlerde normal yaşamın kurulması arasında, normal yaşama kavuşuluncaya kadar geçen süreçte bir başka aşama oluşturmamız gerekir ve biz bu aşamaya “Geçici Aşama” diyoruz.

Sonuç olarak felâket sonrası süreci, aşağıda anlatılan üç aşama halinde analiz edebiliriz.



**Şekil 1.1** Felâket sonrası sürecin üç evresi

**Acil durum aşaması:** Evsiz kalan felâket kurbanlarının kendi yerleşim noktalarını oluşturması veya devlet ya da diğer yardım kuruluşları tarafından acil durum çadırlarının temini aşamasıdır.

**Geçici aşama:** Felâketten ve acil durum aşamasından hemen sonra, mümkün olan en kısa sürede başlamalıdır. Bu süreç, kalıcı meskenler tamamlanuncaya kadar devam eder. Bu aşamadaki mesken sorunu, geçici yerleşim alanları oluşturarak çözülür. Rehabilitasyon aşamasının süresi, kalıcı meskenlerinin teminine bağlıdır ve kesinlikle önceden belirlenmesi mümkün değildir. Bazı durumlarda bu geçici aşamanın, yeniden inşa sürecindeki istenmeyen gecikmeler nedeniyle, 30 yıl sürmesi dahi mümkündür (Acerer, 1999). Böyle durumlarda geçici meskenler, hazırlıksız yakalandıkları ve önceden belirlenmemiş işlevleri; kullanma tarzı ile süresi bağlamında karşılamak zorunda kalırlar.

**Kalıcı Aşama:** Bu aşamada felâketin vurduğu bölge geliştirilerek yeniden yapılandırılır veya meskenler yeniden inşa edilir ve amacı, felâket kurbanlarına en kısa



## 2. BARINAKLARIN UYGULANABİLİRLİK İLKELERİ

### 2.1. Bütçe

İnşaat çalışmasının maliyet sorunu, müşterinin, tasarım ekiplerinin, inşaat ustalarının ve tabii mimarlar ile hesap sorumlularının sürekli göz önünde tuttıkları çok önemli bir konudur. Bir bina projesinin inşaat maliyeti, o inşaatın müşterilerinin çok büyük çoğunluğunun temel sorunudur. Gerçekten bir müşterinin işin en başında sorduğu ilk soru; “bana kaç mal olur?” sorusudur ve bu soruyu daima “biraz daha ucuza çıkmaz mı?” sorusu takip eder.

Bu tür sorulara cevap vermek, maliyet hesap uzmanlarının görevidir ve bu hesaplar, bina inşaat çalışmasından önce yapılarak, nihai maliyet belirlenir. Böylece proje tasarımının, müşterinin onayladığı bütçeyi aşmayan bir çerçevede kalması sağlanır.

Gerçekte sürdürülebilir geçici mimaride ve felâket sonrası durumlarda, müşteri mağdurun kendisi veya yardım kuruluşlarıdır. Bu nedenle kuşkusuz maliyetin mümkün olan en alt seviyeye düşürülmesi gerekmektedir.

Genel olarak inşaat süreçlerinde iki tür maliyet vardır: Sermaye maliyeti ve kullanım ömrü maliyetinin her ikisi de, bizim çalışmamızda önem taşır ve her ikisine de aynı anda yoğunlaşmak gerekmektedir.

Bu nedenle konuyla ilgili olduğu görülen en önemli soru şu olmalıdır: Bazı projelerin maliyetinin, benzerlerinden daha düşük olmasını sağlayan etkenler nelerdir?

Bu etkenlerin arasında, müşterinin kimliği ile öncelikleri, projenin doğası, tasarımın gelişimini gerçekleştirmekten kimin sorumlu olduğu, malzeme tedarik seçenekleri, mevcut pazar şartları ve yasal zorunluluklar vardır. Bu etkenlerin büyük çoğunluğu da, kendi içlerinde birbirleriyle bağlantılıdır (Cunningham, 2013).

**Çizelge 2.1** Binaların maliyetini etkileyen faktörler (Cunningham, 2013)

Müşterinin Öncelikleri: Müşterinin öncelikleri kısaca, kalite, maliyet ve zaman sınırı ile ilgili noktalarda şekillenir.	Kalite konusunda dikkat edilmesi gerekenler Maliyet konusunda dikkat edilmesi gerekenler Süre konusunda dikkat edilmesi gerekenler
---	--

**Çizelge 2.1 (Devam)**

<p><b>Projenin Doğası:</b> Bu bağlamda nitelikleri açısından projenin gerçekleştirilmesi için seçilen tasarım ekibinin görevlendirilmesi, projenin genel yapısı ve maliyeti açısından çok önemlidir.</p>	<p>Mimar Seçimi Binanın İşlevi</p>
<p><b>Tasarımın Maliyeti:</b> Binanın maliyetini etkileyen tasarım faktörleri, işlevleri, geometrisi, teknik özellikleri, belirlenen kullanım ömrü maliyeti, yasal sınırlamalar ve sosyoekonomik etkenler dâhil olmak üzere çok önemli hususlardır.</p>	<p>Malzemelerin Seçimi Sürdürülebilirlik ve kullanım ömrü maliyeti açısından durumu</p>
<p><b>Sahanın Doğası:</b> Sahanın yeri, fiziksel ve çevresel koşulları da, maliyet bağlamında kayda değer etkiler oluşturur.</p>	<p>Yerleşim Sahanın Fiziksel Koşulları Hizmetlerin Mevcudiyeti Kaynakların Mevcudiyeti İklim</p>
<p><b>Tedarik Yöntemi</b> Tedarik yöntemlerinin / yollarının seçimi ve piyasanın şartları, müteahhidin sahada yaptığı inşaatın maliyetini etkileyen faktörlerin genel durumu ile sonuçları da ayrıca incelenmelidir.</p>	<p>Geleneksel Tedarik Tasarım ve Bina Yapımı Yapımın Yönetimi Ödeme Düzenlemeleri Düzenlemelerin Sunumu Taleplere Açıklık Getirilmesi</p>
<p><b>Yasal Kısıtlamalar</b> Bu yasal koşullar ve kısıtlamalar çerçevesinde gelişim nasıl sağlanır. Planlama, inşaat, güvenlik ve çevre koruma ile ilgili asgari standartların seviyesinin yükseltilmesi, doğal olarak daha iyi bir gelişme sağlar ancak bütün bunlar maliyet artışına yol açar.</p>	
<p><b>Sosyolojik / Çevresel Faktörler</b> Yasal taleplerden bağımsız olarak inşaat çevresindeki sosyal talepler, tasarım ile inşaat standartlarını sürekli olarak yükseltirler. Bütün talepler, gereken paranın satın alma gücü doğrultusunda zorlaşır.</p>	<p>Göz Önüne alınması Gereken Çevresel Koşullar</p>
<p><b>Piyasa Şartları</b> İnşaat faaliyetleri, ekonomik görünüş ile yerel ve ulusal ekonomik koşullara son derece duyarlıdır. İnşaat faaliyetleri, genel ekonomik büyüme sırasında güzelleşerek hız kazanır ve ekonomik sıkıntı dönemlerinde de sorunlar yaşar.</p>	
<p><b>İnşaat yöntemi</b> Sonuç olarak binanın maliyeti, müteahhidin işi yürütmek için gösterdiği başarının seviyesiyle belirlenir. Bu oluşum, çok büyük ölçüde üretim sürecindeki kaynakların maliyetine ve verimli kullanılmasına bağlıdır.</p>	<p>İşçilik Maliyeti Üretkenlik. Malzemeler Sahanın Genel Giderleri Proje Programı</p>

## 2.2. İşlem Süreci

“Mimaride Geçici Kavramının Tanımı” bölümünde belirtildiği gibi, felâket sonrası sürecin üç aşaması vardır:

1. Acil Durum Aşaması
2. Geçici Aşama
3. Kalıcı Aşama

Ayrıca, acil durum aşamasını mümkün olduğu kadar kısaltmamız gerektiği için, kurbanların ikametini sağlamak açısından bir strateji belirlememiz ya da çerçeve plân oluşturmamız şarttır. Burada amaç, felâket kurbanlarının üzerindeki gerilim ile sıkıntıları mümkün olan en kısa sürede ortadan kaldırmaktır.

Felâketten sonraki rehabilitasyon / iyileştirme süreci nedeniyle; felâketin vurduğu bölgedeki işçilik ve altyapı hizmetleri gibi kaynaklar ortadan kalkacağı için, felâket bölgesinde bunların kullanılması mümkün olmaz. Meskenlerin kurtarılması ile ilgili plânlama beklenenden daha uzun zaman alabilir ve bu da felâket sonrası mesken inşaatlarında gecikmeye yol açar. Bu nedenle, felâket öncesi plânlama sürecinde görevlerle ilgili iş akışının belirlenmesi büyük önem taşır. Bu akışta amaç felâketten önce belirlenen stratejilerin geliştirilmesidir ve uygulamalar da felâketten sonra gerçekleşir. Söz konusu süreç, plânlamayı yapanların gerekli bütün görevleri görmesini ve plânlama basamaklarının daha basit bir şekilde göz önüne alınmasını sağlar. Böylece, daha sonraki aşamalarda, farklı kuruluşlardan elde edilen girdilere bağlı olarak değişiklik ya da güncellemeler daha kolay yapılır. Bu uygulamalar, felâketin farklı ölçeklerine bağlı olarak mesken kurtarma programlarının geliştirilmesinde ana hatları ortaya koyar.

Çerçeve yapıyı oluşturan iki temel bölüm vardır: Birinci bölüm felâketten önce (Felâket öncesi) yapılan plânlama işlemlerinin evrelerini ve ikinci bölüm de felâketten sonra (Felâket sonrası) geçen sürecin evrelerini içerir.

Elbette kurumların tepkisi (tepkisi süresi), rehabilitasyon sürecinin başlatılmasını etkileyen temel faktördür. Ancak bu araştırmada sürecin mimari tasarım ve uygulama kısmına yoğunlaşmıştır.

Gerekli olan altyapı sağlandıktan sonra, rehabilitasyon sürecinin kritik bölümü; mesken inşaatıdır. Çünkü acil durum aşamasından, geçici aşamaya geçişe olanak veren gerçek adım budur.

İnşaat süresini kısaltmak açısından, bir sahanın altyapısı oluşturulurken barınakların da fabrikada üretilmesi gibi çok çeşitli çözümler vardır ve bizim yapmamız gereken, mevcut olanı sahada zaten bulunan temellerinin üzerine oturtmak olur. Şimdiye kadar bu uygulama, bilinen en ünlü ve en çok gerçekleştirilen strateji olarak öne çıkmaktadır. Ancak bazı durumlarda - özellikle savaş zamanında- bu çok kullanışlı bir uygulama olmaz çünkü maliyetinin daha yüksek olmasının yanı sıra, zor şartlar altında bu barınakların sahaya nakledilmesi de ilave maliyetlere neden olur.

Bir diğer çözüm ise, mağdurların bizzat kendilerinin kil ya da başka malzemeler kullanarak, kendi meskenlerini inşa etmeleridir ki, bu da uzun bir zaman alır.

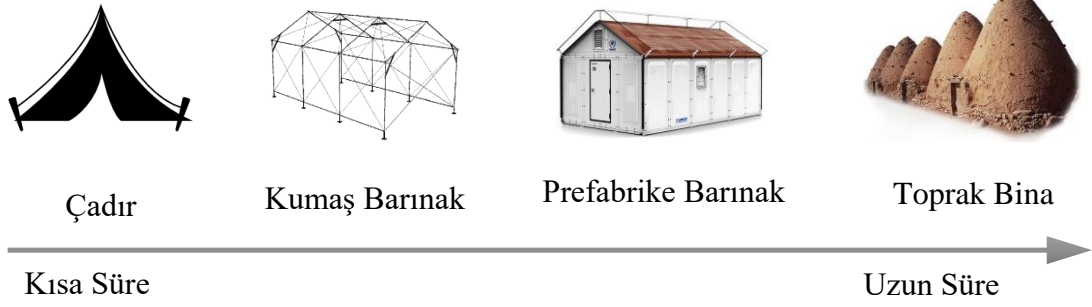
Bu araştırmanın sonraki bölümünde, söz konusu teknikler üzerinde durulacak ve bu teknikler analiz edilecektir. Tüm bu açıklamalardan yola çıkarak böyle durumlarda elde edeceğimiz en büyük kazancın mesken inşaatlarını mümkün olan kısa sürede tamamlamamak olacağı görülmektedir.

### **2.3. Kullanım Süresi**

Geçici aşamada (rehabilitasyon sürecinde) mesken inşa etmek istediğimiz zaman, mümkün olduğunca güvenilir olmasının yanı sıra, sağlamlığı ile sürekliliğini de göz önünde bulundurmak gerekir. Çünkü bazı durumlarda bu aşama tahmin edilenden çok daha uzun sürebilir. Sonuç olarak yaptığımız meskenler ile barınakların uzun yıllar dayanacak kadar sağlam olması gerekmektedir.

Sağlam tasarımın ne anlama geldiğini anlamak için göz önünde bulundurmamız gereken ve üzerinde uzun süre kafa yordığımız birkaç ilke vardır. Bu nedenle göz önüne almamız gereken hususların en başında şiddetli çevresel etkiler ile doğanın ortaya koyduğu değişkenler vardır. Çevresel koşullar ve doğal değişkenler gözardı edilemez ancak kontrol altına alınabilir.

Bir başka açıdan bakıldığında, mağdurların barınaklarda minimum gerekli koşulların sağlanması yanında rahat etmesi de ayrıca önemli bir konudur. Çünkü bir ailenin uzun süre yaşayacağı bu barınaklarda, kalıcı konutlar benzeri olanakları geniş ölçüde bulması gerekir. Bu nedenle acil durum aşamasında normal olarak kullanılan çadırli sistem veya tek odalı bir barınak -ki, en yaygın olanı budur- dahi, amacımıza hizmet etmez.



**Şekil 2.1** Barınak sistemlerinin kullanma süresi

#### 2.4. Malzemeler

Herhangi bir bina endüstrisinin tasarım aşamasında, projenin tamamı açısından en kritik nokta malzeme seçimidir. Zayıf / kalitesiz malzemelerin seçilmesi, bütün projenin kalitesini etkilemesinin yanı sıra, uzun vadede bakım giderleri nedeniyle çok yüksek bir maliyete yol açar ve insanlar ile çevre açısından da büyük tehlike oluşturur. İnşaat malzemeleri ile yöntemlerinin akıllıca bir araya getirilmesi, kullanıcının taleplerini karşılayan uzun ömürlü binaların inşa edilmesinin yanısıra; gelecek nesiller üzerindeki zararlı etkileri de azaltarak, çevresel kaliteyi, ekonomik canlılığı, sosyal yararları da destekler. Sürdürülebilir gelişmenin anlamı, her zaman bilinçli seçim yapmaktır: Kaynaklar, atıklar, geri dönüşüm ve binanın belirli bir alanda ya da ön cephede olmasının değeri açısından bakıldığında, durum sadece bir sermaye varlığı veya mükellefiyet değildir. Yeni inşaatlarda yeşil malzemeler ile yeni nesil tamir malzeme sistemlerinin yeni binalarda müştereken kullanılması, çevre üzerindeki olumsuz etkileri azaltarak köken, nakliye, işleme, fabrikasyon, kurulum, tekrar kullanım, geri dönüşüm ve bu kaynak malzemelerin hurdaya ayrılması (imhası) açısından büyük yarar sağlar.

Müşterek geleceğimizdeki insanlığın tüm ihtiyaçları, çok acımasız bir biçimde sanayiye bağlı duruma gelmiştir: "İnsanlığın birçok hayatî ihtiyacı sadece endüstri tarafından sağlanan mallar ve hizmetler ile karşılanabilmektedir ve değişimin sürdürülebilirliği, endüstriyel servetin (getirilerin) sürekli akışından güç almaktadır." Gelişen bir ekonominin ihtiyaçları, sürdürülebilir uygulamalara kıvılcım oluşturması açısından, kaynakların korunmasındaki başarılı dağılımın temel unsurudur.

Doğal kaynakların, hem tüketim uygulamalarını asgariye indirerek, hem de kaliteyi koruyarak muhafaza altına alınması; yenilenebilir ve yenilenemez kaynakların her ikisini de kapsar: Az kullanıp, çok iş yapmak. Değerli doğal kaynakların kullanımının

asgari seviyeye düşürülmesi, sürdürülebilir uygulamaların en belirgin ögesidir. Bu düşüncenin “*mantra*” sı (sürekli tekrarlandığında güçlü ruhları yardıma çağıran Sanskritçe söz), “azalt, tekrar kullan, geri dönüştür” olarak tercüme edilebilir: Tüketimi azaltmak, mevcut kaynakları (hurdalar, dönüştürülmüş ham maddeler veya dönüştürülebilir maddeler) kullanmaktır (Tomkiewicz, 2011).

### **Azaltmak:**

Sürdürülebilir pratiklerin bu yeni ortamında, endüstrinin daha az malzeme kullanılması konusundaki çağrılara uyması, daha az malzeme içeren ancak son kullanıcı taleplerini de klasik bir biçimde karşılayan bir üretim yapması gerekir. Ev inşaatı endüstrisi, bu az kaynak kullanılarak üretilmiş malzemelerin işlenmiş ahşap, çatı, taban kasaları ve delikli tuğla gibi pek çoğunu kapsar. Malzeme içeriğinin (ve ambalaj malzemelerinin) azaltılması, sadece yenilenebilir ve yenilenemez kaynak kullanımını fiziksel olarak azaltmasının yanısıra, üretimin sürecinin tamamında gerekli olan enerji tüketimini de büyük ölçüde azaltır. Malzeme üretiminde yerel ile bölgesel kaynakların kullanılmasına bu sırayla ve üretimin genelinde gerekli olan enerjiye varıncaya kadar çok dikkat edilmelidir. Konuyu bu şekilde ele almak, sadece bu malzemelerin üretimi için kullanılan enerjiyi azaltmakla kalmaz, öte yandan doğal ve bölgesel endüstri ile ticareti de destekler (Tomkiewicz, 2011).

Yenilenebilir kaynakların kullanımı, bu kaynaklardan elde edilen malzemeler dönüştürülebilir (tazelenebilir) olduğu için ideal malzemeler olarak kabul edilirler ve sürdürülebilir gelişme bilmecesine (muammasına) yeni bir karmaşa getirirler.

ASTM E2114 - 2004, yenilenebilir kaynakları; “büyüyen, doğal olarak tazelenen veya çoğalışı, kaynağındaki tüketimden fazla olan malzemeler” şeklinde tanımlar (National Institute of Building Sciences, 2011). Kereste gibi kaynaklar yenilenebilir, ancak endüstrisinin çevre üzerindeki olumsuz etkisi, bundan çok daha yoğundur: Kesilmesi ve canlıların yaşam çevrimi üzerindeki etkisi, üretimin genelinde kullanılan enerji, endüstriyel üretimin enerji tüketimindeki etkisi ve yenilenemez kaynakların tüketimi kadar fazladır. Sürdürülebilir malzemelerin değerlendirmelerinde bu faktörlerin de göz önünde bulundurulması gerekir. Bu nedenle bütün malzemelerin, ister yenilenebilir, isterse yenilenemez kaynaktan gelsin tüketimlerinin azaltılmasına, daima dikkat edilmelidir. Yenilenemez kaynakların mevcudiyetleri ölçüsünde sınırlanması tartışma kabûl etmez ve yenilenebilir mekanizmalarla değiştirilmelidirler. Ancak bu mekanizmalar hazır hale gelinceye kadar endüstrinin çevreye olumsuz etki yapan

türdeki malzemeleri dönüştürerek tekrar kullanması, bu aşamada en iyi alternatiftir (Tomkiewicz, 2011).

### **Tekrar kullanmak:**

Biyolojik esaslı ve dönüştürülmüş içeriğe sahip malzemelerin kullanılması, çok büyük ölçüde çevreye zararlı malzeme kullanımının yerini alabilir ancak bu malzemelerin bütünselci görüşlerinde de, sınıflandırmadan önce kullanılmasının çevreye etkileri göz önüne alınmalıdır. Bu bağlamda, dönüştürülmüş içeriğe sahip malzemeler, sürdürülebilirlik açısından çok büyük bir kazanç olarak görülse de, sorunların ideal çözümü olarak kabul edilemez. Sıklıkla, geri dönüştürülmüş malzemeden üretilen ve işlevselliğe sahip malzemelerin üretilmesi, orijinal ürünün imha edilmesinden daha büyük olumsuz etkilere yol açar. Örneğin plâstik gibi elementlerin dönüştürülmesinde, dengeli hale getirmek için ilâve edilen kimyasal maddeler daha zararlıdır. Sonuç olarak, plâstik gibi birçok malzemeler, daha zehirli katkıları içerebilirler ve saf ham maddeden elde edilen orijinal ürünle karşılaştırıldığında, çevreye çok daha büyük ölçüde zarar verebilirler (McDonough, 2002).

### **Geri Dönüşüm:**

Mesken inşaatında, zararlı veya zararsız çok büyük ölçüde atık malzeme ortaya çıkar. Atıkların azaltılması başlangıçta malzemelerin verimli (israf edilmeden) kullanılmasına ve asgari seviyede ambalaj kullanan malzemelerin seçilmesine bağlıdır (Tomkiewicz, 2011). Mesken inşaatı endüstrisinde, zararlı atıkların birincil kaynakları boyalar, yalıtım malzemeleri, renklendirme ve izolasyon malzemeleridir (Protection, 2010). Zararlı elemanlar içeren maddelerin asgari seviyeye düşürülmesi ve uygun imha yöntemlerinin de daima göz önünde bulundurulması önemle tavsiye edilir.

### **Kullanma Süresi Analizi:**

Tasarım ve inşaat alanında kaynakların verimli kullanılması daha da geliştirilir ve elde edilen tecrübeler uygulanırsa, neticede malzemelerin kullanma ömrü uzar, malzemelerin dayanıklılığı artar ve gelecekteki bakım maliyetleri azalır (Tomkiewicz, 2011).

## **2.5. Enerji**

“İnşaat profesyonelleri, binaların iklim değişikliklerindeki enerji katkısını küçümsemek ancak enerjiden sağlanan tasarrufun maliyetini de abartmak eğilimindedirler.”

- Sürdürülebilir Gelişme için Dünya Ticaret Konseyi

Enerji tasarrufu ile ilgili karşılaştırmalar, her bir meskende kullanılan enerjinin yoğunluğuna bağlıdır. Evler, tasarımları, nitelikleri ve kullanma şekli açısından farklı tüketim değerleri arz ederler. Karşılaştırma sırasında bu faktörlerin ve maliyetlerinin de göz önüne alınması gerekir (Tomkiewicz, 2011).

Somut maddi bir yanı olmayan geri dönüşümler ve ekonomik açıdan teşvik edici, düşük aylık maliyeti garanti edilmiş yapısıyla bu sistemler sadece sosyal ve çevresel yararları açısından kabül edilir sistemler sayılabilirler ve sadece alıcıların çok az bir kısmını etkileyebilirler (Tomkiewicz, 2011).

Somut, gözle görülebilir enerji tasarrufu, nüfus yoğunluğunun düşük olduğu ve çekirdek ailelerin yaşadığı geniş yerleşim alanlarında görülür. Daha çok kırsal sayılan bu alanlarda doğalgaz kullanımı sınırlıdır ve ısınma, genel olarak diğer fosil yakıtlarla sağlanır. Öncelikle gazyağı ve / veya propan gaz sistemlerinden yararlanılır. Söz konusu alanlarda iş yapan müteahhitlerin birçoğu da, son zamanlarda sağlam, güvenilir, denenmiş alternatif enerji ve ısıtma kaynakları arayışına girmişlerdir. Geçtiğimiz yıllarda, petrol ürünleri ve propanın ödeme çevrimlerinin kısaldığı ve maliyetinin roket hızla arttığı kolayca görülmüştür. Gelecekte ne ödeneceği belirsiz olan ve maliyeti daha yüksek bu sistemlere yatırım yapmak konusunda inşaatçılar ile ev sahipleri çekimser davranmaktadırlar (Tomkiewicz, 2011).

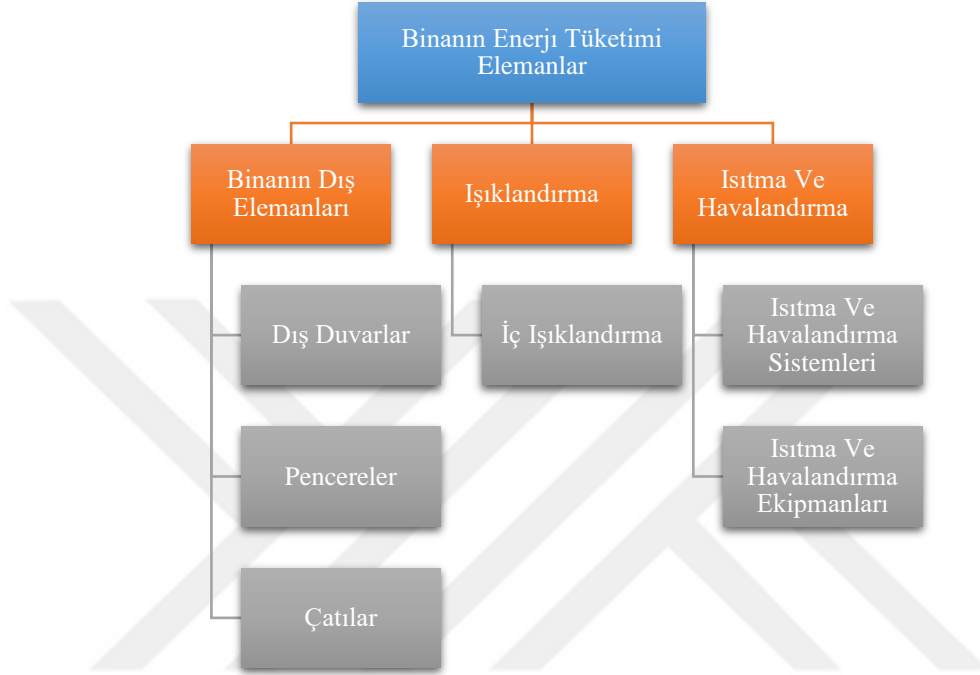
Sürdürülebilir geçici mimaride durum şehirden şehire fark eder, çünkü ya hiçbir altyapı yoktur ya da sahadan çok uzak olabilir. Bunun da ötesinde, enerji yardım kuruluşları tarafından sağlanıyor olabilir. Bu nedenle yardım kuruluşlarının mali yükünü hafifletmek için -çok uzun süre devam edebilir- ve altyapı yetersizliğini de göz önüne alarak, rehabilitasyon aşamasındaki en doğru yolun sürdürülebilir enerjiye sahip bina üretimi olduğunu görülmektedir.

Enerji kaynaklarının üretimi, fosil yakıtların hızla tüketilmesiyle sonuçlanmıştır: Hava kirliliği, toprak ve su kalitesi açısından çok olumsuz etkileri olduğu iyi bilinen GHG (Sera Gazı) emisyonlarının temel kaynağıdır. Sürdürülebilir gelişme, bu olumsuz etkileri asgariye düşürmenin yollarını arar. Son yıllarda hızla artan enerji maliyeti, sürdürülebilir endüstrinin gelişmesinde; verimli enerji sistemleri ve alternatif enerji kaynakları arayışı ile gündeme gelmiştir. Ekonomik yararları, hem inşaatçı, hem de tüketici açısından somuttur: İnşaatçı, küçülmüş enerji faturaları sayesinde, pazar gücü çok yüksek olan binalarla tüketicinin ilgisini çekebilmektedir. Buradaki pragmatik tavır çevre duyarlılığı nedeniyle değil, ekonomik kazanç sebebiyledir; ancak her ikisi de aynı noktaya çıkmaktadır (Tomkiewicz, 2011).



Günümüzde endüstri, dikkatini güneş ile rüzgâr enerjisi gibi alternatif entegre enerji kaynakları üzerinde yoğunlaştırmıştır ve jeotermal ısı pompaları gibi çok daha verimli kaynaklar kullanmaya başlamıştır. Bu alternatif sistemler henüz tam olarak yaygınlaşmamıştır ancak verimlilik algısı sağlam adımlarla ilerlemektedir (Tomkiewicz, 2011).

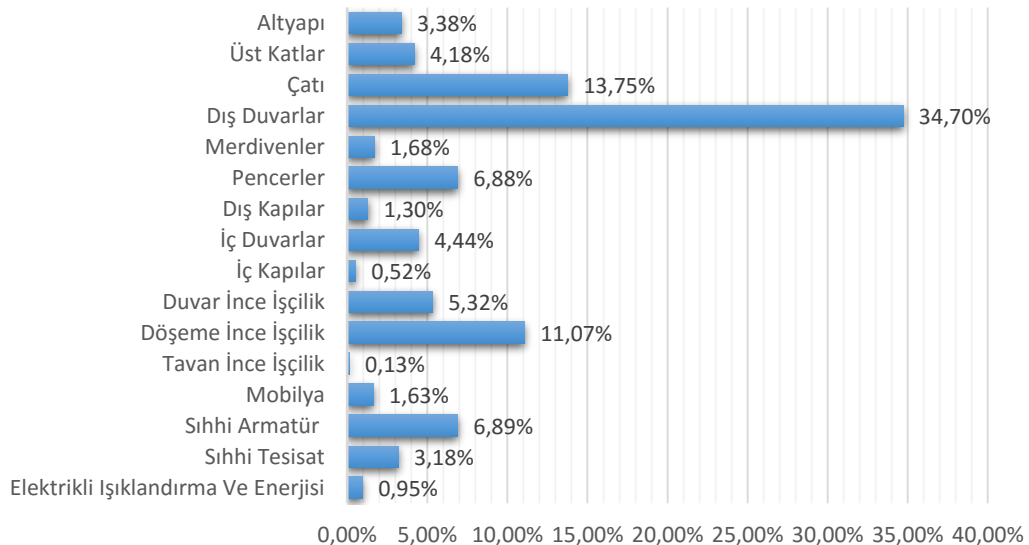
**Çizelge 2.2 : Binanın enerji tüketimi**



Tek ailenin yaşadığı evlerin, genel enerji çerçevesinde oransal katılımını tanımlamak için araştırmalar yapılmıştır. Çizelge 2.2, 2 katlı ve tek ailenin yaşadığı evin analiz sonuçlarını göstermektedir.

**Çizelge 2.3 Bina elemanlarının enerji tüketimi (Ting, 2006)**

### Bina Elemanlarının Enerji Tüketimi



Çizelgede gösterildiği gibi toplam enerjinin hâkim (aslî) bileşenleri içerdiği unsurlar (tuğla vs.) nedeniyle dış duvarlar ve bunların yanı-sıra ilâve yalıtımlar ile içyapılarda gerekli olmayan malzemelerdir (Oxley, 2006).

Geleneksel eğilim olarak, evlerin kullandığı işletim ücretlerinin azaltılması üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu konudaki yöntemler arasında tasarruflu ampûller, geliştirilmiş yalıtım sistemleri ve ısı kontrol sistemleri ile enerji açısından daha verimli cihazlar kullanılmaktadır. Bütün bu çalışmalar, kayda değer önemli gelişmelerdir ve enerji tüketiminin azalmasındaki etkileri açıkça görülmektedir (Oxley, 2006).

Yukarıdaki çizelgede gösterildiği gibi, dönüştürülmüş malzemelerin kullanılması, toplam enerji tüketimini azaltmak açısından en iyi yöntemlerden birisidir. Diğer yöntemler arasında nakliye programlarının geliştirilmesi, mümkün olan en iyi üretim ve kullanma yöntemlerine erişilmesi sayılabilir (Oxley, 2006).

## 2.6. Su

Suyun sürdürülebilir şekilde tekrar kullanılması, sürdürülebilir geçici mimaride temel unsurlardan birisidir ve aslında sınırlı bir kaynak olan su, enerji ile bağlantılıdır. Enerji suyu pompalamak ve binalar sistemine dağıtmak için gereklidir. Bunlara ek olarak suyun temizlenmesi, şartlandırılması ve kabûl edilebilir standartlara getirilebilmesi için de enerji gerekir (Joustra, 2010).

Felâketzedelerin ihtiyaçlarını karşılayacak içilebilir suyun da aynı şekilde sonsuza kadar temin edilmesi mümkün değildir. Doğayı ve insanlığı korumanın yanı-sıra, mevcut ve gelecekteki ihtiyaçları karşılamak için de sürdürülebilir çözümlerin bulunması gerekmektedir.

Sorumluluk sahibi bir su yönetimi, hem binaların içinde, hem de dışarıdaki ortamda suyun mümkün olan en iyi şekilde kullanılmasını sağlamayan mekanizmalara sahip olmalıdır. Su verimliliğindeki en büyük kazanım, suyun sisteme giren su miktarını azaltmak ve sürdürülebilir sahalardaki en büyük kazanım da akan su miktarını kontrol altına almaktır.

Su Verimliliği kategorisindeki bütün önemli unsurlar, su yönetimi stratejileri ile hayata geçirilirler. Binalardaki atık suyu (bulaşık suyu, tuvalet suyu veya her ikisi birden) şartlandırmak ve tekrar kullanmak için yararlanılan koruyucu önlemler ile teknolojiler kullanılarak, toplam içme suyu sarfiyatı azaltılır. Sistemden çıkan şartlandırılmış bu türdeki su, genel olarak tuvaletlerin temizliğinde veya telâfiye yönelik sulama

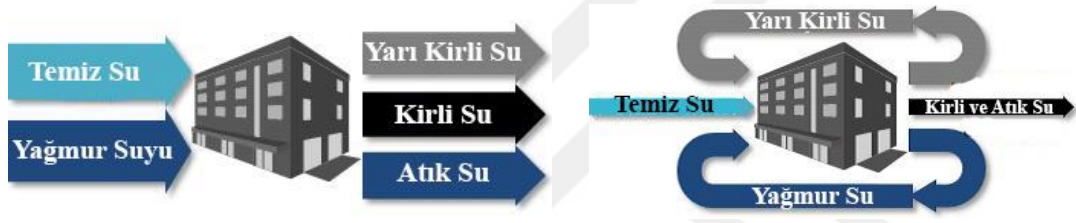
hizmetlerinde kullanılır çünkü bu tür işlemlerde yüksek kaliteli içme suyuna ihtiyaç yoktur (Joustra, 2010).

Suyun ıslahı, muhafazası veya tekrar kullanılmak üzere dağıtımı gibi su yönetimi uygulama stratejilerinin genelinde, su ihtiyacı ile ilgili sorunlar giderilmiş olmalıdır.

Su kullanımındaki verimliliği arttırmak için, değişik su stratejileri uygulanabilir.

### **Su Yönetimi Seçenekleri**

Bina su yönetimi için entegre sistem yaklaşımı, belediye şebekeleri açısından mümkün olan en iyi içme suyu dağılımının sağlanmasına olanak verir. Bu seçenekler arasında suyun akışını düzenlemek, bina sisteminin tamamında kullanılan suyu dönüştürmek ancak aynı zamanda da kullanılmış suyun verimli bir atık su filtre sisteminden geçirilmesini sağlamak vardır. Yönetim, baştan sona su çevriminin (dönüşümünün) bütün aşamalarını kontrol altına alır. Klâsik su dağıtımı ile yeşil bir binadaki su tüketiminin karşılaştırması, 2.2 Şekilde gösterilmiştir (Joustra, 2010).



**Şekil 2.2** Klâsik yapıdaki su akışının (solda); Yeşil mimari (sağda) ile mukayesesi (Joustra,

### **Muhafaza**

Su yönetiminin öncelikli seçeneği, suyun muhafaza edilmesidir. Suyun muhafazası (daha az sarf edilmesi) bağlamındaki müşterek taktikler arasında debisi düşük klozetler, susuz pisuarlar gelir ve içme suyuna olan talep azaltılır.

Yeşil binalarda kullanılan tesisat, sıklıkla kurulum ihtiyacından daha fazlasını sağlar. Örneğin klozetler, sifon her çekildiğinde / basıldığında 5,9 Litreden (1,6 galon) fazla su harcamayacak şekilde yapılmışlardır. Ancak yüksek verimli tuvaletlerde (HET) bu miktar 4,8 litreye (1,3 Galon) düşer. Düşük debi seçeneği, duş başlıkları ve bataryalar gibi diğer malzemeler için de mevcuttur. Musluklara ilâve edilen sensörler ile havalandırma elemanları, su kullanımını daha da azaltırlar.

Suyun muhafazasının temel bileşenleri üzerinde çalışmak ve süzme sayaç, doğru su kullanımının önemi konusunda, kullanıcıları eğitmek açısından su kullanımıyla ilgili ayrıntılı bilgiler sağlar (Joustra, 2010).

## **Dönüştürme / Tekrar Kullanma**

Bina genelinde mevcut olan atık su, daima iki farklı şekilde atılır: Bulaşık Suyu ve Tuvalet Suyu. Bulaşık suyu, evyelerden, duşlardan ve diğer düşük güçlü benzer kaynaklardan gelen sudur. Tuvalet suyu, çok daha yüksek miktarda organik madde içeren ve tuvaletler ile pisuarlardan atılan sudur.

Suyun kalitesi, atılması veya tekrar kullanılmasını belirlemek açısından büyük önem taşır. Bir anlamda, suyun tamamı tekrar kullanılabilir. Kaynak yönünden gelen su, insanların içme suyu kaynağı olarak kullanılırken, atık su tarafındaki çok daha büyük miktardaki su, arıtma sistemlerinde dönüştürülür. Atık su genel olarak kirli su veya zararlı su olarak tanımlanır ancak zehirli suyun ayrıca tanımlanması gerekir. Bütün sular, belirli ölçüde kirlenirler ancak yasalar, belirli bir seviyenin üzerinde kirlenen suları; zehirli sular olarak etiketler. Su, arı bir madde olarak kalırken, su kalite seviyesini yükseltmek için içinde mevcut olan kirli maddelerin temizlenmesi gerekir (Joustra, 2010).

## **Islah Edilmiş Su**

Atık suyu şartlandırmanın en önemli kaynağı, yine suyun kendisidir. Islah edilmiş su, dönüştürülmüş suya bir örnektir ve tekrar kullanım teknikleri de, katı atık yönetimi tarafından uygulanır. Suyun şartlandırılması sürecinde, önce su atık kanalından dışarıya alınır ve içilebilir su kaynaklarının tüketimini sınırlandırmak için ıslah edilerek, tekrar kullanılabilir hale getirilir (Joustra, 2010).

Yüksek seviye şartlandırılarak ıslah edilmiş su, bölgesel veya yardımcı atık su şartlandırma tesislerine gönderilir. Normal sulamada, soğutma kuleleri, tuvalet temizliği gibi diğer işlerde, ıslah edilmiş su olarak ve içme suyunun yerine, arıtılmış bulaşık suyuna benzer şekilde kullanılabilir (Joustra, 2010).

## **Yeşil Çatı**

Bir diğer teknoloji yeşil çatıdır ve yağmur suyunun toplanmasını sağlayan yöntemdir. Bir yeşil çatı, suyun kaçmasını önleyici sistemi, drenaj tesisatını ve bitki yetiştirme ortamını içerir. Yeşil çatı genel olarak, bina sistemini ne kadar etkilediğini göstermek amacıyla, sürdürülebilir inşaatın tümleşik yapısına bir örnek teşkil etmesi için kullanılır. Su yönetiminde görülen yararlar, enerji tasarrufu ve su kalitesidir. Yeşil çatı, bitkiler ve bitki altyapısı tarafından emilen (kullanılan) su kayıplarını telâfi eder (VanWoert, 2005).

## Doğal Bahçe Düzenleme (Peyzaj)

Uygun bitki türlerinin önceden belirlenmesi, daha az bakım, daha az su tüketimi olanağı sağlar ve bütün bunlar için gereken enerji miktarından tasarrufu mümkün kılar. Örneğin Florida gibi kuraklık eğilimi olan bölgelerde, açık arazi için doğal (deşti, kurakçıl) bitkilerin ve sebzelerin seçilmesi, akıllıca bir uygulamadır. Kuraklık bölgeleri için doğru bitkilerin seçilmesi ve tekniklerin uygulanmasının yanı-sıra, toprak ile su yönetimi de zaman içinde değişikliklere esneklik sağlamıştır (Rockström, 2003).

## 2.7. Kapasitede Esneklik

Bildiğimiz gibi her aile farklı sayıda bireylerden oluşan özgün bir birimdir ve kendi eşyalarına / mülküne, ortalama mahremiyetine sahiptir. Bu nedenle mimarlar olarak bizlerin, bu ailelerin niteliklerine uygun en iyi çözümlerin bulması gerekmektedir.

Felâket sonrası durumlarda bazı insanlar, bunun önemli bir husus olmadığını varsayarlar. Çünkü çok sayıda aileye sığınacakları bir çatı bulmak gereklidir. Acil yardım aşamasında bu husus göz ardı edilebilir ancak daha önce söylediğimiz gibi çok uzun süre devam etmesi muhtemel geçici aşamaya doğru ilerlediğimiz için, bütün aileler aynı şartları paylaşsın demenin hiçbir anlamı yoktur.

Esnek kapasiteli bir tasarım yaparken, bizim en büyük kazancımız, aileye göre inşa etmek imkânı veren en doğru yolu bulmaktır.

Bu durumda modüler sisten daha başarılı bir sistemdir, çünkü her ailenin ihtiyacına göre modül parçalarını eklemek veya çıkartmak olanağı buluruz (Şekil 2.3).





### 3. BARINAKLARDA UYGULAMA TEKNİKLERİ

#### 3.1. Çadırlar



Şekil 3.1 Mülteci kampı çadırları (URL, 6)

Çadırlar, barınmanın en eski ve uzun ömürlü biçimidir. Eski göçebe topluluklarında yiyecek bulmak için sürekli bir yerden başka yere göçmek durumunda olduklarından barınak olarak çadır kullanılmaktaydı. Göçebe insanlar tarafından kullanılan tüm barınakların, sağlam ve esnek olması gerekmektedir. Bu barınaklar, kabilelerin birincil yerleşim alanını oluştururdu. Çadırlar sökülerek çok uzak mesafelere taşınabilirdi.

Çadırlar, insanların ve eşyaların korunması için kullanılan geçici barınaklardır. Bu barınaklar ayrıca eğlence alanları, mültecilere ev oluşturmak için ve askeri amaçlarla kullanılırlar.

Yerel koşullara bağlı olarak barınak oluşturmak için, başlangıçta çadırlar daima kısa süre için kurulurlar, ancak sıklıkla çok uzun süre kullanıldıkları görülür. Sonuç olarak çadırlar, her zaman en iyi çözüm değildirler. Ayrıca endüstriyel gelişmelere bağlı olarak yeni malzemeler ve mesken sistemleri geliştirmiştir.

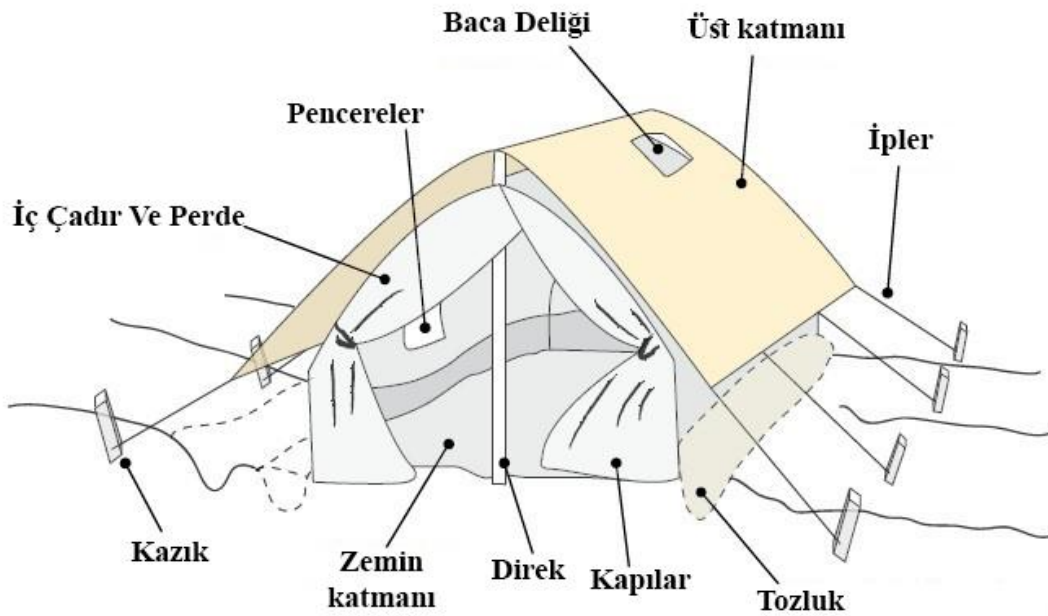
Acil durum çadırlarının amacı, kalıcı bir çözüm oluşturmak değildir, ancak hareketli altyapısı (su basmanı), zaman içerisinde içinde barınanlar tarafından yükseltilebilir. Yine de bu çadırlar öngörülenden daha uzun süre kullanılırlarsa, yıkıcı etkiler ve olumsuz koşullar yoğunluk kazanır. Barınak sadece fiziksel bir sığınma alanı sağlamak değildir. Aynı zamanda birçok çeşitli talepleri de karşılaması gerekir.

Öte yandan ağır ve çok büyük mülteci çadırları, basitlikten uzaktır fakat çok etkili bir plâstik örtüdür. Aynı zamanda her zamankinden çok daha büyük bir felâket yaşandığında ilk anda ara ve geçici çözüm olarak ihtiyaçlara cevap verebilirler.

Bu yapılar, tek kişilik barınaklardan depolara/mağazalara kadar farklı boyutlardadırlar. Çadırların yapısal olarak göz önünde bulundurulması gereken farklı kullanım ve ölçülere sahip tasarımları vardır. Kolay kurulabilir yapıda çadırların farklı tiplerinin analiz edilmesi, uygun tasarlanmış çadırları belirlemek açısından bir dizi kriter oluşturur. Ayrıca bu analiz, kayda değer yeniliklerin neler olduğunu da açığa çıkartır.

Pratikte bu çadırların kalitesi birbirinden farklıdır ve kullanışsızdır. Olay yerine teslimi karmaşıktır, uzun zaman alır, maliyeti yüksektir ve bunun da ötesinde çadırlar sürdürülebilir barınaklar değildir.

Dokuma veya plâstikten yapılmış çadırlar en basit ve felâket sonrasında bölgelere ulaştırılan en yaygın barınak malzemesidir. Kısa vadede bu çadırlar, felâketzedeler yaygın biçimde kabûl görürler, ancak yukarıda belirtilen sorunların çözülmeden devam ettiği görülmektedir.



Şekil 3.2 Çadırın parçaları (AXELSSON, 2012)

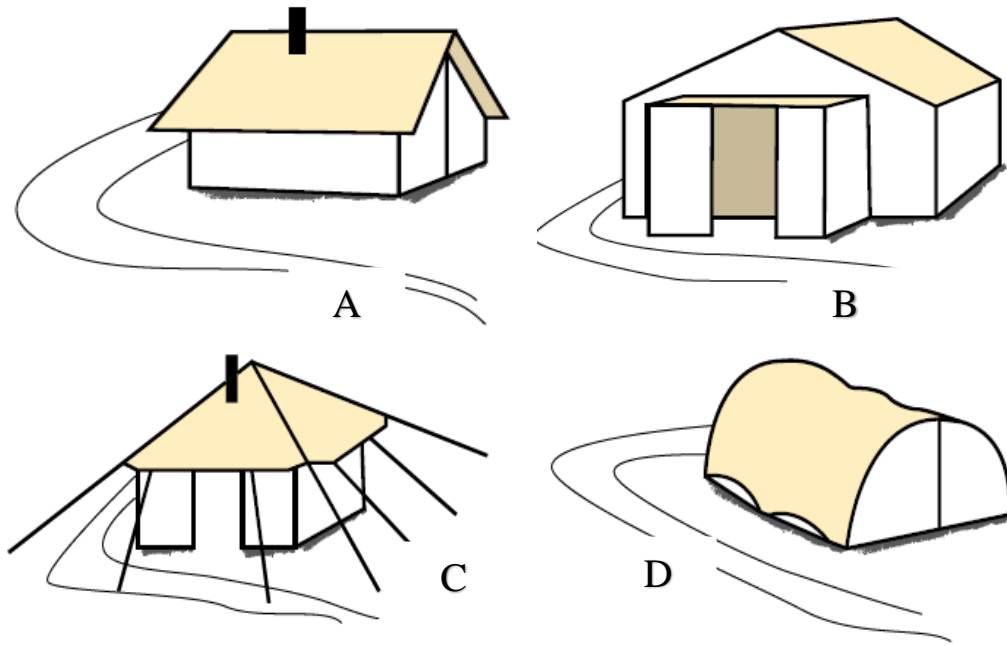


### Tipler:

Tasarımların çok az bir kısmı gerçek anlamda uygulanarak test edilmiştir ve kamp alanına da, gerçekçi bir değerlendirme yapmak (veya bununla uğraşmak) mümkün değildir. Kullanıcı beklentileri çok yüksek olsa dahi, bir barınaktan beklenen karmaşık düzen ile karşılanması zor ihtiyaçlara uygun, sadece birkaç çadır tasarımı mevcuttur. Taşınabilir, ucuz, hafif, düşük hacimli, benzerinin yapılması kolay, kültürel olarak kabül gören ve kolayca kurulabilir olan çadır tipi sadece birkaç tanedir.

Örneğin çadır çözümlerinden birisinde, alüminyum borular mevcuttur. Barınak yapımında, güçlü alüminyum boruları kullanmak yerine, gelir elde etmeye yönelik (ucuz) parçaları kullanan çadırlar, maliyet nedeniyle daha çok satılmaktadır. Orman yakınlarında üretilen çadırlarda maliyeti düşürmek için ahşap çubuklar kullanılmaktadır (Kennedy, 2007).

Shigeru Ban (Japon Mimar), karton ve kâğıttan yapılmış borularıyla bilinen bir mimari tarzı olan ve Rwanda'ya sunulan farklı barınak tasarımıyla tanınır (Rockström, 2003). Maliyeti düşürmek ve yerel kâğıt kaynaklarını kullanmak için, kâğıttan yapılmış boruları ve plâstik bağlantıları olan bir kasa geliştirmiştir. Sahada üretim için, seyyar bir kâğıt boru üretim ünitesi de üretim sistemine dahildir. Alüminyumdan farklı olarak kâğıt boruların yerel parasal değeri yok denecek kadar azdır. Değerlendirmeler yapıldıktan sonra UNHCR, sistemin maliyetini çok yüksek ve çok sayıda üretiminin de zor olduğuna karar verilmiştir (Kemenade, 2007).



Şekil 3.3 Çadırların Tipleri (AXELSSON, 2012)

### Omurgalı Kanvas Çadırlar

Omurgalı kanvas çadırlar, IFRC, UNHCR, IOM, UNICEF ve MSF gibi yardım kuruluşlarının kullandığı çadırlar arasında tasarımı en yaygın olan çadır tipidir. Çadır, sıcak ve soğuk iklimlerde kullanmaya uygundur, çelik (çok ender olarak bambu) boruları vardır, ağırlıkları 75 ~ 120 Kg. dir ve genişlikleri de 12 ~ 16 m2 arasında değişir (AXELSSON, 2012).

### Kasalı çadırlar - Kanvas, sert bir kasanın üzerine oturur.

Kasalı çadırlar ailelerin kullanması içindir ancak çok hantal oldukları ve maliyetleri de omurgalı çadırlara göre çok yüksek olduğu için, kamplarda çok sık kullanılmazlar. İç alanı omurgalı çadırdan daha geniştir ancak daha fazla metal direk ve diğer malzemeleri gerektirir. Ebatları 12 ~ 16 metrekare ve ağırlıkları da yaklaşık olarak 115 kilogramdır (AXELSSON, 2012).

### Merkezden direkli çadır

Merkezden direkli çadırlar UNHCR tarafından geliştirilmiştir ılıman iklimler için ince duvarlı (tek kat), soğuk iklimler için kalın duvarlı (çift kat) olurlar. Bu çadırların ağırlıkları yaklaşık 120 kilo kadardır ve 12 ile 16 metrekare arasında değişirler. Ayrıca bu çadırların çift direkli tipleri de vardır ve genişlikleri 24 metrekare alana sahiptir. Diğerlerinin yanı sıra, İran ve Türk Kızılay Kurumları da merkezden direkli çadırlar kullanırlar. (AXELSSON, 2012)

### Çemberli çadır

Çemberli çadırların iç alanları çok geniştir, harici bağlantı (gergi) ipleri yoktur, rüzgârlı bölgeler için çok uygundur ve birkaç tanesini bir sıra halinde dizerek yapıyı genişletmek mümkündür. Aynı zamanda bu çadırlar normal bir omurgalı çadırdan daha fazla direk ve daha teknik malzemeler gerektirirler. Sıcak iklimler için bir model OXFAM tarafından ve soğuk iklimler için (Afganistan'da çok büyük miktarda kullanılan) bir başka model de IOM tarafından üretilmiştir. Bu çadırların ağırlığı, 40 ile 115 kilo arasında değişir ve genişlikleri de 16 metrekare alana sahiptir. (AXELSSON, 2012)

### **Sürdürülebilirlik Değerlendirmesi:**

#### Bütçe

Genel olarak bu tip barınaklar, bütçe açısından çok büyük maliyetler yaratmazlar. Bir çadır, basit malzemeler kullanan insanlar tarafından da yapılabilir ve bu çadırlar uzak mesafeye taşınmak istenirse nakliye maliyeti de çok düşük olur.

Ancak daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi, bu tipteki barınaklar uzun süre kullanmaya müsait olmadıkları gibi, söz konusu çadırlar geçici aşamada da kullanılamaz. Çünkü çadırlar; insanlar açısından hiçbir şekilde rahat ortam sağlayamazlar ve sonuç olarak sadece acil durum aşamasında kullanılmaları mümkündür.

### İşlem Süreci

Kurbanlar, kendileri de hafif barınaklar yapabilecekleri için, eğer biz bunları fabrikalardan ya da mağazalardan felâket bölgesine transfer edersek, felâket ile barınak temini arasındaki süre çok kısalmır. Bu barınakları birkaç saat içinde kuralabilir ve biz de bu işlerin yapılmasında kurbanlarla birlikte çalışılabilir. Bu çadırların kurulması, sadece yapının hazırlanması ve sonra da üzerine örtüsünün geçirilmesi olduğu için; kurulması çok az zaman alır.



**Şekil 3.4** Çadır kurma işlemi

Kullanım süresi Hafif barınakların temel dezavantajlarından birisi, kullanma ömrünün çok kısa olmasıdır. Bütün çevresel koşullardan kolayca etkilenirler. Ne ana yapısı ne de üzerindeki örtü, yağmur veya fırtına ya da diğer dış etkenlere dayanıklı değildir. Örtü zamanla yırtılarak kullanılamaz hale gelir. Bunun da ötesinde mahremiyet ortadan kalkar ve ailenin diğer bütün sosyal ihtiyaçları karşılanamaz hale gelir. Felâket mağdurlarının uzun süre bu durumda bırakılmaması gerekir.



**Şekil 3.5** Çadırlarda iklim hasarı (URL, 7)



**Şekil 3.6** Çadırlarda mahremiyetin kaybı (URL, 8)

### Malzemeler

Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi yapı malzemesi çelik ya da PVC'dir ve her ikisi de tekrar kullanılabilir, dönüştürülebilir malzemelerdir. Kullanım sona erdikten sonra, çadırları söküp bir sonraki kullanım için depoya kaldırılabilir veya eriterek dönüştürerek, başka amaçlarla kullanılabilir.

Yine de buradaki temel sorun örtüdür. Ne tekrar kullanılabilir ne de dönüştürülebilir, üstelik kullanım ömrü de son derece kısadır. Bu malzemelerde ısı yalıtımı yoktur ve çevresel iklim şartlarına direnç gösteremezler. Birkaç ay sonra yapılması gereken, bütün malzemeyi atarak yerlerine yenisini getirmek ve çadırın tek işe yarar parçası olan ana yapının üzerini tekrar örtmektir.

### Enerji

Temel olarak bu sistemde, enerji açısından kayda değer hiçbir husus yoktur. Normal olarak bu çadırlarda herhangi bir biçimde enerji bulunmasını istenirse akülerle veya örgü kılıflı kablolarla jeneratörlerden ya da ana şebekeden temin edilmesi gerekir. Elektrik aydınlatma ve basit elektrik ihtiyaçları için kullanılabilir, ısıtma sadece gaz veya odun ile sağlanabilir ancak elde edilen bu sıcaklık çadırın örtüsünden dışarıya sızar. Sonuç olarak bu sistemin enerji açısından değerlendirme tabii tutulamayacağı ortadadır.



**Şekil 3.7** Çadırların ısıtılması (URL, 9)

## Su

Bu çadırlarla oluşturulmuş organize bir kampta, hiçbir şekilde çadırlara tesisat döşeyerek, borularla su götürmekten söz edilemez. Normal olarak su, kamptaki ana kaynaktan taşıyarak temin edilir. Tuvaletler ile banyolar da belirli noktalarda yer alırlar ve mahremiyetten söz etmek bir yana, normal halleriyle temizlenmemiş, sağlıklı bir durumda olurlar. Öte yandan burada yağmur suyu da kritik bir sorun oluşturur ve hiçbir biçimde yararı yoktur. Bu bağlamda ve bu koşullar altında, suyu hiçbir biçimde muhafaza etmemiz veya dönüştürmemiz mümkün olmaz.



Şekil 3.8 Çadırlara su getirilmesi (URL, 10)



Şekil 3.9 Banyo kabinleri (URL, 11)

## Kapasitede Esneklik

Bu niteliği, çok sayıda farklı modeller üretilerek ve bunları üretirken çadırda yaşayacak olan farklı insan sayılarını göz önünde bulundurularak sağlanabilir. Ancak çadırlar normal olarak 5 kişiliktir olup çadırlara hiçbir ilâve alan eklenemez. Sonuç olarak çadırların esnek yapıda olduğunu varsayılmaz.



Şekil 3.10 Acil durumlar için yüksek kapasiteli çadırlar (URL, 12)

**Çizelge 3.1** Çadırların sürdürülebilirliği ile ilgili sonuçlar

Çadırlar						
Bütçe	İşlem Süreci	Kullanım Süresi	Malzemeler	Enerji	Su	Kapasitede Esneklik
✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓

### Örnekler

1. UNCHR (United Nations High Commission for Refugees: Birleşmiş Milletler Mülteciler Yüksek Komisyonu) aile çadırı (UNHCR, 2016):



Aile Çadırları, özellikle acil durumlarda kullanılabilen kısa vadeli barınak çözümleri olarak tasarlanmışlardır ve daha kalıcı barınakların yerine ikâme edilemezler. Aile çadırlarının, bir barınak olarak asgari 1 yıl ömrü vardır, barınak özelliğini ve su geçirmezliğini, bütün iklim şartlarında korur.

UNHCR / ICRC / IFRC tarafından kullanılan standart çadırıdır ve 5 kişilik bir aile için son derece uygundur, sıcak ve ılıman iklimlerde kişi başına gereken asgari yaşam alanına (kişi başına 3,5 m<sup>2</sup>) sahiptir ve soğuk iklimler için de ek alan sağlar.

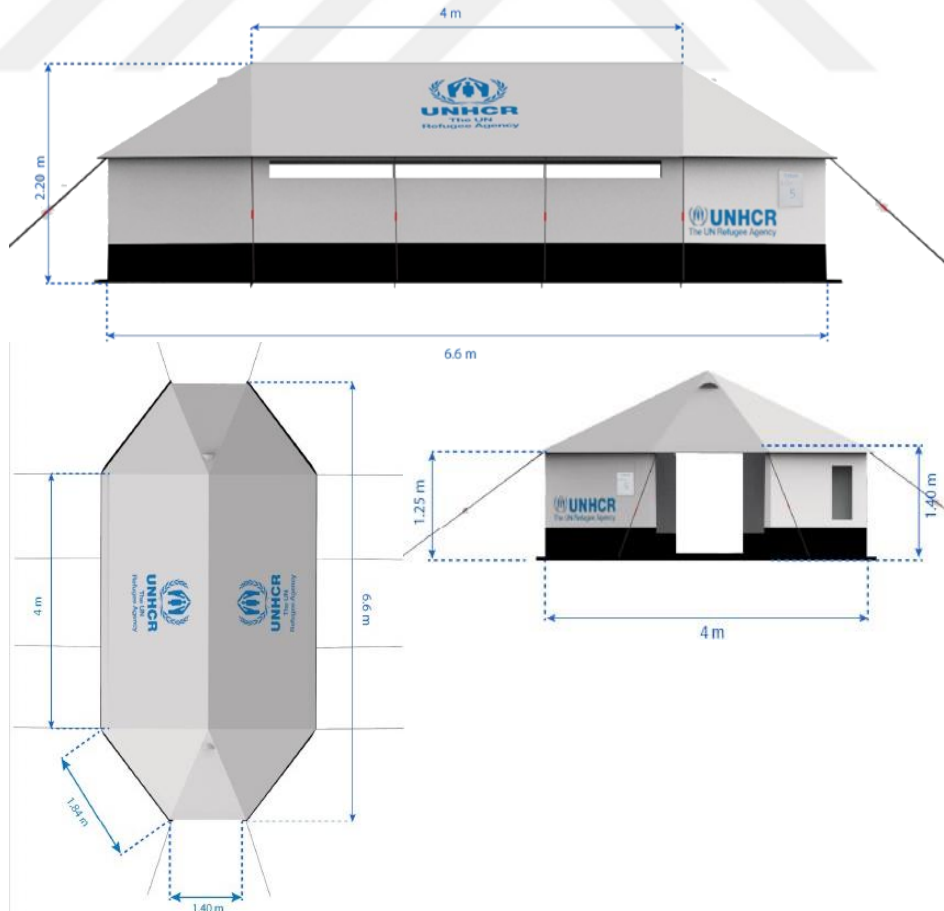
- Bu çadırın taban alanı 16 m<sup>2</sup> 'dir, 3,5 m<sup>2</sup> antresi vardır, toplam alanı 23 m<sup>2</sup> olup, taban örtüsü çift kattır.
- Ağırlığı yaklaşık 62 kg'dır.
- Hacmi yaklaşık 0.23 m<sup>3</sup> 'tür.
- Bir adet örtü ve bütün aksesuarları, tek ana paket halindedirler.

Metal direkler ile metal kazıklar, ana paket içindeki diğer malzemelere zarar vermemesi için 2 ayrı parça halinde paketlenmişlerdir. Bu torbaların her ikisi de, ana paket malzemesinden yapılmıştır. Söz konusu bütün torbaların, aksesuarların, nakliye ya da kullanım / kurulum sırasında düşmesini engellemek için bir kapatma sistemleri vardır.



- Ana yapı, ilgili duvar kalınlığına uygun, uzunluğuna ve yerine göre değişen 20 ile 50 mm çapında galvanizli çelik borudan meydana gelir.

Çadır, birkaç farklı ve çadırın ana yapısını oluşturan kumaş bölümden yapılmıştır.



Dikişler, omurgadan aşağı doğru tavan kenarlarından geçerek iner ve omurgaya dik çizgiler halindedirler. Çadır, 3 adet üst direk +1 adet omurga kirişi tarafından desteklenir, 6 adet yan direk, 4 adet kapı direği. Her iki yanda 3 adet bağlama halatı, her uçta 2 adet bağlama halatı bulunur. Fer bir halatın bağlantı noktaları, takviye edilmiştir.

Çadırın sinekliği bulunan 2 uzun penceresi ile iki tarafında boylu boyunca yağmur kanadı vardır. Pencerenin iç ölçüleri: genişlik 3600 mm, yükseklik 600 mm'dir ve pencere, üst kenarı, çadır tavanının 100 mm altına gelecek şekilde yapılmıştır.



Çadırın önde ve arkada iki adet havalandırma açıklığı vardır ve bu açıklıklar ağ ile güçlendirilmiş olup, ayrıca yağmur kapakları vardır. Havalandırma boşlukları üçgen şeklindedir ve her iki antrenin üst tarafındadır. Havalandırmaların iç genişliği 250 mm, iç yüksekliği 300 mm 'dir. Havalandırma kapakçıkları açıldıkları zaman havalandırma boşluğundan uzaklaşırlar ve ortası 250 mm olan V2 koni biçimindedirler. Kapakçık, 25 mm kalınlığında ve bütün genişliği boyunca uygulanmış olan Velcro fermuar (Cırt!) ile kapatılır.



Kapı ölçüleri: Gen. 1.3 x Yük. 1.4 m.

Kapı kapakçık ölçüleri: Gen. 1.4 x Yük. 1.6 m.

- Üst parça: Gen. 1.4 x Yük. 0.9 m.

- Alt parça: Gen. 1.4 x Yük. 0.7 m.



Antre kapıları, ön kapıların alt tarafındaki köşelere geçirilmiş olan 2 adet halkayı ön kapı direklerine takmak suretiyle, güneşlik olarak kullanılabilir. Kapı yukarıya doğru sarılarak 2 adet halka ve 2 plâstik mandal ya da çengele tutturulabilir.



**Şekil 3.16** UNHCR Aile çadırının kapısı (UNHCR, 2016)

Kapılar, bağcıklı / ilmekli bir sistem yardımıyla kapatılabilirler. İlmekler 4 mm ipten veya kanvas şeritlerden yapılmıştır (her kapı yanında 7 adet ilmek ve halka vardır). Her bir bağ / ilmek sistemi, mandal veya kanca, son ilmeğe ulaşınca kadar sırayla yerleştirilmişlerdir.

Bağ / ilmek sistemi çift katlı 50 mm genişliğinde bir kuşakla (kanatla), yağmur ile kire karşı korunmuştur. Her kapının bir tarafı içerden ve diğer tarafı da dışarıdan kapatılabilir.

İç bölümler: Bölümlerin her birisi, merkez direğin yan tarafından yan duvarlara iner ve tepede birbirine dikilmiş 2 yarım parçadan oluşur. Parçalar, iç çadırda çatıdaki ilmeklere bağlanmış, duvarların seviyesinde 10 adet gergi ipi ve merkez direktte 2 çift gergi ipi ile tespit edilmiştir. Bölmeler, ilave iki adet ip ile açık olarak da tutulabilirler.



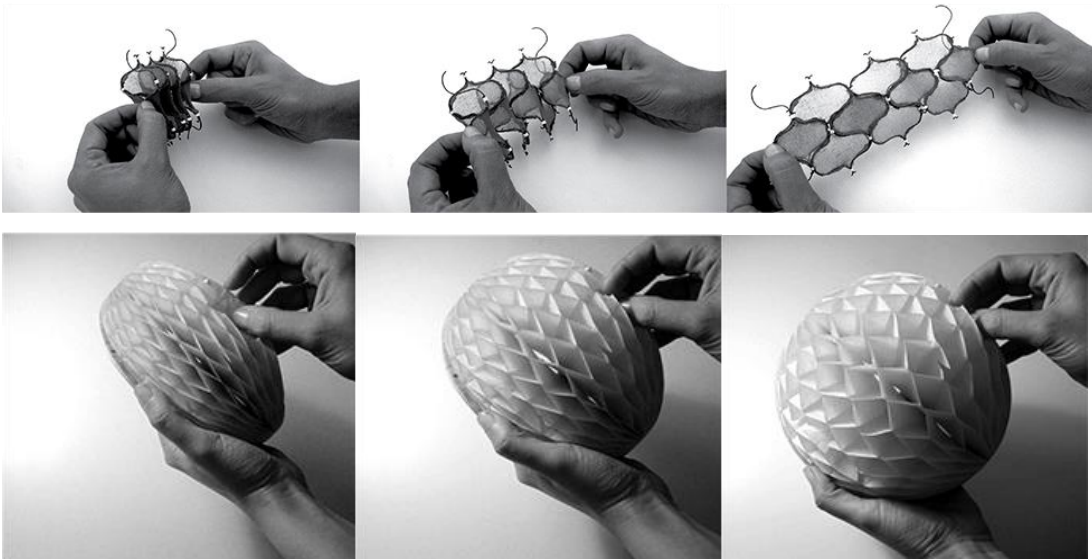
**Şekil 3.17** UNHCR aile çadırının iç bölmeleri (UNHCR, 2016)

## 2. Güneş enerjili katlanabilir dokuma barınaklar



Ödüllü mimar ve tasarımcı Abeer Seikaly, felâket bölgeleri için hafif, hareketli / taşınabilir, sağlam yapılı yapısıyla yeni bir barınak çözümü geliştirmiştir. Kanadalı-Ürdünlülerin Dokuması sadece esnek ve taşınabilir bir barınak olmakla kalmayıp, ayrıca su toplamak, güneşten enerji üretmek ve güneş enerjisiyle su ısıtmak gibi özellikleri de tasarıma dâhil etmiştir (URL, 3).

“Bir Ev Dokumak” isimli ve teknik yapıda bir kumaş oluşturarak bunu çağdaş konfora (ısınma, akar su, elektrik, muhafaza bölmeleri vs.) sahip, taşınabilir bir mesken haline dönüştüren bu proje, klâsik çadır ve barınak mimarisi kavramının yeniden gözden geçirilmesini gerektirmektedir (URL, 2).

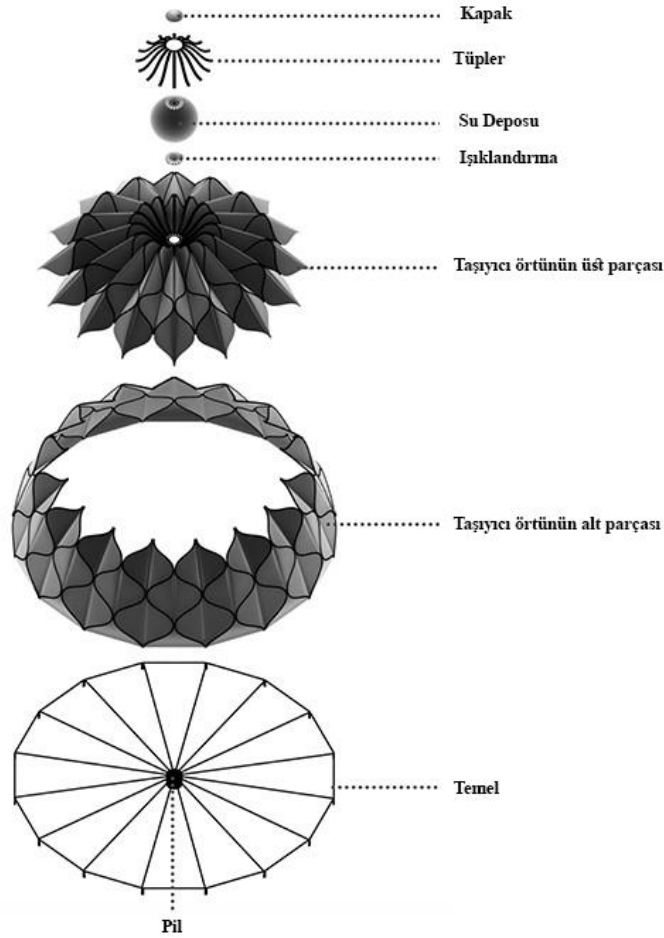


Şekil, klâsik sepet dokuma tekniklerinden ilham almıştır ve yılan derisinin esnekliğine sahiptir. Tasarımcı, sağlam ve oluklu plâstik boruların arasına, hava şartlarına dayanıklı bir kumaş çekmiştir. Bu uygulama, hem sıkıştırma, hem de gerilme güçlerine dayanıklı bir yapı oluşturmuştur (URL, 3).

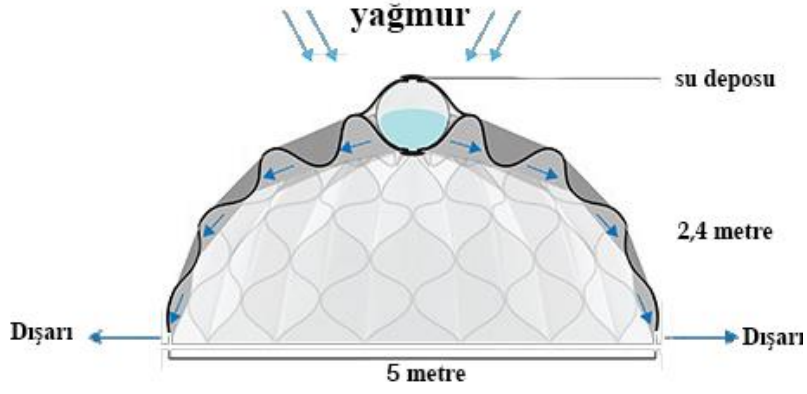


Şekil 3.20 Çadır örtüsü kavramı (URL, 2)

Tasarım ölçeklendirilebilir yapıdadır, gösterilen modeller beş metre çapında ve 2,4 metre yüksekliktedir (URL, 3).



Şekil 3.21 Katlanabilir dokuma çadırın parçaları (URL, 2)

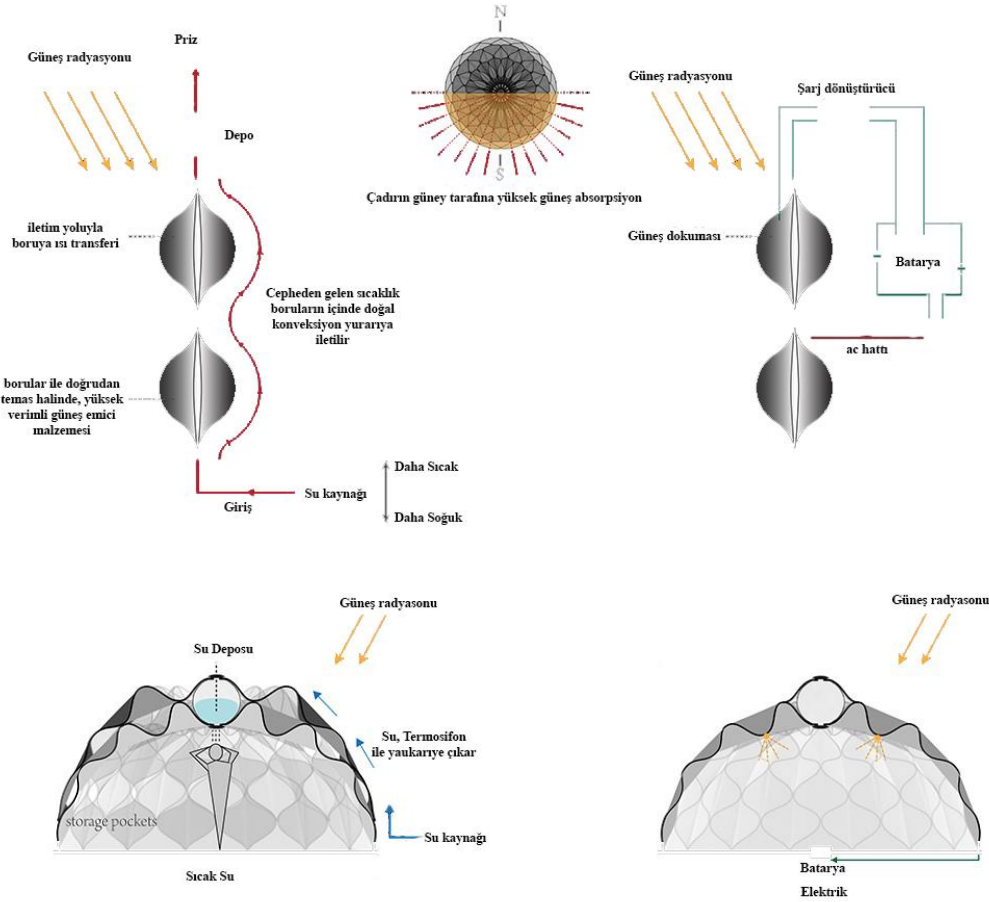


Şekil 3.22 Katlanabilir dokuma çadırların su drenaj sistemi (URL, 2)

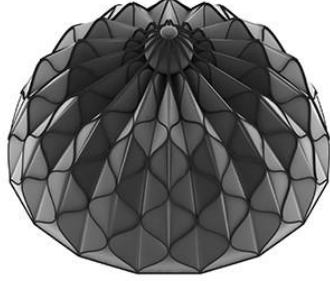
Her bir çadırım kendi su toplama sistemi vardır, topladığı suyu, yüzeyindeki kanallarla doğrudan depolama ünitesine iletir (URL, 3).

Çok güçlü ısı özelliklerine sahip bir kumaş kullanıldığı için, çadır bunu dönüştürerek topladığı suyu duş alınması için ısıtır. Aktarım gücünün yüksek olduğu için harici kaynaktan su alarak bunu da ısıtma sistemine aktarmayı mümkün kılar.

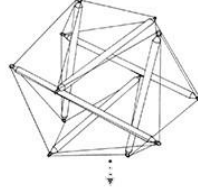
Güneş hücreli kumaş, güneş ışığını toplayarak çadırın gece aydınlatılmasını sağlar ve kalan elektrik enerjisi, bir akümülatörde toplanır.



Çadırların esnek yapısı, istenilen herhangi bir yerde açıklık bırakmayı ve böylece çadırın havalandırılması için hafif esintiler yaratmaya olanak sağlar. Çadırlar, yağışlı ve soğuk havalarda da, çok sıkı biçimde kapatılabilirler.



Kışın Kapanması



Tensegrity - çadırın benzer şekilde çalışma prensibi



Yazın açılması



### 3.2. Prefabrike Barınaklar

Bütün binanın prefabrike kemerleri, nihai birleştirme işleminin en büyük parçalarını oluştururlar (Schoenborn, 2012).

Prefabrikasyon, özel uzman tesislerde gerçekleşen bir üretim sürecidir ve farklı malzemeler ile yapı sistemleri, birbirlerine bağlandıklarında daha büyük bir nihai kurulumun parçaları ya da bileşenleri olacak şekilde üretilirler (Schoenborn, 2012).

Sanayi devriminden bu yana tasarımcılar ile inşaatçılar, prefabrike kavramını, anlamını ve yöntemlerini keşfettiler. Bu tip inşaat, bir binanın parçalarının fabrikada üretildikten sonra, kurulum için inşaat sahasına taşınmasıyla gerçekleştirilen uygulamadır. (Naomi Javanifard, 2013)

“Prefabrikasyon” harfi harfine üretimin önceden yapılmasıdır (tipik olarak işin, inşaat



sahasından kontrol altındaki bir çalışma ortamına nakledilmesidir). Buradaki amaç, kaynakların daha verimli kullanılması ve gelişmiş bir kontrol mekanizmasına tabi tutulması, sahada gerekli olan beceri ve uzmanlık seviyesini asgariye düşürmektir - tümünün amacı daha hızlı çalışmak, daha fazla kâr etmektir! Binanın kullandığı bütün malzemeler (kum, beton, toprak sahada şekillenir) ve bileşenler (tuğla, kirişler veya pencere grupları vs. ne gerekiyorsa), prefabrike olarak üretilir. İleri teknolojiyle ve sanayileşmiş ortamda yapılan klâsik prefabrikasyon (ön üretim), merkezileşmiş fabrikaları, piyasaya yeni çıkmış malzemeleri ve tutarlı organizasyonları gerektirir ancak bu, her durum için geçerli değildir. (i-Rec, 2008)

Prefabrike parçaların tipleri, ebatlarına ve yapılarındaki karmaşıklığa bağlı olarak (fabrikada bitirilecek ince işlerle ilgili çalışmanın miktarı ile tek parçanın kaç binaya satılacağı) çok değişir ve sahada birleştirmek için gerekli olan işçilik miktarını esas alır.

Modüler inşaat teknikleri, otomobil üretim bantlarıyla örneklenebilir ve bu tür inşaatlar ile ilgili olarak internet ile modüler inşaat malzemesi üreticilerinin sitelerinde, çok sayıda izlenebilecek tanıtıcı video vardır.

Modüler prefabrike inşaat, özel bir ön üretim şeklidir ve fabrikada üretilen modül yapıdaki inşaat parçaları, sahada bir araya getirilirler. Modüller komple kutu biçimli birimlerdir. Duvarları, zemin ve çatıyı oluşturarak, iç alanı meydana getirirler.

Bir modüler inşaat projesinin tipik olarak dört yapım aşaması vardır. Birinci aşamada tasarım, geliştirme işlemi uzmanlar tarafından gerçekleştirilir, yerel yetkililerden onay alınır. İkinci olarak modülün parçaları fabrikada üretilir. Üçüncü aşama, nakliye aşamasıdır, parçalar proje sahasına taşınır ve dördüncü aşama da modüler parçaları birleştirerek yapıyı meydana getirmektir.

Tasarım sona erdikten ve mimar, inşaat plânlarını binaların büyük çoğunluğunun inşa edileceği sahadaki fabrikaya gönderir. Duvarlar ile mekanik sistemlerden boya ve halı döşeme işlerine kadar her şey, bir toplama hattı içinde tamamlanır. (Velamati, 2012)

Modüler binaların tasarımı ve inşaatı, projenin tarafları, özellikle mimarlar, inşaat mühendisleri ve üretici arasında, tasarım aşamasının başlangıcından itibaren; modüllerin nakliyesi nedeniyle ortaya çıkması muhtemel tasarım kısıtlamaları, kurulum sürecinin lojistik desteği, izin ve inceleme programları açısından çok yakın bir işbirliğini gerektirir. Daha da önemlisi, nakledilecek ve kurulacak modüllerin ağırlıkları ve ebatları ile nihai ürünün yapısal kapasitesi, modüler binaların üretimi sırasında çok dikkatle göz önünde bulundurulmalıdır.

İnşaatın hızla tamamlanması, böylece yatırımın hızla geri dönmesi, bu tip inşaatın temel etkenlerinden birisidir ve çok değişik ölçeklerde, tek katlı evlerden çok katlı yüksek binalara kadar çok değişik tiplerde, çok farklı işlevlerle; mesken, öğrenci yurdu veya ticari bina gibi farklı amaçlarla üretilirler. Diğer faydaları arasında, üretim aşamasındaki daha güvenli ve üretken çalışma koşulları vardır, bu nitelikler de özellikle ağır iklim koşulları açısından çok değerlidir. Üretim düzeni, inceleme, izin, işçilerin organizasyonu, nakliye ve lojistik gibi aşamalardan oluşan bir yarış halinde geçer.

Prefabrikasyonun bir başka şekli de gelişen ülkelerde yerel malzemeleri kullanarak ileri teknolojiye sahip sanayileşmiş sistemlerden kaçınmak ve küçük ölçekli yerel girişimciler gibi kaynakları çoğaltmayı baz almaktır. Bu sınıftaki kolaylaştırılmış ve merkezi olmaktan çıkartılmış, basit teknolojili, yerinde gerçekleştirilen prefabrikasyon kapasitesi, felâket sonrası yeniden inşa aşamasına büyük katkı sağlar. (i-Rec, 2008)

### **Tipler:**

Genel olarak bu teknikle yapılan inşaatın çok sayıda değişik tipleri vardır ancak bu çalışma kapsamında sadece iki tip amacımıza hizmet eder:

#### Konteyner modüler inşaat:



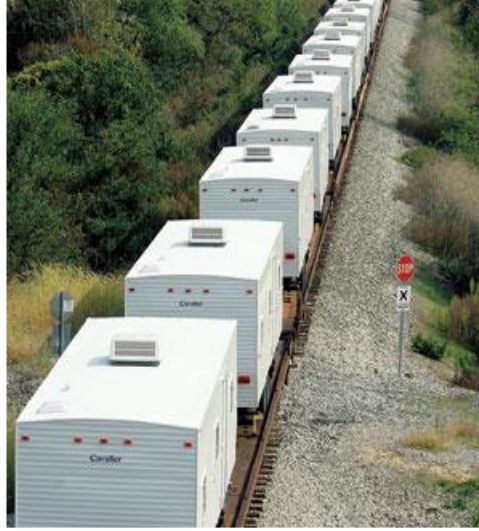
**Şekil 3.26** Modüler konteyner yapıların iç ve dış görünüşleri (URL, 5)

Bu bina şeklinin bütün parçaları fabrikada komple üretilirler ve bütün ayrıntılarıyla taban, duvarlar, pencereler ile bütün ince inşaat işleri orada birleştirilirler.

Bu aşamalar tamamlandıktan sonra, blok veya “kabuk” olarak nakledilir. “Kabuk” terimi tek odalı modül anlamına gelir. Sahada kendisi için hazırlanmış ve altyapısı tamamlanmış yerine yerleştirilir.

Normal olarak bu tip, yüksek nakliye maliyetlerinden kaçınmak için tek odalı veya küçük yapılar olarak kullanılır.





Şekil 3.27 Barınakların trenlerle nakliyesi (URL, 16)

Bu tür yapılar mesken veya banyo ya da büro vs. olarak kullanılırlar.

Söz konusu tip, çok geniş hacmi nedeniyle ve fazla da esnek bir yapıda olmadığı için, nakliye maliyeti yüksektir. Öte yandan çok hızlı bir çözümdür ve sahada fazla sayıda işçi gerektirmez.



Şekil 3.28 Bir barınağın sahaya (siteye) yerleştirilmesi (URL, 5)

#### Parça halinde modüler inşaat:

Bu inşaat tipinde, bina için gerekli olan parçaların tamamını veya bir kısmı fabrikada üretilir ve sonra kompakt bir şekilde sahaya nakledilebilir.

Bu sitede parçaların nakliye maliyeti çok yüksek değildir ancak bu parçaların sahada birleştirilmesi için çok daha fazla sayıda işçiye ihtiyaç olur

. Bu tipin avantajlarından birisi, parçaların denizaşırı ülkelerden mi yoksa yerel bir kurumdan mı getirileceğine karar vermek ve böylece maliyette büyük ölçüde düşüş sağlamaktır.

Sistem çok esnektr çünkü çatılar, duvarlar, kapılar, pencereler vs. tüm malzeme elde edilmiştir ve bunlar arasında istediğimiz her türlü seçenektan yararlanarak, özellikle mesken inşaatında bir adetten fazla alan oluşturulması mümkündür.



Şekil 3.29 Barınak parçalarının fabrikada üretilmesi (URL, 17)



## **Sürdürülebilirlik Değerlendirmesi:**

### Bütçe

Bu tip barınakların maliyeti sıklıkla biraz daha yüksektir ve bunların temini için yardım kuruluşlarından talepte bulunmak zordur. Bu tür barınaklar normal olarak sadece devletler tarafından desteklenirler ve bu da buradaki en büyük dezavantajdır.

Bütçe, malzemeler ile üretimin yüksek maliyetini, bunlara ek olarak da nakliye ile barınakların, kamp ya da mağdurların bulunduğu bölgeden çok uzakta olan fabrikadan transferini içerir. Bunun da ötesinde sahadaki inşaat ile kaldırma mekanizmalarına ve işçiler tarafından yapılması gereken işlemlere ihtiyaç duyulduğu için maliyeti daha çok yükseltirler çünkü bu tekniklerin tamamı, uzman teknisyenler tarafından gerçekleştirilir.

Bu nedenlerle, ekonomik açıdan sürdürülebilir olmadığı sonucuna varılabilir.

### İşlem Süreci

“Tipler” bölümünde belirtildiği gibi, burada uygulanabilir olan iki teknik söz konusudur ve bunların her ikisinin de işlem süreci asgari seviyededir.

Nakliye ile bina haline getirmek için zaman kaybedilir ancak eğer istenirse sahadaki işlem süreci konusunda anlaşılabilir, birkaç saati geçmeyeceği söylenebilir.

Her barınak temeli için ekipman enerjisi ve su vs. hazırlıkları yapılması gerekir ve bu işlemlerden sonra tek yapılması gereken barınağı yerine yerleştirerek, buradaki tesisat bağlantılarını gerçekleştirmektir.

Eğer “parça halinde modüler bina” yönteminden yararlanıyorsak, doğal olarak, sahadaki birleştirme ve bağlantı işlemleri biraz daha uzun zaman alacaktır ve bu da meskenin büyüklüğüne bağlıdır ancak buna rağmen inşaat süresi hâlâ çok kısadır.



### Kullanım süresi

Modüler barınaklar, diğer geçici mimari sistemlerle karşılaştırıldığında, en uzun kullanma sistemine sahiplerdir.

Çünkü malzemesi iyidir ve tamir ya da herhangi bir parça değişikliğine gerek kalmadan çok uzun süre dayanabilir.

Her türlü iklim ile hava şartında kullanılabilir ve gerekirse dünyanın bütün bölgelerinin iklim şartlarına göre üretilebilir. Bu nedenle sürdürülebilir geçici mimaride uluslararası bir seçenektir.

Öte yandan, ihtiyaç kalmadığı zaman demonte edilir ve bir başka yerde tekrar monte edilebilir ki, buradaki en önemli nokta da budur.



**Şekil 3.32** Prefabrike barınakların iklim değişikliklerine karşı direnci (URL, 19)

### Malzemeler

Modüler bina sistemlerindeki malzemeler, birçok yeniliğe izin verirler ve bu da onlar açısından çok avantajlı bir husustur. Barınaklar fabrikada inşa edildiği için, çok sayıda malzemenin arasından, bütçeye ve iklim şartlarına uygun seçimler yapılması mümkün olur.

Modüler yapılar klâsik site inşaatlarında kullanılanlara benzeyen geniş bir malzeme yelpazesıyla üretilirler. Ahşap, çelik, beton vs. felâket sonrası zamanlarda yaygın olarak bir arada kullanılır.

Isı yalıtımı sağlar, karbon ayak izi düşüktür, yangına dirençlidir, atık malzeme seviyesi sıfırdır, çatlamaz, su veya bir başka harici etkenden zarar görmez ve burada bütün yapılması gereken iyi malzemeyi doğru seçerek üretime başlamaktır.

## Enerji

Bina işlemlerinin ve inşaat makinalarının, nakliyenin, inşa etmenin üretim sürecinin enerji tüketimine rağmen, binanın daha sonraki kullanım ömrü boyunca tükettiği enerji miktarı çok düşüktür.

Isı yalıtım malzemesi kullanıldığı için, binadan dışarıya kaçan ısı miktarını çok azaltmış olur.



**Şekil 3.33** Barınakların kurulmasında kullanılan inşaat makinaları (URL, 20)

Diğer taraftan enerji barınağa ana şebekeden getirilebilir ya da güneş, rüzgâr enerjisi veya diğer sürdürülebilir kaynaklar gibi yeşil enerji kaynakları kullanılabilir. Güneş enerjisi sistemi bağımsız bir ünite olarak bütün barınaklara koyulabilir veya genel bir yeşil enerji sistemi kullanarak, barınak kompleksi için harici elektrik şebekesi kurulabilir.



**Şekil 3.34** Prefabrike barınaklarda, güneş enerjisi panellerinin kullanılması (URL, 3)

## Su

Prefabrike sistemlerin su verimliliği, toprak binalarinkinden çok farklı değildir.

Barınak borularla ana şebekeye bağlanabilir ve sürdürülebilirliği sağlamak için bazı tekniklerle bulaşık suyunun (gri su) tekrar kullanılması ya da yağmur suyunun toplanması vs. gibi seçeneklerden yararlanılabilir.

Burada bir başka husus da belirtmemiz gerekir, bu meskenlerin her zaman kendi banyo veya tuvaletlerinin olmayabilir. Banyolar ile tuvaletler kampın bazı noktalarına ayrıca yerleştirilirler, onlar da prefabrikedirler ve modüller halinde gelirler.

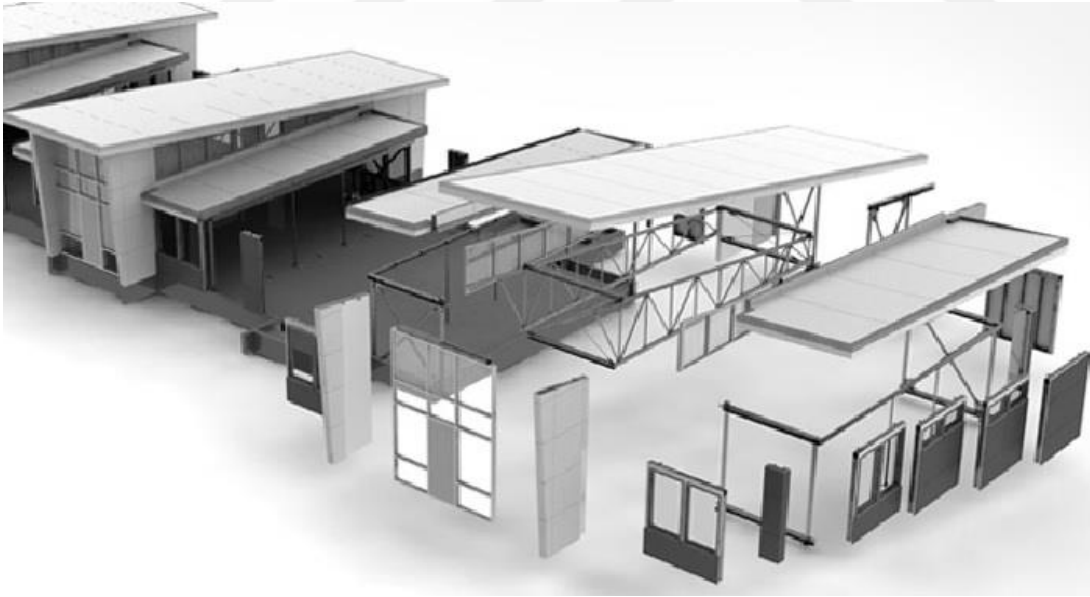


Şekil 3.35 Prefabrike binalarında banyo çeşitleri (URL, 21)

### Kapasitede Esneklik

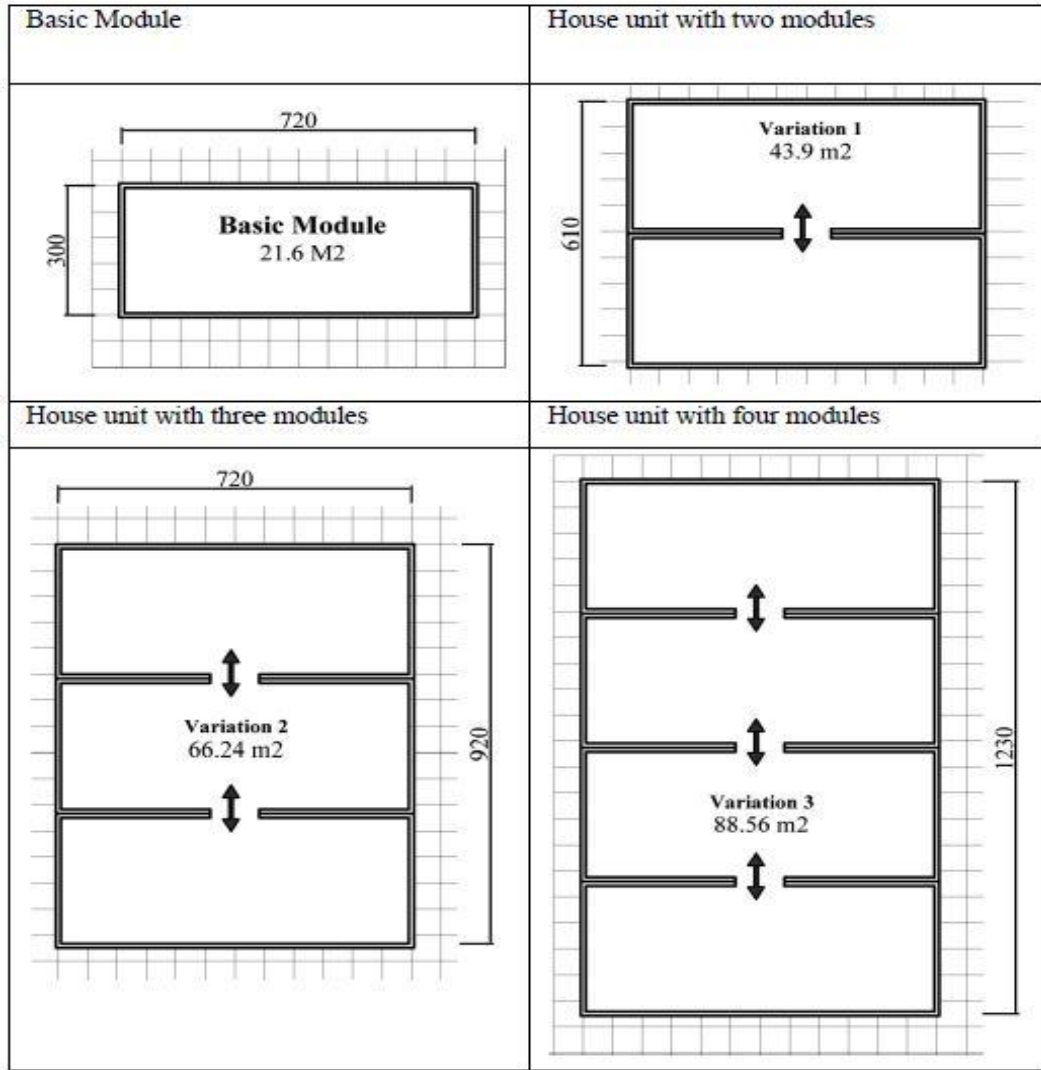
Prefabrike binaların en önemli ve benzersiz özgün niteliği, bu binaların büyük esnekliği ile tasarım ve şeklinin gayet kolayca değiştirilebilmesidir.

Bu sistemde, modülleri ekleyerek veya çıkartarak, bir veya daha fazla boş alan elde edilebilir ve her aile ya da her duruma uygun çok değişik hacimler sağlanabilir.



Şekil 3.36 Prefabrike olarak üretilen bina elemanları (URL, 22)

Bunun da ötesinde, çok fazla sayıda ve farklı bileşenler olduğu için, Meccano oyunu gibi parçaları birleştirip-ayırarak, her duruma uygun ve mümkün olan en iyi tasarım, ölçüler ve alan elde edilebilir.



**Şekil 3.37** Prefabrike barınaklara boş alanların (boşlukların) eklenme ve çıkartılma imkânı (Eren, 2011)

Bu sayı, bu yöntemle daha fazla artırılabilir. Hedeflenen tek modül ile caddeler, komşuluklar meydana getirmek ve cephe modüllerinin kullanımını tekrarlayarak, düzenlenmiş bir alan oluşturmak mümkündür. Kapı ve pencere boşluklarının duvarlardaki farklı konumları, farklılıklar yaratır ve farklı plânlar oluşturur.

Modüller / odalar, binadaki alanların durumuna bağlı olarak yükseltilmişlerdir. Kapı ve pencere ölçüleri standart olduğu için, odaların yapıları binanın yerleşimine bağlı olarak boşlukların açılmasından etkilenmez. Modüller için tablolarda gösterilen bağlantı alternatiflerinin adedi, artırılabilir.



Şekil 3.38 2 konteynerli barnaklar için tasarım seçenekleri (Eren, 2011)





Şekil 3.39 3-konteynerli barınaklar için tasarım seçenekleri (Eren, 2011)

Çizelge 3.2 Prefabrike barınakların sürdürülebilirliği ile ilgili sonuçlar

Prefabrike Barınaklar						
Bütçe	İşlem Süreci	Kullanım Süresi	Malzemeler	Enerji	Su	Kapasitede Esneklik
✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓

## Örnek:

### 1. Karmod Sandviç Panelli Konteyner:

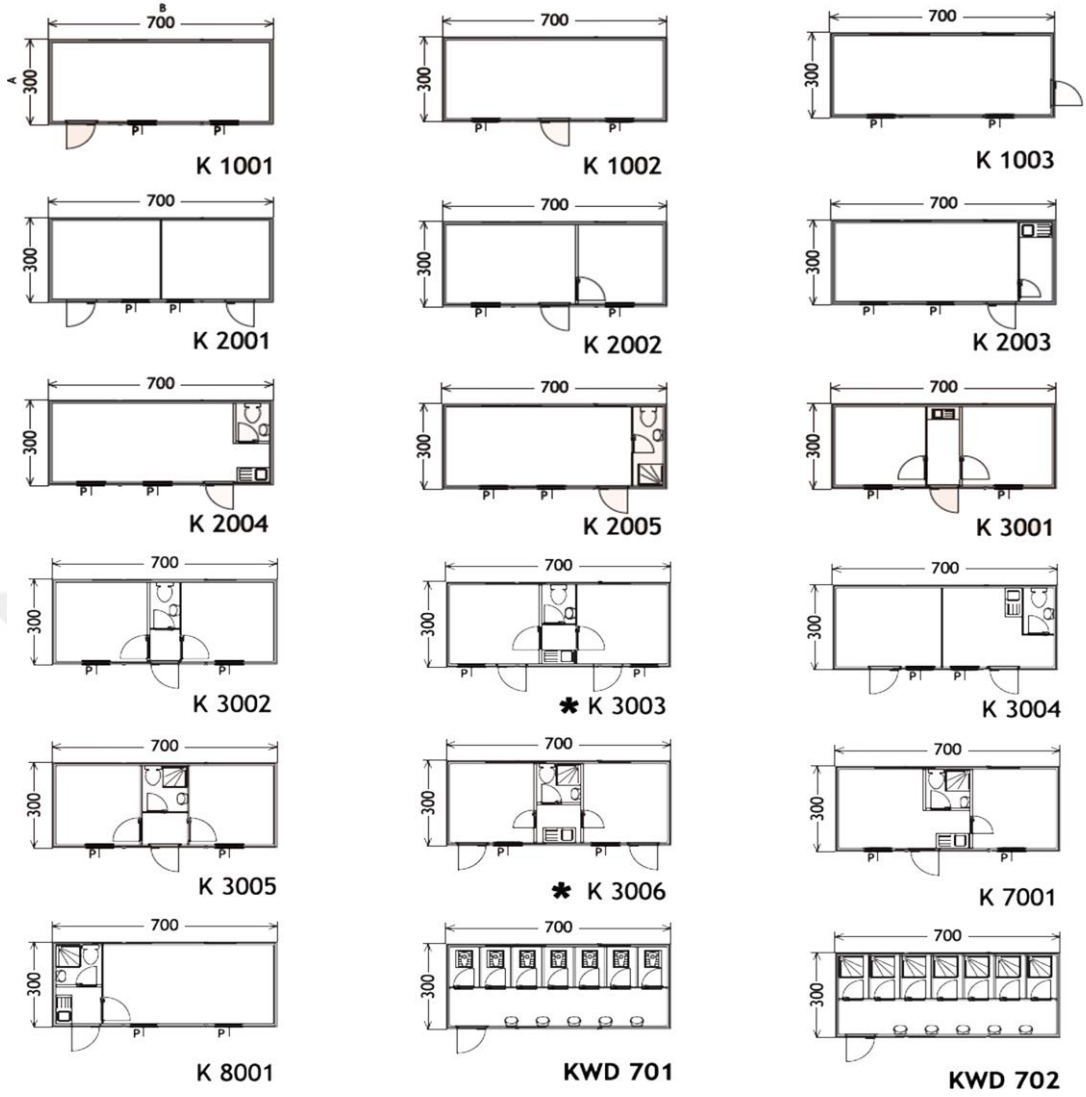


Karmod sandviç panelli konteyner, Türkiye 'de en yaygın olan konteyner sistemlerinden birisidir ve Karmod tarafından üretilmektedir.

Bu konteynerler Türkiye'nin güneyinde, Kilis mülteci kampı gibi mülteci kamplarında ve Irak'taki kamplarda kullanılmaktadır. Tasarımı çok esnektir ve ister felâket zamanında, isterse iş sahası binaları, özel ofisler, satış büroları, yurt / yatakhane, yemek salonu / restoran, tuvalet ve duş üniteleri gibi diğer büyük yerleşim ile altyapı projelerinde her duruma uygun olan çok geniş yelpazede tasarımlara sahiptir.

Karmod konteynerlerde kullanılan sandviç panel ile çatı sistemi, çok güçlü bir ısı ve ses yalıtımı sağlar. Konteynerler 3x7 metre ölçülerinde üretilirler, yaklaşık 20 tane birbirinden farklı çok ergonomik tasarım plânı vardır, birbirlerine bağlanabilirler, çok odalı binalar oluşturabilirler ve kolayca nakledilebilmek özellikleri vardır.





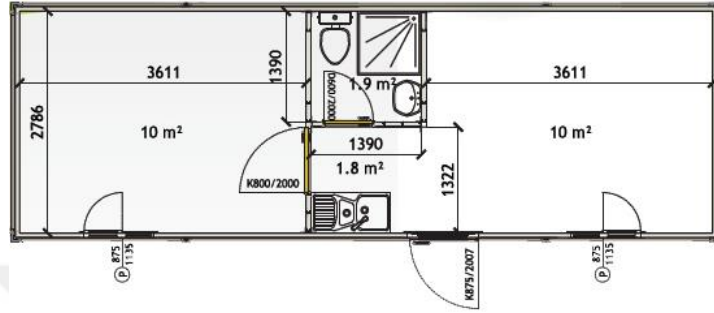
Şekil 3.42 Karmod konteynerin farklı tasarımı (URL, 21)

İlk bakışta bu tip sandviç panelli bir konteynerin yararları şunlardır:

- Yüksek ısı ve ses yalıtımı
- Tepede ve çatının altı ile duvar panellerinde çelik kullanılması
- 6 cm. duvar paneli kalınlığı ve 11 cm. çatı paneli kalınlığı ile yüksek yalıtım
- Gizli orta kirişler
- Dikişsiz dişli üretim sistemi
- Sahada çabuk kurulumun sağladığı yararlar
- Elektrostatik boyayla boyanmış kuşaklar ile şasi
- Kablo kanallarıyla sıva üstü elektrik tesisatı
- PVC kapılar ve pencereler
- Kısa sürede üretimin avantajlar



Şekil 3.43 Karmod konteynerin dikey kesiti (URL,



Şekil 3.45 Karmod konteynerin plânı (URL, 21)



Şekil 3.44 Karmod konteyner girişi (URL, 21)

Karmod, Irak'taki mülteci kampları için özel bir tasarımla 1000 ünite mülteci barınağı üretmiştir.

Tasarım 9x3x2.6 m. ölçüsündedir ve toplam alanı 27 m<sup>2</sup> olup, bu alan yaşam alanı ile banyo olarak iki kısma ayrılmıştır.

Ana kapı, oturma odası olarak nitelendirebileceğimiz ana odaya açılır ve buradan evye ile banyonun bulunduğu kısma geçilir.

Çizelge 3.3 Karmod konteynerde odaların alanları

Alanlar	
Yer	Alan
Ana Oda	10 m <sup>2</sup>
İkinci Oda	10 m <sup>2</sup>
Banyo	1.9 m <sup>2</sup>
Hol	1.8 m <sup>2</sup>



**Çizelge 3.4** Karmod konteynerde kapılar ve pencereler

Kapılar Ve Pencereler			
Tip	Genişlik (cm)	Yükseklik (cm)	Miktar
Dış Kapı	87.5	200.7	1
İç Kapı	80	200	1
Banyo Kapısı	60	200	1
Pencere	87.5	113.5	2

konteyner fabrikada üretildikten sonra, sahaya nakledilecektir.

Komple konteyner olarak veya istiflenmiş paket halinde gönderilebilir. 3x7 m ölçülerinde bir konteyner paketlenerek istiflenir ve bu durumda bir kamyon 12 adet üniteyi nakledebilir.



**Şekil 3.47** Karmod konteynerin ambalajlanması ve nakliyesi (URL, 21)

Konteynerleri paketlenmiş olarak ve sahada monte etmek üzere nakledersek, bu operasyon bir saatten daha kısa sürede biter.

Bu konteynerler kaynak yerine sadece cıvatalarla toplanmaktadır (birleştirilmektedirler).

Kolay dağıtma teknolojisi sayesinde, proje sona erdiği zaman konteynerler kolayca bir başka yere nakledilebilirler.



**Şekil 3.48** Karmod konteynerin kurulması (URL, 21)

2. Güneş Enerjili kurulumu hazırmobilyalı prefabrike barınak (URL, 1):



Mülteci Mesken Ünitesi (RHU), gelişmiş bir barınak şeklidir ve UNCHR ile IKEA arasındaki işbirliğinin sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Bu Mülteci Mesken Ünitesi, doğal afetler ile karmaşa nedeniyle yurtlarını terk etmek zorunda kalan insanların rahatça yaşamasını temin etmek amacıyla geliştirilmiştir.

Mülteci Mesken Ünitesi (RHU), üç bağımsız parçadan meydana gelmektedir - RHU Kasası, Paneller ve PV Sistemi. Bütün Mülteci Mesken Ünitesi, sahada herhangi bir başka alete veya ekipmana gerek kalmaksızın birleştirilebilirler.

Prototip, UNHCR tarafından, hedeflenen insan kitlelerinin rehabilitasyonuna katkı sağlayacak kişisel, sosyal, kültürel beklentileri, tasarlandığı çevreye uyumu, çok sayıda barınağın hayata geçirilmesinde kritik bir sorun olan lojistik ve mali yükler açısından, içinde yaşayacak değerli / kıymet bilen son kullanıcıya teslimi kapsamında test edilmektedir.

Modüler Tasarım



Şekil 3.50 IKEA Prefabrik barınağın güneş paneli (URL, 1)

Mülteci Mesken Ünitesi, Kapsam ve bağlamını kaydırarak yaşayabilen bir çözüm olması amacıyla düzenlenmiş / tasarlanmıştır. Mülteci Mesken Ünitesinde birleştirerek

geçici bir ev yapmak amacıyla, önceden üretilmiş paneller vardır. Sistemin içinde bulunan bir Foto-Voltaj (ışığa duyarlı basit elektrik üretici) sistemi, aydınlatma veya telefon şarjı gibi işlemler için kullanılabilir.

Bunun yanı sıra çok sayıda Mülteci Mesken Ünitesi birbirine bağlanarak, daha geniş aileler ya da daha farklı işler için daha büyük meskenler elde edilebilir. Ayrıca Mülteci Mesken Ünitesinin farklı iklim koşulları altında daha uygun şartlara sahip olması için, kış ve sıcak iklim kitleri geliştirilmektedir.

### Daha İyi Yaşam Konforu

Mülteci Mesken Ünitesinin tasarımı, Avrupa İnşaat kodlarından derlenerek oluşturulmuştur. Bunun sonucu olarak, yüksek standartlarda yaşam konforuna ve güvenliğe sahiptir. Geniş hacmi, tavan yüksekliği ve ayrıca çok yararlı muhafaza / depolama alanlarıyla, çok iyi bir ergonomiye sahiptir



### Lojistik Dostu

Mülteci Mesken Ünitesi çok yüksek sayıda üretim şartlarına uygun olması ve mobilya paketi uzun vade maliyetinin düşük kalması açısından mümkün olan en iyi hale getirilmiştir. Mülteci Mesken Ünitelerinde kullanılan malzemeler ile işleme şekilleri, üretim ve ambalajlama, küresel üretime çok uygundur.





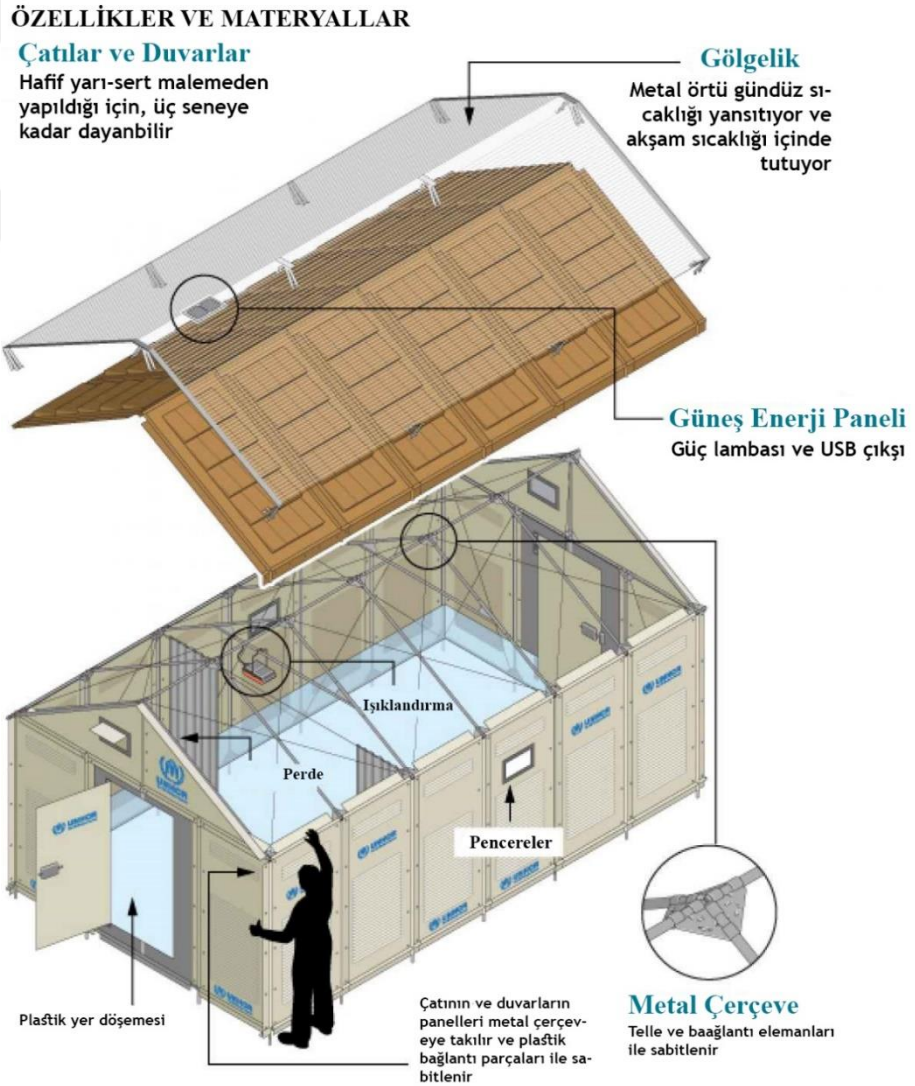
## Maliyet

Toplu üretim durumunda beher ünitenin maliyet 1.000.- \$ civarındadır ve bir aileye ya da beş kişiye mesken olabilir.

## Teknik Özellikler

Mülteci Mesken Ünitesinin kasası modüler ve genişletilebilir yapıdadır. Bu kasa kendinden desteklidir ve Mülteci Mesken Ünitesinde paneller, plâstik kaplama veya istenilen sayıda barınağa yetecek yerel kaynaklı inşaat malzemeleri sipariş edilerek kullanılabilir.

Mülteci Mesken Ünitesi panelleri Mülteci Mesken Ünitesi kasasının üzerine hızla uygulayarak mesken oluşturmak için kullanılan komple modüler duvar ile tavan panelleridir ve 3 yıla kadar kullanım ömürleri vardır. Paneller, Mülteci Mesken Ünitesi kasasının üzerine; barınak, depo / market, klinik veya okul vs. inşa etmek için istenilen her ölçüde uygulanabilirler.



Şekil 3.53 IKEA Prefabrik barınağın parçaları (URL, 1)

Mülteci Mesken Ünitesi Fotovoltaj (PV) sisteminde bir güneş paneli (fotosel sistemi) ile seyyar bir LED lâmba, şarjlı aküler ve USB voltaj çıkışı vardır. Güneş paneli, Mülteci Mesken Ünitesine veya ünitenin gölgeliğine entegre edilebilir.

Mülteci Mesken Ünitesi Gölgelek Ağı harici bir ağıdır ve içerdeki sıcaklığa büyük konfor katkısı sağlar. Gün boyunca açık tutulan Gölgelek Ağı, güneş ışıklarının % 70 'ini yansıtır ve serinlik sağlar. Gece, soğuk iklimlerde Gölgelek Ağı sıcaklığın dağılarak kaybolmasını önler.



**Şekil 3.54**  
Led lamba ve  
USB çıkışı  
(URL, 1)



**Şekil 3.56** IKEA prefabrike  
barınakların RHU (Radiation Heat  
Unit: Radyasyon Sağlık Ünitesi)  
gölgelek ağı (URL, 1)



**Şekil 3.55** IKEA Prefabrik barınağın iç  
perdesi (URL, 1)

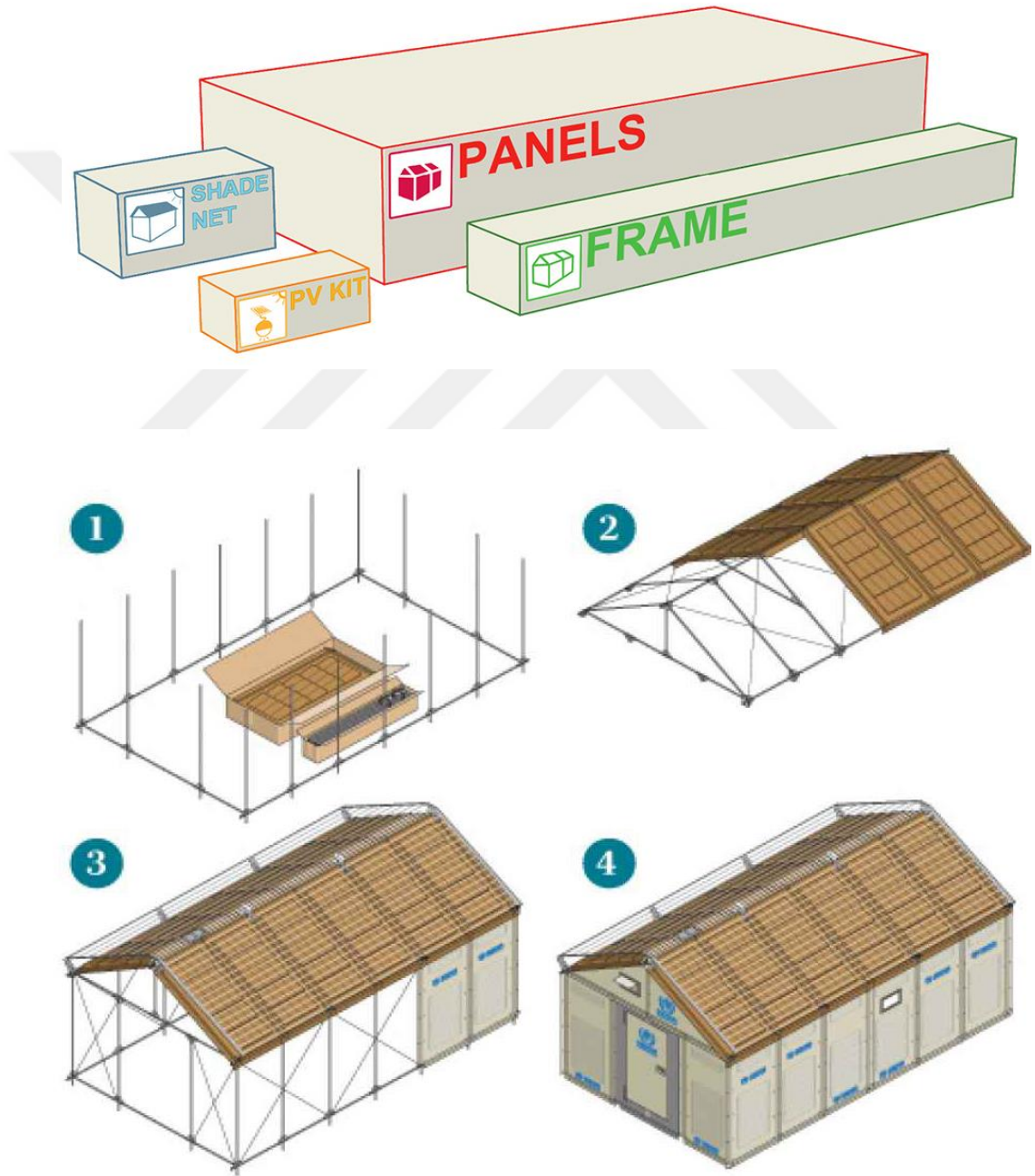
**Çizelge 3.5** IKEA prefabrik barınakların teknik özellikleri (URL, 1)

Zemin Alanı	17,5m <sup>2</sup>
Pencereler	4 pieces (620cm <sup>2</sup> each)
Havalandırma Açıklıkları	2 pieces (800cm <sup>2</sup> each)
Kapı	1 piece (740x1690mm)
Sphere compliant	Evet
Minimum tavan yüksekliği	1840mm
Beklenen ömrü	3 yıl
UV	2700 UVA – 100% functionality
Rüzgar hızı	18 m/s (EC1)
Kar yükü	10 kg/m <sup>2</sup> (EC1)
Modular	Evet
PV system	4h light/day and USB power
Paket Ağırlığı	140 kg
Paket Hacmi	1.04 m <sup>3</sup>
Paket A	1960x1100x240mm (70kg)
Paket B	1960x1100x240mm (70kg)
Palet Boyutları	1960x1100x140mm
Konteyner 40 feet	36 RHU barınaklar
Konteyner 40 feet HC	48 RHU barınaklar

## Kurulması

Herhangi bir alet gerekli değildir ve kurulma işlemi, aşağıda anlatılan basamaklarla yaklaşık 4 saat sürer:

1. Kasa ve duvarların yerleştirilmesi
2. Tavan kasasının yerleştirilmesi
3. Tavan plâkalarının bağlanması
4. Tavanın duvar kasasının üzerine tespit edilmesi
5. Duvar plâkalarının bağlanması



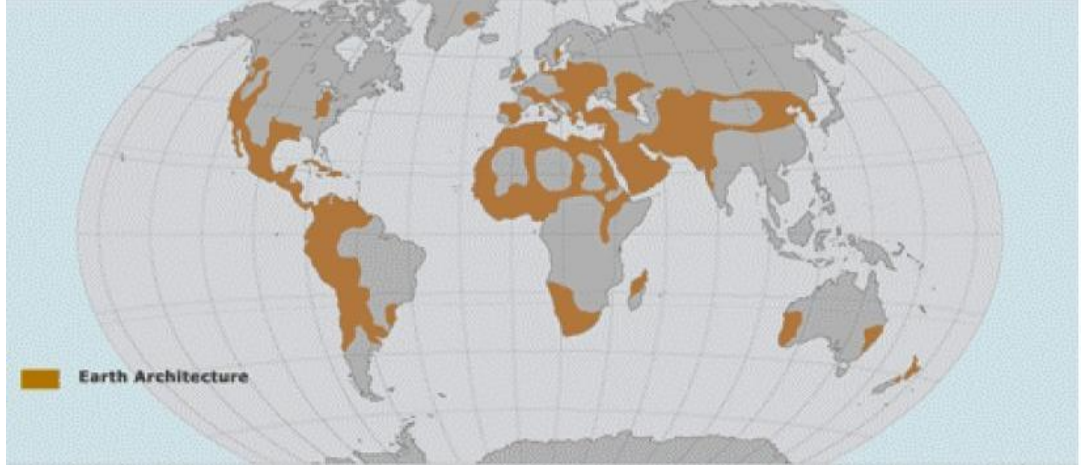
### 3.3. Kerpiç Barınaklar



Çamur, esnekliği dolayısıyla kullanılan ilk yapı malzemesidir. Malzemeyi bulmakta hiç sorun yaşanmadığı gibi, kolayca da şekillendirilmesi mümkündür. Bu nedenlerden dolayı, insanlık tarihi boyunca, taş ve ağaçtan çok daha fazla ölçüde inşaat malzemesi olarak kullanılmıştır.

Toprak ile çamurlu karışımlar, geçmiş çağlarda çok geniş bir yelpazede inşaat malzemesi olarak kullanılmışlardır: Güney Asya'da Mehrgarh bölgesinin sakinleri, MÖ. 7000 ~ 3300 yılları arasında bu bölgede yaptıkları kerpiç evlerde yaşamışlardır. Bu malzeme, Neolitik Çağda, Minos Krallığı'nda da kullanılmıştır ve bu bölgede yapılan arkeolojik çalışmalarda, Neolitik Çağ boyunca kullanılan güneşte kurutulmuş kerpiç kalıntıları bulunmuştur. Ayrıca Mezopotamyalılar da kendi inşaatlarında kerpiç kullanmışlardır. Kerpiç, Roma öncesi Mısır'da da kullanılmış ve Romalı etkisi altında olduğu dönemde kerpiç kullanımı yaygınlaşmıştır (CSILLIK, 2012).

Yakın tarihte, özellikle 1950 'li yıllarda ve daha sonra da son yıllarda, dünya genelinde büyük bir hızla yoğunlaşan çevreyi / doğayı koruma duyarlılığı nedeniyle; toprak mimariye olan ilgi tekrar canlanmıştır. Bu bağlamda, toprak mimarinin dayanıklılığını arttıracak yeni teknolojiler ortaya çıkmaktadır (R. Eires, 2013).



**Şekil 3.60** Tarih boyunca kullanılan toprak binaların dağılım haritası (R. Eires, 2013)  
Yeni işlemlerde, preslenmiş toprak bloklar, statik ve dinamik basıncı için topraktan yararlanılmış tek parça taştan yapılmış duvarların yanı-sıra, bloklar ile plâkaları oluşturmak için çamur karışımının doğrudan yerine püskürtülmesi gibi yöntemler uygulanılmaktadır.

Toprak binalar, gelişen ülkelerde yeni evlerin inşaatı için bir seçenek olabilir. Toprak bazlı inşaat teknikleri, geçmişte kerpiç ve çamur-çubuk şeklinde yaygın olarak kullanılmıştır. İnşaatçılık teknolojileri geliştikçe, bunların yerini daha fazla işlenmiş malzemeler almıştır ve bugün ticari piyasada satılan tuğlalar ile briketler kullanılmaktadır. Bu tür ticari malzemelerin maliyeti, birçok ülkede yaşayan geniş bir nüfus kitlesi açısından erişilemez seviyelerdedir. Toprak binalar, işçiliğin ve kaynakların nispeten sınırlı olduğu, gereken malzemelerin neredeyse tamamının yerel olarak temin edilebildiği kırsal alanlar ile felâket bölgelerinde, uygun bir seçenek halini almaktadır.

Dünya genelinde mülteci ailelerin büyük çoğunluğu, yerleşim alanlarını kendi ihtiyaçlarına cevap veren bu klâsik yöntemlerle oluşturmaktadırlar. Birçok mülteci, özgün çevrelerinin koşullarını taşıyan, işlevsel evler inşa etmek için, kendi yerleşim bölgelerinde yıllar boyu gelişmiş olan geleneksel inşaat tekniklerini kullanmaktadırlar. Bu teknikler genel olarak ucuz maliyetli, bölgede kolay bulunan ve genellikle uzun ömürlü olan inşaat malzemelerini esas alır.

Geçerli olarak kullanılan barınak tekniklerinin tek hedefi vardır: barınak sağlamak. Ancak birçok durumda ne çevresel açıdan ve ne de içinde yaşayacak olanlar açısından en iyi seçenek değildir. Bazıları yüksek maliyetlere sahip olurken, bazıları da çevresel açıdan verimsizdir. Toprak binalar bir ara teknik oluştururlar ve modern ile geleneksel tekniklere bir alternatif teşkil ederler. Hazır haldeki mevcut doğal malzemeyi

kullandıkları için dayanıklıdırlar, iç mekanda iyi ve sağlıklı bir ortam sunarlar ve sakinlerinin konforuna katkıda bulunurlar. Ayrıca bu teknikler, o bölgedeki diğer insanlara da kolayca aktarılabilir.

Toprak bina tekniklerinin sürdürülebilirlik etkisi ve diğer sistemler ile nasıl karşılaştırılacağını anlamak, sürdürülebilir geçici mimariye daha iyi bir alternatif olup olmadığını görmek açısından değerlendirme yapmak gerekir.

### **Tipler**

Toprak binaların çok farklı çeşitleri vardır ancak biz bunları 4 ana tip olarak sınıflandırabiliriz:

#### Bloklar



Çamur kalitesinin izin verdiği bölgelerde, çamur bloklar kesmek ve bunları taş ya da tuğla gibi kullanmak mümkündür. Toprağın yeteri kadar yapışkan olmadığı yerlerde blokları oluşturmak ve üst-üste konulduğunda bağlamak için, üst tabakadaki toprak (humus) ile çimen kullanılır (CSILLIK, 2012).

#### Şekillendirilmiş



**Şekil 3.62** Çamurun kalıp içinde şekillendirilmesiyle bina yapımı (CSILLIK, 2012)

Böyle durumlarda, kil karışımı çok miktarda saman veya yonga içerir. Bu karışım ahşap bir kalıba basılır ve sonra her iki yüzü kaplanır (giydirilir). Bu tarzın bir iskelet yapıya ihtiyacı vardır ve inşaat sırasında bazı çerçeve (şasi) çalışmalarının yapılması

gerekir. Daha sonra yaş karışım, geçici kaplamaların (kalıpların) arasına doldurulur. Bu duvarlar, taşıyıcı duvarlar değildir ve ahşap yapının veya önceden yapılmış blokların arasını doldurmak için kullanılırlar (CSILLIK, 2012).

### Dolgu



şekil 3.63\_Plâstik poşetlerden yapılan toprak binalar (CSILLIK, 2012)

Toprak doldurulmuş torbalarla (uvallarla) inşaatın temeli, askerlerin bu uygulama ile yaptığı sığınaklara / siperlere dayanır. Polipropilen dokuma çuvallar (veya borular), kendir otu ya da çuval bezi veya diğer doğal lifli lifli tekstil malzemeleri (“uval”) gibi organik / doğal malzeme ile doldurulurlar. Temel yerleştirildikten sonra, art-arada her kat, boncuk dizilmiş gibi st-üste dizilir ve en üstüne de dikenli tel çekilir. Bu toprak doldurulmuş çuvalların ağırlığı, dikenli telin alttaki sıraya gömülmesini ve sıraların birbirine bağlanmasını sağlar (CSILLIK, 2012).

“Süper kerpiç, tarihten yeni asra gelen bir kerpitir. Bu kerpiç, bir göbek bağı gibi geleneksel dönem ile geleceğin kerpiç dünyası arasında bir bağ oluşturmaktadır.” – Nader Khalili

Bu kavram, günümüzde Mimar Nader Halili (Nader Khalili) tarafından sunulmuştur. Boru şekline getirilmiş kum torbası tipinde ve toprakla doldurulmuş malzeme kullanılır. Toprak borularını birbirlerine bağlamak için, Velcro (Cırt!) gibi görev yapan dikenli teller kullanılır. Toprak borular yerlerine yerleştirildikten sonra, toprak sıvayla sıvanarak dengeli hale getirilirler (CSILLIK, 2012).

## Çubuk ve Balçık:



Bu yöntem, çok eski ve yaygın bir çamurdan mesken inşaatı yöntemidir. Braketlerden oluşan bir tel kafes ile inşaat başlanır. Toprak ve çubukların karışımı, bu tel kafesin içine sıvanır, aralık yerlere basılarak doldurulur, varsa diğer çatlaklarda dolguyla kapatılır. Tahta, bambu veya ağaç sopalardan oluşan malzeme ile çatı desteklenir, kamış, saman ve sopalarla sepet benzeri bir örgü oluşturularak çatı yapılır. Yüzeyler kaba (rustik) sıva ile bırakılabilir veya üzerlerine ince sıva çekilir. Bu yapı tarzının tartışmasız ayrıcalığı deprem bölgelerinde de (sismik bölgeler) uygulanabilir olmasıdır. En büyük dezavantajı ise, şiddetli yağmurlardır, ancak kamış veya yarılmış bambulardan oluşan iskelet, yeniden kolayca çamurla sıvanabilir (CSILLIK, 2012).

### **Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirmesi:**

#### Bütçe

Bu tip barınakların ekonomik açıdan yaşayabilirliğini göz önünde bulundurmak için birçok sebep vardır:

1. Bina malzemeleri sadece toprak, saman ile ağaçtır ve bunlar normal olarak birçok bölgede mevcuttur. Bu malzemelerin maliyeti düşüktür ve her bütçeye uygundur.
2. Herhangi bir nakliye maliyeti yoktur.
3. Yaygın ve geleneksel bir tekniktir. Bu nedenle uygulamaya dair detaylı bir tecrübe sahibi olmak gerekmez.
4. Uygulaması ve uygulama sonrası kullanımı çok az enerji gerektirir.



5. Kullanıcılar mobilya, divanlar, yataklar veya süsleme gözleri ile kitap rafları dahi yapabilir ve bunların hiçbirisini, herhangi bir yerden satın almak zorunda olmadığı için hepsini çok az maliyette elde eder. Tüm bu uygulamaları kendisi barınağı bitirdikten sonra da yapabilir. Duvarlar tamamlandıktan sonra, binalara toprak mobilyalar eklemek veya gömme dolaplar, biblo boşlukları ile kitap rafları yapmak mümkündür.



### İşlem Süreci

Malzeme veya diğer ekipmanın ya da farklı gereçlerin nakli gerekmediği ve bölgeden temini mümkün olduğundan, bu işler için zaman kaybetmek söz konusu değildir. Ancak bu tür binaların yapım işlemleri, inşaatın tipine bağlı olarak uzun zaman alabilir.

### Kullanım süresi



Şekil 3.66 Yemen 'de bulunan tarihi toprak binalar

Bu sistem çok uzun bir kullanım süresi sağlar ve dünyanın genelinde birçok insanın, tarihten günümüze halen bu tip evlerde, kalıcı mesken olarak yaşadığını söyleyenebilir. Suya duyarlı olması nedeniyle arada-bir ve çevresel koşullara bağlı olarak olarak az miktarda bakım gerektirir. Bu nedenle bu mesken tipinin, kuru bölgelerde iyi bir barınak seçeneği olduğunu söyleyenebilir.

### Malzemeler: (CSILLIK, 2012)

Diğer bina malzemelerine göre, aşağıda belirtilen bazı üstün avantajları:

- Bütçeye uygun ve düşük maliyetli
- Sağlıklı bir yaşam ortamı sağlar
- Doğal ve yerel kaynaklar kullanılır
- Çok düşük karbon ayak izine sahiptir
- İnşaat sırasında asgari atık ortaya çıkar
- Çevreyle uyumludur
- Nem kontrolü (kapıdan giren havayla nem emme ve bırakma kabiliyeti çok yüksektir ve bu yapı şekli, kum kaplama ile içerde sağlıklı bir yaşam ortamı oluşturur)
- Gürültü kontrolü (ses geçirgenlik seviyesi çok düşüktür)
- Yangın direnci vardır (binanın yangın tehlike faktörü çok düşüktür)
- Zehir giderici etki (içerdeki havanın zehirli maddelerini emerek, tamamen solunabilir bir hava sağlar)
- Ortaya çıkacak bozulmaların maliyeti düşük ve çevre dostudur
- Sıfır atık - tamamen dönüştürülebilir
- Kullanım maliyeti (bakım ile ısınma maliyeti çok düşüktür, büyük kazanım sağlayan enerji tasarruflu binadır)
- Ancak aynı zamanda bazı dezavantajları da vardır:
- Suya duyarlıdır
- Düşük gerilme gücü nedeniyle çatlamaya meyillidir
- Genleşme ve daralmaya duyarlıdır
- Uygulanması hava şartlarına bağlıdır
- Yüzey aşınması riski vardır ve kiler de bu açıdan birbirinden farklı özellik gösterir
- Duvar kalınlığı çok fazladır

### Enerji

Bu tip barınaklar, enerji bağlamında son derece verimlidirler. Başlangıçta, hiçbir enerjiye ihtiyaç duymadan inşaatı tamamlanabilir. İhtiyaç duyulan tek şey, insan gücüdür ve bu gücün eğitilmiş olmasına da gerek yoktur. Çok fazla güç gerektirmediği için, erkekler, kadınlar ve hatta çocuklar, inşaatın farklı aşamalarında çalışabilirler.

Öte yandan toprak evlerin tasarımı ile kalın duvarları, içerdeki atmosferi son derece konforlu hale getirir ve iç sıcaklık dengesi korunur. Yazın, evin duvarları gece soğur ve yapısının kalınlığı nedeniyle bu serinliği tutarak, ertesi güne devreder. Kışın evler gün boyu güneş enerjisini alarak ısırlar ve duvarlara gece ısıyı bırakarak meskeni ılık tutar (CSILLIK, 2012) ve bu özellik bize ısıtma ile soğutma (iklimlendirme) açısından büyük enerji tasarrufu sağlar.

Genel olarak bu tür yerleşim bölgelerine enerji geleneksel ana şebekeden sağlanır ancak farklı enerji tekniklerinden de yararlanıp bu tür binaların tavanlarına güneş panelleri yerleştirilerek, elektrik sağlamak ve su ısıtmak için yeşil enerji kullanılabilir. Sonuç olarak bu sistemde enerji tüketiminin son derece düşük bir seviyede olduğunu görülmektedir.

### Su

Bu yerleşim birimlerinde çok sayıda oda bulunduğu ve banyosu dahi olduğu için, su altyapısını da tesis ederek, suyun muhafaza ile geri dönüşüm tekniklerinin uygulanması gerekir. Bunun ötesinde toprak meskenler özellikle kubbe çatılara, farklı yöntemler ile yağmur suyunu toplayarak tekrar kullanılmasını sağlayacak bazı basit ekipmanlar ilâve edilebilir.

Ancak bu binalar yönetilmeyen insanlar tarafından yapıldıkları zaman, maalesef sözü edilen tekniklerin pek çoğunun uygulanma şansı olmaz, ancak geliştirilmesi mümkündür.



Şekil 3.67 Çamur toprak binalarda yağmur suyunun toplanması (URL, 5)

### Kapasitede Esneklik

Gerçekte toprak binaların esneklik kapasitesi, uygulanan inşaat tekniğine bağlıdır. Bazı teknikler, inşa edildikten sonra binaya yeni alanlar eklenmesine izin verir, bazı teknikler ise binanın yeniden inşasını gerektirir. Ancak her iki durumda da maliyet,

ilâve edilmesi gereken toprağın tutarından fazla değildir ve bu da büyük bir avantajdır.



Şekil 3.68 Farklı tasarımlardaki toprak binalar

Çizelge 3.6 Toprak bina sürdürülebilirliği ile ilgili sonuçlar (URL, 15)

Toprak Binalar						
Bütçe	İşlem Süreci	Kullanım Süresi	Malzemeler	Enerji	Su	Kapasitede Esneklik
✓	✗	✓	✓	✓	✓	---

## Örnekler

Kibaa Eko Kubbe (studio, 2015)



Şekil 3.69 Kibaa eko kubbe (studio, 2015)

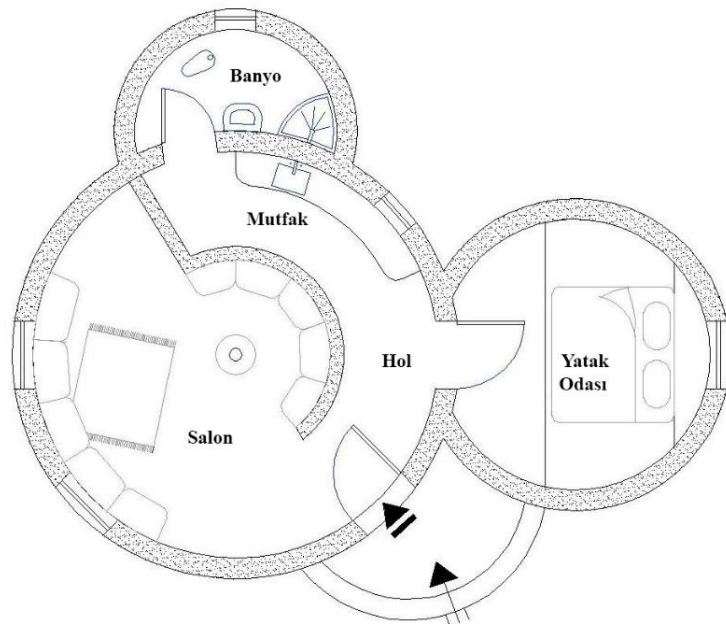
Kibaa Eko Kubbesi, 2013 yılında başlayan ve günümüzde devam eden Suriye savaşından sonra Suriyeliler tarafından mesken olarak geliştirilmiş bir projedir.

Bu proje, bir araya gelen ve mimari bir grup oluşturan ve “Kibaa Mimari Stüdyosu” adı altında birleşen bazı Suriyeli mimarların başlatarak geliştirdiği bir projedir.

Söz konusu grup, Suriye’de savaş kurbanları için mümkün olan kullanışlı ve uygun mesken türünü düşünmüştür. Çok sayıda insan evlerini kaybederek Türkiye, Ürdün ya da Lübnan ‘a sığınmışlardır ancak bu insanların çok büyük bölümü sınırlardan dışarıya çıkmayı başaramamış olup, hâlâ ülke içindedirler.

Bu grupta “Amr Majed: Emir Macit” olarak anılan mimar ile yapılan görüşmeler neticesinde aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

- Kibaa Eko Kubbesi, Suriye’yi savaş ortamının yol açtığı yoğun nüfus değişikliklerinden korumak için geliştirilmiş bir projedir.
- Bu teknikte inşaat için yerel ve çevresel kaynaklardan yararlanılmaktadır.
- Hızlıdır ve uygulanması kolaydır.
- Yararlanacak kullanıcıların eğitimini kolaylaştırır ve inşaat sürecine katılımlarını sağlar.
- Ortalama her ailenin kendi evine sahip olmasına olanak verir.
- Maliyeti kısa veya uzun vadede yüksek değildir.
- Isı yalıtıklık değeri ile yangın direnci yüksektir.
- Tamiri kolaydır.
- Uzun bir kullanma ömrü vardır.
- Yapı, inşaat bittikten sonra ve gerektiği zaman yeni alanlar ilâve edilmesine ve kapasitesinin arttırılmasına olanak verecek esnekliğe sahiptir.
- Bu inşaat şekli, diğer yararlarının yanısıra yerel olarak bilinen ve geçmişten miras olarak kalan becerilere dayalıdır.

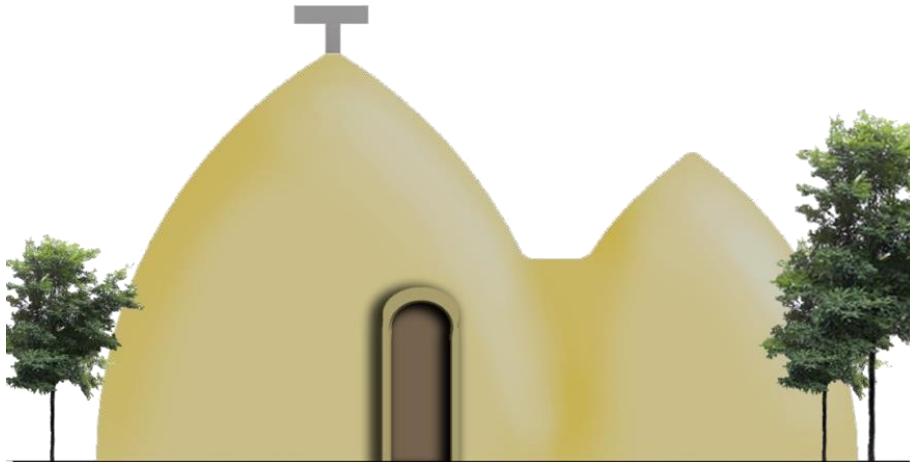
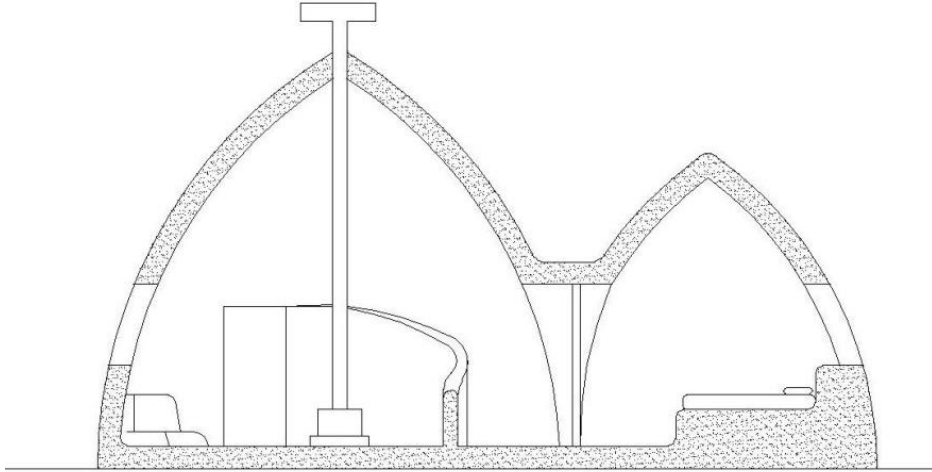


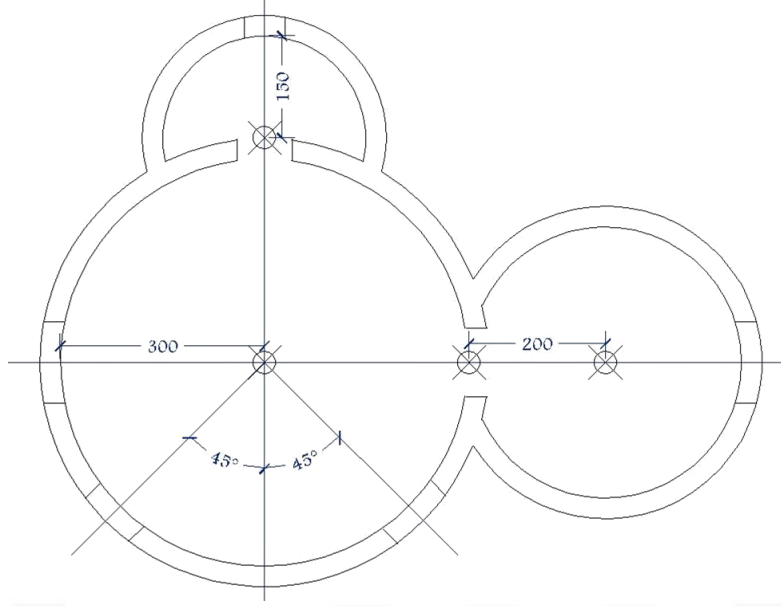
Meskenin plânı, birbiriyle örtüşen (üst-üste binen) üç kubbe içerir:

1. En geniş kubbenin yarı çapı 300 cm. dir. Bu kubbe binanın ana bölümüdür, şöminesi ve kubbenin karnında bacası olan yaşam alanına giden girişi içerir ve mutfak, ortada kavisli bir duvar ile ayrılır.



2. İkinci bir kubbe, yatak odasıdır -yarıçapı 200 cm. dir- ve ana holden geçilerek ulaşılır.
3. En küçük kubbe banyodur, mutfaktan geçilir ve yarıçapı 150 cm. dir.





**Çizelge 3.7** Kibaa eko kubbe inşaatında kullanılan malzemeler (studio, 2015)

İnşaatta Kullanılan Malzemeler		
Malzeme	Miktar	
Toprak	30 m <sup>3</sup>	
Çuval	1500 m	
Madeni Bağ	300 m	
Kireç	20 Çuval	
Ahşap	3x20x140 cm	1
	3x20x120 cm	1
	3x20x100 cm	1

**Çizelge 3.8** Kibaa eko kubbesinde kapıların ve pencerelerin ayrıntıları (studio, 2015)

Kapılar Ve Pencereler			
Tip	Genişlik (cm)	Yükseklik cm	Miktar
Mutfak ve banyo için küçük pencere	60	60	2
Salon ve yatak odası için büyük dikdörtgen pencere	100	80	3
Dış kapı	100	220	1
Yatak odası için kemerli kapı	100	220	1
Banyo için kemerli kapı	80	220	1

### İnşa aşamaları:

1. Yere bir şema çizilir
2. Temel kazılır
3. Kubbe kemeri (kemerleri) yerleştirilir
4. Temel çemberleri yapılır
5. Bine çemberlerinin yapımı başlar
6. Açıklıkların seviyesine gelindiği zaman yerleri kalemle anlaşılır şekilde belirlenir
7. Açıklık mastarları yerlerine yerleştirilir ve çevrelerindeki duvarlar örülür
8. Açıklıkların üzerlerindeki parçalar (kemerli veya düz) yerleştirilir
9. Kapıları ve pencereleri yerlerine takılır
10. Evin inşaatına, açıklıkların üzerindeki üst halkalarla devam edilir
11. Hazır bulunduğundan emin olmak için elektrik, su / kanalizasyon tesisatı yapılır
12. Evin iç ve dış tarafını stabil çamurla sıvanır
13. Zemini sağlamlaştırılır

### Torbalar:

Bina inşaatında kullanılan torbalar, metal fileli (ağlı) normal ve silindir şeklinde çakıl torbaları olabilir. Ancak kaba çakıl torbalarının daha kullanışlı olduğunu gösterilmektedir. Bu durumda metal file destek oluşturmak için kullanılabilir.



**Şekil 3.75**\_Kibaa eko kubbede kullanılan sarmal torbalama ve madeni ağ (studio, 2015)

### Temelin yapısı ve toprağın işlenmesi:

Temel yüzeyeldir ve taşlarla, inşaat atıklarıyla ya da sıkıştırılmış toprakla doldurulur. Arazinin yüzeyine temas eden veya yüzeyin bir sıra altında kalan iki sıra torba vardır.



Büyük taşlar içeren toprak, elekten geçirilmeli ve nemlendirilmelidir.



Şekil 3.76 Kibaa eko kubbenin temel alt yapısı (studio, 2015)

#### Duvarların inşası:

Binanın kalan kısmı dikkat ve hassas yerleştirme ister, torbalar, çalışmayı kolaylaştırmak için plâstik bir boru kullanılarak toprakla doldurulur ve çok iyi biçimde sıkıştırılır.



Şekil 3.77 Kibaa eko kubbe bina duvarları (studio, 2015)

Şekil vermek için kullanılan normal masterlar (kalıplar, şablonlar) ve mevcut diğer bütün malzeme, açıklıkları şekillendirmek için kullanılır.



Şekil 3.78 Kibaa eko kubbede pencerelerin yapılması (studio, 2015)

Açıklıkları kapatmak için ahşap kullanılabilir veya çok az miktarda çimento ile karıştırılmış toprakla, biçimlerini muhafaza etmelerini sağlar.

Yapının çeşitli yerlerine aydınlatmayı sağlaması için camlar konulabilir veya havalandırma ile aydınlatma için en yukarıda açıklıklar bırakılabilir.



Şekil 3.79 Kibaa eko kubbe üst açıklığı (studio, 2015)

Yapı inşaatını bitirdikten sonra, çamurla başlayarak bina sıvanır ve son kat sıvada normal şekilde kireç kullanılarak; hem estetik katılır hem de nem yalıtımı sağlanır.



Şekil 3.80 Kibaa eko kubbeye tamamlama çalışmaları (studio, 2015)

Aynı teknikle tasarlayarak saha da düzenlenebilir.



Şekil 3.81 Toprak bina çevresinin düzenlenmesi (tasarlanması) (studio, 2015)

### Süre:

Belirtilen bu örneği yapmak için gereken süre 12 gündür ve bu sürenin dağılımı şöyledir:

- 8 gün; ana yapım işlemi.
- 2 gün; elektrik ve su / kanalizasyon tesisatının takılması.
- 2 gün; ince işler.

### Atölyeler:

Bina inşaatına katılan üç tane temel atölye vardır:

- İnşaat atölyesi, beş çalışandan meydana gelir.
- Elektrik ve su / kanalizasyon tesisatı atölyesi.
- Sıva atölyesi, iki çalışandan meydana gelir.

### Bütçe:

Bütçe, her bir mesken için azami 1.500 \$ 'ı aşmaz. Meskeni kullananlar da, inşaat aşamasındaki çalışmalara katılırsa, bu maliyet düşer. Kadınların sıva işlerinde çalışabilmesi ve bitirmesi, çok iyi bir fikirdir ve böylece aidiyet ruhu ile binanın sahiplenilmesi birleşmiş olur. Maliyet, inşaat alanında nakliye ve eleme masrafına yol açmayan iyi kalitede toprağın olup olmadığından da etkilenir.

Mülk sahiplerini cesaretlendirmek ve kendi evlerini kendilerinin inşa etmesinin yararları konusunda eğitim oturumları düzenlenir ve uzmanlar tarafından kontrol edilir.

### **3.4. Bölüm Değerlendirmesi**

Bu bağlamda 11. Çizelgeye ve önceki bölümlere bakarak, aşağıda belirtilen sonuçlara varabiliriz:

Çadırlar: Sürdürülebilir bir seçenek olarak yararlanmaya uygun değildir ancak acil durum sürecindeki en iyi seçenektir çünkü kurulum süresi çok kısadır ve kurbanlar kendi-kendilerine de inşa edebilirler.

Toprak binalar: Bina inşaatına yeterli yüksek bütçenin olmadığı durumlar için çok uygundur ve kurbanlar felâket bölgesini terk etmek zorunda kalmadıkları için, kendi meskenlerini yapıp, kalıcı olarak kullanmaya devam edebilirler.

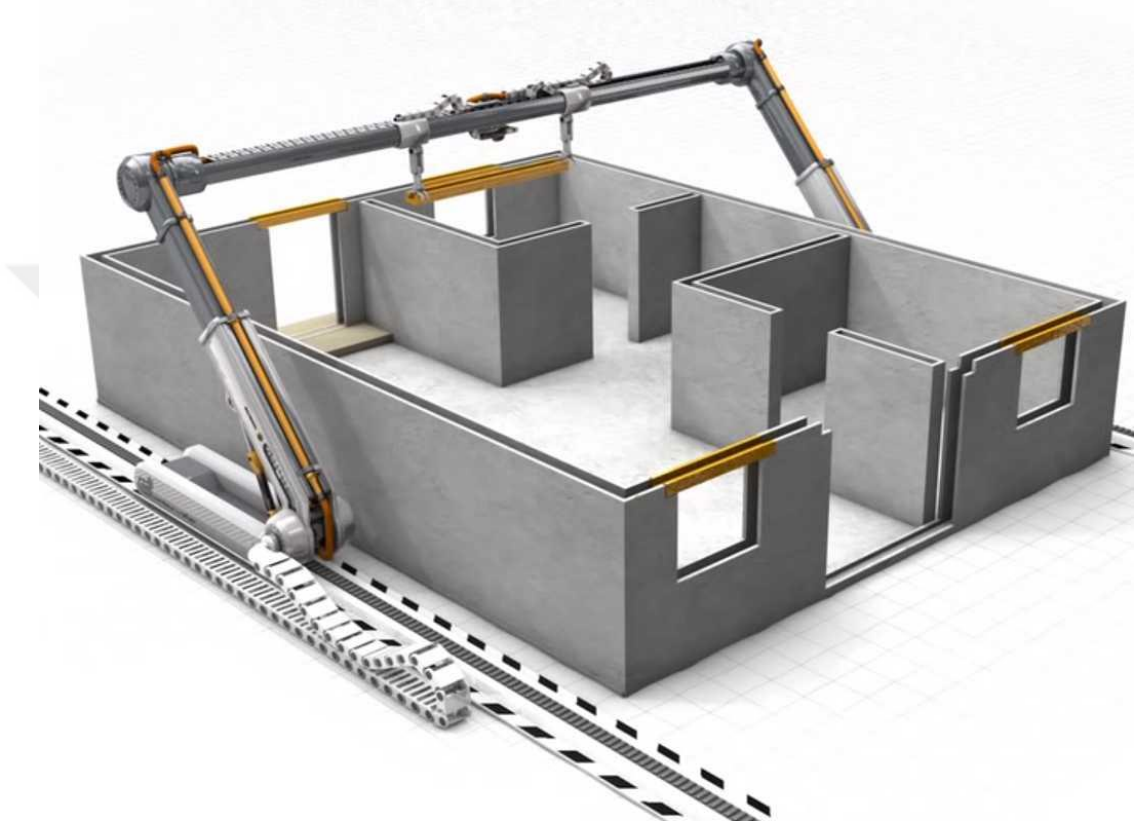
Prefabrike barınaklar: Yerlerinden ayrılmak durumunda kalmış çok sayıda insan barınacağı ve yine sürede çok sayıda barınağın yapılması gereken durumlarda çok

uygundur. Ancak bu tip barınaklar, maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle sadece devletler veya hayır kurumları tarafından hayata geçirilebilirler.

**Çizelge 3.9** Geçici mimari sistemler ve teknikler ile ilgili sonuçlar

<b>Geçici Mimari Sistemler Ve Teknikler İle İlgili Sonuçlar</b>			
	<b>Çadırlar</b>	<b>Toprak Binalar</b>	<b>Prefabrike Barınaklar</b>
<b>Bütçe</b>	✓	✓	✗
<b>İşlem Süreci</b>	✓	✗	✓
<b>Kullanma Süresi</b>	✗	✓	✓
<b>Malzemeler</b>	✗	✓	✓
<b>Enerji</b>	✗	✓	✓
<b>Su</b>	✗	✓	✓
<b>Kapasitede Esneklik</b>	✓	---	✓

#### 4. YENİLİKÇİ VE YARATICI BİR UYGULAMA YAKLAŞIMI OLARAK 3D YAZICI İLE BARINAK İNŞAASI



##### 4.1. Giriş

İnşaat endüstrisi, yenilikleriyle birçok yeni fırsatlar sunmaktadır. Bunlardan birisi olarak bu bölümde çok büyük ölçekli 3D yazım kapasitesine sahip yazıcıların gelişmeleri ve tasarımlarıyla bir mimari ekipman olarak kullanılması sonucu elde edilen bina şekilleri ile bir binanın komple “yazdırılmasını” incelenecektir.

3D Yazım sistemiyle yapılan işlemler hızla gelişmektedir: Maliyet düşmektedir, yeni yazdırılabilir malzemeler düzenli olarak listeye eklenmektedir ve hatta farklı malzemeler, aynı anda yazdırılabilmektedir. Bu teknik, potansiyel olarak çok geniş bir yelpazede ve farklı disiplinlere göre, tıp dünyasından gıda endüstrisine, havacılıktan evde kullanıma kadar uygun seçenekler sunmaktadır. Tekniğin mevcut

durumu, insanların 3D yazıcıları çok uygun fiyatlarla satın alarak evlerinde kullanmalarına olanak vermektedir.

Bu teknoloji göreceli olarak yeni sayılabilir. Ancak kullanımındaki artış ve popülâritesi, daha sonraki yeni endüstriyel devrimlerin de müjdecisidir. Beklenildiği gibi, bina endüstrisi de kendini bu tekniğe uyarlamıştır ve bu işlemi çok geniş ölçüde uygulamayı amaç edinmiştir.

3D Beton yazdırma, maliyeti düşük ve çok hızlı bir inşaat yöntemidir ve bu yöntem, hem mimari, hem de yapısal tasarım açısından çok büyük bir özgürlük sunar. Bu açık yararlarına ve dünyanın çeşitli yerlerindeki bir avuç öncü firma ile üniversitenin ortaya koyduğu örneklerle rağmen, inşaat endüstrisi 3D yazdırma devriminin çok gerisindedir. Bunu yazdırılabilir (yapısal) şekiller ile malzemeler konusundaki temel araştırmaların yetersizliğine bağlamak mümkündür.

Bundan sonraki hedef, ilâve üretim tekniklerinin sunduğu esneklikten yararlanmak ve bunları geçici ve felâket sonrası alan mimarisine uygulamaktır.

İlave üretim tekniklerini kullanan bir 3D yazıcı, malzemeyi katman-katman koyarak, bilgisayardaki 3D modeli gerçekleştirir. Sadece bilgisayardaki model değişiklik yapılması yeterli olur, umut edilir ki, bu gelişmeler maliyet, verimlilik ve hız açısından hem tüketiciye, hem de müteahhide büyük yarar sağlayacaktır.

Yazıcıların gelişmesi, meskene yönelik bina inşaatlarına gerek mali ve gerekse teknolojik açıdan büyük yardım sağlar. Katkısal Üretimin Uygulanması, yeniliğe açık inşaatçıları ve mimarları cesaretlendirecektir ve bunun sonucu olarak da mimari tasarımlardaki kısıtlamalar azalacaktır (Aqeela Alwi, 2013).

Tipik olarak klâsik tarzda tasarlanmış binalar basit ve tekdüzedir. Daha karmaşık şekiller, özelleştirilmiş bina bileşenlerini (örneğin kavisli bir yapının desteklenmesi veya daha karmaşık şekiller) gerekli kılar. Yazdırma yaklaşımını kullanarak, tasarımı yapısal dengesi açısından kontrol etmek, çok karmaşık olmayan bir grafik meydana getirerek, maliyetin doğrudan üretimden daha fazla olup-olmadığını analiz etmek mümkündür. Mesken inşaatlarında klâsik olmayan biçimlerin kullanılması tipik olarak, binaların masraflarının, nihai enerji tüketiminin ve bina kullanım ömrü maliyetinin daha fazlaya mal olduğunu göstermiştir.

Ancak daha esnek inşaat yöntemleri kullanarak, klâsik yöntemlerdeki gibi kalıp ihtiyacını ortadan kaldırmak suretiyle, rekabeti sürdürmek mümkün olabilir. Bunun da ötesinde bir inşaatın maliyetinin en büyük kısımlarından birisi işçiliktir ve yapılan


araştırmalar küçük bir inşaat projesinde görev alan işçilerin 800 ilâ 2000 saat arasında çalıştığını göstermektedir (Stoy, 2007).

Fabrikasyon sistemindeki otomasyon ile işçilik ihtiyacını büyük ölçüde azaltmak mümkündür. Ayrıca inşaatta çalışma sürelerinin değişkenliği -binalar birbirinin aynısı olsalar dahi- klâsik bina inşaatlarında zamana bağlı maliyetlerin yükselebileceğini göstermiştir. Oysa yazdırma işleminin bilgisayarlı simülasyon süreci sırasında, çok daha hassas ve güvenilir bir zaman çerçevesi belirlemek mümkündür.




#### 4.2. Tarihsel Birikim

3D yazdırma işleminin başlangıç noktasının izi mürekkep püskürtmeli yazıcıların piyasaya çıktığı 1976 yılına kadar sürülebilir. 1984 yılında, mürekkep püskürtme kavramında ortaya çıkan adaptasyonlar ve gelişmeler, mürekkep püskürterek yazmaktan, malzeme püskürterek yazmaya doğru şekil değişirmiştir. Son on yılda 3D yazdırma teknolojisinin farklı uygulamaları, bazı endüstri dalları tarafından geliştirilmiştir. Aşağıda bu gelişim süreci boyunca önemli kilometre taşlarının kısa tarihçesi verilmektedir.

**Çizelge 4.1** 3D yazımın tarihçesi (Radu, 2014)



1984	Fiziksel 3D nesnelerin dijital verilerden yararlanılarak yazdırılması teknolojisi, ilk defa 1984 yılında Charles Hull tarafından hayata geçirildi. Bu tekniğe Stereolitografi adı verildi ve 1986 yılında lisansı alındı. Lisans alındıktan sonra Hull, 3D Sistemlerini kurdu ve ilk ticari Yazıcıyı geliştirdi. Ancak zaman içinde 3D yazıcı terimini kullanılmaz oldu ve makine, “Stereo Litografi Aparatı” ismiyle anılır oldu.	
1988	Başlangıçta, sadece seçilmiş birkaç müşteri bu cihaza sahip olabildi. 1988 yılında, geliştirilmiş bir sürümü, SLA-250 adıyla piyasa sürüldü ve halkın kullanması mümkün hale geldi. Stereo Litografi Sistemleri 1980 lerin sonlarına kadar popülâritesini sürdürdü. Bu tarihlerde “Fused Deposition Modeling FDM ve SLS piyasaya sürüldü. FDM, 1988 yılında, Stratasys kurucusu Scott Crump tarafından sunuldu ve sonraki yılda teknoloji ticarileşti.	
1991	Stratasys dünyanın ilk FDM makinasını piyasaya sürdü. Bu teknolojide plâstik kullanılır ve bunlar katmanlar halinde yazdırma yatağında biriktirilir.	

**Çizelge 4.1** (Dewam)

1992	DTM, ilk SLS (Seçici Lazer Sinterleme) makinasını üretti. Bu makinenin teknolojisinde SLA teknolojisine benzer ancak sıvı yerine toz (ve lazer) kullanılır.	
1993	Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT), “3 Boyutlu Yazdırma teknolojisi” isimli ve 2D yazıcılarda kullanılan mürekkep püskürtmeli teknolojiye benzeyen bir başka teknolojinin patentini aldı.	
1995	Z Corporation, MIT ‘den çok özel bir lisans alarak bu teknolojiyi kullanmaya ve 3DP teknolojisini kullanarak 3D yazıcılar geliştirmeye başladı.	
1996	Üç temel ürün olarak Stratasys ‘ten “Genisys”; 3D Systems ‘ten “Actua 2100” ve Z Corporation ‘dan “Z402” piyasaya sürüldü. “3D Yazıcı” terimi, sadece bu dönemde ilk defa hızlı ilk örnek makinalarını tanımlamak için kullanıldı.	
1997	Aeromet, lazer katkı üretimi işine girdi. 1990 ‘lı yılların sonlarında ve 2000 ‘li yılların başlarında, nispeten daha ucuz sayılabilecek 3D Yazıcılar piyasaya çıktı.	
2005	2005 yılında Z Corporation taarruza geçerek, piyasaya Spectrum Z510 isimli, dünyanın ilk yüksek renk tanımlı 3D Yazıcısını sundu.	
2006	Açık kaynaklı ve Reprap isimli; kendi kendisini kopyalayan bir 3D Yazıcı geliştirme projesi başlatıldı.	
2008	Enrico Dini, 10x10x10 m yazdırma kapasitesine sahip “Obje Basan”; “Pazar-Robotu” olarak isimlendirdiği kendi D-Shape yazıcısını, 3D Modelleme ve dosya paylaşımı için piyasaya sürdü.	
2010	Loughborough Üniversitesi, dünyanın ilk beton yazıcısını geliştirdi. Altın ve gümüş kullanan ilk yazdırma hizmeti sunuldu.	



**Çizelge 4.1 (Dewam)**

2012	3D olarak yazdırılmış ilk otomobil (Urbee by Kor Ecologic) üretildi ve Markus Kayser sadece kum ile güneş kullanan yazıcısını Büyük Sahrada başarıyla test etti.	
2013	İlk 3D Ev yazdırma yarışı başladı. Elle Tutulan Nesne pavyon, tuz kullanılarak 3D yazdırıldı.	
2015	Bina inşaat elemanları ile bina inşaatı mümkün hale gelmiştir.	

### **Tipler**

Bugün piyasada, masaüstü yazıcılardan endüstriyel yazıcılara kadar çok sayıda 3D yazıcı vardır. Bu yazıcılar, kullanılma amaçlarına bağlı olarak tasarım ve işlevlerinde farklılıklara sahiptir. Bir 3D yazıcı en önemli kısmı, yazıcı tasarımının ve niteliklerinin, kendisinden beklenen tüm görevleri tam olarak yerine getirebilmesidir. Bu tasarım ve özellikleri bir çok etken ile belirlenir ve bunlar arasında şunlar vardır:

- Yazdırılması istenilen parçaların boyutları
- Yazdırılması istenen malzeme
- Sabit veya hareketli olup-olmadı
- Sahada mı inşa edileceği / tamamen yapılmış olarak mı götürüleceği
- Sabit bir tabanın olup-olmadığı / tabanın saha yapılması gereği
- Yazdırılan parçaların ağırlığı

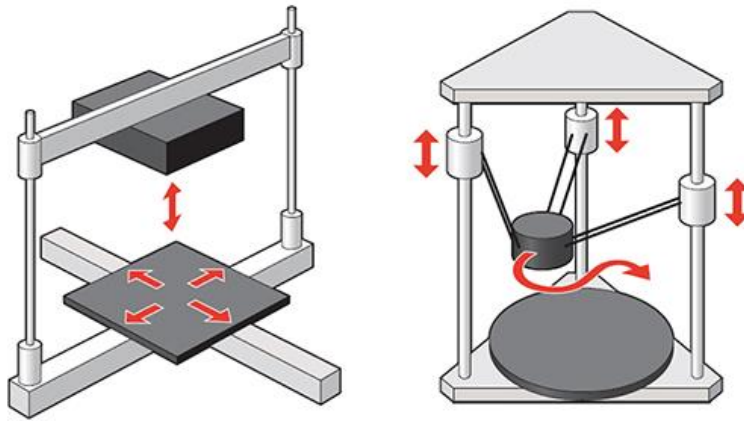
3D yazıcının tasarımı, üç temel hususta soruna yol açabilir:

- Bunlardan birincisi mekanik tasarımdır. Destek yapısını (kasa, gövde) ve yazıcının parçalarının nasıl hareket ettiğini belirler.

- Tasarımın ikinci önemli kısmı, elektrik tasarımı / tesisatıdır. Bu tasarım yazıcı hareketlerinin nasıl kontrol edileceğini, bu hareketlerin hassasiyetini ve görev için gereken motorları belirler.
- Tasarımın son bölümü, yazıcı kafasının kendisidir. Kafanın ağırlığı, ebadı, malzemeyi nasıl püskürteceği ve püskürtme debisi ile kullanılan malzemenin nasıl depolanacağı hususlarını kapsar. (Aqeela Alwi, 2013)

Günümüzde kullanılan 2 ana 3D Yazıcı tasarımı vardır:

1. Birincisi, Kartezyen Sistemi'ni kullanır, yazıcı kafasının üzerinde hareket ettiği bir şasiden yararlanır ve bu yapıda püskürtme enjektörünün konumu x, y ve z düzlemleri üzerinde hareket eder. Bu en basit tasarımdır ve bu nedenle günümüzde 3D yazıcı dünyasında çok yaygın olarak kullanılır.



Şekil 4.2 Yazıcı tezgâhta Kartezyen sistemi (Evans, 2012)

Avantajları (Aqeela Alwi, 2013):

- Yazıcı kafası ve enjektör yazım alanının her köşesine ulaşır.
- Yazım kafası daima yazılmış parçalardan yukarıda kalır ve bu nedenle yazılmış olan parçalara çarpmaz.
- Bütün noktalara erişmek için parçaların sırayla yazdırılmasına gerek yoktur
- Yazıcı kafasının desteği çok fazladır ve yüksek yük / gerilim altında çalışacak şekilde takviye edilmiştir.
- Yapısı basittir
- Kontrol / kumanda etmek kolaydır, sadece 3 düzlem üzerinde hareket eder
- Şasi parçaları ucuzdur

Dezavantajları (Aqeela Alwi, 2013):

- İnşaat alanının çevresinde şasi için geniş bir bölge gerekir
- Ekse hareketlerini sağlayan motorlar için yer gereklidir

- Yazıcı kafasının besleme boruları, hareket yolunun önüne çıkabilir
  - Kasanın kurulumu zaman alır
  - Robotik kollardan daha geniştir
2. İkinci tasarım, yazıcı kafasını yazım noktalarına götürmek için robot kol kullanır  
Her iki tip yazıcı tasarımının da avantajları ve dezavantajları vardır.



Şekil 4.3 Robot kollu yazıcı (Evans, 2012)

Robotik kol tasarımının avantajları şunlardır (Aqeela Alwi, 2013):

- Kollar için gereken alan küçüktür
- Kurulum süresi kısadır
- Birçok farklı eksenle hareket ederek, yazım alanının gereken her noktasına ulaşabilir
- Besleme boruları, kolların içinden geçirilebilir
- Farklı yazıcı kafaları (örneğin matkap, kısıkaç vs.) kolayca değiştirilebilir

Robotik kol tasarımının dezavantajları şunlardır (Aqeela Alwi, 2013):

- Kolun yazılmış parçalara çarpmasından kaçınarak yazdırmak
- Kol yazım alanında karşıdan-karşıya hareket edemez
- Yazdırma kafasını dengelemek için kontra ağırlık takmak veya bir tabana tespit etmek gerekir
- Kolun tabandan istenilen yüksekliğe erişmek için dikey hareket etmesi gerekir
- Kolun yazdırılmış / bitmiş parçalara çarpması ihtimali vardır
- Kol kontrol sistemi karmaşıktır
- Muhtemelen kolu hareket ettirmek için hidrolik veya havalı sistemlere ihtiyaç duyulur
- Kolun parçaları pahalı ve muhtemelen özel üretimdir

### 4.3. İş Akışı



Şekil 4.4 Kontur İşleme yazım sistemi (URL, 23)

“Contour Crafting (CC): Kenar Tesviye”, 3D yazım tekniklerinde halen mevcut olan en eski tasarımlardan birisidir.

Bu teknik ile ilgili ilk çalışmalar (Khoshnevis tarafından (Güney Kaliforniya Üniversitesi) 1998 yılında yayınlanmış ve o tarihten günümüze kadar çok büyük gelişmeler gerçekleşmiştir.

Kenar Tesviye (Contour Crafting), bir katmanlı üretim yöntemidir, çok büyük ölçekli nesnelere perdahlanmış yüzeyle üretmek için polimer, seramik hamuru, çimento ve diğer birçok malzeme ile karışımı kullanır. Püskürtülen malzemenin perdah (tesviye) işlemi; püskürtme akışını yatay ve dikey cebri akışla mala gibi kullanarak gerçekleştirilir. Yan malanın hareketine yüzeyin eğim özelliklerine bağlı olarak ve dinamik bir biçimde kumanda edilir. CC ayrıca çok çeşitli karışımları veya örneğin takviye fiberi gibi katkıları da kullanmak kapasitesine sahiptir (Khoshnevis B. H., 2006).

Enjektör, çok sayıda meme içerir, örneğin her yanda birer tane vardır ve diğerler de duvarın iç (çekirdek, nüve) yapısı içindir. Bu yöntem ile çok sayıda malzemenin yardımcı püskürtme olarak kullanılması mümkündür. Enjektörü yatırarak (çevirerek), dik açılı olmayan kubbe ve tonozlar gibi kısımlar da oluşturulabilir (Khoshnevis B. , 2004).



Şekil 4.5 Beton püskürtmeli yazım (Khoshnevis B. , 2004)

#### 4.4. Malzemeler

Günümüzde 3D yazıcılarda kullanılması mümkün olan çok sayıda malzeme vardır. Püskürtme teknikleri çok sayıda malzeme için kullanılabilir. Püskürtmede en yaygın olarak kullanılan maddeler PLA ve ABS gibi termoplâstiklerdir. Püskürtmeye uygun diğer maddeler eriyebilen metaller, çikolata gibi yenilebilir maddeler ve betondur. 3D yazımda lazerlerden yararlanılması kullanılan malzeme çeşidini çoğaltır. Bu yöntem ile yazdırılan maddeler genel olarak termoplâstikler veya neredeyse bütün metal tozlarıdır. Söz konusu bu malzemeler araştırılmalı ve inşaat mühendisliğine nasıl uygulanmaları gerektiği saptanarak, gerekli olup olmadığı irdelenmelidir. Ancak bu maddeleri inşaat endüstrisinde kullanmak için, lazer baskı gereken boyutlar açısından pratik değildir ve bu nedenle kullanılması mümkün olan malzeme çeşidi sınırlıdır. Bunun da ötesinde MCV'nin püskürtebildiği termoplâstikler bir binanın genel yapısını tamamlamaya yeterli malzemeler değildir ve bu durum, bir binanın inşası için gereken niteliklerin tümüne sahip olmadığını gösterir (Aqeela Alwi, 2013).

Bina da mevcut olan parçaların bir kısmı plâstikten yapılmış olsa dahi, püskürtme kafasının çok sayıda malzemeyi püskürtmek kapasitesine sahip olmasını gerektirir ve bu da maliyetin artmasına, makinanın da büyümesine sebep olur. Ancak yazdırma kafasının küçük bir bölümü, küçük püskürtme işlerini gerçekleştirmek için tasarımdaki boşlukları tamamlamak amacıyla atılabilir. Dolgu malzemesini yerine koymak için kullanılabilir ve bu malzemenin üzerine beton atıldıktan (donduktan) sonra malzeme çözümlenerek temizlenir.

Bir binanın inşası için seçilen malzeme betondur ve bu malzeme inşaat endüstrisinden kullanılması en uygun olan maddedir. Bu malzemeyi kullanarak binaların çok büyük bir çoğunluğunu yazdırmak mümkündür. Bu betonun bir binayı oluşturabilmesi ve özellikle de bir yazıcıda kullanılabilmesi için bir takım teknik özelliklere ve niteliklere sahip olması gerekmektedir.

Beton karışımının tartışmasız öncelikli ve en önemli niteliği, binayı ve bütün bölümlerini, bel vermeden ve deforme olmadan taşıyacak derecede güçlü olmasıdır. İkinci önemli kriter de malzemenin yazıcıdan gereken şekilde püskürtülmesinde sorun çıkartmayacak viskoziteye (akışkanlığa) sahip olması gereken tüm nitelikleri taşıması ve yazdırıldıktan sonra da bel vermeden, burulmadan ya da deforme olmadan yapılan 3D tasarıma tam uygun şekilde yerini alabilmesidir. Beton için önemli olan bir diğer

teknik özellik ise, mümkün olan en kısa sürede donması ve sonraki katın üzerine atılmasına olanak vermesidir.

Eğer bu olmazsa, ilk atılan asıl katmanın üzerine atılan sonraki katman çöker ya da yazıcı, sonraki katmanı püskürtmek için, bir önceki katmanın, üzerine yazdırılmaya uygun şekilde donmasını bekleyerek zaman kaybeder ve bu da bir yazdırma işleminde önemli zaman kaybına yol açar. Diğer bir önemli teknik özellik ise, püskürtülecek beton karışımını oluşturan maddelerin ebatlarının, enjektör memelerinin çapından daha küçük olmasıdır. Aksi halde enjektör, hiçbir şey yazdıramadan tıkanır.

Öte yandan saydığımız bütün teknik özellikler, kil, kum ve çakıl karışımlarını kullanırken de gereklidir. WASP (World's Advanced Saving Project: Geliştirilmiş Dünya Koruma Projesi), 3D ile yazdırılabilir barınakları hedeflemektedir.

#### **4.5. Geçici Mimaride 3D İmalât (yazım)**

3D Yazdırma günümüzde aksiyon figürlerinden görme engelli insanlar için dokunulabilir (3 boyutlu) haritalara varıncaya kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Şu anda İtalyan sosyal iş dünyası WASP, biyolojik-mimari türü evleri yazdırmak için tam boy bir yazıcıyı geliştirmektedir. Proje, insanlığın en son teknolojisini, yine insanlığın en eski inşaat malzemesiyle bir araya getirmektedir; çamur!

Dünyanın birçok yerinde, bütçeye uygun mesken yetersizliği kayda değer ve büyüyen bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Çamur ise herkesin gücünün yeteceği ve yaygın olarak bulunabilen bir ham maddedir. Ayrıca inşaat yapmak, gayret isteyen ve fazla işçilik gerektiren bir iştir. WASP, piyasada satılması mümkün olan, 3 kollu, 20 Ft. taşınabilir ve iki kişi tarafından sahaya kurulabilen, 2 saatte 3 metre yüksekliğinde bir bina yapabilen 3D yazıcıyı üretmeyi hedeflemektedir.

Şu anda projelerini / çalışmasını küçük ölçekli Delta WASP 3D yazıcı ile denemektedirler. Her iki model de toprağın elenerek toz haline getirilmesini, suyla ve yerel olarak temini mümkün liflerle (yün veya Hint hurması) karıştırılmasını gerektirmektedir. Hazırlanmış malzeme ile beslenen yazıcı, nesnenin (yapının) tasarımına bağlı olarak her seferde bir kat püskürtür.



Şekil 4.6 Delta Wasp 3D yazıcı (URL, 24)

#### 4.6. 3D İmâlât İşlemlerinde Sürdürülebilirlik

Yazıcı klâsik inşaat malzemelerini kullanır, ancak binalarda kullanılan yeni bir yaklaşımdır.

Bu düşünceyle, katman püskürterek elle yapılan işlemlere daha az ihtiyaç duyulurken, işlemin niteliği gereği atıklar da azalır. Bu bağlamda yazdırma sırasında bazı yapıların desteklenmesi için atılabilir dolgu malzemesi kullanılsa dahi, kullanılan beton sadece ihtiyaç kadardır. Buradaki tek ek beton masrafı, besleme borularını temizlerken suyla yıkanan beton kadardır ve böylece atık beton, sadece borulardaki beton ile sınırlı kalır. Buradaki maliyet her şeye rağmen klâsik kalıpla beton dökme\*nin maliyetinden daha azdır ve elle yapılan işlemler, bütün inşaat sürecinde aynı derecede tutarlı olmazlar. İlâve üretim de, inşaatçıların çalışma saatleriyle sınırlı olmadığı için, ayrıca inşaat süresinden tasarruf sağlar.

Kullanılan diğer malzemeler olduğu kadar, bu aşamada beton da temel inşaat malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bu durum sürdürülebilir olmadığı hallerde, diğer binalar klâsik yöntemler kullanırlar. Öte yandan bu tez çalışmasında inşaat için alternatif maddeler de araştırılmıştır. Sonuçta bunlar gelecekte, ilâve üretimleri kullanarak; diğer inşaat yöntemlerinin kullanılmasının mümkün olmadığı bölgelerde inşaat yapmak için olanak sağlayacaklardır.

## 4.7. Örnekler

### 4.7.1. Kabuksu Evler

#### Yenilik

Önerilen çözümün uygulanabilir olup-olmadığını göstermek için, söz konusu tasarımın başlangıç aşamalarındaki karmaşık yapıların ayrıntılı verimlilik analizine bir örnek olarak Japonya'da bulunan "Kabuk Ev" leri ele alıp bir sonuca varılabilir. 3D yazım, inşaatların kabuk çatılar, yuvarlak / kavisli duvarlar veya kolonlar ya da herhangi bir biçimi oluşturmak için sınırsız olanaklar sağladığını göstermek amacıyla yapılan bir yarıştıdır.



**Şekil 4.7** Japonya 'da kabuk ev (Dezeen magazine, 2009)

Kotaro Ide 'nin Kabuk Evi, Karuizawa Ormanı 'ndadır, heykel benzeri tasarımdır ve helezon sedef kabuklu bir binayı temsil eder. İki katlı bir tatil evi olarak işlev yapar, bölgenin nemli yazlarına ve soğuk kışlarına dayanıklıdır. Bölgedeki tipik ahşap villa yapılarının sürdürülebilirliğinin çürümeye kadar olması nedeniyle Ide, inşaat için iki eliptik kabuk şeklinde takviyeli beton kullanmayı tercih etmiştir. Bu yapı, duvarlarla ayrılmış bölümleri ve mobilyalı odaları olan katlar içerir. Zemin üzerinde J şekilli olarak 1.40 metreye kadar yükselip, "yüzen" kütle halini alır.

Evin içinde her şey bükümlüdür ve mobilyalar ile alanlar dahi "akıcıdır". Kabuk ile bazı mobilyalar beyaz / açık gridir ve zeminde, ayrıntılar ve mobilyaların kalanında çoğunluklu olarak ahşap kullanılmıştır. Geniş bir cam cephe, düzenlenmiş olan bahçenin muhteşem manzarasına bakar.



Yuvarlak ve menteşeli şömine tavandan inerek, azami seviyede sıcaklık verir.

Bine ölçeği (Dezeen magazine, 2009):

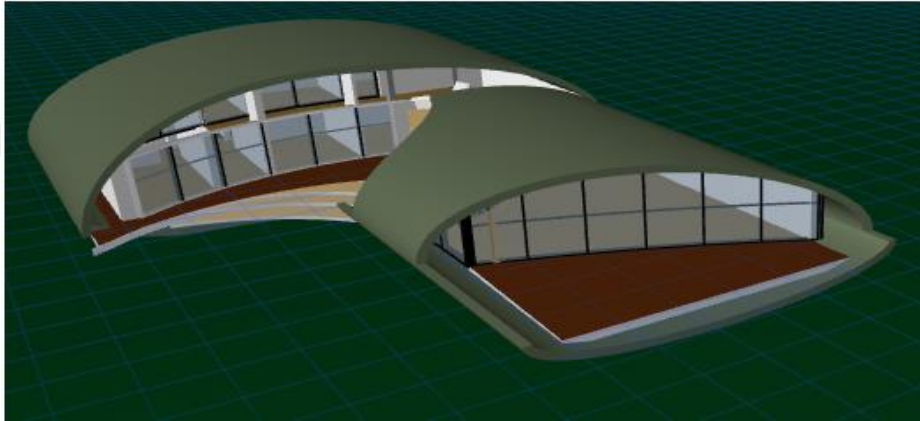
- Saha alanı: 1711,03 m<sup>2</sup>
- Bina alanı: 274,38 m<sup>2</sup>
- Toplam zemin alanı: 329,65 m<sup>2</sup>
- 1. Kat: 267,80 m<sup>2</sup>
- 2. Kat: 61.85 m<sup>2</sup>

Proje, kavramı canlandırmak için 18 aydan fazla zaman almış ve tamamlanması 2,5 yıl sürmüştür. (Dezeen, 2011)

### 3D Model

Bu bölümde, yukarıdaki kabuk evi Şekille göstermek için Archicad15 ile bir model oluşturulmuştur. Bunun amacı, basit bir 3D eskiz modeli, güzel / süslü bir eve ne kadar kolay dönüştürebileceğimizi göstermektir.

Bütün dikey kesitler ve kat plânları, Ek A 'da gösterilmiştir. Bir sonraki bölümde, bu ev için sınırlı eleman analizi yapılacaktır.



Şekil 4.8 Archicad15 'te 3D model oluşturmak (Dezeen magazine, 2009)

### Sınırlı Eleman Analizi (FEA):

Binanın verimliliği ile ilgili bilgileri mümkün olan en kısa sürede tasarımcıya aktarmak, tasarım sürecindeki yaşamsal önem taşır. Öte yandan birçok binanın verimliliği, binanın teknik sistemlerinin tasarımından etkilenir ki, bunlar da genelde ancak tasarım aşamasından sonra ayrıntılı şekilde düzenlenirler.

Bu nedenle, bina tasarımında süreyi kısaltmak ve maliyeti düşürmek için, Sınırlı Eleman Analizinin (Sap 2000 kullanılır) yapılması gereklidir. Bu analizi esas alarak, binadaki duvarlar, zeminler, kolonlar, kirişler ve çelik takviyeler gibi bütün elemanlar tasarlanabilir.

Bu analize göre moment ve gerilme elde edilerek, yazdırılabilir parçalar halinde bütün binaya bölüştürülür.

Bu projenin amacı için basit bir lineer analiz yapılmıştır ve sonuçları aşağıda verilmiştir. Gerçekte, tasarımın binadaki bütün elemanlarını görmek için lineer olmayan bir analizin yapılması gerekir ki, böyle bir analiz inşaat mühendisinin 3-4 haftasını alır. Göstermek için, sadece binanın birinci kat, taban, duvar ve kabuk çatı modeli gerçekleştirilmiş ve analiz edilmiştir. Kullanılan malzeme 20 mm çaplı C100/115 betondur, takviye çubukları ve yükün birleşimi, yapıya en kötü olay senaryosuna göre uygulanmıştır.

Lineer analiz, Ek A 'da gösterilen şekilde üç ana basamakta yapılmıştır.

#### 4.7.2. Yingchuang (URL, 4)



Şekil 4.9 Yingchuang logosu (URL, 4)

Yingchuang, yeni inşaat malzemelerini araştırmak ve geliştirmeye yönelik bir ileri teknoloji kuruluşudur. Halen 90 adetten fazla ulusal patenti mevcuttur. 29 Mart 2014 tarihinde, Şanghai 'daki Tongji Üniversitesinde yapılan küresel basın bilgilendirme toplantısında Yingchuang dünyanın ilk 3D evleri doğrudan (gerçekten) yazdıran ileri teknoloji kuruluşu olduğu beyan edilmiş ve dünya teknolojisi ve uygulamaları açısından çok önemli altı tane buluş açıklanmıştır. Aynı zamanda, Şanghai'daki Qingpu Bilim Parkı'nda 10 tane tam boy binayı 3D olarak ve dünyanın en büyük 3D yazıcısıyla yazdırarak gösteri yapmıştır. Bu 3D yazım teknolojisinin, inşaat, yapı, emlak ve diğer endüstrilerde olumsuz duygular uyandırması yönünde beklentiler söz konusudur. Bugüne kadar Yingchuang dünya genelinde medyanın, resmi kurumların ve endüstrinin yakından takip ettiği ilgi odağı olmaya devam etmektedir.

Şirket, "Bir evi yazdırmak için ne gerekir?" sorusuna cevap olarak aşağıdaki cevabı vermektedir:

Basit bir taslak veya CAD çizim; müşteri basit taslağı seçer ve tam istediği şekilde kişiselleştirir. 3D Yazım inşaat projelerine benzer şekilde; prefabrikte evler de kendilerini hızlı, düşük maliyetli seçenekleriyle kanıtlarlar.

1. 3D Yazıcı 6 m. (20 feet) yükseklikte, 10 m (33 feet) genişlikte ve 40 m (132 feet) uzunluktadır.
2. Yingchuang 'ın özel formüllü “mürekkebi”; Mürekkep, kum, beton, cam yünü gibi dönüştürülmüş inşaat malzemelerini (İnşaat atıkları) ve “Crazy Magic Stone: Çılgın sihirli Taş” ı içerir.

Binaları 6 m. (20 feet) yükseklikte, 10 m (33 feet) genişlikte ve 40 m (132 feet) uzunluktaki 3D Yazıcı ile 24 saatten kısa sürede inşa etmektedirler. Kasa, duvar gibi parçalar, ayrı-ayrı yazdırılmaktadır. Yeni tip 3D Yazıcının yapısı çevre dostu ve masrafsızdır.



Şekil 4.10 Yingchuang yazıcı ile 3D Ev yapımı (URL, 4)

Kullanılan bütün malzemeler geri dönüştürülmüş inşaat atıklarından, endüstriyel atıklardan ve tortulardan oluşturulmaktadır.

“Duvarları katman-katman ve fırıncının pasta yaptığı gibi yapmak için, çimento ile inşaat atıklarını kullanarak, özel bir karışım hazırlıyoruz.”

CAD tasarımını şablon olarak kullanmak suretiyle, bilgisayar betonu dökmek için mekanik kolu kontrol ediyor ve özel sertleştirici katkıları, bir sonraki kata sıra gelmeden betonu gayet güçlü bir şekilde donduruyor. Parçalar daha sonra inşaat sahasında birbirlerine bağlanıyorlar. Bu duvarlar arasında konulan çaprazlama takviyelerin içinde hava boşlukları kalıyor ve sahada birleştirildikleri zaman, yalıtım sağlıyorlar.



Şekil 4.11 Yingchuang yazıcı ile beton dökümü (URL, 4)

## Yingchuang Projeleri

Dünyanın en yüksek 3D olarak yazdırılmış binası - Beş katlı apartman bloğu.



1100 m<sup>2</sup> iç ve dış dekorasyonu ile 3D olarak yazdırılmış villa.



Şekil 4.13 Yingchuang tarafından 3D olarak yazdırılmış 1100 m<sup>2</sup> villâ (URL, 4)

Dünyanın sadece 1 günde 3D yazdırılan ilk 10 evi:



APEC 3D Yazdırılmış villa





## 5. 3D YAZICI İLE KERPIÇ BARINAK ÇÖZÜM ÖNERİSİ

3 Bölüm” de sonuç olarak toprak binaların birçok yararlı yanlarını, ekonomik açıdan çok uygulanabilir olduklarını ancak temel dezavantajlarının uzun yapım süresi olduğunu belirtmiştir.

3D yazım tekniğiyle bu sorunun kolayca üstesinden gelebileceği ortadadır.

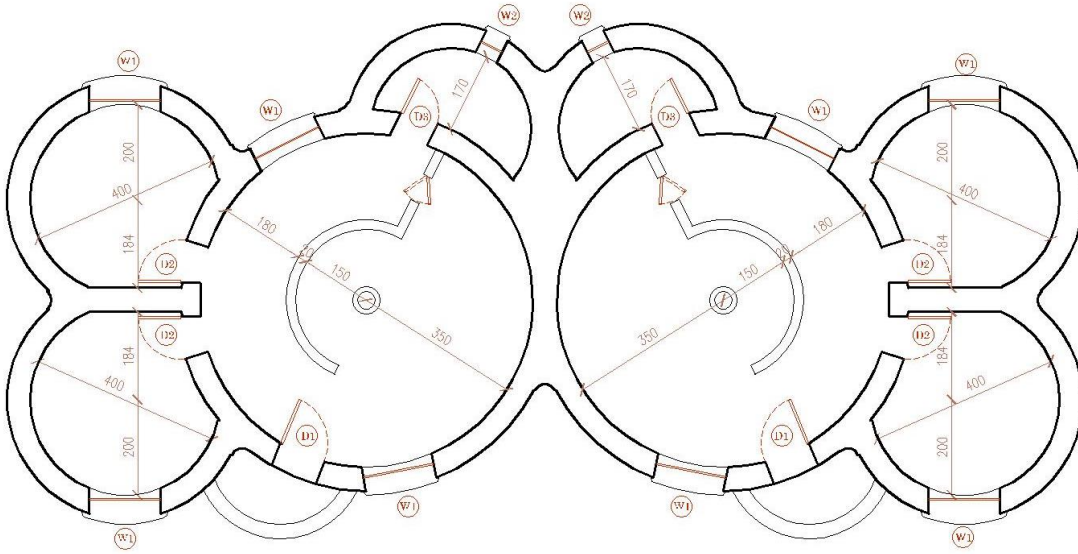
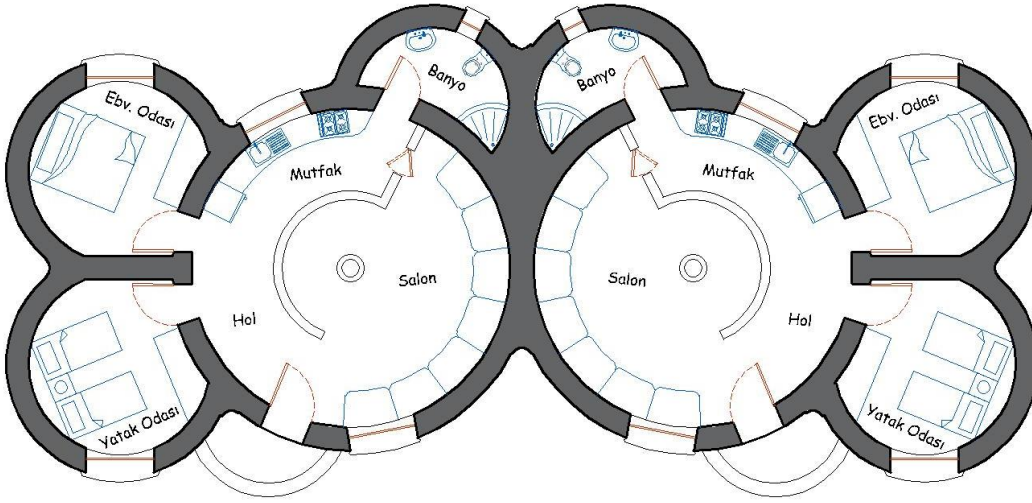
3D yazım tekniğini kullanarak, çok kısa sürede, farklı tipte malzemeler ve maliyeti düşürmek için geri dönüştürülmüş malzemeleri dahi kullanarak; çok sayıda barınak inşa edebiliriz.

Bu nedenle eğer mürekkep olarak çamurdan yararlanmak suretiyle 3D Yazdırma tekniklerini kullanılırsa, düşük maliyet ve yüksek sürdürülebilirliği olan çok iyi bir çözüm elde edilmiş olur. Bunun da ötesinde ve “3D yazdırarak inşaat” bölümünde belirtildiği gibi, bütün yapmamız gereken ihtiyaca göre başka bir 3D modeli seçerek, farklı kapasitede her aileye uygun, ne çok dar ne de çok geniş meskenleri yazdırmaktır. Tüm bu irdelemelerden yola çıkarak elde edilen bulguları şu şekilde birleştirebiliriz:

**Çizelge 5.1** 3D yazıcıyla toprak bina inşaatı ile ilgili sonuçlar

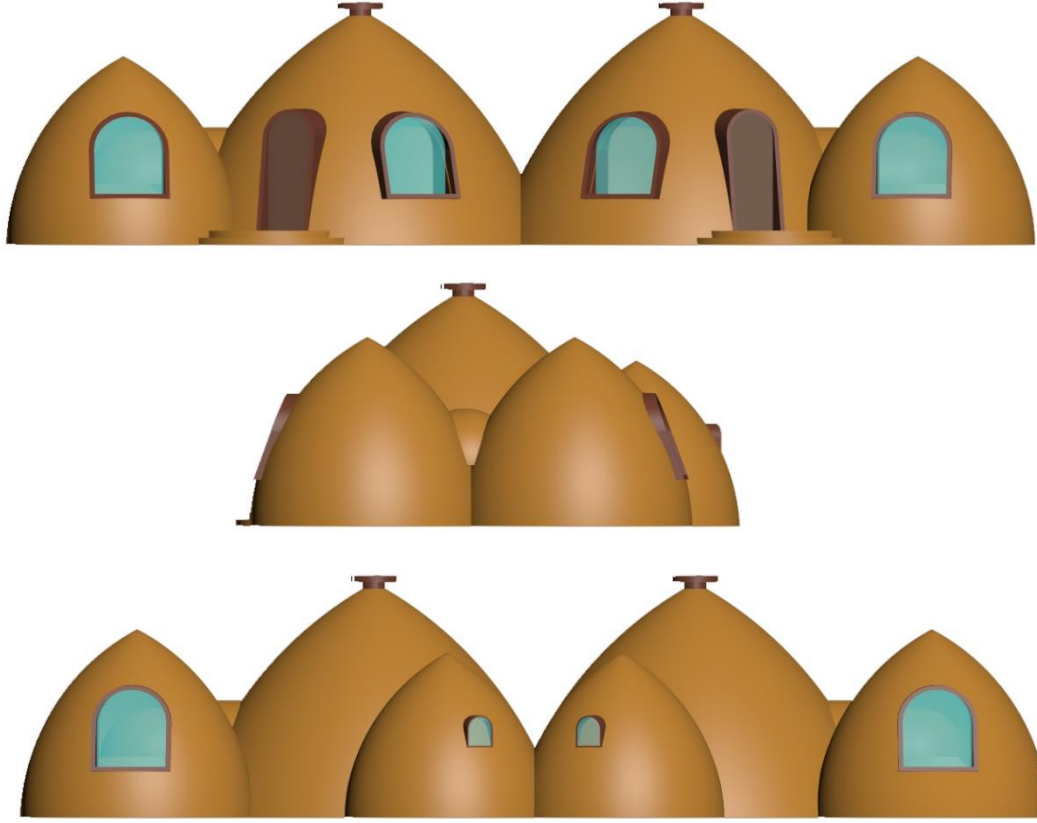
3D Yazıcı ile Toprak Binalar						
Bütçe	İşlem Süreci	Kullanım Süresi	Malzemeler	Enerji	Su	Kapasitede Esneklik
√	√	√	√	√	√	√

Kibaa Eko Kubbe tasarımım normal bir aileye uygun hale gelebilmesi için, tasarıma bir çocuk odası ilâve edilerek ve bazı yapısal değişiklikler yapılarak tez kapsamında yeni tasarım aşağıdaki gibidir:



Şekil 5.1 3D olarak yazdırılabilir toprak bina ölçüleri

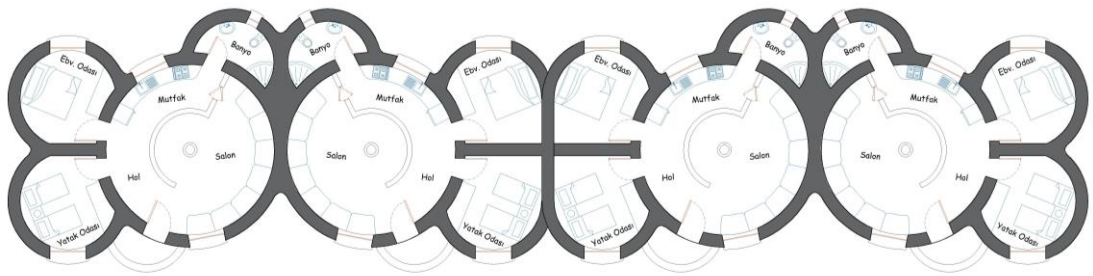




**Şekil 5.4** 3D olarak yazdırılabilir toprak bina dikey kesiti

Bu tasarımda, her birim çift barınaktan oluşur ve bu çiftin bir zincir olarak - şekil 5.5 te gösterildiği gibi - tekrar edilebilir. Böylece bazı avantajları olur:

- Yazıcı durdurmaya gerek kalmadan yazdırmaya devam edilebilir.
- Dış duvarların alanı azaltıldığı için enerji tüketimi de azalır.
- İç duvarlar ortak oluşu için daha az inşaat malzemesi kullanacaktır.



**Şekil 5.5** 3D olarak yazdırılabilir toprak bina zincir halinde

Bunun da ötesinde “Geçici Mimaride 3D Yazdırma” bölümünde İtalyan WASP kuruluşunun mürekkep olarak çamur kullanan bir yazıcıyı zaten üretmiş olduğunu, 3 metre yüksekliğe kadar bina yapabildiğini ve bunun da tez kapsamında üretilen tasarımın toplam yüksekliği olduğu belirtilmiştir.

Bu yazıcıyı iki kişi, iki saat içinde kurabilir ve yazıcı raylar kullanılarak sıralar ile kolonlar halinde hareket ettirilebilir veya bir araca monte edilebilir.

Kibaa Eko Kubbeyi yapmak için gereken süre 12 gündür ve bu sürenin dağılımı aşağıdaki gibidir:

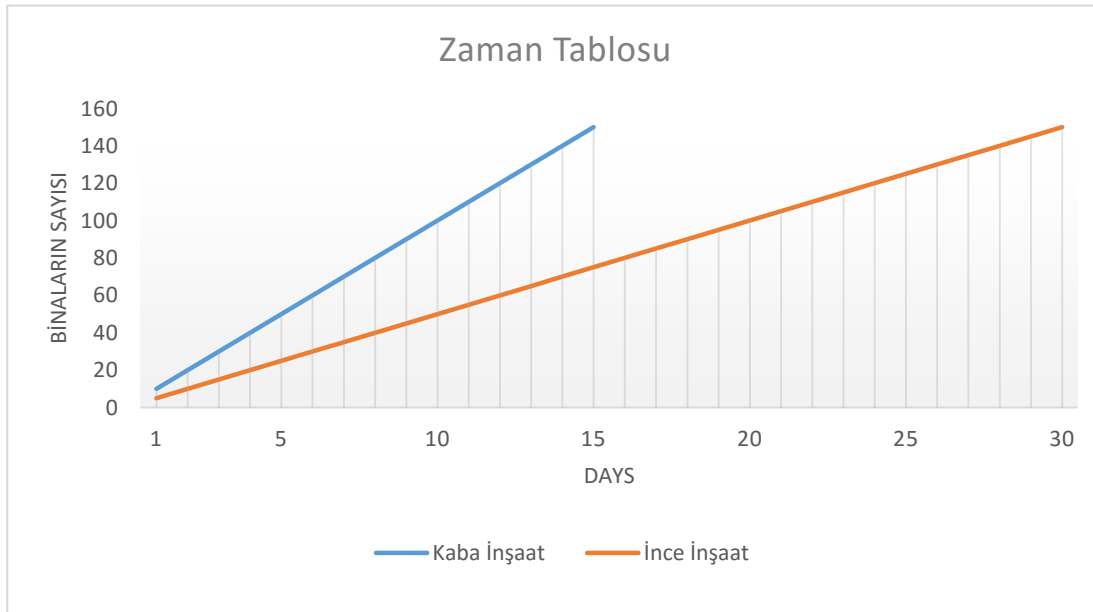
- 8 gün; 5 işçi tarafından ana yapım işlemi
- 2 gün; elektrik ve su / kanalizasyon tesisatının takılması
- 2 gün, iki kişi tarafından ince işler

Ancak tez kapsamında geliştirilen çözüm bir binanın ana yapısı için 8 gündür ve yazıcının 1 günde -Yingchuang yazıcısı gibi- 10 bina yaptığını varsayarak, ortalama bina inşaat süresi 2 saat 30 dakikaya düşürülebilir.

Ve eğer bir bina için elektrik tesisatı, su tesisatı gibi işlerin de 1 günde yapılabildiği varsayılırsa, işçiler ana bina inşaatı için kullanılabilir ve 5 atölye kiralayarak, hatta binaları kullanacak insanların da bizzat yardım edeceklerini varsayarak, bir günde 10 bina inşa edip, 5 adedini bitirilebilir.

Bu verilerle, bir sonraki zaman çizelgesinin 1 yazıcı ile 150 mesken şeklinde olacağı sonucuna varılabilir.

**Çizelge 5.2** 3D ile yazdırılabilir toprak binaların bir aylık zaman çizelgesi



Not: Operasyon, çok sayıda yazıcı ve atölye kullanıldığı zaman, daha da hızlanacaktır.

Öte yandan, bütçe dağılımı şu şekilde olacaktır:

- Yazıcı maliyeti düşünüldüğünde yazıcının devletin veya hayır kurumunun malı olduğu ve sadece maliyet fiyatının değerlendirilerek her kamp için hesaba katılması gerekmediği görülmektedir.
- Bina malzemesi toprak (sahada bol miktarda vardır) + su + elyaf (lif)  
Bu duvarlar sağlam ve 50 cm kalınlıkta yapılmıştır. Bu nedenle bu tasarımda binanın 100 m<sup>3</sup> çamur mürekkebe ihtiyacı vardır ve uygulama sonucu oluşan atık söz konusu değildir.

Farklı duvar şekilleri kullanarak inşaat mühendisi insiyatifinde çamur ihtiyacı azaltılabilir.



### Kapılar ve pencereler

Çizelge 5.3 3D yazdırılabilir toprak binaların kapıları ve pencereleri

Kapılar Ve Pencereler				
Tip		Genişlik (cm)	Yükseklik (cm)	Miktar
Kapılar	D 1	100	220	2
	D 2	90	200	4
	D 3	80	180	2
	D 4	60	100	2
Pencereler	W 1	150	170	6
	W 2	50	60	2

- Elektrik ve su tesisatı çalışmaları

Ortaya konulan edilen sayısal veriler farklı bir teknik kullanan Kibaa deneyinden alınmıştır ve bu nedenle rakamlar teoriktir. Hassas bir takvim ile bütçe oluşturmak için yeni deneyler yapmak gerekmektedir.



## 6. GENEL DEĞELENDİRME VE SONUÇ

Yapılan tez çalışmasında görüldüğü gibi barınak inşasında yenilikçi ve orjinal bir yöntem olan 3d yazıcı yöntemi kullanılarak gerek zaman kazanma gerekse ekonomik olarak uygun olan bir yaklaşım olması nedeni ile olağanüstü durumlarda uygulanabilir bir yaklaşım ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu çalışma gelecekte yapılacak benzer çalışmalara altlık olmasının yanında yeni teknolojilerin mimarlık pratiğine kazandırılması açısından öncü bir çalışma olacağına inanmaktayız.



## KAYNAKLAR

- Acerer, S. (1999). *Afet Konutları Sorunu ve Deprem Örneğinde İncelenmesi*. İstanbul: İTÜ.
- Aqeela Alwi, S. K. (2013). *Construcktion - MegaScale 3D Printing*. University of Surrey.
- AXELSSON, F. (2012). *The Emergency Housing Project*. Chalmers University Of Technology.
- CSILLIK, B. (2012). *From Earth For The Earth, Earth Building Technologies As A Keystone Of The Sustainable Architecture*. VIA University College.
- Cunningham, T. (2013). *Factors Affecting The Cost of Building Work – An Overview*. Dublin Institute of Technology.
- Dezeen. (2009). *Dezeen magazine*.
- Dezeen. (2011). *Dezeen magazine*.
- Eren, O. (2011). *A Proposal for Sustainable Temporary Housing Applications in Earthquake Zones in Turkey: Modular Box System Applications*. Mimar Sinan University.
- Evans, B. (2012). *Practical 3D Printers. The Science and Art of 3D Printing*: [www.apress.com](http://www.apress.com) adresinden alındı
- i-Rec. (2008). *Myths and realities of prefabrication for postdisaster Reconstruction*. i-Rec.
- Joustra, C. (2010). *An Integrated Building Water Management Model for Green Building*. University of South Florida.
- Kemenade, J. (2007). *A flexible housing concept for durable shelter assistance to displaced people in East Africa*. Delft University of Technology.
- Kennedy, J. (2007). *Design Like You Give a Damn: Architectural Responses to Humanitarian Crises Book Review*. Harvard Design Magazine.
- Khoshnevis, B. (2004). *Houses of the Future – Construction by Contour Crafting Building Houses for Everyone*. University of Southern California Urban Initiative Public Policy Briefing.
- Khoshnevis, B. H. (2006). *Mega-scale fabrication by contour crafting*. Int. J. Industrial and Systems Engineering.
- Limoncu, S., & Çelebioğlu, B. (2006). *Post-Disaster Sustainable Housing System In Turkey*. İstanbul: Yıldız Technical University.
- McDonough, W. &. (2002). *Cradle to Cradle*. New York : North Point Press.
- Naomi Javanifard, D. M. (2013). *Modular Prefabricated Residential Construction Constraints and Opportunities*. university of Washington.
- National Institute of Building Sciences. (2011). *Biobased Content*. [http://www.wbdg.org/references/mou\\_bc.php](http://www.wbdg.org/references/mou_bc.php) adresinden alındı
- Oxley, D. R. (2006). *Role of Prefabricated Modular Housing Systems in Promoting Sustainable Housing Practices*. RMIT University.

- Protection, D. o. (2010). *Green Building Management of Residential Construction Waste for The Single Family Home Building Contractor*. State of Connecticut: <http://www.ct.gov/dep/cwp/view.asp?A=2714&Q=324908>  
adresinden alındı
- R. Eires, A. C. (2013). *Earth architecture: ancient and new methods for durability Improvement*. University of Minho.
- Radu, C. M. (2014). *How Will 3d Printing Affect Architecture As We Know It Today*. VIA University College.
- Rockström, J. (2003). *Resilience building and water demand management for drought mitigation*. Physics and Chemistry of the Earth.
- Schoenborn, J. M. (2012). *A Case Study Approach to Identifying the Constraints and Barriers to Design Innovation for Modular Construction*. The Faculty Of Virginia Polytechnic Institute And State University.
- Stoy, C. D. (2007). *Construction duration of residential building projects in Germany*. Engineering, Construction and Architectural Management.
- studio, Q. a. (2015). *Eco dome method*. QIBAA architectural studio.
- Ting, S. K. (2006). *Optimization of Embodied Energy in Domestic Construction*. School of Civil and Chemical Engineering. RMIT University.
- Tomkiewicz, H. S. (2011). *Barriers to Implementation of Sustainable Construction Practices in the Homebuilding Industry: A Case Study of Rochester*. University of Nebraska-Lincoln.
- UNHCR. (2016). *UNHCR family tent for cold weather with fire retardant*. [www.unhcr.org](http://www.unhcr.org). adresinden alındı
- United Nations Refugee Agency. (2009).
- VanWoert, N. D. (2005). *Green roof stormwater retention: effects of roof surface, slope, and media depth*. Journal of Environmental Quality.
- Velamati, S. (2012). *Feasibility, Benefits And Challenges Of Modular Construction In High Rise Development In The United States: A Developer's Perspective*. University of Pennsylvania.



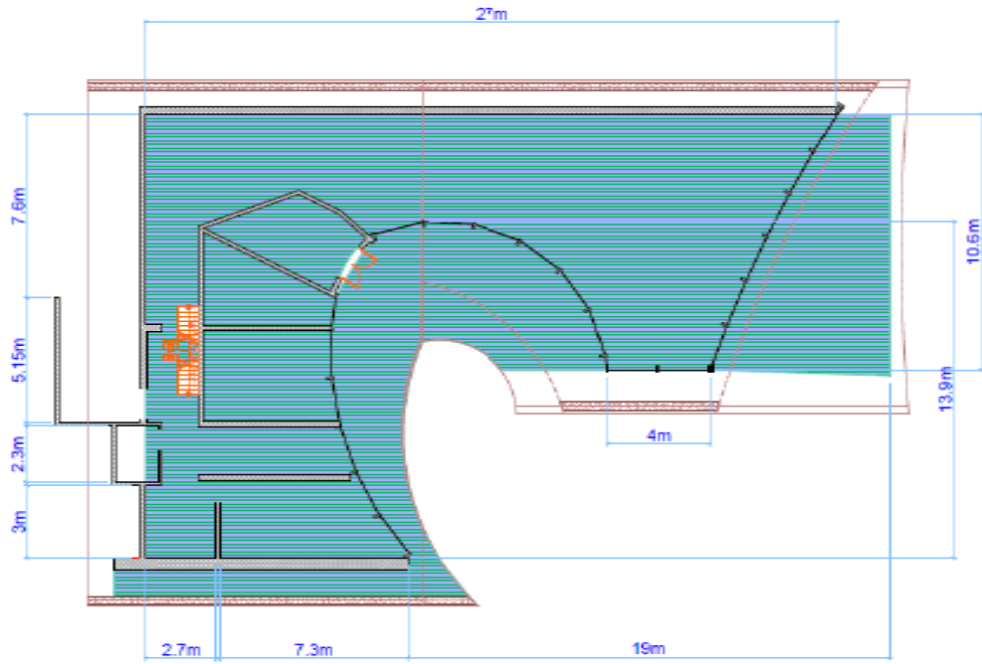
**Internet Kaynaklar :**

- URL. (1). <http://www.ikeafoundation.org> adresinden alındı  
URL. (2). <http://www.abeerseikaly.com> adresinden alındı  
URL. (3). <http://www.inhabitat.com> adresinden alındı  
URL. (4). <http://www.yhbm.com> adresinden alındı  
URL. (5). <http://www.pinterest.com> adresinden alındı  
URL. (6). <http://www.natoassociation.ca> adresinden alındı  
URL. (7). <http://www.unrefugees.org.au> adresinden alındı  
URL. (8). [news.bbc.co.uk](http://news.bbc.co.uk): [http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle\\_east/8239374.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle_east/8239374.stm) adresinden alındı  
URL. (9). <http://www.gazettenet.com> adresinden alındı  
URL. (10). <http://www.unicef.sk> adresinden alındı  
URL. (11). <http://www.flickr.com> adresinden alındı  
URL. (12). <http://www.pri.org> adresinden alındı  
URL. (13). <http://www.aksalser.com> adresinden alındı  
URL. (14). <http://www.lernpunktlehm.de> adresinden alındı  
URL. (15). <http://www.earthbagbuilding.com> adresinden alındı  
URL. (16). <http://blog.goo.ne.jp> adresinden alındı  
URL. (17). <http://www.archiexpo.com> adresinden alındı  
URL. (18). <http://www.createacabin.co.uk> adresinden alındı  
URL. (19). <http://www.gizmag.com> adresinden alındı  
URL. (20). <http://base.belsergroup.com> adresinden alındı  
URL. (21). <http://www.karmod.com> adresinden alındı  
URL. (22). <http://www.solidsmack.com> adresinden alındı  
URL. (23). <http://www.tctmagazine.com> adresinden alındı  
URL. (24). <http://www.wasproject.it> adresinden alındı

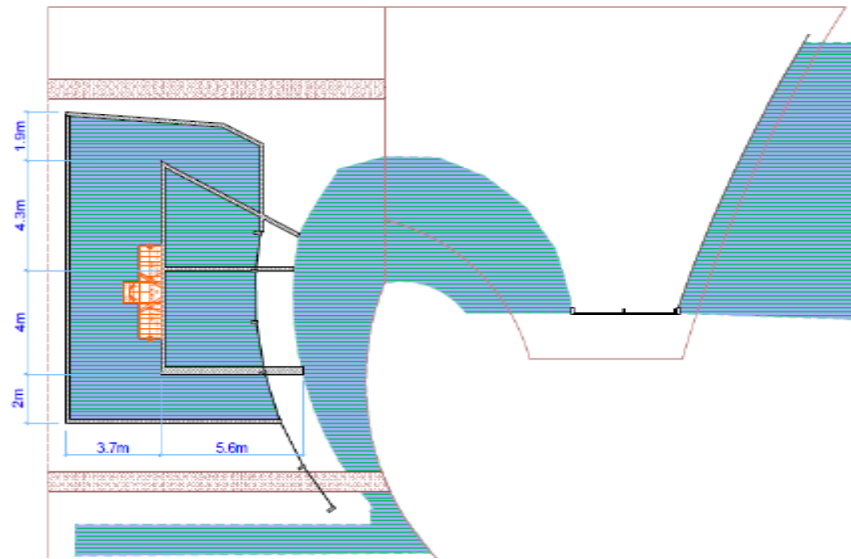


## EKLER

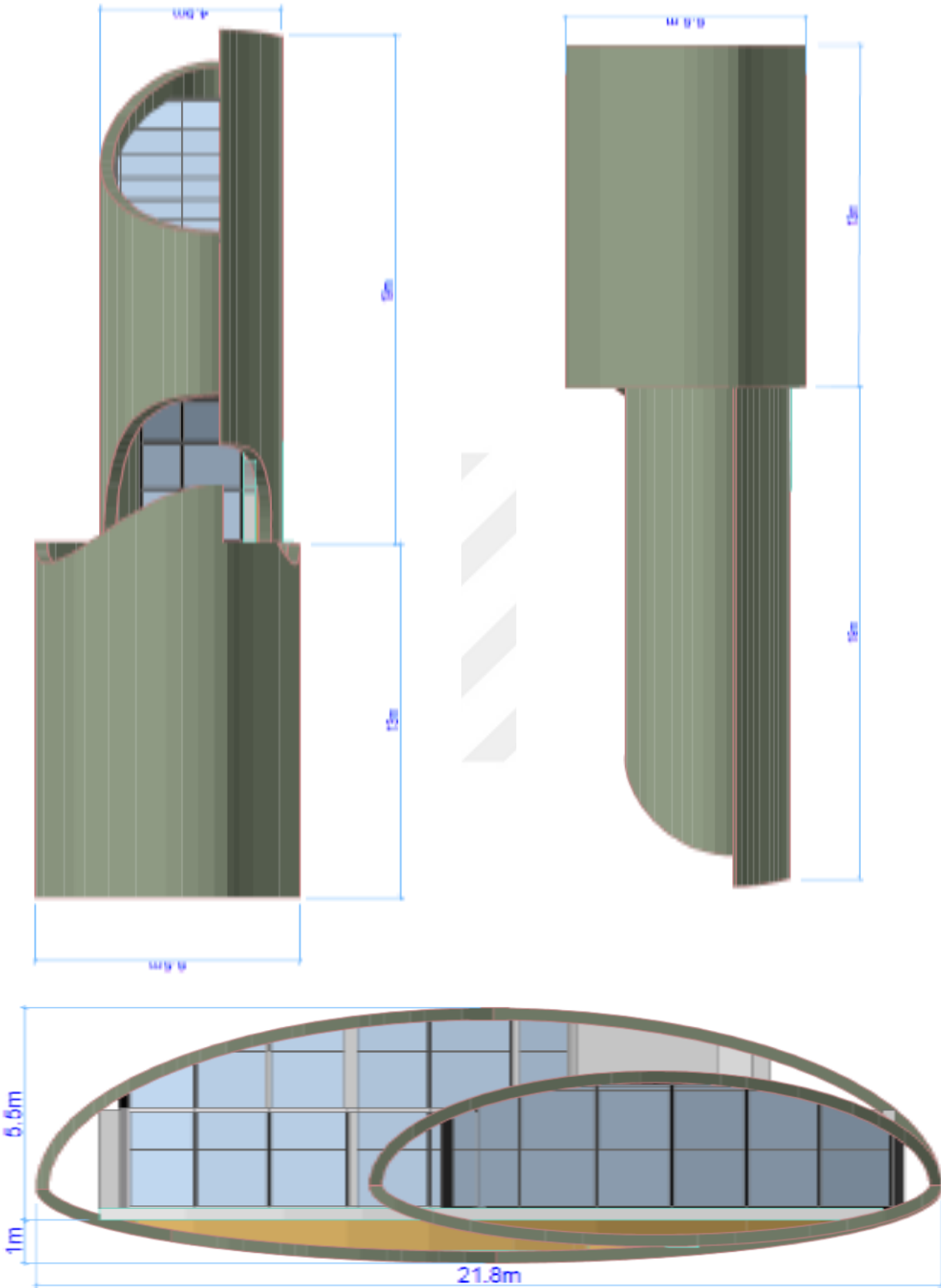
### EK A: Plan – Zemin Kat



### Plan – Birinci Kat



Cepheler:



1. İlgili elemanın AutoCAD 'dan SAP2000 'e aktarılması.
2. Gereken yerlerde beton özellikli malzemenin ve desteklerin kullanılması.
3. Yük uygulanması, en kötü durum senaryolarının oluşturulması ve analiz edilmesi.

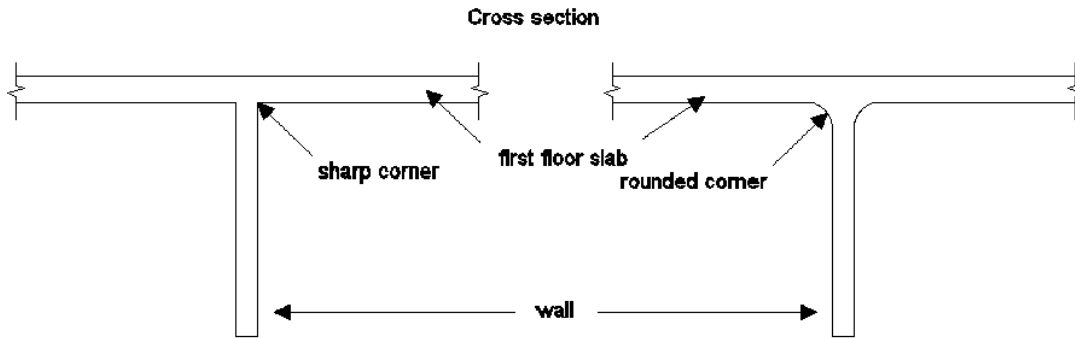


bulundurulmalıdır. Aşağıdaki katı madde gerilim değerleri elde edilmiştir: (Şekil A.6)



Şekil A.6 Beton kabuk çatının kesme gerilimi (teğetsel gerilim) diyagramı (kN/m<sup>2</sup> cinsinden)  
(Dezeen magazine, 2009)

Bu analizin sonucu olarak azami gerilmenin köşelerde meydana geldiği saptanmış ve bu nedenle keskin köşeler yerine kavisli köşeler önerilmiştir. Aşağıda bir örnek verilmiştir.



Şekil A.7 Köşelerde gerilim yükünü azaltmak için çözümler (AutoCAD 'da Yapılmıştır)  
(Dezeen magazine, 2009)

Ayrıca köşeleri yuvarlak yapmak suretiyle gerilimi azaltmak, yapısal elemanında daha güçlü olmasını sağlayacaktır.

## ÖZGEÇMİŞ

Ammar DEKSİ, Mimar

2013 yılında Halep üniversitesinden mezun oldum. 2016 yılında İstanbul Aydın Üniversitesi fen bilimleri enstitüsünde yüksek lisans eğitimi aldım.

Uzmanlığımı Mimarlıkta ve iç mimarlık alanındadır.

3D ve grafik tasarım alanında tecrübe sahibiyim.

Birkaç Mimarlık firmasında çalıştım.

İstanbul'da mimari tasarım ve danışmanlık hizmeti verdim.

