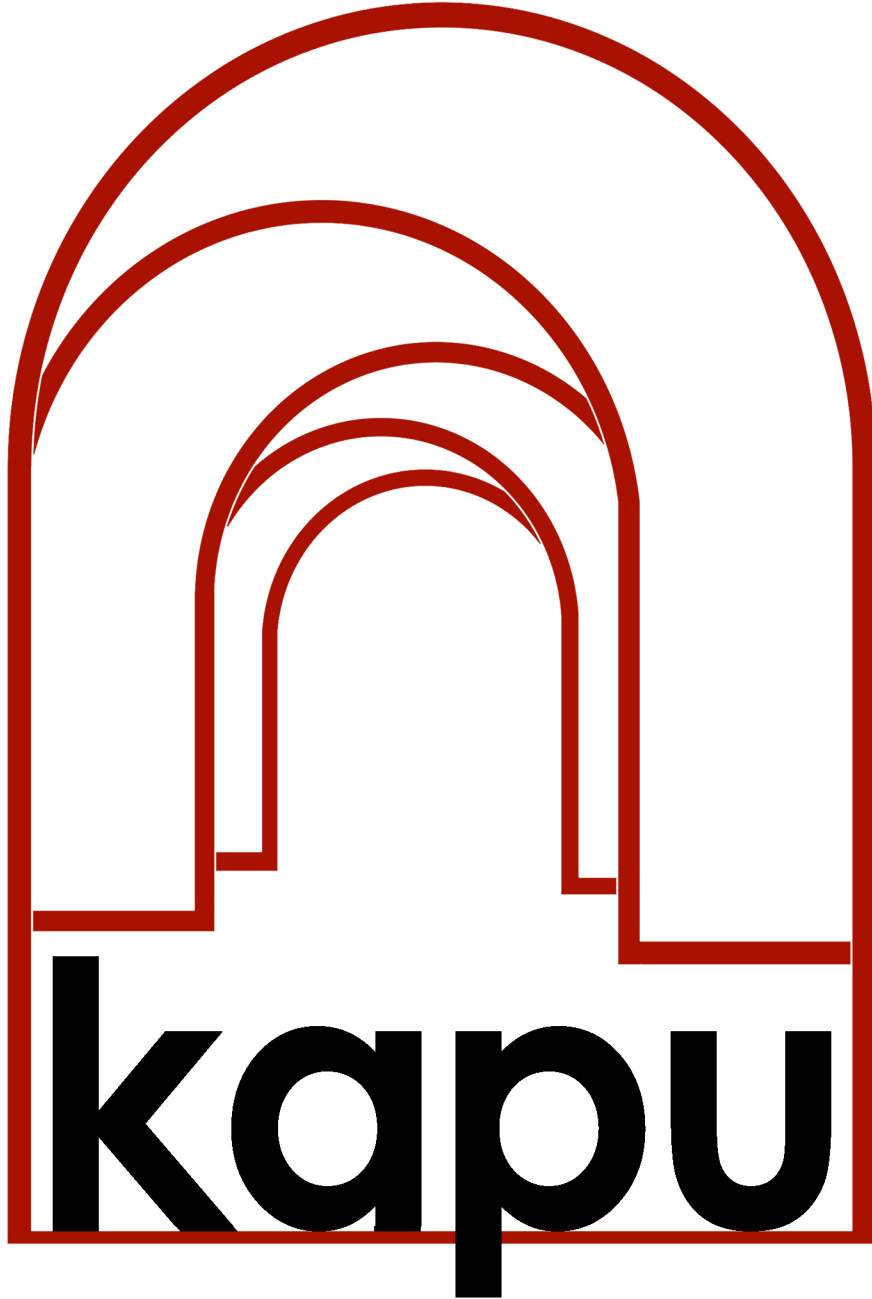




TRAKYA JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

TRAKYA MİMARLIK VE TASARIM DERGİSİ



Volume: 2 - Number: 1 June 2022

Cilt: 2 - Sayı: 1 Haziran 2022

E-ISSN: 2822 -2423

**KAPU**

**Trakya Journal of  
Architecture and Design**

Volume: 2 Number: 1 June 2022

**Trakya Mimarlık ve  
Tasarım Dergisi**

Cilt: 2 Sayı: 1 Haziran 2022

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kapu>

[kapu@trakya.edu.tr](mailto:kapu@trakya.edu.tr)

**YAYIN KURULU / JOURNAL BOARDS**

**Dergi Sahibi / Owner of the Journal**

T.Ü Mimarlık Fakültesi adına Dekan  
Prof. Dr. H. Burcu Özgüven

**Baş Editör / Chief Editör**

Doç. Dr. Esmâ Mihlayanlar

**Yazı İşleri Müdürü / Editorial Manager**

Doç. Dr. R. Duygu Çay

**Yardımcı Editörler / Assistant Editors**

Doç. Dr. Emel Baylan  
Dr. Öğr. Üyesi Arif Mısırlı  
Dr. Öğr. Üyesi Bülent Ayberk

**Alan Editörleri / Section Editors**

Doç. Dr. Semiha Kartal  
Doç. Dr. Emel Baylan  
Doç. Dr. Pınar Kısa Ovalı  
Doç. Dr. Filiz Umaroğulları  
Doç. Dr. H. Faik Kara  
Doç. Dr. R. Duygu Çay  
Doç. Dr. Damla Atik  
Dr. Öğr. Üyesi Esin Benian  
Dr. Öğr. Üyesi Tülay Canitez  
Dr. Öğr. Üyesi Selin Arabulan  
Dr. Öğr. Üyesi İnci Alkan  
Dr. Öğr. Üyesi Aslı Akyıldız Hatırnaz

**Teknik Yayın Editörleri / Technical Editors**

Öğr. Gör. Dr. Banu Gökmen Erdoğan  
Arş. Gör. Dr. Tuba Hatipler Çibik  
Arş. Gör. Melek Özdamar Seitablaiev

**BİLİMSEL DANIŞMA KURULU / SCIENTIFIC ADVISORY BOARD**

- Prof. Dr. Abdullah Atiyye, Mansouro Üniversitesi, Mısır  
Prof. Dr. Albert Fekete, Szent István Üniversitesi, Macaristan  
Prof. Dr. Alexander Asanowicz, Bialystok University of Technology, Polonya  
Prof. Dr. Anna Grichting, Vermont Üniversitesi, ABD  
Prof. Dr. Aliye Senem Deviren, Mustafa Kemal Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Ayşe Gülçin Küçükaya, Yeditepe Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Ayşe Nilay Evcil, Beykent Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Aysin Sev, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Binumol Tom, Rajiv Gandhi Institute of Technology, Hindistan  
Prof. Dr. Cana Bilsel, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Dicle Oğuz, Ankara Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Evgeni Velez, The State University of Library Studies and Information Technology, Bulgaristan  
Prof. Dr. Fani Vavili, Selanik Aristo Üniversitesi, Yunanistan  
Prof. Dr. Fehim Huskovic, Cyril and Methodius Üniversitesi- Makedonya  
Prof. Dr. Filiz Şenkal Sezer, Uludağ Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Fusun Demirel, Gazi Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Gül Güneş, Selçuk Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. H. Burcu Özgüven, Trakya Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Hülya Kuş, İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Hülya Turgut, Özyeğin Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. İlder Büyükdıran, Maltepe Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Kağan Günçe, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC  
Prof. Dr. Khaled Tadmori, Lebanese Üniversitesi, Lebanon  
Prof. Dr. Marcello Scalzo, Floransa Üniversitesi, İtalya  
Prof. Dr. Mine Tanaç Zeren, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Nevrihal Erdoğan, Kocaeli Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Nilgün Görür Tamer, Gazi Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Özgür Mehmet Ediz, Uludağ Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Polyxeni Mantzou, Democritus Üniversitesi, Yunanistan  
Prof. Dr. Sabit Oymael, Arel Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Seden Acun Özgünler, İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Sennur Akansel, Trakya Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Türkan Göksal Özbalta, Ege Üniversitesi, Türkiye  
Prof. Dr. Tülay Cengiz Taşlı, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Türkiye  
Emer. Prof. Nikolas Lianos, Democritus Üniversitesi, Yunanistan  
Emer. Prof. Kyriaki Tsoukala, Selanik Aristo Üniversitesi, Yunanistan  
Doç. Dr. Ayşe Sirel, İstanbul Aydın Üniversitesi, Türkiye  
Doç. Dr. Cristian Blidariu, Politehnica University of Timisoara, Romanya  
Doç. Dr. Deniz Dokgöz, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye  
Doç. Dr. Elena Dimitrova, University of Architecture Civil Engineering and Geodesy, Bulgaristan  
Doç. Dr. Fatma Gül Öztürk Büke, Çankaya Üniversitesi  
Doç. Dr. Hasan Fırat Diker, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Türkiye  
Doç. Dr. Hatice Umut Tuğlu Karşlı, İstanbul Üniversitesi, Türkiye  
Doç. Dr. İlkey Koman, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Türkiye  
Doç. Dr. Manolya Kavakli, Macquarie Üniversitesi, Avustralya  
Doç. Dr. M. Zühre Yıldırım, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye  
Doç. Dr. Yusuf Yıldız, Balıkesir Üniversitesi, Türkiye  
Dr. Bekim Çeko, University of Business and Technology/UBT, Kosova  
Dr. Diana Belci, Politehnica University of Timisoara, Romanya  
Dr. Alice Tavares Costa, Averio Üniversitesi, Portekiz



**Dizgi / Design**

Doç. Dr. R. Duygu ay

Öğr. Gör. Dr. Banu Gökmen Erdoğan

Arş. Gör. Dr. Tuba Hatipler ibik

Arş. Gör. Melek Özdamar Seitablaiev

**Kapak Tasarım / Cover Design**

Dr. Öğr. Üyesi Arif Mısırlı

**İletişim Bilgisi / Contact Information**

*Adres:* Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Makedonya Yerleşkesi 22100 Edirne / TÜRKİYE

*Web site:* <http://kapu.trakya.edu.tr>

*E-mail :* [kapu@trakya.edu.tr](mailto:kapu@trakya.edu.tr)

*Tel:* +90(284) 225 69 92

**EDİTÖRDEN**

Değerli okuyucularımız,

KAPU/Trakya Mimarlık ve Tasarım Dergimizin ilk sayısının ardından e-ISSN numarasını alarak DergiPark sistemi üzerinden makale kabul ve değerlendirme sürecini yürüttüğümüz 2. sayımızı yayınlamanın sevincini yaşıyoruz. Yeni kurulmuş bir dergi olarak bu süreçte bize gösterdiğiniz ilgi için çok teşekkür ederiz. Dergimizin gelişimini sağlayacak güncellemelerle çalışmalarımıza devam ediyoruz. 2. sayımızda ilk indeksimizi aldık. Uluslararası hakemli bir dergi olarak yılda iki kez yayınlanan dergimizin 3. sayısında indeks ve makale sayısının artarak devam edeceği bilimsel çalışmaları sizlerle paylaşmayı hedefliyoruz. Yeni bilimsel çalışmaları paylaşmak ve açık erişimle okuyuculara duyurmak, atıf alarak, veri tabanları tarafından tanınan bir akademik dergi olmak en büyük arzumuzdur.

Makale sürecimizdeki değerli katkıları için tüm hakemlerimize, editörlerimize, danışma ve yayın kurulumuza çok teşekkür ederim.

Yayın Kurulu Adına

Doç. Dr. Esma MIHLAYANLAR

**FROM THE EDITOR**

Dear readers,

After the first issue of KAPU/Trakya Architecture and Design Magazine, we are happy to publish our 2nd issue, in which we carry out the article acceptance and evaluation process through the DergiPark system by obtaining the e-ISSN number. Thank you very much for your interest in this process as a newly established journal. We continue our work with updates that will enable the development of our magazine. We got our first index in our 2nd issue. As an international refereed journal, we aim to share with you the scientific studies that will increase the number of indexes and articles in the 3rd issue of our journal, which is published twice a year. It is our greatest desire to share new scientific studies and announce them to readers through open access, and to become an academic journal recognized by databases by citation.

I would like to thank all our referees, editors, advisory, and the editorial board for their valuable contributions to our manuscript process.

On behalf of the Editorial Board  
Assoc. Dr. Esmâ MIHLAYANLAR

**İÇİNDEKİLER / CONTENTS****KAÇIŞ YOLLARINDA KULLANILAN MALZEMELERİN YANGIN DAYANIMININ İNCELENMESİ****Investigation of Fire Resistance of Materials Used in Escape Routes**

Dilara DİNDAR

1-19

**ENDÜSTRİYEL AHŞAP MALZEMENİN YAPIDA KULLANIMI: CAMBRIDGE MERKEZ CAMİİ****The Use of Industrial Wood Material in Construction: Cambridge Central Mosque**

Büşra COŞKUN, Seyhan YARDIMLI

20-34

**GÖLCÜK KENT MÜZESİ TASARIMI****Gölcük City Museum Design**

Neşe ÇAKICI ALP, Dilan ÖNER, DEMİRCAN

35-54

**COVID-19 PANDEMİSİ BAĞLAMINDA ACİL DURUM PNÖMATİK (ŞİŞME) SİSTEM ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ****Examination and Evaluation of Emergency Pneumatic (Inflatable) System Samples in the Context of the Covid-19 Pandemic**

Yasemin BAL, Filiz ŞENKAL SEZER

55-74



**Derleme Makalesi**

**KAÇIŞ YOLLARINDA KULLANILAN MALZEMELERİN YANGIN DAYANIMININ İNCELENMESİ**

Dilara DİNDAR <sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye.

**ÖZET**

Geçmişten günümüze kadar yaşadığımız çevreler birçok yangın ile karşı karşıya kalmıştır. Bu yangınların birçoğunun sonucunda ise hem maddi hem manevi çok büyük tahribatlar oluşmuştur. Yaşanan yangın olaylarından ve oluşan büyük kayıplardan sonra yapılarda yangına karşı çeşitli önlemlerin alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda yapılarda, yalnızca yangının oluşumunun önlenmesi değil aynı zamanda başlayan bir yangının söndürülebilmesi için de birtakım çalışmaların yapılması gerekmektedir. Alınan bu önlemlerden bir tanesi ve aynı zamanda bu çalışmanın konusunu oluşturan kısım, yangın anında yapıdan çıkışların güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için yatayda ve düşeyde oluşturulan kaçış yollarıdır. Yapılarda yangın güvenliği kapsamında kabul edilen bir diğer önlem ise tercih edilen malzemelerdir. Bu çalışmada mevcut kaynaklar araştırılarak literatür taraması yapılmıştır. Çalışmada, yangın esnasında güvenli bir şekilde yapıdan tahliyenin sağlanabilmesi için tasarlanan kaçış yollarında tercih edilen malzemelerin yangına karşı dayanımları ve sınıflarının incelenmesi amaçlanmıştır. Yapılarda ve özellikle kaçış yollarında tercih edilen malzemelerin ne ölçüde yangına dayanıklı oldukları ve yangından iyi bir koruma sağlanabilmesi için hangi malzemelerin tercihinin daha uygun olacağı konusu araştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yangın, Kaçış Yolu, Yapı Malzemesi.

**INVESTIGATION OF FIRE RESISTANCE OF MATERIALS USED IN ESCAPE ROUTES**

**ABSTRACT**

The environments we have lived in from the past to the present have faced many fires. As a result of many of these fires, both material and moral damages have occurred. After the fire events and the big losses, the necessity of taking various precautions against fire in the buildings has emerged. In this direction, it is necessary to carry out some work in buildings, not only to prevent the occurrence of fire, also to extinguish a fire that has started. One of these measures and also the subject of this study, is the horizontal and vertical escape routes created in order to safely exit the building in the event of a fire. Another measure accepted within the scope of fire safety in buildings is the preferred materials. In this study, a literature review was conducted by searching available sources. In this study, it is aimed to examine the fire resistance and classes of the materials preferred in the escape routes designed to provide a safe evacuation from the building during a fire. It has been investigated to what extent the materials preferred in buildings and especially in escape routes are resistant to fire and which materials would be more appropriate to provide good protection from fire.

**Keywords:** Fire, Escape Route, Building Materials.

**Sorumlu Yazar:** Dilara Dindar

**Makale Geliş Tarihi:** 14.04.2022

**Makale Kabul Tarihi:** 31.05.2022

**Makale Künye Bilgisi:** Dindar,D., (2022). Kaçış Yollarında Kullanılan Malzemelerin Yangın Dayanımının İncelenmesi. *Trakya Journal of Architecture and Design*, 2(1), 1-19

## 1. GİRİŞ

Binalarda çeşitli nedenlerle ortaya çıkabilen yangınlar, yapılarda hasara ve insanlar üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Can ve mal güvenliği bakımından, kapalı mekânlarda meydana gelen yangınlar büyük riskler taşımaktadır. Yapılarda oluşan yangınlarda, can güvenliğinin sağlanması ve taşıyıcı sistemin korunumu en önemli konulardandır. Yangın olayından önce ve yangın esnasında gerekli önlemlerin alınmaması durumunda telafisi mümkün olmayan zararlar meydana gelebilmektedir. Bu sebeple yapılarda bazı önlemler alınmalıdır (Bodur, 2019; Yaman ve Demirel, 2020).

Yangın önlemleri kapsamında karşımıza aktif ve pasif olmak üzere iki sistem çıkmaktadır. Bu iki sistemin de projenin tasarım aşamasında düşünülmesi, yangınların önlenmesi ve zararın en az seviyede olabilmesi açısından oldukça önemlidir (Arpacıoğlu, 2016; Akçaözoğlu ve Akçaözoğlu, 2018).

Yalnızca yangın esnasında devreye giren ve tahliyeyi kolaylaştırmaya yardımcı aktif sistemler, yapının inşa aşamasında olabildiği gibi yapının inşası bittikten sonra da uygulanabilmektedir. Bu sistemler yangının yayılmasının engellenmesine yardımcı olmakta ve yangının söndürülmesini hedeflemektedir. Yangın algılama sistemleri, uyarı sistemleri, duman ve yangın kontrol sistemleri, söndürme sistemleri, basınçlama ve havalandırma sistemleri aktif sistemler kapsamında ele alınmaktadır (Arpacıoğlu, 2016; Akçaözoğlu ve Akçaözoğlu, 2018).

Mimari proje aşamasındayken tasarlanan pasif sistemler, yapıda kalıcı işleve sahiptirler. Pasif sistemler sayesinde yangın esnasında açığa çıkan duman ve gaz yapıdan uzaklaştırılmakta, yangın dayanımı olan malzemeler tercih edilmekte, taşıyıcı elemanların yangın karşısında dayanımı sağlanmakta ve bu çalışmanın içeriğini oluşturan kaçış yolları tasarlanmaktadır (Akçaözoğlu ve Akçaözoğlu, 2018).

Kaçış yolları, yapılarda yangın anında yapılması gereken en önemli şeylerden biri olan insanların binadan güvenli ve hızlı bir şekilde tahliyesini sağlamak amacıyla tasarlanan alanlardır. Bu sebeple yapılarda yangın güvenliği için oluşturulan önlemler, kaçışları kolaylaştırıcı nitelikte olmalıdır. Kaçış yolları, 2007'de Resmi Gazete'de yayımlanan Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik (B. Y. K. H.) Madde 31'de, *bir yapının herhangi bir noktasından yer seviyesindeki caddeye kadar olan devamlı ve engellenmemiş yolun tamamı* olarak tanımlanmıştır. Kaçış yolları bu tanımdan da yola çıkarak, yatay ve düşeyde oluşturulmuş alanlar olarak da düşünülmektedir. Ancak düşeyde hareketi sağlayan asansörler, B. Y. K. H.'e göre bir kaçış yolu olarak kabul edilmemektedir (B. Y. K. H., 2007; Kaya, 2019). Ayrıca yapıdan kullanıcılarının tahliyesini sağlayan kaçış yollarının direkt caddelere veya insanların toplanabileceği güvenli alanlara çıkışı sağlanmalıdır (Demirel ve Konur, 2006).

Kaçış yolları, yapının kullanıcı yükü dikkate alınarak yeterli sayıda oluşturulmalıdır. Kaçış yollarının, yangına karşı korunmuş alanlar olması gerekmektedir (Kaya, 2019). Aynı zamanda yapı içerisinde yangının ilerlemesine merdiven boşlukları, koridorlar, havalandırma, çatı ve tesisat boşlukları sebep olmaktadır (Demirel ve Konur, 2006). Bu sebeple bu alanlarda da çeşitli güvenlik önlemlerinin alınması gerekmektedir.

Yapılarda normal, rahat ve acil durum akış koşulları olmak üzere 3 çeşit akış yoğunluğu belirlenmiştir. Acil durum akışı olarak kabul edilen kaçış yollarında, yapı kullanıcı yüküne bağlı olarak akış yoğunluğunun belirlenmesi ve buna göre bir tasarım yapılması gerekmektedir (Kendik, 1986).

Kaçış yolları, yapının kullanıcı profiline ve kapasitesine göre güvenli ve doğru bir şekilde planlanmalıdır. Yangın anında, en kısa ve güvenli şekilde kaçış yoluna ve oradan da çıkışlara ulaşım sağlanarak kaçış planı oluşturulmalıdır. Yangın esnasında kullanıcıların yapıdan tahliyesi sağlanana kadar yapının taşıyıcılığının sağlanması ve yapı bütünlüğünün korunması gerekmektedir. Tüm kullanıcıların tahliyesi sağlanmadan binanın yapısında bozulmalar gerçekleşmesi durumunda can ve mal kaybı gerçekleşme oranında artış gözlemlenmektedir (Gönüllüoğlu, 2008; Şimşek, 2014; Bilge, 2019).

Kaçış yollarında bulunan merdivenler, yangın merdiveni ya da tahliye merdiveni olarak isimlendirilmektedir. Kaçış anında kayma, takılma, düşme gibi olayların oluşmaması için merdivenlerin basamakları uygun bir malzeme ile kaplanmalıdır. Basamak genişliği ve riht ölçüleri her basamakta aynı olmalıdır. Yangın merdiveni bulunan alanlarda duvarlar en az 120 dakika, kapılar ise en az 90 dakika yangına karşı dayanım göstermelidir (Kaya, 2019).

Kaçış yollarına açılan kapıların yangına karşı dayanımlı ve duman geçirmez özellikte olması gerekmektedir. Yangın kapılarının genişliği en az 80 cm ve yüksekliği en az 200 cm olmalıdır. Yangın kapısı tek kanatlı ise genişliği en fazla 120 cm olmalıdır. Yangın anında kaçışın engellenmemesi için yangın kapılarının eşiğinin bulunmaması ve el ile itilerek kolaylıkla açılıyor olması gerekmektedir. Turnike ve dönel kapılar, yangın kapıları kapsamında sayılmamaktadır (Kaya, 2019).

Yukarıda bahsedilen kriterler, insanların yangına karşı güvenliklerinin sağlanabilmesi, oluşabilecek ve oluşan yangınlardan kaçınmak amacıyla düzenlenmektedir. Bu önlemlerin alınabilmesi için gerekli düzenlemeler mevzuatlar aracılığıyla yapılmaktadır (Demirel ve Konur, 2006). Bu hususta yangından tahliye için planlamalar yapılırken yönetmelikler kapsamında eksikliklerin, tam belirtilmeyen durumların olması durumunda ise Türk ve Avrupa standartları ve uluslararası geçerliliği olan standartlar dikkate alınabilmektedir (Oymakapu ve Parlak Biçer, 2021).

Yapılarda oluşturulan kaçış yollarında, yukarıda bahsedilen kriterlerin sağlanması gerekmektedir. Bu kriterlere ek olarak kaçış yollarında kullanılan malzemelerin yangın anındaki davranışı da önemli bir kriterdir. Bu nedenle bir yapıda kaçış yolu tasarlanırken malzeme tercihine dikkat edilmesi gerekmektedir.

Yapı malzemeleri, yangına karşı gösterdikleri davranışlara göre farklı yönetmeliklerde farklı şekillerde sınıflandırılmışlardır. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik'te malzemelerin yangıncılık sınıfları; A1 hiç yanmaz, A2 zor yanıcı, B1 zor alevlenici, B2 normal alevlenici ve B3 kolay alevlenici olarak sınıflandırılmıştır. TS EN 13501-1'de ise yapı malzemeleri A1, A2, B, C, D, E ve F olacak şekilde yangıncılık sınıflarına göre ayrılmıştır (Çizelge 1; Çizelge 2).

Çizelge 1. Ek-2/A TS EN 13501-1'e göre yapı malzemeleri için (döşeme malzemeleri hariç) yangıncılık sınıfları (B. Y. K. H. Ekleri, 2007)

Yangıncılık Sınıfı	Tanımı	Söz konusu sınıfta belirlenmiş yapı malzemeleri
A1	A1 sınıfı malzemeler, tam gelişmiş yangını da kapsayan yanmanın herhangi bir kademesinde yanmaya katkıda bulunmazlar. Bu sebeple, otomatik olarak bu malzemelerin daha aşağı sınıflar için belirlenen bütün özellikleri yeterince sağladığı kabul edilir.	Bkz. EK-2.c
A2	TS EN 13823'e göre B sınıfı için belirlenen kriterleri sağlar. İlave olarak, tam gelişmiş yangın şartı altında bu malzemeler yangın yükü ve yangın gelişmesine önemli ölçüde katkıda bulunmamalıdır.	
B	C sınıfı için belirlenen kriterlere ilave olarak daha ağır şartları sağlar.	
C	D sınıfı için belirlenen kriterlere ilave olarak daha ağır şartları sağlar. Ayrıca tek alev başlıkla yapılan termal atak karşısında yanıl alev yayılması sınırlı bir oranda kalmalıdır.	
D	E Sınıfı kriterlerini sağlayan ve önemli ölçüde alev yayılması olmayan küçük bir alev atağı karşısında uzun bir süre direnç gösteren malzemeler. İlave olarak, yeterince tutulmuş ve sınırlı ısı açığa çıkaran tek yanan cisimle yapılan ısı atak şartlarına dayanıklı olmalıdır.	

E	Önemli ölçüde alev yayılması olmayan küçük bir alev atağı karşısında kısa bir süre direnç gösteren malzemeler.
F	Yangın performansı tayin edilmemiş ve A1, A2, B, C, D, E sınıflarından biri olarak sınıflandırılmayan malzemeler.
<b>Duman Oluşumu İçin İlave Sınıflandırmalar</b>	
s3	Duman üretimi açısından herhangi sınırlama olmayan
s2	Duman üretiminin artış hızı yanında toplam duman üretimi de sınırlandırılmış olan
s1	s2'den daha ağır kriterleri sağlayan
<b>Yanma Damlları/Tanecikleri İçin İlave Sınıflandırmalar</b>	
d2	Sınırlama yok
d1	Belirlenen bir süreden daha uzun sürede yanma damlları/tanecikleri olmamalı
d0	Yanma damlları/tanecikleri oluşmamalı

Çizelge 2. Ek-2/B TS EN 13501-1'e göre döşeme malzemeleri için yanıcılık sınıfları (B. Y. K. H. Ekleri, 2007)

Yanıcılık Sınıfı	Tanımı
A1 <sub>n</sub>	A1 sınıfı malzemeler, tam gelişmiş yangını da kapsayan yanmanın herhangi bir kademesinde yanmaya katkıda bulunmaz. Bu sebeple, otomatik olarak bu malzemelerin daha aşağı sınıflar için belirlenen bütün özellikleri yeterince sağladığı kabul edilir.
A2 <sub>n</sub>	Isı akısı ile ilgili olarak sınıf B <sub>n</sub> için belirlenen özellikler için yeterlidir. İlave olarak, tam gelişmiş bir yangın şartı altında, bu malzemeler yangın yükü ve yangın gelişmesine önemli ölçüde katkıda bulunmamalıdır.
B <sub>n</sub>	Sınıf C <sub>n</sub> olarak, fakat daha ağır şartlar.
C <sub>n</sub>	Sınıf D <sub>n</sub> olarak, fakat daha ağır şartlar.
D <sub>n</sub>	Sınıf E <sub>n</sub> için yeterli ve ilave olarak bir ısı akısı atağına belirli bir süre dayanıklı olan malzemeler.
E <sub>n</sub>	Küçük bir alev dayanıklı olan malzemeler.
F <sub>n</sub>	Yangın performansı tayin edilmemiş ve A1 <sub>n</sub> , A2 <sub>n</sub> , B <sub>n</sub> , C <sub>n</sub> , D <sub>n</sub> , E <sub>n</sub> sınıflarından biri olarak sınıflandırılmayan malzemeler.
<b>Duman oluşumu için ilave sınıflandırmalar</b>	
s2	Sınırlama yok.
s1	Toplam duman oluşumu sınırlandırılmış.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Yapıların çeşitli alanlarında, yapı malzemelerinde aranan özellikler çeşitlilik gösterebilmektedir. Bunlardan biri de yapılarda yangından güvenli tahliyenin sağlanabilmesi için tasarlanan kaçış yollarıdır. Kaçış yollarında kullanılan malzemelerin bir yangın ile karşı karşıya kalması durumunda sergileyeceği davranış o malzemenin seçiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada kaçış yollarında kullanılan malzemeler incelenmiştir.

Yapılarda oluşturulan kaçış yollarında kullanılan malzemelerin incelenmesi ve değerlendirilmesi mevcut kaynakların taranması ve incelenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Mevcut kaynaklar ilk olarak çeşitli veri tabanlarında "kaçış yolu", "yangın", "malzeme", "döşeme", "asma tavan" ve "duvar" anahtar kelimeleri ile taratılmıştır. Ardından bu anahtar kelimeler ikiye bölünecek şekilde gruplanarak birbirleriyle olan ilişkileri araştırılmıştır (Örnek; "yangın" AND "malzeme"). Çalışma yazılı kaynaklar aracılığıyla, önceki araştırmaları toplamanın ve sentezlemenin sistematik bir yolu olan literatür taraması yapılarak oluşturulmuştur. Literatür taraması aşamasında günümüze kadar yapılmış olan çalışmalar arasından yoğunluklu olarak makalelerden ve tezlerden



yararlanılmıştır. Bunlara ek olarak yürürlükte olan yönetmelikler de kaynak olarak ele alınmıştır. Yapılan literatür taraması sonucunda kaçış yollarında tercih edilen malzemelerin yangın bakımından değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Kaçış yollarında tercih edilen ve bu makalede incelenen malzemeler kaçış yollarındaki kullanım yerlerine göre ana başlıklar altında toplanarak sınıflandırılmıştır.

Kaçış yollarında kullanılan malzemelerin yangın anındaki davranışları ve bu alanlarda aranan özellikleri karşılayıp karşılamadığının değerlendirilmesi çalışmanın amacını ve tartışma konusunu oluşturmaktadır.

Çalışmada, kaçış yollarında tercih edilen malzemelerin bu alanlarda kullanıma uygunluğunun önemi ortaya konmaya çalışılmaktadır. Aynı zamanda bu malzemelerin bu alanlarda kullanımında belirli özelliklere sahip olması gerekliliğine de dikkat çekmek istenmektedir.

### 3. BULGULAR

Kaçış yolları için malzeme seçimi, kaçış yolu tasarımında önemli bir yere sahiptir. Tercih edilen malzemelerin yangın karşısındaki davranışlarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Olası bir yangın karşısında malzemelerin kolay yanmaması, yangına katkı sağlamaması, zehirli gaz açığa çıkarmaması ve kayganlaştırıcı bir zemin oluşturmaması bu malzemelerde aranan başlıca özelliklerdendir.

Çalışmanın bu bölümünde kaçış yollarında kullanılan malzemeler kullanım yerlerine göre; asma tavan, döşeme ve duvar malzemeleri olarak ana başlıklar altında gruplandırılmıştır. Bu ana başlıklar altında ise kaçış yollarında tercih edilebilen malzemeler ve bu malzemelerin yangın karşısındaki davranışları incelenmiştir.

#### 3.1. Asma Tavan Malzemeleri

Çalışmanın bu kısmında, döşemenin altından geçen tesisatları ve kabloları gizlemek amacıyla yapılan asma tavan malzemeleri incelenmiştir. Asma tavanlar, akustik kontrol ve yangına karşı davranışları bakımından olumlu bir etkiye sahiptir. Bu özelliklerinin yanında asma tavanların ısı yalıtımı ve neme karşı dayanımları da iyidir. Tesisatlarda herhangi bir sorun olması durumunda sökülebilirliği, hijyen koşulları asma tavanlar tarafından karşılanmaktadır. Çeşitli kaplama malzemeleri ile uygulamaları yapılmaktadır (Güler, 2019).

Asma tavan ile döşeme arasında bulunan boşluk, yangının yapı içerisinde kolaylıkla diğer mekânlara geçişini sağlamaktadır. Bu boşluklar alevleri geçirmese bile dumanın mekanlarda yayılmasına sebep olabilmektedir. Bu doğrultuda asma tavan uygulamalarında gerekli önlemler alınmalıdır. Yanıcı malzemeler asma tavanlarda kesinlikle tercih edilmemelidir. Ayrıca asma tavanların yapıda kullanımında; ayrık nizamda bulunan müstakil konutlar haricinde B2 ve B3 sınıfı malzemelerin kullanımı yasaklanmıştır.

Asma tavan çeşitlerinden biri olan alçı asma tavanlar (Şekil 1; Şekil 2), A1 hiç yanmaz sınıfında yer almaktadır. Alçı, anorganik olduğu için yanıcı bir malzeme değildir. Yangın anında, hiçbir aşamada yanma olayına katkı sağlamamaktadır (Çizelge 3). Alçının içerisine yangın dayanımının artırılması amacıyla agrega katılabilmektedir. Perlit bunlardan biridir ve katılmasıyla alçıya hafiflik sağlamaktadır. Alçının yangın direncini arttırmakta ve ısı iletkenliğini azaltmaktadır. Vermikülit ve camyünü de alçının içerisinde, yangın korunumunu arttırmak amacıyla tercih edilen malzemelerdir (Güler, 2019).

Alçı malzemenin yapısında bulunan su, belirli bir sıcaklığa ulaştıktan sonra açığa çıkmaya başlamaktadır. Yangın anında alçı malzeme, ısı enerjisinin yoğunluğunu yapısındaki su ve nemi ayırtmak için harcamaktadır. Bu sayede alçı yüzeyinde oluşacak olan sıcaklık artışı yavaşlatılmaktadır. Isının daha da artmasıyla beraber, su damlacıklar şeklinde malzemenin yüzeyine çıkarak bir nevi koruyucu bir tabaka oluşturmaktadır. Alçı malzemenin yangın karşısında gösterdiği bu tepki pasif yangın yalıtımı olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 1 ve Şekil 2. Alçıpan asma tavan (URL 1; URL 2)

Çizelge 3. Alçı panel levha malzemelerin yangına tepki performans sınıfları (Tebliğ, 2013)

Alçı panel levha	Nominal panel kalınlığı (mm)	Alçı Tabaka		Kâğıt gramajı (g/m <sup>2</sup> )	Alt bileşen (Alt yüzey)	Sınıf (Döşeme Malzemeleri Dışında)
		Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	Yangına tepki sınıfı			
TS EN 520'ye uygun (delikli panel levhalar hariç)	≥ 6,5 < 9,5	≥ 800	A1	≤ 220	≥ 400 kg/m <sup>3</sup> yoğunluklu ahşap esaslı herhangi ürün veya en az A2-s1, d0 herhangi bir ürün	A2-s1, d0
				> 220 ≤ 320		B-s1,d0
	≥ 9,5	≥ 600		≤ 220	≥ 400 kg/m <sup>3</sup> yoğunluklu ahşap esaslı herhangi ürün veya en az A2-s1, d0 herhangi bir ürün veya 1 no'lu metoda göre montajı yapılmış en az E-d2 sınıfı yalıtım malzemesi	A2-s1, d0
				> 220 ≤ 320		B-s1,d0

Mineral kökenli bir malzeme olan camyünü, asma tavan uygulamalarında tercih edilmektedir (Şekil 3; Şekil 4). Çürümeyen, küf tutmayan, korozyona uğramayan bir malzeme olan camyünü zaman içerisinde bozulma eğilimi göstermemektedir. Neme karşı dayanımı yüksek bir malzemedir. Sıcak ve nem karşısında malzemede herhangi bir boyut değişimi gözlenmemektedir. Ses yalıtımı ve yangın güvenliği de sağlamaktadır. Camyünü malzemelerin yangın sınıfı, A1 hiç yanmaz veya A2 zor yanıcıdır (Güler, 2019).

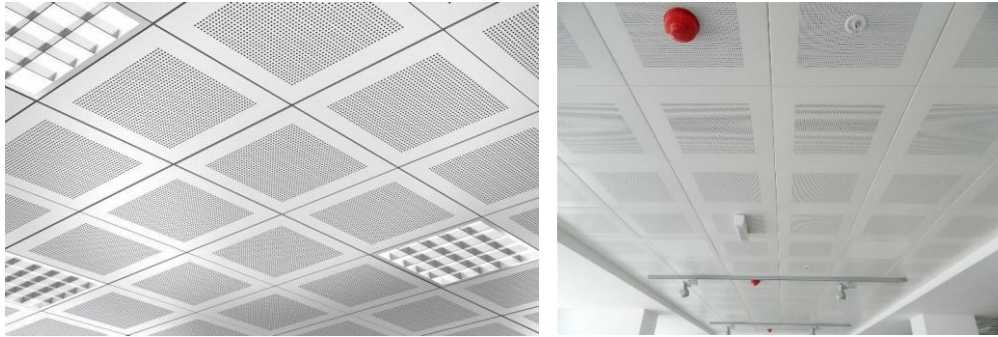
Asma tavanlarda tercih edilen bir diğer mineral bazlı malzeme ise taşıyüdüdür. Doğal ve kullanım ömrü uzun olan bir malzemedir. Sıkıştırılarak veya bağlayıcılar yardımıyla üretilmektedir. Asma tavanlarda kullanımı, levha şeklindedir. Taşıyününün üzerine çeşitli bitiş katmanları uygulanarak kullanılabilir. Taşıyünü, korozyona karşı dirençli bir malzemedir. Taşıyünü nem dayanımı yüksek, lifli bir yapıya sahiptir. Bu nedenle yapısında su tutmaz, su itici bir malzemedir. Taşıyünü, camyünü gibi açık gözenekli bir malzemedir. Bu nedenle ses enerjisi, malzeme içerisinde sürtünmeyle ısı enerjisiye dönüşmektedir. Taşıyünü asma tavanlar, yangın açısından güvenli

malzemeler olmalarının yanında ısı ve ses yalıtımı da sağlamaktadırlar. Taşyünü yangın sınıfı olarak, A sınıfı hiç yanmaz malzemelerin arasında yer almaktadır. Alevler karşısında herhangi bir akma, damlama davranışı göstermemektedir. Bunlara ek olarak, yangın anında duman çıkışı da gözlenmemektedir. Bu olumlu özellikleri nedeniyle, yangın riski bulunan yapılarda tercih edilebilmektedir (Güler, 2019).



Şekil 3 ve Şekil 4. Camyünü asma tavan (URL 3; URL 4)

Metal asma tavanlar (Şekil 5; Şekil 6) yangın sınıfı bakımından, A kategorisinde yer almaktadır. Metaller özelliklerine göre, A1 sınıfı hiç yanmaz veya A2 sınıfı zor yanıcıdır. Bu nedenle, yangın dayanımı istenilen yerlerde tercih edilmektedirler. Ancak metallerin ısı iletkenlikleri yüksektir. Alev oluşturmaları veya her ne kadar zor alevlenseler bile yapı içerisinde ısı artışına katkı sağlamaktadırlar. Çeşitli şekillerde üretilen metal levhaların, ortamda bulunan normal neme karşı bir tepkisi bulunmamaktadır. Ancak ortamda bulunan nem oranının belli bir seviyeyi geçmesi, metal yüzeyinde bazı önlemlerin alınmasını gerektirmektedir (Güler, 2019).



Şekil 5 ve Şekil 6. Metal asma tavan (URL5; URL 6)

### 3.2. Döşeme Malzemeleri

Yapılarda katların yatayda birbirinden ayrımını sağlayan ve taşıyıcı görevi gören elemanlara döşeme denmektedir. Döşemeler yapıyı oluşturan ana elemanlardır. Döşeme kaplamalarından yangın güvenliği bakımından beklenen özellikleri genel olarak; malzemenin alev almaması veya yangının hızını artırmaması, yandığında zehirli gaz ve duman çıkışı yapmaması, kaçış anında kayıp düşmelere ortam oluşturmayacak bir yüzeye sahip olmasıdır. Özellikle yangın önlemi olarak sprinkler gibi suyun kullanıldığı sistemlerde yüzeyin ıslanarak kaygan bir yüzeye dönüşmemesi gerekmektedir.

Yapılarda döşemelerin, en fazla 2 kattan oluşan konutlar haricinde en az 60 dk yangına dayanımlı olması beklenmektedir. Yapıların bodrum kat tavan döşemelerinin, yangına karşı en az 90 dk dayanmaları gerekmektedir. Bir döşemenin yatay yangın bölmesi olarak adlandırılabilmesi için döşemenin herhangi bir yerinde alevlerin katlar arasında geçişini sağlayacak boşluğun bulunmaması ve yangına en az 120 dk dayanım göstermesi gerekmektedir (Kılıç ve Beceren, 1999).

Çalışmanın bu kısmında, döşeme kaplama malzemelerinin yangın dayanımları incelenmiştir. Döşeme kaplama malzemeleri; sert zemin, taş zemin, ahşap zemin, elastik zemin ve yumuşak zemin döşeme malzemeleri olarak beş ana başlık altında detaylandırılmıştır.

### 3.2.1. Sert zemin döşeme malzemeleri

Sert zemin döşeme malzemesi olan seramik, hamur haline getirilen kilin, şekillendirilip kurutulup daha sonrasında yüksek sıcaklıkta pişirilmesiyle elde edilmektedir. Seramik malzemeler, 1000-1400 °C arasında erimekte-dirler. Seramik kaplama malzemeleri (Şekil 7), genellikle yatay yüzeyler üzerinde bitirme malzemesi olarak kullanılmaktadır. Döşeme kaplama malzemesi olarak, sırlanarak ikinci kez pişirme işlemi gerçekleştirilen seramikler tercih edilmemektedir. Çünkü sırlama işlemi yüzeyin kayganlık kazanmasına sebep olmaktadır. Döşeme kaplamalarında malzemenin kaygan olmaması beklenmektedir. Aynı zamanda sırlama işlemi aşınmalara karşı dayanıklı bir malzeme değildir (Coşar, 2002). Seramik malzemeler, A1 sınıfı hiç yanmaz olarak değerlendirilmektedir (Kına, 2006).

Seramik zemin kaplamaları bakteri, alerji yapan maddeler ve koku barındırmamaktadırlar. Seramik zemin malzemesi seçiminde, zeminin kayma direnci dikkat edilecek hususlardan biridir. Kullanımın yoğun olduğu kullanım alanlarında kaymaya karşı direncin ve zeminin alacağı darbelerin düşünülmesi gerekmektedir.

B. Y. K. H.'de seramik kaplama malzemelerin zemine yapıştırılmasında kullanılan yapıştırıcıların yangınlık sınıflarının TS EN 13501-1'e göre belirtildiği tabloya aşağıda yer verilmiştir (Çizelge 4).



Şekil 7. Seramik karo (URL 7)

Çizelge 4. Seramik karo yapıştırıcılarının yangına tepki performans sınıfları (Tebliğ, 2013)

Ürün	Organik İçerik (Kütlece %)	En yüksek tabaka kalınlığı (mm)	Sınıf
TS EN 12004'e uygun çimentolu yapıştırıcılar	< 20	20	E
TS EN 12004'e uygun dispersiyonlu yapıştırıcılar	< 40	5	
TS EN 12004'e uygun reaksiyon reçineli yapıştırıcılar	< 50	5	

### 3.2.2. Taş zemin döşeme malzemeleri

Taş zemin döşeme malzemelerinden olan granit; kuvars, feldspat ve mikadan oluşmaktadır. Farklı renklerde bulunabilen sert bir taştır. Granit, yapılarda levha halinde duvarlarda ve döşeme kaplamalarında tercih edilmektedir (Hasol, 2017).



İçerisinde bulunan kuvars kristallerinin miktarının artması sertliğinin artmasına neden olmaktadır. Bu sebepten dolayı granit işlenmesi zor bir malzemedir. Ayrıca granit, gözenekli bir malzeme değildir. Bu yüzden aşınmaya ve dış şartlara karşı dayanıklıdır. Yangına karşı dayanımı az olan granit, ani ısı değişikliklerine dayanıklı bir malzeme değildir. Çünkü içerisinde bulunan kuvars, feldspat ve mikanin yüksek sıcaklıklar karşısındaki genleşme davranışları farklıdır (Coşar, 2002).

Zemin kaplaması olarak kullanılan granit (Şekil 8); aşınmaya, basınca, darbelere karşı dirençli bir malzemedir. Bunların yanında dayanıklı ve uzun ömürlü olması sebebiyle zemin kaplamalarında tercih edilmektedir. Ancak yangın dayanımı bakımından iyi bir malzeme değildir.



Şekil 8. Granit zemin (URL 8)

### 3.2.3. Ahşap zemin döşeme malzemeleri

Birçok mekânda döşemelerde tercih edilen ve sıklıkla karşılaştığımız ahşap malzeme, kullanıldığı mekânda sıcaklık hissi oluşturmaktadır ve işçiliği kolaydır. Ahşap, sese ve ısıya karşı yalıtkanlık göstermektedir. Ancak çürümeye yatkın bir malzemedir ve bunun engellenmesi için bazı önlemler alınması gerekmektedir.

Ahşap malzeme, kömürleşerek koruyucu bir tabaka oluşturan ve ısı geçirmeyen bir malzemedir. Ahşap, yangın karşısında 30-90 dakika dayanım gösterebilmektedir. Yangın sonrasında ahşabın kontrolden geçirilerek yeniden kullanımı mümkün kılınmaktadır (Güler, 2019).

Ahşap lamine parkeler (Şekil 9), yapılarından dolayı su ve rutubetten en az seviyede etkilenmektedir. Ahşabın üç ayrı kat ve birbirlerine dik olacak şekilde bir araya getirilmesiyle oluşturulmaktadır (Coşar, 2002). Ahşap lamine parkeler üzerinde oluşan darbelere karşı fazla dirençli değildir. Bu yüzden süreç içerisinde parke yüzeyinde çizilmeler oluşabilmektedir.

Lamine plakalar, B. Y. K. H.'de belirtilen sınıflardan, B2 sınıfı normal alevlenici kategorisinde yer almaktadır. Bu malzemelerin yanması durumunda ortama yanıcı duman ve gaz salmaktadırlar (Güler, 2019). Aşağıda ise çeşitli ahşap yer döşemelerinin yangına tepki performans sınıflarının belirtildiği bir tabloya yer verilmiştir (Çizelge 5). Bu tablo, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'ten alınmış olup malzemenin yanıcılık sınıfı TS EN 13501-1'e göre değerlendirilmiştir.



Şekil 9. Lamine parke (URL 9)

Çizelge 5. Ahşap yer döşemelerin yangına tepki performans sınıfları (Tebliğ, 2013)

Malzeme	Ürün Özellikleri	En az ortalama yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	En az kalınlık (mm)	Nihai kullanım koşulları	Döşemeler için sınıf
Ahşap Yer Döşemesi ve Parke	Yüzeyi kaplanmış, meşe veya kayın masif yer döşemesi	Kayın: 680 Meşe: 650	8	Alt yüzeye yapıştırma	C <sub>n</sub> - s1
	Yüzeyi kaplanmış meşe, kayın veya ladin masif yer döşemesi	Kayın: 680 Meşe: 650 Ladin: 450	20	Altı hava boşluklu ya da boşluksuz	
	Yukarıda belirtilenlerin dışında kalan ve yüzeyi kaplanmış masif ahşap yer döşemesi	390	8	Altı hava boşluksuz	D <sub>n</sub> - s1
	20		Altı hava boşluksuz		
Ahşap parke	Üst tabakası en az 5 mm meşe olan ve yüzeyi kaplanmış çok tabakalı parke	650 (üst tabaka)	10	Alt yüzeye yapıştırma	C <sub>n</sub> - s1
			14	Altı hava boşluklu ya da boşluksuz	
	Yukarıda belirtilenlerin dışında kalan ve yüzeyi kaplanmış çok tabakalı parke	500	8	Alt yüzeye yapıştırma	D <sub>n</sub> - s1
10			Altı hava boşluksuz		
14	Altı hava boşluklu ya da boşluksuz				
Ahşap Kaplama Yer Döşemesi	Yüzeyi Kaplanmış Ahşap Kaplama Yer Döşemesi	800	6	Altı hava boşluksuz	D <sub>n</sub> - s1

Ahşap Laminant parkeler (Şekil 10), ortasında mdf bulunan, mdf'nin her iki yüzeyinin ahşap desenli kağıtlarla kaplandığı parkelerdir (Hasol, 2017). Laminant parkeler sağladığı kullanım kolaylığının yanı sıra ısıya dayanıklılığı, hijyenik olması ve ekonomik yönden diğer ahşap parkelere göre uygun olması nedeniyle tercih edilmektedir. Darbe ve çizilmelere karşı lamine parke gibi dirençsiz değildir, güneş ışınlarında az etkilenmektedirler. Bunlardan kaynaklı olarak uzun ömürlü malzemelerdir.

Aşağıda laminant döşeme kaplama malzemesinin yangına tepki performans sınıfı TS EN 13501-1'e göre gösterilmiştir (Çizelge 6).



Şekil 10. Laminant parke (URL 10)

Çizelge 6. Laminant yer kaplama malzemelerinin yangına tepki performans sınıfları (Tebliğ, 2013)

Yer Döşemesi Tipi	Ürün detayı	En az yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	En az toplam kalınlık (mm)	Sınıf (Döşeme malzemeleri)
Laminant Yer Kaplamaları	TS EN 13329:2000'e uygun olarak üretilmiş laminant yer kaplamaları	800	6,5	E <sub>FL</sub>

### 3.2.4. Elastik zemin döşeme malzemeleri

Epoksi zemin kaplama malzemesi (Şekil 11; Şekil 12), uygulaması bittikten sonra su geçirmeyen, suya karşı dayanıklı, bunların yanında bir de birçok asite karşı direnç kazanan bir yapıya sahiptir. Epoksi kaplama genellikle, kullanım yoğunluğu hafif ya da orta olan mekanlarda tercih edilmektedir. Fiyatı biraz yüksek olduğundan bazen tercihlerde arka planda kalmaktadır. Ancak bunun yanında elektrik direnci yüksek bir malzemedir. Epoksi, sıcaklığa 120 °C ye kadar direnç gösterebilmektedir (Coşar, 2002).



Şekil 11 ve Şekil 12. Epoksi zemin (URL 11; URL 12)

Mantar döşemeler (Şekil 13), ses yutucu, ısı iletimi düşük ve darbelere karşı dayanıklı malzemeler olmalarının yanında sürekli bakım ve dikkatli kullanım gerektirmektedir. Mantar döşeme kaplamaları, aşınmaya karşı dirençli değildir ve maliyetli bir üründür (Coşar, 2002).

Hafif, yumuşak ve esnek bir malzeme olan mantar döşeme, nemi ve havayı geçirmemektedir. Kokusuz olan bu malzemenin içerisinde sağlığa zararlı bir madde bulunmamaktadır ve işlenmesi kolaydır. Mantar döşeme alevlerle karşılaştığında, kolay yanan bir malzeme değildir. Yandığı durumlarda ise alev almamaktadır ve zehirli gaz çıkarmamaktadır (Güngör, 2015).



Şekil 13. Mantar zemin (URL 13)

PVC döşemeler içerisinde kalker tozu, asbest lifi gibi dolgu maddeleri kullanılarak da üretilebilmektedirler. Malzemenin daha esnek ve aşınmaya karşı daha dirençli olması isteniyorsa içerisinde bulunan PVC oranı artırılmalıdır. PVC döşeme kaplamaları (Şekil 14), içerisinde asbest bulunan bu nedenle de aşınmalara karşı dayanıklı olan bir malzemedir. PVC malzemenin, elektrik ve ses yalıtımı yüksektir, ısı iletimi ise düşüktür. Ateş ve kora karşı duyarlı olan PVC malzemeler, yanmaya karşı ise bir dereceye kadar direnç göstermektedir (Coşar, 2002).

Aşağıda yer verilen tabloda elastik yer döşeme kaplamalarının bir kısmının belirli özelliklerine göre sınıflandırılarak TS EN 13501-1'e göre yangın sınıfları belirtilmiştir (Çizelge 7).



Şekil 14. PVC zemin (URL 14)

Çizelge 7. Elastik yer döşemelerinin yangına tepki performans sınıfları (Tebliğ, 2013)

Yer Döşemesi Tipi	Ürün Standardı	En az kütle (g/m <sup>2</sup> )	En fazla kütle (g/m <sup>2</sup> )	En az toplam kalınlık (mm)	Sınıf (Döşeme malzemeleri)
Poli (vinil klorür)den (PVC)-Homojen ve Heterojen	TS 624-1 EN 649	2 300	3 900	1,5	E <sub>FL</sub>
Poli (vinil klorür)den (PVC)-Köpük Altlıklı	TS EN 651	1 700	5 400	2	E <sub>FL</sub>
Poli (vinil klorür)den (PVC)-Mantar Altlıklı	TS EN 652	3 400	3 700	3,2	E <sub>FL</sub>
Poli (vinil klorür)den (PVC)-Genleştirilmiş	TS EN 653	1 000	2 800	1,1	E <sub>FL</sub>
Poli (vinil klorür)den (PVC)-Yarı Esnek Karolar	TS 624-2 EN 654	4 200	5 000	2	E <sub>FL</sub>
Mantar Altlıklı Düz ve Dekoratif Muşambalar	TS EN 687	2 900	5 300	2,5	E <sub>FL</sub>



### 3.2.5. Yumuşak zemin döşeme malzemeleri

Döşeme kaplama malzemesi olarak kullanılan halılar (Şekil 15), yönetmeliklerde genellikle iki grupta sınıflandırılmıştır. Bunlar yüzeyi havlı ve havsız dokunmuş halılardır. Kaplama yapılacak olan yüzeyin kuru, düzgün, çatlaksız ve temiz olması gerekmektedir (Coşar, 2002).

Aşağıda tekstil yer döşemelerinin yangına tepki performans sınıfları adı altında, halıların yangın sınıfları TS EN 13501-1'e göre değerlendirildiği tablosu bulunmaktadır (Çizelge 8).



Şekil 15. Halı kaplama (URL 15)

Çizelge 8. Tekstil yer döşemelerinin yangına tepki performans sınıfları (Tebliğ, 2013)

Yer Döşemesi Tipi	Ürün Standardı	Sınıf (Döşeme Malzemeleri)
Duvardan duvara havlı, makine halıları ve havlı halı karolar (Yangın geciktirici olmayan)	TS EN 1307	E <sub>FL</sub>
Havlı olmayan, iğnelenmiş yer döşemeleri (Yangın geciktirici olmayan)	TS EN 1470	E <sub>FL</sub>
İğnelenmiş, havlı yer döşemeleri (Yangın geciktirici olmayan)	TS EN 13297	E <sub>FL</sub>

### 3.3. Duvar Malzemeleri

Çalışmanın bu bölümünde, yapılarda düşeyde mekanları birbirinden ayırmaya yarayan bazen de taşıyıcı görevi gören duvarların genel yangın sınıfları ve dayanım sürelerinden bahsedilmiştir (Çizelge 9) ve sık tercih edilen duvar dolgu malzemeleri incelenmiştir.

Duvarların yangın güvenliği bakımından yangına karşı dayanıklı ve geçirimsiz olması beklenmektedir. En fazla iki kattan oluşan konutlarda taşıyıcı görevi gören duvarların ve kolonların, en az B2 yangın sınıfında olması ve 30 dakika yangına dayanım göstermesi gerekmektedir. Kat adedi ikiden fazla olan ancak yüksek bina olarak sayılmayan yapıların taşıyıcı olmayan duvarlarında en az 30 dakika dayanımlı B2 sınıfı malzemelerin kullanılmasına izin verilmiştir. İki kattan daha yüksek binalardaki taşıyıcı elemanların ise yangına en az 90 dakika dayanımlı ve A sınıfı malzeme olması gerekmektedir. Duvar iç kaplamaları ve ısı yalıtımlarının yüksek bina kategorisine girmeyen yapılarda en az B2 sınıfı yani normal alevlenen, yüksek binalarda ise B1 sınıfı yani en az zor alevlenen malzeme olması gerekmektedir. Duvar dış kaplamaları ise en fazla iki katlı olan binalarda en az B2 normal alevlenen sınıfta, iki kattan yüksek binalarda ise A1 hiç yanmaz sınıfta bulunması gerekmektedir (Kına, 2006).

Çizelge 9. Yapılarda duvarlarda aranacak yangın dayanım koşulları (Kına, 2006)

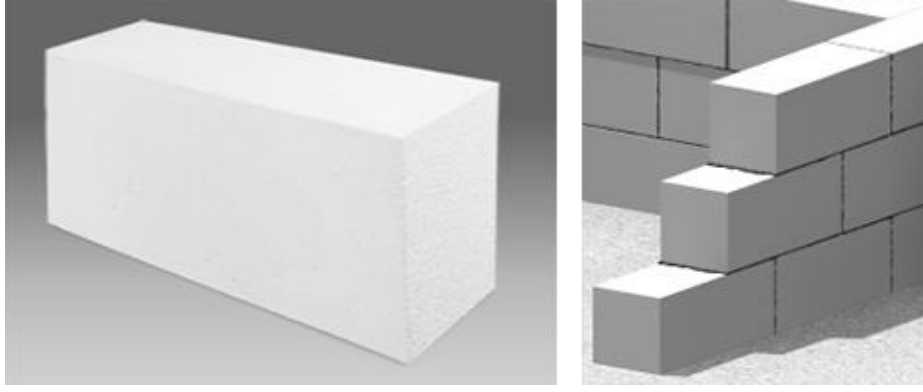
Yapı Elemanı ve Malzemesi	Bina Yükseklikleri			
	Tam Kat Sayıları			
	≤ 2	3-5	> 5	Yüksek Binalar
Taşıyıcı ve Rijitleştirici Duvarlar ve Mesnet ve Kolonlar	F30-B	F90-A	F90-A	F90-A(2)
Taşıyıcı Olmayan Dış Duvarlar	En az B2	A veya F30-B	A veya F30-B	A veya F90-AB
Daireler ve Özel Hacimler Arasındaki Ayrım Duvarları	F90-A	F90-A	F90-A	F90-A
Ayrım Duvarı Boşlukları	F30	F30	F30	F30
Yangın Duvarları ve Özel Sınır Duvarları	F30-A	F90-A	F90-A	F90-A(2)
Yangın Duvarı Boşlukları	F90	F90	F90	F90

Yapılarda kullanılan duvar dolgu malzemeleri incelendiğinde; duvarlarda çok sık karşılaştığımız tuğlanın ana maddesi kildir. Tuğla (Şekil 16), su ile hamur haline getirilen kilin şekillendirilerek yüksek ısı derecesinde pişirilmesiyle elde edilmektedir. İçerisinde kilin yanında kum, kireç, alçı, demir bileşikler de bulunmaktadır. 900 °C'den başlayarak yaklaşık 1200 °C'lere varan yüksek sıcaklıklarda üretimi gerçekleştirilen tuğla, dayanımı yüksek bir malzemedir. Tuğla, A1 sınıfı hiç yanmaz bir malzemedir (Algın ve Alkan, 2019).



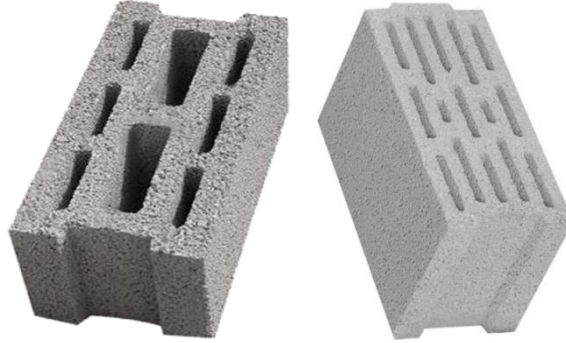
Şekil 16. Tuğla (URL 16)

Yapılarda duvar dolgu malzemesi olarak karşımıza çıkan bir diğer malzeme olan gazbeton (Şekil 17; Şekil 18), içerisinde hava boşluğu barındırmaktadır ve nefes alan bir malzemedir. Hafif ve kolay işlenen bir malzemedir. Gazbeton, yanmaz bir malzemedir ve yangın anında uzun süre dayanım göstermektedir (Algın ve Alkan, 2019).



Şekil 17. ve Şekil 18. Gazbeton (URL 17)

Duvar dolgu malzemesi olarak da kullanılabilen bims bloklar (Şekil 19; Şekil 20), ısı ve ses yalıtımı sağlayan hafif bir malzemedir. Bims malzeme gözenekli ve süngerimsidir. Bimsten üretilen yapı elemanları, ürünün sahip olduğu elastikiyet nedeniyle depremlere karşı dayanıklıdır. Bimsbloklar, erime sıcaklığı yüksek olan yangına karşı dayanıklı duvar dolgu ürünleridir. Erimesi durumunda ise zehirli gaz çıkartmamaktadır (URL 18).



Şekil 19. ve Şekil 20. Bims blok (URL 19; URL 20)

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılarda yangın çıkması durumunda yapıyı kullananların yapıdan güvenli bir şekilde tahliyesinin sağlanması gerekmektedir. Yapıdan çıkışın sağlanması esnasında yapı kullanıcılarını yalnızca alevlerden korumak yeterli bir koruma sağlamamaktadır. Bu kişilerin alevlere karşı korunumunu sağlamanın yanında yangından kaynaklı açığa çıkarabilecek olan gazlardan da izolasyonu sağlanmalıdır. Bu nedenle yapılarda kaçış yolları belirli ölçüler ve standartlar doğrultusunda oluşturulmaktadır. Bunun için ilk olarak yapıdaki kullanıcı yüküne bağlı olarak yeterli sayıda çıkış temin edilmelidir. Bu alanlarda yukarıda da bahsedildiği gibi alevlere ve dumana karşı koruma sağlanmış olmalı, merdiven ve asansör alanları yangının bir diğer kata geçmesine engel olacak şekilde planlanmalıdır. Yangın emniyetinin tam anlamıyla sağlanabilmesi için sadece merdivenler veya yangın merdivenlerinin değil, çıkışa giden tüm yolların yangına dayanıklı ve gerekli önlemler alınarak korunmuş bir şekilde yapılması gerekmektedir. Belirlenen yönetmelik ve standartlar doğrultusunda kaçış yollarının genişliğinin minimum aralığı, kullanılacak elemanların özellikleri ve tespiti (aydınlatma vb.), kapıların yangına dayanım süresi ve geçirimsizliği gibi birçok kritere kaçış yollarında dikkat edilmesi ve tasarımın bu kriterlere uygun bir şekilde oluşturulması gerekmektedir. Aynı zamanda yapı içerisinde yatay ve düşey bölmeler meydana getirilerek yangın anında yangının büyümesini ve yayılmasını yavaşlatabilmek adına önlemler de alınması gerekmektedir.

Yangın kaçış yollarından beklenen yukarıda belirtilen özelliklere ek olarak, bu alanlarda tercih edilecek olan malzemeler de yangından güvenli tahliyenin sağlanmasında önemli bir yere sahiptir. Yangın dayanımı konusunda yapılarda kullanılan malzemelerden genel olarak beklenen bazı

özellikler bulunmaktadır. B. Y. K. H.'ye göre yapılarda kullanılacak olan malzemelerin, yangın sınıfı bakımından B3 sınıfının üzerinde bulunması zorunlu hale getirilmiştir. Ancak B3 sınıfı malzemelerin yapıda kompozit olarak kullanılması durumunda ve kompozit malzemenin yangın sınıfının B2 sınıfı olması durumunda yapılarda kullanılabilir.

Kaçış yollarında kullanılacak olan malzemelerin ise yangının ilerleyişine katkı sağlamayacak hatta alevlerin hızını kesmeye yardımcı olacak şekilde seçilmesi gerekmektedir. Bu alanlarda tercih edilecek olan malzemelerin alevlerle karşı karşıya kaldığında kolay tutuşması, yangına katkı sağlamaması, akmaması, damlamaması gerekmektedir. Olası bir tutuşma veya belirli bir süre sonucunda malzemede alevlerin oluşması durumunda malzemelerden ortama zehirli gaz çıkışı olmamalıdır. Kaçış yoluna dışarıdan alevlerin temas etmesi durumuna karşılık ise seçilecek olan malzemelerin ısıyı mümkün olduğunca az iletmesi, malzeme bütünlüğünün bozulmaması gerekmektedir. Ayrıca yapıdan tahliye esnasında kullanıcıların panik durumu da göz önünde bulundurularak ve düşerek oluşabilecek ezilmelerin önüne geçilebilmesi adına, döşemede kullanılan malzemenin kaygan olmaması, alevlerden kaynaklı veya yangın söndürme sistemlerinin etkisiyle kayganlaşmaması gerekmektedir.

Kaçış yollarında tercih edilebilen uygulamalardan biri olan asma tavanların yapılarda yerleştirilmesi konusunda dikkatli olunması, mekanlar arasında alevlerin ve dumanın geçişine engel olarak şekilde uygulamasının yapılması gerekmektedir. Asma tavan malzemeleri kesinlikle yanıcı olmamalıdır. Bu nedenle asma tavan uygulamalarında bazı özel durumlar haricinde yangın sınıfı B2 ve B3 olan malzemelerinin kullanımına izin verilmemektedir. Yapılarda sıklıkla karşılaşılan alçı asma tavanların yangın sınıfı ise A1 hiç yanmazdır.

Kaçış yollarında, döşemelerde tercih edilebilecek birçok malzeme bulunmaktadır. Döşeme kaplamalarından genel olarak her malzemenin beklediği gibi, malzemenin alev almaması veya yangının hızını artırmaması beklenmektedir. Döşeme malzemelerine özel olarak ise kaçış anında kayıp düşmelere ortam oluşturmayacak bir yüzey gerekmektedir. Sert zemin döşemelerinden olan seramik malzemenin A1 sınıfı hiç yanmaz olmasına rağmen genellikle sırlandığı için bu alanlarda döşeme malzemesi olarak kullanılması pek uygun bulunmamıştır. Taş zemin döşemelerinden olan granitin yangına dayanımının zayıf ve yüksek ısı değişimlerine dayanıklı bir malzeme olmaması nedeniyle kaçış yollarında kullanımı uygun bulunmamıştır. Ahşap zemin döşeme malzemelerinin alevlerle karşılaşması durumunda 30-90 dk alevlere dayanım gösterebilmekte ardından malzeme kömürleşmekte ve kömürleşen bu tabaka ısı geçirmeyerek koruyucu bir özelliğe sahip olmaktadır. Ancak ahşap malzemelerin yanması durumunda duman ve gaz meydana çıkmaktadır. Laminant yer kaplamalarının ise yangın sınıfı E'dir ve kaçış yollarında kullanım için uygun bir malzeme değildir. Elastik döşeme malzemelerinden mantar döşemeler düşük ısı iletimine sahiptir. Bu nedenle mantar zemin malzemeleri yangın esnasında kolay tutuşmamaktadır ancak yine de yanma olayının gerçekleşmesi durumunda alev almamaktadır ve ortama gaz çıkışında bulunmamaktadır. PVC malzemelerin de ısı iletimi düşüktür ancak ateşe karşı duyarlı bir malzemedir. Bu sebeple yangın esnasında PVC zeminler bir noktaya kadar dayanım göstermekte ancak bir yerden sonra alevlere karşı dirençlerini kaybetmektedir. Yumuşak zemin döşeme malzemesi olarak sayılan halıların yangın sınıfı ise TS EN 13501-1'e göre E olarak belirlenmiştir. Buradan yola çıkarak kaçış yollarında halı kullanımının uygun olmayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Kaçış yollarında, duvarların yangına karşı dayanıklı ve geçirimsiz olması gerekmektedir. Yapıların kat sayısına ve çeşitli özelliklerine bağlı olarak duvar malzemelerinin karşılaması gereken yangın sınıfı ve yangına karşı dayanım süresinde değişiklikler gözlemlenmiştir. Yaygın kullanıma sahip olan tuğla malzemenin yangın sınıfı A1'dir yani hiç yanmaz malzemedir. Diğer duvar dolgu malzemelerinden olan gazbeton ve bimsblok malzemeler de uzun süre alevlere dayanım gösteren ve malzemelerdir. Aynı zamanda bimsblok malzemenin yanması durumunda ortama zehirli gaz çıkmamaktadır. Bu sebeple kaçış yolu duvarlarında dolgu malzemesi olarak tuğla, gazbeton veya bimsblok kullanımının uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bütün bu bilgiler değerlendirildiğinde, yapılarda görmeye alışık olduğumuz bu malzemelerin bir kısmının yangın dayanımı açısından dayanıklı olduğu sonucuna ulaşılırken malzemelerin bir kısmının ise yangın dayanımının ya düşük ya da alev aldığı ortama gaz salması sorunlarıyla

karşılaşmıştır. Kaçış yolları başta olmak üzere yapılar için malzeme seçimi yapılırken, malzemenin yapıdaki kullanım yeri de dikkate alınarak, bu kriterler göz önünde bulundurulmalı ve malzemelerin yangın sınıfları malzeme seçiminde bir kriter haline gelmelidir.

## EXTENDED ABSTRACT

### **Background**

The environments we have lived in from the past to the present have faced many fires. As a result of many of these fires, both material and moral damages have occurred. After the fire events and the great losses, the necessity of taking various precautions against fire in the buildings has emerged. In this direction, it is necessary to carry out various studies in buildings not only to prevent the occurrence of fire, but also to extinguish a fire that has started.

### **Purpose**

In this study, it is aimed to examine the fire resistance and classes of the materials preferred in the escape routes designed to ensure a safe evacuation from the building during a fire. It has been investigated to what extent the materials preferred in escape routes are resistant to fire and which materials would be more appropriate to provide good protection from fire.

### **Method**

The article was created by scanning and researching various studies in the literature. Materials used in escape routes created in buildings; classified as materials used in ceiling, floor and wall. Under these main groups, materials are diversified, their general properties are mentioned, their behavior against fire and their resistance classes are mentioned.

### **Findings**

Building materials are classified in different ways in different regulations according to their behavior against fire. Flammability classes of materials in the Regulation on the Protection of Buildings from Fire; It is classified as A1 non-flammable, A2 hardly flammable, B1 hardly flammable, B2 normally flammable and B3 easily flammable. In TS EN 13501-1, building materials are classified according to their flammability classes as A1, A2, B, C, D, E and F. Building materials are specified in the study according to these classifications

### **Conclusions**

In order to provide fire protection on escape routes; these areas should be protected against fire and smoke, sufficient number of exits should be provided, and the stairs and elevator areas should be planned to prevent the fire from spreading to another floor. In order to provide full fire protection, not only stairs or fire escapes, but also all roads leading to the exit must be made fire-resistant. In the event of a fire, measures should be taken to slow down the growth of the fire by creating horizontal and vertical partitions inside the building.

Material selection is also an important issue in fire escape routes. The materials used should be chosen in a way that does not contribute to the progression of the fire. It is necessary to pay attention to the issues such as the materials do not ignite easily, do not transmit heat, do not flow, do not drip, do not break their integrity, do not produce toxic gases when burned. In addition, the material chosen for the flooring should not be slippery or become slippery with the effect of fire extinguishing systems in order to prevent crushing by falling during escape.

## KAYNAKLAR

- Akçaözoğlu, S., Akçaözoğlu, K. (2018). Yüksek Binalardaki Pasif Yangın Güvenlik Önlemlerinin İncelenmesi: Niğde İlinde Bir Araştırma. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(3), 972-980. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/675139>
- Algın, F., Alkan, M. (2019). Konut Stoğunda Duvarlarda Malzeme Seçimini Etkileyen Faktörler ve Sektör Aktörlerinin Malzeme Seçimlerinin Değerlendirilmesi. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(1). <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/798064>
- Arpacıoğlu, Ü. (2016). Yangınların Yüksek Yapılarda Yangın Güvenliği Gelişimine Etkisi. *Tasarım+Kuram*, 5(8), 30-42. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/209298>

- Bilge, B. (2019). Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri Kapsamında İç Mekan Tasarım Yaklaşımı – Yeniden İşlevlendirilen Tarihi Bandabulıya Binası Kaçış Yolları Değerlendirmesi. *Megaron*, 14(3), 397-409. <https://jag.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON-13008-ARTICLE-BILGE.pdf>
- Bodur, A. (2019). Türkiye’de Mimarlık ve İç Mimarlık Öğretiminde Yangın Güvenliğine Samsun Özelinden Bakış. *Dirençlilik Dergisi*, 3(2), 349-357. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/892861>
- Coşar, N. (2002). *Döşeme Kaplamalarının İşlevsellik Açısından İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul).
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığında: Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (305/2011/AB) Kapsamında, Yapı Malzemelerinin Yangına Tepki Sınıflarına, Yapı Elemanlarının Yangına Dayanıklılığına, Çatı ve Çatı Kaplamalarının Dış Yangın Performansına Dair Tebliğ (MHG/2017-13) Ekleri.
- Demirel, F., Konur, Z. (2006). Ulusal ve Uluslararası Mevzuatlar Çerçevesinde Otellerde Kaçış Yollarının Analizi ve Bir Örneklem. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(2), 293-301. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/76443>
- Gönüllüoğlu, S. (2008). *Yangınla İlgili Mevzuatlar Çerçevesinde Yüksek Ofis Binalarında Kaçış Yollarının Analizi ve Bir Örnek Çalışma*. (Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara).
- Güler, M. B. (2019). *Asma Tavan Sistemlerinin İşlevsellik Açısından İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul).
- Güngör, N. M. (2015). Mantar Yer Karoları. *Ormanlık Dergisi*, 10(2), 18-23. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/272113>
- Hasol, D. (2017). Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü. *Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları*, 15(1).
- Kaya, O. (2019). *Yüksek Binalarda Yangın ve Yangın Güvenlik Önlemlerinin Modellenerek İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul).
- Kendik, E. (1986). Designing Escape Routes in Buildings. *Fire Technology*, 22, 272-294. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF01038241.pdf>
- Kılıç, A., Beceren, K. (1999). Mimari Tasarımda Yangın Güvenliği. *IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, 737-746. [http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/8385a7020631c51\\_ek.pdf](http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/8385a7020631c51_ek.pdf)
- Kına, Y. E. (2006). *Duvar ve Döşeme Tasarımında Malzeme Seçim Yardımcılarının Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul).
- Oymakapu, N., Parlak Biçer, Z. Ö. (2021). Acil Durum Eylem Planlarının Kayseri Alışveriş Merkezleri Üzerinden İncelenmesi. *Erciyes Akademi*, 35(1), 345-370. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1680643>
- Şimşek, Z. (2014). Fire Resistant Concrete Design. *Technological Applied Sciences*, 9(3), 31-42. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/187325>
- Tebliğ, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (305/2011/Ab) Kapsamında, Yapı Malzemelerinin Yangına Tepki Sınıflarına, Yapı Elemanlarının Yangına Dayanıklılığına, Çatı ve Çatı Kaplamalarının Dış Yangın Performansına Dair Tebliğ (Mhg/2017-13) Ekleri. (2013). <https://www.mevzuat.gov.tr/anasayfa/MevzuatFihristDetayIframe?MevzuatTur=9&MevzuatNo=23563&MevzuatTertip=5>
- Yaman, M., Demirel, F. (2020). Cephelerde Yangın Güvenlik Önlemleri ve Mevzuatların Karşılaştırmalı Analizi. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 2(1), 88-108. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1099029>
- Yönetmelik, B. Y. K. H. (2007). Resmi Gazete Sayı: 26735. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/12/20071219-2.htm>

Yönetmelik, B. Y. K. H. Ekleri. (2007). Resmi Gazete Sayı: 26735. <http://www.bogaziciyangin.com.tr/ekler-binalarin-yangin-korunmasi-hakkinda-yonetmeligin-ekleri-t64.html>

URL 1: <https://www.bilkonyapi.com/urunler/tavan-sistemleri/detay/467051/alcipan-asma-tavan>

URL 2: <https://www.alcipanprofilleri.com/metal-asma-tavan-iscilik-fiyatlari-2016.html>

URL 3: <https://asmatavanustasi.com/tasyunu-asma-tavan-ozellikleri>

URL 4: <https://www.kayapanel.com.tr/60x60-tasyunu-asma-tavan-15-mm-armstrong-cortega-9>

URL 5: <https://santiyede.com/metal-asma-tavan-yapilmasi-clip-in-tasiyicili/>

URL 6: <https://www.dek-mar.com.tr/tr/m/makaleler/metal-asma-tavan-nasil-yapilir.html>

URL 7: <http://www.raf.com.tr/urun/karo-seramik-uygulamalarinda-duvardan-zemine-cozum--cermix1/5703>

URL 8: <https://erciyesmermer.com/granit-yer-ve-zemin-doseme/>

URL 9: <http://duruzeminparke.com/>

URL 10: <http://ozparparke.com.tr/laminant-parkenin-kullanim-alanlari-nelerdir/>

URL 11: <https://ankaepoksi.com/epoksi-zemin-kaplama/>

URL 12: <https://epoksicenter.com.tr/multilayer-epoksi-zemin-zemin-kaplama/>

URL 13: <https://www.haro.com/tr/urunler/mantar/natur/index.php/527381/>

URL 14: <https://ankarazeminkaplama.net/pvc-zemin-kaplama/>

URL 15: <https://www.dunyaflor.com/hali-zemin-zaplama>

URL 16: <https://www.yapikulubu.com/tugla-olculeri-cesitleri/>

URL 17: <https://www.nuhyapi.com.tr/gazbeton/>



URL 18: <https://www.blokbims.com.tr/bims.html>

URL 19: <https://www.aterstore.com.tr/urun/kaba-yapi-malzemeleri/bimsblok/bimsblok/>

URL 20: <https://www.blokbims.com.tr/ksb19.html>

**Araştırma Makalesi**

**ENDÜSTRİYEL AHŞAP MALZEMENİN YAPIDA KULLANIMI:  
CAMBRIDGE MERKEZ CAMİSİ**

Büşra COŞKUN<sup>1</sup> , Seyhan YARDIMLI<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> İstanbul Okan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye,

<sup>2</sup> İstanbul Okan Üniversitesi, Sanat, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye,

**ÖZET**

Ahşap, geçmişten günümüze gelişerek kullanılan bir malzemedir. Ahşap malzeme yenilebilir olmasının yanında biyofilik, ekolojik ve depreme karşı dayanıklıdır. Ahşabın doğal, fiziksel, kimyasal yapısı gelişen teknoloji ile entegre edildiğinde yapı strüktürü ve malzeme açısından yüksek performans elde edilmektedir. Fabrika üretiminde ahşabın yapısal kusurları en aza indirgenerek geniş kullanım alanına sahip endüstriyel ahşap malzeme ortaya çıkmıştır. Çalışmanın amacı malzeme kullanımı ve strüktür sistemiyle örnek alınan Cambridge Merkez Camisi'nin incelenerek teknolojik ahşap yapı sistemi üzerinden kullanım olanaklarına dikkat çekmektir. Araştırma kapsamında ahşabın genel özelliklerinden bahsedilerek ele alınan Cambridge Merkez Camisi'nin strüktür sistem malzemesi olarak tercih edilen CLT ve Glulam malzemelerinin yapısal özellikleri literatür taramasıyla açıklanmıştır. Malzemelerin yapısal özellikleri, üretimi ve avantajları hakkında bilgi verilmiştir. Endüstriyel ahşap strüktür sistemde kullanımı kolon, giriş, duvar, tonoz, kubbe ve çatı formlarında ele alınarak incelenmiştir. Çalışmada Cambridge Merkez Camisi'nin malzeme özellikleri ele alınıp, incelenen yapının strüktür elemanlarının endüstriyel ahşap malzemeyle nasıl kurgulandığı ortaya konulmuştur. Yapıda kullanılan malzemenin cinsi, mühendislik yöntemleri ve yapının tasarımsal yaklaşımı hakkında bilgi verilmiştir. Yapıda birçok çağdaş yöntemin kullanıldığı, özel mimari tasarım ve mühendislik yapım teknikleri kullanıldığı görülmüştür ve bu özellikleri ile de yapı dikkat çekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Glulam, Clt, Endüstriyel ahşap, Teknolojik ahşap malzeme, Cambridge Merkez Camisi

**THE USE OF INDUSTRIAL WOOD MATERIAL IN CONSTRUCTION:  
CAMBRIDGE CENTRAL MOSQUE**

**ABSTRACT**

Wood is a material that has been used by developing from the past to the present. Wood material is not only edible, but also biophilic, ecological and resistant to earthquakes. When the natural, physical and chemical structure of wood is integrated with the developing technology, high performance is achieved in terms of building structure and material. Industrial wood material with a wide usage area has emerged by minimizing the structural defects of wood in factory production. The aim of the study is to draw attention to the possibilities of use through the technological wooden structure system by examining the Cambridge Central Mosque, which is taken as an example with the use of materials and structure system. The structural properties of CLT and Glulam materials, which are preferred as the structural system material of Cambridge Central Mosque, which are discussed by mentioning the general properties of wood within the scope of the research, are explained with a literature review. Information is given about the structural properties, production and advantages of materials. The use of industrial wood in the structural system has been studied in column, beam, wall and dome forms. In the study, the material properties of the Cambridge Central Mosque were discussed and it was revealed how the structural elements of the examined building were constructed with industrial wood material. Information is given about the type of material used in the building, engineering methods and the design approach of the building. It has been observed that many contemporary methods, special architectural design and engineering construction techniques are used in the building, and the building draws attention with these features.

**Keywords:** Glulam, Clt, Industrial wood, Technological wood material, Cambridge Central Mosque

**Sorumlu Yazar:** Büşra Coşkun

**Makale Geliş Tarihi:** 11.05.2022

**Makale Kabul Tarihi:** 20.06.2022

**Makale Künye Bilgisi :** Coşkun,B.,Yardımlı,S.(2022). Endüstriyel ahşap malzemenin yapıda kullanımı; Cambridge Merkez Camisi. *KAPU Trakya Journal of Architecture and Design*, 2(1), 20-34.

\* Bu çalışma İstanbul Okan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yürütülen yüksek lisans tezinden üretilmiştir.



## 1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi yapı üretimi ve mimarlığa birçok katkı sağlamıştır. Eski çağlardan günümüze yapıda sıklıkla tercih edilen ahşap malzeme endüstri ile desteklenmiştir. Bu destekle birlikte masif ahşap sınırlarının ötesine çıkarak yüksek performanslı bir malzeme haline gelmiştir.

Ahşap malzeme fabrika ortamında işlem görerek endüstriyel bir malzeme olmuştur. Bu değişim ve yenilik sayesinde birçok gelişmiş ülkede lamine ahşap teknolojisi de yaygınlaşmıştır. Ahşabın fiziksel özelliklerine dayanarak yapıştırılıp, basınç, kırpma, presleme gibi birçok işlemden geçmesi ile performansı büyük oranda arttırılabilmektedir.

Ahşap doğadan elde edilen organik yenilenebilir kaynaktır. Ahşap aynı zamanda rejeneratif bir yakıttır (Bowyer, 1995). Ahşap malzemenin fiziksel, kimyasal, mekanik olarak farklı özellikleri vardır. Ahşabın fiziksel açıdan sertliği, nem oranı, ısı iletkenliği, ses iletkenliği, özgül ağırlığı vb. özellikleri bulunmaktadır. Ahşap dayanıklı, esnek ve yenilenebilirdir. Kimyasal olarak kuru ahşap %49 karbon, %44 oksijen, %6 hidrojen, %0.1-%0.3 nitrojen elementleri barındırmaktadır. Ağacın kimyasal yapısında selüloz, hemiselüloz, lignin içermektedir. Ağaç türüne, bulunduğu yere ve mevcut gelişimine göre reçine, nişasta, şeker, silikat asit gibi farklı maddeler de barındırabilmektedir. Ahşabın temel mekanik özelliği ise elastisite modülü, basınç dayanımı, eğilme dayanımı, çekme direnci, makaslama direnci, dinamik eğilme, ahşabın sertliği gibi özelliklerdir. Ahşaba dışardan etki eden kuvvetin ortadan kalkmasıyla eski şeklini almasına göre uzama, kısalma ve gerilme arasındaki değişim miktarı elastisite modülüdür (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Bu çalışmada endüstriyel ahşabın günümüz teknolojisi ile mimari yapıda kullanımı incelenmiştir. İnceleme İngiltere’de inşa edilmiş olan Cambridge Merkez Camisi’nin ahşap ile strüktür sistem ve kullanılan malzemeler konusu üzerinden yapılmıştır. Araştırma kapsamında endüstriyel ahşap malzemenin yapısal ve mimari özellikleri de ele alınmıştır. Ayrıca endüstriyel ahşabın strüktür sistemde kolon kiriş olarak kullanımı hakkında bilgi verilmiştir. Araştırma yöntemi olarak literatür taraması yapılmıştır. Literatür taramasında, malzeme türleri olarak glulam ve CLT ele alınırken; yapı elemanları olarak kolon ve kiriş ele alınmıştır. Elde edilen veriler konuya uygun olarak çalışmada yer almıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde endüstriyel ahşap malzemeler ve kullanıldığı yapı elemanları hakkında bilgi verilmiştir. Endüstriyel ahşap malzemeler arasından Cambridge Merkez Camisi’nde kullanılan ve strüktürel sistemde sıklıkla tercih edilen CLT ve glulam malzemenin yapısal ve mimari özelliklerine değinilmiştir. Endüstriyel ahşabın yapı üretiminde kullanıldığı strüktür sistem elemanlarından, kolon, kiriş, kubbe, duvar ve çatı sistemleri Cambridge Merkez Camisi örneği üzerinden irdelenmiştir. Yapılan incelemelerle yapıdaki strüktür sisteme ait uygulama teknolojileri değerlendirilmiştir.

### 2.1. Endüstriyel Ahşap Ürünler

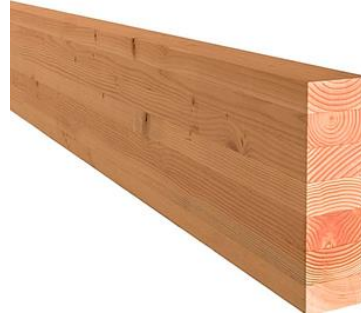
Ahşap malzemenin fabrika ortamında birçok işlemden geçirilerek performansının artırılması ile endüstriyel ahşap malzeme üretimi gerçekleşmektedir. Endüstriyel ahşap malzeme çeşitleri arasında yapı elemanlarında tercih edilenler arasında; yapıştırılmış lamine ahşap (glulam), çapraz lamine ahşap (CLT), yapısal kompozit ahşap (SCL), lamine kaplama ahşap (LVL), paralel yonga ahşap (PSL), yönlendirilmiş yonga ahşap (OSB), lamine yonga ahşap (LSL), ahşap beton kompozit (TCC) yer almaktadır.

Cambridge Merkez Camisi projesinde endüstriyel ahşap ürünlerden glulam ve CLT kullanılmıştır diğer endüstriyel ahşap malzemelerinin kullanımı görülmemiştir. Bu bölümde camide kullanılan glulam ve CLT malzemenin fiziksel, kimyasal özellikleri ve üretimi hakkında bilgi verilecektir. Bu malzemelerin sağladığı avantajların özellikleri açıklanacaktır.

#### 2.1.1 Glulam (Yapıştırılmış Lamine Ahşap)

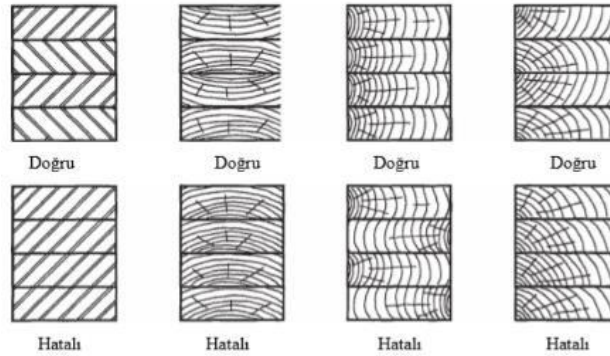
Glulam endüstriyel olarak üretilen ilk ahşap ürünlerdendir (Şekil 1). Yapıştırılmış lamine ahşap, kereste parçalarının paralel olarak üst üste getirilerek yapıştırılıp daha büyük boyutta

mühendislik ürünü ahşap elde edilmesidir (Miller, 1999). Glulam için genellikle Douglas göknarı, karaçam, ladin, göknar türü ağaçlar kullanılmaktadır.



Şekil 1. Glulam ahşap eleman (URL 1)

Glulam üretiminde her bir tabaka kalınlığı 19 mm – 50 mm arasında değişkenlik göstermektedir. Bir araya gelecek ahşap tabaka kesitlerinin damar yönleri birbirine paralel olmalıdır. Laminasyon işleminin doğrultusu ve damar yönü unsurları arasında denge kurulması gerekmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Glulam tabaka dengelenmesi (Deplazes, 2005)

Glulam malzeme üretiminde genellikle kuru keresteler seçilerek kalite ve dayanım özelliklerine göre gruplandırılır. Kuru olmayan keresteler kurutulur. Kurutma işleminin fazla olması kereste dayanımında azalmaya sebep olmaktadır. Kurutma sonrası keresteler kırılır. Tutkal uygulanması öncesi ahşabın yüzeyleri rendeleme yapılarak temizlenir. Ahşap parçalarının paralel yüzeyleri üst üste gelecek şekilde tutkal uygulanır. Sonrasında presleme yapılarak ahşap eleman sıkıştırılır. Üretilen ahşap yapı elemanının kenarında oluşan fazlalıklar düzeltilir. Ahşap levhalar arasında oluşan tutkal boncuklarını çıkarmak için zımparalama yapılır. Yapı elemanının türüne göre montaj veya bağlantı elemanları eklenerek üretim tamamlanır (URL 2).

Yapı malzemesi olarak glulam kullanmanın sağladığı birçok avantaj vardır. Boyut ve teknik olarak istenilen özellikte malzeme üretilebilmektedir. Mimari ve estetik olarak eğrisel form üretimi için elverişli bir malzemedir. Masif ahşaba göre glulam daha dayanıklıdır. Yapısal elemanlar için farklı ölçülerde kesitler üretilebilmektedir (Centennial Edition, 2010) Glulamın içerisindeki ince katmanlar arasında yük dağılımının olması, normal bir ahşap yapı elemanına göre daha dayanıklı olmasını sağlamaktadır (Thelandersson, 2003).

### 2.1.2 CLT (Çapraz Lamine Ahşap)

Çapraz lamine ahşap, yüksek performanslı kerestenin lif yönleri dik şekilde katmanlı olarak yapıştırılmasıyla üretilen ahşap malzeme türüdür (Şekil 3). CLT malzeme üç, beş veya yedi katman olarak üretilebilmektedir. CLT malzemenin çapraz dizilimi sayesinde rijitlik performansı yüksektir.



Şekil 3. Çapraz yapıştırılmış lamine ahşap (URL 3)

Deprem bölgelerinde CLT malzeme sıklıkla tercih edilmektedir. CLT elemanların birleşim noktalarında metal elemanlar kullanılması, deprem enerjisinin sönmülmesine katkıda bulunmaktadır (Dujic ve Zarnic, 2005, Asiz ve Smith, 2009, Ceccotti vd. 2013, Gavric, 2013). ABD CLT üretiminde APA PRG 320 Standardı uygulamaktadır (ANSI/APA PRG 320, 2018).

CLT malzeme döşeme, kiriş, kolon, çatı, duvar gibi ana yapı elemanlarında kullanılmaktadır. CLT'nin malzeme olarak hafif olması ve az işçilik gerektirmesi avantajlarından bazılarıdır. Üretiminde karaçam, ladin ve göknar gibi ağaç türleri kullanılmaktadır.

CLT kalınlığı 5 cm ile 30 cm arasında değişmektedir. Üretimi 2,40 – 3,00 metre genişliğinde ve 12,00 – 20,00 m uzunluğunda yapılabilmektedir. Üretim kapasitesine ve tasarıma dayalı olarak maksimum 4,80 m genişliğinde ve 24,00 m uzunluğunda CLT üretilebilmektedir

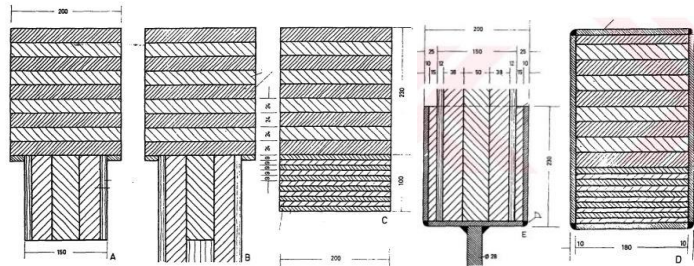
CLT üretimi için ilk olarak kullanılacak ağaç türü belirlenir. Genellikle ladin, karaçam ve göknar türü ağaçlar kullanılır. Kalite ve boyuta göre keresteler gruplandırılır. Yapıştırıcı seçimi yapılır. Yüksek basınçla katmanlar preslenir. CLT panellerin pürüzsüz olması için rendeleme veya zımparalama yapılır. CLT elemanlara son şekil verme işlemi uygulanarak paneller üzerinden kapı ve pencere boşlukları çıkarılmaktadır (Gavric, 2013).

## 2.2. Endüstriyel Ahşap Yapı Elemanları

Yapı elemanları binanın yükünü taşıyan malzemelerdir. Yapı elemanları etki eden kuvvetlerin temele kadar aktarımını sağlamaktadır. Bu aşamada statik denge taşıyıcılar ile korunmaktadır. Yapıda kullanılan doğal ve yapay taşıyıcı sistemlerin tamamına strüktür sistem adı verilmektedir (Türkçü, 1990). Strüktür sistemde ahşap kullanılması milattan önceki çağlarda görülmektedir. Çağdaş endüstriyel ahşap malzemenin yaygınlaşmasıyla strüktür sistemde kullanımı artmıştır. Tamamı ahşaptan üretilen yapılar teknoloji ile entegre edilmiştir. Ahşaba ulaşımın kolay olduğu, fabrika üretim teknolojisinin geliştiği bölgelerde çağdaş düzeyde ahşap yapılar çoğalmaktadır.

### Kolon

Ahşap dikmeler birleşik, boşluklu ve tek parçadır. Belirli basınç ve yük altında aksel olarak hareket eden dikmelerin lif yönleri basınca göre paralel konumda olmalıdır. Ahşap elemanların birleşim yönündeki dizilimleri birbirine zıt yöndedir (Şekil 4). Basıncın artmasıyla ahşabın kapasitesi üzerinde gerilmeler oluşmaktadır bu durumda ahşabın liflerinde sıkışma görülür. Sıkışmanın uzun süre devam etmesiyle kırılma gerçekleşir. Dikme uzunluğunun artmasından dolayı ahşabın dayanımı düşerek burkulma meydana gelebilmektedir (Ching ve Adams, 2008).



Şekil 4. Tutkal tabakalı kolon kesit detayı (Mohler ve vd.,1983)

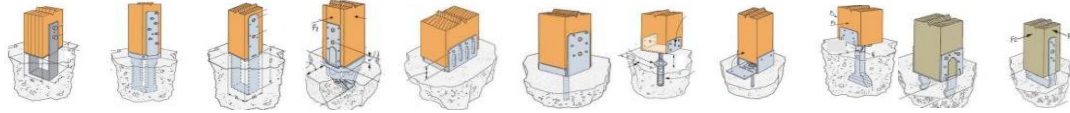
Boyutları birbirinden farklı ahşap elemanlar ve lamine ahşap parçalar bir araya getirilerek ahşap dikme veya kolonlar yapılmaktadır. Ahşap dikmeler bulonlarla tutturularak birleştirme işlemi gerçekleştirilmektedir. Boşluklu ahşap dikmeler, lamine tutkal tabakalı ahşap parçanın birleştirme işlemi sırasında boşluk bırakılmasıyla yapılmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Birleşik ve ayrı dikmeler (Ohanesyan, 2012)

Ahşap dikmelerin, taşıma kapasitesi için genel olarak metrekare hesabı yapılmaktadır. Bu hesap için ahşap dikmenin enine kesitinin ebatları ele alınmaktadır. 15 x 15 cm boyutlarında dikme için 46 m<sup>2</sup> alanı, 20 x 20 cm boyutlarında dikme için 93 m<sup>2</sup> alanı, 25 x 25 cm boyutlarında dikme için 293 m<sup>2</sup> alanı taşıma kapasitesi bulunmaktadır. Ahşap çerçeve, döşeme çeşidi, dikme için seçilen lamine ahşap türüne göre bu hesaplamalarda değişkenlik meydana gelebilmektedir (Ching ve Adams, 2008). Düşey konumlandırılan dikmeler; köşelerde 10/10, 10/12, 10/14, 12/12, 14/14, 15/15 ara kısımlarda, 10/10, 10/12, 10/14, 12/12 cm boyutlarında yerleştirilebilmektedir.

Ahşap platform sistem yapıda, birbirinden bağımsız dikmeler beton zemine veya taban kirişine bağlanır (Şekil-6). Metal elemanlar yardımıyla bu bağlantılar sabitletir. Metallerle sabitleme aşamasında doğru elemanlar kullanılmalıdır. Bu konuda kolonun ölçüsü ve malzeme cinsine uygun olarak metal eleman seçimi yapılmalıdır. Kolon ve kolonun taşıdığı yükler metal elemanlarla beton zemine iletilmektedir (Ohanesyan, 2012).



Şekil 6. Ahşap kolon beton zemin bağlantı detayı (URL 4)

Teknoloji ve uygulama yöntemlerinin gelişimi ile yüksekliği değişebilen kolon ayakları üretilmiştir. Ayaklar uygulama alanında ihtiyaç duyulan yüksekliğe göre ayarlanabilmektedir. Böylece ahşap kolon ayakları su ve nemden korunmaktadır.

### Kiriş

Lamine ahşap kirişler üç ve daha fazla ahşap lifinin aynı yönde olacak şekilde yapıştırılmasıyla üretilmektedir. Tutkallama işleminin ardından presleme işlemi uygulanır. Presleme işleminin tamamlanması ile ahşap eleman teknolojik özellik kazanmaktadır. Bu durumda dayanıklı ve geniş açıklıklarda kullanılabilen ahşap kirişler elde edilir. Lamine edilmiş ahşap kirişin tercih edilen ebatta ve boyda üretimi mümkündür. Diğer yapı elemanlarına entegre edilmesi kolaydır. Lamine ahşap kiriş için performans olarak Avrupa Standardı EN 386 kullanılmaktadır. Ahşap kiriş için glulam, CLT, PSL, LVL ve LSL tercih edilir.

Fabrikasyon işlemi görmemiş ahşabın geçebileceği açıklık sınırlıdır. Günümüz teknolojik yapılarında genellikle işlem görmüş ahşap malzeme tercih edilmektedir. Masif ahşap döşeme kirişlerinin boyutlarına oranla geçebileceği açıklık oranları; 5 x 15 için 240 cm, 5 x 20 için 340 cm, 5 x 25 için 430 cm, 5 x 30 ise 520 cm'dir.

Ahşap kolon-kiriş çeşitlerine göre farklı ahşap strüktürel sistemler yapılabilmektedir. Lamine ahşap kirişler düz trapez, eğrisel, dolu gövdeli, makas, ahşap çerçeve gibi çeşitlerde üretilmektedir (Carling, 2001). Ahşap kiriş için DIN 1052, EUROCODE 5 standartları geçerlidir. Geçilebilecek minimum ve maksimum açıklık oranları yapıyı oluşturan malzeme cinsine ve sistemin teknik özelliklerine bağlıdır.

Ahşap kiriş sistemler çatı malzemesi olarak kullanılabilir. Malzeme çeşitliliği ile birçok çatı türü ahşap kullanılarak yapılabilir. Günümüzde kullanılan ahşap çatılar geleneksel sistem ahşap çatılar, ahşap kafes sistem ve uzay kafes sistemler olmak üzere üç çeşittir.

Ahşap kafes sistemler doğrusal eksenlerdeki ahşap elemanların eklemli olarak bir araya getirilmesinden yapılmaktadır. Bu birleşme örgü elemanları, başlık ve kafes kirişlerin arasında üçgen oluşturacak şekildedir (Şekil 11). Birleşme yerleri düğüm noktası olarak adlandırılmaktadır. Bulon, lama, çivi gibi farklı metal elemanlar düğüm noktalarında kullanılmaktadır. Kafes kirişlerin alt ve üst noktasında devam eden çubuk elemanlara başlık, iki başlık arasındaki çubuklara örgü elemanı denilmektedir. Örgü elemanları dikey veya yatay konumda kullanılabilir (Karaduman, 1999). Ahşap kafes sistemler basınç ve çekme kuvvetleri ile çalışmaktadır. Böylece geniş açıklıklarda sıklıkla tercih edilmektedir. Glulam, CLT gibi taşıyıcılığı fazla endüstriyel ahşap çeşitleri kullanılabilir.

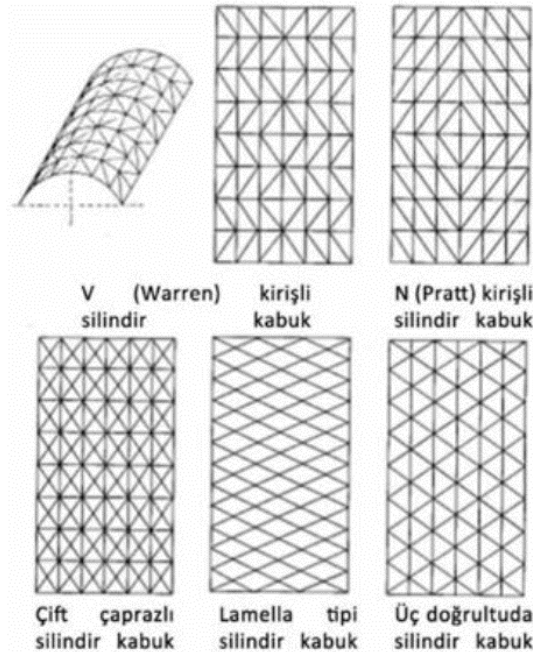
Kafes sistemler ağırlıkları iki boyutlu sistemde aktarmaktadır, uzay kafes sistemler üç boyutludur. İçerinde birden çok çubuk ve düğüm noktası vardır. Yük bu sistem içinde dağıtılmaktadır. (Türkçü, 1982). Uzay kafes sistemler genellikle geniş açıklıklı mekânlarda tercih edilmektedir. Statik hesaplamalarda düğüm noktalarının mafsallı ve momentsiz olduğu, çubuk elemanlarının da eksenel yükleri aktardığı kabul edilmektedir.

Uzay kafes sistemler eğrilik ve tabaka sayılarına göre sınıflandırılmaktadır. Eğrilik olarak tonoz, kubbe ve serbest formlu olarak üç çeşittir. Tonoz sistem tek eğrilikli, kubbe çift eğrilikli, serbest formlu ise tasarıma göredir. Tabaka sayısına göre tek, çift ve çok tabakalıdır.

Uzay kafes sistemde düğüm noktaları, çubuk elemanları ve bağlantı elemanları olmak üzere üç ana eleman bulunmaktadır. Yükler düğüm noktalarına etki etmektedir. Düğüm noktalarındaki çubuk birleşimi mafsallıdır. Yükler eksenel olarak iletilir ve düğüm noktalarında birleşmektedir. Böylece basınç ve çekme kuvvetinden etkilenirler. Eğilme durumunun yoğun olduğu sisteme göre daha etkin durumdadırlar (Savaşır ve Okbaz 2014).

### Tonoz

Tonoz çatı görünüm olarak silindirik kabuk şeklindedir. Tek yönde eğriliklidir. Tek tabakalı yapılarda, düğüm noktalarında rijitlik sağlanmalıdır. Rijitliğin sağlanmasıyla yapı daha dayanıklı olmaktadır. Tonozlar V kirişli, N kirişli ve lamella olmak üzere üç çeşittir (Şekil 7).

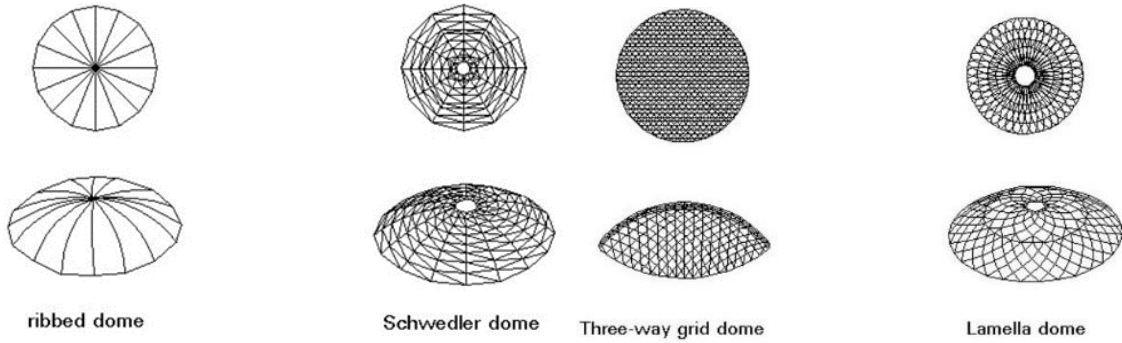


Şekil 7. Tonoz çeşitleri (Lan, 1999)



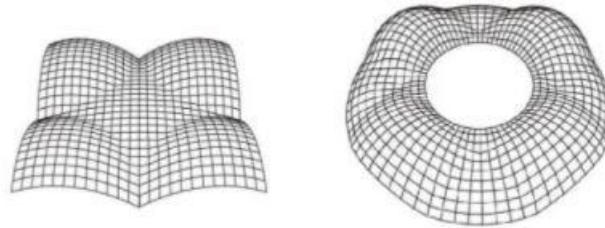
## Kubbe

Kubbe dairesel veya kare formlu mekânların üzerinin örtülmesi için kullanılan ahşap uzay kafes sisteme dâhil bir formdur. Kubbe üzerinde basınç, çekme ve kesme kuvvetleri kubbe kabuğu üzerinde dağıtılmaktadır. Düz ve eğrisel ahşap çubuk elemanlar ile ağ kubbe yapılabilmektedir. Düğüm sayısının artması ile kullanılan ahşap yapı eleman boyutları düşmektedir. Kubbe formu parabol, elips ve küreden oluşabilmektedir (Yılmaz, 2011). Kubbe şekli elemanların dağılımına ve bulunduğu konuma bağlı olarak çeşitlenmektedir. Nervürlü, paralel, lamella, schwedler, jeodezik ve üç yollu ızgara gibi çeşitleri vardır (Şekil 8).



Şekil 8. Kubbe çeşitleri (URL 6)

Serbest formlu ahşap kafes sistemin strüktürel kurgusu farklıdır. Formun geometrik açıdan özelliklerinin önceden belirlenmesi gerekir. Sistemde oluşacak düğüm noktaları eşit boşluklarla tasarlanmalıdır (Toussaint, 2007). İki farklı yönde çaprazlama olarak meydana getirilen bu sistemde farklı formlar yapılabilmektedir (Şekil 9). Serbest formlu sistemdeki temel unsur ahşap çubuk elemanların mafsallı noktalarından birleştirilerek eşkenar dörtgenlerin yüzey alanlarının deforme edilerek köşegen noktalarında mesnetlenmesidir (Öz, 2012).



Şekil 9. Serbest formlu uzay kafes sistem (URL 7)

Ahşap ızgara sistem eşit olarak dağıtılmış yükler altındadır. Bu durumda basınç, çekme gerilmelerini karşılamaktadır. Ahşap ızgara sistem, kurulumu sırasında gerekli bağlantılar oluşturulup sonrasında uygulama teknikleriyle itilerek veya çekilerek tasarımına uygun hale getirilen strüktür elemanlarıdır (Türkçü, 2017). Ahşap ızgara sistem elemanları fabrikada üretilerek inşaat sahasında uygulaması gerçekleştirilebilmektedir. Ahşap teknolojisi ile üretilmiş ahşap elemanlarda genellikle yerinde birleştirme işlemi yapılır.

## 3. BULGULAR

Bu bölümde yapılan araştırmalar doğrultusunda Cambridge Merkez Camisi'nin genel proje özellikleriyle strüktür ve malzeme konusu ele alınmıştır.

### 3.1 Cambridge Merkez Camisi

Cambridge Merkez Camisi kamu için İngiltere'nin Cambridge şehrinde yapılan ibadethane projesidir (Şekil 10). Proje Marks Barfield Architects mimarlık ofisi tarafından hazırlanmıştır.

Proje 09. 2016 - 03. 2019 tarihleri arasında inşa edilmiştir. Projenin alanı 2340 m<sup>2</sup>'dir. Avrupa'da çevre dostu olarak hazırlanmış ve gerçekleştirilmiş ilk cami projesidir.

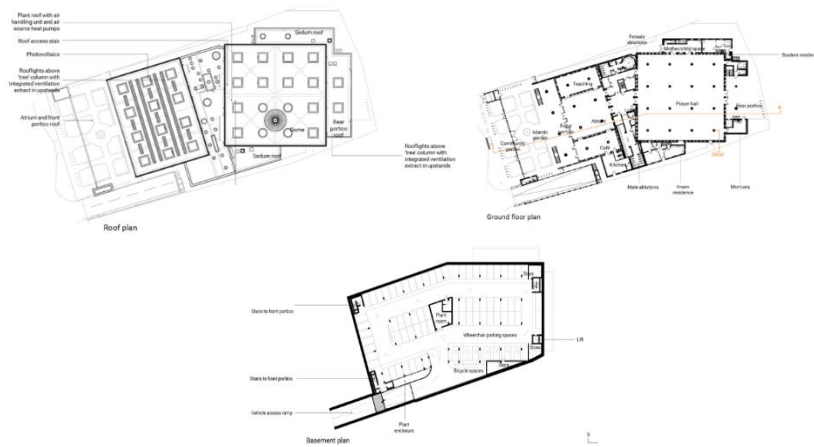


Şekil 10. Caminin harita üzerindeki konumu (URL 8)

Caminin bulunduğu cadde doğu- batı istikametinde kuzeye doğru uzanmaktadır. Mimar bu derinliği güneydeki ana girişten geriye doğru çekilen giriş oluşturarak kullanmıştır (Şekil 11). Bu düzenlemedeki amaç ibadet ortamındaki sükûneti sağlayabilmektir. Yapıya giriş kaldırımının yanında devam eden topluluk bahçesiyle başlamaktadır. Devamında daha resmi İslami bahçenin çevresini saran korkuluklar bulunmaktadır. Camiye girilen yerde yüksek giriş sundurmasının açıldığı bahçe vardır. Camlı duvarlar, kare planlı alanın önünde bulunmaktadır. Arka tarafında lobi ve geniş bir alan mevcuttur. Caminin ibadet alanı kare planlıdır (Şekil 12). Bu plan doğu yönünde konumlanacak şekilde bükülmüştür (Şekil 13) (URL 10).



Şekil 11. Cambridge Merkez Camisi girişi (URL 9)



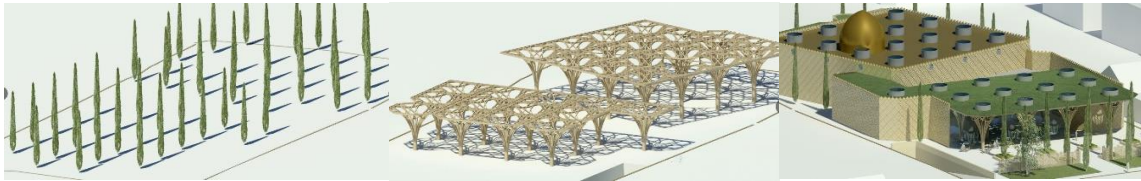
Şekil 12. Cami kat planları (URL 10)



Şekil 13. Cami iç mekânı (URL 9)

Cambridge Merkez Camisi'nin strüktür sisteminde endüstriyel ahşap elemanlar kullanılmıştır. Ahşap olarak kullanılan yapı elemanları kolon, kiriş, kubbe, duvar ve çatıdır. Aşağıda yapıdaki bu elemanların özellikleri ve detayları ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Yapının strüktür elemanlarının üretimi için ağaç türü olarak Alman Ladini kullanılmıştır.

Caminin konseptinde ağaçlardan yola çıkmıştır. Belirli aralıklarda dizilen ağaçları temsilen glulam kolon düşünülmüştür (Şekil 14). Glulam kolonlar arası ağaç dalları görünümü verecek şekilde yelpaze tonoz kirişlerle bağlanmıştır. Kolonların üst noktalarında dairesel ışıklıklar bırakılmıştır. Caminin iç mekânında doğal aydınlatmadan yararlanılmıştır.



Şekil 14. Kolon dizilim şeması ve cami konsepti (URL 11)

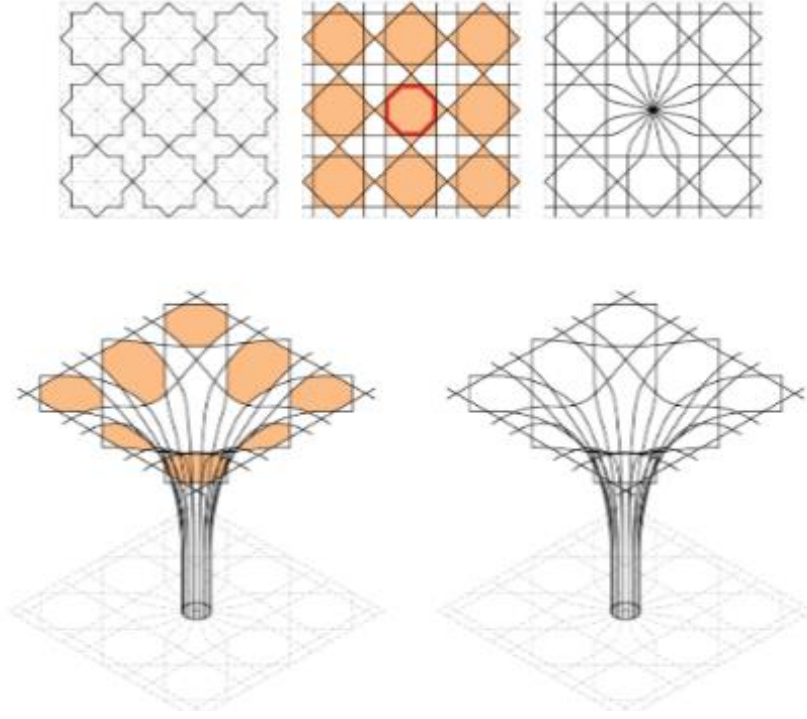
Glulamın yapısından dolayı, cami taşıyıcıları 30 adet standart kolondan oluşturulmuştur. Yapıyı oluşturan 2746 parça ahşap eleman bulunmaktadır. İmalattan sonra, kavisli glulam elemanları fabrikada önceden monte edilmiştir. 16 adet glulam eleman, kolon gövdesinin üst noktalarına sabitlenerek sahaya nakledilmiştir (Şekil 15) (URL 10).



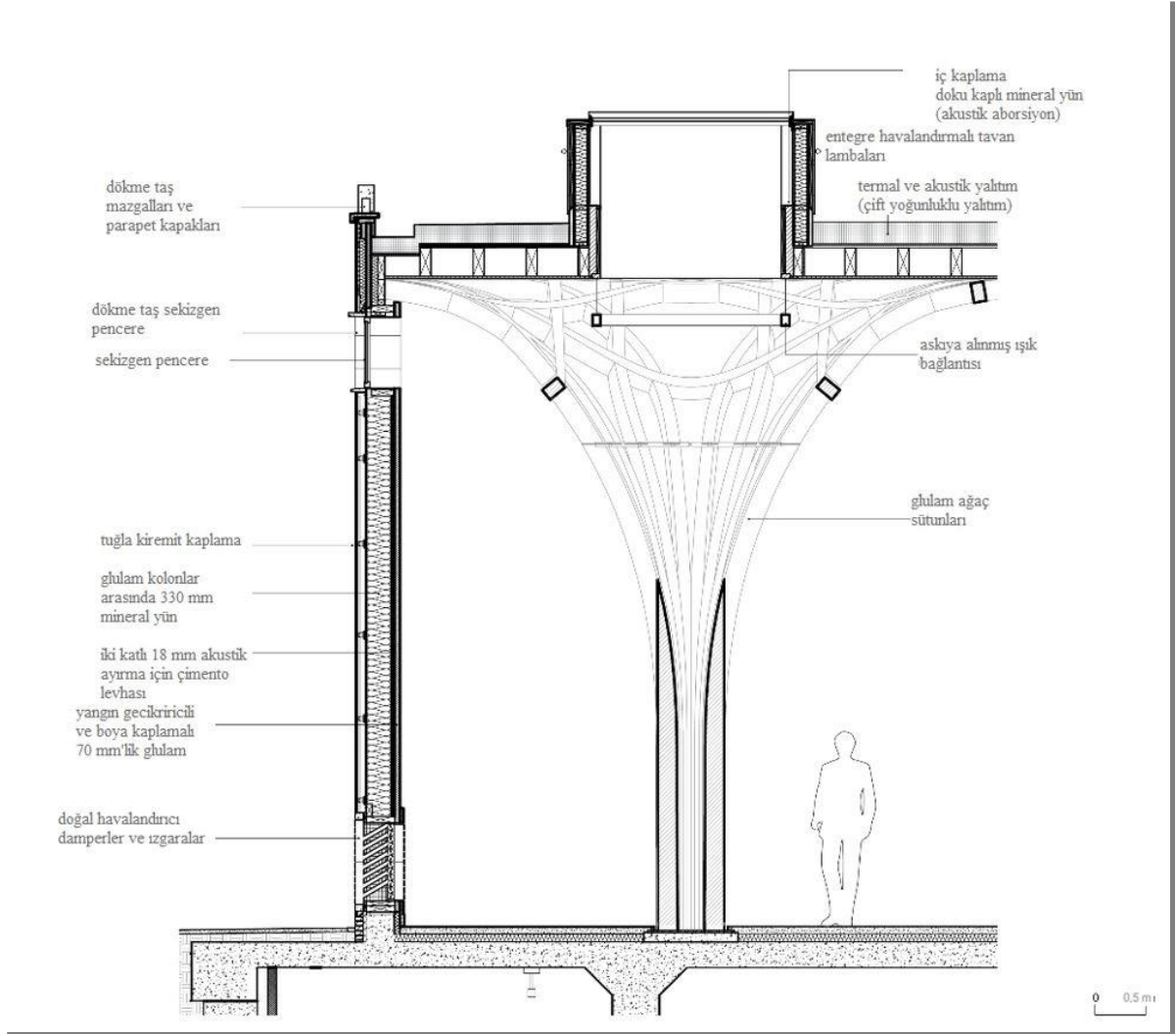
Şekil 15. Camide kullanılan glulam kolon (URL 12)

Glulam kolonlardan sekizgen gövdeyi oluşturabilmek için on altı adet glulam eleman bir araya getirilmiştir. Ahşap kolonlar 8,1 m'lik düzenli ızgaralar halinde sıralanmıştır. Glulam kolonlar kirişlerle birlikte çatıya destek sağlamaktadır (Şekil 16.). Kolon üzerindeki boşluklarda dairesel ışıklar bulunmaktadır. Işıklıklar entegre havalandırmalıdır. Kolon gövdesi çelik pabuçla zemin kat levhasına bağlanmıştır (Şekil 17) (URL 9).





Şekil 16. Glulam kolon ve ızgara kiriş sistemi (URL 10)

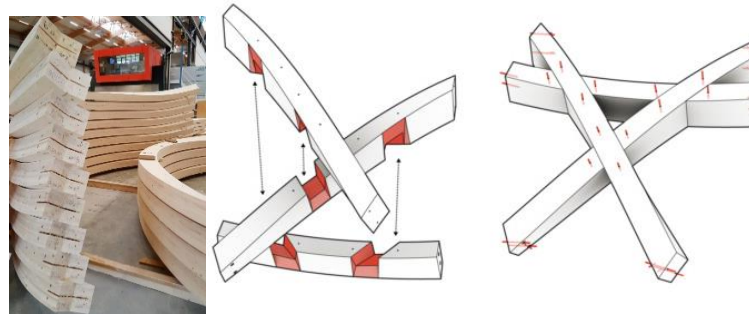


Şekil 17. Glulam kolon kesiti (URL 10)

Yapıdaki kiriş sistemi yelpaze tonoz kullanılarak sağlanmıştır (Şekil 18). Tonozlu sistemden üç boyutlu form kıvrılarak birleşir. Ahşap kirişler İslami motif oluşturacak şekilde bir araya getirilmiştir. Glulam kirişlerin üretimi yapılarak vida bağlantı noktaları açılmış ve şantiye alanına getirilmiştir. Kirişler arasında belirli noktalar arası boşluklar bırakılarak birbirine geçmeli olarak yerleştirilmiştir (Şekil 19). Kirişlerin geçmeli olarak yerleştirilmesi yapı stabilitesine katkı sağlamaktadır (URL 9).



Şekil 18. Cami içerisinde kullanılan ahşap yelpaze tonoz sistem (URL 12)



Şekil 19. Geçmeli kiriş sistem detayı (URL 12)

Yapıdaki kubbe formunun meydana getirilmesinde sürekli tekrarlayan sekizgen kolonlar, yapısal olarak bir modele dönüştürülerek üç boyutlu kubbe formuna da yansıtılmıştır (URL 13). Kubbe fabrika ortamında üretilerek inşaat sahasına nakliye edilmiştir. Kubbe yapısı glulam elemanlardan oluşan taşıyıcı kafes kirişler üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 20a, 20b). Lamine ahşap kolon ve kiriş elemanlar kubbe çerçevesine bağlantısı kurularak kubbeyi taşımaktadır. Kubbeyi bağlamak için vida ve benzeri bağlantı elemanları kullanılmıştır.



Şekil 20a. Asma kubbe nakliyesi (URL 12)



Şekil 20b. Asma kubbenin cami içinden (URL 12)

Dış duvarlarda 70 mm'lik glulam malzeme kullanılmıştır. Duvarların alt kısımlarında ızgaralı havalandırma sistemi kurularak doğal havalandırmaya katkı sağlanmıştır. Duvar yalıtım malzemesi olarak mineralli yün kullanılmıştır. Cami yapısını çevreleyen duvarlar CLT karolar ile kaplanmıştır. Çapraz lamine ahşap panellerin çevresine yangını geciktirebilen cila yapılmıştır. Dış duvara tuğla kaplama yapılmıştır. Yapının tavan panelleri ve duvar panelleri arasına yanlış hizalamayı önlemek için girintiler yapılmıştır (URL 10).

Caminin çatısında çapraz lamine ahşap çatı plakası kullanılmıştır. CLT plaka yanal olarak gelen ağırlığı duvarlara iletmek için diyafram görevi görmektedir. CLT panel uygulamasında paneller arası 6 mm'lik boşluk bırakılmıştır. Bırakılan boşluk sayesinde yaz ve kış mevsiminde meydana gelebilecek daralma ve genişleme durumuna karşı önlem alınmıştır. Panellerin parçalanıp dağılmaması için 90 derecelik köşe noktalarına 2 mm'lik diyagonal pahlar yerleştirilmiştir (URL 10). Caminin temeli betonarmedir ve alt katında betonarme otopark bulunmaktadır.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Genel olarak ahşap malzeme milattan önceki çağlardan günümüze kadar yapı üretiminde sıklıkla tercih edilen bir malzeme olmuştur. Ahşabın bu uzun kullanım geçmişi ile insanların barınma ihtiyacını büyük ölçüde karşıladığı bilinmektedir. Günümüz çağdaş mimarisi ve teknolojinin bir araya gelmesi ile endüstriyel ahşap malzeme elde edilmiştir. Endüstriyel ahşap malzeme genellikle ahşaba ulaşımın kolay olduğu ve ahşap teknolojisinin gelişmiş olduğu bölgelerde tercih edilmektedir.

Bu çalışmada Cambridge Merkez Camisi'nin mimari özellikleri anlatılmıştır. Caminin strüktür sistemi, kolon, giriş, duvar, kubbe ve çatı olarak ele alınmıştır. İncelenen yapıda, endüstriyel ahşap malzemeler arasından glulam ve CLT kullanılmıştır. Kolon, giriş, kubbe elemanlarında glulam tercih edilmiş, duvar ve çatı panellerindeyse CLT malzeme kullanılmıştır. Caminin yapı elemanlarında genel olarak ahşap kullanılması yapısal ve ekolojik olarak mimarlığa ve çevreye katkı sağlamıştır.

Camide kullanılan ahşap teknolojileri arasından glulam kolonlar dikkat çekmektedir. Her bir kolonda kullanılan on altı adet eğrisel glulam eleman, kolon gövdesinde sekizgene dönüşmektedir. Bu durum ahşap malzemenin endüstriyel olarak işlendiğinde eğrisel forma dönüştürülüp strüktür sistemde farklı formlarda uygulanabildiğini yansıtmaktadır.

Yapıda girişler tonoz şeklinde birleşerek birbirine geçmeli olarak monte edilmiştir. Bu durum teknik açıdan endüstriyel bir ürünün, geleneksel üsluba çağdaş bir yöntemle uygulama yapıldığını göstermektedir. Bunun yanında girişlerin geçmeli sistem olması yapının dayanıklılığına katkı sağlamıştır.

Açıklık geçmek için kullanılan kubbe formunun glulam elemanlardan üretilerek sahaya nakil edilmesiyle endüstriyel ahşap malzemenin inşaat sahasında uygulama kolaylığı sağlayabildiği kanıtlanmaktadır. Ayrıca kubbe üretimi sırasında oluşabilecek sorunlar monte edilmeden üretim aşamasında çözülebilmektedir. Bu durum zaman yönetimi açısından daha verimlidir.

Duvar yapısında kullanılan CLT paneller hafif ve dayanıklı yapısal elemanlardır. Panel duvarlara cila sürülerek yangın önlemi alınmıştır. Dış duvar malzemesi olarak glulam kullanılmıştır. Duvar uygulamasında özel bir teknik olarak tavan paneli ve duvar paneli arasında girinti yapıldığı görülmektedir. Bu durum uygulama teknikleriyle formdaki hizalama kusuruna karşı önlem alındığını göstermektedir.

Çatıda CLT paneller kullanılmıştır. Paneller arası 6 mm boşluk bırakılarak genişleme büzülme durumuna karşı çatı korunmuştur. Bu durum ahşap malzemenin uygulama teknolojisinde özelliklerinin bilinmesiyle olası bir çatlama durumuna karşı önlem alınabilmesini sağlamıştır.

Çalışmanın konusu olan camide ahşap teknolojisinin günümüz koşullarında üst düzeyde kullanıldığı sonucuna varılmıştır. Ahşabın tarihi ve endüstriyel olarak gelişmiş bir malzeme olmasıyla yapıda kullanımı teşvik edilmelidir. Çalışmadaki amaç endüstriyel ahşap uygulamalarına dikkat çekerek fayda sağlayabilmektedir. Endüstriyel ahşap malzemenin kullanımına Dünya'da yer verilmelidir. Özellikle topluma ait kamusal mekânlarda kullanılarak ahşap yapılar yaygınlaştırılmalıdır.

## EXTENDED SUMMARY

### *Research Problem and Purpose*

The use of wood as a building material has been going on for thousands of years. Such a widely used material has developed with technology. Industrial wood material has emerged with the production of wood with glue layer. When wood material started to be produced in the factory, its defects were minimized and industrial wood material emerged.

Industrial wood material has been used in different structural systems with the development of technology. The structural system of industrial wood has many advantages. It is a natural, high performance and earthquake resistant material. On the other hand, industrial wood material does not attract enough attention in some regions. Not knowing the possibilities of the material and not being widespread in industrial wood factories are obstacles for its use. In our country, the use of industrial wood materials has been seen recently, but it is not common enough.

In this direction, it is aimed to draw attention to industrial wood material technology and its usage possibilities and to contribute to its widespread use. In the study, the Cambridge Central Mosque, a project that has attracted attention in the world, has been discussed as an answer to the question of how industrial wood material can be applied in a building. In this process, the possibilities of using industrial wood materials were examined within the scope of the structure and material use of Cambridge Central Mosque.

### *Methodology*

In this study, it is aimed to explain the usage areas and application methods of industrial wood materials by considering the structure and materials of the Cambridge Central Mosque. In addition to giving qualitative information about the study subject, quantitative data are also mentioned.

In this direction, a resource research was conducted on the types of industrial wood materials used in the mosque. As a result of the research, the structural properties of the glulam and CLT materials used in the mosque are explained in the article.

In the other stage of the study, the building elements used in the building were determined and a literature review was made on this subject. Information was given about columns, beams, walls, vaults and domes made of wood.

A literature review was made about the application technique and material properties of each building element of the mosque. In line with the researches, the building elements and material types specific to this building are explained.

### *Findings*

In this section, the findings about the structural system and material of the Cambridge Central Mosque are summarized.

30 glulam columns were used in the building. While more spans can be passed with less columns with industrial wood material, the reason for using such dense columns is the project concept. In addition, 16 glulam elements are fixed from their upper points for the production of a column. The columns are fixed to the floor with connectors. Glulam beams were used to connect the columns together.

He created Islamic geometric patterns with glulam beams. The beams are connected to each other by leaving gaps between them. Fan-shaped vaults were used in the building. CLT panels were used to cover the vaults and beams.

Wooden materials were also used on the walls of the building. CLT was chosen as the wall material because it is light and durable. Glulam material was used on the outer walls of the building. The walls surrounding the mosque structure are also covered with CLT tiles.

The dome of the building was produced in the factory and transferred to the building area. The dome is mounted on the beams and columns with screws.

### *Conclusions and Recommendations*

Wood material has been used in the production of buildings for thousands of years, and with this use, it has met the shelter needs of people. Industrial wood material has emerged with the development of wood material through various processes. Industrial wood material is preferred in regions where wood use is developed and remarkable structures are built in this regard.

In this study, the architectural features of Cambridge Central Mosque are explained. The structural system of the mosque was handled as columns, beams, walls, roofs, domes and vaults. In the examined building, glulam and CLT were used as industrial wood materials. Glulam was preferred in column, beam and dome elements, and CLT material was used in wall and roof panels. In the building, glulam elements are used in

the structure. CLT, on the other hand, is used in cladding panels with low load-bearing properties. This shows that the material has been chosen in accordance with its structural characteristics. The use of wood in the mosque has contributed to the architecture and the environment ecologically.

The fact that wood is an industrially developed material has provided great opportunities for its use in buildings. The aim of the study is to draw attention to the buildings using industrial wood materials and to support the spread of their production.

Building production with industrial wood material should be done more frequently. In particular, the use of healthier wooden structures in public spaces should be expanded.

## KAYNAKLAR

ANSI/APA PRG 320 (2018). *Standard for Performance-Rated Cross-Laminated Timber*, APA-The Engineered Wood Association, Tacoma, WA.

Asiz, A., Smith, I. (2009). Structural Connections for Massive Timber Plate Elements in Hybrid Structures, IABSE Symposium Report, *International Association for Bridge and Structural Engineering*, 96(7), 126-134.

Bozkurt, A. Y., Erdin, N. (2000). *Odun Anatomisi*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.

Bowyer J., (1995). Wood and other raw materials for the 21st century For Prod J, 45 (2) (1995), pp. 17-24 Lydon, M., & Garcia, A. (2015). *Tactical Urbanism, Short-term Action for Long-term Change*. Washington: IslandPress.

Carling O. 2001: *Limtrahandbok (glulam handbook)*, Stockholm, Sweden: Svenskt Limtra AB, Print & Media Center i SundsvallAB.

Ceccotti, A., Sandhaas, C., Okabe, M., Yasumura, M., Minowa, C., Kawai, N. (2013). SOFIE Project-3D Shaking Table Test onna Seven-Storey Full-Scale Cross-Laminated Timber Building, *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 42(13), 2003-2021.

Centennial Edition (2010). *Wood Handbook Wood as an Engineering Material* .

Ching F. D. K., Adams C., (2008). *Çizimlerle Bina Yapım Rehberi*, Yem yayınları.

Deplazes, A., (2005). *Constructing Architecture, Materials Processes Structures, A Handbook*, Basel: Birkhäuser – Publishers for Architecture.

Dujic, B., Zarnic, R. (2005). *Report on Evaluation of Racking Strength of KLH System*, University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetical Engineering, Slovenia.

Gavric, I. (2013). *Seismic Behavior of Cross-Laminated Timber Buildings*, Ph.D. Thesis, University of Trieste, Italy. <https://www.researchgate.net/> <https://www.hguillen.com/>.

Karaduman, M., (1999). *Çelik Yapılar*, 3. baskı, Ankara, Türkiye: Nobel Akademik Yayıncılık .

Lan, T.T. (1999). *Space Frame Structures, Structural Engineering Handbook*, Ed. Chen Wai-Fah Boca Raton: CRC Press LLC.

Miller, B. R., (1999). *Characteristics and Availability of Commercially Important Woods, Wood Handbook*.

Mohler K., Natterer J., Gotz K., Hoor D., (1983). *Construire en bois - Tome 1, Choisir, concevoir, réaliser* Presler, Moniteur.




Ohanesyan, D. S. (2012). *Ahşap Platform Çerçeve Yapıların Yatay Kuvvetler Karşısındaki Davranışları ve Alınması Gereken Önlemler*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Öz. Ö., (2012). Tek Tabakalı Uzay Kafes Sistemlerin Tasarımı, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Savasir, K., Okbaz, F.T., (2014). Uzay Kafes Sistemlerle Yaratılabilecek Üst Örtülerin Yüzey Geometrilerinin İncelenmesi: Heydar Aliyev Merkezi Örneği, 7.Ulusal Çatı Cephe Sempozyumu.
- Thelandersson H. J. L.(2003). *Timber Engineering*, Lyngby, Denmark: John Wiley & Sons Ltd.
- Toussaint, M.H., (2007). A Design Tool for Timber Gridshells, The Development of a Grid Generation Tool, Delft University of Technology Faculty of Civil Engineering and Geosciences Section of Structural and Building Engineering Structural Design Lab, Master of Science in Civil Engineering.
- Türkçü, H.Ç., (1982). *Uzay Çerçeve Çatıyı Farklı Geometrik Olanaklar Arasından Seçmede Kullanılabilecek Ölçütler ve Yöntemi*, E.Ü. Güzel Sanatlar Fakültesi Yayınları, Yayın No:15, Ticaret Matbaacılık, İzmir, s.3.
- Türkçü, Ç., (1990). *Çağdaş Yapım ve Strüktür Sistemleri 1*, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Basımevi, İzmir.
- Türkçü, H.Ç., (2017). *Yapım İlkeler – Malzemeler – Yöntemler – Çözümler*, İstanbul, Türkiye: Birsen Yayınevi.
- Yılmaz D., (2011). Ahşap Kompozit Elemanlarla Oluşturulmuş Geniş Açıklıklı Sistemlerin İncelenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- URL 1: [www.buildwithbmc.com](http://www.buildwithbmc.com) Erişim. 03.08.2021
- URL 2: <https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch10/final/c10s09.pdf> Erişim: 02.09.2021
- URL 3: <https://www.environdec.com/library/epd2033> Erişim: 02.09.2021
- URL 4: [lh3.googleusercontent.com/OSOzaw643V\\_CzF0oycB94f-jkUwpyXMUh5x1710q1LTH0ULxJTOWSFG1vB-q1s1J9iG2zA=s85](https://lh3.googleusercontent.com/OSOzaw643V_CzF0oycB94f-jkUwpyXMUh5x1710q1LTH0ULxJTOWSFG1vB-q1s1J9iG2zA=s85) Erişim: 10.05.2022
- URL 5: [www.catider.org.tr](http://www.catider.org.tr) Erişim: 3.11.2021
- URL 6: [www.fgg-web.fgg.uni-lj.si](http://www.fgg-web.fgg.uni-lj.si) Erişim: 08.02.2022
- URL 7: [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net) Erişim: 11.02.2022
- URL 8: [structurae.net](http://structurae.net) Erişim: 9.5.2022
- URL 9: [www.trada.co.uk](http://www.trada.co.uk) Erişim: 7.5.2022
- URL 10: [www.architectsjournal.co.uk](http://www.architectsjournal.co.uk) Erişim: 9.05.2022
- URL 11: [marksbarfield.com](http://marksbarfield.com) Erişim: 9.5.2022
- URL 12: [facadesplus.com](http://facadesplus.com) Erişim: 9.5.2022
- URL 13: [woodawards.com](http://woodawards.com) Erişim:19.05.2022



**Araştırma Makalesi**

**GÖLCÜK KENT MÜZESİ TASARIMI**

Neşe ÇAKICI ALP<sup>1</sup> , Dilan ÖNER<sup>2</sup> , Kadir DEMİRCAN<sup>3</sup> 

<sup>1,2,3</sup> *Kocaeli Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Kocaeli, Türkiye.*

**ÖZET**

Kocaeli Üniversitesi, Gölcük Belediyesi ve Gölcük Kent Konseyi iş birliği ile yürütülen Gölcük Vizyon 2023 projesi kapsamında, Gölcük Kavaklı sahilinde, yaklaşık 53.000 metrekaarelik alanın, ana fonksiyonu kent müzesi olmak üzere planetaryum, şehitler abidesi ve rekreasyon alanı gibi farklı fonksiyonları içeren kentsel ölçekli bir proje olarak tasarlanması istenmiştir. Rekreasyon alanı ile sosyal sürdürülebilirlik doğrultusunda kent sakinlerinin kolayca erişebileceği, birbirleriyle daha güçlü bağlar kurabileceği, doğal, sıcak, etkin, sportif bir kültürel çekim merkezi hedeflenmekte, kent müzesi ve planetaryum yapıları ile de Gölcük Kent Hafızasının canlandırılması, kent kültürü ve bilincinin sağlanması amaçlanmıştır. Şehitler abidesi ise şehit düşmüş Gölcük'lü şehitleri hatırlatmak ve anmak amacıyla kurgulanmıştır.

Kent müzeleri, kentliler için kentlilik bilincinin oluşturulduğu ve kent belleğinin şekillendirildiği yapılar olarak tasarlanmakta ve kullanıma açılmaktadır. Bu bağlamda Gölcük için oldukça önemli kentsel bir imge olan ve Gölcük Tersanesi'nin yapılmasına vesile olan Yavuz Zırhlısı, Gölcük Kent Müzesi'nin kütesinin şekillendirilmesinde önemli bir metafor olarak görülüp, tasarım girdisi olarak kullanılmıştır. Proje, alışılmış mimari ifadelerin dışına çıkarak tasarım parametrelerini kentin topografik dokusundan alarak evrilirken, bu yaratıcı potansiyel ile projenin, bölge için üst düzey bir rekreasyon ve kültürel bellek işlevi üstlenmesi öngörülmektedir. Bu projenin hayata geçmesiyle, bireylerin bölge ile bağlarının güçlenmesi, yerel deneyimlerin yaşanması mümkün olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** *Kent Müzesi, Gölcük, Mimari Tasarım, Kamusal Meydan.*

**GÖLCÜK CITY MUSEUM DESIGN**

**ABSTRACT**

Gölcük Vision 2023 project, which was in cooperation with Kocaeli University, Gölcük Municipality and Gölcük City Council, the scope of this it was requested to design an urban scale project on the coast of Gölcük Kavaklı with an area of approximately 53,000 square meters including two different functions as a city museum and public garden. According to social sustainability in the national park, a natural, warm, effective, sportive, cultural attraction centre where city residents can easily access and establish stronger ties is aimed. The city museum aims to revive the Gölcük City Memory and reinforce the city culture and awareness.

City museums are designed and opened as urban structures where urban consciousness and city memory are shaped and formed. In this context, Yavuz Battleship, which is a significant urban image for Gölcük and which led to the construction of Gölcük Shipyard, was seen as an essential metaphor in shaping the mass of Gölcük City Museum and used as a design input. While the project evolves out of the usual architectural expressions by taking the design parameters from the city's topographic texture, with this creative potential, the project is expected to assume a high-level recreation and cultural memory function for the region. With the realisation of this project, it will be possible to strengthen the individuals' ties with the region and live local experiences.

**Keywords:** *City Museum, Gölcük, Architectural Design, Public Space.*

**Sorumlu Yazar:** Neşe Çakıcı Alp

**Makale Geliş Tarihi:** 25.05.2022

**Makale Kabul Tarihi:** 20.06.2022

**Makale Künye Bilgisi:** Çakıcı Alp,N.,Öner,D.Demircan,K. (2022). Gölcük Kent Müzesi Tasarımı. *Trakya Journal of Architecture and Design*, 2(1), 35-54.



## 1. GİRİŞ

Müze sözlük anlamıyla “bir araya getirme”dir. Toplamanın belirli bir amaca yönelik olması ve sınıflandırılmasıyla ilişkili olarak, bir araya getirilmiş nesnelere oluşan bir bütün koleksiyon olarak nitelendirilebilir. Böyle koleksiyonlar; insanların doğal, tarihsel, bilimsel, sanatsal ve kültürel değerlerinin belirli amaçlarla toplanması ve gruplandırılmasıyla oluşturulmuş nesnelere bütünü olarak tanımlanabilir. Müze koleksiyonları ise “örnek veya başvuru materyali olarak taşıdığı potansiyel değer veya estetik veya eğitsel önemleri nedeniyle toplanmış ve korunmakta olan nesnelere bütünü” olarak tanımlanır (Burcaw, 1997).

Müzeler Konseyi (ICOM- International Council of Museums) müzeyi; “insan ve yaşadığı çevrenin somut ve somut olmayan mirasını inceleme, eğitim ve zevk alma amacıyla toplayan, koruyan, araştıran, ileten ve sergileyen, toplumun ve gelişiminin hizmetinde, halka açık, kâr düşüncesinden bağımsız, sürekliliği olan bir kurumdur” (ICOM, 2007) şeklinde tanımlamaktadır.

20. yüzyıl öncesi müzeler; topluma ve geçmişe ait bilgileri, ilgili gerçek nesnelere koruyup, sergileyerek ileten mekanlardır (Tufts ve Milne, 1999). Ancak 20. yüzyıl ile birlikte, günümüz müzelerinin görevi, sadece bilgiyi aktarmak değil, ziyaretçilerine bilgi alırken aynı zamanda farklı bir deneyim yaşatacak mekanlar oluşturmaktır (McPherson, 2006).

Aynı zamanda, 20. yüzyıla birlikte, modernleşme ve sosyalleşmenin de göstergelerinden biri olan müzelerin önemi gittikçe artmış; yapısal, kavramsal ve sergileme özellikleri farklılıklar kazanmıştır. Yeni müzecilik anlayışı ile birçok anlamda kendini yenileyen, farklı içeriklerde uzmanlaşan müzeler, özellikle gündelik hayat pratiğinde kentlerde önemli görevler üstlenmektedir (Kandemir, Uçar, 2015). Bu nedenle günümüz müzeleri, koruma görevlerinin yanında, eğitim ve kültürü destekleyen faaliyetlerini arttırarak, ziyaretçilerin farklı isteklerine de ortam sağlayan, ilgi çekici mekanlar haline gelmiştir (Minghetti, Moretti ve Micelli, 2002). Bu bağlamda çağdaş müzeciliğin görevleri arasında, kent kimliği ile kentlilik bilincini geliştirmek ve kentte yaşayan farklı etnik, dinsel ve kültürel gruplar arasında ortak yaşam kültürünü güçlendirmek sayılabilir (Okan, 2018).

Aynı zamanda, kent müzeciliği, sivil bir platform oluşturarak kentlilerin kentteki tarih mirasını korumasında ve kentin sorunlarının tartışılmasında tarafsız bir alan sağlamakta iken; kentin bir bütün olarak tanıtımına yardımcı olan uzmanlaşmış iletişim, eğitim, koruma ve kültür merkezi olarak öne çıkmasını sağlamaktadır (Silier, 2010).

Müzeciliğin son yüzyılda geçirmiş olduğu büyük değişim müzeyi yalnızca bir mekân olmaktan çıkarmış, toplumsal, düşünsel, kültürel alt yapı ve oluşumuyla çok daha karmaşık bir bütün haline getirmiştir. Toplumda modernleşmenin önünü açtığı gibi, kültürel kimlik ve aidiyet duygusunu pekiştirmiştir (Çakır, 2010).

### 1.1. Dünya’da ve Türkiye’de Kent Müzeleri

Kent ve kentli, birbirini besleyen, ayrı olarak değerlendirilemeyecek kolektif bir yapıdır. Hızla değişen, gelişen ve büyüyen kentler, çeşitli katmanlardan oluşan kent tarihini, geleneğini, etnografik boyutunu, siyaset ve kentli psikolojisi gibi ilişki ağlarının içinde bulunmaktadır. Bundan dolayı topluma ve toplumun ürettiği kültürel varlıklara dair hafıza mekanlarının oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Hızlı kentleşme, sanayileşme ve beraberinde gelen göç sorunu ile ‘kent hafızası’ giderek bulanıklaşmakta ve kentler gelenekleriyle birlikte tarihlerini unutarak geçmişlerinden uzaklaşmaktadır. Kent kimliğinin kaybedilmemesi ve korunmasına katkıda bulunmak amacıyla kent müzeleri yaygınlaşmaktadır. Kurulan kent müzeleri ile hafızalar üzerinden kültürel belleğin canlı tutulması amaçlanmakta ve kent sakinlerinin bulunduğu sosyalleştiği alanlar oluşturulmaktadır.

Hebditch’e (2008) göre kent müzelerinin, her tür kitle ve farklı topluluklara değinmesi, herkese açık olması, hiçbir şeyi atlamadan toplaması ve araştırması, farklı disiplinlerden uzmanlarla birlikte ve dayanışma içinde çalışması, kullanıcı odaklı olması, sorumluluk bilinci taşıması,



profesyonel iş ahlakına sahip olması, kabiliyetli çalışanlarının tarafsız olması ve kentin diğer müzelerini düzenleyici, merkezi bir görev üstlenmesi gerekmektedir.

1880 yılında Paris'te kurulan Carnavalet Müzesi, tarihteki ilk kent müzesi olarak kabul edilmektedir (Hebditch, 2008). Klasik müze olarak değerlendirilen ve tarih ağırlıklı bir kent müzesi olarak da ifade edilen Paris Carnavalet Müzesi, Paris'in farklı dönemlerine ait iç mekan düzenlemelerinin seçkisini sunmakta ve aynı zamanda gündelik hayata dair ipuçları vermektedir. Carnavalet Müzesi'ni, 1891 yılında İngiltere'de Londra Kent Müzesi ve 1923 yılında New York Kent Müzesi izlemiştir. Günümüzde hala varlığını sürdüren öncü olarak gösterilen bu kent müzeleri ilk dönem klasik müzecilik anlayışı ile düzenlenmiştir. II. Dünya Savaşı'ndan sonra ICOM ile gelen kurumsallaşma sonrasında çağdaş müzecilik anlayışı benimsenmiş ve kent müzeleri daha da yaygınlaşmıştır.

2000 yılından günümüze Türkiye'de 50 kent müzesi kurulmuş, 60 tanesinin ise kurulum çalışmaları devam etmektedir (Fidangenc, 2016).

İstanbul, İzmir (APİKAM), Konya, Kastamonu, Kayseri, Bursa Kent müzeleri kurulan ilk kent müzelerindedir. Türkiye'de bulunan bu kent müzelerinin çoğu başka amaçla inşa edildikten sonra müze binası olarak faaliyet vermeye başlamıştır. Ancak Türkiye'de yer alan örnekler incelendiğinde kent müzeciliği kavramının altını yeterince dolduramamakta ve kentin kopyasını üretip sergilemekten öteye gidilemediği görülmektedir.

## 1.2. Amaç ve Kapsam

Gölcük, İzmit Körfezi'nin güney kıyısında yer alan Kocaeli'nin bir ilçesidir. Gölcük'ün tarihi gelişimi, İzmit ve çevresinin de içinde bulunduğu, eski Bitinya Krallığı ile başlamakta ve 1927 yılında Yavuz gemisinin tamiratıyla başlayan tersane inşaatıyla Gölcük bir garnizon şehri olarak devam etmektedir. Bu proje ile amaç, Gölcük'e ait, müze amacına uygun inşa edilerek kullanılacak, kültürel kimliği sergilemekten öte kent sakinlerinin bu kültürü içselleştirilmesine ve interaktif olarak deneyimlenmesine olanak sağlayacak bir yapı tasarlanmasıdır.

Bu projede;

- İhtiyaç programı, Gölcük kenti kültürel mirası ve tarihi doğrultusunda hazırlanmıştır.
- Osmanlı'nın son dretnotu Yavuz zırhlısının alanda yeniden canlandırılması yapılmıştır.
- Tasarım parametreleri, kent dokusundan alınarak evrilmiştir.
- Tamamen kendine özgü kent mobilyaları ve beraberinde çevre düzenlemeleri düşünülerek tasarlanmıştır.
- Bu alanın Gölcük halkı için cazibe merkezi olması ve aynı zamanda Gölcük tarihinin, kültürünün ve yaşam tarzının anlatıldığı bir müzenin Gölcük yaşamına dahil edilerek Gölcük'lü olma bilincinin oluşması istenmektedir.

Özetle, proje inşası sonrasında, kent müzesi dahilinde millet bahçesi alanı ile proje, bölge halkı için aktif, sosyal ve sportif bir cazibe merkezi olacak ve yenilikçi, özgün tasarım yöntemleri dolayısıyla, Gölcük'e yeni bir vizyon katılacaktır.

## 2. YÖNTEM

Projede yöntem olarak çeşitli analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizler çeşitli alan, çevresel ve ulaşım analizleridir. Analiz sonuçlarına göre proje tasarım sürecinde, kente dair bellek oluşturan unsurların da eklenmesiyle geliştirilmiştir.

### 2.1. Öneri Proje Hazırlık ve Analiz Aşamaları

Final ürünün güçlü karakterde olması ve istenilen etkiyi yaratması, doğru proje analizlerinin yapılması ve güncel verilerin doğru yorumlanmasına bağlıdır. Bu bağlamda Gölcük ilçe merkezi Kavaklı Sahilinde 53,000 metrekarelik alana inşa edilmesi düşünülen Gölcük Kent Müzesi Proje sürecinde, aşağıda detayları anlatılan analizler yapılmıştır.

#### 2.1.1. Alan Analizi

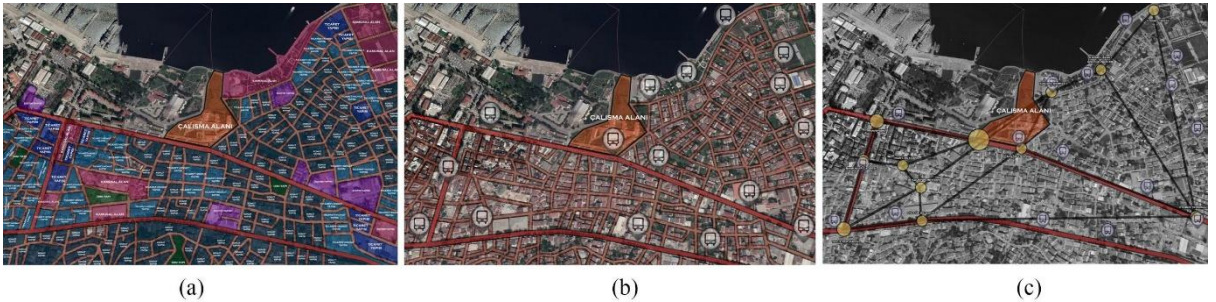
Öncelikle alan, bütüncül planlama yaklaşımı ile tüm bölge değerlendirilerek ele alınmıştır. Proje alanı analizleri ile bölge araştırılmış ve alan çevresinde yer alan bina fonksiyonları belirlenmiştir. Genelde konut fonksiyonu ile çevrelenen arazinin batı sınırı askeri alanla, doğu tarafı ise kamusal alanlar ile komşudur (Şekil 1a). Üst ölçekten bakıldığında, çevrede yeşil alanın az ve yaşam dokusunun sık olması, sosyal donatının yetersiz kaldığını göstermektedir. Bundan dolayı kesintiye uğramaksızın proje alanının yanında yer alan kamusal alanı devam ettirmek ve konut alanlarının sosyalleşme ihtiyaçlarına yanıt vermek amacıyla kıyı ve denizin potansiyeli de kullanılarak nitelikli rekreasyon alanları proje kapsamında bu bölgeye kazandırmak temel hedeflerden olmuştur.

#### 2.1.2. Ulaşım Analizi

Çalışma alanının güneyinden uzanan Mareşal Fevzi Çakmak Caddesi, proje alanına ulaşımı sağlayan ana aksdır. Bu caddeye ve yardımcı aks olarak gösterilebilecek Sahil Caddesi'ne toplu taşıma sayesinde belirtilen durak noktalarından ulaşım sağlanmaktadır (Şekil 1. b). Ayrıca alanın 300 m kuzeydoğusundaki Gölcük Kavaklı Vapur İskelesi ile şehir içi yolcu seferleri yapılmaktadır. İzmit-Bursa devlet yolu Gölcük Geçişini oluşturan Atatürk Bulvarına yürüme mesafesindedir

#### 2.1.3. Önemli Noktalar, Akslar ve Kesişimler

Alanın kuzey doğusunda, kongre merkezi, Kavaklı Sahili ve Gölcük Kavaklı Vapur İskelesi, batı ve güney batısında ise kent meydanı, 19 Ağustos Meydanı, Gölcük Belediyesi, Yavuz Pervanesi, Anıtpark ve Bankalar Caddesi olmak üzere önemli odak noktaları bulunmaktadır (Şekil 1. c). Bu noktalardan proje alanına doğrusal akslar çizildiğinde proje alanının bir geçiş güzergahı üzerinde bulunduğu ve bu noktalardan proje alanına yoğun bir yaya sirkülasyonu olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 1. (a) Alan çevresindeki bina fonksiyonu dağılımı, (b) duraklar ve yollar, (c) ait önemli noktalar, akslar ve kesişimleri.

#### 2.1.4. Trafik Analizi

Şekil 2. b’de gösterildiği gibi alanın güney ve doğu sınırlarında çift yönlü trafik akışı vardır. Ulaşım ve önemli noktalar analizleri çakıştırıldığında proje için otopark çözümünün Mareşal Fevzi Çakmak Caddesi üzerinden alanın güney batı ucunda konumlanması uygun görülmüştür. Böylelikle hem alana giriş ve yoğun trafik akışı arasında bir tampon oluşturulmuş hem de kamusal alanın devamlılığı sağlanmıştır.

#### 2.1.5. Alanın Geometrik Analizi

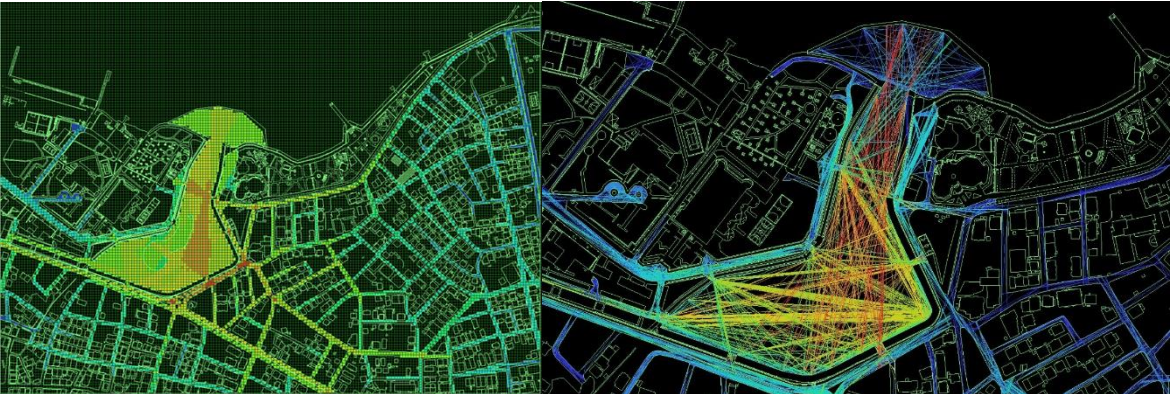
Rhino\Grasshopper ile alanın ağırlık merkezi bulunmuş ve bu girdi tasarımı etkileyen önemli parametrelerden biri olmuştur. Tasarımda ağırlık merkezi, düğüm noktası olarak kabul edilmiş ve genel dolaşım düzeni ile iç hacim organizasyonu bu düğüm noktası etrafında şekillendirilmiştir (Şekil 2. a).



Şekil 2. (a) Alana ait ağırlık merkezi, (b) trafik akışı

#### 2.1.6. Alanın Mekânsal Dizin Analizi

Alanının sahile kıyısının olması, kamusal alanlarla komşu olması ve çevrede önemli odak noktalarının bulunması alanda sezgisel olarak sirkülasyonun oldukça fazla olacağına işaret etmektedir. Bu sezgisel durumu matematiksel olarak ortaya koymak ve analiz sonucu elde edilen sayısal ve görsel verileri yorumlamak projeye yön verilmesi açısından önem kazanmıştır. Bu amaçla alanının mekânsal dizin analizi space syntax yöntemi ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.).



Şekil 3. Proje alanının space syntax analizleri



Aksiyel haritalama ile görsel bütünleşme haritasının benzer izler verdiği görülmektedir. Her iki analiz alan içerisinde oluşturulacak bağlantıların (yollar, geçitler vs) kolay erişebilir ve ulaşabilir olduğunu göstermektedir. Oluşturulacak yeni yayalaşma önerileri için rahat bir dolaşım aksı belirlemekte ve alan içerisinde yoğunluğun ve hareket şemasının nerede olabileceği hakkında ön fikir oluşturarak tartışma alanı yaratmaktadır. Kuzey ve güney hareketin güçlü olduğu çekim noktasının merkeze yakın olduğu görülmektedir.

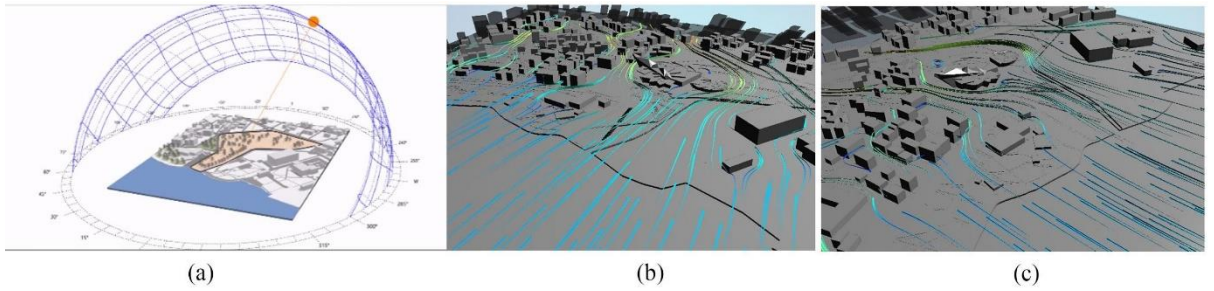
### 2.1.7. Güneş Gölge Analizi

Müze fonksiyonlarında doğru doğal ve yapay ışık kullanımı oldukça önemlidir. Müze ve sergileme mekanlarının aydınlatılmasında, sergilenen eserlerin ziyaretçiler tarafından doğru algılanmasının sağlanması ve aydınlatmadan dolayı nesnelere oluşabilecek bozulmaların en aza indirgenmesi dikkat edilmesi gereken unsurlar olmakla birlikte, gün ışığının kullanılması nesnelere daha iyi algılanmasını sağlamaktadır. Ayrıca, enerji tasarrufu ve doğal enerji kaynaklarının etkin kullanımının sağlanması açısından, gün ışığının tasarım sürecine dahil edilmesi önemlidir.

Müze fonksiyonu yanı sıra güçlü bir kamusal alan oluşturma isteği ile yola çıkılan projede, açık alanlar ve yarı açık alanların oluşturulması açısından günışığı verilerinin elde edilmesi önem kazanmıştır. Bu doğrultuda 'Grasshopper for DIVA' kullanılarak alana ait günışığı verileri toplanmış ve değerlendirilmiştir (Şekil 4a).

### 2.1.8. Rüzgâr Analizi

Meteorolojiden Genel Müdürlüğü'nden alınan bilgiye göre Kocaeli'nin hakim rüzgar yönü kuzey olarak belirlenmiş ve ölçülen ortalama hakim rüzgar hızı 25 km/s olarak 'Flow Design' simülasyon programına girilmiştir. Ulaşılan veriler doğrultusunda, oluşan rüzgarların doğrultusu, yönü ve şiddeti tespit edilmiş olup alanda tasarlanacak proje ile alanda oluşabilecek hava akımlarının simülasyonu yapılmıştır (Şekil 4 b. ve c.).



Şekil 4. (a) Alana ait güneş\gölge, (b,c) rüzgar analizi

## 3. TASARIM SÜRECİ

Kent müzesi, planetaryum, şehitler abidesi ve rekreasyon alanı olarak planlanan, alan analizleri kısmında detaylı olarak anlatılan projenin ihtiyaç programı, Gölcük kenti kültürel mirası ve tarihi doğrultusunda hazırlanmış ve binanın sonraki nesiller için de simgesel bir bellek oluşturması hedeflenmiştir. Bu kapsamda;

- Yavuz Zırlı'nın yeniden canlandırılması,
- Gölcük Kent Müzesi'nin kentin cazibe merkezi olması,
- Gölcük'lü olma bilinci ve Gölcük dışından gelenler içinde kenti anlatan ve tanımlayan bir mekân olması,
- Müzenin interaktif dijital müze olması, planlanmaktadır.

Projenin açık alanları çeşitli fonksiyonlar ile donatılmıştır; açık sergi alanı (Gölcük donanmasına ait deniz müzesinde açık havada sergilenen 12 adet askeri envanter ve objeler için), kent çeşmeleri, su enstalasyonları, süs ve rekreasyon havuzları, seyir terası, yapay tepeler, kent faunası

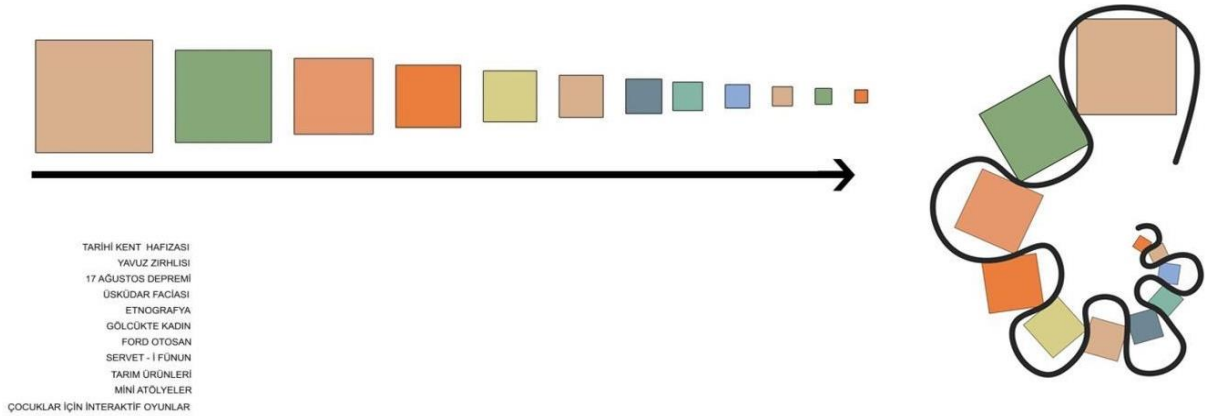
ve florası gezi alanı, eğlenceli etkileşimli enstalasyonlar, çocuk-genç etkinlik alanları, çağdaş oturma-toplanma düzenleri, bisiklet ve araç hizalayıcıları ve 150 araçlık otopark tasarımı yer almıştır.

İhtiyaç programı yukarıdaki gibi planlanan kent müzesi projesinin kütle tasarımında Yavuz Zırhlısı ve nautilus deniz kabuğunun biçimsel formundan ilham alınmıştır. Yavuz Zırhlısı'nın Osmanlı ve Türk tarihindeki yeri ve önemi bilinmekle birlikte Yavuz'un Gölcük kenti ile arasındaki bağ; Cumhuriyet'in ilanı sonrası, hasarlı olan Yavuz Zırhlısı'nın tamiri için gerekli olan tersanenin Gölcük'te inşası ile başlamıştır. Tersane bu nedenle Gölcük kentinin varoluş nedeni olarak kabul edilmektedir ve Gölcük kent girişinde, Yavuz Zırhlısı'nın bir pervanesi anıtsal bir simge olarak yer almaktadır. Yavuz Zırhlısı'nın formu projede, soyutlanarak çelik konstrüksiyon taşıyıcı sisteme sahip cam bir kabuğa dönüştürülerek giriş aksına oturtulmuştur. Müzenin giriş aksı boyunca ilerleyen kullanıcılar bu şeffaf cam kabuk ile karşılaşmaktadır. Ayrıca bu şeffaf kütle, Gölcük'ün her yerinden ve denizden görünür olması simgeselliğini güçlendirmektedir (Şekil 5.).

Kabukta yaratılan güçlü etki kadar içeride de kullanıcılar için mekanları ve fonksiyonları birbirine bağlayan dinamik bir sirkülasyon ağı kurmak önemlidir. Hein, (1998) göre de yönlendirmede zayıflık kullanıcının korku, belirsizlik ve şaşkınlık duymasına neden olmakta ve bu duygular diğer tüm duyguların önüne geçerek müzenin amacını yerine getirmesine engel olmaktadır. Bir deneyim mekanı olarak kurgulanan Gölcük Kent Müzesi projesinde, yol bulma, konum belirleme, yönelme ve sirkülasyon gibi hareket bağlamı olgular kullanıcılar için konforlu hale getirilmeye çalışılmıştır. Bu düşünce sistematığı doğrultusunda, ihtiyaç programında yer alan ana galeriler çizgisel organizasyon bağlamında dizilerek iç hacim organizasyonu kurgulanmıştır. Ancak bu organizasyon daha çok klasik müze anlayışına uyduğu için galerilerin birbiri ile kesişmesi, ortak mekana bağlanması, her galeriye eşit mesafede olması ve galeriler arasındaki ilişkinin güçlendirilmesi amacıyla analizler doğrultusunda, bu projede, alanın ağırlık merkezi, galerilerin bağlandığı odak noktası olarak kabul edilmiştir. Çizgisel organizasyon bu ağırlık merkezi etrafında bükülmüştür (Şekil 6). Müze mekân kurgusunda doğrusal, dairesel ya da sarmal yürüyüş hatları yaratılarak, farklı boyutsal galeriler, arasındaki bağlantılar güçlendirilmiştir. Ayrıca kullanıcı davranışlarını yönlendirmek amacıyla kullanıcının çeşitli dolaşım oluşturma potansiyeli temelinde basit güzergahlarla sirkülasyon ağı düzenlenmiştir.

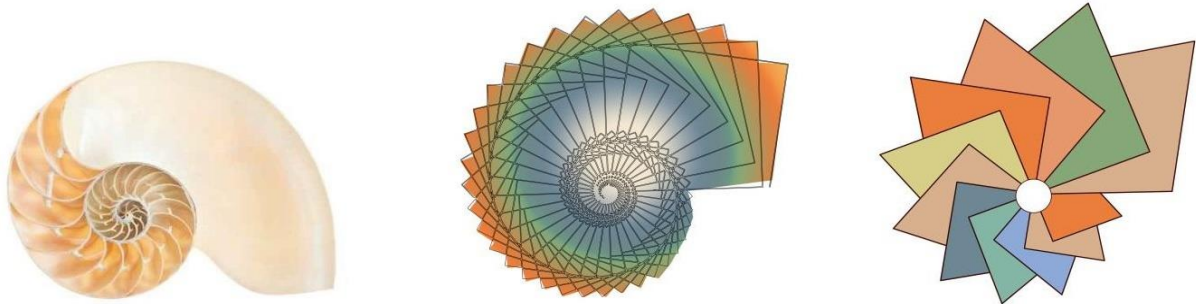


Şekil 5: Yavuz zırhlısının soyutlanması ve tasarıma eklenmesi



Şekil 6. Çizgisel organizasyonun ağırlık merkezi etrafında bükülmesi

Galerilerin boyutsal ağırlıklarına göre bir merkez etrafında döndürülmesi ile oluşturulan bu yeni sirkülasyon şeması deniz kabuğunu çağrıştırmıştır. Aynı zamanda Gölcük'ün denize kıyısı olması dolayısıyla birçok deniz kabuğu türünü de barındırması, tasarımda altın oranlara sahip nautilus canlısının proje ana kütlesi için ilham kaynağı olmasını sağlamıştır ve galeriler bu form uyarınca yeniden düzenlenmiştir (Şekil 7).



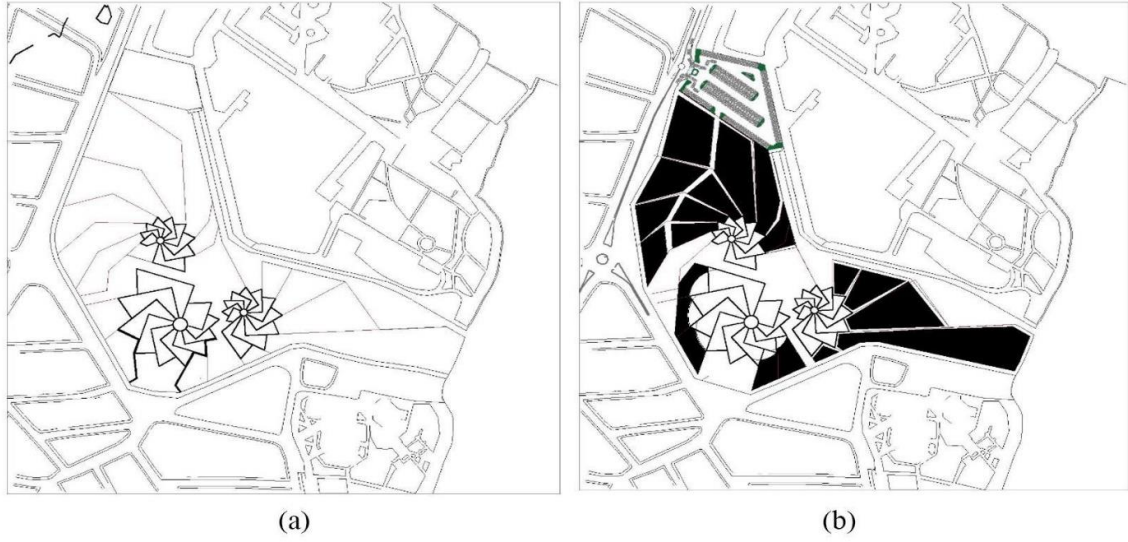
Şekil 7. Nautilus formunun dönüşüm aşamaları

Nautilus formu, farklı boyutlarda, fonksiyonlarda ve kotlarda tekrarlanarak vaziyet planında bir araya getirilmiştir (Şekil 8a ve 8b). Ayrıca formun ışımsal uzantıları, vaziyet planında ana peyzaj kararlarının belirlenmesinde, meydanların oluşumunda ve yürüyüş yollarının şekillenmesinde etkin rol oynamıştır. Şekil 8 ve 9'da da görüldüğü gibi galerilerin bulunduğu ana kütle ve ona yardımcı iki kütle peyzajla bütünleştirilmiş ve kentin akslarına uygun olacak şekilde alan sirkülasyonu çalışılmıştır. Kent Müzesinde iç ve dış sirkülasyon ağı bir bütün olarak düşünülmüş ve kabuktaki yırtıklarla bu durum desteklenmiştir.

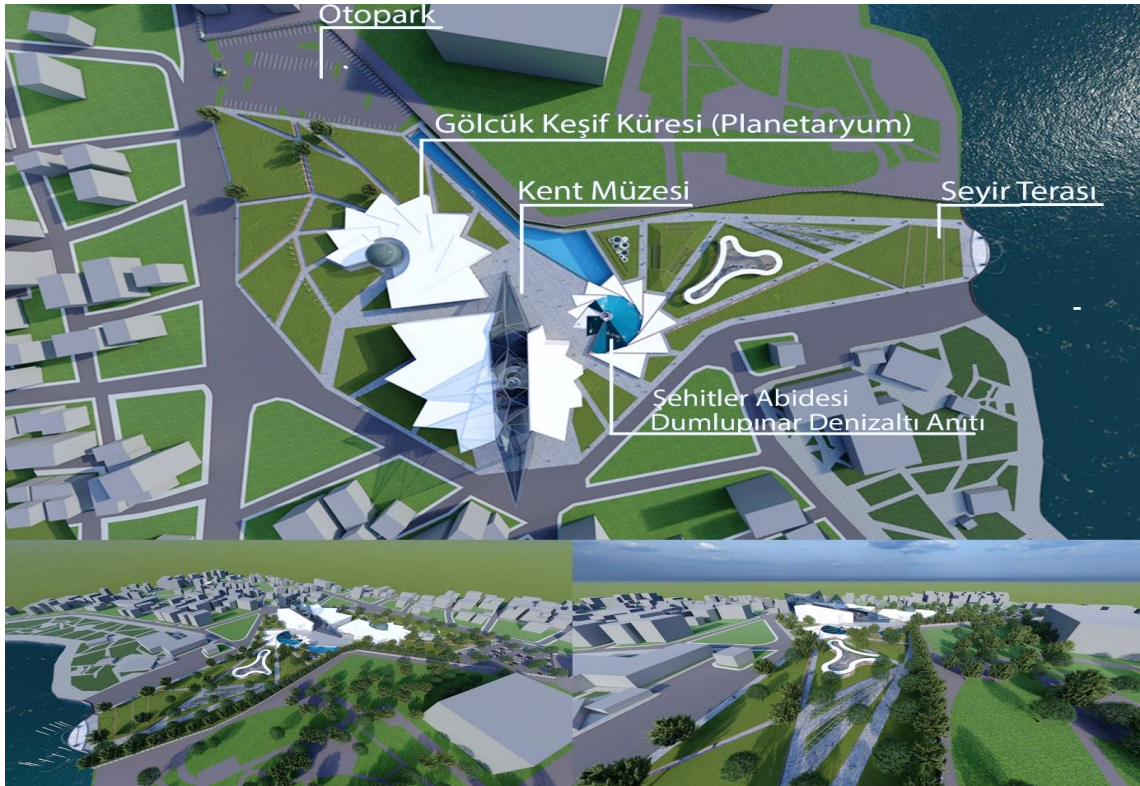
Bu ışımsal uzantılar peyzajda da devam ettirilmiş ve uzantıların her birine denize doğru azalarak incek şekilde 20 santimetrelilik kodlandırma yapılmıştır. Her bir kota farklı bir açık alan fonksiyonu atanmıştır. Bu durum aynı zamanda denizden müzeye doğru görünürlüğü artırmaktadır (Şekil 9).

Proje alanı üzerinde mevcut olan 8 metre enindeki dere proje kapsamında genişletilerek rekreasyon alanına dahil edilmiştir. Yer yer genişletilen bu dereye askeriyeden devir alınması planlanan 2 adet hücumbot gemisinin sergilenmesi planlanmıştır (Şekil 9).





Şekil 8. (a). Nautilus formunun tekrarı ve ışınsal uzantılar, (b). Formun ışınsal uzantılarının peyzaj ile bütünleştirilmesi



Şekil 9. Vaziyet planı

Tasarlanan proje rekreasyon alanı ve 3 ana yapı bloğundan oluşmaktadır;

- Kent müzesi
- Gölcük keşif küresi (Planetarium)
- Şehitler Abidesi ve Dumlupınar Denizaltı anıtı



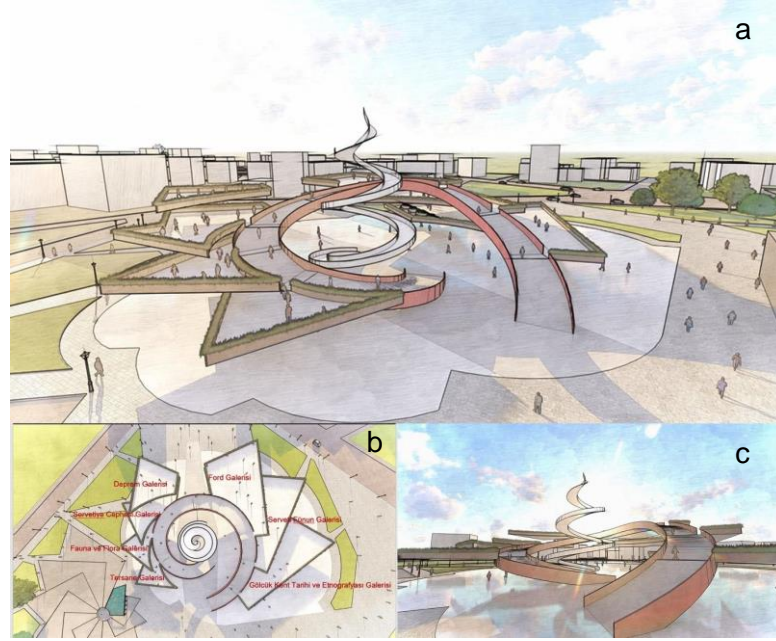
### 3.1 Kent Müzesi

Görünüşünde Yavuz Zırlı'ndan ve natulüs canlısından yararlanan, ilk yapı bloğu olan, Gölcük Kent Müzesi'nin; topluma ve geçmişe ait bilgileri, ilgili gerçek nesnelere koruyup içinde sergilediği bir alan olması için, Gölcük kent tarihine ait araştırmalar gerçekleştirilmiştir (Şekil 10). Bu araştırmalar sonrasında Gölcük kent müzesinde sırasıyla aşağıda verilen galeriler yer alması planlanmıştır; Gölcük Kent Tarihi ve Etnografyası Galerisi, Serveti Fünun Galerisi, Ford Galerisi, Deprem Galerisi, Servetiye Cephesi Galerisi, Tersane Galerisi. Bu galerilerin yanı sıra, müze içinde yeme içme alanları, kafeterya ve restoranlar, satış birimleri, çok amaçlı konferans salonu ve seminer odaları ihtiyaç programında yer alan diğer kapalı alanları oluşturmaktadır.

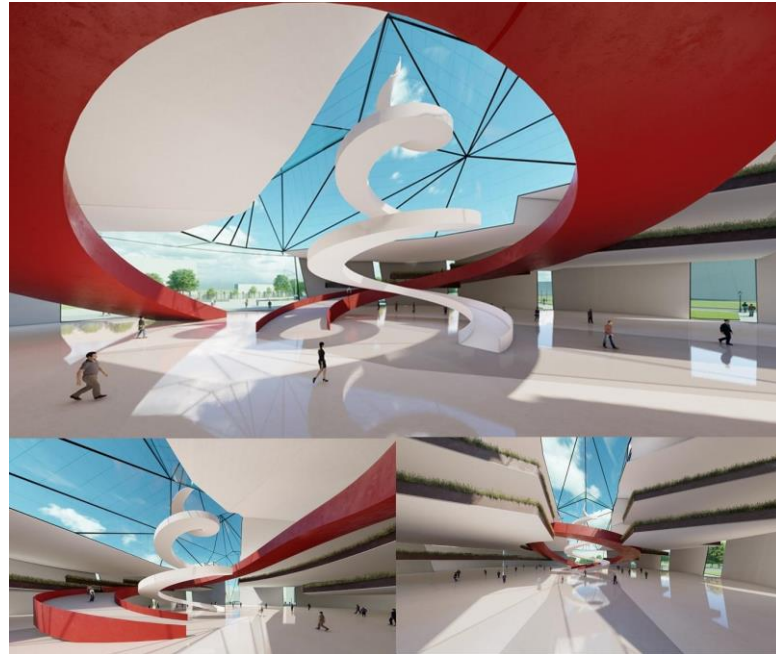


Şekil 10. Kent müzesi dış görünüşü

İç mekânda bu galeriler ise Şekil 11 ve 12'de görüldüğü üzere, dönerek yükselen bir rampa etrafında konumlandırılmış ve merkeze bağlı 7 farklı kotta sıralanmıştır. Kotlar arasında yaklaşık 3 ile 4 metre fark vardır. Sağ tarafta +4.00 kotunda Gölcük tarihi ve etnografyası galerisi, +8.00 kotunda Serveti Fünun galerisi, +12.00 kotunda Ford galerisi ve 1999 Gölcük depremi galerisi yer almakta, sol tarafta ise +9.00 kotunda Servetiye Cephesi galerisi, +6.00 kotunda fauna ve flora galerisi ve +3.00 kotunda tersane galerisi yer almaktadır (Şekil 11b).



Şekil 11. Kent müzesi iç mekân görseli ve galerilerin iç mekân yerleşimleri



Şekil 12. Kent müzesi iç görüntüleri

### 3.1.1 Kent Müzesi Galerileri

#### Gölcük Kent Tarihi ve Etnografyası Galerisi

Bu galeride, tarih bölgeye aittir ve insanın ona ait farkındalığında mottosundan yolla çıkarak Gölcük tarihi, kimliği, coğrafi bilgilendirmesi, vaziyeti, kronolojisi (Antik Dönemden Osmanlıya ve Osmanlı Döneminden Gölcük Cumhuriyet Dönemine olmak üzere Gölcük ile ilgili dokümanlar) sergilenecektir. Etnografik yapısı (Gölcük konut yapıları (Osmanlı dönemi), Gölcük sokak canlandırması (Osmanlı dönemi), evlerin önünde oynanan çocuk oyunları, Gölcük ahşap işlemleri (Osmanlı dönemi) kapı işlemleri, tavan işlemleri, Gölcük günlük yaşam, düğün,

sünnet ve ölüm, kılık kıyafet) yemek kültürü, Gölcük' te yaşamış önemli isimler, Gölcük'te yapılan zanaatlar ve Gölcük müzik aletleri canlandırılacaktır.

### **Serveti Fünun Galerisi**

Gölcük'te Değirmendere'de uzun süre ikamet eden ve burada vefat eden Ahmet İhsan Tokgöz, Servet-i Fünun dergisinin sahibi ve yazarıdır. Sanatçı ayrıca Meşrutiyet ve Cumhuriyet döneminin önemli yayıncıları arasındadır. Bir döneme damga vurmuş bu dergi kent müzesi içinde önemli bir meta haline dönüşmektedir. Bu galeri tasarlanırken, Serveti-Fünun romanlarında sıkça kullanılan romantizmden ilham alacak şekilde biçim kurgusu yükselerek biçimlenen organik bir form tercih edilmiştir. Biçimi oluşturan form dikdörtgen sütunlara bölünmüş ve sütunların her bir yüzü bir Serveti-Fünun dergisini dijital olarak sergileyebilecek şekilde düzenlenmiştir. (Şekil 13 a.).

### **Ford Galerisi**

Ford Otosan, 2001 yılında Gölcük fabrikasını faaliyete geçirmiş ve Gölcük için önemli bir istihdam kaynağı olmuştur. Buna binaen kent müzesi içinde Ford Otosan fabrikasının Gölcük'te üretilen otomobillerini sergilemesi için bir galeri tasarlanmıştır. Galeri tasarımında dönme kabiliyetine sahip dişliler ve çarklar kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 13 c.).

### **Deprem Galerisi**

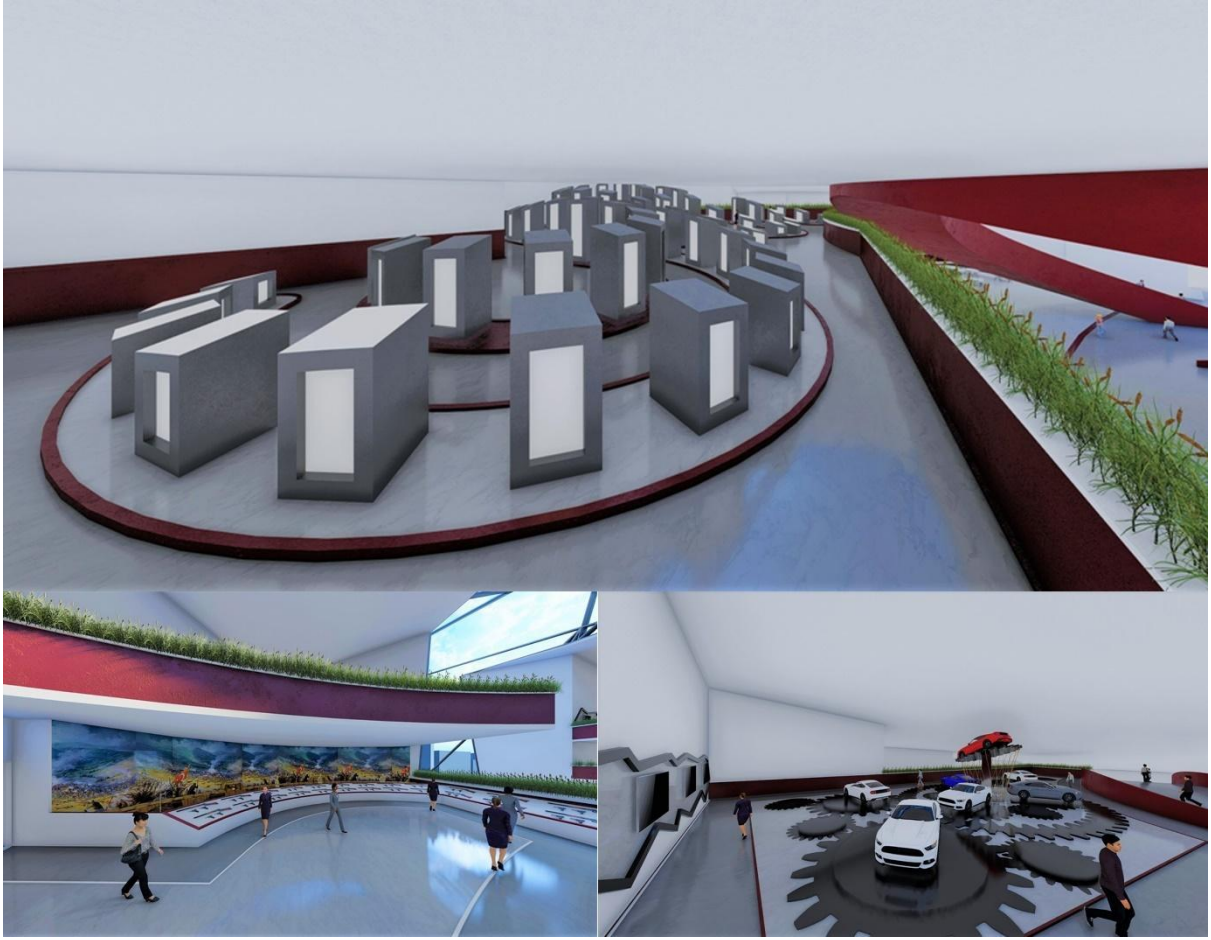
1999 yılında Gölcük'te yaşanan deprem birçok kişinin ölmesine neden olmuştur. Gölcük depremini kent hafızasında önemli bir yere sahip olması ve yaşananlardan gelecek için bir vizyon çıkarması için projede bir deprem galerisi tasarlanmıştır.

### **Servetiye Cephesi Galerisi**

Bu galeride 1. Dünya savaşı sonrasında Servetiye köyünde başlayan ve milis kuvvetlerin yürüttüğü direniş ve bu direniş sayesinde 1921 yılında işgalden kurtarılan Gölcük beldeleri ve olaylar kullanılan silahlar ve kıyafetler 3B panoramik olarak sergilenmektedir (Şekil 13 b.).

### **Tersane Galerisi**

1926 yılında 1. Dünya Savaşı'nda Alman devleti tarafından hediye edilen ve savaşta hasar alan Yavuz Zırhlısı'nın onarılması ve tamiri için Alman şirketi ile Gölcük'te bir yüzer havuz yapılması için anlaşma yapılmış ve böylece Gölcük Tersanesi'ni inşa edilmeye başlanmıştır. Gölcük Tersanesi'nin kurulması ile bugünkü Gölcük kentinin temelleri atılmıştır. Eskiden bataklık ve tarım alanı olan Gölcük tersane ile yerleşim yeri haline gelmiştir. 2015 yılına kadar Gölcük Tersanesi dünyada denizaltı üretebilen 16 ülkeden birisi olan Türkiye'nin en büyük tersanesiydi. Bugüne kadar 489 adet gemi ve küçük deniz aracı inşa etmiştir. Gölcük Tersanesi 23 fabrika, 19 Atölye, 3 yüzer havuz, 9 iskele, 6 açık hava kreyni, 5 mobil ve 2 yüzer kreyn, 8 çekici vasıta ve 877 tezgaha sahiptir. Bu projede Tersane galerisi de tüm bu süreçleri ve üretilen gemileri sergilemek için tasarlanmıştır.



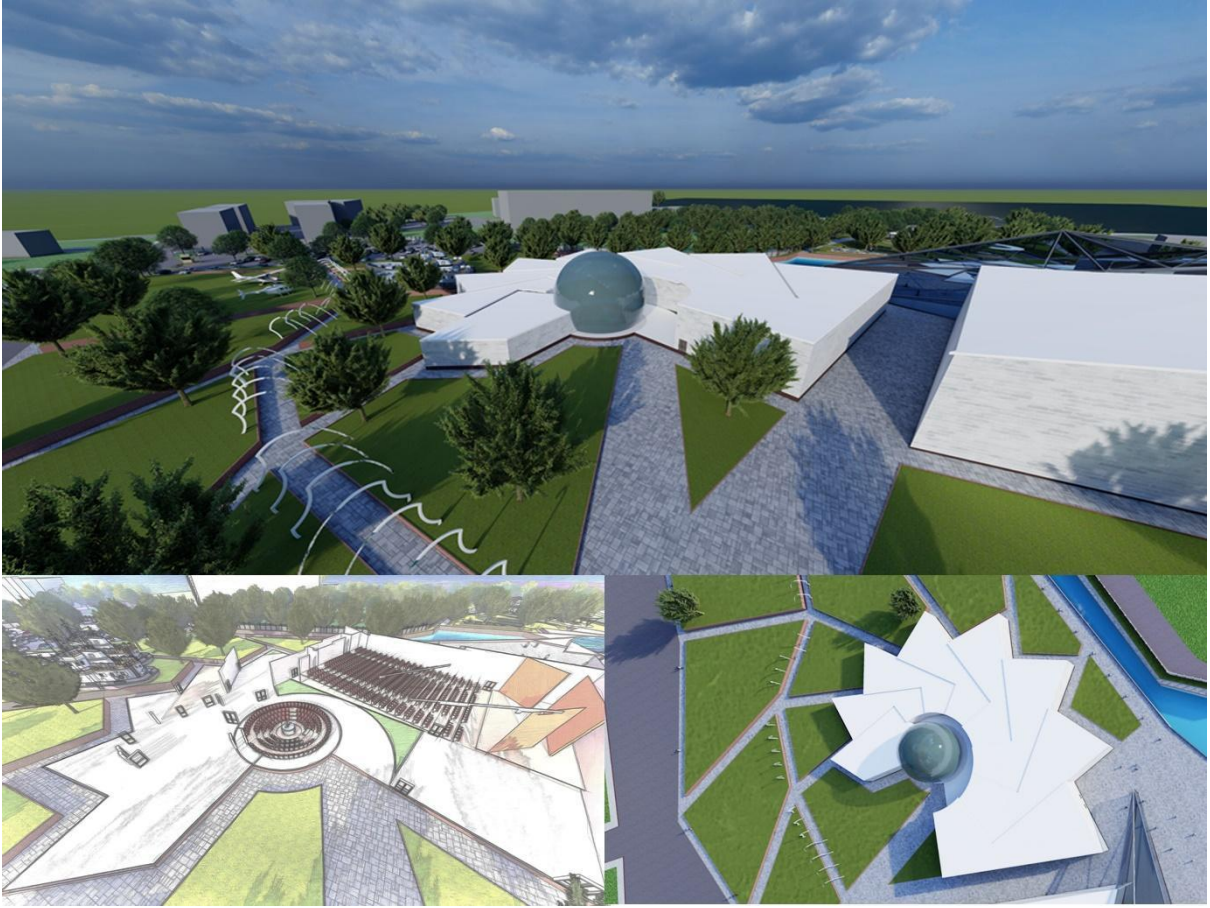
Şekil 13. Kent müzesi galerilerinden örnekler. a) Serveti Fünun Galerisi b) Servetiye Cephesi Galerisi c) Ford Galerisi

### 3.2 Gölcük Keşif Küresi (Planetarium)

Planetarium veya gezegen evi, güneşin, yıldızların, gezegenlerin ve diğer gök cisimlerinin yapay görüntüsünün özel bir yansıtıcı yardımıyla kubbe şeklindeki tavana yansıtıldığı gösteri salonlarına verilen isimdir. İlk olarak uzay boşluğundaki hareketlerin gerçekçi bir şekilde simüle edilebilmesini sağlayan güneş merkezli mekanizmaların yapılmasıyla yani "Orrery" mekanizmalarıyla ortaya çıkmış ve planetarium binalarına dönüşmüştür.

Astronomi ilkelerinden ilham alan bu ikinci yapı bloğunda, yörünge hareketi deneyimi için giriş platformu bu metaforik yaklaşım ile biçim oluşturucu olarak kullanılmış ve ziyaretçiyi içine çeken bir sarmal olarak ortaya koymuştur. Bu yapı bloğunda, 180 kişilik planetarium dışında 750 kişilik bir büyük konferans salonu, fuaye ve bir büyük kafe bulunmaktadır (Şekil 14).

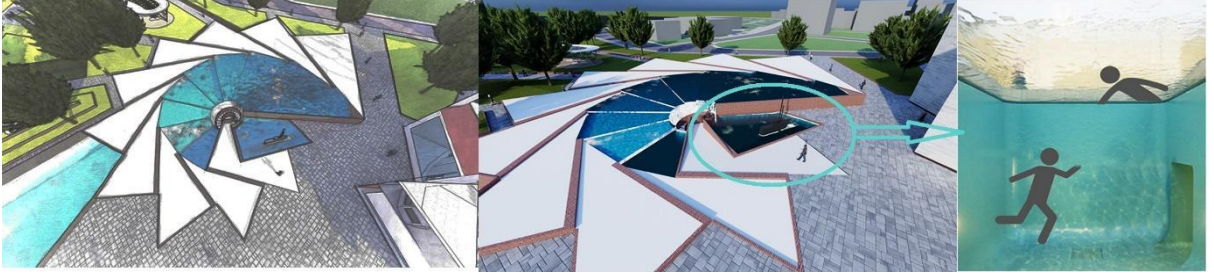




Şekil 14. Keşif küresi ve konferans salonu

### 3.3 Şehitler Abidesi ve Dumlupınar Denizaltı Anıtı

Projede tasarlanması beklenen bir diğer yapı bloğu ise şehitler abidesi ve Dumlupınar Denizaltı anıtıdır. Bu yapı, Gölcük ile bağı olan şehitleri onurlandırmak ve 1953 yılında Dumlupınar denizaltısının yola çıktığı Gölcük'e dönerken Nara Burnu'nda, İsveç bandıralı bir gemiye çarparak batması sonucu o zamanki koşullar nedeniyle kendilerine ulaşamayan ve deniz altının içinde mahsur kalarak şehit olan 81 denizcimizi anma amacı ile tasarlanmıştır. Anıt tasarımında su teması kullanılmıştır. Suyun manevi anlamlarından su gibi aziz (Ermış, Eren), su gibi mütevazı, su gibi kıymetli, su gibi temiz, su gibi aktıkça çoşan manalarının bu yapı ile ete kemiğe bürünmesi istenmiştir. Tasarım kademeli olarak birbirine akan bir havuz sisteminden oluşmakta ve en alttaki havuza ise bir denizaltı yerleştirilip aşağısıyla görsel bir bağlantı kurulmuştur. Yükselerek akan su şehitlik mertebesine yükselmeyi sembolize ederken su ile aynı hizada oturabilmek ve gezinebilmek için yeşil tepeler yapılmış böylece şehitler ile birlikte olma ve bütünleşme öne çıkartılmıştır. Tam merkeze konumlandırılan merdiven ile deniz altı enstalasyonuna inilmekte ve deniz altına ulaşınca yukarıdaki havuz ve yukarıdaki insanlar görülmekte ama ulaşamamaktadır. Tıpkı 1953 yılında denizcileri kurtarmak için 11 kez dalış yapıp deniz altına ulaşamayışı hissiyat olarak canlandırılmaktadır (Şekil 15).



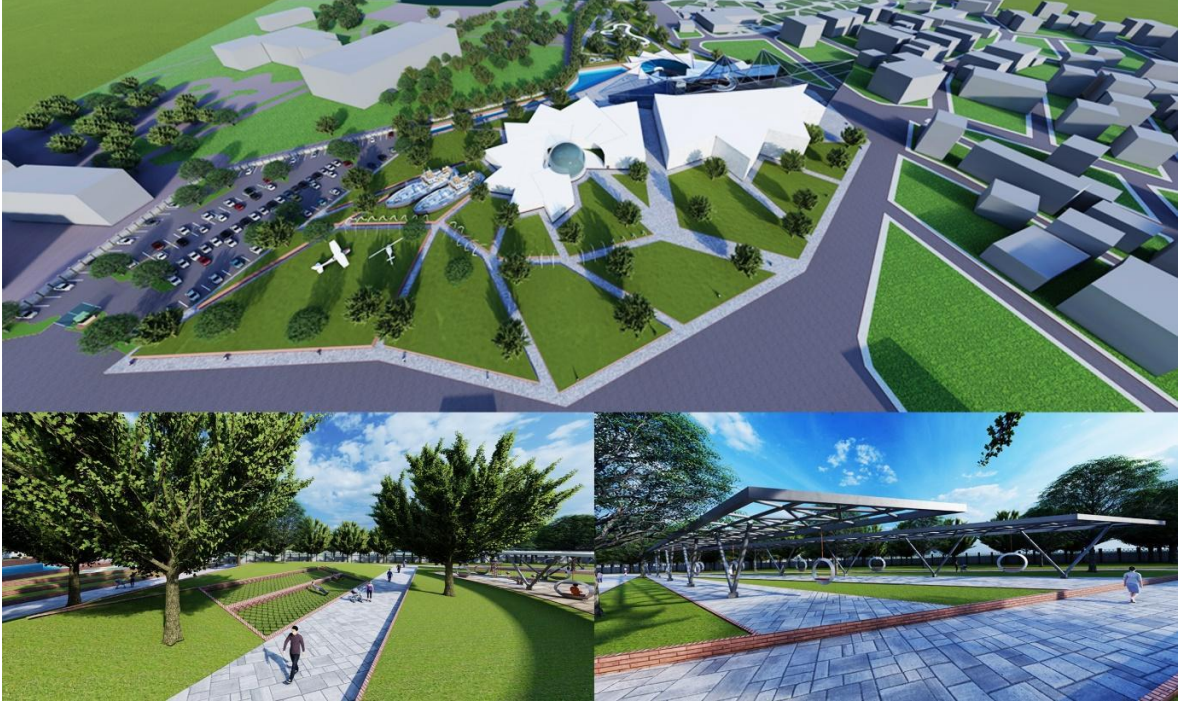
Şekil 15. Şehitler Abidesi ve Dumlupınar Denizaltı anıtı

### 3.4 Rekreasyon Alanı

Projenin rekreasyon alanı çeşitli fonksiyonlar ile donatılmıştır (Şekil 16-17);

- Gölçük Deniz Müzesi'nden alana getirilecek olan ve açık havada sergilenen 12 adet askeri envanter (Şekil 16)
- Kent çeşmeleri,
- Su enstalasyonları,
- Süs havuzları,
- Seyir terası, ve deniz sahnesi
- Yapay tepeler,
- Kent faunası ve florası gezi alanı,
- Eğlenceli etkileşimli enstalasyonlar,
- Çocuk-genç etkinlik alanları ve oyun alanları,
- Çağdaş oturma-toplanma düzenleri,
- Trambolin ve hem yüzey hamaklar
- Bisiklet ve 150 araçlık otopark tasarımıda yer almıştır.





Şekil 16. Rekreasyon alanlarından görüntüler



Şekil 17. Rekreasyon alanlarından görüntüler



#### 4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Proje alanı yapılan analizler ve elde edilen sonuçlar dahilinde, kamusal, özel ve yarı özel olarak parçalanmış olup kentlinin aynı zamanda katılımcı olduğu, sadece tek zaman diliminde değil tüm zaman aralıklarında da aktif olarak kullanabileceği, deneyimlerin çeşitlendirildiği bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Bu bağlamda kent ve kentlinin bir uzvu olarak görülen bu projeye, hayal gücüne, yaratıcılığa, sorgulamaya, tartışmaya, paylaşımına ve iş birliğine dayalı ortamlar organize edilmiş olup farklı sosyal araçlar, etkinlikler ve aynı zamanda sosyal donatılarla çevrelenmiş nitelikli yeşil alanlar sunulmuştur. Ayrıca bu kadar büyük bir alanın rekreasyon alanı olarak düzenlenmesi, Avrupa Çevre Ajansının (European Environment Agency) önerisi olan şehirlerde yeşil alana 15 dakikalık yürüyerek erişim mesafesi (1,2 km) kriterini de Gölcük için %90 oranında karşıladığı hesaplanmıştır (Stanners ve Bourdeau, 1995).

Özetle, projenin hayata geçmesiyle kent sakinlerinin fiziksel ve ruhsal gereksinimlerinin karşılanmasının yanında, kent kimliğinin ve kültürünün gelişmesine, yaygınlaşmasına, deneyimlenmesine ve hatta sosyal sürdürülebilirliğin devam etmesine olanak sağlayacağı düşünülmektedir. Kent sakinleri birbirleri ve doğayla kaynaşırken kültürel geçmişi ile de daha sıkı bir bağ kurma olanağı bulabileceklerdir. Toplumun her yaş grubuna ve cinsiyetine eşit olanaklar sunarak herkese hitap eden kentsel alan çalışılmıştır. Yavuz Zırhlısı'nın Gölcük için anlamı vurgulanarak deprem sonrası kentte yeni bir simge ve bu simgeyle birlikte bellek oluşumuna ve tazelenmesine de fırsat vereceği bilinmektedir. Kent sakinlerinin bölgeye olan aidiyet duygularının artacağı ve toplumsal dayanışmanın yerleşmesine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

**Teşekkür:** Proje, Kocaeli Üniversitesi, Gölcük Belediyesi ve Gölcük Kent Konseyi işbirliği ile yürütülen Gölcük Vizyon 2023 2019/869 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Projenin gerçekleştirilmesine olan destek ve katkılarından dolayı ilgili kurumlara teşekkür ederiz.

#### EXTENDED ABSTRACT

##### *Research Problem & Purpose*

Gölcük is a district of Kocaeli, located on the south coast of the Gulf of Izmit. The historical development of Gölcük starts with the old kingdom of Bithynia, including Izmit and its surroundings. It continues as a garrison city of Gölcük with the shipyard's construction, which began with repairing the Yavuz ship in 1927. This project aims to design a building that will be built and used in accordance with the museum's purpose, which will allow the city's residents to internalise this culture and experience it interactively, as well as exhibit the cultural identity of Gölcük.

This project;

- The needs program has been prepared in line with the cultural heritage and history of Gölcük.
- The battleship Yavuz, the last dreadnought of the Ottoman Empire, was revived in the field.
- The design parameters have evolved from the urban fabric.
- It has been designed with its unique urban furniture and environmental regulations.

This area is desired to be a centre of attraction for the people of Gölcük. At the same time, a museum that tells about the history, culture and lifestyle of Gölcük is included in the life of Gölcük, and the awareness of being from Gölcük is created.

##### *Design Methodology of City Museum*

The final design depends on the strong character of the product, the desired effect, the correct project analysis, and the correct interpretation of the current data. In this context, the following analysis was carried out during the project process for the Gölcük City Museum, which is planned to be built on an area of 53,000 square meters in the Kavaklı Beach in Gölcük town centre.

- Area Analysis:
- Transportation Analysis:
  - Highlights, Axes, and Intersections:
  - Traffic Analysis:
- Geometric Analysis of the Area:
- Spatial Index Analysis of the Area:
- Sun Shade Analysis:
- Wind Analysis

The designed project consists of a recreation area and three main building blocks apart from the recreation area;

- City Museum
- Gölcük Planetarium
- Martyrs Monument and Dumlupınar Submarine Monument

The mass design of the planned city museum project was inspired by the form of the Yavuz Battleship and the nautilus seashell. Although the place and importance of the Yavuz Battleship in Ottoman-Turkish history are known, the bond between Yavuz and Gölcük is; After the proclamation of the Republic, it started with the construction of the shipyard in Gölcük, which was necessary for the repair of the damaged battleship Yavuz. For this reason, the shipyard is accepted as the reason for the existence of the city of Gölcük. In the project, the form of the Yavuz Battleship was abstracted and transformed into a glass shell with a steel construction carrier system and placed on the entrance axis. This transparent glass shell greets the users walking along the entrance axis of the museum. In addition, the fact that this transparent mass is visible from all parts of Gölcük and the sea strengthens the symbolism of the building.

Gölcük City Museum, the first building block in which the Yavuz Battleship and the nautilus present were used in its appearance; Research on the history of the city of Gölcük was carried out to make it an area where information about the society and the past and relevant real objects are preserved and exhibited. Following this research, the following galleries are planned to be located in the Gölcük city museum respectively; Gölcük City History and Ethnography Gallery, Serveti Fünun Gallery, Ford Gallery, Earthquake Gallery, Servetiye Front Gallery, and Shipyard Gallery. In addition to these galleries, food and beverage areas, cafeterias and restaurants, sales units, multi-purpose conference hall and seminar rooms constitute other indoor areas included in the needs program.

### ***Findings (Outputs of the Design)***

#### ***Gölcük Planetarium***

The planetarium is the name given to the show halls. The artificial image of the sun, stars, planets and other celestial bodies is projected onto the dome-shaped ceiling with the help of a particular reflector. In this second building block, inspired by the principles of astronomy, the input platform for the orbital motion experience was used as a form-former with this metaphorical approach, presenting it as an immersive spiral. In this building block, apart from the 180-seat planetarium, a large conference hall for 750 people, a foyer, and a large cafe.

#### ***Martyrs Monument and Dumlupınar Submarine Monument***

Other building blocks expected to be designed in the project are the Martyrs' Monument and the Dumlupınar Submarine Monument. This structure was designed to honour the martyrs who had ties to Gölcük and to monumentalise the 81 Turkish sailors who were martyred after the Dumlupınar submarine crashed and sank on the way back to Gölcük, where the submarine set off in 1953. The design consists of a pool system that gradually flows into each other, a submarine is placed in the bottom pool, and a visual connection is established with the base. While the rising water symbolises the rise to the rank of martyrdom, green hills were built to sit in line with the water and walk around, thus emphasising being with the martyrs and being integrated. The undersea installation is descended with a staircase positioned right in the centre, and when you reach the bottom of the sea, the pool above and the people above can be seen but cannot be reached. As in 1953, the inability to get to the bottom of the sea after 11 dives to save the sailors who sank with the submarine is portrayed as a feeling.

### *Recreation Area*

The Nautilus form is repeated in different sizes, functions and elevations and brought together in the layout plan. In addition, the radial extensions of the form played an active role in determining the main landscape decisions in the site plan, the formation of the squares and the shaping of the walking paths. The main mass where the galleries are located and the two auxiliary masses have been integrated with the landscape, and the city's axes have studied the area's circulation. The City Museum's internal and external circulation network was considered whole, and the tears in the shell supported this situation.

These radial extensions were continued in the landscape as well, and elevations of 20 centimetres were made on each of the elevation levels, descending towards the sea. Each elevation level was assigned a different open area function. This situation also increases visibility from the sea to the museum. Moreover, the 8-meter-wide creek in the project area has been expanded within the project's scope and included in the recreation area.

The recreation area of the project is equipped with various functions;

- 12 pieces of military inventory to be brought to the site from the Gölcük Naval Museum and exhibited in the open air
- City fountains,
- Water installations,
- Ornamental pools,
- An observation deck and sea scene
- Artificial hills,
- Urban fauna and flora sightseeing area,
- Fun interactive installations,
- Child-youth activity areas and playgrounds,
- Contemporary sitting-gathering arrangements,
- Trampoline and both surface hammocks
- Bicycles and a parking lot for 150 vehicles are included in the design.<sup>4</sup>

### ***Conclusions and Recommendation***

The project area is divided into public, private, and semi-private. It has been evaluated and designed with a holistic approach where the citizens are also participants and can be actively used not only in a single period but also in all time intervals experiences are diversified.

In this context, with this project, which is seen as a limb of the city and the citizen, environments based on imagination, creativity, questioning, discussion, sharing, and cooperation have been organised, and qualified green spaces surrounded by different social tools, activities and social facilities have been presented. With the realisation of the project, it is thought that besides meeting the physical and spiritual needs of the city residents, it will enable the development, expansion and experience of the urban identity and culture and even the continuation of social sustainability. A metropolitan area that appeals to everyone by offering equal opportunities to all age groups and genders of the society has been studied.

### **KAYNAKLAR**

Burcaw, G. E. (1997). Introduction to museum work. Rowman Altamira.

Çakır, Ş.C. (2010). Somut Olmayan Kültürel Mirasın Sergilenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.



Fidangengç, A. (2016). Yereli Korumak ve Türkiye'de Kent Müzeleri. İdealkent, 7 (20), 936-965 .

Hebditch, M. (2008). Gelişen Anlayış: Londra Kent Müzesi'nin Otuz Yılı, Kentler ve Kent Müzeleri, s:39-48, Ed.

Hein, G. E. (1998). Learning in the museum. First Published. New York: Routledge.

- ICOM. (2007). Definition of a Museum. Accessed May 17, 2018. Retrieved from <http://icom.museum/the-vision/museum-definition/>
- Kandemir, Ö., Uçar, Ö. (2015). Değişen Müze Kavramı ve Çağdaş Müze Mekanlarının Oluşturulmasına Yönelik Tasarım Girdileri. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 5 (2), 17-47.
- McPherson, G. (2006). Public memories and private tastes: The shifting definitions of museums and their visitors in the UK. *Museum Management and Curatorship*, 44-57.
- Minghetti, V., Moretti, A., & Micelli, S. (2002). Reengineering the Museum's Role in the Tourism Value Chain: Towards an IT Business Model. *Information Technology & Tourism*, 131-143.
- Okan, B. (2018). Günümüz Müzecilik Anlayışındaki Yaklaşımlar ve Müze Oluşumunu Etkileyen Unsurlar. *Tykhé Sanat ve Tasarım Dergisi*, (3)4, 215-242
- Silier, O. (2010). Dünyada ve Türkiye'de Kent Müzeleri. *Ege Mimarlık*.
- Silier, O., *Tarih Vakfı Müzecilik Sergicilik Yayınları*, Antalya
- Silier, O. (Ed.). (2008). Kentler ve kent müzeleri. *Kent Müzeleri Uluslararası Sempozyumu 21-22 Nisan 2006*, Antalya. *Tarih Vakfı Müzecilik-Sergicilik Yayınları*.
- Stanners, D., & Bourdeau, P. (1995). Europes environment: the Dobris assessment.
- Tufts, S., & Milne, S. (1999). Museums: A supply-side perspective. *Annals of Tourism Research*, 613-631.

## COVID-19 PANDEMİSİ BAĞLAMINDA ACİL DURUM PNÖMATİK (ŞİŞME) SİSTEM ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Yasemin BAL<sup>1</sup> , Filiz ŞENKAL SEZER<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Bursa, Türkiye.

<sup>2</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye.

### ÖZET

Geçmişten günümüze insan yaşamı üzerinde etkili salgın hastalıklar yaşanmıştır. 2019 yılı itibarıyla tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 küresel salgın koşulları insan hayatını ve dolayısıyla mimari mekânları doğrudan etkilemiştir. Sağlık hizmetlerinin yetersiz kalması ve toplumsal alanlardaki salgın koşulları nedeniyle yapı ihtiyaçları ya da mevcut yapılara ek çözümler gibi yeni mimari arayışlar ortaya çıkmıştır. Salgın dönemindeki gereksinimlere yönelik olarak acil durum yapıları geliştirilmiştir. Salgın, afet, savaş gibi zorlu durumlarda kullanımının mimari temeli 1960'lara dayanan pnömatik (şişme) taşıyıcı sistemlerin Covid-19 pandemisi acil durum yapıları olarak geliştirilmiş örnekleri bu dönemde yeniden gündeme gelmiştir. Bu sebeple çalışma kapsamında pnömatik sistemler ile geliştirilen projeler salgın koşullarında toplumsal alanda bir araya gelebilme amaçlı günlük yapılar ve sağlık hizmetlerinde ortaya çıkan ihtiyaca yönelik geliştirilen acil durum sağlık yapıları olarak iki grupta incelenmiştir. PEIU (Portable Epidemiological Isolation Unit), MMW Modüler Acil Durum Hastanesi, Pneumatic Tent, CURA Koronavirüs Tedavi Merkezi, Hidalgo Acil Durum Hastanesi, Seul Acil Durum Hastanesi, Huo-Yan Air Lab Acil Durum Covid-19 Test Merkezi, Pneumatic Pillows proje örnekleri ele alınmıştır. Bu çalışmanın çıkış noktası acil durum yapıları olarak belirlenen pnömatik sistem örneklerinin salgın döneminde kullanımını taşıyıcı sistem kurgusu, malzeme kullanımı, modülerlik, adapte edilebilirlik (mekansal uyulanabilirlik), mobilite (taşınabilirlik) ve inşaa süresi parametreleri bağlamında elverişliliğini değerlendirmektir. Konvansiyonel, statik mimari çözümler yerine membran malzeme ile üretilen hareketli, şişirilebilir, esnek, hafif ve hızlı çözümlere sahip pnömatik sistemli yapıların Covid-19 salgın döneminde acil durum yapılarında kullanımını belirlenen parametrelere göre elverişli çözümler sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Pnömatik (Şişme) Strüktürler, Pandemi, Acil Durum Yapıları.

## EXAMINATION AND EVALUATION OF EMERGENCY PNEUMATIC (INFLATABLE) SYSTEM SAMPLES IN THE CONTEXT OF THE COVID-19 PANDEMIC

### ABSTRACT

From the past to the present, there have been epidemics that have an impact on human life. Covid-19 global epidemic conditions, which affected the whole world as of 2019, directly affected human life and therefore architectural spaces. Due to insufficient health services and epidemic conditions in social areas, new architectural searches such as building needs or additional solutions to existing structures have emerged. Emergency structures have been developed for the needs during the epidemic period. Developed examples of pneumatic (inflatable) conveyor systems, whose architectural basis for use in difficult situations such as epidemics, disasters and wars, date back to the 1960s, as emergency structures due to the Covid-19 pandemic, came to the fore again in this period. For this reason, the projects developed with pneumatic systems within the scope of the study were examined in two groups as daily structures for gathering together in the social area under epidemic conditions and emergency health structures developed for the needs arising in health services. PEIU (Portable Epidemiological Isolation Unit), MMW Modular Emergency Hospital, Pneumatic Tent, CURA Coronavirus Treatment Center, Hidalgo Emergency Hospital, Seoul Emergency Hospital, Huo-Yan Air Lab Emergency Covid-19 Test Center, Pneumatic Pillows project examples taken. The starting point of this study is to evaluate the use of pneumatic system samples, which are determined as emergency structures, in the epidemic period in the context of carrier system setup, material use, modularity, adaptability (spatial adaptability), mobility (portability) and construction time parameters. Instead of conventional, static architectural solutions, mobile, inflatable, flexible, light and fast solutions with pneumatic system structures produced with membrane material offer convenient solutions according to the parameters determined for use in emergency structures during the Covid-19 epidemic period.

**Keywords:** Pneumatic (Inflatable) Structures, Pandemic, Emergency Structure.

**Sorumlu Yazar:** Yasemin BAL

**Makale Geliş Tarihi:** 06.05.2022

**Makale Kabul Tarihi:** 14.06.2022

**Makale Künye Bilgisi:** Bal, Y., Şenkal Sezer, F. (2022). Covid-19 Pandemisi Bağlamında Acil Durum Pnömatik (Şişme) Sistem Örneklerinin İncelenmesi Ve Değerlendirilmesi. *Trakya Journal of Architecture and Design*, 2(1), 55-74.

## 1. GİRİŞ

Eski çağlardan beri tüm mimari faaliyetler, insan gereksinmelerine ve ortaya çıkan yeni koşullara çözüm olmak amacıyla gerçekleşmiştir. Afet durumlarında ihtiyaç duyulan acil durum yapıları Covid-19 salgını ile birlikte günümüzde yeniden gündeme gelmiştir. Küresel çapta salgının etkileri ile oluşan yeni kısıtlamalar ve ihtiyaçlar mimari tasarımlara yansımıştır. 2019 yılında tüm dünyayı etkileyen Covid-19 küresel salgını ile mevcut yapıların adaptasyonu ve yeni fonksiyonda yapılara acil ihtiyaç durumu ortaya çıkmıştır. Aşılama merkezleri, acil durum hastaneleri, gıda dağıtım birimleri, tıbbi veya temel ihtiyaç malzemesi tedarik merkezleri, ayakta bakım merkezleri, virüs test merkezleri, mevcut yapılara düzenleme olarak geliştirilen yapılar salgın ile birlikte gelişen ihtiyaçlara yönelik acil durum yapılarını ortaya çıkarmıştır. Salgın döneminde acil durum yapılarının malzeme temini ve üretiminin güç olmaması; kısa sürede inşa edilmesi; nakliyesinin, kurulumunun ve kullanımının kolay olması; tekrarlı ve farklı yerlerde uygulanabilmesi gibi özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bu nedenle geleneksel mimari taşıyıcı sistemlerin aksine pnömatik strüktürlerin kendiliğinden sahip olduğu yapısal nitelikler acil durum yapılarında kullanıma uygun olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda mimaride birçok alanda kullanılan ve acil durum yapıları olarak da tasarlanabilen pnömatik (şişme) yapıların Covid-19 salgın döneminde kullanımı makale kapsamında incelenmiş ve örnek projeler üzerinden değerlendirilmiştir.

Pnömatik sistemler mimaride köprü, müze, afet barınakları, spor salonu, stadyum, konser salonu, uzay yapıları, sergi yapıları, tarihi yapılara ek, örtü, çatı veya cephe elemanları, kinetik yapılarda cephe unsurları ve taşıyıcı, konut, duvar veya kolon gibi yapı elemanları, acil durum yapıları vb. çeşitli işlevlerde kullanılmaktadır. Pnömatik sistemlerin taşıyıcı strüktür, yardımcı strüktür ve kalıp elemanı fonksiyonlarında pandemide acil durum yapısı olarak kullanımının yapısal olarak sağladığı avantajları ve elverişliliğini değerlendirmek hedeflenmektedir. Covid-19 süreci ile birlikte yeniden gündeme gelen pnömatik strüktürlerin güncel örneklerini bu çalışma ile belirli parametrelere göre ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu makale kapsamında pnömatik acil durum yapılarının Covid-19 dönemindeki elverişliliğinin değerlendirilmesi amacıyla taşıyıcı sistem kurgusu, malzeme kullanımı, modülerlik, adapte edilebilirlik (mekânsal uyarlanabilirlik), mobilite (taşınabilirlik) ve inşa süresi parametreleri belirlenmiştir. Covid-19 sürecinde geliştirilmiş pnömatik sistemli güncel acil durum örneklerini kapsayan çalışma bağlamında; PEIU (Portable Epidemiological Isolation Unit), MMW Modüler Acil Durum Hastanesi, Pneumatic Tent, CURA Koronavirüs Tedavi Merkezi, Hidalgo Acil Durum Hastanesi, Seul Acil Durum Hastanesi, Huo-Yan Air Lab Acil Durum Covid-19 Test Merkezi, Pneumatic Pillows projeleri belirlenen parametreler üzerinden değerlendirilmiştir. Salgın döneminde mimaride uygulanan pnömatik sistem örnekleri günlük yapılar ve sağlık yapıları olarak iki grupta ele alınmıştır. Pandemi sürecinde ortaya çıkan anlık sorunların çözümüne yönelik olarak pnömatik taşıyıcı sistemlerin kullanımı mevcut yapıyı ya da yeniden inşa edilen bir yapıyı salgın koşullarına uygun hale getirmeyi sağlamaktadır. Pnömatik strüktürlerin yapısal özellikleri sayesinde plan değişiklikleri, iç mekanları bölümlendirebilme, kısa sürede kurulum, bir yerden başka yere taşınabilme, dönüştürülebilme, modüler olarak genişleyebilme, kişisel olarak kullanılabilme, az malzeme kullanımı ile hafiflik, nakliye kolaylığı, iç mekan hava kalitesi açısından salgına yönelik optimum çözümler geliştirilebilmesi gibi birçok avantaj pandemi mimarisine yönelik olarak sağlamaktadır. Pnömatik sistem ile geliştirilen acil durum yapılarının belirlenen parametrelere göre salgın döneminde kullanımının elverişli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

### 1.1. Pnömatik (Şişme) Taşıyıcı Sistemler

İnsanoğlu doğada hâlihazırda bulunan formları imkânlar elverişliliğinde mimari aracılığı ile yeniden kurgulamayı hedeflemiştir. Sabun köpüğü, hücreler, organ, damar, akciğer, doğada var olan küresel biçimleri gerçekleştirmeye çalışmışlardır. Pnömatik sistemlerin temellerinin atıldığı eski çağlardaki bu arayış sonucu ortaya çıkan hava desteği ile sık dokumalı kâğıt veya kumaştan yapılmış zeplinler tarihteki ilk pnömatik örneklerdir. Günümüz anlamında mimaride kullanılan pnömatik strüktürlerin temeli ise Endüstri Devrimi ile birlikte gelişen çağdaş taşıyıcı sistemler içerisinde teknoloji, bilim ve teknik donanım ışığında 20. yüzyıla kadar dayanmaktadır. Geleneksel mimari taşıyıcı sistemlerin aksine Endüstri Devrimi ile uygulanabilir hale gelen az

malzeme, hızlı üretim, kolonsuz geniş açıklıklar ve ince en kesitli yapılar 20. yüzyılda nüfus artışı ve yeni mimari ihtiyaçları karşılamak amacıyla ortaya çıkmıştır. Endüstri Devrimi sonucu geliştirilen yeni malzemeler ve makine donanımları taşıyıcı sistemlerin teknik açıdan ilerlemesini sağlamıştır. Demir, demirdeki karbon sayısının azaltılması ile çelik, beton ile çeliğin birleştirilmesi ile oluşan betonarme, çelik kablo ve halatlar, plastik-polimer esaslı membran gibi malzemeler yüzey aktif sistemler (kabuklar), uzay kafes sistemler, kablolu sistemler ve asma-germe (membran) sistemlerin geliştirilmesini sağlamıştır.

Teknolojik gelişmeler sonucunda membran malzeme; taşıyıcı, örtü elemanı ve çekme kuvvetlerine çalışan esnek bir yüzey olarak mimari yapılarda kullanılabilir hale gelmiştir. Yeni malzemelerin geliştirilmesi ve üretilebilmesi sonucunda ağır yapılar yerine hafif membran malzeme, daha büyük açıklıkları ihtiyaçlara yönelik olarak geçebilmektedir (Schmitz, 1995). Geçmiş çadırlara dayanan membran sistemler ise açık membran sistemler ve kapalı (pnömatik-şişme) membran sistemler olmak üzere iki farklı grupta uygulanmaktadır. Açık membran sistemler öngörülmesi olarak ya da kablolar aracılığıyla desteklenerek membran malzemenin yüzeysel olarak yükleri taşıması sonucunda oluşmaktadır. Pnömatik sistemler ise plastik-polimer esaslı membran malzemenin katı, sıvı veya gaz maddeler kullanılarak basınçlandırılması ile elde edilen taşıyıcıdır. "Thirst Pavilion" tuzlu su ve sergilerde katı köpük veya kumaş atıkları ile uygulanmış pnömatik sistem örnekleri mevcuttur. Ancak genellikle gaz bir madde olan hava kullanılarak, fanlar aracılığı ile şişirilerek taşıyıcı hale getirilen pnömatik strüktürler birçok form ve fonksiyonda mimaride kullanılmaktadır.

1959 yılında Carl Koch hava doldurulmuş elips formlu bir çatı olarak Boston Sanat Tiyatro Merkezi'nde ilk defa pnömatik bir sistem uygulamıştır (Erol, 1997). Malzeme ve yapım teknolojisi üzerine ilk hava kubbesini Walter Bird geliştirmiştir (Bird, 1972). Frederick W. Lanchester ilk pnömatik hava destek yapısı fikrini geliştirerek patentini almıştır. Dante Bini, Binishell metodu olarak adlandırılan pnömatik kalıp kullanılarak ince en kesitli beton kubbe teknolojisini geliştirmiştir (Lundy, 1967). Frei Otto pnömatik sistemlerin mimari formları üzerinden yapısal araştırmalar yapmıştır (Otto, 1996). Ermolov, Bird, Bubner ve diğer araştırmacılar 1983 yılında "Pneumatic Building Structures" kitabını yayınlamıştır (Ermolov, 1983). Mimar ve mühendislerin çabaları sonucunda tarihsel süreç içerisinde geliştirilen pnömatik sistemlerin 1967 Montreal ve 1970 Osaka EXPO Dünya Sergileri ile kullanımı ivme kazanmıştır. Plastik-polimer esaslı membran malzemesinin gelişmesi, seri üretilebilmesi, makineleşme, uygulanmış yapılardan çıkarılan tecrübeler ve dijital hesaplamaların kolaylaşması ışığında teknik bilginin artması ile birlikte günümüz anlamında pnömatik sistemler gelişmiştir. Taşıyıcı sistem, yardımcı strüktür veya kalıp elemanı olarak uygulanabilen pnömatik sistemler mimaride stadyum, spor salonları, köprü, tarihi yapılara ek, afet barınakları, acil durum yapıları, yüksek katlı yapılarda cephe elemanı, duvar ve kolon gibi taşıyıcı yapı elemanları, cephe ve çatı taşıyıcıları, uzay yapıları, köprü, müze ve kinetik cephe elemanları gibi birçok işlevde kullanılmaktadır.

Pnömatik sistemler özelliklerine göre çeşitli parametrelerde sınıflandırılmaktadır. Özşen ve Yamantürk (1991), tümüyle şişirilmiş ve hava yastığı şeklinde şişirilmiş olarak şişirilme durumuna göre pnömatik sistemleri iki grupta incelemiştir. Engel (2013); basınç farklılığı, zemine ankraj prensibi, kablo ile destekleme şekilleri ve membran katmanlara göre biçimlenme (tek cidarlı, çift cidarlı ve iskelet tüpler) parametreleri üzerinden pnömatik sistemleri incelemiştir. Türkçü (1997) ise pnömatik sistemleri basınç fazlalığı veya eksikliği ile emme-şişme kuvvetlerinin etkinliğine göre basınç; küre, yarım küre, silindir, silindir küre kesişimi, küre kombinasyonları ve tor yüzeyler olarak biçim; kullanılan membran malzemenin katman sayısına göre tek cidarlı, çift cidarlı ve iskelet (hortum) tüpler; kablo takviyeleri ile küre, silindir, elipsoid ve serbest geometri olarak beş ana başlıkta sınıflandırmıştır. Erol (1997) ile Sumovki ve Lanchester (2005) benzer bir sınıflandırma ile alçak basınçlı pozitif-negatif kuvvetler etkisinde tek ya da çift tabakalı ek desteksiz, nokta destekli, çizgi destekli, hem nokta hem çizgi destekli ve yüksek basınçlı düz, bükülmüş, kemerli formlarda süreksiz ve sürekli olarak incelemiştir. Bu bağlamda pnömatik sistemler katman sayısı, basınç durumu, biçimi, ek taşıyıcı strüktür desteği ana parametrelerine göre sınıflandırılmaktadır. Ancak pnömatik strüktürler membran tabakaların hava ile basınçlandırılarak oluşmasından dolayı genellikle katman sayısına ve hava



desteğine göre oluşan tek ve çift cidarlı pnömatik sistemler olarak sınıflandırılmaktadır. Aynı pnömatik strüktürler farklı başlıklar altında da incelenebilmektedir.

Genellikle tek cidarlı ve çift cidarlı olarak iki gruba ayrılan pnömatik sistemler benzer ve farklı yapısal özelliklere sahiptir. Tek cidarlı pnömatik sistemler (alçak basınçlı pnömatik sistemler ve hava destekli pnömatik sistemler) tek tabaka halinde bulunan membran malzemenin insanın bulunduğu iç hacminin tamamen hava desteği ile basınçlandırıp yapısal ve çevresel yükleri taşıyabilir hale getirilmesi sonucu oluşan strüktürlerdir. Hava desteği sayesinde basınçlandırılma ile taşıyıcı hale gelen tek cidarlı pnömatik sistemlerde hava kontrolü açısından özel detaylandırılmış kapı, pencere gibi açıklıklar, hava giriş üniteleri ve şişirme nedeniyle yerden kopmaya meyilli oldukları için zemine sabitleme detayları gerektirmektedir. Hava desteği ile sürekli hava sirkülasyonu sayesinde iç mekan hava kalitesi ve kullanılan havanın derecelendirilmesi aracılığıyla ısı konfor açısından optimum koşullar sağlanabilmektedir. Tek cidarlı pnömatik sistemlerde sönme olayı tüm hacimde yavaş şekilde gerçekleşmektedir ve yırtılma, sökülme, delinme durumlarında sökülerek onarılmaktadır. Çift cidarlı pnömatik sistemler (yüksek basınçlı pnömatik sistemler, hava yastığı sistemler ve şişirme pnömatik sistemler) iki tabaka halinde olan membran yüzeylerin kapalı olarak oluşturulduğu birimlerinin hava desteği ile basınçlandırılması sonucunda oluşmaktadır. Çift cidarlı pnömatik sistemlerde kapalı hacim içerisinde kısıtlı olan havanın sürekli desteklenmesi gerekmediğinden özel detaylandırılmış kapı, pencere veya açıklıklar gerektirmemektedir. Çift cidarlı pnömatik sistemlerde sönme olayı yırtılma, sökülme, delinme durumlarında belirli modüllerde gerçekleştiğinden yerinde onarılabilmektedir.

## 1.2. Pandemi Mimarisinde Pnömatik (Şişme) Sistemler

Günümüzde 2019 yılında Çin'in Hubei eyaletinin Wuhan şehrinde ortaya çıkan, hava yolu veya temas aracılığı ile bulaşan ve şiddetli akut solunum yolu sendromuna yol açan insanları ölüme kadar etkileyebilen Covid-19 (koronavirüs) salgını yaşanmaktadır (Hui, Azhar, Madani, Ntoumi, Kock, Dar, vd., 2020). Tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 pandemisi 2022 Nisan ayı itibari ile Dünya'da ortalama 498 milyon vaka ve 6 milyon ölüm oranı; Türkiye'de ise 15 milyon vaka ve 98 bin ölüm oranına ulaşmıştır (URL-1). Kişiden kişiye, kapalı ve havalandırmayan mekânlarda daha çok bulaşma özelliği gösteren koronavirüs, geliştirilen aşılar ile kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır. Covid-19 küresel salgınının sosyal yaşamı ve insan hayatını büyük ölçüde etkilemesi sebebiyle kişisel veya toplumsal alanların da değişim göstermesine neden olmuştur.

Covid-19 hastalığına yol açan akut solunum yolu virüsünün (SARS-CoV-2) yayılmasıyla birlikte mimarlar, mühendisler ve tasarımcılar salgını kontrol altına alacak ve çevresel kaynaklı bulaşmayı en aza indirecek yöntemleri yapısal ve mimari çözümler yoluyla geliştirmiştir (Dietz, Patrick, David, Fretza, Jonathan and Kevin Van Den, 2019). Çok sayıda insan hayatı üzerinde etkili olan Covid-19 salgını aynı zamanda yaşanan mekânları ve dolayısıyla mimariyi de doğrudan etkilemiştir. Kişisel sağlık önlemlerine ek olarak mimari mekânlarda yaşamı sürdürebilmek amacıyla mevcut yapıları salgına göre dönüştürme ya da salgına yönelik yapılar inşa etme çabaları ortaya çıkmıştır. Mevcut yapılarda yaşam alanlarının değişmesi, sosyal mesafe kurallarına yönelik şekillendirilmesi, izolasyon alanları oluşturulması, mekanın hacmine göre kişi kapasitesi belirlenmesi gibi düzenlemeler getirilmiştir. Salgın döneminde gelişen ihtiyaçlara yönelik olarak aşı merkezleri, tıbbi ve gıda malzemesi tedarik noktaları, karantina alanları, acil durum hastaneleri, bireysel sosyalleşme alanları gibi yeni işlevlerde yapılar da inşa edilmiştir.

Covid-19 pandemisinin yarattığı zorlayıcı koşullar sadece günümüzde değil geçmiş dönemlerde de yaygın salgın hastalıklar, savaşlar, ekonomik ve sosyal sorunlar olarak kendini göstermiştir. Tarih öncesi devirlerden günümüze yerel veya küresel ölçekte ebola, tifo, kuş gribi, verem, suçiçeği, kolera gibi pek çok salgın yaşanmıştır. Salgın hastalıklar ve II. Dünya Savaşı'nın etkileri 1960' lara kadar mimari mekânlara yansımıştır. Gelişen teknolojilerin sağladığı idealist bir yaklaşımla 60'lı yıllarda Eero Saarinen, Alvar Aalto, Cedric Price, Ant Farm, Haus-Rucker-Co, Buckminster Fuller, Reyner Banham ve Archigram gibi çok sayıda mimar veya grup tarafından zorlu koşullara yönelik yenilikçi çözümler ile mimariyi etkilemiştir. Endüstri Devrimi etkisinde teknolojik ilerleme, makineleşme, dijitalleşme ile birlikte pnömatik veya prefabrike geçici

yapıların tasarımını tetikleyerek salgın veya savaş gibi zorlu koşullara yönelik mimari yapı örnekleri geliştirilmiştir (Öztek, Karakaş, 2021).

Buckminster Fuller, tasarladığı kubbesel sistemler neticesinde "Cardboard House", "Hollywood Hills Dome", "The Montreal Biosphere" ve "Manhattan Dome" projeleri gibi izole alan yaratmaya yönelik sistemler tasarlamıştır. Kubbelerin amacı dış mekândan toz, çevresel faktörler, salgın hastalıklar veya trafik gibi unsurlar bakımından soyutlanan bir iç hacim yaratmaktır (Bober, Oktaba, 2019) (Şekil 1a). Banham, mevcut yapılar ile birlikte teknolojik ve mekanik sistemlerin kullanımı sayesinde konforlu yeni mimari ortamlar oluşturulması fikrini üretmiştir. "Environmental Bubble" isimli barınak önerisi, şeffaf pnömatik bir kubbeden oluşan mekanik sistemler ile desteklenmiş uygun koşullarda yaşam paketi olarak tasarlanmıştır (Şekil 1b). İç mekândan dış mekâna geçiş şeffaf ve hareketli pnömatik membran ile sağlanmaktadır. Bu sayede kalabalık ortamlardan izole alanlara geçen ve çevresel zorluklardan korunan yaşam tarzı fikri geliştirilmiştir (Banham, 1965). Bu sayede "bubble" olarak adlandırılan pnömatik (şişme) sistemlerin izole bir alan yaratmak, hızlı ve prefabrik barınaklar tasarlamak amacıyla kullanımı ortaya çıkmıştır.



Şekil 1. a) Buckminster Fuller tarafından tasarlanan Manhattan Dome (URL-8)  
b) Banham tarafından tasarlanan Environmental Bubble (Banham,1965)

Mike Webb tarafından tasarlanan kubbesel formlu pnömatik sistem, mimari yüzey aracılığıyla dış mekân kirliliğinden ayrılmış bir iç mekan olan "Cushicle and Suitaloon" geliştirilmiştir (Şekil 2a). Günümüzde paralel fikirde üretilen, Covid-19 salgın döneminde izolasyon koşullarının sağlanması ve virüs bulaş yollarının engellenmesi "Oklahoma Space Bubble Concert" projesi ile hedeflenmiştir (Şekil 2b). Pnömatik (şişme) taşıyıcı sistemlerin pandemi mimarisine yönelik önerilmesinin nedeni taşınabilirlik, düşük maliyetlerde hızlı üretim, kurulum veya inşa süresidir. Bu bağlamda 1960'larda geliştirilen yapı örnekleri ile günümüz Covid-19 salgın yapıları benzer mimari özellikler göstermektedir. Dış etkilerden korunma amacıyla ayrılmış iç mekanların pnömatik strüktürler ile geliştirildiği sistemler 60'lı yıllarda tekil mekanlar iken günümüzde izole edilmiş çoklu mekanlar kombinasyonu olarak pandemi döneminde kullanılmaktadır.



Şekil 2. a) 1968 yılında tasarlanan Cushicle in Milan Triennale (URL-9)  
b) 2020 World's First Space Bubble Concert (URL-10)

Salgın etkileri ile birlikte mimari yapıların oluşturulmasında pnömatik sistemler; kullanımının acil duruma adapte edilebilmesi, aşırı koşullarda kullanıcıya yönelik rasyonel çözümler

üretebilmesi ve prefabrike olarak kullanılabilmesi açısından elverişli strüktürlerdir (Pshenichnikova, 2019). Pnömatik sistemler pandemi döneminde fonksiyon, işlev ve biçim gibi nitelikleri bakımından kullanım amacına yönelik olarak tasarım aşamasından uygulamaya kadar planlanmalıdır. Yapısal özellikleri ile kolay kurulum, inşa süresinin kısalığı, sökülüp tekrarlı olarak kullanılabilme, az malzeme ve hafiflik gibi avantajlar sağlayan pnömatik strüktürler Covid-19 salgın sürecinde acil durum yapılarında kullanıma uygun sistemlerdir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Acil Durum Pnömatik Yapıların Salgın Dönemine Yönelik Değerlendirme Parametreleri

Covid-19 küresel salgın koşullarında uygulanacak olan acil durum yapıları gelişen ihtiyaçlara yönelik hızlı çözümler sunabilmek için bazı özellikleri gerektirmektedir. Taşıyıcı sistemler tasarım aşamasından uygulamaya kadar kendine özgü niteliklere sahiptir. Bu nedenle her taşıyıcı sistem acil durumlarda kullanıma elverişli olmayabilmektedir. Bir strüktürün acil durumda kullanıma elverişliliği belirli ilkeler üzerinden değerlendirilebilir. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı sistem kurgusu, malzeme kullanımı, modülerlik, adapte edilebilirlik (mekânsal uyarlanabilirlik), mobilite (taşınabilirlik) ve inşa süresi parametreleri belirlenmiştir. Pnömatik taşıyıcı sistemler ise acil durumlarda gereken nitelikleri mevcut yapısal özellikleri sayesinde sağlamaktadır. Pnömatik strüktürlerin Covid-19 salgın döneminde yapısal açıdan belirlenen parametreler bağlamında elverişliliği örnekler üzerinden incelenecek ve değerlendirilecektir.

**a) Taşıyıcı Sistem Kurgusu:** Yapısal ve çevresel yükleri güvenli bir şekilde zemine aktaran mimari kurgulara taşıyıcı sistem denir. Taşıyıcı sistemler sahip oldukları özellikler ışığında çeşitli işlevlerde ve amaçlarda kullanılabilir. Geleneksel taşıyıcı sistemler ağır, yapım süresi uzun ve yoğun malzeme kullanımı ile inşa edilen strüktürlerdir. Geleneksel taşıyıcı sistemlerin aksine çağdaş taşıyıcı sistemler daha az malzeme kullanımı, hızlı üretimi ve hafifliği hedeflemektedir. Bu nedenle Covid-19 küresel salgını gibi acil durumlarda kullanım için elverişli olan ve ihtiyaçlara hızlı yanıt veren strüktürler çağdaş taşıyıcı sistemlerdir. Çağdaş taşıyıcı sistemler içerisinde asma-germe prensibi ile yük aktarımı yapan membran strüktürler açık ve kapalı hacimli olarak incelenmektedir. Kapalı hacimli membran sistemler ise bir diğer adıyla pnömatik (şişme) taşıyıcı sistemlerdir.

Pnömatik (şişme) taşıyıcı sistemler tek veya çift cidarlı membran tabakalarından üretilen ve genellikle hava ile basınçlandırılarak yük taşımalarının yapıldığı strüktürlerdir. Pnömatik strüktürler mimari açıdan ana taşıyıcı sistem, yardımcı taşıyıcı sistem, yapı elemanı veya kalıp elemanı olarak kullanılabilir. Hafif, az malzeme kullanımı, hızlı üretim ve inşa süreci, kolay nakliye gibi mevcut yapısal özellikleri sayesinde pnömatik taşıyıcı sistemler Covid-19 küresel salgın döneminde hızlı çözümler sunmaya elverişli strüktürlerdir. Acil durum yapılarında kullanılan pnömatik taşıyıcı sistemler yalın, kablo destekli, dikişli veya ek yardımcı strüktürler ile birlikte kullanılarak da uygulanabilmektedir. Aynı zamanda tüm yapının pnömatik nitelikte olduğu, yapı elemanlarından birisinin pnömatik sistemde inşa edildiği, farklı yapılarla birlikte, sirkülasyon elemanı olarak veya mevcut bir yapıya ek olarak pnömatik sistemlerin kullanıldığı Covid-19 acil durum yapısı örnekleri mevcuttur. Bu sayede pnömatik strüktürler taşıyıcı sistem veya yardımcı taşıyıcı sistem olarak acil durum yapılarında kullanılabilir.

**b) Malzeme Kullanımı:** Malzeme bir mimari yapının inşa edilebilmesini sağlayan temel elemandır. Malzemenin nitelikleri uygulanacak olan taşıyıcı sistem, yük taşıma prensipleri, en kesit, geçilen açıklık, plan tipolojisi, biçim, mekânsal hacim, inşa sistemi ve süreci gibi özellikleri doğrudan etkilemektedir. Pnömatik sistemlerde kullanılan plastik-polimer esaslı membran malzeme yüzeysel olarak hava basınçlandırması ile öngerilmeli şekilde taşıyıcı hale getirilmektedir ve bu sayede yapının ana unsuru membran malzeme olmaktadır. PVC, PTFE, ETFE gibi yaygın kullanılan mimari membranlar şeffaflık, hafiflik, kolay taşınma, renk, biçim, en kesit ve birleşim detayları açısından malzemenin sahip olduğu özellikler doğrultusunda pnömatik sistemin yapısını belirlemektedir.

Covid-19 salgın döneminde inşa edilen pnömatik acil durum yapıları kolay kurulum, hızlı üretim, taşınabilme, yerinde dönüştürülebilme gibi unsurların gerçekleştirilebilmesini membran malzeme aracılığı ile sağlamaktadır. Pnömatik sistemli acil durum yapılarında membran malzeme tek başına kullanılabilmesi gibi çelik, ahşap, alüminyum malzemeler ve konteyner benzeri modüller ile birlikte de kurgulanabilmektedir. Buna ek olarak membran şişme hacimler salgın döneminde kullanıcı mekanı, sirkülasyon elemanı ve mevcut yapıya ek gibi işlevlerde de uygulanabilmektedir.

**c) Modülerlik:** Mimari yapılarda modül çeşitli kombinasyonlarda kurgulanabilen en küçük mekansal birimdir. Modüler olarak geliştirilen yapılar kullanım sürecinde ortaya çıkabilecek ihtiyaçlara ya da farklı konuma uyum sağlayabilmektedir. Bir yapının modüler olması aynı zamanda seri şekilde hızlı üretim ve yerinde prefabrik olarak kolay kurulumunu sağlayabilmektedir. Modüllerden oluşan yapılar inşa edildikten sonra ortaya çıkacak gereksinimlere de çözüm sağlayacak şekilde geliştirilebilmektedir. Bir yapının modüler olarak artırılıp azaltılarak düzenlenmesi ve farklı tipolojilerde birleşimi salgın döneminde acil durumlarda kullanıma yönelik kolaylıklar sağlamaktadır. Mevcut bir hastaneye ek, uygulanmış sahra hastanesinin yeteriz gelmesi durumunda modül sayısının arttırılması, mevcut yapılara ek olarak yeni birimlerin eklenmesi, farklı coğrafyalara uygun olarak kurgulanması gibi yapısal nitelikler Covid-19 küresel salgın döneminde uygulanacak olan acil durum yapısının modülerliği sayesinde olmaktadır. Aynı zamanda pandemi dönemine yönelik olarak geliştirilen acil durum yapılarının modüler şekilde tasarlanması adapte edilebilirlik, taşınabilirlik ve hızlı kurulum gibi diğer parametreleri de doğrudan etkilemektedir. Modüler olarak tasarlanan acil durum yapısı sistem olarak büyütülebilir, çeşitli kombinasyonlarda kurgulanabilir, kolay taşınabilir, seri üretim ile hızlı inşa veya kurulum sağlayabilir niteliktedir.

Pnömatik taşıyıcı sistemlerde modülerlik tüm yapının en küçük birimi olan modülün birbirine eklenerek kurgulanması ile oluşmaktadır. Çeşitli tipolojilerde bir araya gelmesi ya da farklı konumlara uyarlanabilir olması modüler pnömatik birimler ile sağlanmaktadır. Covid-19 pandemi sürecinde ortaya çıkan ihtiyaçlara yönelik geliştirilen pnömatik yapıların mevcut bir yapıya eklenme, inşa edilmiş bir sistem üzerinden genişleme, azalma, yeni birimler ekleme, yapı olmayan konumlara uygulanma gibi çözümleri modüler olması sayesinde sağlanmaktadır.

**d) Adapte Edilebilirlik (Mekânsal Uyarlanabilirlik):** Adapte edilebilirlik yapının çeşitli koşullara yönelik mekânsal açıdan uyarlanabilirliğidir. İnşa edilmiş veya tasarım aşamasındaki bir yapının, yeni nitelikler kazandırılarak tekrar kurgulanabilir ve dönüştürülebilir hale gelmesidir. Küçük ve büyük ölçekli inşa edilmiş olan yapıların çevresel koşullara, kullanıcı ihtiyaçlarına, malzeme ve yapısal düzenlemelere yönelik yeniden dönüştürülebilmesidir. Yapının iç veya dış hacimlerinin kullanıcı ihtiyaçlarına ya da fiziksel zorluklara göre değiştirilmesini kapsamaktadır. Covid-19 salgın döneminde acil durumda inşa edilmiş bir yapının adapte edilebilir olması anlık ihtiyaçlara cevap verebilen, dönüştürülerek mekânsal açıdan uyarlanabilen, birleşim tipolojisi açısından plansal olarak kurgulanabilen, mevcut iç mekanda yeniden düzenlenebilen özelliklere sahip olması gelişen acil ihtiyaçlarda yapının çözüm sunabilmesini sağlamaktadır.

Covid-19 küresel salgın esnasında acil durum yapıları olarak pnömatik sistemlerin kullanımına dayalı mimarilerde mekânsal uyarlanabilirlik, işlevsellik ve teknoloji açısından ihtiyaçlara yanıt veren yapılar oluşturmaktır. Geliştirilen yapısal sistem kurgusunun çeşitli tipolojilerde uyarlanabilir ve adapte edilebilir olmasıdır (Pshenichnikova, 2022). Pnömatik sistemlerde adapte edilebilirlik ya da dönüştürülebilirlik malzeme, şişirme, söndürme, iç mekân-dış hacimlerde bölümlendirme, birleştirme, büyüme, inşa edilmiş bir yapıda modüllerin veya plansal olarak sistem kurgusunun değiştirilmesidir. Bu sayede pnömatik yapıların salgın durumunda ortaya çıkan ihtiyaçlara hızla çözüm geliştirebilmesine imkân tanımaktadır.

**e) Mobilite (Taşınabilirlik):** Mobilite bir yapının inşa edilecek yerine, inşa edildiği konumdan başka bir yere taşınabilmesi ya da hareketli sistemde üretilmesidir. Bir yapının hareketli özelliklere sahip olması acil durumlarda ortaya çıkan gereksinimlere yönelik çözüm geliştirmesini sağlamaktadır. Covid-19 salgını esnasında acil durum yapılarının üretim alanından kurulum

yerine ya da kurulmuş bir yapının ihtiyaç durumunda başka bir yere taşınması mobilite-harektlilik niteliğini gerektirmektedir. Böylelikle ihtiyaç duyulan alana sağlık hizmetlerinin veya toplumsal alanlarda sosyal mesafeye uygun bir araya gelme mekânlarının hareketli olarak çeşitli konumlarda kullanımı sağlanabilmektedir. Pnömatik yapılar ise az malzemeyle hafif olarak inşa edilebilmeleri nedeniyle kolay ve düşük maliyetler ile nakliye edilebilmektedir. Pnömatik strüktürler gerektiğinde bir noktadan diğerine ya da üretim sonucu kurulum yerine taşınabilen mobil geçici mekânlar olarak da tasarlanabilmektedir. Bu sayede Covid-19 salgın döneminde pnömatik taşıyıcı sistemlerin kullanımı hareketli özelliklere sahip ve taşınabilen acil durum yapı çözümleri sağlamaktadır.

**f) İnşa Süresi:** Bir yapının fikir aşamasından tasarım ve uygulamasının bitimine kadar olan zaman inşa süresidir. Geleneksel taşıyıcı sistemlerde tasarım ve inşa süreci genellikle uzundur. Bu bağlamda prefabrik olarak geliştirilen ve yerinde kurulumu yapılan sistemler hızlı inşa süreci sunmaktadır. Acil durum yapılarının gelişen ihtiyaçlara salgın gibi durumlarda hızlı şekilde cevap vermesi gerekmektedir. Covid-19 salgın döneminde ortaya çıkan enfekte kişi sayısının belirli dönemlerde aşırı artması durumu nedeniyle hastane yoğun bakım yatak kapasitelerinin yetersizliği, sağlık birimlerinin yetersiz kalması, enfekte hastalara izole edilmiş ayrı bölümler, enfekte olmamış hastaların korunarak ayrı yerlerde tedavi birimleri, sağlık hizmetlerinin olmadığı yerlerde geliştirilen sahra hastaneleri, karantina alanları, toplumsal mekânlarda sosyal mesafenin korunarak bir araya gelinebilen kişisel günlük yapılar gibi ihtiyaçlara acil durum yapıları çözüm sağlamıştır. Bu amaçlar ile geliştirilen pnömatik sistemlerin salgın koşullarında sağlık hizmetleri ve kullanıcı açısından kısa sürede kurulum ya da inşasının gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

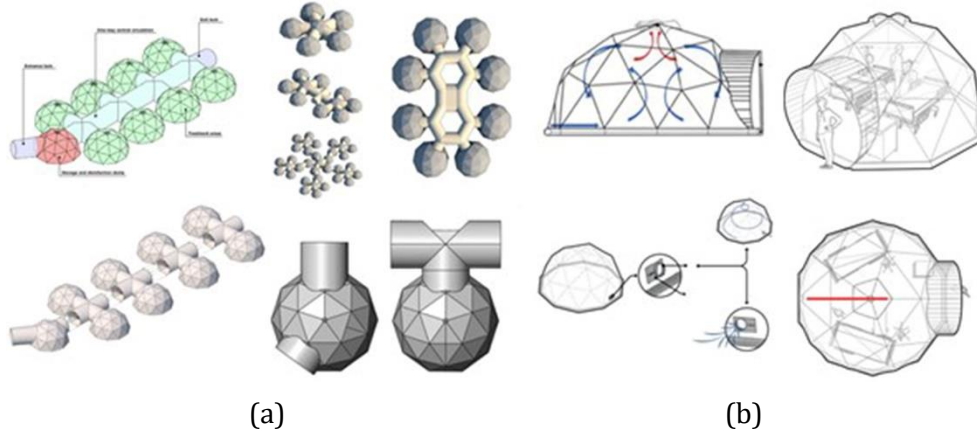
Pnömatik taşıyıcı sistemler, malzeme tüketimi en az seviyede tutularak seri şekilde üretilebilen hafif strüktürlerdir. Bu sayede tasarımdan uygulamaya kadar olan süreçte uygulanacak alana kolay taşınabilme, bir yerden başka konuma kolay nakliye ve prefabrik olarak yerinde hızlı kurulum imkânlarını mevcut yapısal özellikleri sayesinde sağlamaktadır. Pnömatik taşıyıcı strüktürler bu nitelikleri sayesinde Covid-19 salgın döneminde kullanımına elverişli sistemlerdir. Acil salgın durumunda ivedilikle üretilip nakliyesi yapılabilen, yerinde kısa sürede kurulabilen ya da inşa edilebilen sistemlerdir. Böylelikle ani gelişen ihtiyaçlara yönelik geliştirilen acil durum yapılarının hızlı tasarım ve inşa süresinde uygulanması gerekmektedir. Salgın esnasında bu denli hızlı ortaya çıkan gereksinimleri ancak hızlı şekilde tasarlanıp, üretilen ve kurulum-inşa süresinin çok kısa olduğu yapılar karşılayabilmektedir.

## 2.2. Covid-19 Pandemi Döneminde Acil Durum Pnömatik Sistem Örnekleri

Pnömatik taşıyıcı sistemler sahip oldukları mevcut yapısal özelliklerinin elverişliliği nedeniyle Covid-19 salgın döneminde acil durum yapılarında kullanılmıştır. Koronavirüsün kısa sürede kişiden kişiye bulaşması ve belirli dönemlerde vaka sayılarının artışının mevcut sağlık yapılarını yetersiz bırakması nedeniyle pandemi mimarisi iki farklı alanda yoğunlaşmıştır. Bunlar "günlük kullanım yapıları" ve "acil durum sağlık hizmet yapıları" olarak iki ana grupta toplanabilmektedir. Pnömatik sistemli acil durum yapıları hem sağlık hizmetlerinin sağlanması için gerekli olan sağlık yapıları hem de toplumsal alanlarda sosyalleşme amacıyla salgın koşullarında bir araya gelinebilmesine imkân sağlayan yapılarda kullanılmıştır. Covid-19 küresel salgın döneminde pnömatik sistemde geliştirilen PEIU (Portable Epidemiological Isolation Unit), MMW Modüler Acil Durum Hastanesi, Pneumatic Tent, CURA Koronavirüs Tedavi Merkezi, Hidalgo Acil Durum Hastanesi, Seul Acil Durum Hastanesi, Huo-Yan Air Lab Acil Durum Covid-19 Test Merkezi ve Pneumatic Pillows örnekleri incelenmiştir.

**a) PEIU (Portable Epidemiological Isolation Unit):** Covid-19 küresel salgın döneminde enfekte hastaların tedavisine, tıbbi personel ve ekipmanın izolasyonuna izin veren pnömatik bir yapı tasarlanmıştır. Sağlık sisteminin doygun hale geldiği, bulaşın yoğun olduğu durumlarda enfekte nüfusun arttığı ya da hastane sistemlerinin ulaşamadığı yerlerde geliştirilen pnömatik sistem sağlık otoritelerinin gerekli durumlarda kullanımına olanak tanımaktadır. Mevcut olan bir yapıya ek olarak genişletilerek veya sağlık kuruluşunun olmadığı yerlerde modüler olarak

kullanılabilmektedir. Sağlık kriziyle başa çıkmak için gerekli altyapıya sahip olmayan yerlerde izole alanlar yaratmak için sahra hastanelerinin kurulmasını sağlayacak bir sistemdir. PEIU, Covid-19 gibi akut solunum yolu enfeksiyonları olan hastaları izole etmeyi ve sağlık personellerinin güvenliğini sağlamayı hedeflemektedir. PEIU; dayanıklı, kolay temizlenebilir, geri dönüştürülebilir ve şeffaf polivinil klorür (PVC) kumaşlardan üretilen silindirik tünellerle birbirine bağlanan bir dizi jeodezik kubbeden oluşan pnömatik bir yapıdır (Şekil 3a). Yapı mekanik sistem destekleri ile hem enfekte hastaların aseptik ve iyi havalandırılmış ortamlarda tedavisi için hem de virüse maruz kalan tıbbi personel ve ekipmanların izolasyonu için kullanılmaktadır (Manrique, Pérez, Calonge, Quin, 2020) (Şekil 3b-c).



(c)

Şekil 3. a) Genişleyebilir pnömatik kubbelerin modüler olarak alternatif birleşimleri ve hizmet birimleri b) Havalandırma sistemi ve enfekte hastaya bakım c) PEIU projesinin uygulanmış hali (Manrique, Pérez, Calonge, Quin, 2020)

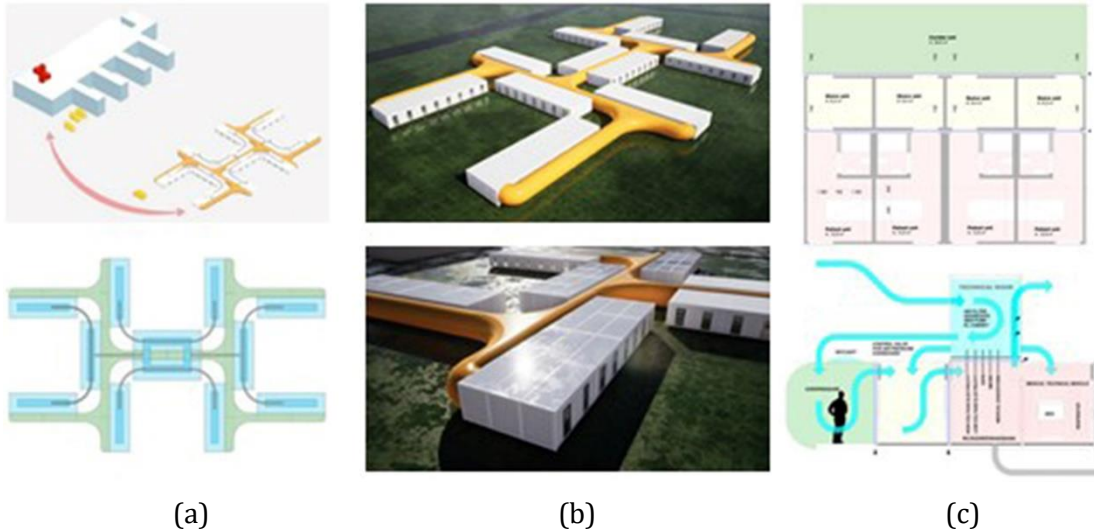
PEIU, tek cidarlı membran katmandan oluşan alçak basınçlı pozitif kuvvetli pnömatik bir sistemdir. İçerisinde bulunan havayı en az yüzey ile basınçlandırarak kullanan yarı küre pnömatik modüllerden oluşan acil durum yapısıdır. Membran malzemeye dikiş ve kablolar eklenmesi ile elde edilen yüzeyler beş metre çapındaki jeodezik yarı küre temel mekân tipolojisi biçimindedir. Bu sayede sistemin daha az malzeme kullanarak yüklere karşı daha kararlı olması sağlanmaktadır. Bir pnömatik küre birim içerisinde tek veya iki kişi tedavi edilebilmektedir. Temel birimin birbirleriyle farklı kombinasyonlarda koridor halinde silindirik tüneller ile bağlanmaları bütüncül formu oluşturmaktadır. Bu sayede birçok farklı birleşimde çeşitli yerlerde uygulanabilir esnek bir sistem geliştirilmiştir. Kısa sürede sağlık krizine çözüm bulmak amacıyla PEIU; hafif, taşınabilir, az malzeme kullanan, düşük maliyetli, hızlı üretilebilir, katlanabilir, taşınabilir, kolay kurulum-montajı yapılabilir ve az teknolojik gereksinimle çalışabilir olma unsurlarına sahip özelliklerde tasarlanmıştır.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) bulaşıcı hastalıklara ve Covid-19 virüsüne yönelik önerdiği hasta, izolasyon ve karantina mekanlarındaki optimum iç mekan hava kalitesi koşulları; pnömatik sistem içerisindeki havanın sürekli sirkülasyonu, kubbelerin üst kısmında hava açıklığı, ventile edilen havanın giriş ve çıkışta filtrelenmesi ile sağlanmıştır. Ayrıca havanın yenilenirken



şartlandırılması ile iç mekanın belirli bir sıcaklıkta tutulması sağlanmıştır. Tüm pnömatik sistem oluşturulan kubbelerin birleşim sistemine göre tünellere dikilmesi ve cırt cırtlı kapaklar aracılığıyla sirkülasyon elemanlarının birbirine bağlanması ile oluşturulmuştur. Hava destek ve basınçlandırma sistemi makineleri en son pnömatik yapıya monte edilerek tüm sistemin kurulumu sağlanmaktadır. (Manrique, Pérez, Calonge, Quin, 2020). Bu sayede geliştirilen pnömatik sistem farklı coğrafyalarda ihtiyaçlara çözüm geliştirerek Covid-19 salgın döneminde kullanılabilir.

**b) MMW Modüler Acil Durum Hastanesi:** Covid-19 küresel salgınına yönelik olarak geliştirilen modüler bir acil durum hastane yapısıdır. Modüler hastane Covid-19 hastalarını barındırabilir veya yerel hastaneleri rahatlatmak için enfekte olmayan yoğun bakım hastaları için alternatiftir. Sistemin, fiziksel olarak daha büyük bir hastaneye yakın ek birim olarak işlev göreceği adapte edilebilir, esnek ve düşük maliyetli acil durum hastanesi olması amaçlanmıştır. Geri dönüştürülerek kullanıma kazandırılan nakliye konteynerleri ve sirkülasyon koridorlarında pnömatik hava destekli yapılar ile tasarlanmıştır (Şekil 4a). Malzemeler ikincil kullanıma tabidir ve güneş enerjisi aracılığıyla teknik aksamaların işletilmesi için kullanılmaktadır. Hastane enfekte olan hastalar için izolasyon birimleri, enfekte olmayan hastalar için birimler, koridorda hasta sirkülasyonu olmaması amacıyla ambulansların enfekte hastayı doğrudan izolasyon birimine aktardığı at nalı şekilli planda kurgulanmıştır (Şekil 4b). Koronavirüs enfeksiyonunun hava yolu ile bulaşmasına yönelik olarak hava sirkülasyon sistemi geliştirilmiştir ve bu sayede yapı içerisine temiz hava takviyesi yapılabilmektedir (Şekil 4c). Sistem, farklı kriz senaryolarına ve acil durumlarına uyarlanabilir, ihtiyaçlara ve koşullara göre hem izolatörleri hem de daha büyük hasta odalarını barındırabilmektedir (URL-2).



Şekil 4. a) Gemi konteynerleri ile oluşturulan hasta bakım odaları, pnömatik sistemde geliştirilen sirkülasyon koridorları ve at nalı şekilli plan şeması b) MMW Modüler Acil Durum Hastanesi canlandırması c) Plan tipolojisi ve havalandırma sistemi (URL-2)

**c) Pneumatic Tent:** Toronto Üniversitesi, John H. Daniels Fakültesi mimarlık ve tasarım öğrencileri Yi Zhang ve Siqi Wang tarafından Covid-19 küresel salgını gibi acil durumlarda kullanılmak üzere geliştirilen pnömatik çadır sistemidir. Şişme prensibi ile taşıyıcı hale gelen sistem, bireysel olarak sırt çantasında taşınarak kurulmak istenilen yere kolaylıkla götürülebilmektedir. Metal bileşenler içermeyen sistem hafif plastik esaslı kumaş ve küçük bir hava pompasından oluşmaktadır (URL-3). Bu sayede kompakt bir şekilde sırt çantasında mobil olarak taşınabilen, hafif, toplumsal alanda örneğin üniversite kampüsü içerisinde kolaylıkla kurulabilen, toplumsal alanda sosyal mesafe gibi salgın koşullarına uygun olarak yerleştirilebilen pnömatik bir sistemdir. Pnömatik modüler çadır sistemi ile salgın döneminde kullanıcılar üniversite kampüsü gibi toplumsal mekânlarda sosyal mesafe koşullarında bir araya gelerek etkinlik yapabilmektedir (Şekil 5a). Toplumsal mekânlarda sosyalleşme ihtiyaçlarının salgın koşullarında gerçekleşebilmesi için geliştirilen günlük yapı, bireysel olarak taşınır yerinde



kurulabilen pnömatik strüktürel bir sistemdir. Bu projede amaç bireyin kişisel olarak modülü kolay şekilde taşıyabilmesi ve yerinde kullanabilmesidir (Şekil 5b). Pandemi sürecinde sosyalleşme ve toplumsal alanlarda insan ihtiyaçlarının karşılanabilmesi amacıyla modüler olarak geliştirilen mobil pnömatik yapı, mevcut bir mekan içerisinde veya açık alanda bireysel olarak uygulanabilen adapte edilebilir sistemde geliştirilmiştir. Bu sayede salgın döneminde toplumsal mekanlarda sosyal mesafe ve hijyen koşulları sağlanarak aktivite yapılabilir hale gelmiştir.

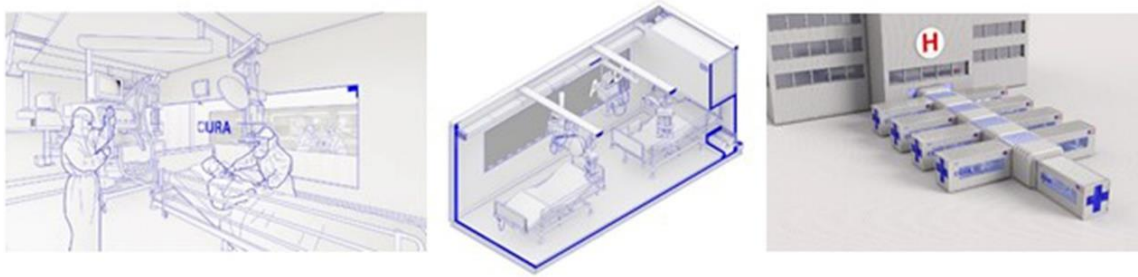


(a)

(b)

Şekil 5. a) Covid-19 salgın döneminde toplumsal alanda pnömatik çadır sistemi kullanımı canlandırması b) Sırt çantası ile taşınabilen pnömatik çadır sisteminin açık alanda kurulu örneği (URL-3)

**d) CURA Koronavirüs Tedavi Merkezi:** İtalyan mimarlar Ratti C. ve Rota I. tarafından Torino'daki bir hastaneye ek şeklinde geliştirilen, Covid-19 salgın dönemine yönelik olarak taşımada kullanılan gemi konteynerleri ve pnömatik birimlerden oluşan acil durum enfekte hasta tedavi merkezidir. CURA olarak adlandırılan bu proje sahra hastanelerinin tasarımında mevcut çözümlerin verimliliğini artırmayı veya pandemiye uygun hale getirmeyi hedeflemektedir. Mevcut hastanelerde yoğun bakım kapasitesini arttırmak için ek şekilde kullanılabilen ve aynı zamanda bağımsız olarak farklı konumlarda sahra hastanesi olarak tasarlanabilmektedir. Konteyner modüller ayrı ayrı çalışabildiğinden sayısı artırılıp azaltılabilmekle beraber farklı kombinasyonlarda planlanabilmektedir (Şekil 6a-b). Hasta koşulları olarak negatif basınçlı konteynerler daha büyük ölçekli kompleks hastanelerin kurulumunda da kullanılabilir. Pnömatik sirkülasyon alanları aynı zamanda virüs bulaş yollarını engelleyici basınçlandırma sistemi olarak da kullanılmaktadır. Pnömatik sistemli yapı hızla yerleştirilebilir ve virüsün yayılmasını önlemek amacıyla yüksek düzeyde biyo-tutucuya sahiptir. 6,1 metre uzunluğundaki gemi konteynerleri bakım ünitesi olarak iki enfekte hastaya izolasyon alanı oluşturmaktadır (URL-4). CURA, hızlı bir şekilde monte edilen hastane çadırlarıyla kolayca kurulabilmekte ve birleştirilebilmektedir. Tekli veya şişme tünellerle kombine olarak kullanılabilir. Her modülün kendi HVAC ünitesi ile birlikte giriş tarafında filtrasyon amaçlı HEPA filtre kullanılmaktadır. İç mekanda saatte en az 12 kez hava değişimi sağlanmaktadır ve her bölmenin içerisinde negatif basınç bulunmaktadır (Ravenscroft, 2020).



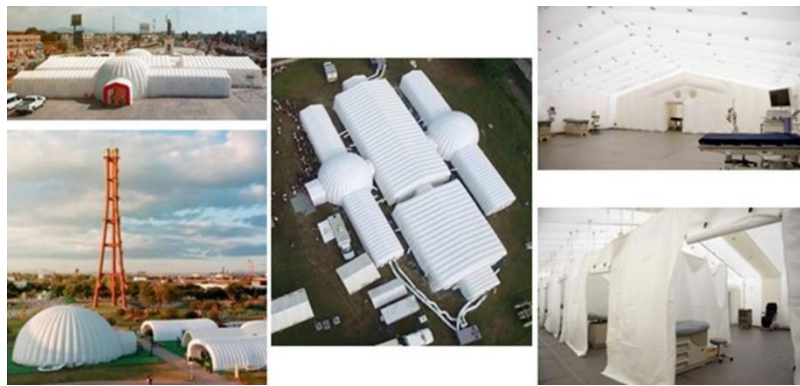
(a)



(b)

Şekil 6. a) CURA projesi hasta bakım konteyner üniteleri ve pnömatrik bağlantı koridorlarının mevcut hastaneye ek uygulanması (URL-4) b) CURA projesinin Covid-19 küresel salgın döneminde uygulanmış hali (Ravenscroft,2020)

**e) Hidalgo Acil Durum Hastanesi:** Covid-19 salgınına yönelik olarak Meksika'da pnömatrik sistemler ile inşa edilen Hidalgo Acil Durum Hastanesi, 1800 metrekarelik bir alanda kurulmuştur. Pandemi etkisi ile artış gösteren enfekte vaka sayıları ve sağlık hizmetlerinin yetersiz kalması sonucunda üç gün içerisinde inşa edilmiştir. Dokuz bağımsız modüler birimden oluşan yapı günde 80 hasta görme kapasitesi ile 40 hastane ve 10 yoğun bakım yatağından meydana gelmektedir (URL-5) (Şekil 7a-b). Acil durum sahra hastanelerinin adapte edilebilir olması amacıyla hastane ortamında yoğun bakım ünitelerinde standart koşulların işlevsel olarak değiştirilebilmesi, enfekte hastaların karantina-izolasyon alanlarının dönüştürülebilmesi, temiz bölge olarak adlandırılan sağlık personelleri için güvenli bir bölgenin olması kriterlerine göre çeşitli kombinasyonlarda tasarlanmıştır (URL-2). Salgın döneminde inşa edilen acil durum sağlık yapısı genişleyebilme, farklı birimler ekleyip çıkartılabilme, çeşitli yerlerde ve sökülüp tekrar kullanılabilme özelliklerini taşımaktadır. Geliştirilen pnömatrik yapının modüler, esnek ve dönüşebilir bir tasarıma sahip olması çeşitli fonksiyon ve farklı yerlerde uygulanabilirliğini sağlamaktadır. Çift cidarlı membran tabakasının basınçlandırılması ile oluşan kubbe silindirik formu şişme sistem acil durum hastanesidir (Şekil 7c). Salgın döneminde ihtiyaçlara cevap vermek amacıyla bir yerden başka bir yere modüler olarak söndürülerek taşınabilmektedir.



(a)

(b)

(c)

Şekil 7. a) Hidalgo Acil Durum Hastanesi pnömatrik sistem modülleri ve birleşimi b) Uygulanmış hastane örneğinin plan şeması ve hava destek sistemi c) İç mekân sağlık hizmet birimleri (URL-11)

**f) Seul Acil Durum Hastanesi:** Güney Kore’de Covid-19 salgını ile birlikte yatak kıtlığının ortaya çıkması sonucunda bulaşıcı koronavirüse yönelik olarak uygulanan izolasyon ve tedavi amaçlı pnömatik (şişme) sistemli bir hastanedir (Şekil 8a). Havalandırma sistemi ile oluşturulan negatif basınç birimlerinden meydana gelmektedir (Şekil 8b-c). Bu sayede patojenlerin yayılımını engellenmeye ve hastalığın bulaş yollarını önlenmek hedeflenmiştir. Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) araştırma ekibi tarafından tasarlanan pnömatik sistemin geleneksel bir hastane inşa süresine göre hızlı şekilde ve beşte birine mal olduğunu belirtmektedir. Hastane modüllerinden izole negatif basınç odası ayrı giriş alanı, çerçeveleri, panelleri, tıbbi donanımları, aydınlatma elemanları ile birlikte 15 dakikada yerinde monte edilebilmekte ve tüm sistemi kurmak bir günden az sürede gerçekleştirilebilmektedir. Sağlık çalışanlarının izole negatif basınç birimlerinin dışarısından, kıyafet değiştirmeden enfekte hastaya yardım sağlamasını, yiyecek ya da ilaç ihtiyaçlarını paneller aracılığıyla içeriye girmeden ulaştırabilmesini sağlamaktadır (URL-6). Modüler negatif basınç odalarının üzerini örten pnömatik sistem çift cidarlı membran tabakasından oluşmaktadır.



(a)

(b)

(c)

Şekil 8. a) Çift cidarlı pnömatik sistemli giriş kubbesi b) Negatif basınçlandırılmış enfekte hastalar için izolasyon koşulları c) İç mekan karantina odası (URL-6)

**g) Huo-Yan Air Lab, Acil Durum Covid-19 Test Merkezi:** Covid-19 küresel salgın durumunda gelişen acil test merkezi olarak tasarlanan P2 seviyesi biyogüvenlik laboratuvarı Huo-Yan Air Lab hızlı tarama ve test altyapısı için inşa edilmiştir. Pnömatik sistemde geliştirilen yapı yolcu uçağında standart yük olarak hava yoluyla taşınabilmektedir. Böylelikle her coğrafyada hızlı ve kolay şekilde inşa edilerek salgın takibi ve kontrolü açısından sağlık hizmetlerine destek olabilmektedir. Air Lab; numune toplama, numune alımı, numune hazırlama, reaktif hazırlama ve amplifikasyon olmak üzere beş ana işlevsel alandan oluşmaktadır. Biyolojik güvenlik kabinleri iç mekânda otomatik nükleik asit hazırlama aletleri, PCR aletleri, antikor tespit ekipmanı, gen sıralayıcılar ve Covid-19 virüsü nükleik asit algılama ekipmanları ile donatılmıştır (Şekil 9a). Laboratuvar, her işlevsel alanda giren-çıkan havayı bağımsız olarak filtrelemek ve yönetmek için temiz hava sistemi ve Yüksek Verimli Partikül Hava Filtresi (HEPA) ile tasarlanmıştır. Bu, her bir fonksiyonel alandaki havanın birbirini kirletmesini engellemektedir. Air Lab; ölçeklenebilirlik, düşük enerji tüketimi, akıllı tasarım, etkili depolama, kolay kullanım, nakliye kolaylığı ve söküp tekrar kullanılabilme gibi avantajlara sahiptir. Geliştirilen pnömatik sistem gelecekte kalıp elemanı olarak kullanılabilir şekilde tasarlanmıştır. Bu sayede pnömatik strüktür kompozit malzemelerle püskürtme yöntemiyle betonarme kabuk oluşturularak kalıcı bir sistem haline gelebilecektir. (URL-7). Tek cidarlı membran tabakadan oluşan pnömatik kubbe ve silindir kesişimi formlu modüller birbirleri ile farklı tipolojilerde bir araya getirilebilmektedir (Şekil 9b).



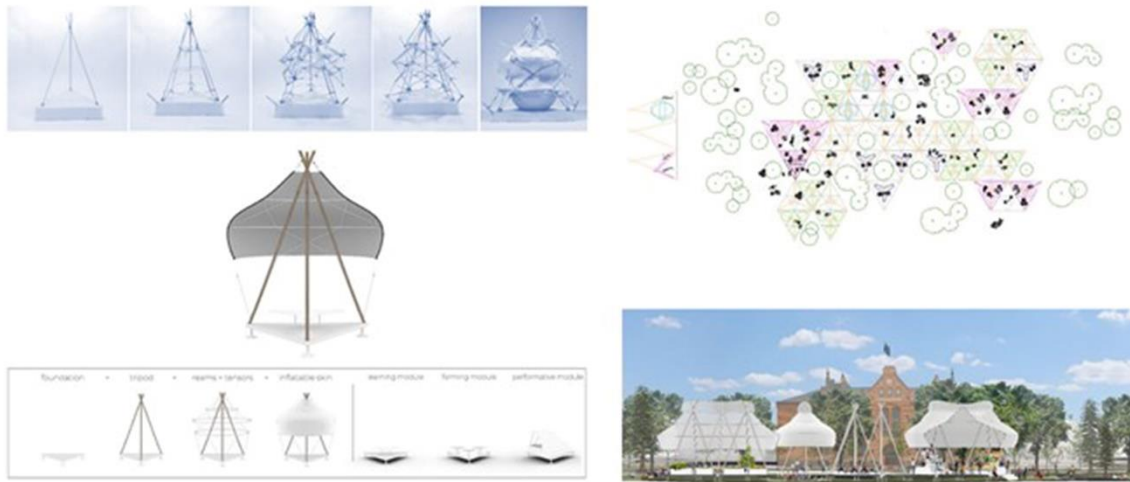


(a)

(b)

Şekil 9. a) Huo-Yan Air Lab tıbbi donanımlı iç mekân (URL-7) b) Huo-Yan Air Lab tek cidarlı pnömomatik sistemli modüler plan şeması (URL-12)

**h) Pneumatic Pillows:** Eski çadır örneklerinden esinlenerek geliştirilen sistem çiftçilik ve göçebe hayatından çıkarımlar ile tasarlanmıştır. Proje farklı toplumsal ve kültürel amaçlarla günlük toplanma yapıları olarak veya acil durum yapıları olarak kullanılabilir. Kütük, kereste gibi doğadan veya ikincil kullanımlı üç adet ağaç çubuk elemanın tripod şeklinde birleştirilmesi ile oluşan taşıyıcı yapı (birincil yapı), portatif şekilde raylar üzerinde hareket edebilen endüstriyel ahşap L kirişlerden üçgen çerçeve şeklinde oluşturulan ahşap platform (temel), pnömomatik şişirilebilir sistemli ETFE yastık modüller (kabuk-termal koruma ve yalıtım), raylar (ikincil yapı) ve ankraj (metal birleşim bağlayıcı) elemanları olmak üzere beş ana sistemden oluşmaktadır (Şekil 10a). Kullanıcı gereksinimlerine göre kurgulanabilen, genişleyebilen, çeşitli kombinasyonlarda üretilebilen, farklı senaryolara göre uyarlanabilen hafif, hareketli, esnek ve taşınabilir-mobil bir sistemdir (Rudolph, 2021). Gezici kültür yapısı olarak önerilen ve Covid-19 küresel salgın dönemine yönelik toplumsal alanlarda sosyalleşme amaçlı günlük yapı olarak da kullanımı önerilebilen bir projedir (Şekil 10b).



(a)

(b)

Şekil 10. a) Çadır formlardan esinlenerek geliştirilen 3 taşıyıcı pnömomatik örtülü modül b) Çeşitli kombinasyonlarda büyüyeabilen sistem planı ve canlandırması (Rudolph, 2021)

### 3. BULGULAR







Covid-19 küresel salgın döneminde geliştirilen PEIU (Portable Epidemiological Isolation Unit), MMW Modüler Acil Durum Hastanesi, CURA Koronavirüs Tedavi Merkezi, Hidalgo Acil Durum Hastanesi, Seul Acil Durum Hastanesi, Huo-Yan Air Lab Acil Durum Covid-19 Test Merkezi sağlık yapıları ve Pneumatic Tent ile Pneumatic Pillows günlük yapı örnekleri belirlenen taşıyıcı sistem kurgusu, malzeme kullanımı, modülerlik, adapte edilebilirlik (mekânsal uyarlanabilirlik), mobilite (taşınabilirlik) ve inşa süresi parametrelerine göre değerlendirilmiştir (Çizelge 1). Seçilen örnekler Covid-19 küresel salgın döneminde ortaya çıkan toplumsal alanda bir araya

gelmeyi sağlayan günlük yapılar ve sağlık yapıları olarak incelenmiştir. Pnömatik strüktürlerin taşıyıcı sistem ve malzeme açısından sahip olduğu yapısal nitelikler sayesinde birbirleri ile bağlantılı olarak adapte edilebilirlik (mekânsal uyarlanabilirlik), kısa inşa süresi, mobilite (taşınabilirlik) ve modülerlik unsurlarını sağlamaktadır. Çalışma kapsamında pnömatik acil durum yapılarının değerlendirilmesi için belirlenen parametrelerin birbirleri ile doğrudan ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Örneğin Covid-19 salgın döneminde pnömatik sistemin membran malzeme ile modüler olarak üretilmesi aynı zamanda hızlı kurulum ve inşa süreci, sökülüp yeniden kullanılabilme, kolay taşınabilme, çeşitli koşullara adapte olabilme gibi nitelikleri beraberinde getirmektedir.

Covid-19 salgın döneminde yönelik incelenen sağlık yapıları pnömatik taşıyıcı sistemde veya prefabrik sistemde (nakliye konteyneri gibi) modüllerden oluşmaktadır. PEIU (Portable Epidemiological Isolation Unit) ve Huo-Yan Air Lab Acil Durum Covid-19 Test Merkezi tek cidarlı, Hidalgo Acil Durum Hastanesi ise çift cidarlı pnömatik modüllerden oluşmaktadır. MMW Modüler Acil Durum Hastanesi rneğinde tek cidarlı, CURA Koronavirüs Tedavi Merkezi rneğinde ise çift cidarlı pnömatik sistemler sirkülasyon elemanı şeklinde uygulanmıştır. Tek veya çift cidarlı pnömatik sistemler Covid-19 salgın döneminde acil durum yapılarında hasta hizmet birimleri, sirkülasyon elemanları ve örtü elemanı olarak kullanılmıştır. Ayrıca membran malzemenin yapısal nitelikleri sayesinde şeffaf, renkli ve çeşitli formlarda kullanımı salgın döneminde sağlık hizmetlerine yönelik kolaylıklar sağlamıştır. Salgın döneminde sağlık yapılarının kolay nakliye ve hızlı kurulumuna yönelik olarak Huo-Yan Air Lab Acil Durum Covid-19 Test Merkezi'nin yolcu uçağında standart yük olarak taşınabilmesi ve Hidalgo Acil Durum Hastanesi'nin üç gün içerisinde inşa edilmesi önekleri incelenmiştir. Covid-19 salgın döneminde yönelik incelenen Pneumatic Tent ve Pneumatic Pillows günlük yapı projeleri modüler sistemde mobil ve çift cidarlı olarak tasarlanmıştır.

İncelenen acil durum yapı neklerinden çıkarımla pnömatik strüktürler taşıyıcı sistem veya yardımcı taşıyıcı sistem olarak kullanılmıştır. Ayrıca gelecekte betonarme kabuk strüktür kalıp elemanı olarak pnömatik sistemin kullanımı Huo-Yan Air Lab rneğinde önerilmiştir. İncelenen nekler pnömatik veya pnömatik olmayan yapılardan geliştirilen modüler sistem kurgularından oluşmaktadır. İncelenen acil durum yapı neklerinde görüldüğü üzere sağlık yapılarında pnömatik (şişme) taşıyıcı sistemler sirkülasyon elemanları olarak ve hasta bakım birimleri olarak kullanılmıştır. Hasta izolasyon-bakım birimlerinin modüler olarak inşa edilmesi yapıların plansal açıdan düzenlenebilir, farklı yerlere uygulanabilir ve adapte edilebilir olma özelliğini kazandırmıştır. Günlük yapılarda ise tamamen veya farklı malzemeler ile destekli olarak pnömatik strüktürler örtü-çadır elemanları olarak kullanılmıştır. Membran malzeme ile hafif ve modüler olarak geliştirilen sistemler yapının küçük hacimlerde kolay taşınabilmesini ve yerinde hızlı inşasının gerçekleşmesine imkân tanımıştır. Ayrıca kullanım hedefine bağlı olarak şeffaf veya renkli membran kumaşlar uygulanmıştır. Pnömatik taşıyıcı sistemlerin salgın döneminde acil durum yapılarında kullanımı malzeme, plan şeması ve farklı yerlere uygulanabilme açısından adapte edilebilirlik sağlamaktadır. rnek yapı incelemelerinde görüldüğü üzere pnömatik membran strüktürler konteyner, kablo, hafif metal prefabrik, ahşap gibi sistem ve malzemeler ile birlikte taşıyıcı, örtü, sirkülasyon elemanı olarak kullanılabilir. Bu sayede hafif olarak az malzeme ile inşa edilen yapılar salgın döneminde farklı konumlarda günler içerisinde çözüm sunmaktadır. Bu bağlamda belirlenen parametreler ve pnömatik sistemler birbirleri ile doğrudan ilişkilidir.

Çizelge 1. Acil durum pnömatrik sistem günlük ve sağlık yapısı örneklerinin taşıyıcı sistem kurgusu, malzeme kullanımı, modülerlik, adapte edilebilirlik (mekânsal uyarlanabilirlik), mobilite (taşınabilirlik) ve inşa süresi parametreleri bağlamında değerlendirilmesi

Proje Adı Görseli	Yapı Türü ve İnşa Edilme Durumu	Taşıyıcı Sistem Kurgusu	Malzeme Kullanımı	Modülerlik	Adapte Edilebilirlik (Mekânsal Uyarlanabilirlik)	Mobilite (Taşınabilirlik)	İnşa Süresi
 PEIU (Portable Epidemiological Isolation Unit)	✓ Sağlık Yapısı İzolasyon Üniteleri	Tek cidarlı alçak basınçlı pnömatrik sistemli jeodezik kubbeler ve silindirik tümeler	Şeffaf polivinil klorür (PVC) membran kumaşlar ve kablo-dış destekleri	Pnömatrik sistemli kubbe modüllerden oluşmaktadır	Pnömatrik kubbe modüller çeşitli kombinasyonda plan olarak kurgulanabilir, farklı coğrafyalarda kullanılabilir	Tek katmanlı az malzeme ile hafif membran sistem küçük hacimlerde kolay taşınabilir, sökülüp tekrar kullanılabilir	Pnömatrik sistemde olması nedeniyle kısa sürede yerinde kurularak kullanıma hazır hale gelmektedir
 MMW Modüler Acil Durum Hastanesi	X Sağlık Yapısı Hastane	Tek cidarlı alçak basınçlı pnömatrik sistemli sirkülasyon elemanları ve konteyner hacimler	Pnömatrik sistemli membran kumaşlar ile geni nakliye konteynerleri	Konteyner modüllerden oluşmaktadır	Sahra hastanesi olarak ve mevcut hastaneye ek inşa edilebilir, plan şeması çeşitli sistemlerde kurgulanabilir	Konteyner ve birbirlerine bağlanan membran koridorlar sayesinde hafif sistem kolay taşınabilir	Yerleştirilen konteynerler kısa sürede pnömatrik koridorlar ile bağlanarak yerinde kullanıma hazır hale gelmektedir
 Pneumatic Tent	✓ Günlük Yapı Bireysel Modül	Çift cidarlı yüksek basınçlı pnömatrik çadır sistem	Pnömatrik sistemli membran kumaş, sırt çantası ve taşınabilir hava pompası	Bireysel pnömatrik çadır modüllerden oluşmaktadır	Açık alanda ve mevcut yapıya ek istenilen mesafelerde ve yerleşimde kurulabilir	Bireysel pnömatrik çadır modül sırt çantasında taşınabilir	İstenilen komanda dakikalar içerisinde kurularak kullanıma hazır hale gelmektedir
 CURA Koronavirüs Tedavi Merkezi	✓ Sağlık Yapısı Tedavi Merkezi	Çift cidarlı yüksek basınçlı pnömatrik sistemli sirkülasyon elemanları ve konteyner hacimler	Pnömatrik sistemli membran kumaşlar ile geni nakliye konteynerleri	Konteyner modüllerden oluşmaktadır	Sahra hastanesi olarak ve mevcut hastaneye ek inşa edilebilir, plan şeması ve tümeler çeşitli sistemlerde kurgulanabilir	Konteyner ve birbirlerine bağlanan membran koridorlar sayesinde hafif sistem kolay taşınabilir	Yerleştirilen konteynerler kısa sürede pnömatrik koridorlar ile bağlanarak yerinde kullanıma hazır hale gelmektedir
 Hidalgo Acil Durum Hastanesi	✓ Sağlık Yapısı Hastane	Çift cidarlı yüksek basınçlı pnömatrik iskelet tipli sistem	Pnömatrik sistemli membran kumaşlar	Pnömatrik sistemli kubbe ve silindir kombinasyonlu çeşitli modüllerden oluşmaktadır	Genişleyebilir, farklı birimler eklenip çıkarılabilir, farklı yerlerde kullanılabilir, sökülüp tekrar uygulanabilir	Az malzeme ile hafif membran sistem küçük hacimlerde kolay taşınabilir	Üç gün içerisinde yerinde inşa edilerek kullanıma hazır hale gelen pnömatrik sistem
 Seul Acil Durum Hastanesi	✓ Sağlık Yapısı Hastane	Çift cidarlı yüksek basınçlı pnömatrik iskelet tipli örtü sistem ve prefabrik sistemli hacimler	Pnömatrik sistemli membran kumaşlar ile prefabrik panel ve çerçeve elemanlar	Prefabrik panel ve çerçeve elemanlardan kurgulanan modüllerden oluşmaktadır	Sahra hastanesi olarak ve mevcut hastaneye ek inşa edilebilir, plan şeması ve tümeler çeşitli sistemlerde kurgulanabilir	Prefabrik mekanlardan ve örtü pnömatrik membran sistem sayesinde hafif olan yapılar taşınabilir, tekrar kullanılabilir	15 dakikada yerinde kurulabilen prefabrik hacimler ile bir günden az sürede tüm sistem inşa edilebilir
 Huo-Yan Air Lab Covid-19 Test Merkezi	✓ Sağlık Yapısı Test Merkezi	Tek cidarlı alçak basınçlı pnömatrik sistem ve gelecekte kalıp elemanı olarak kullanım önerisi	Pnömatrik sistemli membran kumaşlar	Pnömatrik sistemli kubbe ve silindir kombinasyonlu modüllerden oluşmaktadır	Genişleyebilir, farklı birimler eklenip çıkarılabilir, farklı yerlerde kullanılabilir, sökülüp tekrar uygulanabilir	Az malzeme ile hafif membran sistem küçük hacimlerde standart yük olarak yolcu uçağında taşınabilir	Pnömatrik sistemde olması nedeniyle kısa sürede yerinde inşa edilerek kullanıma hazır hale gelmektedir
 Pneumatic Pillows	X Günlük Yapı Toplumsal Modül	Çift cidarlı yüksek basınçlı pnömatrik yastıklar ve dikme ahşap taşıyıcılar	Pnömatrik sistemli ETFE, endüstriyel ahşap L kirişler, doğadan kazandırılan ağaçlar, çelik ankraj ve raylar	Pnömatrik sistemli örtü yastık, ahşap temel, taşıyıcı tripod formülü 3 çubuk elemandan oluşan modül	Raylar ile taşınabilir, hareketli, genişleyebilir, çeşitli formlarda üretilir, plansız açıldan kurgulanabilir	Raylar sayesinde bir yerden başka bir yere taşınabilir sistem	Pnömatrik sistemde olması nedeniyle kısa sürede yerinde kurularak kullanıma hazır hale gelmektedir



#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Günümüzde yaşanan Covid-19 küresel salgını insan sağlığını, yaşam şeklini ve mimari mekan anlayışlarını etkilemiştir. Bu nedenle salgın ile mücadele etmek, sağlık hizmetlerini iyileştirmek ve ulaşılabilir hale getirmek, toplumsal yaşam alanlarında sosyal faaliyetleri sürdürebilmek için pandemi mimarisi ortaya çıkmıştır. Pnömatik sistemler de bu ihtiyaca karşılık verebilecek strüktürlerdir. Günlük yapılar ve sağlık yapıları olarak ayrılabilen pnömatik acil durum salgın yapıları koşullara ve ihtiyaçlara göre nitelik kazandırılabilir olmalıdır. Çalışma kapsamında belirlenen taşıyıcı sistem kurgusu, malzeme kullanımı, modülerlik, adapte edilebilirlik (mekansal uyarlanabilirlik), mobilite (taşınabilirlik) ve inşa süresi parametreleri salgın döneminde pnömatik acil durum yapısının sahip olması gereken özellikleri belirtmektedir. Pnömatik strüktürler ile geliştirilmiş acil durum yapı örneklerinin sahip olduğu yapısal nitelikler salgın döneminde gelişen ani ihtiyaçlara hızlı çözüm sağlamaktadır. Pnömatik sistemlerin ana malzemesi olan membran kumaş, plastik-polimer esaslı petrol türevi bir üründür. Bu sebeple yüksek maliyetli ya da kolay ulaşılamayan bir malzeme olabilmektedir. Ancak geleneksel yapılara göre çok daha az malzeme kullanımı sayesinde tüm sistemin düşük maliyetle üretilebilir olmasını sağlamaktadır. Hafiflik ve az malzeme kullanımı sayesinde nakliye ücretleri de düşük olmaktadır. Hem sağlık hizmetlerinin aksamaması hem de toplumsal alanda yaşamın salgın koşullarında sürdürülebilmesi için pnömatik strüktürler ile geliştirilen yapı örnekleri az malzeme kullanımı, hafiflik, kolay nakliye, dönüştürülebilirlik, adapte edilebilirlik, modüler olarak inşa edilebilme, seri üretim, mobilite-taşınabilirlik, kolay kurulum unsurları açısından avantaj sağlamaktadır. Bu bağlamda Covid-19 ile başa çıkmak ve insan yaşamını sağlıklı bir şekilde sürdürebilmek açısından salgın döneminde acil durum yapılarında pnömatik sistemlerin kullanımı elverişlidir.

#### EXTENDED ABSTRACT

Since its existence, mankind has constantly built its surroundings with the aim of leading a safe life and protecting it from environmental conditions. It used caves, mounds and tree hollows that were already present in nature in the early ages as shelter. Later, inspired by the forms in nature, they developed spontaneous systems, masonry systems and column-beam systems. At first, parts such as stone and wood collected from the environment were used, but later building materials such as brick and adobe were developed. In this way, the first architectural carrier system setups began to emerge. With the development of societies and the emergence of civilizations, the same systems have turned into larger structures. Many civilizations such as Rome, Egypt, Greek, Persian, Seljuk and Ottoman exhibited examples of architectural structures with their unique styles. However, in today's sense, architectural systems have emerged thanks to the mechanization, new materials and equipment, construction technologies, digital calculations and technical knowledge equipment developed as a result of the Industrial Revolution. In this period, when modern carrier systems emerged, the need for large structures with new functions increased with the increasing population and urbanization. Thus, modern carrier systems, which aim to pass wider openings without columns, with less material, have started to be widely applied. Iron, steel by reducing the carbon number in iron, reinforced concrete formed by combining concrete and steel, steel cables and ropes, plastic-polymer-based membranes, etc. have been used in architectural carrier systems. Thus, contemporary carrier systems are classified as surface active systems (shells), space cage systems, cable systems and suspension-tension (membrane) systems.

Suspended-tension (membrane) systems, including pneumatic systems; It was developed by being inspired by tent structures dating back to prehistoric times. Pneumatic structures in today's sense have emerged as a result of the work of the Chinese used airships, hot air balloons and various engineers and scientists on pneumatic systems. The development of materials and technology about membrane surfaces has increased the carrier's ability to be used more in various fields. Pneumatic systems, whose architectural examples are increasing in EXPO World Exhibitions, can be applied as a carrier system, auxiliary structure or formwork element today. Pneumatic systems in architecture, stadiums, sports halls, bridges, addition to historical buildings, disaster shelters, emergency structures, facade elements in high-rise buildings, load-bearing structural elements such as walls and columns, facade and roof carriers, space structures, bridges, museums and kinetic facade elements used in many functions.

Pneumatic structures are structures formed by pressurizing the membrane material with a substance such as solid, liquid, gas or generally air, making it carrier. Pneumatic carrier systems are classified according to their characteristics on many parameters. However, in the most general sense, it can be examined in two

groups as single-walled (negative pressure-continuous air assisted) and double-walled (positive pressure-partially air supported). Every structure in which pneumatic systems are applied requires specially developed systems. In single-walled systems, the structure formed by pressurizing the entire area requires air-controlled doors and openings, pump-fan systems, floor anchor details, and joint details. In double-walled carrier systems, on the other hand, it is formed as a result of pressurization of the inner area of the two membrane layers in which the tube or skeleton elements are formed. Double-walled pneumatic systems do not require special detailed doors, windows or openings, since the limited air in the closed volume does not need to be supported continuously. In double-walled pneumatic systems, deflating can be repaired in place in certain modules in cases of tearing, disassembly, and puncture.

### **Research Problem & Purpose**

Contrary to traditional architectural carrier systems, the inherent structural qualities of pneumatic structures show that they are suitable for use in emergency structures. In this context, the use of pneumatic (inflatable) structures, which are used in many areas in architecture and can also be designed as emergency structures, during the Covid-19 epidemic period has been examined within the scope of the article and evaluated through sample projects. Pneumatic systems in architecture, bridges, museums, disaster shelters, sports halls, stadiums, concert halls, space structures, exhibition structures, annexes to historical buildings, cover, roof or facade elements, facade elements in kinetic structures and structural elements such as carrier, residence, wall or column, emergency structures, etc. used in various functions. It is aimed to evaluate the structural advantages and convenience of the use of pneumatic systems as an emergency structure in the functions of carrier structure, auxiliary structure and formwork element. With this study, it is aimed to reveal the current examples of pneumatic structures, which have come to the fore with the Covid-19 process, according to certain parameters.

### **Methodology**

Pneumatic systems are widely used in disaster and emergency structures thanks to their structural features such as lightness, easy and fast installation, reusability, easy transportation in small volumes, and increasing and decreasing by combining with each other. In the 1960s, isolated and isolated pneumatic interior volumes, which were created by the effect of excessive population growth and urbanization, came to the fore again with the Covid-19 global epidemic. In this context, the covid-19 global epidemic that has taken place today, pneumatic system emergency structures have emerged. Pneumatic systems, which were used in the context of the Covid-19 pandemic, which affected the whole world in 2019, were applied in structures such as field hospitals, test centers, intensive care units, medical support centers in order to provide better health services, and in daily structures where social distance can be gathered in the social area under epidemic conditions. . The emergency structures to be implemented under the Covid-19 global epidemic conditions require some features in order to provide fast solutions for developing needs. Carrier systems have their own characteristics from the design stage to the application. For this reason, not every carrier system may be suitable for use in emergency situations. The suitability of a structure for use in an emergency can be evaluated on certain principles. In this study, structural system setup, material usage, modularity, adaptability (spatial adaptability), mobility (portability) and construction time parameters were determined. It is aimed to evaluate the suitability of pneumatic systems for emergencies as a result of examining the pneumatic emergency structures developed during the Covid-19 process over the determined parameters.

### **Findings**

Pneumatic systems, on the other hand, provide the required qualities in emergency situations thanks to their existing structural features. The convenience of pneumatic structures in the context of structurally determined parameters during the Covid-19 epidemic period as "daily use structures" Pneumatic Tent, Pneumatic Pillows and "emergency healthcare services" as PEIU (Portable Epidemiological Isolation Unit), MMW Modular Emergency Hospital, CURA Coronavirus Treatment Center, Hidalgo Emergency Hospital, Seoul Emergency Hospital, Huo-Yan Air Lab Emergency Covid-19 Test Center were evaluated on samples divided into two main groups.

PEIU (Portable Epidemiological Isolation Unit); It is a structure consisting of pneumatic isolation units that allow the treatment of infected patients and the isolation of medical personnel and equipment during the Covid-19 global epidemic period. The pneumatic geodesic dome made of single-walled, low-pressure, transparent PVC material consists of modules and cylindrical corridors. In terms of adaptability, pneumatic dome modules can be applied in various combinations and can be constructed in a very short time. Due to its single layer and light weight, it can be easily transported and disassembled and reused. MMW Modular Emergency Hospital; It consists of single-walled, low-pressure, pneumatic system circulation elements and ship container modules. The structure, which can be built in a short time as a field hospital or in addition to

the existing hospital, can be easily and quickly transported, can be adapted to various plan combinations. Pneumatic Tent can be easily used as a daily structure inside the university campus or outdoors by being carried modularly and quickly installed in a backpack. The double-walled and high-pressure system creates the isolated personal space needed during the pandemic process. CURA Coronavirus Test Center; It consists of double-walled, high-pressure, pneumatic system circulation elements and modular ship containers. The field hospital can adapt to the existing hospital in addition to or in planning. The lightweight system is easy to transport and can be built on site in a short time. Hidalgo Emergency Hospital; In Mexico, it is a skeleton tube cover structure consisting entirely of double-walled pneumatic system. The building, which can be built on site in three days, can be adapted to various functions and plan schemes. The system created with less material can be quenched and transported in small volumes. Seoul Emergency Hospital; It consists of negative pressure modular treatment areas formed in prefabricated panels and frame elements and a double-walled high-pressure pneumatic cover system. Units that can be installed on site within 15 minutes are built in less than a day and turn into an emergency hospital. Huo-Yan Air Lab Covid-19 Test Center; It is constructed in a low pressure pneumatic structure from a single-walled ETFE membrane. It is planned to be used as a formwork element in case a permanent reinforced concrete structure is built in the future. The structure, which can be easily adapted as it can be expanded, various units can be added or removed, disassembled and re-installed and used in different places, can be carried as cargo on standard passenger aircraft in small volumes. Pneumatic Pillows; The log structure consists of double-walled, high-pressure, pneumatic cushion cover elements and wooden beams. The structure, which can be transported by rails, can be built in a short time. It can be designed in various forms and plans in terms of adaptability.

### Conclusions and Recommendation

The structural features of the emergency building samples developed with pneumatic structures provide quick solutions to the sudden needs that develop during the epidemic period. Thanks to the use of much less material than traditional structures, it is ensured that the entire system can be produced at low cost. Thanks to its lightness and less material usage, transportation costs are also low. Examples of structures developed with pneumatic structures in order not to disrupt health services and to sustain life in the social area under epidemic conditions are provides an advantage in with terms of low material use, lightness, easy transportation, convertibility, adaptability, modular construction, mass production, mobility (portability), easy installation elements. In this context, the use of pneumatic systems in emergency structures during the epidemic period is convenient in order to cope with Covid-19 and to sustain human life in a healthy way.

### KAYNAKLAR

- Banham, R. (1965). *A Home Is Not A House*. Art in America 2, s. 76-79.
- Bird, W. (1972) *Air Structures Building Research*. Vol 9 (1).
- Bober, W., Oktaba, M. (2019). R.B. Fuller's Innovative Architectural Designs. *7th Annual International Conference on Architecture and Civil Engineering*, s. 667.
- Dietz, L., Patrick, F., David, A., Fretza, M., Jonathan, A. and Kevin Van Den (2019). Novel Coronavirus (COVID-19) Pandemic: Built Environment Considerations to Reduce Transmission. *Applied and Environmental Science*, 5 (2), s. 13.
- Engel, H. (2013). *Structure Systems*. Almanya: Hatje Cantz Yayınları, 5. Baskı, s. 97-111.
- Ermolov, V. V. (1983). *Pnevmaticheskie Stroitel'nye Konstrukcii Pod Red.* s. 439.
- Erol, A. İ. (1997). *Yapılarda Taşıyıcı Sistemler*. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak Meslek Yüksekokulu, Zonguldak, s. 211-213.
- Hui D.S., Azhar, E., Madani, T.A., Ntoumi, F., Kock, R., Dar, O. vd. (2020). The Continuing 2019-nCoV Epidemic Threat of Novel Coronaviruses to Global Health. *The Latest 2019 Novel Coronavirus Outbreak in Wuhan, China*. Int J Infect Dis, 91, s. 264-66.
- Lundy, V. A. (1967). Architectural and Sculptural Aspects of Pneumatic Structures. *Proceedings of the 1st International Colloquium on Pneumatic Structures*, Stuttgart, s. 11.
- Manrique, C. A. N., Pérez, A. L. P., Calonge, H. G. R. & Quin, C. A. C. (2020). Portable Epidemiological Isolation Unit. Ephemeral Architecture for Covid-19 Emergency. *Strategic Design Research Journal*, Volume 13, Number 03, September – December, s. 401-417. doi: 10.4013/sdrj.2020.133.09.
- Otto, F. (1996). *Finding Form: Towards an Architecture of the Minimal Edition*. Axel Menges, 3. Baskı, s. 240.

- Özşen, G., Yamantürk, E. (1991). *Taşıyıcı Sistem Tasarımı*. Yıldız Üniversitesi-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Anabilim Dalı, İstanbul: Birsen Yayınevi, s. 81. ISBN: 975-511-058-5.
- Öztek, E., Karakaş, B. (2021). Back to the Future: Interpretation of Post-COVID-19 Architecture through 1960s Futurism. *İdeal Kent Dergisi*, 12-Covid-19 Özel Sayısı, s. 570-582, doi:10.31198/idealkent.879088.
- Pshenichnikova, K. A. (2019). *Osobennosti Formirovaniya Arhitekturnyh Ob"ektov na Osnove Pnevmaticheskikh Konstrukcij, XXI Veke: Dissertaciya Kandidata Arhitektury*. Moskovskij Arhitekturnyj İnstitut, Gosudarstvennaya Akademiya, Moskva, s. 152.
- Pshenichnikova, K. A. (2022). Principles for the Design of Architectural Objects Based on Air-Supported Structures in Extreme Conditions: The Example of The Covid-19 Epidemic. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Moskova, doi:10.1088/1755-1315/988/5/052069.
- Ravenscroft, T. (2020). Miniwiz Builds Modular Hospital Ward Prototype at Taipei Hospital, Dezeen. Erişim Adresi: <https://www.dezeen.com/2020/04/21/shipping-container-intensive-care-unit-installed-at-turin-hospital/> (Erişim Tarihi: 12.04.2022)
- Rudolph, R. (2021). *Nomadic:Pneumatic - Buildings That Moves*. Master Thesis, Umea School of Architecture, Sweden, s. 16-19.
- Schmitz, G. (1995). *Course Material for Architecture*. Department of Architecture, School of Architecture and Planing, State University, New York.
- Sumovki, J. A., Lanchester, E. F. W. (2005). A Brief History of Pneumatic Structures. <https://documents.pub/document/a63-a-brief-history-of-pneumatic-structures-osaka-1970-exposure-on-pneumatic-structures.html> (Erişim Tarihi: 12.05.2022)
- Türkçü, Ç. (1997). *Çekmeye Çalışan Taşıyıcı Sistemler*. İzmir: Eylül yayınları, s. 87-95.
- URL 1 Erişim Adresi: [https://news.google.com/covid19/map?hl=tr&gl=TR&ceid=TR%3Atr&mid=%2Fm%2F01znc\\_](https://news.google.com/covid19/map?hl=tr&gl=TR&ceid=TR%3Atr&mid=%2Fm%2F01znc_) (Erişim Tarihi: 09.04.2022)
- URL 2 Emergency Modular Hospital, MMW Architects as Architects. Erişim Adresi: <https://archello.com/project/emergency-modular-hospital> (Erişim Tarihi: 20.04.2022)
- URL 3 Daniels Students Tackle Pandemic-Related Projects with Funding From the U of T COVID-19 Student Engagement Award, 2020. Erişim Adresi: <https://www.daniels.utoronto.ca/news/2020/06/25/daniels-students-tackle-pandemic-related-projects-funding-u-t-covid-19-student> (Erişim Tarihi: 20.04.2022)
- URL 4 Ratti, C. (2020). Associati Designs Shipping-Container Intensive Care Units for Coronavirus Treatment. Erişim Adresi: <https://www.dezeen.com/2020/03/24/shipping-container-intensive-care-units-coronavirus-covid-19-carlo-ratti/> (Erişim Tarihi: 10.04.2022)
- URL 5 Erişim Adresi: <https://mexiconewsdaily.com/news/coronavirus/inflatable-hospital-installed-in-hidalgo/> (Erişim Tarihi: 11.04.2022)
- URL 6 Erişim Adresi: <https://www.reuters.com/business/healthcare-pharmaceuticals/skorea-unveils-inflatable-isolation-ward-covid-19-patients-2021-01-08/> (Erişim Tarihi: 11.04.2022)
- URL 7 Erişim Adresi: <https://www.genengnews.com/news/bgi-unveils-inflatable-p2-lab-for-emergency-covid-19-testing/> (Erişim Tarihi: 11.04.2022)
- URL 8 Erişim Adresi: <https://medium.com/@creznich/1960-750843cd705a> (Erişim Tarihi: 12.04.2022)
- URL 9 Erişim Adresi: <http://architecturewithoutarchitecture.blogspot.com/2012/12/david-greene-sporting-suitaloon.html> (Erişim Tarihi: 12.04.2022)
- URL 10 Erişim Adresi: <https://www.classicfm.com/music-news/coronavirus/flaming-lips-band-space-bubble-concert/> (Erişim Tarihi: 12.04.2022)
- URL 11 Erişim Adresi: <https://archeyes.com/inflatable-emergency-hospitals-tecnodimension/> (Erişim Tarihi: 11.04.2022)
- URL 12 Erişim Adresi: <https://en.mgi-tech.com/news/140/> (Erişim Tarihi: 11.04.2022)