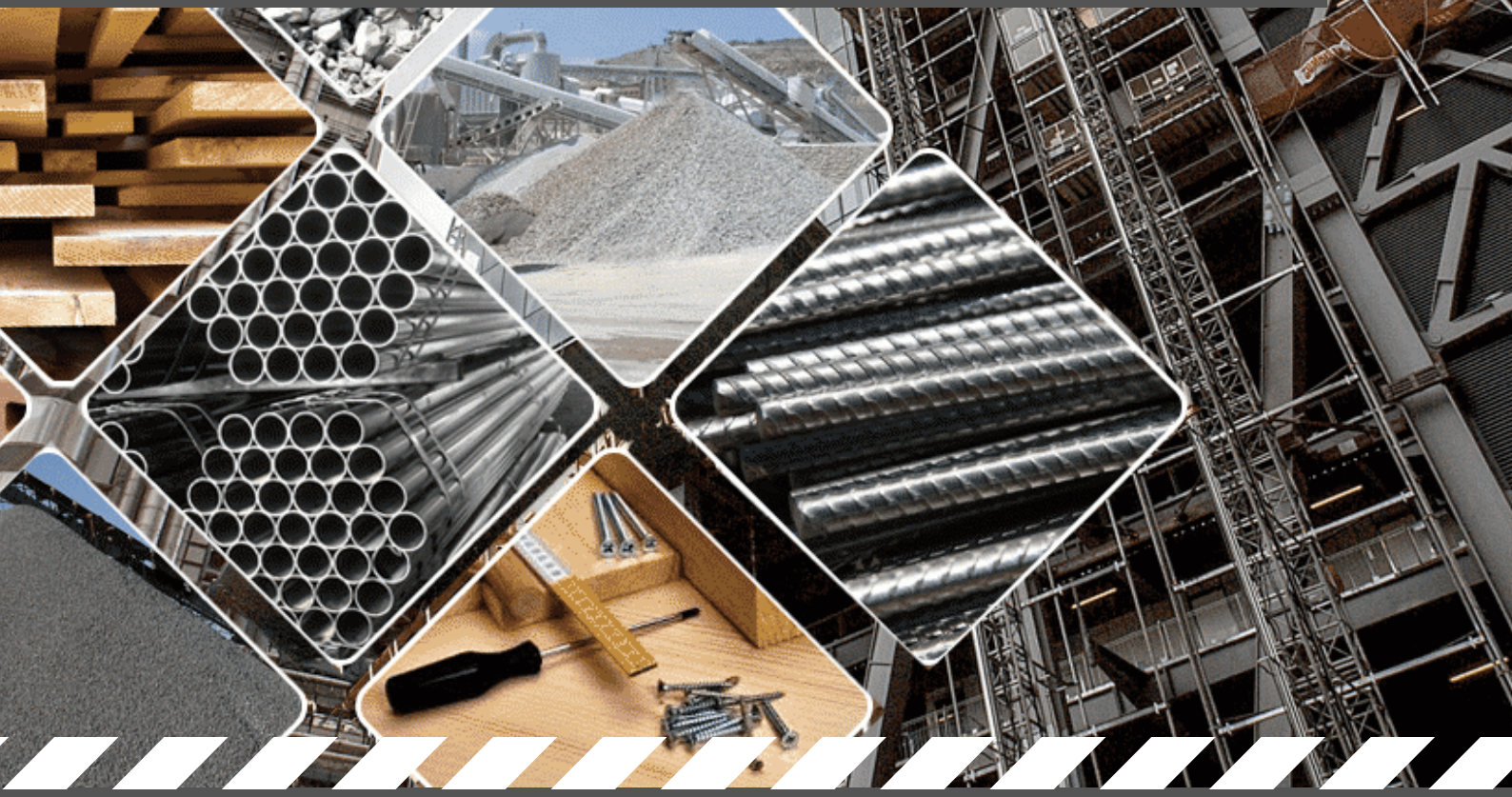
4. INTERNATIONAL EURASIA CONGRESS OF BUILDING MATERIALS, ARCHITECTURE AND ENGINEERING SCIENCES



PROCEEDINGS BOOK

EDITORS:

Dr. Ethem İlhan Şahin

Dr. Jamal Eldin Fadoul Mohammed IBRAHIM

15 December 2024

Adana

ISBN: 978-625-378-070-8

4. INTERNATIONAL EURASIA CONGRESS OF BUILDING MATERIALS, ARCHITECTURE AND ENGINEERING SCIENCES

15 December 2024, Adana

PROCEEDINGS BOOK

Edited by

Dr. Ethem İlhan Şahin

Dr. Jamal Eldin Fadoul Mohammed IBRAHIM

All rights of this book belong to IKSAD GLOBAL.

Without permission can't be duplicate or copied. Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.

IKSAD Publications – 2024 ©

Issued: 19.12.2024

ISBN: 978-625-378-070-8

PROCEEDINGS BOOK

CONGRESS ID

4. INTERNATIONAL EURASIA CONGRESS OF BUILDING MATERIALS, ARCHITECTURE AND ENGINEERING SCIENCES

DATE-PLACE

15 December 2024, Adana

EDITORS

Dr. Ethem İlhan Şahin

Dr. Jamal Eldin Fadoul Mohammed IBRAHIM

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process

TOTAL NUMBER OF PAPERS: 28

THE NUMBER OF PAPERS FROM TÜRKİYE: 12

OTHER COUNTRIES: 16

PARTICIPANT COUNTRIES (9):

Türkiye, Morocco, Russia, Nigeria, Romania, India, Bangladesh, Algeria, Palestine

CONGRESS ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Turabdjanov Sadritdin MAKHAMEDDINOVICH - Tashkent State Technical University
Prof. Dr. Bahaddin SİNSOYSAL - İstanbul Gedik University
Doç. Dr. İsmail TOPCU - Alanya Alaaddin Keykubat University
Doç. Dr. Tavaldieva Gulbaxar Nishanovna - Tashkent Institute of Chemistry and Technology
Doç. Dr. Kenese JUSIPOV - Kazakh Communication Academy
Dr. Hayri YILDIRIM - Dicle University
Dr. Tien Dung Nguyen - Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry, Thainguyen
Dr. Elvan CAFAROV- Azerbaijan State Pedagogical University
Dr. Nurlan Akhmetov - Ahmet Yassawi University, Kazakhstan
Dr. Ethem İlhan ŞAHİN -Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University

COORDINATOR

Dr. Alina AMANZHOLOVA

CONGRESS SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Eti Akyüz Levi - Dokuz Eylul University
Prof. Dr. Mutalov Shukhrat KHMADJONOVICH - Tashkent Institute of Chemistry and Technology
Prof. Dr. Gappar RAKHMANBERDIEV - Tashkent Institute of Chemistry and Technology
Prof. Dr. Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho - Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal
Prof. Dr. Manojkumar Arthikala - Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Mexico
Assoc. Prof. Dr. Cahide AYDIN İPEKÇİ - Gebze Technical University
Assoc. Prof. Dr. Muteber ERBAY - Karadeniz Technical University
Assoc. Prof. Mehriban NOVRUZOVA - Khazar University
Assoc. Prof. Hazar HÜSEYNOV - Khazar University
Assoc. Prof. Sevil KARIMOVA - Khazar University
Dr. Upendra N Rai - National Botanical Research Institute
Dr. Muhammad Faisal - Sindh Madressatul Islam University, Karachi, Pakistan
Assist. Prof. Dr. Çiğdem BOGENÇ - Recep Tayyip Erdoğan University
Dr. Hayri YILDIRIM - Dicle University
Dr. Ghanshyam Barman - Uka Tarsadia University, India
Dr. Nurlan Akhmetov - Ahmet Yassawi University, Kazakhstan
Dr. Alper BODUR - Ondokuz Mayıs University

MİMARİ MEKANIN ÜRETİMİNDE ÇELİK VE CAMIN BİR ARADA KULLANIMININ ÖRNEKLER ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

EXAMINATION OF THE COMBINED USE OF STEEL AND GLASS IN THE PRODUCTION OF ARCHITECTURAL SPACE THROUGH EXAMPLES

Esra Nur ATİLA

Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Nilüfer, Bursa.

Prof. Dr. Murat TAŞ

Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Nilüfer, Bursa.

ÖZET

Bu çalışma, çelik ve cam malzemelerinin mimarideki gelişimini ve bu malzemelerin birlikte kullanımının modern yapılar üzerindeki etkilerini incelemektedir. Endüstri Devrimi ile çelik ve camın mimarideki kullanımı hız kazanmış, bu malzemelerin estetik ve işlevsellik açısından sağladığı avantajlar, mimarinin yeni bir dil geliştirmesine olanak tanımıştır. Çelik, güçlü ve esnek yapısıyla büyük açıklıkların geçilmesini sağlar, cam ise doğal ışık geçirgenliği ve şeffaflık özellikleri ile mekanları daha ferah ve geniş hale getirir. Bu iki malzeme, özellikle modern yüksek yapıların temel yapı taşları haline gelmiştir.

Çelik ve camın entegrasyonu, çağdaş mimarinin simgelerinden olan yapıları, hem yapısal hem de estetik açıdan güçlendirmiştir. **Crystal Palace** (1851), çelik ve camın ilk büyük entegrasyon örneklerinden biri olarak mimarlıkta bir devrim yaratmış ve modern yapılar için bir temel oluşturmuştur. Günümüzde ise, enerji verimliliği sağlayan cam sistemleri ve çevre dostu çelik üretim teknikleri, bu malzemelerin sürdürülebilirlik açısından önemli bir rol oynamasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, çelik ve camın mimarideki rolü, sadece fiziksel yapılarla sınırlı kalmayıp, gelecekteki şehir projelerinde sürdürülebilir, enerji üretme kapasitesine sahip ve çevre dostu çözümler sunmayı vaat etmektedir.

Bu bağlamda, çalışma, çelik ve camın mimarideki tarihsel gelişiminden başlayarak, bu malzemelerin gelecekteki potansiyellerini ve olası kullanım alanlarını araştırmaktadır. Gelecekte, çelik ve camın entegrasyonu ile tasarlanan yapılar, daha verimli ve çevre dostu çözümler sunarak, şehirleşme ve sürdürülebilirlik bağlamında önemli bir rol oynamayı sürdürecektir. Bu malzemelerin kullanımı, özellikle gezegen dışı yaşam alanları ve tamamen otonom şehirlerin inşasında temel bir yapı taşı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Mimari Mekan, Çelik Malzeme, Cam Malzeme, Çelik ve Cam Mimarlığı

ABSTRACT

This study examines the development of steel and glass materials in architecture and the impact of their combined use on modern structures. With the Industrial Revolution, the use of steel and glass in architecture gained momentum, offering advantages in both aesthetics and functionality, enabling the development of a new architectural language. Steel, with its strong and flexible structure, allows for large spans, while glass enhances spatial openness and light transmission. These materials have become the foundation of modern high-rise buildings.

The integration of steel and glass has strengthened iconic structures, both structurally and aesthetically. The **Crystal Palace** (1851), as one of the first major integrations of steel and glass, revolutionized architecture and laid the foundation for modern buildings. Today, energy-efficient glass systems and eco-friendly steel production methods play a crucial role in sustainability. Furthermore, the role of steel and glass in architecture extends beyond physical structures and promises sustainable, energy-producing, and environmentally friendly solutions in future urban projects.

This study explores the historical development of steel and glass in architecture, analyzing their potential future uses and contributions. The integration of these materials in future buildings will continue to

provide more efficient and sustainable solutions, playing a significant role in urbanization and sustainability. The use of these materials may become a key factor in the construction of extraterrestrial habitats and fully autonomous cities.

Key words: Architectural Space, Steel Material, Glass Material, Steel and Glass Architecture.

GİRİŞ

Mimari mekanın üretiminde yeni işlevsel, teknolojik ve estetik eğilimler, geniş açıklıklı bina ihtiyacı, çok katlı yüksek bina yapma isteği karşısında taş, tuğla ve ahşap gibi geleneksel yapı malzemelerinin kullanımı sınırlı düzeyde kalmıştır. Demir ve betonun yapıda kullanılmaya başlamasıyla ilerleyen mimari mekan anlayışı, Endüstri devrimi sonrası değişen üretim biçimleri ve gelişen teknoloji ile birlikte yapılarda çelik ve camın da kullanımının üst düzeye çıkmasıyla devam etmiştir. Özellikle çelik ve cam en çok gelişim ve değişim gösteren yapı malzemesi olmuştur.

Yapılarda çelik malzeme sayesinde büyük açıklıklar geçilmiş ve asansörün kullanımının yaygınlaşmaya başlaması ile birlikte yapılan çok katlı yapılar, çelik malzeme sayesinde betonarmeye göre daha küçük kesitli taşıyıcılar elde edilmiştir. Hafif bir malzeme olan çelik yapılardaki temel maliyetini düşürmüş, ayrıca yapılardaki kullanım esnekliği mimari mekanların daha özgür ve özgün olmasına olanak sağlamıştır.

Aynı zamanda gelişen teknolojiye uyum sağlayan cam, özellikle cam fırın teknolojisindeki gelişmeler ile birlikte yapılabilen seri üretimler sayesinde, yüksek kalitede, büyük ebatlarda ve ekonomik bir yapı malzemesi olarak yapılarda kullanılabilirliğini arttırmıştır. Bu gelişim özellikle çelik taşıyıcı sistemin sağladığı geniş açıklıkların cam malzeme ile kapatılmasında etkin rol oynamıştır.

Çelik ve camın bir arada kullanımı, mimarlıkta sadece teknik bir yenilik olarak kalmamış, aynı zamanda bir tasarım dili haline gelmiştir. Crystal Palace (1851) ve Eiffel Kulesi (1889) gibi yapılar, bu malzemelerin mimarlıkta kullanımına öncülük etmiş, sonraki dönemlerde modern mimarlığın temelini oluşturmuştur. 20. yüzyılda, Ludwig Mies van der Rohe gibi modernist mimarlar, çelik ve camın sadeliğini estetik bir prensip olarak benimsemiş ve bu malzemeleri minimalizmle birleştirerek ikonik yapılar tasarlamıştır.

Günümüzde çelik ve cam, mimaride yalnızca estetik ve işlevsellik açısından değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda da önemli bir rol oynamaktadır. Enerji verimliliğini artıran cam paneller ve çevre dostu çelik üretim teknikleri, bu malzemeleri çağdaş mimarlığın vazgeçilmez unsurları haline getirmiştir. Çelik ve cam, modern mimaride mekanların sınırlarını kaldırarak kullanıcıyla çevre arasında bir bütünlük sağlar. Şeffaflık ve dayanıklılık özellikleriyle bu iki malzeme, yalnızca yapının fiziksel bir unsuru değil, aynı zamanda mimaride bir ifade aracı olarak kullanılır.

Gelişen çelik ve cam malzeme teknolojileri ve binalarda bütüncül performans için mimariyi etkileyen yapısal tasarım bileşenlerinin mimari tasarım ile entegre olmasını sağlayan bilgi teknolojileri sayesinde özellikle son yıllarda mimari mekanın üretiminde nitelikli ve özgün yorumlarla "Çelik ve Cam Mimarisi" kavramı ortaya çıkmıştır. Bu mimari anlayış, beklentileri karşılayacak düzeyde farklı mimari mekan tasarımı ve üretimine olanak sağlamıştır. Çelik malzemenin binalarda sağladığı strüktürel avantaj ile cam malzemenin özellikle cephede oluşturduğu mimari estetik anlayış ile hem estetik hem de sağlam binalar elde edilmiştir. Çelik ve cam mimarisinde, strüktür elemanı olarak çelik malzeme kullanılarak doğadan ayrılan ve yükselen bina, cephede cam kullanımı ile birlikte şeffaflaşarak tekrar doğayla bütünleşmektedir.

Bu çalışmada, çelik ve camın tarihsel süreçteki gelişimi ve mimarlık pratiğine etkileri ele alınmıştır. Ayrıca, bu malzemelerin entegre kullanımıyla tasarlanan ikonik yapılardan örnekler verilerek, çelik ve cam mimarisinin estetik, işlevsellik ve sürdürülebilirlik bağlamındaki katkıları değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra, gelecekte çelik ve cam malzemelerinin mimarlık pratiğinde üstleneceği roller ve bu malzemelerle inşa edilecek yapıların potansiyel gelişimleri üzerine hipotezler sunulmuştur. Çalışma, bu bağlamda, modern mimarlığın sadece bugünkü değil, aynı zamanda gelecekteki yönelimlerine ışık tutmayı amaçlamaktadır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Mimari Mekan

Mekan, insanın doğal çevreden ayrılarak belirli bir işlev için şekillendirdiği özel bir alan olarak mimarlığın temel unsurudur. Mimari mekan, duvarlar, tavanlar, sütunlar ve benzeri fiziksel bileşenlerle tanımlanırken, estetik ve işlevselliği bir araya getirerek özgün yapılar oluşturur. Bu bileşenler, mekanın fiziksel sınırlarını belirlemekle kalmaz, aynı zamanda kullanıcı deneyimini ve mekanı algılama biçimini de şekillendirir. Renk, doku, ışık ve havalandırma gibi unsurlar, mekanın atmosferini ve kullanım özelliklerini derinleştirirken, şeffaf malzemelerle doğayla bütünleşme sağlanabilir. Mekan üretimi, bu fiziksel ve deneyimsel unsurların bir bütün olarak ele alınmasıyla gerçekleşir ve her bir eleman mekanın estetiğine ve işlevine katkıda bulunur.

Tarih boyunca mimari mekan anlayışı, toplumların inançları, kültürel dinamikleri ve teknolojik yenilikler doğrultusunda şekillenmiştir. Antik dönemlerden itibaren taş ve kerpiç gibi doğal malzemelerle yapılan anıtsal yapılar, mimarinin işlevsel olduğu kadar ideolojik bir araç haline gelmesini sağlamıştır. Mısır ve Yunan tapınakları gibi yapılar, dinsel inançları ve toplumsal kimlikleri yansıtırken, Roma döneminde teknik yeniliklerle konfor odaklı yapılar inşa edilmiştir. Rönesans ile birlikte insan merkezli mekan anlayışı gelişmiş, Endüstri Devrimi sonrası ise çelik, cam ve beton gibi malzemelerle yapılan dayanıklı ve işlevsel yapılar modern mimarinin temelini oluşturmuştur. Bu süreçte mimari, yalnızca bir barınma aracı olmaktan çıkarak estetik, teknik ve toplumsal bir ifade biçimine dönüşmüştür.

Mimari Mekanda Çelik Malzeme Kullanımı

Demir ve karbonun belirli oranlarda bir araya gelmesiyle oluşan bir alaşım olan çelik malzeme, tarih boyunca yapılarda kullanılmış olmasına rağmen, yapısal özelliklerinin tam anlamıyla keşfedilmesi ve modern anlamda kullanımının yaygınlaşması Endüstri Devrimi sonrasında gerçekleşmiştir. Öncesinde "Demir Yapı" olarak nitelendirilen yapılar özellikle 1930'lu yıllarda kaynak teknolojisinin gelişmesiyle birlikte oluşturulan çelik konstrüksiyon neticesinde "Çelik Yapı" şeklinde nitelendirilmeye başlanmıştır. Mimarlıkta dökme demirden çeliğe geçiş, yapı malzemeleri ve strüktür anlayışında devrim yaratarak mekan kavramını kökten değiştirmiştir. Geleneksel olarak sınırları belirli, kapalı mekanlar inşa etme yaklaşımı, yerini giderek daha açık, akışkan ve kesintisiz mekan deneyimlerine bırakmaktadır.

Gelişen teknoloji ile birlikte, dökme demirden çelik üretimine geçiş aşamasında her bir çelik üretim yöntemi, kendi döneminin ihtiyaçlarına yanıt vererek mimaride önemli dönüşümler sağlamıştır. Bessemer Yöntemi, seri ve ucuz çelik üretimi ile gökdelenlerin inşasını mümkün kılmıştır. Thomas Yöntemi, fosforlu demir cevherini işleyerek Avrupa'da sanayi yapılarında kullanılmıştır. Siemens-Martin Yöntemi, kaliteli çelikle geniş köprüler inşa edilmesine olanak tanımıştır. Linz-Donawitz Yöntemi, savaş sonrası hızlı çelik üretimiyle modern yapıları desteklemiştir. Heroult Yöntemi ise geri dönüştürülen çelikle sürdürülebilir yapılar için öncü olmuştur.



Şekil 1.1. Eiffel Kulesi (URL-1)

Endüstri Devrimi ile birlikte çeliğin yapı sektöründe kullanımı hızla artmıştır. İlk başta demir malzemesi ile başlayan süreç, Bessemer yöntemi gibi yeniliklerle düşük maliyetli çelik üretimini mümkün kılmıştır. Bu gelişme, köprüler, demiryolları ve gökdelenler gibi büyük ölçekli projelerde çeliğin yaygın kullanımını sağlamıştır. Çelik malzemesi, modern mimaride yüksek dayanıklılık, esneklik ve geniş açıklıklar sunarak mimarların daha cesur ve yaratıcı tasarımlar yapmasına olanak tanımıştır. Böylece, mimaride estetik ve fonksiyonel bir devrim gerçekleşmiştir.

Mimari Mekanda Cam Malzeme Kullanımı

Cam malzeme ise, temel olarak toprak kökenli bileşenlerden elde edilen, yüksek ısıda şekillendirilebilen, sert, kırılgan ve şeffaf bir malzemedir. Isıya karşı dayanıklı olan bu malzeme, formunu koruyarak farklı kalıplara dökülebilir ve istenilen şekli alabilir. Camın saydamlığı, onu ışığı geçiren, ancak aynı zamanda iç mekanları dış etkenlerden koruyan ideal bir yapı elemanı yapar. Mimaride hem estetik hem de işlevsel çözümler sunan cam, farklı projelerde yenilikçi tasarımlara olanak tanır.

5000 yıllık geçmişiyle en eski yapı malzemelerinden olan cam malzemenin üretiminde önemli bir dönüm noktası, üfleme tekniğinde kullanılan piponun keşfidir. M.Ö. 200'lerde Suriye'de cam pencereler üretilmeye başlanmış, ardından Roma İmparatorluğu aracılığıyla Avrupa'ya yayılmıştır. Romalılar M.S. 1. yüzyılda döküm yöntemiyle düz cam üretmiş ve camı villalarda kullanmışlardır. Sanayi Devrimi ile cam üretim teknolojileri hız kazanmış, 1687'de "Plate Glass" yöntemi ile büyük cam levhalar üretilmeye başlanmıştır. Bu teknik, modern mimaride cam kullanımını yaygınlaştırmıştır.

Bessemer'in cam üretimiyle ilgili katkıları, özellikle cam presleme yönteminin geliştirilmesi, çelik üretimindeki buluşlarından esinlenmiştir. 1856'da çelik üretiminde devrim yaratan Bessemer süreci ile elde ettiği başarı, cam üretiminde de verimlilik artışını sağlayan tekniklerin temellerini atmıştır. Bu gelişme, cam endüstrisinin modernleşmesine büyük katkı sağlamış ve üretim süreçlerinin hızlanmasında önemli bir rol oynamıştır. Bu bağlamda, Bessemer'in cam endüstrisine yaptığı katkılar, aslında çelik üretimindeki yeniliklerin başka sektörlere nasıl etki edebileceğinin güzel bir örneğidir.

1952 yılında Alistair Pilkington'un camı sıvı kalay üzerinde yüzdürmeye başlaması ile seri cam üretimine geçilmiştir. 19. Yy'da cam üretimi Siemens kardeşlerin rejeneratör fırını, cam havuzu ve Beriwez'in cam soğutma fırını, cam üretiminde devrim niteliğindeki yenilikler sunarak sanayileşmenin önemli bir parçası olmuştur. Bu teknolojiler, cam üretimini hızlandırmış ve maliyetleri düşürmüştür. Böylece, cam daha geniş kitlelere ulaşabilir hale gelmiş, kalitesi artmış ve estetik ile fonksiyonel kullanım alanları genişlemiştir. Özellikle inşaat ve mimaride büyük cam cepheler, vitrinler, pencereler

ile mobilya sektöründe yaygın olarak kullanılmasına olanak sağlamıştır. Cam teknolojisindeki bu evrim, hem estetik hem de işlevsellik açısından mimari projelerde yeni ufuklar açacaktır.

Camın mimarideki rolü, estetik ve fonksiyonellik açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. Cam, yüksek ışık geçirgenliği ile doğal ışığı iç mekanlara yönlendirirken, dış dünya ile olan etkileşimi güçlendirir. Şeffaf yapısı sayesinde, yapılar çevreleriyle bütünleşerek iç mekan algısını zenginleştirir. Farklı renk ve dokulardaki cam tasarımları, mimarların estetik algısını genişletmekte ve yapının kimliğini belirginleştirmektedir. Ayrıca, günümüzde geliştirilen yüzey kaplamalı, temperli, tapakalı ve enerji verimli cam türleri, iç mekan konforunu artırarak enerji performansını iyileştirmektedir. Bu özellikleriyle cam, modern mimarinin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir.

Barselona'nın ikonik yapılarından biri olan ve 2005 yılında tamamlanan Torre Agbar (Şekil 1.2.), mimari yüzey kaplama camlarının başarılı bir örneğini temsil eder. Jean Nouvel tarafından doğal ışık, sürdürülebilirlik ilkesi kapsamında tasarlanan bu yapı, hem görsel estetik hem de fonksiyonellik açısından dikkat çekmektedir. İç mekana doğal ışığın girmesini sağlayan pencereler, havalandırma işlevinin yanı sıra enerji depolama işlevini de yürütmektedir. Bunun yanı sıra, iç mekanın en etkili şekilde aydınlatılması için fotoelektrik cam paneller tercih edilmiştir. Bu fotoelektrik paneller, gece saatlerinde iç mekan aydınlatmasıyla birlikte renkli bir ışık yansıması oluşturarak binaya dinamik bir görsellik kazandırır; bu etki, binanın LED aydınlatma sistemi ile entegre bir şekilde çalışarak dış cephede göz alıcı bir ışık oyunu yaratır.

a)  b) 

Şekil 1.2. a) Torre Agbar (URL-2) **b)** Torre Agbar Cephe Detayı (URL-2)

21. yüzyıl yapılarında cam kaplama teknolojileri, enerji verimliliği ve iklim kontrolüne yönelik önemli roller üstlenmektedir. Gelişen teknolojiler, binaların dış cephe tasarımlarını değiştirerek daha etkili enerji yönetimi ve doğal ışık kullanımı olanakları sunmaktadır. Bu doğrultuda cam kaplamalarda öncelikli hedefler; ısı kayıplarını azaltmak, güneş ışığını en verimli şekilde yönlendirmek, güneş ısısını kontrol altında tutmak ve doğal ışığı maksimum düzeyde kullanmaktır. Isı kaybının önlenmesi ve doğal ışık elde etme sorunları büyük ölçüde çözülmüşken, ışığın yönlendirilmesi ve güneş ısısı kontrolü alanlarında hâlâ geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Bu gelişmeler, gelecekte cam kaplama teknolojilerinin binaların sürdürülebilirlik ve işlevsellik standartlarını daha da yükseltmesine olanak sağlayacaktır.

Cam kaplamalarının gelecekteki işlevleri, enerji verimliliği sağlamanın ötesine geçerek, enerji üretimi açısından da önem kazanacaktır. Şu anda dış cephe elemanı olarak, dış ortamın değişken koşulları ile iç ortamın sabit ihtiyaçları arasında enerji akışını düzenleyici bir rol üstlenen cam kaplamalar, teknolojik gelişmelerle birlikte ısı, ışık ve elektrik enerjisi üretebilen birer enerji kaynağı haline dönüşecektir. Bu dönüşüm, cam kaplamalarının sürdürülebilir mimarideki rolünü daha da güçlendirecektir.Cam teknolojilerindeki ilerlemeler, bina cephelerini yalnızca bir enerji kontrol aracı olmaktan çıkarıp, aynı

zamanda enerji üretebilen ve güneş ışığını yönlendirebilen dinamik sistemlere dönüştürmüştür. Çevre dostu yaklaşımlar ve yeni mimari eğilimler, gelecekte cam kaplama sistemlerinde yenilikçi fırsatlar yaratacaktır. Dinamik cepheler, doğal ışık ve havalandırmayı bütüncül bir tasarım anlayışıyla ele alarak, iç mekanları doğal ışıkla aydınlatmayı hedeflemektedir. Bu sistemler, enerji maliyetlerini düşürmenin yanı sıra bina değerini artırarak kullanıcıya yüksek konfor sunacak şekilde tasarlanacaktır.

Mimari Mekanda Çelik ve Cam Malzemenin Bir Arada Kullanımı

Çelik ve cam, modern mimarinin yapı taşları arasında önemli bir yer edinmiştir. Her iki malzemenin de birbirini tamamlayan özellikleri, çağdaş mimarlıkta estetik ve işlevselliği bir araya getiren yapılar oluşturulmasına olanak tanımıştır.

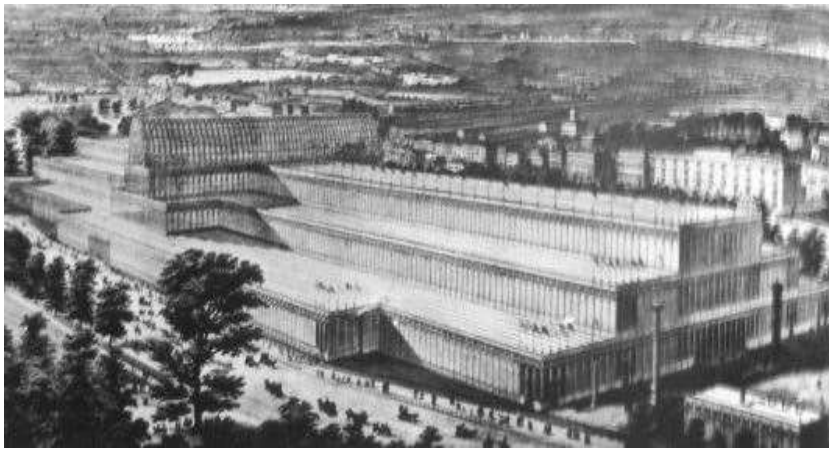
Çelik, 19. yüzyılda sanayi devrimiyle birlikte mimaride kullanılmaya başlanmıştır. Güçlü, dayanıklı ve esnek yapısı sayesinde büyük açıklıkların geçilmesine ve yüksek binaların inşa edilmesine imkan tanır. Özellikle gökdelenlerin ve geniş açıklıklı köprülerin yapımında çeliğin kullanımı, mimarların yeni formlar yaratmasına olanak sağlamıştır. Cam malzeme ise tarih boyunca dekoratif amaçlarla kullanılmış olsa da, 20. yüzyılın başlarında geniş yüzeyler halinde kullanılabilir hale gelmesiyle mimaride devrim yaratmıştır. Camın şeffaf yapısı, mekanların doğal ışıkla aydınlatılmasını sağlar, bu da iç mekanları daha geniş ve ferah gösterir.

Çelik ve camın birlikte kullanımının yarattığı **Yapısal Yenilikler**, mimariye sadece görsel zenginlik kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda **Sürdürülebilirlik** açısından da önemli katkılar sağlar. Çelik ve cam, **Yapısal Dayanıklılık** ile **Şeffaflık** arasında denge kurarak mekan tasarımında büyük **Esneklik** ve **Estetik Çeşitlilik** sağlar. Özellikle geniş açıklıklar, doğal ışık kullanımı ve enerji verimliliği gibi avantajlarla, modern yapıların **Mekansal Etkileşim** sağlamasında öncü unsurları haline gelmiştir.

Çelik ve camın bir arada kullanımı, modern mimaride estetik ve fonksiyonellik sunarken, bazı dezavantajlar da doğurur. Camın ısı yalıtımı zayıf olduğu için enerji verimliliğini olumsuz etkiler ve ek ısıtma veya soğutma gereksinimleri doğurur. Ayrıca, camın kırılma riski ve dış etkenlere karşı hassasiyeti güvenlik ve bakım açısından zorluklar yaratabilir. Yüksek maliyetler ve ses yalıtımı eksiklikleri de önemli dezavantajlar arasında yer alır. Bu zorluklar, tasarım aşamasında dikkate alınıp, uygun çözümlerle minimize edilmelidir.

Çelik ve Cam Malzemenin Bir Arada Kullanım Örnekleri

Çelik ve camın bir arada kullanımı, ilk olarak dünya çapındaki Expo (Dünya Fuarı) organizasyonları aracılığıyla sergilenmiştir. Özellikle Joseph Paxton'ın tasarladığı Crystal Palace bu kombinasyonun öncülerindendir. Crystal Palace, Londra'daki ilk Dünya Fuarı için tamamen çelik ve cam kullanılarak, yarattığı büyük açıklıklar ve şeffaf mekanlarla modern mimariye öncülük etmiştir. Bu yapı, mimari tasarımda çelik iskelet sistemlerinin ve geniş cam yüzeylerin nasıl yenilikçi çözümler sunduğunu göstermiştir. Galerie des Machines, Paris'teki sergiye ait büyük çelik kemerler ve cam yüzeylerle geniş açıklıklar sunan bir yapıdır. Bu yapı geniş mekanlar yaratmada çeliğin dayanıklılığı ve camın şeffaflığını birleştirerek mimarlık alanında yeni bir estetik anlayışın oluşmasına olanak tanımıştır.



Şekil 1.3. Kristal Saray (Kohlmaier ve Sartory, 1986)

EXPO 1929 Barselona Pavyonu, çelik ve camın minimal tasarımla birleştiği estetik bir örnek olarak öne çıkar. EXPO 2000 Hollanda Pavyonu doğa dostu tasarımıyla çelik konstrüksiyon ve cam cephelerin çevreye duyarlı bir şekilde birleştirirken, EXPO 2010 Çin Pavyonu geleneksel ve modern unsurları harmanlar. Expo 2020 Dubai'deki Alif Mobility Pavyonu ise, çelik ve camın modern mimaride sürdürülebilirlik, işlevsellik ve estetikle nasıl birleştiğini gösteren ikonik yapılardır.



Şekil 1.4. Alif - The Mobility Pavilion (URL-3)

20. yüzyıldan itibaren çelik ve cam, cesurca kullanılan malzemeler haline gelmiş ve mimaride yeni bir ifade biçimi oluşturmuştur. Yüksek yapılar, bu iki malzemenin uyumlu birleşimiyle tasarlanmış ve dönemin simgesi olmuştur. Peter Behrens'in tasarladığı **AEG Türbin Fabrikası,** çelik ve camın birleşimiyle modern endüstriyel mimarinin simgesi haline gelmiştir. Beton cephesi, yapının görsel etkisini artırırken, çelik ve cam strüktürle birlikte işlevsellik sunar. Behrens, estetik ve işlevselliği birleştirerek, modern endüstriyel mimarinin temelini atmıştır. Mies van der Rohe'nin tasarladığı **Seagram Binası**, minimalist ve şık bir modern mimari örneğidir. Çelik ve camdan yapılan dış cephesiyle dikkat çekerken, bronz malzemelerle zenginleştirilmiştir. Bina, "az çoktur" felsefesinin izlerini taşır ve döşemeden tavana kadar uzanan cam pencerelerle çağdaş mimarinin sade estetiğini vurgular.



Şekil 1.5. Seagram Building (URL-4)

Renzo Piano ve Richard Rogers tarafından tasarlanan **Pompidou Sanat Merkezi**, dışa dönük çelik ve cam malzemeleriyle dikkat çeker. Modern High Tech mimarlığının öncüsü olan bu yapı, işlevsel geniş iç mekanları ve renkli borularla dikkat çeker. Yapı, geleneksel Paris mimarisinden farklı olarak cesur bir estetikle, teknolojiyi ve yapısal sistemleri açıkça sergileyerek mimarlık dünyasında önemli bir dönüm noktası oluşturmuştur. Norman Foster tarafından tasarlanan **Reichstag Kubbesi**, cam ve çeliğin

şeffaflık ve açıklık simgesi olarak birleşimini sunar. Döner rampa sayesinde ziyaretçiler parlamento salonunu gözlemleyebilir, bu tasarımın demokrasiye olan vurgusunu pekiştirir. Çelik yapısının sağlamlığı ve camın doğal ışığı içeri alması, yapının görsel ve yapısal dengeyi kurmasına olanak tanır.



Şekil 1.6. Resichtag Kubbesi (URL-5)

Norman Foster'ın tasarımıyla yükselen **Hearst Kulesi**, çelik diagrid yapısı ve düşük enerji tüketimli camlarıyla dikkat çeker. Dış cephesi, binaya estetik bir zarafet katarken, aynı zamanda iç mekanda doğal ışık kullanımı sağlar. Çelik malzeme kullanımı, binanın hem ekonomik hem de estetik yönden verimli olmasını sağlar. Dubai'deki **Burç Halife**, çelik ve betonarmeden oluşan bir yapı ile 828 metreye kadar yükselir. Çelik yapı, binanın stabilitesini sağlar, cam ise yapıyı görsel olarak hafif gösterir. Camın kullanımı, yapının modern tasarımını ve çevresine entegre olmasını güçlendirir. **Aldar HQ**, Abu Dabi'deki dünyadaki ilk dairesel gökdelen olup, cam ve çelik diagrid kullanımıyla dikkat çeker. Cam cepheler, iç mekanlara maksimum doğal ışık sağlarken güneş ışığını azaltarak enerji verimliliği sunar. Çelik iskelet, binanın karmaşık geometrisine olanak tanır. Renzo Piano'nun tasarladığı **The Shard**, cam cephelerle Londra'nın siluetine şeffaflık kazandırırken, çelik yapılar ise binanın sağlamlığını artırır. Geometrik form ve cam kullanımı sayesinde zarif bir yapı ortaya çıkmıştır. Bu tasarım, şehre yeni bir görsel kimlik kazandıran önemli bir mimari eser olarak öne çıkar.



Şekil 1.7. The Shard (URL-6)

Teknosfer Binası, mimar James Law tarafından tasarlanmış ve sürdürülebilir mimariyi teknolojiyle birleştirmeyi amaçlayan bir konsept projedir. Henüz inşa edilmemiş olan bu tasarım, küre biçimli formuyla, Dünya'nın doğal geometrisinden ilham alarak çevre dostu bir yaşam alanı yaratmayı hedefler. Dubai'deki Jebel Ali Serbest Bölgesi için önerilen proje, enerji üretimi, su geri dönüşümü ve doğal ışık kullanımı gibi çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarıyla dikkat çeker. Teknosfer, yalnızca bir bina değil, aynı zamanda kendi kendine yetebilen bir yaşam alanı vizyonunu temsil eder.



Şekil 1.8. Teknosfer Binası Projesi (URL-7)

Çelik ve camın mimarlıkta birlikte kullanımı, estetik ve işlevsellik arasındaki dengeyi yeniden tanımlamış, modern ve yenilikçi yapıların tasarımında dönüştürücü bir rol üstlenmiştir. Crystal Palace gibi öncü yapılardan Teknosfer gibi vizyoner projelere kadar uzanan bu süreç, mimarlık tarihinde bir dönüm noktası yaratmıştır. Çelik, dayanıklılığı ve strüktürel gücüyle geniş açıklıklar ve cesur formlar

yaratırken, camın şeffaflığı ve ışık geçirgenliği, mekanları çevreyle bütünleştirerek estetik bir hafiflik kazandırmıştır. Bu birliktelik, çağdaş mimarinin sınırlarını genişleten bir tasarım anlayışı sunmaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Gelişen çelik ve cam malzeme teknolojileri, son yıllarda mimari mekanların üretiminde nitelikli ve özgün yaklaşımların ortaya çıkmasına olanak tanımıştır. Bu süreçte, binaların bütüncül performansını artıran yapısal tasarım bileşenlerinin mimari tasarım ile entegre olmasını sağlayan bilgi teknolojilerinin etkisi büyüktür. **"Çelik ve Cam Mimarisi"** kavramı, bu entegrasyonun bir sonucu olarak karşımıza çıkmakta ve mimarların çeşitli beklentileri karşılayacak düzeyde farklı tasarım ve üretim olanakları sunmaktadır.

Bu mimari anlayışta, çelik strüktürel elemanlar kullanılarak inşa edilen binalar, doğadan ayrılan ve yükseklik kazanan formlar sunarken, cephede kullanılan cam ile şeffaflaşarak çevre ile yeniden bütünleşmektedir. Böylece, doğal ışık iç mekanlara yönlendirilirken, dış mekanla olan ilişki de güçlendirilir. Sonuç olarak, çelik ve cam mimarisi, çağdaş mimarlığın estetik ve işlevsellik arayışına yenilikçi çözümler sunmakta ve mimari tasarımda yeni ufuklar açmaktadır.Çelik ve camın bir arada kullanımı, mimarlıkta sadece görsel çekiciliği artırmakla kalmaz, aynı zamanda sürdürülebilirlik hedeflerine de katkı sağlamaktadır. Camın doğal ışık geçirgenliği, enerji tüketimini azaltarak yapının enerji verimliliğini artırır. Çelik yapısal elemanlar, daha az malzeme kullanarak güçlü ve dayanıklı yapılar oluşturulmasına olanak tanır; bu da çevre dostu bir yaklaşımın benimsenmesine katkıda bulunur. Dolayısıyla, çelik ve camın birlikte kullanımı, modern mimaride estetik, işlevsellik ve sürdürülebilirlik arasında bir denge kurar.

Çelik ve camın bir arada kullanımı, akıllı bina tasarımlarında estetik ve fonksiyonelliği birleştirirken enerji verimliliğini artırmada da önemli bir rol oynar. Çelik, dayanıklılığı ve taşıyıcı gücüyle geniş açıklıklara ve yenilikçi formlara olanak tanırken, cam, doğal ışık geçirgenliği ve şeffaflık özellikleriyle modern mimaride vazgeçilmez bir malzeme olarak öne çıkar. Bu iki malzemenin uyumlu entegrasyonu, akıllı binaların enerji tüketimini azaltma, sürdürülebilirliği destekleme ve kullanıcı konforunu artırma hedeflerini başarılı bir şekilde gerçekleştirmesine katkı sağlar.

Akıllı binalarda çelik strüktürler, yüksek yapısal dayanım sağlayarak geniş alanların oluşturulmasına ve binanın tasarım esnekliğinin artırılmasına imkan tanır. Bunun yanında cam yüzeyler, güneş ışığını iç mekanlara yönlendirerek doğal aydınlatmayı artırır ve enerji tasarrufuna katkı sağlar. Özellikle çift cam, fotokromik veya elektrokromik cam gibi teknolojiler kullanıldığında, güneşin ısı ve ışık etkisi kontrol edilerek ısıtma ve soğutma yükleri azaltılabilir.

Bu tür yapılarda çelik ve cam, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla entegre edilebilen mimari çözümler sunar. Örneğin, cam cephe sistemlerinde yer alan fotovoltaik paneller, güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürerek binanın enerji ihtiyacını karşılamaya katkıda bulunur. Çelik ise, bu tür enerji sistemlerinin montajı ve dayanımı için ideal bir altyapı sağlar. Böylece çelik ve camın birlikte kullanımı, hem estetik hem de sürdürülebilirlik açısından akıllı bina konseptinin temel unsurlarından biri haline gelir. Bu kombinasyon, aynı zamanda uzun vadede bina maliyetlerini düşürerek enerji etkin bir yapı modeli sunar. Modern mühendislik ve mimari tekniklerin sunduğu bu olanaklar, çelik ve camı, akıllı bina tasarımlarında vazgeçilmez bir ikili yapmaktadır.

Cam ve çelik, mimaride uzun zamandır kullanılan dayanıklı ve estetik malzemelerdir. Ancak gelecekte, bu malzemelerin teknolojik gelişmelerle birlikte dönüşerek sadece yapıların değil, tüm şehirlerin inşasında önemli bir rol oynaması beklenmektedir. Özellikle çevresel sürdürülebilirlik, enerji verimliliği ve dayanıklılık konularında çığır açan yenilikler, cam ve çeliğin bu potansiyelini artırmaktadır.

Geleceğin Perspektifi

Cam, saydamlık ve estetik özelliklerinin ötesinde, gelecekte aktif bir bileşen haline gelebilir. Örneğin, **akıllı cam teknolojisi**, ışık geçirgenliğini kontrol edebilme, iç mekan sıcaklığını düzenleme ve güneş ışığını elektriğe çevirme gibi özelliklerle enerji verimliliğini artıracaktır. Bu tür camlar, yalnızca enerji tasarrufu sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda kendi enerjisini üreten şehirlerin temel taşlarından biri olacaktır. Ayrıca **şeffaf güneş panelleri**, tüm bina cephelerini birer enerji üretim ünitesine dönüştürme potansiyeline sahiptir. Bu gelişmeler, modern şehirlerin enerji ihtiyaçlarını azaltırken çevre dostu çözümler sunar.

Çelik ise gelecekte daha hafif, daha dayanıklı ve çevresel açıdan sürdürülebilir bir malzeme olarak öne çıkacaktır. **Kendi kendini onaran çelik**, yapılardaki hasarların minimize edilmesine yardımcı olarak bakım maliyetlerini düşürecek ve özellikle zorlu ortam koşullarında uzun ömürlü yapılar oluşturacaktır. Ayrıca, çelik üretiminde karbon salımını azaltmayı hedefleyen **karbon nötr üretim yöntemleri**, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada kritik rol oynayacaktır. Bu yenilikler, büyük ölçekli projelerde çeliğin çevresel etkisini azaltırken daha ekonomik çözümler sunar.

Teknosfer gibi projeler, bu dönüşen malzemelerin kullanımıyla sadece bireysel yapılar değil, kendi kendine yetebilen koloni şehirlerin prototipleri olarak görülebilir. Bu yapılar, enerji üreten cam ve sürdürülebilir çelik kombinasyonlarıyla, su geri dönüşümünden atık yönetimine kadar otonom sistemler barındırabilir. Özellikle **dikey şehirler**, yoğun nüfuslu bölgelerde yerden tasarruf sağlayarak geniş toplulukları barındırabilir ve kaynakların daha etkin kullanımını mümkün kılar. Bu tür yapılar ayrıca, **gezegen dışı koloniler** için ideal bir başlangıç noktasıdır. Cam ve çeliğin hafif, dayanıklı ve sürdürülebilir özellikleri, Ay ya da Mars gibi gezegenlerde yaşam alanlarının oluşturulmasına katkı sağlayabilir.

Bu malzemelerin teknolojik gelişmelerle evrimi, Teknosfer gibi projelerden başlayarak tamamen otonom şehirlerin inşasına yol açabilir. Enerji üreten ve çevreye duyarlı yapılar, küresel ölçekte **kaynak krizlerine çözüm** sunabilir, **iklim değişikliğiyle mücadelede** önemli bir rol oynayabilir ve **dünya dışı yaşam alanlarının** temelini oluşturabilir. Cam ve çelik, yalnızca bir bina malzemesi olmanın ötesine geçerek, geleceğin şehirlerini ve yaşam alanlarını şekillendirecek birer araç haline gelecektir.

KAYNAKLAR

Adam, J., Hausmann, K. ve Jüttner, F. 2004. Industrial Buildings : A Design Manual. Basel : Birkhäuser-Publishers For Architecture.

Addis, B., 2006, The Crystal Palace and its Place in Structural History, International

Journal of Space Structures, 21, 3-19.

Akman, S. M. 2003. Yapı Malzemelerinin Tarihsel Gelişimi. Türkiye Mühendislik Haberleri, 426.

Akyürek, Y., 2001. Gelişim, Mimarlık ve Cam, Ege Mimarlık Dergisi, Mart, 22-28.

Avcı İ., "Çelik Yüksek Yapıların Tarihsel Gelişimi ve Mimari Dönem Açısından İncelenmesi; Mimar Sinan Üniversitesi;

Ayçam, İ. (2002). "Ekolojik, Akıllı Malzemeler", İstanbul, Bilim ve Teknik, Mimarlık Eki, Ed: Gönül Utkutuğ, Tübitak Yayınları.

Barış, Z., 1998, 'Metalin Özelde Demir ve Çeliğin Yapıdaki Strüktürel İşlevinin Tarihsel Gelişim Çerçevesinde Araştırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Behling, S. & Behling, S. 1999. Glass: Structure and Technology in Architecture, Prestel Press

Bell, V.B. ve Rand, P., (2006), Materials for Architectural Design. London: Laurence King Publishing.

Benevolo, L. (1960). Modern Mimarlığın Tarihi 1. Cilt: Sanayi Devrimi, Çevre Yayınları, İstanbul.

Bergdoll, B. (2000). European Architecture 750-1890, Oxford University Press, New York.

Bozkurt, G., 1962, Bir Mekan Anlayışı, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul.

Compagno, A., 2002. Intelligent Glass Façades, Birkhäuser-Verlag, Basel

Button, D., & Pye, B. (1993). *Glass in Building*. Spain: Pilkington Glass Limited.

Cremers, P.J., 1928, Peter Behrens, sein Werk von 1909 bis zur Gegenivart

Cuff, D. (2009). *The Impact of Henry Bessemer on Industrial Manufacturing*.

Metallurgical Research & Technology, 56(3)

Duralı, İ. K. (2007). Tarihi Çevrede Yeni Yapılaşma Uygulamalarının İrdelenmesi.

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Düzgün, H. (2010). Tarihi Çevrelerde Yeni Yapı Tasarımında Kabuk - Bağlam İlişkisinin

Temel ve Güncel Tasarım Kavramları Açısından İncelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Eren, Ö., 2014, Büyük Açıklıklı Çelik Yapılar, İstanbul, Arı Sanat Yayınları.

Elkadi, H. (2006). Cultures of Glass Architecture, Ashgate Publishing, Hampshire, İngiltere.

Elliott, C.D., 1992. Technics and Architecture. The MIT Press, Massachusetts, 431s.

Farrelly, L., 2011, Mimarlığın Temelleri, Singapur, Literatür Yayınları.

Farrelly, L., 2012, Mimarlıkta Yapım+Malzeme, İstanbul, Literatür Yayınları

Giedion, S. (1954). Space, Time and Architecture, Harvard University Press, Cambridge.

Hasol, D., 1975, Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, İstanbul, Yapı-Endüstri Merkezi

Yayınları

Hasol, D., 1996, Mimarlık, Sergiler ve İletişim, Yapı Dergisi, 174

Hix, J. (1974). The Glass House, Phaidon Press, Londra

Öbelik, Y., 2011, Cam Hammaddesi Mineralojisi ve Cam Teknolojisi. Niğde

Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Niğde

Öğüt, M. R., 2006, Az Katlı Yapılarda Taşıyıcı Sistem Olarak Çelik Malzemenin

Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir

Öke, A., 1989, Dünyada ve Türkiye'de Yüksek Binaların Gelişmesi, Yapı Dergisi, Yem

Yayınları, Sayı 89, s.32 İstanbul

Özhendekçi, D., "Çelik yapılar ders notları", Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul (2009).

Kahraman, İ., 2002. Cam Malzemenin Türleri, Özellikleri ve Sınıflandırılması, Yüksek Lisans Tezi, D.E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir

Kohlmaier, G. ve Sartory, B. (1991). Houses of Glass: A Nineteenth-Century Building Type, The MIT Press, Cambridge.

Kuban, D., 1990, Mimarlık Kavramları, 3. Baskı, İstanbul

Küçük, S. K. S. G., 2015, Tarihi Eserlerde Demir Malzeme Kullanım ve Uygulama Teknikleri, 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, Erzurum.

Lee, E., Selkowitz, S, Clear, R, DiBartolomeo, D, Klems, J, Fernandes, L, Ward, G, Inkarojrit, V., Yazdanian, M., Advancement of Electrochromic Windows, Sacramento, CA: California Energy Commission, PIER, 500-01-023, LBNL-59821, USA 2006.

Lloyd, W., Klein, D. (2000), The History Of Glass, Little, Brown.

McGrath, R. ve Frost, A. C. (1961). Glass in Architecture and Decoration, The

Architectural Press, Londra.

Morgan, C. L., 1998. Jean Nouvel-The Elements of Architecture, Universe Publishing,

NY

Okbaz, F. T. Ve Savaşir, K. (2013). Yüksek Yapılarda Çelik Karkas Taşıyıcı Sistem Yerine Çelik Diagrid Kullanımının Avantajları, 5. Çelik Yapılar Sempozyumu.

Olcay, E. (2009). Mimari Tasarımda Mimar-Mühendis İlişkisi", Mimar.İst Dergisi, Sayı: 31, 59-64

Pacey, A., (1981), A History of Window Glass Manufacture in Canada, Springfield: Association for Preservation Technology International

Roth, L. M. (1993). Mimarlığı Öyküsü, Kabalcı Yayınevi, İstanbul.

Sağlıyan Sönmez, Ö. & Çetin, S. (2020). Farklı Dönemlerde Mimaride Kullanılan Cam Binalar ve Yapısal Özellikleri . İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi , 10 (21) , 45-60 . DOI: 10.16950/iujad.580114

Schittich, C., 2001. In detail : building skins : concepts, layers, materials, Birkhäuser, Basel.

Schittich,C., (2007), Staib, G., Balkow, D., Schuler, M. & Sobeck, W., Glass Construction Manual. Switzerland: Birkhauser.

Searle, J. (1995). *Advancements in Glass and Steel Production During the Industrial*

Revolution. Journal of Industrial History, 23(4)

Sienkiewicz, Marta; Küçükbiçmen, Esin; Altın, Filiz Mimari Mekanda Cam Kullanımı (Anadolu Üniversitesi, 2006)

Şişecam, 1999. Cam Yapı Elemanları Kataloğu. İstanbul.

Tokyay, V., 2005. Demokrasi Ruhunun Mimari Tasarımdaki Anlamı ve Kamu Yapıları, Yapı Dergisi, 281

Tüter, R, 2018, 'Demir ve Çelik Malzemenin Mimaride Kullanımı – Geleneksel Tarsus

Yapıları Bağlamında Bir İnceleme, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana

Uzun, T, 2019, Bauhaus Ekolü ve Kuramsal Arka Planı, Ankara

Vitrivius, A., Mimarlık Üzerine On Kitap, Kitap Morgan, M.H. tercümesinden Türkçe'ye tercüme: Güven S., Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayını, 1990.

Wigginton, M., 1996 Glass in Architecture, Phaidon Pres Ltd., London

Yun, J., Zhou, G., Xia, J., & Tang, R. (2018). The China Pavilion of Shanghai Expo:

Case Study. ARCH 631 - Fall 2018

Zinzade, D. (2010). Yüksek Yapı Tasarımında Sürdürülebilirlik Boyutunun İrdelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

URL-1: https://en.wikipedia.org/wiki/Eiffel_Tower

Erişim Tarihi: 02.10.2024

URL-2: https://en.wikiarquitectura.com/building/agbar-tower/#

Erişim Tarihi: 25.10.2024

URL-3: https://www.fosterandpartners.com/projects/alif-the-mobility-pavilion-expo-2020-dubai

Erişim Tarihi: 30.10.2024

URL-4: https://www.arkitektuel.com/seagram-binasi/

Erişim Tarihi: 16.11.2024

URL-5: https://en.wikipedia.org/wiki/Reichstag_dome

Erişim Tarihi: 17.11.2024

URL-6: https://tr.wikipedia.org/wiki/The_Shard

Erişim Tarihi: 20.11.2024

URL-7: https://cybertecture.io/portfolio/technosphere/ Erişim Tarihi: 01.12.2024