



ÇELİK PREFABRİK YAPILARDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Mustafa Yılmaz İRBAN^{*1}, Mehmet FENKLİ²

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta

Makale Bilgisi

Geliş tarihi: 27.03.2022

Kabul Tarihi: 29.06.2022

Yayın tarihi: 30.06.2022

Anahtar Kelimeler;
Çelik, Prefabrik, Yapı,
Sürdürülebilirlik

ÖZET

Her geçen gün değişen ve gelişen dünyamızda çelik prefabrik yapılar da yerini almakla beraber kullanım alanları oldukça genişlemiştir. Öyle ki ilk kullanılmaya başlandığı yıllar sadece şantiye binalarında kullanılan bu yapılar, artık günümüzde konut ve diğer sosyal amaçlı yapılarda da aktif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Her ne kadar henüz istenilen boyuta ulaşmamış olsa da bu yapıların yaşadığımız yüzyılın en güvenilir yapıları olduğu aşikardır. Gerçekleşen doğal afetlerde olan yıkım oranı, çevre dostu özelliği veya kullanılabilirlik alanında sağladığı kolaylıklar bunu ispatlar niteliktedir. Günümüz dünyasında geniş yer almaya başlayan bu sistemin en önemli avantajı sürdürülebilirliğidir. Ekonomik, çevresel, dayanıklılık gibi faktörler bu yapıların her geçen gün yayılmasında önemli rol oynamaktadır. Zira bu sistem modern inşaatın gereklerini yerine getirmek ve ideal ölçüyü sağlamak için en uygun ve verimli yöntemdir. Araştırmalar sonucunda ortaya çıkarılan bu çalışma çelik prefabrik sistemlerin ülkemizde nasıl geliştiğini, gelişme süreci ve sonrasındaki yapısal özellikleri, kullanımındaki avantajları ve sürdürülebilir çelik prefabrik sistem hakkında bilgiler içermektedir.

SUSTAINABILITY IN STEEL PREFABRICATED BUILDINGS

Article Info

Received: 27.03.2022

Accepted: 29.06.2022

Published: 30.06.2022

Keywords;
Steel, Prefabricated,
Building,
Sustainability

ABSTRACT

In our ever-changing and developing world, steel prefabricated structures have also taken their place, and their usage areas have expanded considerably. So much so that these structures, which were used only in construction site buildings in the first years of use, are now actively used in housing and other social purpose buildings. Although it has not reached the desired size yet, it is obvious that these structures are the most reliable structures of the century we live in. The rate of destruction in natural disasters, its environmentally friendly feature or the convenience it provides in the field of usability prove this. The most important advantage of this system, which has started to take a wide place in today's world, is its sustainability. Factors such as economic, environmental and durability play an important role in the spread of these structures day by day. Because this system is the most suitable and efficient method to fulfill the requirements of modern construction and to provide the ideal size. This study, which I have revealed as a result of research, includes information about how steel prefabricated systems have developed in our country, the structural features during and after the development process, the advantages in use and the sustainable steel prefabricated system.

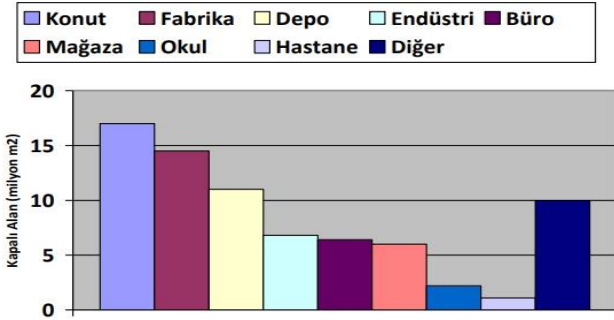
1. Giriş

Araştırmaya konu olan çelik prefabrik sistemler, soğukta şekil verilmiş çelik profillerden oluşan taşıyıcı duvar, döşeme ve çatı panellerinin gerekli ankraj kurallarına göre birleştirilmesinden oluşan sistemdir. Bu yapıların tarihçesine bakıldığında

ortaya çıkışının 1950'li yıllara dayandığı görülmektedir. Almanya'da ortaya çıkan ve gelişimi ile son halini alması 1980'li yıllara dayanan bu yapılar uluslararası düzeyde hızlı bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Zira çoğu ülkede ev yapımında kullanılan ahşabın yerini artık hafif

çelikler almıştır. Amerika da buna en büyük örnektir (Öztürk, 2010).

Zamanın en çok kullanılan yapısı olan ahşaba olan talep zamanla fiyatının artmasına sebep olmuş ve bu durum beraberinde insanları yeni kaynak aramaya itmiştir. Dönemin yeni gelişmekte olan yapılarından çelik evlere nakliye kolaylığı, fiyat oranındaki uyum gibi sebeplerle geçişler başlamıştır. İnsanoğlu varoluş amacını sorgulamaya devam ederken karşılaştığı doğa olaylarında ya da beşerî olaylarda (ekonomi vb.) ellerindeki imkânın tükenmesi veya azalması sebebiyle sürekli olarak yeni arayışlar içine girmiştir. Ülkemiz açısından 1999 depremi de yapı malzemesindeki değişikliklerin köklü sebeplerinden biridir. Zira verilere göre 1999 depremi sonrası Türkiye’de çelik prefabrik kullanımı bu yapıların göz ardı edilemeyecek avantajları ve sürdürülebilirliği sayesinde ciddi oranda artmaya başlamıştır (Güneş, 2016). Bu durum dünya ülkelerinde de benzerdir. Şekil 1’de 2018 yılında dünya üzerinde çelik prefabrik yapıların dağılımı gösterilmiştir. Bu şekilden de anlaşılacağı üzere dünyada 2018 yılında çelik prefabrik yapı kullanımı oldukça iyi olmasına rağmen bazı yapı türlerinde gelişimin yavaş ilerlediği görülmektedir (Kaya, 2019).



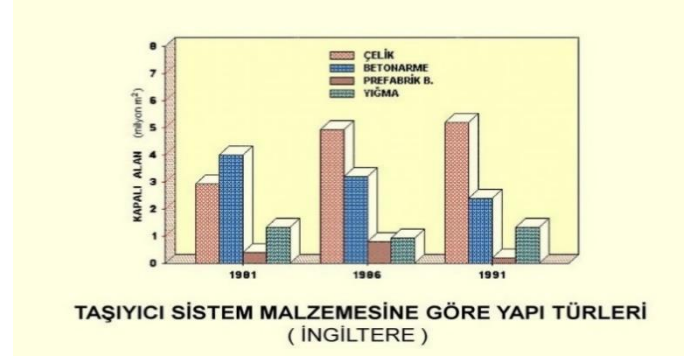
Şekil 1. 2018 yılı dünya çelik prefabrik kullanım alanlarının dağılımı (Kaya, 2019)

Her yüzyılda insanoğlunun hayat standartlarını şekillendiren sistemler olduğu şüphe uyandırmaz bir gerçektir. Zira yukarıda da belirtildiği gibi 1990’lı yılların favori inşaat yapısı ahşaptan oluşmaktaydı ancak değişimler ve sorunlar sonucunda birçok avantajı beraberinde getiren çelik kullanımı 21. yüzyılı ele geçirecek gibi durmaktadır.

Öyle ki gündemde olan bu yapının getirdiği avantajlara baktığımızda güncel birçok soruna çözüm bulunmaktadır. Örneğin değişen iklim koşulları sebebiyle artan yangınlara, rüzgarlara veya aktif fay hatları sonucu oluşan büyük depremlere dayanıklı olması, fire ve kayıpların son derece az olması, aktif üretimin ve kullanım esnasında

montajının hızlı olması, çevre dostu olması, teknolojik gelişmelere uygun olması ve en önemlisi artan nüfusa oranla ihtiyaç duyulan konut karşısında maliyetinin az olması bu yapının işlevselliğini arttırmaktadır (Öztürk, 2010).

Verilen bu avantajlar ışığında başta Avrupa olmak üzere birçok ülkede yapı çeliğinin kullanımı ciddi boyuta ulaşmıştır. Şekil 2’de İngiltere’de kullanılan yapı türleri gösterilmiştir.



Şekil 2. Taşıyıcı sistem malzemesine göre, İngiltere’deki yapı türleri (Ayık, 2018)

Yukarıda da belirtildiği gibi her geçen gün değişen ve gelişen dünyamızda sürdürülebilir bir kaynak bulmak çevremiz ve dünyamız için daha yaşanılabilir gelecek açısından büyük öneme sahiptir. Çoğu konuda olduğu gibi yapı malzemelerinde de sürdürülebilirlik mimari ve inşaat açısından gereklidir. İnşaatlarda dönüşebilir malzemelerin kullanılması, yapı sakinlerinin konforlu ve güvenilir yaşayabileceği ortamın oluşturulması sürdürülebilir mimarinin temel koşullarındandır. Ayrıca doğal çevreyi olabildiğince korumak amacıyla inşa edilen yapılarda sürdürülebilir malzeme kullanımı önemli rol oynamaktadır.

2. Materyal – Metot

2.1. Çelik prefabrik yapıların genel özellikleri

İnsan hatasının ne kadar yıkıcı etkilere sebep olabileceğini tahmin etmekteyiz. Ayrıca tarihte de birçok kez bu durumu deneyimlemiş bulunmaktayız. Bu tarz insan kaynaklı hatalar ön üretimli çelik sistemlerde minimize edilmiş bulunmaktadır. Bu amaçla, yapılacak profiller şartnamelere uygun oluşturulmuş sacdan, bilgisayar aracılığıyla tasarlanıp üretilerek montaj aşamasına geçilir. Tekniğine uygun olarak yapılacak montaj ile de yapı artık güvenilir ve usule uygun olmuş hale gelmektedir. Öyle ki yapılan araştırmalara göre Ülkemizde, çelik yapıda bilinirlik noktasında %3 olan oran, depremlerden sonra %8’e çıkmıştır.

Böylece bu yapıların bilinirliği ve kullanımı artmıştır (Bostancı, 2018).

Ayrıca bahsedilen bu prefabrik yapılar yapım ve kullanım aşamasında çok avantajlı olan ince kesitli çeliklerden oluşmaktadır. Dolayısıyla bu hali sebebiyle diğer yapı türlerine kıyasla 10 kat daha hafif halde bulunmaktadır. Aktif fay hatları üzerinde gerçekleşen büyük ya da küçük çaplı depremlere maruz kalan yapılar arasında en az hasarı da ince çelikten oluşmuş prefabrik yapılar olacaktır (Susam, 2003).

Bu yapılar oluşumunu henüz tamamlamamış kötü zemin yapısına sahip alanlarda dahi uygulanabilmektedir. Haliyle bu durum her geçen gün bu yapılara olan talebi de arttırmaktadır. Durum bu şekilde devam ederse gelecek yıllarda bu yapıların daha yaygın olacağı kuvvetle muhtemeldir.

Prefabrik yapılar ayrıca homojen, izotrop, yüksek duktilite özelliklere sahiptir. Dolayısıyla bu özellikler sayesinde farklı koşullarda dahi tüm özelliklerini koruyan ve değişime meyil vermeyen çelik prefabrik malzemeleri bu yapılara duyulan güveni artırır niteliktedir (Susam,2003). Şekil 3'te yer alan çelik prefabrik yapıların taşıyıcı sistemi de bu yapıların ne kadar güvenli olduğunu kanıtlar niteliktedir.



Şekil 3. Çelik prefabrik yapıların taşıyıcı sistemi

21. yüzyıl her gün beklenmedik olaylara tanıklık etmeye devam etmektedir. Haliyle insanoğlunun kolay yapılabilir, maliyeti az, hızlı monte edilebilir, onları her anlamda rahatlatarak yapılara ihtiyacı vardır. İşte bu anlamda da prefabrik yapılara olan ihtiyaç güncelliğini hiç bozmayacak gibi durmaktadır. Zira bu yapılar herhangi bir iklime bağlı kalmadan 4 mevsim yapılabilir, hızlı monte edilebilir, delme ve kırılma göstermeyen, çoklu üretime uygun, saklanabilir özelliklere sahiptir (Öztürk, 2010).

Son zamanlarda da özellikle pandemi ve doğal afetler etkisiyle hastane vb. yapılara acil ihtiyaç

duyulması sebebiyle bu binalar prefabrik yapılarla oluşturulmaya başlanmıştır. Bu durum çelik prefabrik yapılara olan ihtiyacın en güncel örneğidir. Bu durumun en güncel örneği ise Şekil 4'te gösterilen ve 28 saat 45 dakika gibi çok kısa bir sürede tamamlanan bir bina inşaatıdır.



Şekil 4. Çinli inşaat şirketi Broad Group, Çin'in Changsha kentinde 28 saat 45 dakikada 10 katlı inşa edilen bina (Anonim 2021)

Tabi ki tüm bunların yanında aktif çalışma gereksinimi durdurmuyacak, yapısal değişiklik göstermeyecek olmak da önemli kriterdir. Zira sistem elemanları, çalışan ve şekil değiştiren bir yapıya sahip olmadığı için insan ihtiyacını karşılayacak yapısal değişiklik göstermeyen yapıya sahiptir.

Özellikle sıcak iklimin hâkim olduğu yerlerde haşere ve böcek oluşumu insanoğlu için büyük sorun teşkil etmektedir. Haliyle bu sorunun bir de konut yapılarında meydana gelmesi hiç istenmeyecek bir durumdur. Prefabrik yapılar böcek ve benzeri haşere oluşumuna yol açmamaktadır (Susam, 2003).

Yapıların uzun ömürlü olması sürdürülebilirliğin sağlanması için önemli bir kriterdir. Prefabriklerde olan hafif çelik taşıyıcı sistemler galvanizleme yoluyla oluşan korozyon direnci sistemi oluşturulan yapıların uzun ömürlü olmasını sağlamaktadır. Hatta ayrıca sistem farklı çelik elemanlarla desteklenirse dayanıklılığı artacak ve üç kat fazla yapıda yapılabilecektir. Normal şartlarda çelik prefabrik yapıların ortalama ömrü 40-70 yıl arasındadır (Anonim, 2019).

Bunların yanında ayrıca konteynır olarak imalatı yapanlarda durum biraz daha iyimserdir. Zira imalatlar fabrika ortamında yapılması sebebiyle hata payı hiç kayda alınmayacak kadar az olmaktadır. Ayrıca ek olarak temel istememekle beraber, herhangi sebeple istendiği takdirde başka mekanlara kolayca nakledilebilme durumu da ayrı bir avantajdır (Öztürk, 2010).

2.2. Çelik prefabrik yapıların kullanım alanları

Hafif prefabrik yapıların avantajları nihayetinde doğal olarak kullanım oranı da gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde de bu durum benzerdir. İlk yıllarında şantiye sahalarında görülen bu yapılar

daha sonra depremzedeleri korumak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Ancak bundan da sonra özellikle pandemide değişen hayat koşulları ve insanların yeni yerleşim yerleri aramaları ile prefabrik sistemleri birçok alanda görülmeye başlanmıştır. Halk pazarı, okullar, evler, lokanta ve daha birçok alan bunlara örnektir. Ancak tüm bu gelişmelere rağmen hâlâ prefabrik yapıların maksimum kullanımına ulaştığı söylenemez. Zira ülkemizdeki kullanım oranı Amerika ve Avrupa'ya kıyasla oldukça azdır.

Sanayinin gelişmesi başta olmak üzere birçok etken ekonomik ve hızlı konutlar yapmaya olanak sağlamıştır. Özellikle ikinci konut yapı türlerinde (yazlık, otel, villa, ticari yapılar, cezaevleri...) bu tarz yapılara olan talep artmaktadır çünkü bu yapılar 15 gün gibi oldukça kısa süre diliminde birçok avantajı ile (dayanıklılık, ısı ve ses izolasyonlu...) hizmete sunulmaktadır (Öztürk, 2010). Şekil 5 ve Şekil 6' da çok kısa sürede inşa edilen yapıları göstermektedir.



Şekil 5. Çin'in Covid-19 nedeniyle 10 günde inşa ettiği hastane (Kabakçı, 2020)



Şekil 6. Çelik prefabrik villa

3. Araştırma Bulguları

3.1. Çelik prefabrik yapılarda sürdürülebilirlik

Bir yapıyı sürdürülebilirlik açısından değerlendirirken çevreye olan etkilerini her açısından incelemek

gerekmektedir. Bu etkilerin değerlendirme aşamasında kullanılacak malzemenin üretim şekli, yapı esnasında kullanım alanı, imha edilebilirliği ve herhangi bir durumda imha edilebilirliği inceleme altına alınmalıdır. Tabii devlet ve bireysel ekonomi açısından üretim aşamasında kullanılacak enerji de dikkatle üzerinde durulması gereken bir husustur.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilirlik oldukça önem arz eden bir durumdur. Özellikle çevrede en az yıkıma sebep olmak temel ihtiyaçları karşılamak amaçlanmaktadır. Başta gelişmekte olan ülkelerde bu kavram hayatın olağan akışına bir an önce karışmalıdır.

Sürdürülebilir yapıların oluşumunda da şartlar bulunmaktadır. Bu yapıların oluşumunda, geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanılması, yenilenebilir kaynakların kullanılması bunlardandır. Sürdürülebilir kavramından da anlaşıldığı gibi amaç çevreye en az tahribi vererek en kaliteli ve uzun süreli yapıları oluşturmaktır. Dolayısıyla yapım aşamasında nakliye, üretim, imha edilebilme gibi unsurlar dikkatle incelenmelidir. Zira daha yaşanılabilir bir dünya için bu şarttır (Eren ve Koman, 2006).

3.2. Çelik prefabrik yapıları sürdürülebilir kılan özellikler

Sürdürülebilirliğin önemi her geçen gün artmaya devam ediyorken, çelik prefabriklerin bu noktadaki özellikleri kayda değer düzeydedir. Bu yapıların fabrikada bitmiş ürünler ile oluşturulması yapı kalitesini arttırmakta ve modern dünyanın ihtiyacı olan konfor ve lüksü sağlamaktadır.

Ayrıca özellikle pandemi gibi stabil dünya düzenini derinden etkileyen olaylarda insanoğlunun yüzyıllardır süregelen yer değiştirme ihtiyacını da bu yapılarda karşılamak mümkündür. Zira bu çelik prefabrik yapılar söküp tekrar başka bir yerde kullanılabilme imkânı tanımaktadır.

Tek katlı bir yapının dahi oluşturulmasının normal şartlarda bir aylık süreyle tabii olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Ancak çelik prefabrik yapılarda bu süre daha da aza inerken, hafif elemanlarla üretildikleri için montaj kolaylığı getirmektedir. Bunun sonucu olarak da çok kısa bir sürede tamamlanabilmektedir. Buna Türkiye'de 150 gün gibi kısa sürede yapılan ilk çelik prefabrik kampüsü örnek gösterebiliriz (Eren ve Cantez, 2010).



Şekil 7. Türkiye'nin ilk çelik prefabrik okul kampüsü (Türk Yapısal Çelik Derneği Yayını, Çelik Yapılar, 2005)

Özellikle soğuk kış günlerinde dünyamızı etkisi altına alan yağış, fırtına gibi doğal afetlerde yapılar büyük zarar görmektedir. Henüz yapımı tamamlanmamış inşaatlarda yıkıcı etki ile karşılaşmak çok da hayret edilesi bir durum değildir. Çelik prefabriğin kuru yapımı olması, yapım sırasında hava şartlarından etkilenilme düzeyini minimuma indirmektedir.

Yeşil ve oksijeni bol dünya her canlının en büyük beklentisidir. Artan nüfus ile oluşan atık oranı sürekli artış göstermektedir. Yenilenebilir kaynak arayışını devam ettiren insan, çelik yapılarda geri dönüşüm malzeme kullanımı ile çevre düzenine katkı sağlamaktadır. Bu sebeple çelik yapıların kullanımının arttırılması en büyük temennimizdir. Tablo 1'de çelik malzemelerin sürdürülebilirlik açısından geri dönüşümü ve tekrar kullanım oranları açık bir şekilde gösterilmiştir. Bu tablodan da anlaşılacağı üzere çelik malzemelerin geri dönüşüm oranı oldukça çevreseldir (Eren ve Camtez, 2010).

Tablo 1. Çelik ürünlerin geri dönüşüm ve tekrar kullanımı (Kibert, 2007) (Recycling and reuse of steel products)

Çelik Çeşitleri ve Sürdürülebilirlik	Bölüm	Aşık	Kaplama	Zemin Kaplaması	Destek Elemanları
Geri Dönüşüm (%)	86	89	79	79	91
Tekrar Kullanım (%)	13	10	15	6	1
Toplam (%)	99	99	94	85	92

4. Tartışma ve Sonuç

Yukarıdaki bilgiler ışığında şu söylenebilir ki; çelik prefabrik sistem kullanımı günümüzde birçok soruna çözüm olmaktadır. Getirdiği bu avantajlara kısaca örnek verecek olursak şunları saymak yerinde olacaktır; kolay monte edilebilirlik, tasarruf, hata payında düşüklük, depreme karşı dayanıklılık, ısı ve ses yalıtımı.

Günümüz teknolojileri ile hayatımıza yeni giren prefabrik çelik sistemler birçok avantaj yanında ayrıca sürdürülebilirlik bakımından incelendiğinde iki önemli unsuru beraberinde getirdiği görülmektedir. Kısa sürede yapılması ve güvenilir olması bu yapıların kullanılmasındaki en önemli kriterlerdendir.

İlk olarak 1970'li yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde uygulanmaya başlayan bu yöntem daha sonra Avrupa ülkelerine de yayılarak yelpazesini genişletmiştir. En son olarak ise sık sık yaşanan büyük depremlerle gündeme gelen Japonya'da bu sistem yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Dünya ülkeleri yanında Türkiye'de kullanımı incelendiğinde, ülkemizin ne yazık ki biraz geride kaldığı açıktır. Zira ülkemiz, sistemin yaygınlaştırılması, tanıtılması ve aşamalarının güvenilir şekilde gerçekleştirilmesi için alanında uzman kişileri bu yönde teşvik etmelidir. Tüm bu teşvikler nihayetinde konut sektöründe sisteme olan arzın yükseleceği kuşkusuzdur.

5. Kaynaklar

- Anonim. (2019), Prefabrik Ev Ömrü Ne Kadar ve Yaklaşık Kullanım Süresi Nedir. Erişim Tarihi: 20.08.2021. <https://prefabrikevfiyatları.com/blogs/genel/prefabrik-ev-omru-ne-kadar>
- Anonim. (2021). 28 saatte 10 katlı bina inşa edildi! Dünya bunu konuşuyor. Erişim Tarihi: 20.08.2021. <https://beyazgazete.com/haber/2021/6/21/28-saatte-10-katli-bina-insa-edildi-dunya-bunu-konusuyor-6106597.html>
- Ayık, A., (2018). Neden Çelik Yapı. Erişim Tarihi: 20.08.2021. <https://slideplayer.biz.tr/slide/13020150/>
- Bostancı S., (2018). Depreme dayanıklı çelik yapılar rağbet görüyor. Erişim Tarihi: (20.08.2021). <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/depreme-dayanikli-celik-yapilar-ragbet-goruyor/1233959>

- Eren Ö., Canitez İ.S. (2010). Sürdürülebilir Hafif Çelik Konut Üretimi. Uluslararası Sürdürülebilir Binalar Sempozyumu, Mayıs 26-28, Ankara.
- Eren Ö., Koman İ., (2006). “Alternatif Sürdürülebilir Konut Uygulamaları ve Türkiye’deki Betonarme Konut Sektörü”. Mimarlık Sayı 329, Mimarlar Odası, İstanbul.
- Güneş S., (2016). Hafif çelik yapıların farklı yönetmeliklere göre incelenmesi. Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İstanbul, 3-5.
- Kabakçı F. (2020). Çin'in koronavirüs nedeniyle 10 günde inşa ettiği hastane açıldı. <https://www.aa.com.tr/tr/dunya/cinin-koronavirus-nedeniyle-10-gunde-insa-ettigi-hastane-acildi/1722658>
- Kaya M.T., (2019). Hafif çelik yapıların bulon, vida ve perçinli birleşimlerinde farklı seviyelerdeki korozyonun etkileri. Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Kibert, C.J., (2007). Sustainable Construction, Green Building Design and Delivery, John Wiley & Sons, New Jersey, USA.
- Mermut T., (2005). Türk Yapısal Çelik Derneği Yayını, Çelik Yapılar, 14-19.
- Öztürk V., (2010). Çelik prefabrik yapı sistemlerinin imalatı, montajı, yalıtım usulleri ve maliyet analizi ile uygun kaplamanın belirlenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Susam, M., (2003). Hafif çelik konutların konstrüksiyon özelliklerinin irdelenmesi ve bir uygulama örneği. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara,1-2.