

# Yüksek Yapılarda Diagrid Strüktürler ve Sürdürülebilirliğe Etkisi

Mehmet FENKLİ<sup>1\*</sup>, Rabia ÇOŞKUN<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü, Isparta, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-7660-9849), [mehmetfenkli@isparta.edu.tr](mailto:mehmetfenkli@isparta.edu.tr)

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Isparta, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-4498-3876), [rabia.sdr@hotmail.com](mailto:rabia.sdr@hotmail.com)

(İlk Geliş Tarihi 31.05.2022 ve Kabul Tarihi 5.07.2022)

(DOI: 10.35354/tbed.1123936)

**ATIF/REFERENCE:** Fenkli, M., Çoşkun, R. (2022). Yüksek Yapılarda Diagrid Strüktürler ve Sürdürülebilirliğe Etkisi. *Teknik Bilimler Dergisi*, 12 (2), 1-5.

## Öz

Sanayi devrimi ve sonrasında yüksek binaların yapımı hız kazanmıştır. İnşaat sektöründe sürdürülebilirlik söz konusu olduğunda, yüksek katlı yapılar ön plana çıkmaktadır. Diagrid taşıyıcı sistem tıpkı tüp sistemler gibi yapı kabuğunun temelini oluşturduğundan yapının formu ile yakinen ilişkilidir. Estetik ve modern görüntüsü sebebi ile dışarıdan algılanacak şekilde tasarlanması sıkça tercih edilir. Yapımında ve kullanım esnasında kaynakları savurganca kullanılması, hammadde tahribatı sürdürülebilirlik söz konusu olduğunda çözümlenmesi gereken önemli meseleler arasına girmiştir. Bilim ve teknolojinin her geçen gün gelişmesiyle beraber değişik çözüm arayışına girmemize sebep olmuştur. Bu çözüm arayışında diagrid strüktürler popüler bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapısal etkinlikleri, estetik görünümleri, düşey ve yanal yükleri karşılayabilmeleri nedeniyle tercih edilen bir sistem olmuştur. Yapıda düşey yapı elemanlarına (kolon) gerek kalmadan yüklerin zemine güvenle aktarımı gerçekleşmektedir. Bu nedenle geniş mimari tasarım imkânı sunmaktadır. Bu çalışmada da dünyanın çeşitli yerlerinde bulunan yapılar araştırılarak diagrid strüktürler ve sürdürülebilirlik alanındaki önemi incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sürdürülebilirlik, Diagrid, Yüksek katlı bina, Strüktürler, Taşıyıcı sistem.

## Effect of Diagrid Structures On Sustainability in High-Rise Structures

### Abstract

The construction of high-rise buildings has gained speed with the industrial revolution. When it comes to sustainability in the construction sector, high-rise buildings come to the fore. The wasteful use of resources during its construction and use, and the destruction of raw materials are among the issues that need to be resolved when it comes to sustainability. With the development of science and technology day by day, it has led us to seek different solutions. In this search for the solution, diagrid structures appear as a popular approach. It has been a preferred system because of its structural efficiency, aesthetic appearance, and ability to meet vertical and lateral loads. Loads are transferred safely to the ground without the need for vertical structural elements (columns) in the building. Therefore, it offers a wide architectural design opportunity. In this study, structures from various parts of the world were investigated and their importance in the field of diagrid structures and sustainability was examined.

**Keywords:** Sustainability, Diagrid, High rise building, Structures, Carrier system.

\* Sorumlu Yazar: [rabia.sdr@hotmail.com](mailto:rabia.sdr@hotmail.com)

## 1. Giriş

20.yüzyıl ve sonrası yüksek katlı binaların en fazla yapıldığı dönemdir. Nüfusun artması ve arsa azlığı sebebiyle dikey yapılar hızlanmıştır. Yapı sektörünün çevreye verdiği tahribat ve kaynakları savurganca kullanmasındaki artış ile bir önlem alınması gereği ortaya çıkmıştır. Bu sebeple sürdürülebilirlik kavramı önem kazanmaya başlamıştır.

Yapı sektöründe sürdürülebilirlik söz konusu olduğunda yüksek katlı binalar dikkat çekmektedir. Yüksek yapıların malzemeyi etkin kullanımı sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir. Diagrid sistemler malzeme tasarrufu, sürdürülebilir kaynakların bilinçli kullanımı ve hız yarışında muazzam bir yere sahiptir. Diagrid diagonal ve grid sözcüklerinin bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Son yıllarda gelişen bu sistem mimari estetik potansiyeli bakımından da oldukça önemli bir yere sahiptir.(Savasir ve Tuğrul, 2019)

Hayat boyu insanların yaşamlarını devam ettirebilmesi için temel ihtiyaçlarından birisi barınma ihtiyacı olmuştur. Bu ihtiyaçtan doğan gereksinimleri sonucu çağlar boyunca insanlar kendi tarihleri sonucunda yapılar üretmiştir.

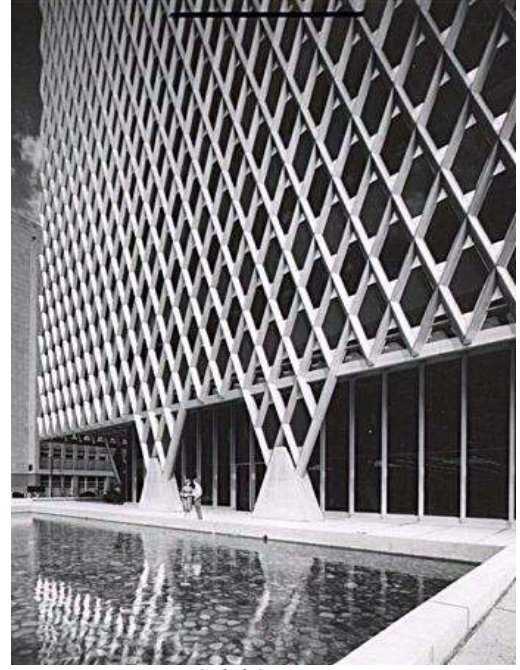


Şekil 1. Çelik diagrid sistem yapı elemanları

## 2. Materyal ve Metot

Diagrid taşıyıcı sistem elemanlarını düğüm noktası, diyagonal eleman, çevresel ana kiriş ve döşeme kirişi olarak incelemek mümkündür. Düğüm noktasının önemi oldukça büyüktür. Hem üretim em kontrol aşaması daha fazla dikkat gerektirir. Düğüm noktasının üretimi zor ve karmaşıktır. Elemanlar atölyelerde üretilir. Ve sahada birleştirilip yerine taşınır. Sistemde düşey kolonlara ihtiyaç yoktur. (Özbey,2017)

Sistemin simetrik ve basit örnekleri olduğu gibi son derece karmaşık formlu örnekleri de mevcuttur. Bu yapılar her dönemdeki teknolojik ve bilimsel yöntemlerle gelişmektedir. Günümüzde de karmaşık geometrik yapılar oluşturmak için yapının estetiğini bozması için kullanılan bu diagrid sistemlerin ilk örneği ABD’de bulunan IBM Binasıdır.



Şekil 2. IBM Binası

## 3.Diagrid Strüktürle Yapılmış Örnekler

### 3.1 Hearst Gökdeleni (Hearst Tower)

Hearst Tower, Norman Foster tarafından 2006 yılında tamamlanmıştır. Bu bina 42 katlıdır ve Manhattan’ın manzaralarına karşı konumlandırılmıştır. Binanın tamamlanması 3 sene sürmüştür. Gökdelenin alt kısmı yeni inşaatta aynen korunur.

Dış cephesi oldukça dikkat çekici eğimli bir forma sahiptir. Binanın dış cephe kaplamalarında üçgen kaplamalar kullanılmıştır. Aydınlatma ofis ve odalarda doğal ışıkla sağlanmıştır. Bu binada kullanılan çeliğin %90’ı geri dönüşümden elde edilmiştir. (S.Çetin ve Ö.Sağlıyan Sönmez, 2020) .



Şekil 3. Hearst Gökdeleni



Şekil 4. Hearst Gökdeleni bağlantı noktaları

### 3.2.Swiss Re Binası (Swiss Re Building)

Londra'nın en yüksek binalarından biridir. Uygun çalışma ortamlarının yanısıra kullanıcılara konfor ve kaynakların sağlıklı bir şekilde kullanılmasını hedeflemiştir. (Sev ve Eren, 2010)

Bina 41 kattan oluşmaktadır ve 180 m yüksekliğine sahiptir. Yapıyı çelik tüplerden oluşan diagrid sistem taşımaktadır. Bu taşıyıcı sistem yapıya etkiyen yatay yükleri de karşılar. Bir binanın yatay yüklere karşı gelebilen diagrid sistemle yapılmış olması rüzgar ve deprem yüklerine dayanıklılığı artırır. Yüksek katlı yapılarda bu yüklerin karşılanması önemlidir. Bu sebepten merkezde konumlandırılan çekirdek yalnızca düşey yükleri bir başka ifadeyle yerçekimi yüklerini taşır. Diagrid strüktür sistemle zemine aktarılan yük de minimuma indirilmiştir. (Sev ve Eren, 2010)

Yapının farklı bir geometriye sahip olmasının getirdiği sorunları çözebilmek adına özel çelik yapı çözümü bu yapı için geliştirilmiştir. Farklı yönlerde birbirine bağlanan çelik tüp bölümlerden oluşan diagrid 360 çeşit farklı düğümden oluşur. Her bir bağlantı 2 m yüksekliğindedir. Diagridde 2500 ton çelik bulunur. Klasik bir yapıya göre %20 daha az çelik malzeme kullanılmıştır.(Çetin ve Sağlıyan Sönmez, 2020)



Şekil 5. Swiss Re binası inşaat aşaması



Şekil 6. Swiss Re Binası

### 3.3.Alder Gökdeleni

Abu Dhabi'de bulunan Aldar gökdeleni Birleşik Arap Emirlikleri bünyesinde yer almaktadır. Yapı 110 m yüksekliğindedir. Ve 2009 yılında yapımı tamamlanmıştır. Gökdeleni Dünyamızın birinci dairesel gökdeleni olmasıyla dikkatleri üzerine çekmiştir.(Savasir ve Tuğrul, 2019)

Yapı İran Körfezi seyrini bozmaması için ve beton dökümü sırasında santimetrik duyarlılığı sağlanamayacağı için yapıda diagrid strüktür kullanılmasına karar verilmiştir. Bu stratejik elemanlar yapıda dış görünümüne aynı zamanda estetiğine büyük ölçüde katkı sağlayacağından dolayı bu yapı elemanını kullanma kararı alınmıştır. Bu sayede binanın sabit yükleri ve hareketli yükleri Diagrid Strüktürlere aktarılarak yükler yapının merkezinde toplanmıştır.(Çetin ve Sağlıyan Sönmez, 2020).



Şekil 7. Alder Gökdeleni



Şekil 7. Alder Gökdeleni 2



Şekil 8. Alder Gökdeleni 3

### 3.4. Sermaye Kapısı (Capital Gate)

Arap Emirliklerinin Abu Dhabi şehrinde bulunan Sermaye Kapısı 160 m yüksekliğinde ve batıya 18 derecelik bir eğime sahiptir. İtalya'da bulunan Pisa Kulesinin yaklaşık 5 katı büyüklüğündeki eğime sahiptir. Kulenin her bölgesinde farklı açı bulunmaktadır. Sermaye Kapısının tasarımında çöldeki rüzgârlardan ve kum tepelerinden ilham alınmıştır.(Savasir ve Tuğrul, 2019)

Sermaye kapısı 8500 adet çelik kiriş ve 722 farklı çeşit diyagonal tüplerden oluşmaktadır. Toplamda 21 500 ton çelik kullanılmıştır. Bu rakam benzer yapıların çelik miktarından oldukça azdır.(Sev ve Eren, 2010)

Diğer gökdelenlerde de olduğu gibi binanın merkezinde çekirdek bulunmaktadır. Binanın şeklinden dolayı öngermeli olarak eğik üretilmiştir. Binanın kıvrımlı bir yapıya sahip olması ayrıca büyük pencereler yapabilmek ve kat alanlarının alanını artırmak için diagrid çelik kullanılmasına karar verilmiştir.

Böylelikle hafif, ince, eğik ve eğri bir yüzey elde etmenin çözümü diagridden gelmektedir.(Savasir ve Tuğrul, 2019)

Su sirkülasyonu zeminde gömülü polietilen malzemenin üretilen tüpler, mevsimlere göre ısıtmayı ve soğutmeyi sağlamaktadır. Binanın eski hali taşıyıcı sistemleri, cephe kaplamaları, doğramaları sabit kalacak şekilde restore edilmiştir. Bina enerji tüketiminin %26 'sı kadar enerji tüketmektedir.

Binada doğal ışığın durumuna göre yapay aydınlatmaları kontrol eden mekanizmalar bulunmaktadır. Yapı boşken bilgisayar ve ışıklandırmanın kapatılmasını sağlayan harekete duyarlı sistemler bulunmaktadır. Yılın büyük bir çoğunluğunda havalandırma ve ısıtma dış havadan sağlanmaktadır. Bina içindeki veya etrafındaki bitkilerin sulanması için çatıda biriken yağmur suyu kullanılmaktadır. Ayrıca uygun bir sistemle binanın kışın nemli kalmasını da sağlamaktadır.(S.Çetin ve Ö.Sağlıyan Sönmez, 2020).



Şekil 9. Sermaye Kapısı

## 4 Tartışma ve Sonuç

### 4.1.Çelik Diagrid Strüktürlerin Avantajları (Steel Diagrid Structural System Advantage)

Bilimin ve teknolojinin ilerlemesiyle diagrid sistemler yüksek yapı tasarımında güncel yaklaşım olarak karşımıza çıkar. Düşey elemanların neredeyse tamamen ortadan kalkması yani bina içinde kolonların dahi bulunmaması yapı estetiği, şekli, biçimi ve tasarımı dikkate alındığında yapının serbest ve esnek tasarlanmasına imkân verir.(Savasir ve Tuğrul, 2019)

Çelik diagridler diğer yapılardan farklı olarak hem yatay hem de düşey yükleri karşılayarak etkili ve hafif bir sistem oluşmasına olanak tanır.(Yavaşbatmaz, 2012)

Bir yapının enerji ve kaynak tüketimi öncelikli olarak tasarıma dayanır. Yenilenebilir sürdürülebilir bir yapının tasarımında çelik diagridler büyük önem taşır. Malzemeden tasarruf etmeleri, zemine inen yükü azaltmaları, daha az sayıda kalifiye eleman çalıştırılması ve zemine inen yükleri azaltması vb. nedenlerle diagrid sistemler sürdürülebilirliğe katkı sağlayan strüktür sistemlerdir.(Yavaşbatmaz, 2012)

Yüksek yapıların tasarımında diagrid strükler malzemeden tasarruf etmek bina yükünü hafifletmek çevre kirliliğini önlemek amacıyla sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Diagrid sistemlerde yük aktarımını düşey taşıyıcı elemanlara gerek olmaksızın diogonal sistemler sağlamaktadır.

Diagrid strüktürler karmaşık geometrileri aşmak için büyük avantaj sağlar. Yatay kuvvetlere dayanım sağlayan diagrid strüktürler teknolojinin yardımıyla daha ekonomik yüksek yapılar inşa etmemize imkân tanır.

Yarının kentlerini inşa etmek için doğanın en iyi yönlerini en iyi teknolojilerle birleştirmeye örnek sistemler her geçen gün ilerlemeye, gelişmeye ve ihtiyaçlara göre şekillenmeye devam etmektedir.

Yeni gelişen bu sistemler insanların hayatını kolaylaştırmakta aynı zamanda da değişik meslek alanları oluşturarak insanların çevre bilincine duyarlı şehirler ve yapılar oluşturmasına imkân sağlamaktadır. Bu sayede yapım ve kullanımında tüketilen kaynaklar, enerjiler en aza indirilerek enerji tasarrufu sağlanıyor.

## Teşekkür

Çalışmamda bana destek veren aileme ve değerli hocam Dr.Öğr. Üyesi Mehmet Fenkli'ye teşekkürlerimi iletiyorum.

## Kaynakça

- [1] Aldar Gökdeleni Çekirdek Animasyonu <https://www.insaatburada.com.tr/teknoloji-ve-doganin-muhtesem-uyumu-aldar-merkez-binasi/> [Erişim:Aralık 2020].
- [2] AldarGökdeleni <https://www.sabah.com.tr/pazar/2017/02/19/gokyuzunu-delen-trilyonluk-yapilar> Erişim:Aralık 2020]
- [3] AldarGökdeleniAbuDabi <https://volkanatabey.com.tr/cam-ve-celik-malzemenin-gokdelenlerde-kullanilmasi/> [Erişim:Aralık 2020]
- [4] Capital Gate <https://www.agoda.com/andaz-capital-gate-abu-dhabi-a-concept-by-hyatt/hotel/abu-dhabi-ae.html?cid=1844104> Erişim:Aralık 2020]

- [5] Capital Gate İnşaat Aşaması <https://tr.pinterest.com/pin/352899320800316104/> [Erişim:Aralık 2020]
- [6] Çetin, S. ve Sağlıyan Sönmez, Ö. (2020). Farklı Dönemlerde Mimaride Kullanılan Cam Binalar ve Yapısal Özellikleri, 45–60.
- [7] HearstGökdeleni (<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1189663>) [Erişim:Kasım 2020]
- [8] Hearst Gökdeleni Bağlantı Noktası (<https://www.fosterandpartners.com/projects/heard-tower/>) [Erişim:Aralık 2020]
- [9] IBM Binası <https://-Yuksekyapilar-mim-242-tasiyici-sistemler-ve-teknolojileri-i-mimarlik-fakultesi-mimarlik-bolumu-ba-h-a-r-ya-r-i-y-i-l-i-i.html> [Erişim:Kasım 2020]
- [10] Savasir, K. ve Tuğrul, F. (2019). Yüksek Yapılarda Çelik Karkas Taşıyıcı Sistem Yerine Çelik Diagrid Kullanımının Avantajları, (January), 1–11.
- [11] Sev, A. ve Eren, Ö. (2010). Yüksek binalarda sürdürülebilir bir strateji olarak diagrid strüktürler. International sustainable buildings symposium, 24(4), 233–238.
- [12] Swiss Re Binası İnşaat Aşaması <https://tr.pinterest.com/pin/596164069401713428/> [Erişim:Aralık 2020]
- [13] SwissReBinası <https://www.londontopsightstours.com/the-gherkin-history-of-londons-newest-iconic-building/> [Erişim:Aralık 2020]
- [14] Yavaşbatmaz, S. (2012). Yüksek Yapıların Sürdürülebilir Tasarım Ölçütleri Kapsamında Değerlendirilmesi. Journal of Chemical Information and Modeling.
- [15] Aldar Gökdeleni Çekirdek Animasyonu <https://www.insaatburada.com.tr/teknoloji-ve-doganin-muhtesem-uyumu-aldar-merkez-binasi/>