

Volume:2 Issue:1

September 2020

SCIENNOVATION

A Journal on Structural Science and Innovation

Cilt 2, Sayı 1

Eylül/2020

SCIENNOVATION

A Journal on Structural Science and Innovation

SCIENNOVATION; uluslararası hakemli ve açık erişimli bir dergidir. Özgün “araştırma makaleleri”, “derleme makaleler”, ve “editorial makaleler” yayımlamaktadır. Dergi; yapı mühendisliği alanındaki deneysel ve teorik çalışmaları raporlamayı amaçlamaktadır.

SCIENNOVATION uluslararası saygın indeksler tarafından taranan ve yapı mühendisliği alanında tanınmış bir dergi olmayı amaçlar.

SCIENNOVATION yapı mühendisliğindeki uluslararası bilimsel gelişmeleri içerir. Elektronik ortamda, yılda iki sayı ve açık erişimli olarak yayımlanmaktadır. Eylül sayısı Türkçe olarak kaleme alınan çalışmaları, Mart sayısı İngilizce olarak kaleme alınan çalışmaları kapsamaktadır.

Dergiye gönderilen makaleler için 30 günlük ön değerlendirme süresi ve 30 günlük bilimsel değerlendirme süresi bulunmaktadır. Her bir süre sonunda sorumlu yazarlar bilgilendirilmektedir.

SCIENNOVATION

A Journal on Structural Science and Innovation

İÇİNDEKİLER

Amaç ve Kapsam	sf. 1
İçindekiler	sf. 2
Yayın Kurulu	sf. 3-5

MAKALELER

İmar Çapları Sonrası Çok Katlı Alanlarda Süneklik Düzeyi Yüksek Yapılar Yöntemine Göre Yapı Tasarımı ve Çözümü Uygulaması Üzerine Bir Analiz

Selim TAŞKAYA, Muhammed Fatih CAN

sf. 6-20

İstinat Duvarı Tasarımına İlişkin Bir Örnek Olay Analizi

Miraç KURT, Zafer KURT, M. Fatih YENTİMUR

sf. 21-28

Magnezyum Oksit (Mgo) Levhalar Üzerine Bir Derleme

Ali GÜRBÜZ, Yunus Emre KORK

sf. 29-38

Mimari Ve Mühendislik Eserlerin Turizmdeki Rolü

Cemalettin TERZİ, Ali GÜRBÜZ

sf. 39-46

Balsa Maket Kullanılarak Sarsma Tablası ve Dinamik Analiz




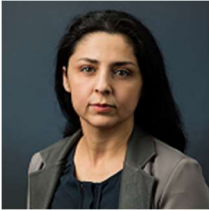

Sonuçlarının Karşılaştırılması








Muhammet Taha NAZIOĞLU, Murat YALÇINKAYA, Harun KEŞEN,







Hızır ERDOĞAN, Ömer Faruk KARAÇAL

sf. 47-57

Yayımcı	: www.sciinnovation.net
Sistem Sağlayıcı	:Dergipark, Tübitak Ulakbim – www.dergipark.org.tr
Editör	:Ali Gürbüz
Kapak Tasarım	:Ömer Gürbüz, TRT World, İstanbul
Kapak Fotoğrafları	:Aleksandar Pasaric - pexels.com
Yayın Kurulu Üyeleri	:

	<ul style="list-style-type: none">• Adem DOĞANGUN adogangun@uludag.edu.tr <p>ULUDAG UNIVERSITY</p>
	<ul style="list-style-type: none">• Alper İLKI ailki@itu.edu.tr <p>ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY</p>
	<ul style="list-style-type: none">• Burcu Burak BAKIR bburcu@metu.edu.tr <p>MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY</p>
	<ul style="list-style-type: none">• Didem OZEVİN dozevin@uic.edu <p>UNIVERSITY OF ILLINOIS</p>
	<ul style="list-style-type: none">• Guzin ALCURA AKYILDIZ akyildiz@yildiz.edu.tr <p>YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY</p>

	<ul style="list-style-type: none">• Habib UYSAL huysal@atauni.edu.tr <p>ATATURK UNIVERSITY</p>
	<ul style="list-style-type: none">• Hakan YALCINER hakan.yalciner@emu.edu.tr <p>ERZINCAN BINALI YILDIRIM UNIVERSITY</p>
	<ul style="list-style-type: none">• Ivica ZAVRSKI zavrski@grad.hr <p>UNIVERSITY OF ZAGREB</p>
	<ul style="list-style-type: none">• Ihsan E. BAL i.e.bal@pl.hanze.nl <p>HANZE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCE</p>
	<ul style="list-style-type: none">• Kurtulus SOYLUK k.soyluk@gazi.edu.tr <p>GAZI UNIVERSITY</p> <hr/>
	<ul style="list-style-type: none">• Mehmet H. OMURTAG omurtagm@itu.edu.tr <p>ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY</p>
	<ul style="list-style-type: none">• Murat SAATCIOGLU murat.saatcioglu@uottawa.ca <p>UNIVERSITY OF OTTAWA</p> <hr/>

	<ul style="list-style-type: none">• Mustafa S. ALTINAKAR altinakar@ncche.olemiss.edu <p>THE UNIVERSITY OF MISSISSIPPI</p>
	<ul style="list-style-type: none">• Serkan BEKIROGLU serkanb@yildiz.edu.tr <p>YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY</p>
	<ul style="list-style-type: none">• Sakir ERDOGDU shake@ktu.edu.tr <p>KARADENIZ TECHNICAL UNIVERSITY</p>
	<ul style="list-style-type: none">• Sevket ATES sates@ktu.edu.tr, <p>KARADENIZ TECHNICAL UNIVERSITY</p>
	<ul style="list-style-type: none">• Ugur ERSOY ugur.ersoy@boun.edu.tr <p>BOGAZICI UNIVERSITY</p>
	<ul style="list-style-type: none">• Yucel SAYGIN ysaygin@sabaciuni.edu <p>SABANCI UNIVERSITY</p>



An Analysis on the Application of Structural Design and Its Solution According to the Structures with High Ductility Level in Multiple Storey Areas After Zoning Diameters

Selim TAŞKAYA^{1*}, Muhammed Fatih CAN²

¹ Artvin Çoruh Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Artvin, Türkiye

² Milli Savunma Üniversitesi, İnşaat Bölümü, Ankara, Türkiye

*Sorumlu yazar: selim_taskaya@artvin.edu.tr

Abstract

After the zoning distances, which are called zoning diameters, were determined according to the structure, reinforced concrete structure design and solution application was made in STA4CAD, which is one of the package programs used in reinforced concrete structure solution. The study is a multi-storey building solution with the use of the Sta4cad program. In our application, application analysis has been made on the basis of a 9-storey structure by using central steel diagonal curtains with the method of high ductility structures. Reinforced concrete building solution has been made by transferring the program to the program in accordance with the building architectural project and making the necessary changes where necessary. Building data and values, columns, beams, floors, stairs and foundation inputs were given, solutions and analyzes were done. In accordance with TBDY 2018 (Earthquake Regulation 2018) and TS500, this program makes solutions and performs structural analysis.

6

Keywords: Reconstruction Diameter, Reinforced Concrete, Sta4cad.

İmar Çapları Sonrası Çok Katlı Alanlarda Süneklik Düzeyi Yüksek Yapılar Yöntemine Göre Yapı Tasarımı ve Çözümü Uygulaması Üzerine Bir Analiz

Özet

İmar çapları dediğimiz çekme mesafeleri yapını nizamına göre belirlendikten sonra, betonarme yapı çözümünde kullanılan paket programlardan STA4CAD’te betonarme yapı tasarımı ve çözümü uygulaması yapılmıştır. Çalışma, Sta4cad programı kullanımı ile çok katlı yapı çözümüdür. Uygulamamızda, süneklik düzeyi yüksek yapılar yöntemi ile merkezi çelik çaprazlı perdeler kullanılarak 9 katlı bir yapı baz alınarak uygulama analizi yapılmıştır. Yapı mimari projesine uygun olarak programa aktarılıp gerekli görülen yerlerde gerekli değişiklikler yapılarak betonarme yapı çözümü yapılmıştır. Yapı data ve değerleri, sırasıyla kolonlar, kirişler, döşemeler, merdivenler ve temel girdileri verilerek çözüm ve analizler yapılmıştır. TBDY 2018 (2018 Deprem Yönetmeliği) ye ve TS500 ‘e uygun olarak bu program çözüm yapmakta ve yapı analizini gerçekleştirmektedir.

Anahtar Kelimeler: İmar Çapı, Betonarme, Sta4cad.

1. GİRİŞ

İmar çapları, imar mevzuatı ve ilgili bölgenin yerel yönetimlerinin kararları doğrultusunda alınan plan notlarına göre arsanın çekme mesafeleridir (Taşkaya, 2019). Şehirleşme konusunda özellikle büyük önemi olan bu kavramda, ön bahçe, yan bahçe ve arka bahçe çekme mesafeleri çekildikten sonra, yapı yaklaşma mesafeleri içerisinde emsaline göre yapının uygulanması işlemidir (Taşkaya, 2019). Tasarlanan yapının dayanıklı, ekonomik ve estetik özelliklerde olması tasarım ve uygulamanın başarısı açısından çok önemlidir. Yapı; üzerine gelen zati (ölü) yükler dışında kendi ağırlığını, hareketli yük olarak tanımlanan kar, rüzgar yükünü ve üzerine gelmesi muhtemel deprem yükü ve kuvvetini güvenle taşıyıp düşey taşıyıcı elemanlara onlardan da zemine aktarmalıdır. Yapının üzerine gelen etkiler nedeniyle bu etkilerden zarar görmemesi yapının öngörülen zaman boyunca sağlam ve zarar görmeden güvenle ayakta kalması öncelikli olarak istenen özelliğidir. Bu nedenle yapının TS500 ve TBDY2018 ye uygun olarak tasarlanması gerekmektedir (Deprem Yön., 2018). Bu uygulamada, 9 katlı bir yapı baz alındığından dolayı, ön bahçe mesafesi 5 metre, yan bahçe mesafesi 4 kata kadar 3 metre, üstünde yarım metre artırmak kaydıyla 5,5 metre, arka bahçe mesafesi yüksekliğin yarısı $27.5/2= 13.25$ metre çekilerek, yapının yapılabilme alanı belirlenmiştir. Netcad ortamında bu işlemler gerçekleştirilmiştir (Taşkaya, 2019). Çalışmada STA4CAD programının versiyon 12 modeli kullanılmıştır. Bu versiyon hem TS500 hem de TBDY2018 ye uygun olarak çözüm ve analiz yaptığından bu yönetmeliklere uygun yapı çözümü gerçekleştirilmiştir (url, 2018).

2. MATERYAL VE METOT

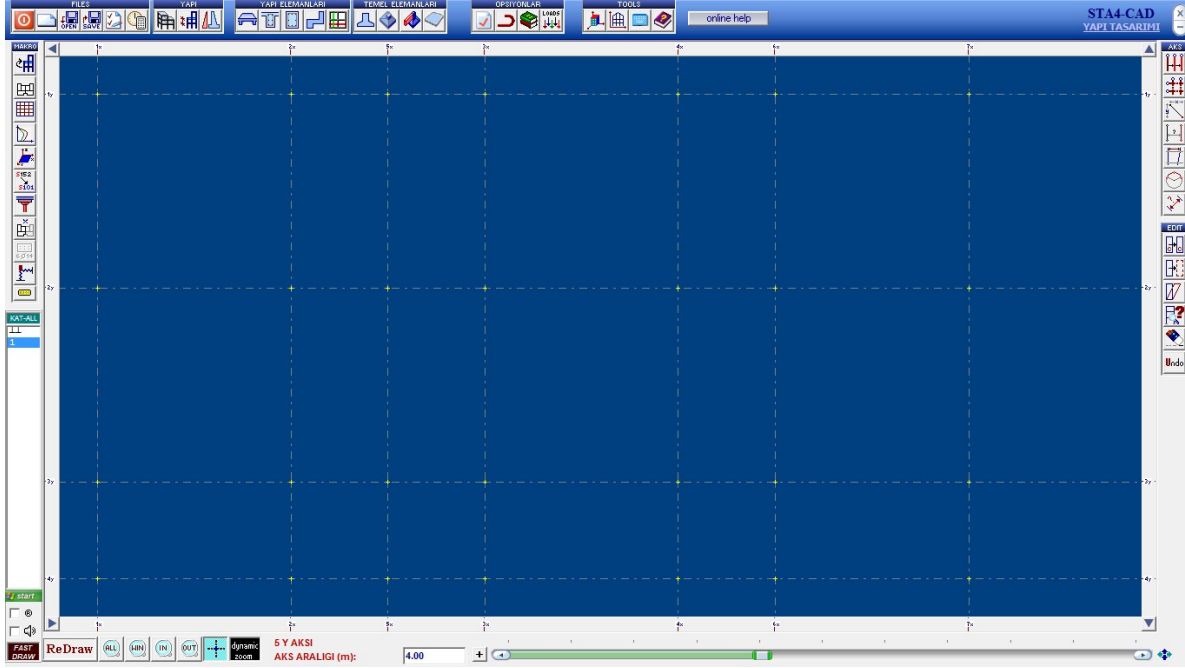
Başlangıçta Autocad te Mimari projede yer alan 1.2.3.4.5.6.7. katları kalıp planı akslar, ölçek, kolon ve kiriş boyutları sabit kalmak üzere değiştirilmiştir. Gerekli görülen yerlerde taşıyıcı sistem bütünlüğünün sağlanması için tali kirişler atılmış ve açıkta kalan kolonlar yük aktarımının doğru gerçekleşmesi için kirişlerle desteklenmiştir. Autocad'd-teki normal kat kalıp planında ve ek kalıp planındaki bütün kolon ve kirişler isimlendirilmiştir. Kalıp planı oluşturulduktan sonra ek kalıp planında kiriş kolon ve aks uzunlukları belirlenmiştir. Normal kat kalıp planı STA4CAD'e girilmesi gereken hale getirilmiştir. Süneklik düzeyi yüksek yapılar(Merkezi çaprazlı sistemler), çapraz elemanların merkez çizgileri ana çerçevenin birleşim noktaları ile düzenli bir konfigürasyon içerisinde birleşerek düşey taşıyıcı sistem içinde bir tür düşey kafes sistem oluşturan sistemlerdir. Bu şekilde yatay kuvvet taşırlar. Merkezi çaprazlı sistemler geometrileri nedeniyle, elastik bölgede eksenel kuvvet etkisinde kalan elemanlarıyla birlikte tam olarak kafes sistem davranışı gösterirler (Ersöz, 2008).

2.1. AUTOCAD'de Mimari Proje Üzerinde Yapılan İşlemler

Başlangıçta Autocad' de Mimari projede yer alan 1.2.3.4.5.6.7. katları kalıp planı akslar, ölçek, kolon ve kiriş boyutları sabit kalmak üzere değiştirilmiştir. Gerekli görülen yerlerde taşıyıcı sistem bütünlüğünün sağlanması için tali kirişler atılmış, açıkta kalan kolonlar yük aktarımının doğru gerçekleşmesi için kirişlerle desteklenmiştir. Autocad teki normal kat kalıp planında ve ek kalıp planındaki bütün kolon ve kirişler isimlendirilmiştir. Kalıp planı oluşturulduktan sonra ek kalıp planında kiriş kolon ve aks uzunlukları belirlenmiştir. Normal kat Kalıp planı STA4CAD'e girilmesi gereken hale getirilmiştir.

2.2. STA4CAD'de Normal Kat Planının Çizilmesi İşlemleri

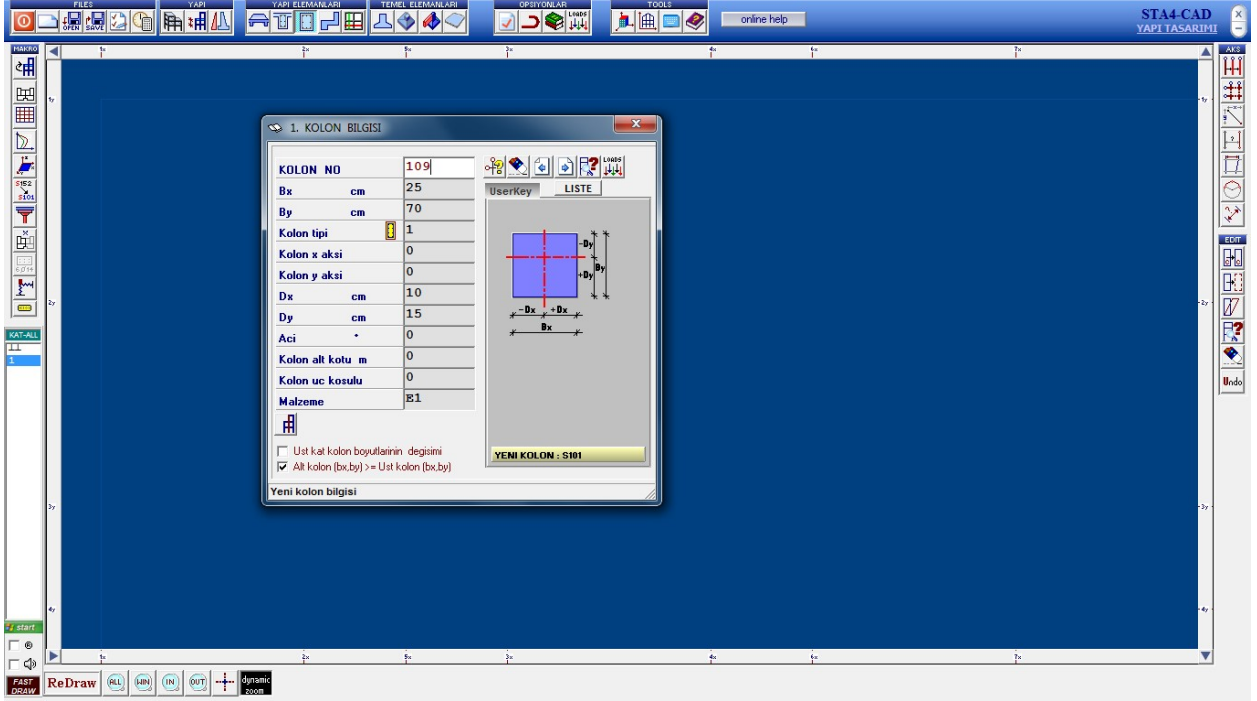
Kat normal planının STA4CAD'e aktarılmasında ilk işlem aks çizimleri olarak gerçekleştirilmiştir. Ek kalıp planında belirlenmiş olan aks uzunluklarına göre programın aks çiziminde geçerli komut ile aks aralıkları girilerek önce X eksenli aksları olan 1x,2x,3x,4x,5x,6x,7x,8x,9x,10x,11x,12x,13x,14x ve 15x aksları çizilmiştir. Ardından Y eksenli aksları olan Ay,By,Cy,Dy,Ey,Fy,Gy,Hy ve Iy aksları çizilmiştir.



Şekil 1. Aks çizimi

Şekil 1. de, akslar çizildikten sonra aks aralıkları kontrolü yapılmıştır. Aks aralık kontrolünden sonra kolon komutuna tıklanmış ve genişlik değerleri ve kaçıklıklarına göre kolonlar ayarlanıp değerleri girilerek akslar üzerine yerleştirilmiştir. Kolon çiziminde çizilecek olan kolonun Bx, By, Kolon tipi (dikdörtgen ya da Fretli (Dairesel)), kolon kaçıklıkları (X ve Y eksenlerine göre), Kolon uç koşulu ve Kolon alt kotu değerlerinin hepsi her bir kolon için ayrı ayrı girilerek kolonlar bağlı buldukları akslara (Örneğin: 1x-Ay) yerleştirilmiştir (Taşkaya;Taşkaya, 2019a).

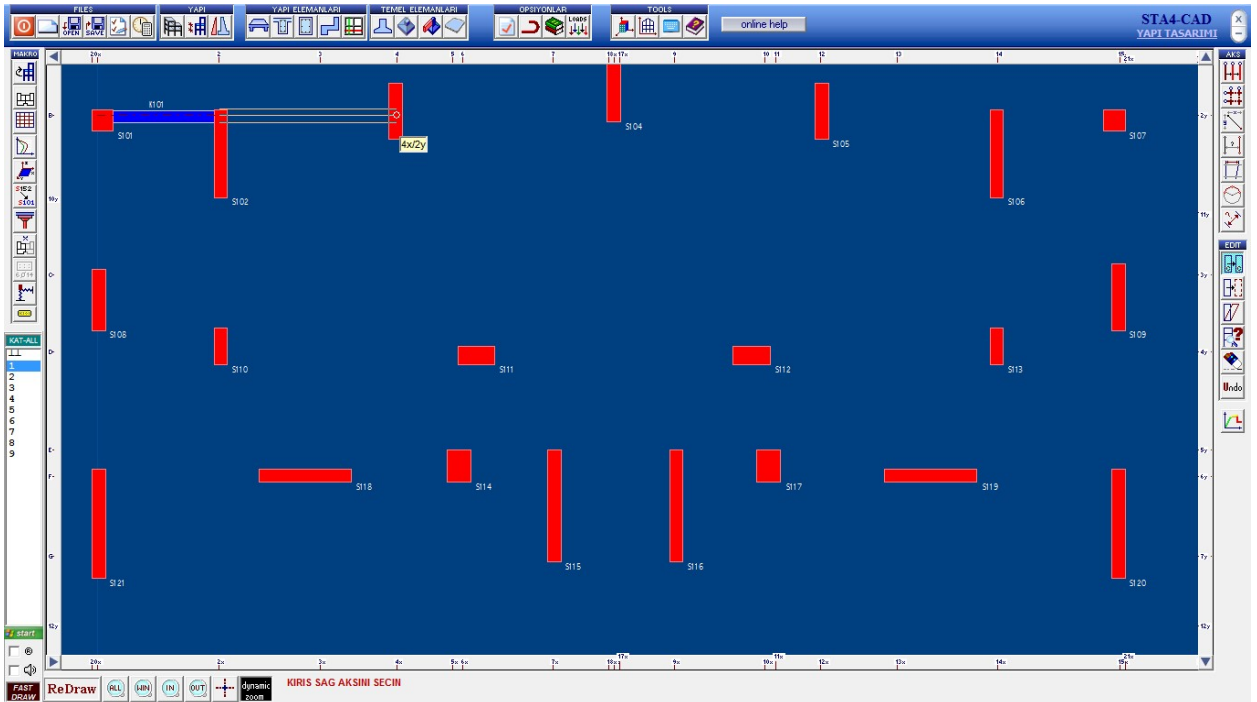
İmar Çapları Sonrası Çok Katlı Alanlarda Süneklik Düzeyi Yüksek Yapılar Yöntemine Göre Yapı Tasarımı ve Çözümü Uygulaması Üzerine Bir Analiz



Şekil 2. Kolon çizimi

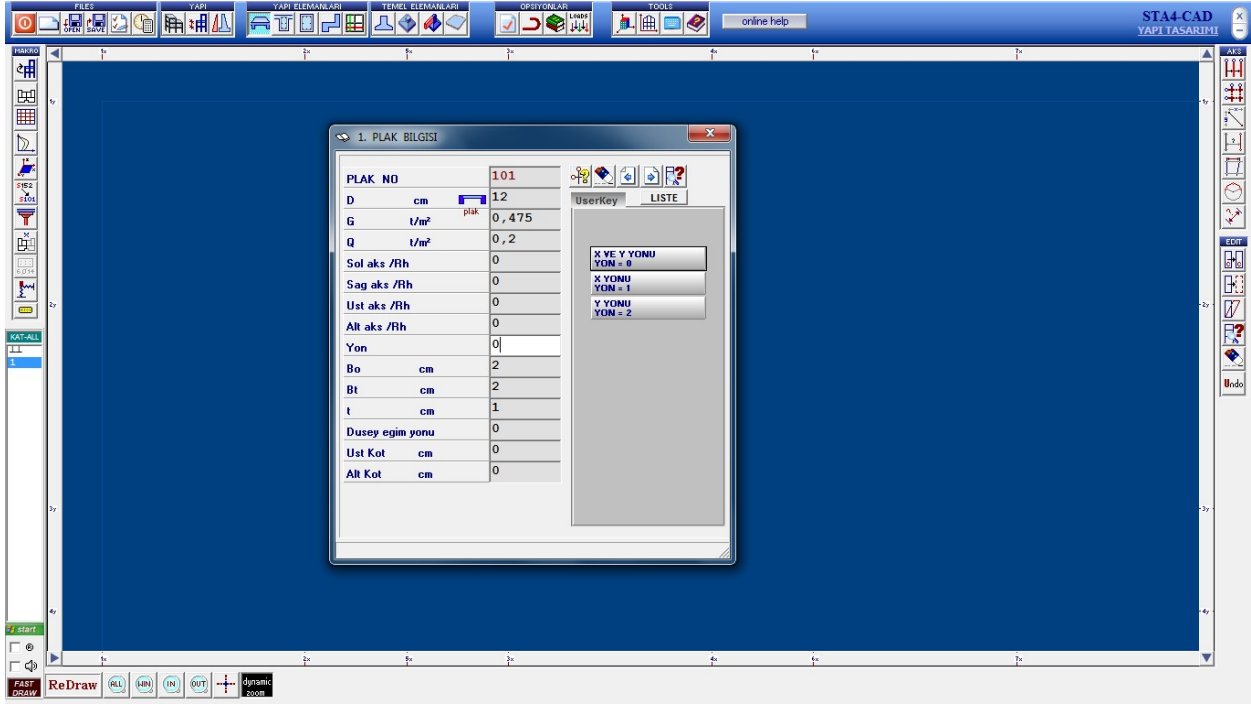
Şekil 2. de, benzer kolonlar kopyalama komutu ile çizilmiş ve tüm kolonlar bu şekilde applike edilmiştir. Asansör kovası için Perdeler değerleri girilerek applike edilmiştir. Kirişler için kiriş çizim komutuna tıklanmış ve kiriş değerleri olan B, D, G (kiriş üzerine gelen zati yük), X ve Y eksenli kaçıklıkları, Kiriş aksı, Sol ve sağ aks, Do, Şekil 3. de, kiriş Bağlantı koşulları ve kiriş kotuna göre değerler her bir kiriş için girilerek yerlerine kolonlar arası bağlantı kuracak şekilde yerleştirilmiştir.

9



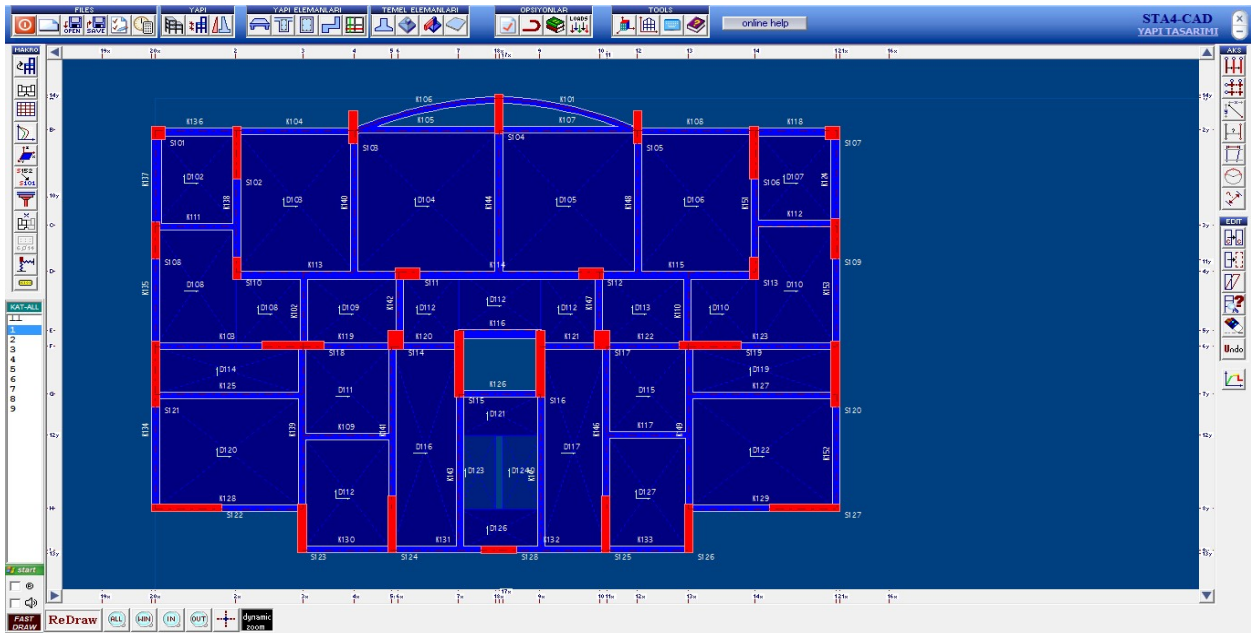
Şekil 3. Kiriş çizimi

Şekil 4. de, normal kat planında döşemelerin çizimi, döşeme (plak) için çizim komutuna tıklanmış ve döşeme değerleri sırasıyla girilerek döşeme yerleştirilmiştir(Taşkaya;Taşkaya, 2019b).



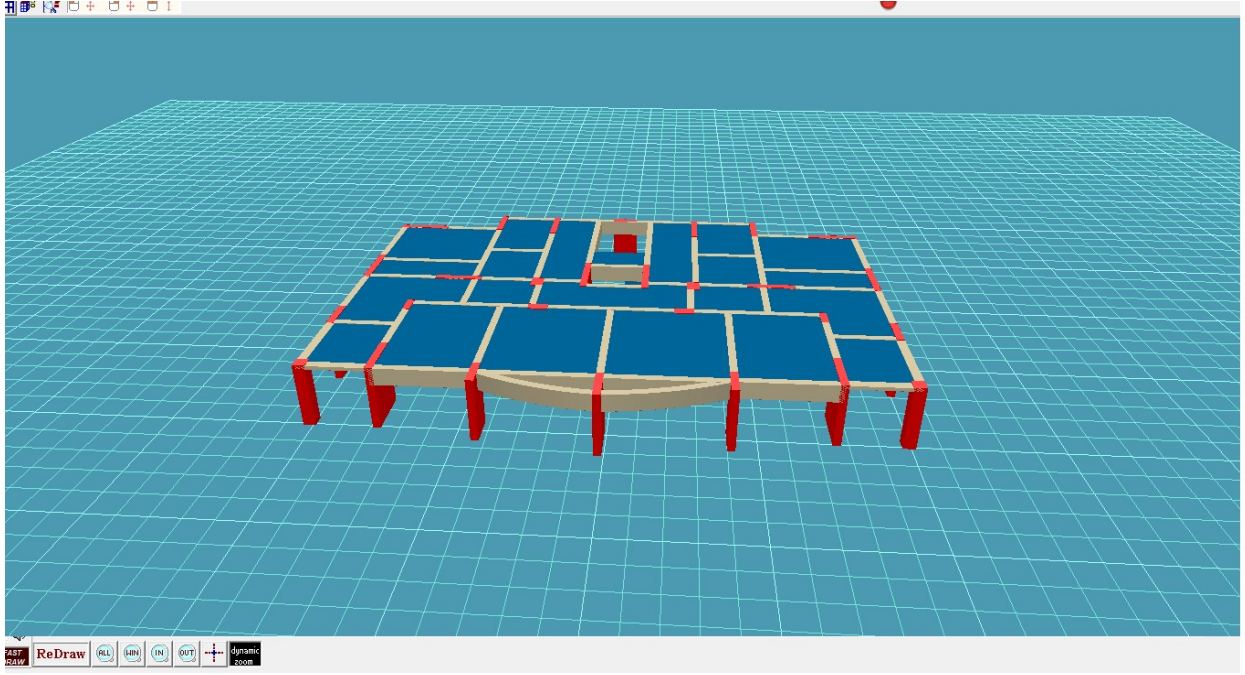
Şekil 4. Döşemelerin çizimi

Döşeme (Plak) değerleri girildikten sonra aks düzenle komutu ile döşemeler sırasıyla yerleştirilmiştir. Şekil 5. de, kare veya dikdörtgen şekilli olmayan plaklar (D108 ve D110) 2 yada daha fazla parçaya ayrıldı ve aynı isimle isimlendirilerek birlikte çözümü sağlanmış ve normal kat planı oluşturulmuştur.



Şekil 5. Normal kat planının oluşturulması

Aşağıda verilen şekil 6. da, yapının bu işlemleri ardından tüm bu işlemler 3D komutunda biraya getirildiğinde 3D boyutlu görüntüsünde aşağıdaki gibi elde edilmiştir(Taşkaya;Taşkaya, 2019c).

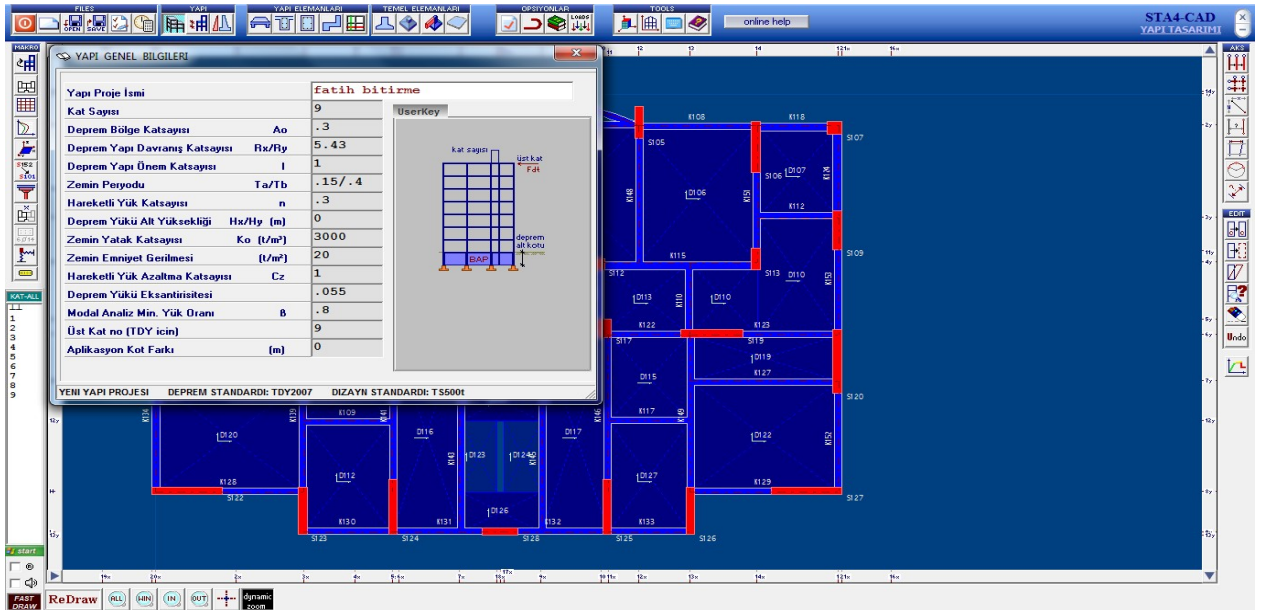


Şekil 6. 3D normal kat planının oluşturulması

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

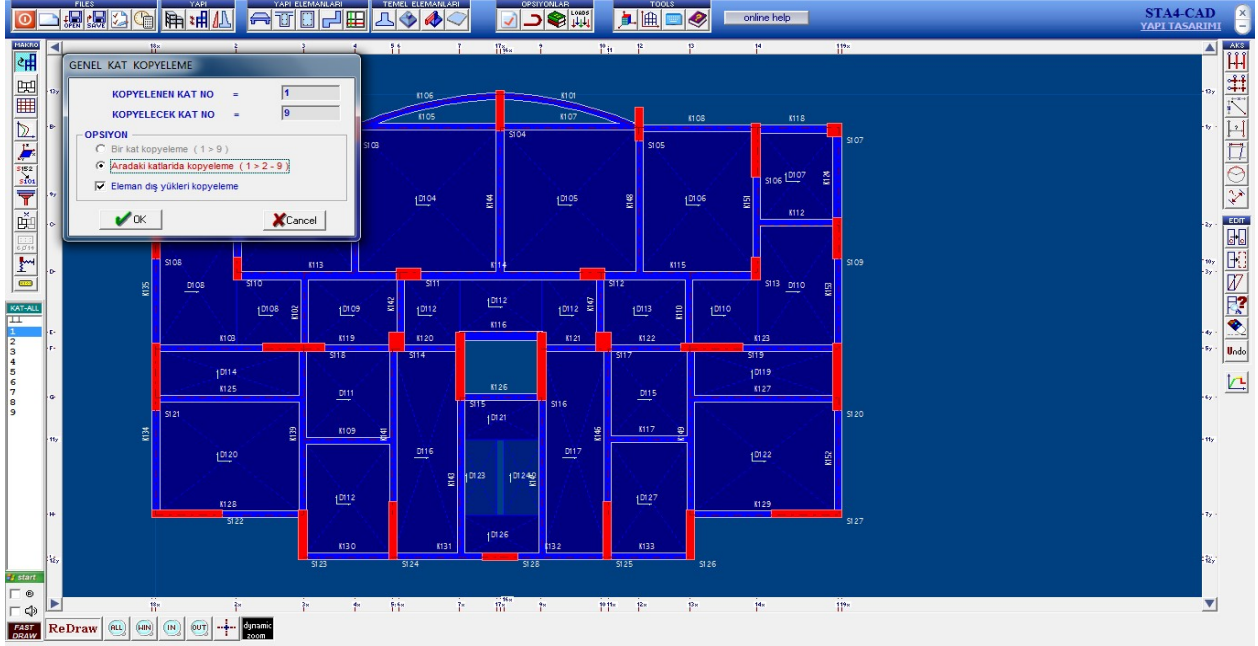
3.1. Yapının Analiz'e Uygun Hale Getirilmesi (Yapı bilgi ve datalarının girilmesi)

Şekil 7. de, STA4 yapı bilgi girişinde yer alan üst satırdaki yapı bölümünden bina genel bilgileri komutu tıklanarak bina genel dataları girilmiştir.



Şekil 7. Bina genel bilgileri

Şekil 8. de;Yapı Genel Dataları; Kat Sayısı, Deprem bölgesi katsayısı, Deprem Yapı Davranış Katsayısı, Deprem yapı önem katsayısı, Zemin periyodu, Hareketli yük katsayısı, Zemin yatak katsayısı, Zemin emniyet gerilmesi, Hareketli yük azaltma katsayısı, Deprem yükü eksentrisitesi, mod analiz min. Yük oranı, üst kat no aplikasyon kot farkıdır. Yapı genel bilgileri girildikten sonra ekranda Makro sütunundaki kat kopyalama komutu ile yapımız olması gerektiği gibi ara katları da kopyalamak suretiyle 9 kata kopyalanmıştır.



Şekil 8. Normal kat planının 9 kat'a kopyalanması

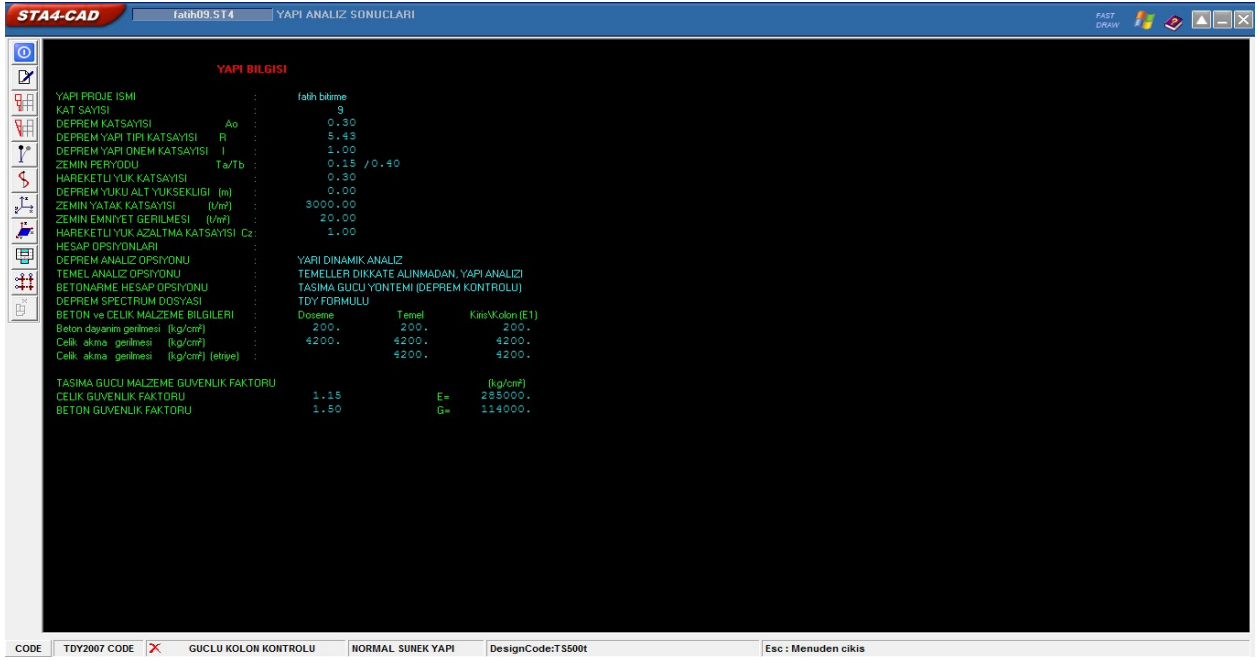
3.2. Yapı Analizi Öncesi Genel Kontrolün Yapılması

Balkon döşemesinde zımbalama etkisinin önlenmesi için döşemeyi zımbalama etkisi ile delmesi muhtemel kolon S101 kirişlerle S108, S102; S107 ise kirişlerle S106, S109 kolonları ile bağlanmıştır. Bu birleşim kirişlerinin boyutları $B=30$ cm, $D=12$ cm dir. Döşeme çalışma yönleri (Uzun Kenar/Kısa Kenar <2) formülüne göre düzenlenmiş ve değerleri datalardan kontrol edilmiştir. Kiriş boyutları ve kaçıklıkları tekrar kontrol edilerek kaçıklık sorunu olan kirişler düzeltilerek kayıt edilmiştir. Kolon boyutları ve kaçıklıkları kontrol edilmiş boyut ve kaçıklık sorunu olan kolonlar tekrar düzeltilerek kayıt edilmiştir. Merdiven döşemeleri çalışma yönlerine göre yeniden düzenlenmiştir.Yapı malzemesi seçimi kontrol edilerek genel opsiyonların kontrolleri yapılmış ve gerekli değişiklikler uygulanmıştır. Döşeme yükleri yeniden hesaplanmış ve kaydedilmiştir. Kiriş yükleri gerekli boşluklar (pencereler vs.) düşülerek yeniden hesaplanmış ve kaydedilmiştir.

3.3. Yapı Analizi

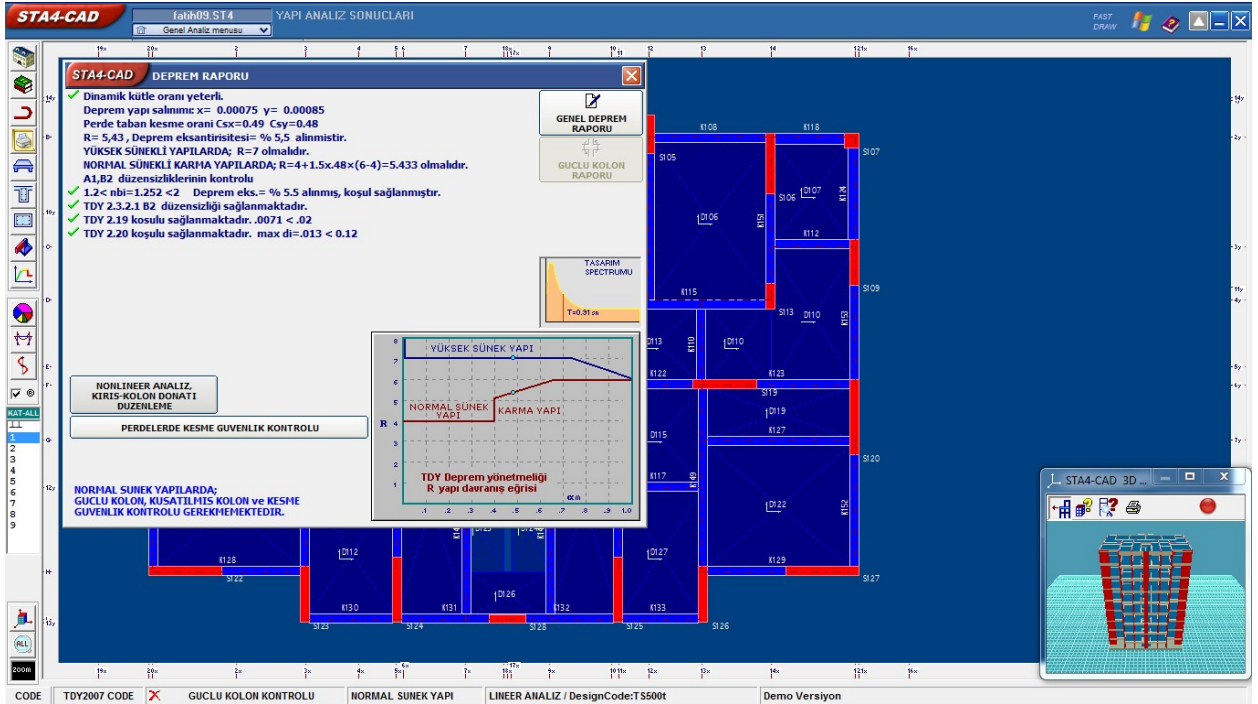
Yapı analizi komutuyla, bina genel bilgileri şekil 9. da aşağıdaki gibi elde edilmiştir (Doğangün, 2018).

İmar Çapları Sonrası Çok Katlı Alanlarda Süneklik Düzeyi Yüksek Yapılar Yöntemine Göre Yapı Tasarımı ve Çözümü Uygulaması Üzerine Bir Analiz



Şekil 9. Bina genel bilgileri (Doğangün, 2018).

Çalışmadaki 9 katlı yapının yapı analiz deprem raporu ise, şekil 10. da, yine programın analiz deprem kısmından girilip, bina genel verileri ağırlandığında elde edilmiştir.



Şekil 10. Yapı deprem analizi raporu

Şekil 10. da, temel kazıklarının yapı yaklaşma mesafeleri içerisinde çakımı ve sonrasında hafriyat alım sonrasında iç temel kazıklarının çakımı ile 9 katlı yapının metraj sonuçları ise şu şekilde alınmıştır (Taşkaya, 2019).

İmar Çapları Sonrası Çok Katlı Alanlarda Süneklik Düzeyi Yüksek Yapılar Yöntemine Göre Yapı Tasarımı ve Çözümü Uygulaması Üzerine Bir Analiz

Kat	Beton m³	Kalıp m²	Asmolen m³
1.kat Döşeme	24.31	202.61	0.00
1.kat Kiriş	21.95	185.42	
1.kat Kolon	21.64	186.66	
1.kat Toplam	67.90	574.69	0.00
2.kat Döşeme	24.31	202.61	0.00
2.kat Kiriş	21.95	185.42	
2.kat Kolon	29.62	259.36	
2.kat Toplam	75.88	647.39	0.00
3.kat Döşeme	24.31	202.60	0.00
3.kat Kiriş	22.05	186.27	
3.kat Kolon	29.62	259.36	
3.kat Toplam	75.98	648.23	0.00
4.kat Döşeme	24.30	202.54	0.00
4.kat Kiriş	22.09	186.33	
4.kat Kolon	29.62	259.30	
4.kat Toplam	76.02	648.17	0.00
5.kat Döşeme	24.31	202.61	0.00
5.kat Kiriş	22.05	186.26	
5.kat Kolon	29.20	258.16	
5.kat Toplam	75.56	647.03	0.00
6.kat Döşeme	24.31	202.61	0.00
6.kat Kiriş	22.05	186.26	
6.kat Kolon	29.30	258.46	
6.kat Toplam	75.67	647.33	0.00
7.kat Döşeme	24.31	202.61	0.00
7.kat Kiriş	22.05	186.26	

Şekil 11. Metraj sonuçları

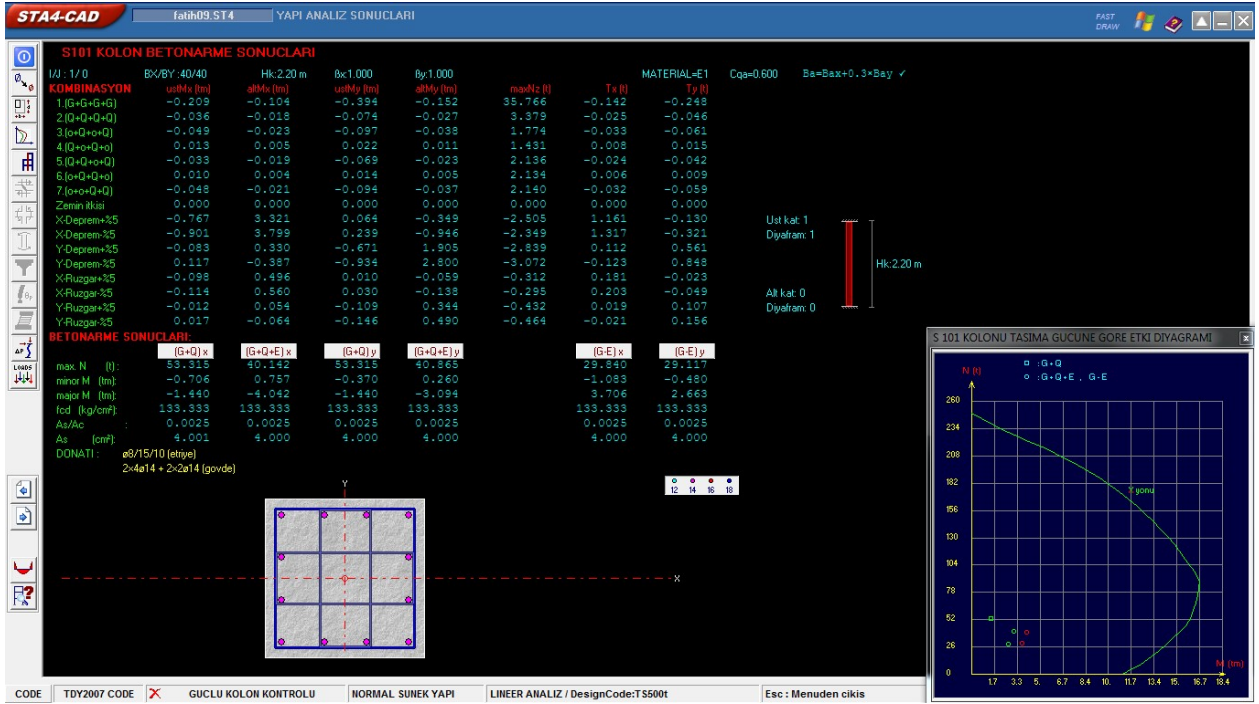
Şekil 11. de, betonarme ve donatı metraj hesaplarının bir arada bulunduğu hacim sonuçlarını gösteren keşif özeti tablosu ise şu şekildedir (Doğangün, 2018).

Poz	birim fiyat tarifi	birim fiyat	miktar	tutarı
16.058/1	BS20 HAZIR BETON	74.78	674.0 m³	50.403.19
21.011	DÜZ YÜZEYLİ BETONARME KALIBI	10.93	5754.8 m²	62.900.44
04.251	8-12 mm BETONARME DEMİRİ	600.00	53.1 tn	31.852.41
04.252	14-50 mm BETONARME DEMİRİ	600.00	25.3 tn	15.183.66
NAKLİYE % 10				15.660.31
TOPLAM				176.000.00
KDV % 18				31.680.00
TOPLAM				207.680.00
AYLIK ARTIŞ % 1 x 8				16.614.40
TOPLAM				224.294.40

Şekil 12. Keşif özeti

Şekil 12. de ise, 9 katlı binanın 27.50 metre yüksekliği göz önünde bulundurularak, kolon analizi yapıldığında tek bir kolon numunesi şu şekilde elde edilmiştir (Doğangün, 2018).

İmar Çapları Sonrası Çok Katlı Alanlarda Süneklilik Düzeyi Yüksek Yapılar Yöntemine Göre Yapı Tasarımı ve Çözümü Uygulaması Üzerine Bir Analiz



Şekil 13. S101 kolonu analiz sonuçları

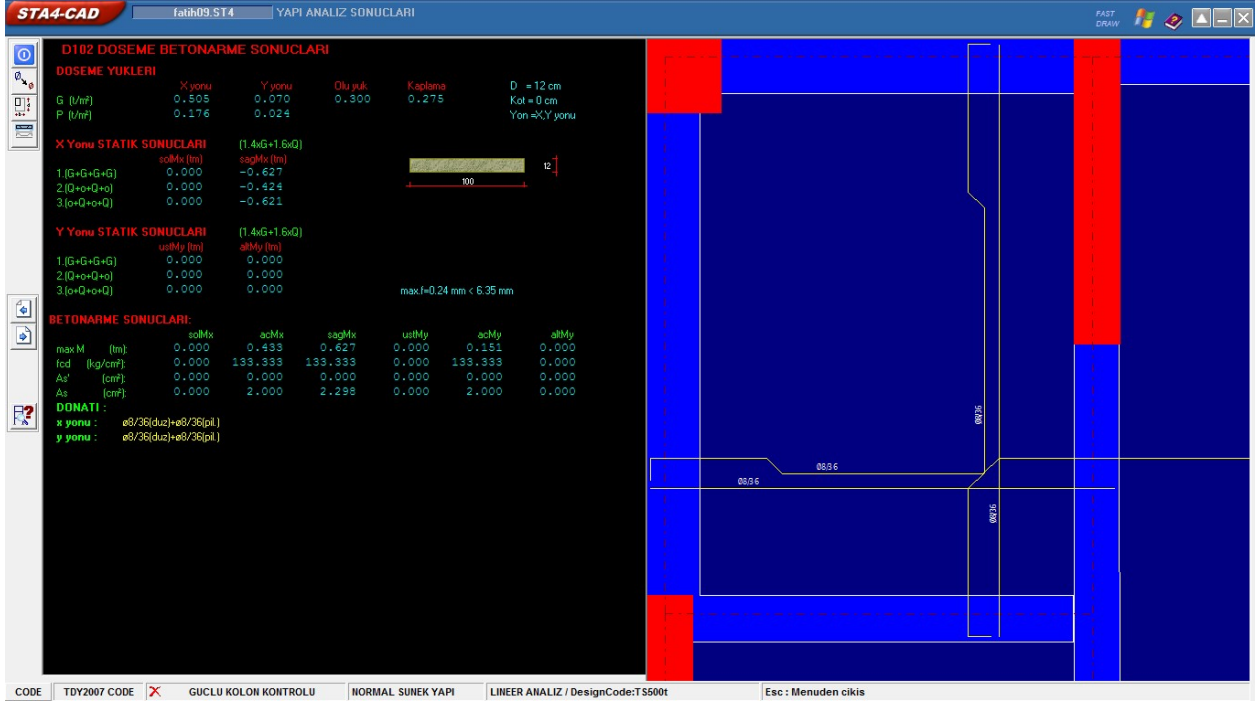
Şekil 13. de, 9 katlı binanın 27.50 metre yüksekliği göz önünde bulundurularak, kolon analizi yapıldığında tek bir kiriş numunesi şu şekilde elde edilmiştir (Doğangün, 2018).



Şekil 14. K101 Kirişi analiz sonuçları

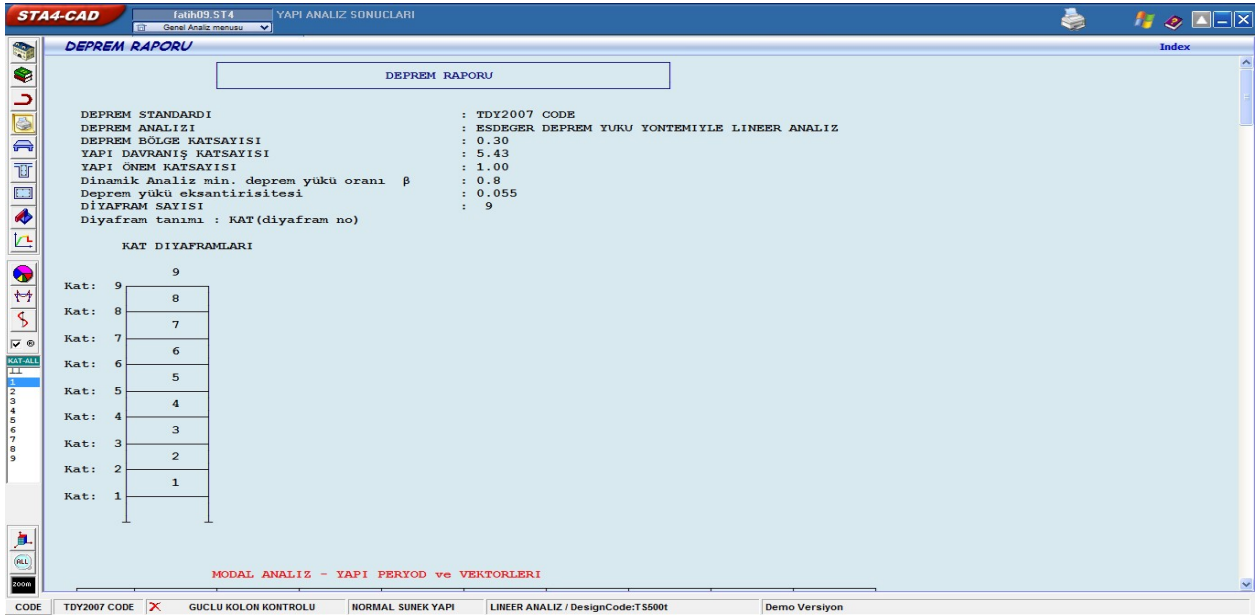
Şekil 14. de, temel kazıkları işlemi sonunda hangi sistemsel demir döşeme işleminde total yada cors la birlikte gerekli mimari projesine uygun olarak cephe uzunluğu ve köşe

koordinatları girilir. Şekil 15. de ise, Netcadden sta4cade aktarılan değerler neticesinde döşeme analizi sonuçları ise şu şekildedir.



Şekil 15. Temel döşeme analiz sonuçları

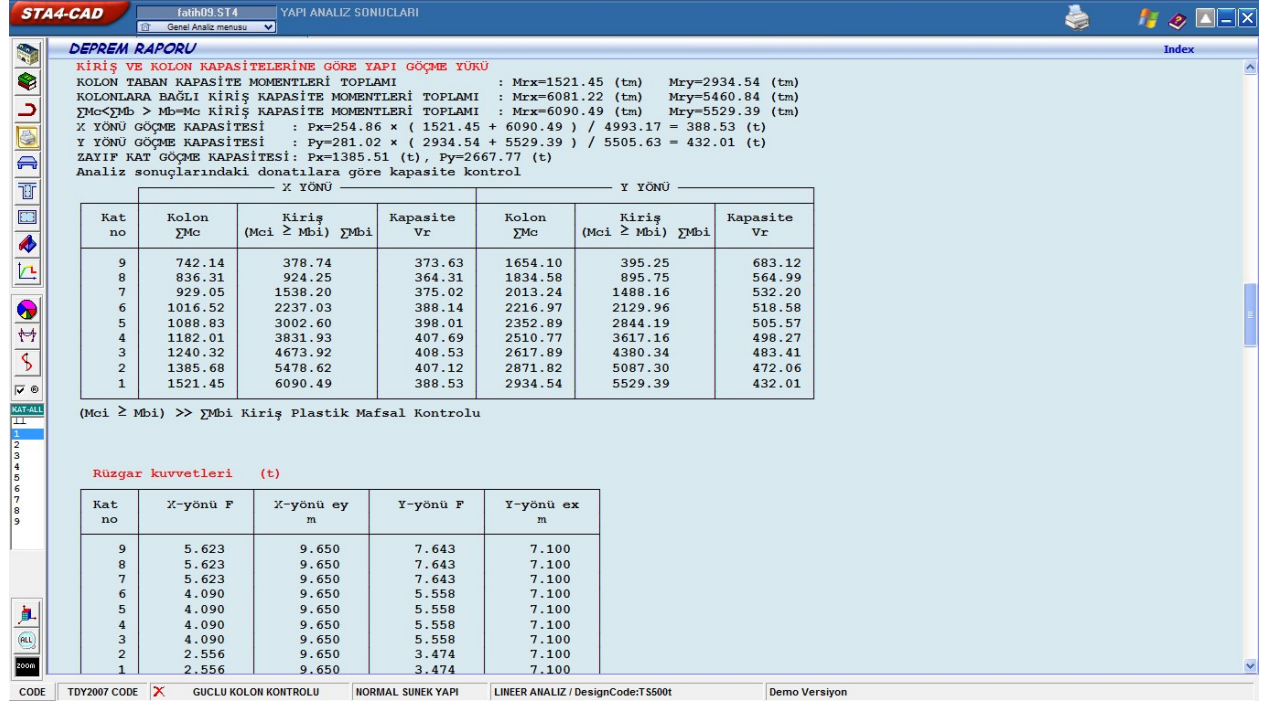
Şekil 16. da ise, 9 katın yüksekliği girilerek kolon ve kiriş analizleri sonucunda, alınan genel deprem raporu ise şu şekildedir.



Şekil 16. Genel deprem raporu

İmar Çapları Sonrası Çok Katlı Alanlarda Süneklilik Düzeyi Yüksek Yapılar Yöntemine Göre Yapı Tasarımı ve Çözümü Uygulaması Üzerine Bir Analiz

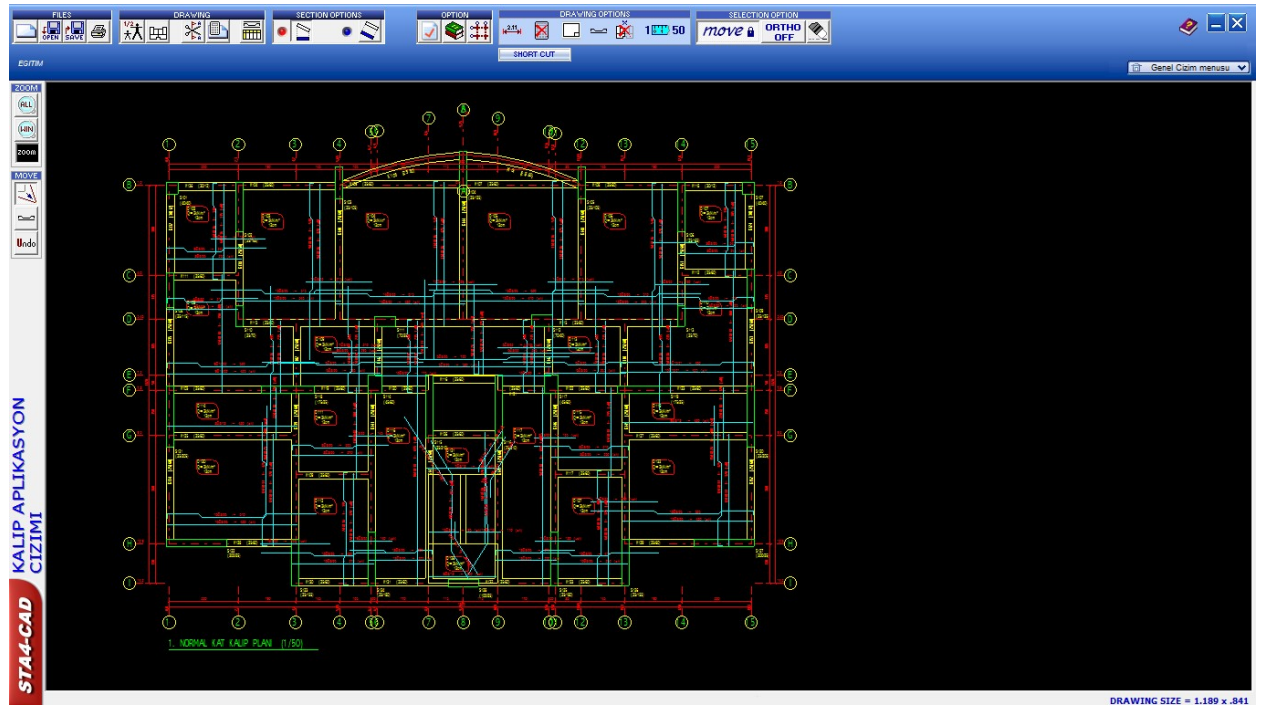
Şekil 17. de, 9 katın kat alt ve üst köşe koordinatları girilerek alınan genel deprem raporu ise şu şekildedir.



Şekil 17. Genel deprem raporu

Şekil 18. de, mimari projesinde çizilmiş olan bu yapının tüm oda cephe uzunluk ve köşe koordinatlarının gösterildiği kat kalıp planı ise şu şekildedir.

17



Şekil 18. Kat kalıp planı

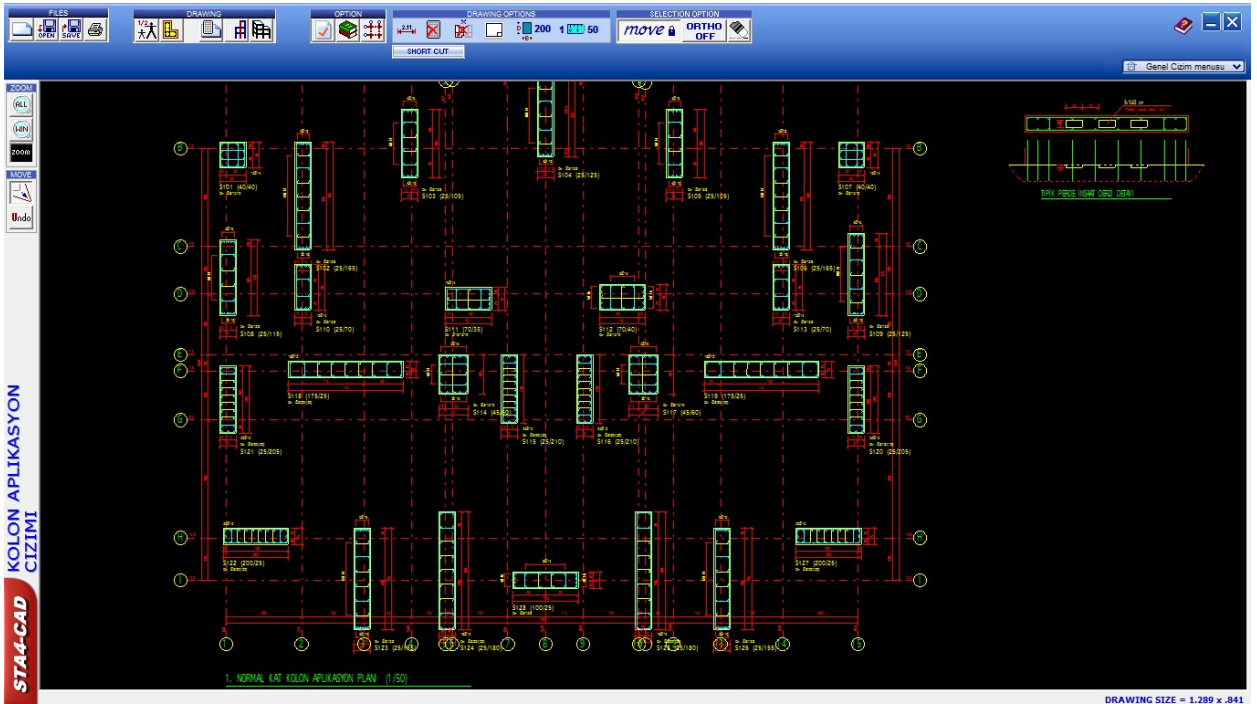
Şekil 19. da, Kiriş uzunluklarının sta4cadde gösterilmesi ise şu şekildedir.

İmar Çapları Sonrası Çok Katlı Alanlarda Süneklik Düzeyi Yüksek Yapılar Yöntemine Göre Yapı Tasarımı ve Çözümü Uygulaması Üzerine Bir Analiz



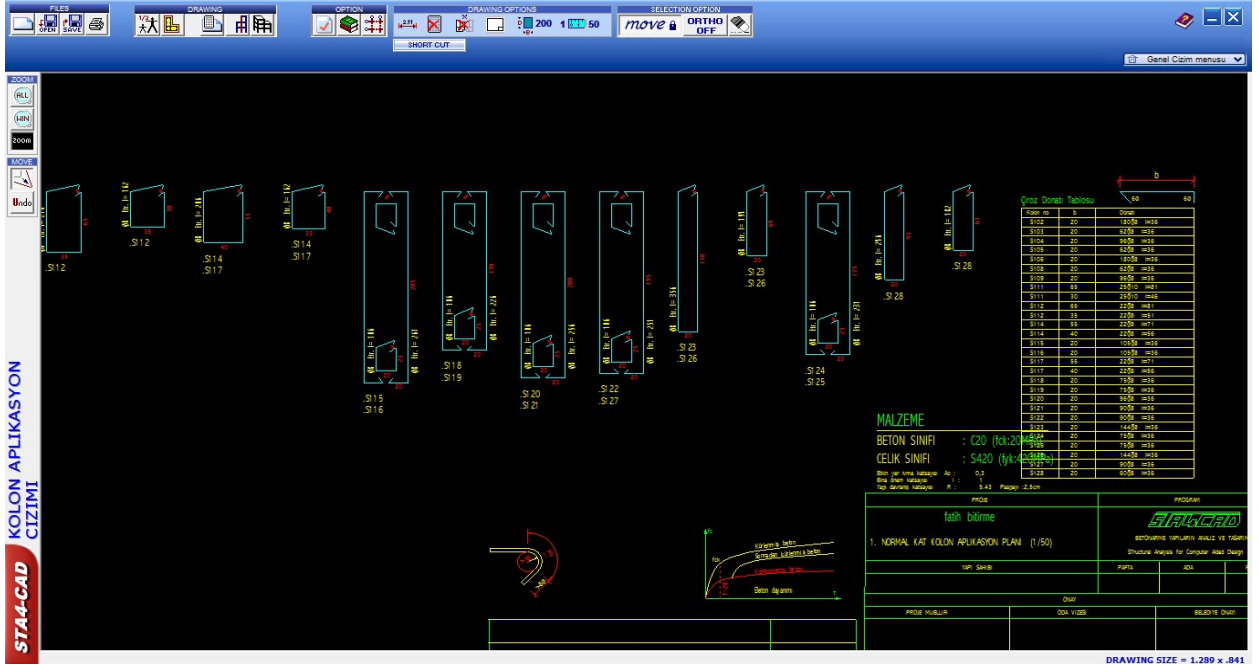
Şekil 19. Kat kiriş planı

Şekil 20. de ise, Kolon uzunluklarının sta4cadde gösterilmesi ise şu şekildedir.



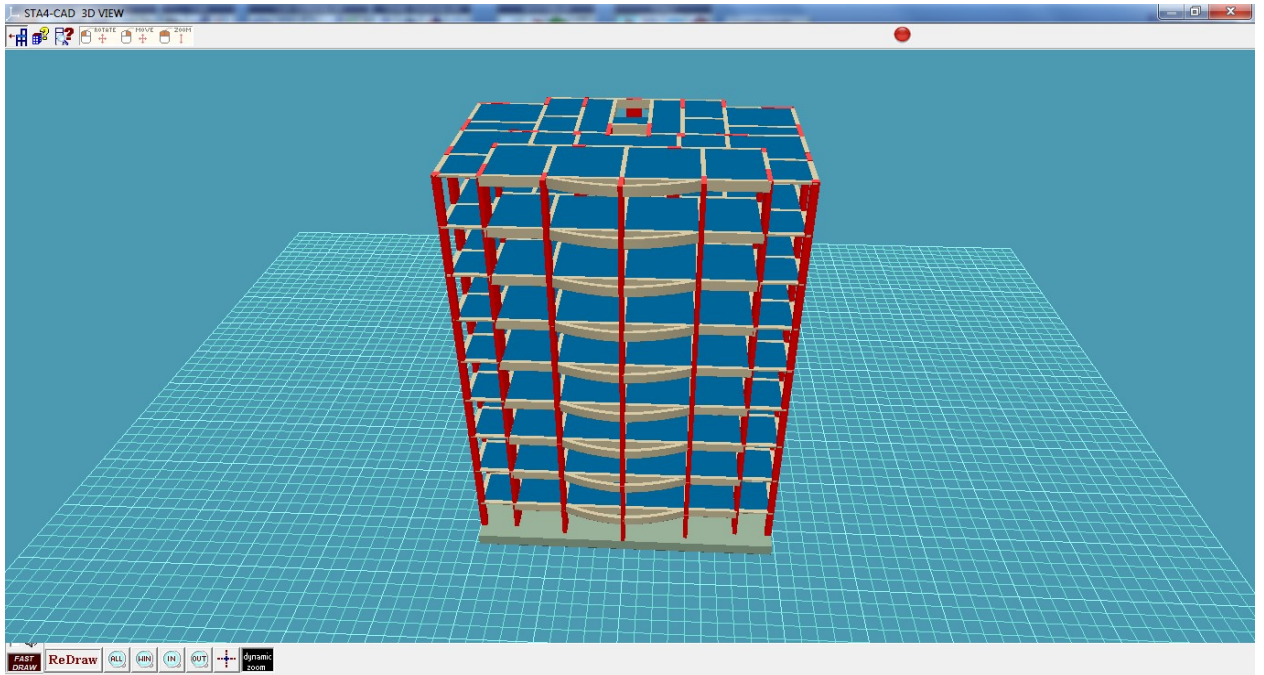
Şekil 20. Kat kolon planı

Şekil 21. de, temel aplikasyon ve kolon görünümü ise şu şekilde elde edilmiştir



Şekil 21. Temel aplikasyon ve kolon görünümü

Şekil 22. de ise, tüm bu analizler sonucunda sta4cad 3d komutu ile 27.50 metre yüksekliğinde, 9 katlı binanın kat başına uzunluk ve her koordinatları neticesinde 3d boyutlu görüntüsü elde edilmiştir.



Şekil 22. 3D boyutlu önden görünüş (Taşkaya;Taşkaya, 2019b).

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapıların meydana gelmesinde ilk nokta imar çapıdır. İmar çapları sonucunda vaziyet planı ve mimari projeler sonucunda yükseklik emsal değerlerine göre yapılar şekillenir. Bordum kat plankote'ye göre zemin kat ve zemin artı katlarda lazerli total atışlarıyla nokta okumaları uzunluk ve koordinat okumaları yapılmıştır. Betonarme yapıların tasarım, çözüm ve analizlerinde güvenle kullanılacak bu programda 9 katlı yapı çözümü gerçekleştirilmiştir. Yapı çözümünde TBDY 2018 ve TS500/2000 yönetmeliklerine göre işlem ve analizlerini yaptığından ve sonuçları ayrıntılı olarak sunduğundan dolayı yapı sisteminin dayanıklı olması sağlanmıştır ki yapı tasarım ve uygulamasında istenen birinci özellikte budur. Yapıda istenen diğer özelliklerden olan ekonomiklik ve estetiklikte programa girilen data ve değerler değiştirilerek daha iyi konuma ve duruma getirilebilir. Yapı deprem ve rüzgar yüklerine göre tasarlandı ve analizi yapıldı. Yapının girilen zati (ölü) yük değerlerini güvenle alıp, taşıyıp, düşey taşıyıcı elemanlar yardımıyla zemine aktarabilecek özellikte olduğu program analiz ve çözümünde gösterilmiştir. Betonarme yapı taşıyıcı sistemi çözümünde en sık kullanılan programlardan olan STA4CAD, tüm yapıların betonarme çözüm ve analizlerini doğru ve ayrıntılı olarak sunmaktadır.

REFERANSLAR

Doğangün, A. 2018. Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı.

DBYBHY, 2018. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

Ersöz, E. (2008). Süneklik Düzeyi Yüksek Yatay Yük Taşıyan Çelik Sistemler İçin Türk Deprem Yönetmeliği'nde Verilen Tasarım Kurallarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ.

Taşkaya , S. (2019). İnşaat Yapım İzni İçin Temel Nokta Olan İmar Çapları Üzerine Bir Araştırma, *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi* , 1(2).

Taşkaya , S., Taşkaya , S. (2019a). Çok Katlı Yapıların Ansys Paket Yazılımında Workbench Modülü Kullanılarak Ölçümlendirilmesi ve Prototip Analizlerinin İncelenmesi, *Uluslararası Mühendislik Tasarım ve Teknoloji Dergisi* , 1(2).

Taşkaya , S., Taşkaya , S. (2019b). Nitronic 60 Model Çeliğinin Ansys Paket Yazılımında 3d Boyutsal İncelenmesi , *Uluslararası Batı Karadeniz Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi* , 1(1), 38-49.

Taşkaya , S., Taşkaya , S. (2019c). İki Katlı Binanın Ansys Workbench Yazılımında Koordinat Noktalarının Ölçümlendirilmesi ve Kirişlerdeki Gerilmelerin İncelenmesi, *International Journal on Mathematics, Engineering and Natural Sciences* , 9(3), 40-57.

Url-1: <https://www.sanalogretim.com/STA4CAD-2018-TBDY-GORE/98/SetDetay>, Sta4cad Eğitimi. 2018.



A Case Study For Retaining Wall Design

Miraç KURT¹, Zafer KURT², M. Fatih YENTİMUR²

¹ TOKİ Toplu Konut İdaresi Başkanlığı, Ankara

² Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Rize

Corresponding Author email: zafer.kurt@erdogan.edu.tr

Keywords:

Retainin wall
Retainin wall design
Seismic design

Abstract

Retaining walls are indispensable elements of structural engineering. Different types of retaining wall designs can be used especially in construction works on sloping lands. While deciding on the design; The building material to be used, foundation depth, wall height, ground condition and final design loads play a key role. The aim of this study is to compare the retaining walls designed at variable angles in the plan with each other. 3 sided 'U' shaped retaining wall at 90 degree angles, exposed to soil load, was analyzed. Then, a 5-sided retaining wall was obtained by chamfering the corners of the same retaining wall. Different combinations have been tried by increasing the chamfer length. Within the scope of the study, solutions were made for 5 different designs and the results were compared.

İstinat Duvarı Tasarımına İlişkin Bir Örnek Olay Analizi

Anahtar Kelimeler;

İstinat duvarı
İstinat duvarı
tasarımı
Depreme dayanıklı
tasarım

Özet

İstinat duvarları yapı mühendisliğinin vazgeçilmez unsurlarındandır. Özellikle eğimli arazilerde yapılan inşa çalışmalarında farklı tür istinat duvarı tasarımları kullanılabilir. Tasarıma karar verirken; kullanılacak yapı malzemesi, temel derinliği, duvar yüksekliği, zemin durumu ve nihai tasarım yükleri anahtar rol oynar. Bu çalışmanın amacı planda değişken açılarda tasarlanmış istinat duvarlarını birbirleriyle karşılaştırmaktır. Toprak yüküne maruz kalan, 90 derecelik açılarda üç kenarlı 'U' şeklinde bir istinat duvarı için gerilme analizi yapılmıştır. Daha sonra aynı istinat duvarının köşeleri pah yapılarak 5 kenarlı bir istinat duvarı elde edilmiştir. Pah uzunluğu artırılarak farklı kombinasyonlar denenmiştir. Çalışma kapsamında toplam 5 farklı tasarım için çözüm yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

1 GİRİŞ

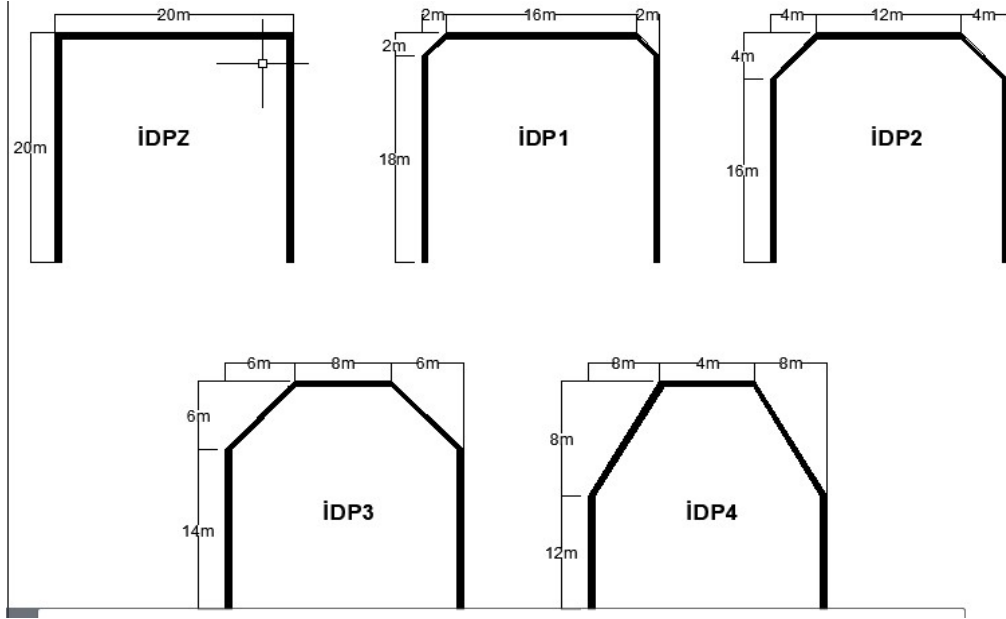
İstinat duvarları; araziden daha fazla yararlanabilmek, göçme riski taşıyan zeminlerin güvenliğini sağlamak, sel ve taşkınlardan korunmak gibi amaçlarla yapılan mühendislik yapılarıdır. Özellikle eğimli arazilere kurulan şehirlerde istinat duvarlarının sıkça kullanılması kaçınılmazdır. İnşaat mühendisliğinde son derece büyük öneme sahip bu yapılarda ekonomiklik ve dayanım açısından optimum tasarımı belirlemek için pek çok çalışma yapılmış ve yapılmaktadır (Chau ve Albermani, 2003; Ahmadi-Nedushan ve Varace, 2009; Camp ve Akin, 2011; Arslan vdig., 2018).

Her ne kadar bilgisayar, yazılım ve optimizasyon teknolojileri gelişmiş olsa da, istinat duvarı tasarımlarında diğer tüm yapılarda olduğu gibi en uygun maliyet ve optimum çözüme deneme yanılma yöntemiyle ulaşılmaktadır (Kayhan ve Demir, 2016; Öztürk, 2018). Üstelik doğru tasarımın seçilmesi istinat duvarı maliyetine ciddi biçimde etki eden bir faktördür (Kayabekir vdig., 2017). Örneğin maliyeti minimuma düşürmek için bazı uygulamalarda istinat duvarının binaya bitişik olarak inşa edilmesi yoluna gidilmektedir. Fakat bu tür uygulamalar binada burulma düzensizliklerine sebep olabilmektedir (Soyluk ve Yavuz, 2009). Genel kabul; bu olumsuzlukları gidermek için bina toplam maliyetinin yanında küçük bir ek maliyet getirmekle birlikte istinat duvarını binadan bağımsız tasarlamaktır (Soyluk ve Yavuz, 2009). Şüphesiz bir istinat duvarı tasarımı sadece ekonomiklik ve dayanım açısından ele alınmamalıdır. Yapıların ve yolların çevre güvenliğini sağlamak amacıyla inşa edilen istinat duvarları aynı zamanda ciddi bir görsel kirliliğe de sebep olmaktadır (Aksu ve Acar, 2011). Bu durum doğru tasarımın önemini bir kat daha artırmaktadır.

Bu makale çalışması yaygın olarak karşılaşılan eğimli arazilerde tercih edilen istinat duvarlarının tasarım yaklaşımına katkı sunmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla duvar planında yapılan basit tasarım değişiklikleri; istinat duvarına etki eden maksimum yük ve duvar tepe noktasının maksimum yer değiştirme değerleri üzerinden karşılaştırılmıştır.

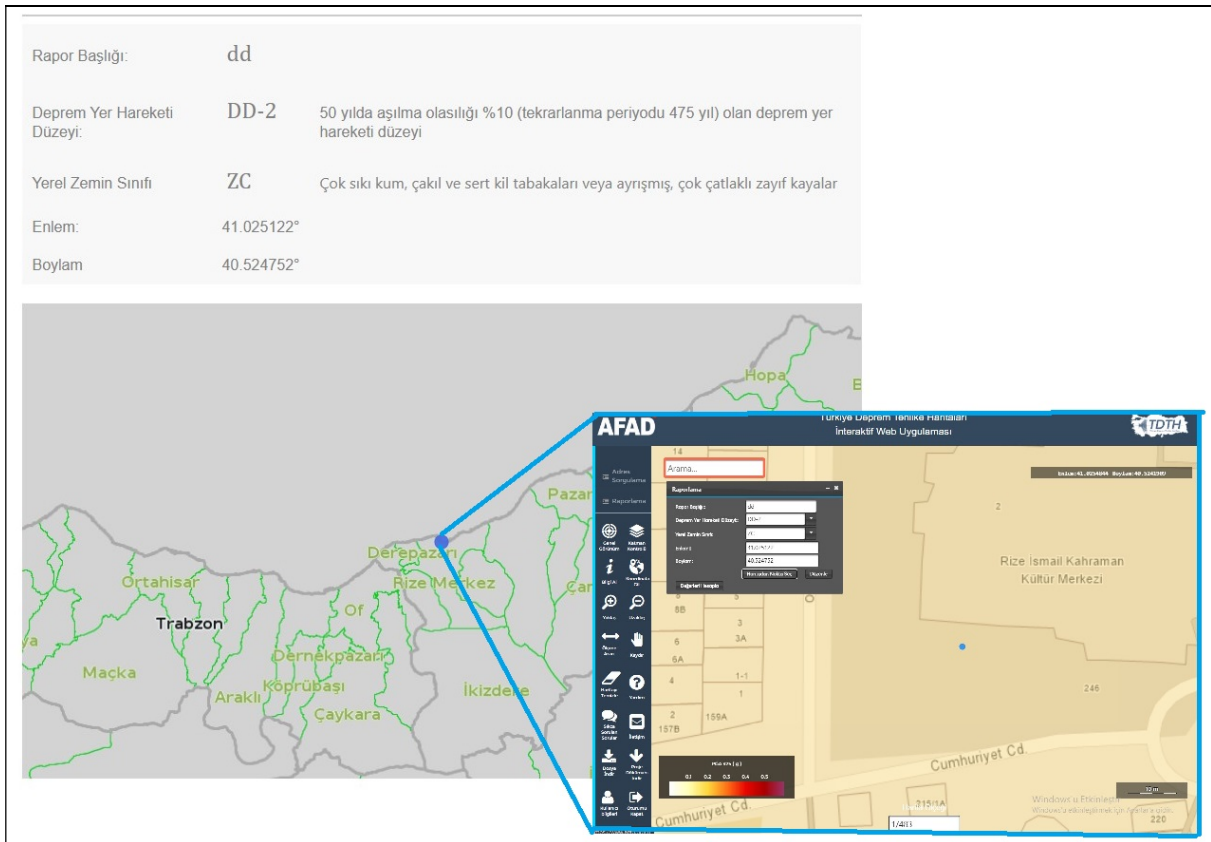
2 UYGULAMA İÇİN SEÇİLEN TASARIMLAR

Plandaki uzunluğu 20'şer metrelik üç kenardan oluşan bir hat üzerine ilk olarak; üç kenarı da düz olarak yerleştirilmiş istinat duvarı tasarımı yapılmıştır. Bu tasarım Şekil 1 üzerinde "İDPZ" olarak kodlanmıştır. Yine aynı arazi için bu kez duvar orta kenarı üzerinde sırasıyla 2m, 4m 6m ve 8m'lik pahlar yapılarak 4 farklı tasarım daha gerçekleştirilmiştir. Bu tasarımlar da Şekil 1 üzerinde sırasıyla İDP1, İDP2, İDP3 ve İDP4 olarak kodlanmıştır. İstinat duvarlarının yapım malzemesi harçlı moloz taş olarak tasarlanmıştır. Her bir tasarım için duvar kalınlık ve yükseklik değerleri sabit olup duvar kalınlıkları 30cm ve duvar yükseklikleri 300cm'dir.



Şekil 1; İstinat Duvarı Planları

Şekil 1’de sayısal uygulamaya konu olan istinat duvarlarının üst görünüşleri görülmektedir. İstinat duvarlarının güvenli tasarımı için statik toprak basınçlarının yanı sıra dinamik toprak basınçları da önemli ölçüde etki etmektedir (Arslan v dig., 2018). Örnek tasarımlar için Rize ili Merkez ilçesinde seçilen bölgenin Türk deprem yönetmeliği 2018’e göre deprem parametreleri Şekil 2’deki gibidir (TBDY, 2018).



Şekil 2; Arazinin deprem parametreleri (AFAD, 2020)

Şekil 2’de görüldüğü gibi duvarlar ZC sınıfı zemin üzerine tasarlanmış ve her bir yapı; 50 yılda gerçekleşme ihtimali %10 olan deprem (DD2) altında analiz edilmiştir. Analizler duvarların sonlu elemanlar modeli üzerinden Ansys v.17 yapısal analiz programı ile gerçekleştirilmiştir (ANSYS, 2018).

3. ANALİZ SONUÇLARI

İstinat duvarı modellerinin toprak yükleri ve DD2 depremi etkisinde gerilme analizi için oluşturulan yatay ve düşey elastik tasarım spektrumları, maksimum yer hareketleri ve harita spektral ivme değerleri Şekil 3’teki gibidir.

$S_S = 0.515$	$S_1 = 0.124$	$S_{DS} = 0.666$	$S_{D1} = 0.186$
$PGA = 0.220$	$PGV = 11.299$		

S_S : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

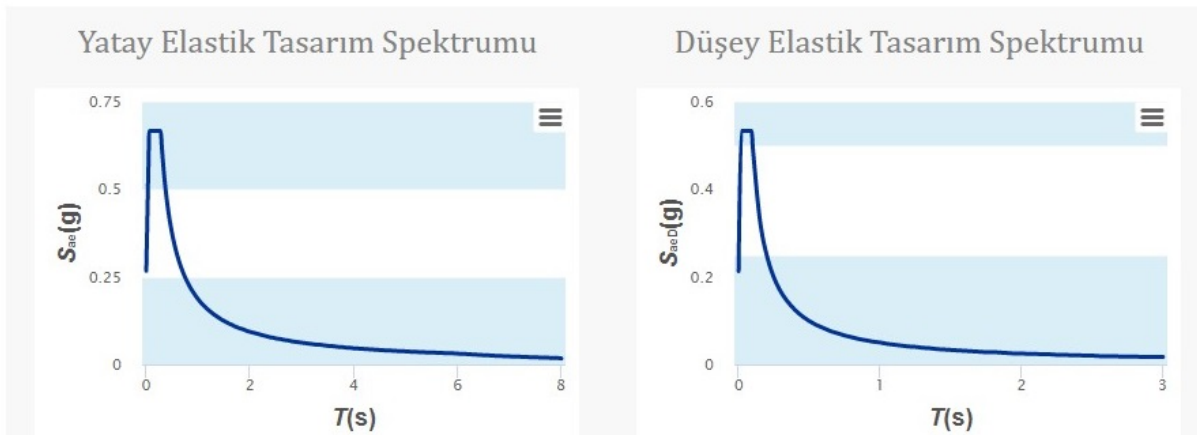
S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

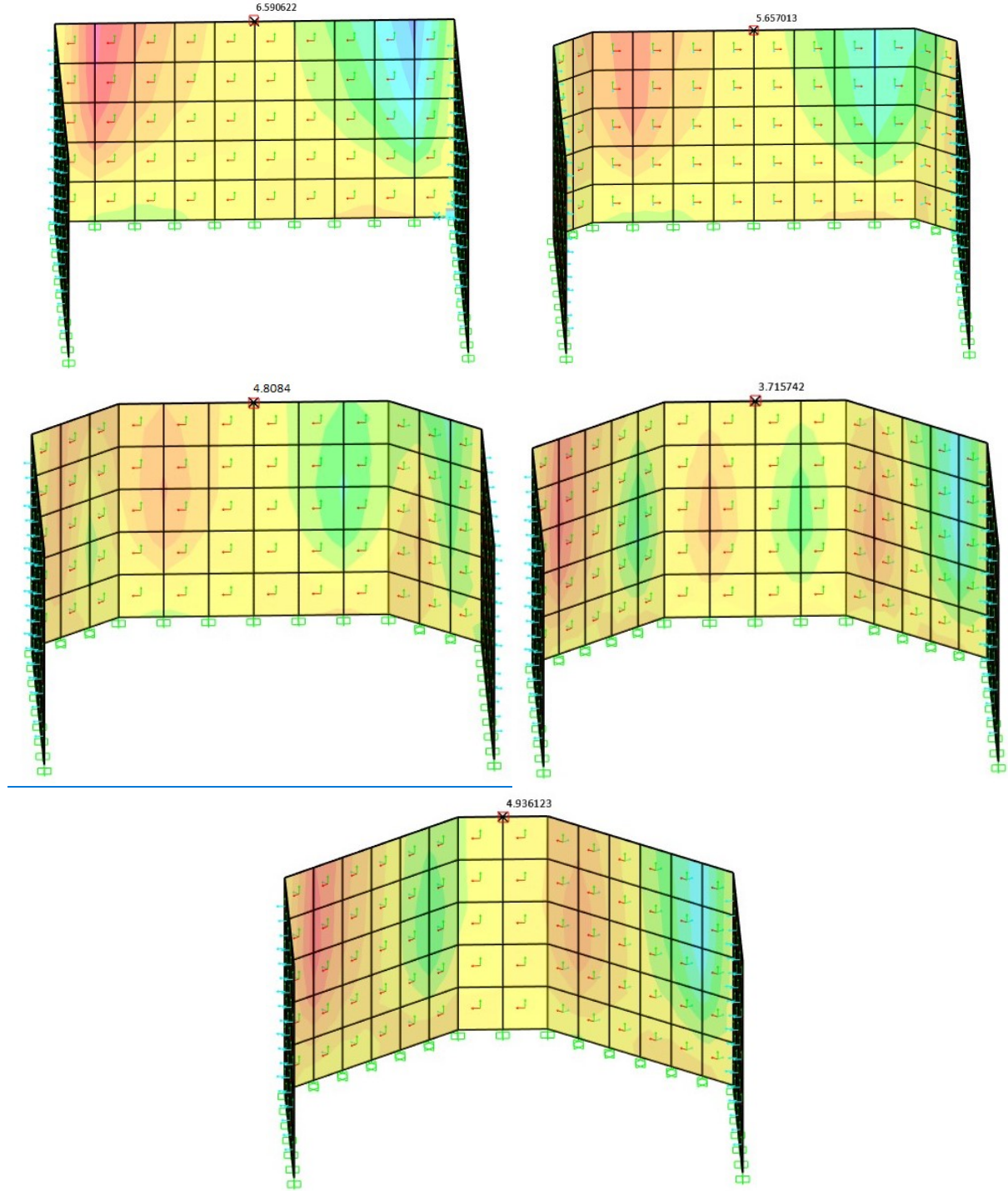
PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]



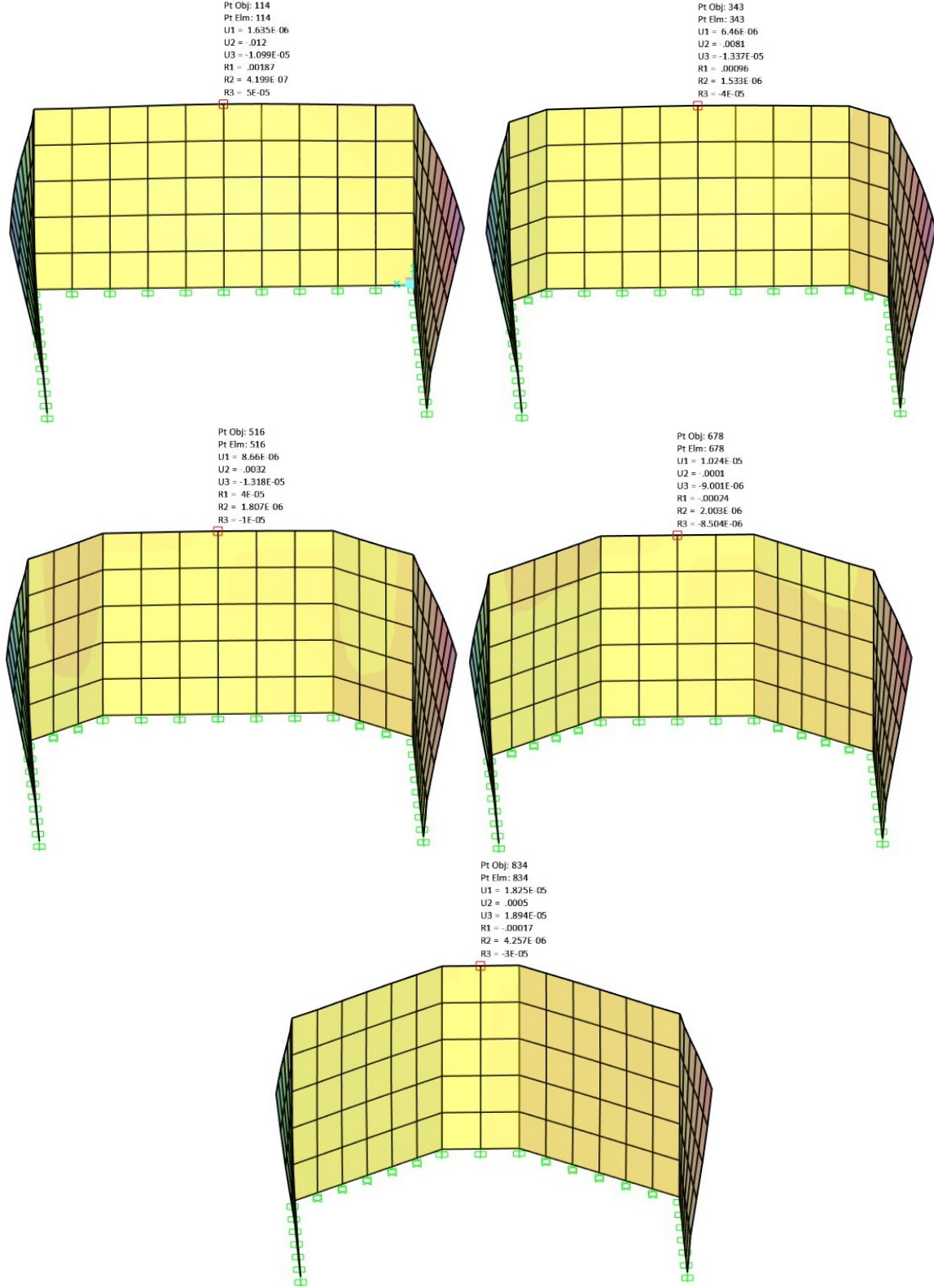
Şekil 3; Yatay ve düşey elastik tasarım spektrumları (AFAD, 2020)

Şekil 3’te görüldüğü gibi istinat duvarı modellerine etkiyen maksimum etkin yer ivmesi değeri 0,220g olarak belirlenmiştir. $G+0,3E_x+E_y$ yük kombinasyonu için duvar modelleri üzerinde meydana gelen gerilme dağılımları Şekil 4’te ayrıntılı olarak görülmektedir. Modeller arasında karşılaştırma yapabilmek için duvar orta noktasının en üst kotu “Referans noktası” olarak seçilmiştir. Bu referans noktaya göre duvar üzerinde meydana gelen gerilme değerleri de Şekil 4 üzerinde belirtilmiştir.



Şekil 4; Modellerin gerilme dağılımları ve referans noktasındaki maksimum gerilme değerleri (ANSYS, 2018)

İstinat duvarı tasarımlarının etkinliğini karşılaştırabilmek için yer değiştirme değerlerini baz almak da uygun olacaktır (Babu ve Basha, 2008). Bu çalışmada analiz edilen 5 duvar tasarımının yine $G+0,3E_x+E_y$ yüklemesi altındaki yer değiştirme ve dönme değerleri Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5; Modellerin Yerdeğiştirme ve dönme değerleri (ANSYS, 2018)

Şekil 4 ve Şekil 5’de verilen sonuçlar incelendiğinde istinat duvarının düz yerine pahlı olarak inşa edilmesi oluşan gerilme değerlerini önemli ölçüde azaltmaktadır. Daha önce yapılan mevcut çalışmalar; yaygın olarak kullanılan istinat duvarı ölçülerinde her 10kPa’lık ilave yük artışının istinat duvarı maliyetini %10’un üzerinde artırdığını göstermektedir (Saribaş ve Erbatur, 1996; Kaveh ve Behnam, 2013; Dağdeviren ve Kaymak, 2018).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma istinat duvarı tasarımlarının etkinliğini inceleyerek ekonomik ve güvenli tasarım ilkelerine katkı sunmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda aynı arazi için 5 farklı istinat duvarı tasarımı gerçekleştirilmiş ve sonuçlar gerilme dağılımı, yer değiştirme ve dönme değerleri üzerinden yorumlanmaya çalışılmıştır. Çalışma neticesinde elde edilen sonuçlar; birbirine bağlanan istinat duvarı kenarlarını dik yerine açılı yaparak önemli ölçüde gerilmenin absorbe edilebileceğini göstermiştir. Duvar üzerine etkiyen yükün azalması ile daha ekonomik tasarımlar mümkün olabilecektir. Ayrıca istinat duvarı planını dik köşeli birleşim yerine pahlı inşa ederek toplam duvar alanını azaltarak, duvar metrajında da önemli ölçüde tasarruf sağlandığı görülmektedir.

REFERANSLAR

AFAD <http://tdth.afad.gov.tr>

Ahmadi-Nedushan, B., Varae, H. (2009). Optimal design of reinforced concrete retaining walls using a swarm intelligence technique. The First International Conference on Soft Computing, UK.

Aksu, Ö., Acar, C. (2011). The Examination of Retaining Walls in Landscape Architecture: The Example of Trabzon City. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 11 (2) , 1-11 . Retrieved from <http://ofd.artvin.edu.tr/tr/pub/issue/2261/29774>

ANSYS, (2018). Ansys —version 17 Structural Analysis Program, Ansys inc. USA, <https://www.ansys.com>

Arslan, Ö, Keskin, İ , Ateş, A . (2018). Farklı Deprem Yüklerinin Betonarme Konsol Bir İstinat Duvarının Maliyetine Etkisinin Analizi. Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B- Teorik Bilimler, 6 (-), 28-35. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/estubtdb/issue/42755/516064>

Babu G.L.S., Basha B.M. (2008). Optimum Design of Cantilever Retaining Walls using Target Reliability Approach, Int. J. Geomech., 8 (4), 240-252,

Camp, C. V., Akin, A. (2011). Design of retaining walls using Big Bang Big Crunch optimization. Journal of Structural Engineering, Volume:138, Number:3, pp:438-448.

Chau, K.W., Albermani, F. (2003). Knowledge-based system on optimum design of liquid retaining structures with genetic algorithms. J. Struct. Eng., Volume:129, Number:10, pp:1312-1321.

Dağdeviren, U, Kaymak, B. (2018). Yapay arı koloni algoritması kullanılarak betonarme istinat duvarlarının optimum maliyet tasarımını etkileyen parametrelerin incelenmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33 (1), 0-0. DOI: 10.17341/gazimmfd.406796

Kaveh A., Behnam A.F. (2013). Charged System Search Algorithm for the Optimum Cost Design of Reinforced Concrete Cantilever Retaining Walls, Arabian J. Sci. Eng., 38 (3), 563-570,

- Kayabekir, A , Bekdař, G , Niđdeli, S , Temür, R . (2017). STATİK VE DİNAMİK YÜKLER ALTINDA İSTİNAT DUVARLARININ OPTİMUM TASARIMI. Engineering Sciences, 12 (1),46-56. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/nwsaeng/issue/27297/284356>
- Kayhan, A. H., Demir, A. (2016). Betonarme Konsol İstinat Duvarlarının Parçacık Sürü Optimizasyonu ile Optimum Tasarımı, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, c. 22, s. 3, ss. 129-135.
- Öztürk, H. (2018). Betonarme Konsol İstinat Duvarlarının Minimum Maliyet ve Ağırlıkla Optimum Tasarımı. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6 (4), 1258-1268. DOI: 10.29130/dubited.435059
- Saribas A., Erbatur F. (1996). Optimization and Sensitivity of Retaining Structures, J. Geotech. Eng., 122 (8), 649-656,
- Soyluk, K , Yavuz, İ . (2009). Çerçevesiz Binalarda Bodrum Kat İstinat Duvarlarının Burulma Düzensizliğine Etkisi. Teknik Dergi, 20 (97), 4653-4673. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tekderg/issue/12762/155248>
- TBDY, (2018). Türk Bina Deprem Yönetmeliği, T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.



A Review On Magnesium Oxide (Mgo) Sheets

Ali GÜRBÜZ¹, Yunus Emre KORK¹

Recep Tayyip Erdoğan University, Department of Civil Engineering, Rize, Turkey
Corresponding Author email: ali.gurbuz@erdogan.edu.tr

Keywords:

MgO levha
Yangın yalıtımı
Kompozit yapı paneli

Abstract

With the developing construction sector, the importance of light, durable, long-life and low-cost composite building materials is increasing day by day. In this study, Magnesium Oxide Wallboard, one of the composite building materials, are discussed. The physical and chemical properties of Magnesium Oxide Wallboard, their usage areas, their advantages and disadvantages compared to other composite materials and the experimental studies conducted in the literature on this material are included. As a result of the research, it was concluded that Magnesium Oxide Wallboard are more useful than other composite building materials.

Magnezyum Oksit (Mgo) Levhalar Üzerine Bir Derleme

29

Anahtar Kelimeler;

MgO Sheet
Fire insulation
Composite building
panel

Özet

Gelişen inşaat sektörüyle birlikte hafif, dayanıklı, uzun kullanım süresine sahip ve düşük maliyetli kompozit yapı malzemelerinin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Bu çalışmada Kompozit yapı malzemelerinden olan Magnezyum Oksit Levhalar ele alınmıştır. Magnezyum Oksit Levhaların fiziksel ve kimyasal özelliklerine, kullanım alanlarına, diğer kompozit malzemelere kıyasla avantajlarına ve dezavantajlarına ve bu materyal hakkında literatürde yapılan deneysel çalışmalara yer verilmiştir. Yapılan araştırma sonucunda ulaşılan bilgiler doğrultusunda Magnezyum Oksit Levhaların diğer kompozit yapı malzemelerinden daha kullanışlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

1 GİRİŞ

Kompozit malzemeler, (ya da kısaca kompozitler) birbirinden ayrı iki ya da daha fazla malzemenin bir araya getirilmesi ile imal edilen malzeme türüdür. Her kompozitte genellikle matris ve takviye malzemesi olarak iki tip madde bulunur. Bu malzemeler birbirlerinden farklı fiziksel özelliklere sahiplerdir ve bir araya getirilmeleri ile oluşan kompozit malzeme her ikisinden farklı özelliklere kavuşur. Genel olarak takviye malzemesi taşıyıcı görev üstlenir ve etrafında bulunan matris faz ise onu bir arada tutmaya ve desteklemeye yarar.

Yakın dönemde yaygınlaşmış ve sıkça kullanılan bir diğer polimer matrisli kompozit ise anorganik ve organik elyafların (elyaf olarak: fiberglas, karbon, aramid, polietilen, polipropilen vs.) kullanıldığı fiberglas bileşik, yani kompozit malzemelerdir. Kompozit Panel malzemesinin oluşumunda iki ana malzeme menşei kullanıldığı gibi, kimi zaman çok farklı alaşım ve karışımlar ile beslenen kompozit maddeleri kendi aralarında ikiye ayrılır bu ayrışma matris malzeme ve takviye malzemesi diye nitelendirilir. Bu malzemeler teknik ve dayanım ve diğer özellikleri bakımından oldukça yüksek kalitede birbirine uyumlu alaşımlardan oluşmaktadır. İki malzemenin bir araya getirilerek oluşturulduğu malzeme menşesine kompozit adı verilmektedir.

Kompozit malzemelere bir örnekte magnezyum oksit levhalardır. Magnezyum oksit, daha yaygın olarak magnezya olarak adlandırılır. Duvar yapımında Magnezya çimentosunun kullanımı antiktir. Öncelikle toprak tuğlaları için harç bileşeni ve stabilizatör olarak kullanılmıştır. Magnezya ayrıca Çin Seddi ve diğer antik simge yapılar da tespit edilmiştir. Roma çimentosunun yüksek seviyelerde magnezyum içerdiği bildirilmektedir. Magnezya, yaygın olarak geleneksel alçı bazlı alçıpan ve kontrplaklara alternatif olarak duvar kaplaması olarak kullanılır. Magnezya levhaları çentiklenebilir, yaslanabilir, kesilebilir, delinebilir ve ahşap veya çelik çerçeveye tutturulabilir. Magnezya levhaları, güvenlik ve dayanıklılık için binadaki değişiklikleri karşılamak için inşaat malzemelerinde yapılan ilerlemelere iyi bir örnektir.

Bir çimento karışımının parçası olarak kullanıldığında ve uygun kütleme prosedürleri altında ince çimento panellerine dökülen ve konut ve ticari bina yapımında kullanılabilen çok yönlü bir mineraldir. Bazı versiyonlar çok çeşitli genel bina kullanımları ve yangına dayanıklılık, küf ve küf kontrolü, ses kontrol uygulamaları ve diğer birçok fayda gerektiren uygulamalar için uygundur. Çevre dostu bir yapı malzemesi olarak, magnezyum levha, magnezyum oksit kristalleri (MgO kimyasal formülü ile) oluşturan magnezyum ve oksijen atomları arasındaki çok güçlü bağlar nedeniyle güç ve dirence sahiptir.

Bina yapımı için Magnezya levha çeşitli boyut ve kalınlıklarda mevcuttur. Kâğıt yüzü bir malzeme değildir. Genellikle açık gri, beyaz veya bej renktedir. Pürüzsüz yüz, pürüzlü doku, faydalı, çok yönlü kaliteler ile farklı uygulamalar ve kullanımlar için farklı yoğunluk ve güçler dahil olmak üzere çok sayıda versiyon ve kalite değeri mevcuttur. Magnezya çimentosu, dünya genelinde birçok alanda, özellikle magnezya esaslı cevher (periklaz) yataklarının çıkarıldığı alanların yakınında üretilmektedir. Çin, Avrupa ve Kanada'da büyük mevdualar bulunmaktadır. ABD'deki magnezyum cevheri yatakları yok denecek kadar az

seviyede bulunmaktadır. Magnezyum levha ürünlerinin kullanımını sadece Asya'da yaklaşık 8 milyon ft² olduğu tahmin edilmektedir (web1).

Birinci bölümde çalışma ile ilgili ön bilgilerin yer aldığı giriş bölümü bulunmaktadır. İkinci bölümde, kompozit malzemelerin ne olduğundan, yapısal özelliklerinden, sınıflandırılmasından ve yalıtım özelliklerinden bahsedilmiştir. İkinci bölümün devamında araştırmanın asıl konusu olan Magnezyum Oksit Levhaların ne olduğu, genel özellikleri, kullanım alanları, standart kurulumu, avantajları, dezavantajları ve Magnezyum Oksit Levhalar ile ilgili yapılmış olan çeşitli çalışmalara yer verilmiştir. Üçüncü bölümde yapılan çalışma sonucunda ulaşılan bilgiler ışığında genel bir değerlendirme yapılarak bu konu ile ilgili ileride yapılacak olan çalışmalara yönelik önerilerin yer aldığı sonuç ve öneriler bölümü bulunmaktadır. Ayrıca çalışma sonunda araştırma ile ilgili yararlanılan kaynaklar ve çalışma ile ilgili ek bilgiler ve dokümanlar sunulmuştur.

2 KOMPOZİT MALZEMELER

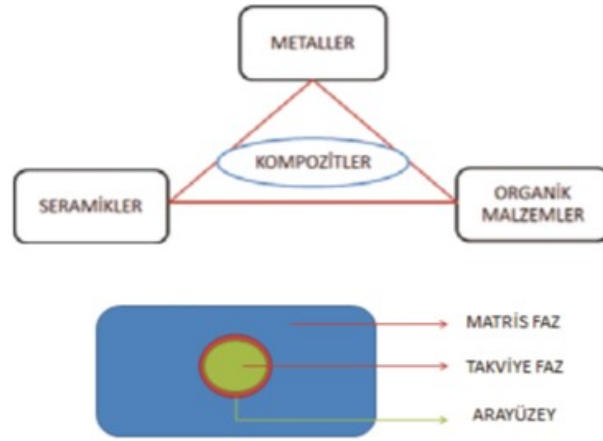
Kompozit kelime olarak, iki veya daha fazla parçadan oluşan bir malzeme anlamına gelmektedir. Kompozit malzemeler özet olarak ‘makro ölçüde birbirinden farklı iki veya daha fazla bileşenin bir ara yüzey boyunca bir araya gelmesiyle oluşan malzemeler’ şeklinde tanımlanabilir. Kompozit malzemeyi oluşturan bileşenler çoğunlukla özelliklerini korumaktadırlar (Rosato, 1997).

Tarihsel süreç içerisinde, kompozit malzemelerden daha binlerce yıl önce, evlerin yapımında saman takviyeli kerpiç bloklar şeklinde faydalanılmıştır. Günümüzde ise geleneksel malzemelerin yetersiz olduğu veya özelliklerinin geliştirilmesi gerektiği durumlar için özel malzeme olarak faydalanılmaktadır.

Amerika’da 1930’lu yıllarda cam elyafın bulunması ile modern kompozitin üretimi başlamış ve cam elyaf takviyeli kompozit malzemeler dünya pazarında yerini almıştır. Kompozit malzemeler malzeme bilimi açısından değerlendirildiğinde nispeten yeni ve ileri teknoloji malzemeler olarak görülebilir. Kompozit malzemenin en önemli özelliği mikro düzeyde homojen olmasıdır.

2.1. Kompozit Malzemelerin Yapısı

Genel itibariyle malzemeler; metal, seramik ve organik malzemeler olmak üzere üç ana grupta sınıflandırılmaktadır. Bu üç sınıf malzemenin kendilerine göre bazı üstün ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak, bu malzemelerden iki veya daha fazlasının üstün özelliklerini tek bir malzemede toplanması amacıyla makro düzeyde birleştirilerek üretilen yeni malzeme kompozit malzemedir (Şekil 1) (Kaya, 2015).



Şekil 1. Kompozit Malzemeler

Kompozit malzemeler temel olarak geleneksel malzemelerin aşağıda kısaca açıklanan bazı özelliklerinin bir veya birkaçını iyileştirmek amacıyla yapılmaktadır. Bunlar;

- Mukavemet,
- Korozyon dayanımı,
- Termal dayanım,
- Elektrik iletkenliği,
- Akustik iletkenlik,
- Ağırlık,
- Estetik görünüm,
- Fiyat.

Yukarıda açıklandığı üzere kompozit malzeme matris anafazı ve bunun içine dağılmış takviye elemanlardan oluşur (Hahn ve Tsai, 1980). Takviye ve ana malzeme olarak genellikle cam, seramik, plastik ve metaller kullanılmaktadır.

Matris yapı (faz) elemanı (malzeme) uygulanan bir kuvveti ara yüzey bağı vasıtasıyla takviye edici faza iletir ve dağıtır. Böylece takviye fazını planlanan şekilde tutarak tahribatı önler. Kompozit malzemelerde yükü taşıyan takviye elemanlarının fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri bakımından matris malzemelerinin mekanik özelliklerinin önemi büyüktür.

Takviye faz, üretim esnasında matris fazın tane büyüklüğünü kontrol eder ve iletilen yükleri paylaşarak karşı koyar. Matris yapı ile takviye elemanı arasında bağlayıcılık görevi yapan ara yüzey bağı ise, genellikle kırılma özelliği göstermesine rağmen oluşan herhangi bir kuvveti çözülmeye ve kırılmaya uğramadan takviye fazına iletir. Bu bölge malzemenin elastikiyet modülünü etkileyen en önemli bölgedir. Bu yüzden kompozit malzemenin dayanıklılığı ara yüzey bağının istenilen şekilde olmasına bağlıdır (Qu, 1993).

Yüksek performanslı kompozitler, çelik ve alüminyum alaşımları gibi geleneksel yapı malzemelerinden daha iyi performans gösteren kompozitlerdir. Polimer (plastik benzeri) matrislerle neredeyse bütünüyle fiber takviyeli kompozitlerdir.

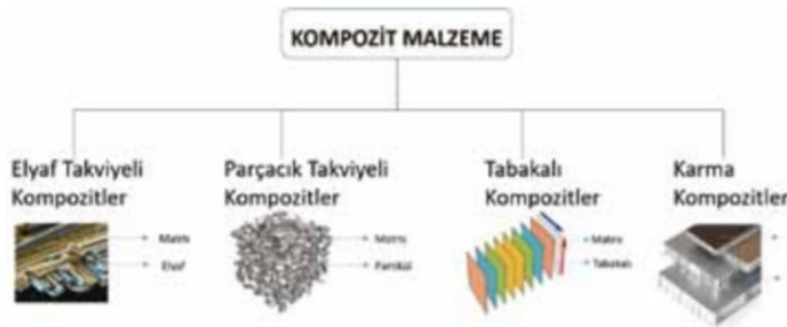
Yüksek performanslı kompozitlerde kullanılan fiberler, cam, karbon, bor, silisyum karbür, alüminyum oksit ve belirli tipteki polimerler de dahil olmak üzere çok çeşitli malzemelerden yapılır. Bu lifler genellikle daha büyük filamentler veya demetler oluşturmak için iç içe geçerler. Böylece, eğer bir lif veya birkaç tekil lif koparsa, yapısal birim bütün olarak – filaman veya demet – bozulmadan kalır. Lifler genellikle kompozitlere, tasarlandıkları mukavemet ve sertlik gibi özel özellikleri sağlarlar.

Buna karşın, yüksek performanslı bir kompozitteki matrisin amacı, fiberleri bir arada tutmak ve onları dış ortamdan (ısı veya nem gibi) ve kaba kullanımdan kaynaklanan hasarlardan korumaktır. Matris ayrıca bir kompozit üzerine yerleştirilen yükü bir fiber demetinden diğerine aktarır.

Çoğu matris, polyesterler, epoksi vinil ve bismaleimid ve poliimid reçineler gibi polimerlerden oluşur. Herhangi bir matrisin fiziksel özellikleri, kompozitin nihai kullanımlarını belirler. Örneğin, matris düşük bir sıcaklıkta erir veya çatlarsa, kompozit, yalnızca erime veya çatlama noktasından daha düşük sıcaklıklarda uygulamalar için kullanılabilir.

2.2. Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması

Kompozit malzemeler kısaca açıklandığı üzere, mekanik dayanımını yerine getiren farklı geometrik parçalardan (örneğin lif) ve bu parçaları bir arada tutan polimerik, metal veya seramik malzemelerden oluşur. Yapılarında pek çok malzeme barındıran kompozit malzemelerin sınıflandırılması çok değişik şekillerde yapılabilir. Fakat en yaygın sınıflandırma şekli, yapısında bulunan matris ve takviye malzemeye göre yapılmaktadır.



Şekil 2. Kompozit Malzemenin Takviye Ediciye Göre Sınıflandırılması

3. MAGNEZYUM OKSİT LEVHALAR

Magnezyum oksit (MgO) levhalar, yeni nesil ekolojik yapı malzemesi olarak kullanılan bina ve duvar kaplamaları şeklinde sıkça karşımıza çıkmaktadır. En basit şekliyle, kostik magnezyum oksit ve magnezyum tuzları sulu çözeltisi, tercihen klorür veya sülfattan oluşan bir bağlayıcıdır. Magnezyum oksit duvar kaplaması, sac konstrüksiyon ve magnezyum bağlayıcıya dayalı tasarım malzemesidir. Takviye malzemesi olarak kostik manyezit,

magnezyum klorür, genişletilmiş perlit ve cam elyaftan oluşur. Sorel çimento olarak da adlandırılan Magnezya bağlayıcı, 1866'da Fransız mühendis C. Sorel tarafından sunulan magnezyum okside dayanmaktadır. Magnezyum oksit duvar kaplaması esas olarak hem yeni inşaatta hem de zaten inşa edilmiş nesnelere onarımında ve bina cephelerinin imalatında bir inşaat substratı olarak kullanılır. Ayrıca bazı durumlarda, cephe malzemeleri veya yağmur perdesi olarak magnezyum levhalar kullanılır. Bazen magnezyum levhalar alçı uygulaması için temel oluşturabilir. Üreticilerin büyük bir kısmı Çin ve Güney Kore'de bulunmaktadır (Gravit vd., 2017). Şekil 3'de MgO levha örneklerine ilişkin bir fotoğraf görülmektedir.



Şekil 3. MgO Levha Numuneleri (WEB-2)

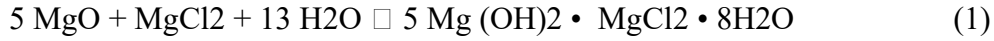
İnşaat tahtası, iç duvar kaplaması, yapısal kaplama, Sofit tahta, dış cephe kaplaması, kaplama tahtası, fayans döşeme tahtası, tezgah döşemesi, radyan bariyer kılıfı, yapısal sargı, sıva sargısı, pencere sarma, tavan döşemesi ve reklam panoları gibi çeşitli uygulamalarda kullanılabilir. Ortaya çıkan inşaat tahtası avantajlı olarak genellikle yangına dayanıklı, suya dayanıklı ve geleneksel alçı duvar kaplaması ve diğer yapı malzemelerinden daha dayanıklıdır (Feigin ve Choi, 2011).

3.1. Magnezyum Oksit Levhaların Genel Özellikleri

Magnezyum Oksit duvar panoları, magnezyum oksiklorür çimentosu (Sorel Çimento), magnezyum oksit, kum ve perlit gibi inorganik dolgu maddelerinden oluşan bir bileşime sahiptir. Levhalara, biri yüksek yoğunluklu ve bir tabakanın dokunmamış olduğu 3 kat fiberglas ağ ile yapısal olarak yardımcı olunur.

Magnezyum oksit kaplama için çimento bağlayıcı olarak sorel çimento (magnezyum klorür çimento) kullanılır. Sorel çimentosu Portland çimentosu üzerinde yüksek yangın dayanımı, düşük ısı iletkenliği ve inorganik ve organik agregalarla olan güçlü bağı gibi birçok üstün

özelliği için kullanılmaktadır (Phair 2006). Magnezyum oksiklorür çimentosu, magnezyum oksit (MgO) ile karıştırılmış bir H₂O, MgCl₂ ve MgO oranında magnezyum klorür (MgCl₂) tuzlu su çözeltisinin sonucudur (Caine & Ellis 2008). Sorel Çimento'nun ayarlanması için kimyasal reaksiyon, Denklem 1'de gösterilen 5 fazlı hidratlı magnezyum oksiklorür ürünü (Caine & Ellis 2008) oluşturan birçok form olabilir.



Bununla birlikte, magnezyum klorür fazları suya uzun süre maruz kaldıktan sonra stabil değildir. Bağlanma fazlarının bu dengesizliği, magnezyum klorür veya magnezyum hidroksitin süzülmesine yol açar (Phair 2006).

Levhaların ana bileşenleri, Magnezyum oksit (MgO) ve Magnezyum klorürdür (MgCl₂). Hafiflik, yalıtım, işlenebilirlik ve akustik özellikler gibi özellikleri geliştirmek için Perlit, talaş ve cam elyafı gibi diğer bileşenler ilave edilir. MgO levhanın kimyasal bileşimi Mg(OH)₂+MgCl₂+H₂O olarak yazılabilir. Magnezyum oksit levhanın kimyasal bileşimindeki oranlar Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Magnezyum Oksit Levhanın Kimyasal Bileşimi

Chemical name	Weight percentage	
	Type 1	Type 2
Magnesium oxide (MgO)	40%	50-53%
Magnesium chloride (MgCl ₂)	27-35%	20-28%
Perlite	5-10%	0%
Woodchip	15%	2-10%
Fiberglass	5-8%	18-19%

Magnezyum oksit levhalar genel olarak aşağıdaki özellikleri nedeniyle tercih edilmektedirler:

- A sınıfı yangına dayanıklı malzemedir.
- Su direncine sahiptir.
- Hava etkisi yoktur.
- Darbeye dayanıklıdır.
- Düşük ısı iletkenliğine sahiptir.
- Termit ve böcek önleyicidir.
- Daha iyi ses yalıtımı sunar. 10 mm kalınlığında levhalar için yaklaşık 38 db.
- Katmanların delaminasyonu yoktur.
- Yumuşak yüzeye sahiptir.
- Doğal bir üründür. Asbest v.s içermez.
- İşçiliği oldukça kolaydır.

3.2. Magnezyum Oksit Levhaların Kullanım Alanları

Magnezyum oksit levhalar havalandırılmalı cephelerin üretiminde bir revizyon olarak, dekoratif bir malzeme olarak, bir temel dolgusu için farklı kalıp tipleri olarak ve bir yangın tehdidine karşı bir koruyucu olarak geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. Dış cephe kaplamalarında, iç ve dış mekan bölmelerinde, zemin ve katlar arası döşemelerde, çatılarda membran, şingil altı döşemelerde, prefabrik ve çelik yapılarda, asma tavanda, ayrıca ısı, ses, su, nem ve yangın yalıtımı gerektiren her yerde kullanılmaktadır. Genel olarak; yapılarda iç ve dış cephe kaplamasında, dış cephe mantolamasında, iç mekanlarda bölme duvar sistemlerinde, yangın yalıtımlarında, asma tavan ve yükseltilmiş zemin yapımında, ses yalıtımında, çatı altı levha kullanımında, hafif çelik ve prefabrik yapılarda, ağır çelik yapılarda taşıyıcı sistemlerin yangın yalıtımında, soğuk hava depolarının yalıtımında, mobilya imalatında (yanmaz kapı, tezgah, dolap vb.), zemin betonu üzerinde döşeme alt destek malzemesi olarak, su ve nemin etkili olduğu mekanlarda, yangın kapısı ve yanmaz şaft kapağı üretiminde kullanılmaktadır.

MgO levhalar piyasada genellikle alçı duvar panolarına benzer şekilde kullanılmaktadır. Doğru bir kurulum ile 10 mm kalınlıktaki bir levhanın 90 dakikalık bir yangın yalıtımı sağladığı ölçülmektedir. Kalınlık arttıkça; 12 mm'lik levhanın yangın yalıtımı 120 dakikaya, 14 mm'lik bir levhanın ise 180 dakikaya ulaştığı ölçülmektedir.

Malzeme Güvenliği Veri Sayfaları, toza maruz kalmayı azaltan levhaları kesmek için yöntemler hakkında bilgi sağlar. MgO levhalarının toksik olmadığı düşünülse, sağlık tehlikelerini azaltmak için toza maruz kalma en aza indirilmelidir. MgO levhalarını kesmek için tercih edilen yöntem, vakum ekstraksiyonu ve uygun bıçak ile donatılmış bir toz azaltıcı dairesel testere kullanmaktır. Bununla birlikte, uygun görülen diğer yöntemler, levhayı puanlamak ve daha sonra skor boyunca tutturmak için karbür uçlu faydalı bıçakların kullanılması, elyaf çimento tabakaları veya uygun toz azaltma önlemlerine sahip dairesel testerelelerdir (Jays, 2017).

Magnezyum Oksit levhalar, uygun ahşap veya metal çerçevelere ve duvar ürünlerine takılabilir. Yığma malzemelere uygulama için, yığma yapıştırıcılar montaj için uygundur. Magnezyum oksit duvar kaplamaları metal çerçeveye sabitlenirken, farklı metaller veya diğer korozyon mekanizmaları nedeniyle korozyonun en aza indirilmesi, tutturucunun sabitleyeceği metal çerçeve üzerine yapışan bir silikon film, mastik bant uygulanmasıyla elde edilebilir. MgO kaplama levhaları, levhalar doğrudan yağmura ve / veya havaya maruz kaldığında, akrilik siloksan su yalıtım malzemesi ve yağ bazlı boya ile kaplanması önerilir (Jays, 2017).

4. MAGNEZYUM OKSİT LEVHALAR İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Gravit vd. (2017), yapmış oldukları çalışmada magnezyum oksit duvar kaplamasının kullanım sorunlarını test etmişlerdir. Magnezyum oksit duvar panellerinin, özel iklim koşulları altında yüzeyde konsantre bir tuzlu su olarak nem oluşumu ve farklı magnezyum levhaları arasında net bir ayrım olmaması gibi bazı kusurlara sahip olduğu yazarlar tarafından düşünülmüştür.

Bu malzemenin kullanımı, ahşap detaylarda çerçevenin korozyonuna ve küf kaynağına neden olabileceği sonucuna varılmıştır. Yazarlar, yabancı bir veri kaynağından SML kullanımının olumsuz sonuçları hakkında bilgi vermektedir. Sonuç olarak araştırmacılar, net bir magnezyum duvar kaplaması sınıflandırması sağlamanın ve görüşlerine göre Rus standart formülasyonuna yol açacak teknik gereksinimleri tanımlamanın gerekli olduğunu belirtmektedir.

Dubecky vd. (2017), yapmış oldukları çalışmanın amacı Slovakya'da laboratuvar koşullarında üretilen MgO levhaları ile Çin'den gelen MgO levhalarını karşılaştırmışlardır. Deneysel MgO levhasını Çin'den gelen bir MgO levhası ile karşılaştırmak için bükülmedeki çekme mukavemetini incelemişlerdir. Deneysel MgO levhasının bir yönde bükülmedeki gerilme mukavemetinin, ticari levhanın beyan edilen mukavemetinden daha yüksek olduğunu, ancak ikinci yönde, ticari MgO levhasının beyan edilen mukavemetinin neredeyse yarısı olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın sonuçları, MgO levha üretiminin Slovakya yerel kaynakları ile üretilebileceğini doğrulamaktadır.

Rusthi vd. (2017), yapmış oldukları çalışmada, Avustralya'da bulunan iki farklı tipte magnezyum oksit levhaların termal özellikleri ölçülmüş ve iki tip MgO levha ile kaplı LSF duvarlarının 3 tam ölçekli yangın testi kullanılarak yangın performansı araştırılmıştır. İki tip MgO levhası üzerinde yapılan termal özellik testleri, MgO levhasının yüksek sıcaklıklarda çok yüksek kütle kaybına sahip olduğunu göstermiştir. Bu yüksek kütle kaybının MgO levhanın çatlamasına neden olacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Hansen vd. (2016), yapmış oldukları çalışmada Danimarka'da MgO levhalarının nem tutma ve taşıma özelliklerini incelemişlerdir. MgO levhalarında oluşan hasarların yüksek dış ortam nemi (%90-100 bağıl nem) olan dönemlerde nemi emmesi ve yüzeyde su damlaları oluşmasından kaynaklandığı görülmüştür. MgO levhalarının çevredeki havadan aşırı miktarda nemi emmeye başladığı sınırın %84 bağıl nem seviyesi olduğu görülmüştür. Yaklaşık %84 bağıl nemin üzerinde, MgO paneller yüzeylerde tuzlu su damlaları oluşturacak ve bu su, levhalarla bağlantılı ahşap yapılarda emilecek, su emilimi artacak ve ahşapta küf büyümesine yol açabileceği ileri sürülmüştür. Çalışma sonucunda MgO levhaların dış sahalarda veya levhaların nemli bir iklimle temas ettiği başka bir uygulamada kaplama olarak uygun olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Magnezyum Oksit Levhalar ile ilgili yapılan araştırmalar; yapı malzemesi olarak son yıllarda sıklıkla kullanılan magnezyanın alternatif yapı malzemelerinin birçoğundan daha üstün dayanım özelliklerine sahip olduğu görülmüştür. MgO levhanın kullanım alanı açısından çeşitli iklim koşullarına uygun kimyasal ve fiziksel bir yapıya sahip olduğu söylenebilir. Magnezyum oksit levhalar inşaat sektöründe hemen her alanda kullanılacak kompozit panel olarak öne çıkmaktadır.

Geleneksel olarak kullanılan yapı levhalarının yerine MgO levhaların tercih edilmesi yangına ve darbeye dayanım, renk seçenekleri ve çevre dostu olmasından dolayı tercih edilebilir. Ancak, MgO levhaların üretimi diğer yapı levhalarına kıyasla hazırlanışında sıkı kontrol

gereksinimi, aşırı yüksek nemli ortamlarda deformasyona uğraması ve özellikle yüksek maliyetinden ötürü dünyada kullanımının olması gerektiği kadar yaygınlaşmadığı görülmektedir.

Magnezyum oksit duvar panosunun sınıflandırması, terminolojisi, çalışma yöntemleri ve duvar panellerinin farklı markaları için kalite spesifikasyonlarını oluşturan normatif belgelerin oluşturulması tavsiye edilir. Magnezyum oksit levhaların neme karşı dayanımını artıracak çalışmalara öncelik verilerek kullanım alanının genişletilmesi ve yaygınlaştırılması sağlanabilir.

REFERANSLAR

- Caine, GE & Ellis, CW (2008), Magnesium oxychloride cement, PCT/US2007/084085, Google. Patents, <<https://www.google.com.au/patents/WO2008063904A2?cl=en>>.
- Dubecký, D., Špak, M., & Kozlovská, M. (2017). Experimental preparation of magnesium oxide board. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 861, pp. 11-18). Trans Tech Publications Ltd.
- Feigin, M. E., & Choi, T. S. (2011). U.S. Patent No. 7,998,547. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Gravit, M., Zybina, O., Vaititckii, A., & Kopytova, A. (2017, April). Problems of magnesium oxide wallboard usage in construction. In *Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport* (pp. 1093-1101). Springer, Cham.
- Hahn, H. T., & Tsai, S. W. (1980). *Introduction to composite materials*. CRC Press.
- Hansen, K. K., Bunch-Nielsen, T., Grelk, B., & Rode, C. (2016). Magnesium-oxide boards cause moisture damage inside facades in new Danish buildings. In *International RILEM Conference on Materials, Systems and Structures in Civil Engineering* (pp. 151-161). Rilem publications.
- WEB1- https://en.wikipedia.org/wiki/Magnesium_oxide_wallboard
- WEB2- <http://www.altugyapi.com/magnezyum-oksit-levha/#> ; Altuğ Yapı, Bursa,
- Jays, N. (2017). *Study Of The Degradation Of Magnesium Oxide Wallboard*. University of Southern California. Bachelor Of Engineering (Mechanical) (Honours).
- Kaya, A. İ. (2015). *Atık kâğıtlardan geri kazanılmış liflerden kompozit malzeme üretim olanaklarının araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Doctoral dissertation, Doktora tezi), Isparta).
- Phair, J. W. (2006). Green chemistry for sustainable cement production and use. *Green chemistry*, 8(9), 763-780.
- Qu, J. (1993). The effect of slightly weakened interfaces on the overall elastic properties of composite materials. *Mechanics of Materials*, 14(4), 269-281.
- Rosato, D. V. (1997). *Designing with reinforced composites: technology, performance, economics*. SPE books.
- Rusthi, M., Ariyanayagam, A., Mahendran, M., & Keerthan, P. (2017). Fire tests of Magnesium Oxide board lined light gauge steel frame wall systems. *Fire Safety Journal*, 90, 15-27.



The Role Of Architectural And Engineering Creations In Tourism

Cemalettin TERZİ¹, Ali GÜRBÜZ¹

Recep Tayyip Erdoğan University, Department of Civil Engineering, Rize, Turkey
Corresponding Author email: cemalettin.terzi@erdogan.edu.tr

Keywords:

Structural
engineering
Architectural Works
Structures and
Tourism

Abstract

Throughout history, engineering creations have been associated with the level of development of cities and have played a role as tourism items. But in recent years, a new trend called "Bilbao Impact" has emerged and it has shown to the whole world that not only historical buildings but also new works are in tourism. The main purpose of this study is to show the contribution of tourism and engineering creations. For this purpose, the examples of Dubai and Batum cities were examined and the effects of the buildings on the number of visitors visiting the city were examined. The situation in our country is also briefly evaluated in the scope of the study.

6

Mimari Ve Mühendislik Eserlerin Turizmdeki Rolü

Anahtar Kelimeler;

Yapı Mühendisliği
Mimari Eserler
Yapı ve Turizm

Özet

Mühendislik eserler tarih boyunca şehirlerin gelişmişlik düzeyiyle ilişkilendirilmiş ve birer turizm ögesi olarak rol oynamışlardır. Fakat son yıllarda "Bilbao Etkisi" olarak adlandırılan yeni bir akım doğmuş ve sadece tarihi yapıların değil yeni yapılan eserlerin de turizmde rol sahibi olduğunu bütün Dünya'ya göstermiştir. Bu çalışmanın temel amacı da özellikle mimarlık ve mühendislik eserlerin turizme yaptığı katkıları ortaya koymaktır. Bu amaçla Dubai ve Batum şehirlerinden örnekler verilerek inşa edilen binaların şehri ziyaret eden turist sayıları üzerindeki etkileri irdelenmiştir. Ülkemizdeki durum da çalışma kapsamında kısaca değerlendirilmiştir.

1 GİRİŞ

Mimari ve mühendislik eserlerin turizm açısından her dönemde bir cazibesi olmuştur. Tarih boyunca ileri medeniyetler, inşa ettikleri mühendislik eserlerle kendilerini kabul ettirmişlerdir. İnşaat mühendisliğinin İngilizce 'de "Civil Engineering" yani medeniyet mühendisliği olarak anılmasının temel sebebi de budur. İnsanlar kendi yaşadıkları şehirlerden daha gelişmiş şehirleri ziyaret etmek oralarda vakit geçirmek istemektedirler. Mimarlıkta "Bilbao Etkisi" olarak ifade edilen akım, şehir planlamasının önemine dikkat çekilmesine sebep olmuştur (Plaza, 2007). Son yıllarda Avrupa'da hızla ilgi görmüş ve Dünya'nın başlıca şehirlerine yayılmaya başlamıştır. Mimari ve mühendislik eserlerin turizmdeki önemini fark eden Londra, Barselona, Dubai gibi pek çok şehir, mimari eserleri ile medyada yer alarak, bu yönde bir turizm akımı başlatmışlardır [Güzer, 2007; Yıldız ve Akbulut, 2013].

Tablo 1, günümüzde en çok ziyaret edilen şehirlerin yıllara göre turist sayılarını ve şehri ziyaret eden turistlerin şehre kazandırdığı döviz miktarlarını Amerikan Doları cinsinden göstermektedir (Erenhouse, 2017).

Tablo 1 Dünya'da En Çok Ziyaret Edilen Şehirlerin Yıllara Göre Turist Sayıları Ve Ziyaretçilerin Ülkeye Bıraktıkları Döviz Miktarı (Erenhouse, 2017).

ŞEHİR	ULUSLARARASI ZİYARETÇİ SAYILARI (Milyon)						2016 Yılı Ziyaretçi Harcamaları
	2012	2013	2014	2015	2016	2017 (Tahmin)	
Thailand	15.82	17.47	17.03	19.59	19.41	4.0%	\$14.1
United Kingdom	15.46	16.81	17.40	18.58	19.06	5.0%	\$16.1
France	15.76	17.20	17.19	16.99	15.45	4.4%	\$12.0
UAE	10.95	12.19	13.21	14.20	14.87	7.7%	\$28.5
Singapore	11.10	11.90	11.86	12.05	13.11	2.6%	\$15.7
USA	10.92	11.38	12.02	12.30	12.70	-2.4%	\$17.0
South Korea	8.36	8.60	10.14	9.34	12.39	0.4%	\$9.4
Malaysia	9.63	9.89	11.69	11.14	11.28	7.2%	\$7.2
Japan	4.89	5.40	7.68	10.35	11.15	12.2%	\$11.3
Turkey	8.82	9.87	11.27	11.91	9.16	0.9%	\$5.8
Hong Kong (SAR) China	8.37	8.26	8.36	8.35	8.86	4.5%	\$6.1
Spain	6.91	7.18	7.42	7.69	8.36	6.5%	\$8.9
Netherlands	6.10	6.65	7.35	7.70	8.36	4.3%	\$4.5
Italy	6.88	6.99	7.30	8.13	8.17	3.2%	\$4.9
Chinese Taipei	4.70	5.83	6.38	6.85	7.35	5.5%	\$9.9
Italy	6.66	6.66	6.76	7.05	7.09	3.2%	\$4.5
Japan	2.41	3.32	4.22	5.94	6.98	12.7%	\$4.0
Austria	5.38	5.55	5.85	6.21	6.42	3.3%	\$4.4
China	6.04	5.71	5.89	6.06	6.38	3.2%	\$5.3
Czech Republic	4.92	5.05	5.32	5.71	6.11	4.5%	\$2.9

Tablo 1'deki ülkelerden özellikle Birleşik Arap Emirlikleri'nin yüzölçümü, coğrafi yapısına karşın yıllık turist sayısı oldukça ilginçtir. Birleşik Arap Emirlikleri'nin turist sayısının tamamına yakını Dubai Şehri'ni görmeye gelen turistlerden oluşmaktadır. Tablo 1'deki veriler 2016 yılına kadar verilmiş olsa da Dubai şehri için 2017 tahmininin tuttuğu ve 2019 yılı verilerine bakıldığında da şehrin sıralamadaki yerini koruduğu görülmektedir. Türkiye Basın İlan Kurumu verilerine göre Dubai şehri 2019 yılında Dünya genelinde en çok ziyaretçi ağırlayan 4. Şehir olmayı başarmıştır. Basın İlan Kurumu verilerine göre daha da ilginç olanı bu sıralama şehri ziyaret eden turistlerin o şehirde yaptıkları döviz harcamalarına göre revize edildiğinde Dubai şehri birinci sıraya yükselmektedir. Böylece 2019 yılında Dünya'da en yüksek turizm geliri elde eden şehir unvanını ele geçirmiştir. Çöl ikliminin hakim olduğu çorak topraklardan oluşan ve sadece 4.000.000km²'lik küçük bir yüzölçümüne sahip bu şehrin Turizm'de nasıl bu kadar yükseldiği incelenmesi gereken bir konudur. Örnek olması için Ülkemizdeki Turizm potansiyeli yüksek illerimizden; Rize ilimiz de Dubai gibi yaklaşık 4.000.000km²'lik bir yüzölçümüne sahiptir. Havaşı, iklimi ve doğal güzellikleriyle eşsiz bir coğrafyada bulunan Rize ilimiz Dubai ile neredeyse aynı yüzölçümüne sahip olmasına karşın yıllara göre turist sayıları Tablo 2'de görüldüğü gibidir.

Tablo 2. Rize İli İçin Yıllara Göre Yabancı Turist Sayıları
(Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2020)

YIL	TURİST SAYISI
2007	57.975
2008	58.415
2009	58.729
2010	69.407
2011	61.217
2012	61.675
2013	68.417
2014	71.116
2015	73.459
2016	76.059
2017	105.404
2018	121.171
2019	134.173

Ebette turizm başarısında İstanbul ve Antalya gibi Dubai şehrinin ziyaretçi sayılarıyla rekabet halindeki şehirlerimiz de mevcuttur. Fakat bu makalede dikkat çekilmek istenen konu; pilot bir bölgede yapı mühendisliği ile turizme sağlanabilecek katkıyı ortaya koymaktır. Bu

bağlamda en iyi örneklerden biri olarak karşımıza çıkan Dubai şehri ele alınmıştır. Dubai yönetiminin ülkeye döviz akışını sürdürmek için yapı mühendisliği ve mimarlığı kullanması önemli bir hamle olmuştur. Büyük oranda Mimari ve mühendislik eserleriyle cazibe merkezi haline gelmiş olan Dubai, sürdürülebilir turizm politikaları sayesinde senelerdir Dünya'nın en çok turist çeken 10 şehri arasındaki yerini korumayı başarmaktadır. Her yıl bir önceki seneye oranla daha fazla turist ziyaret ettiği şehrin yıllık ziyaretçi sayısı 15 milyonu aşmıştır ve hızla artmaya devam etmektedir.

2. DUBAİ ÖRNEĞİ

Dubai şehri turizm açısından ele alacak olursak büyük bir başarı hikâyesine sahip olduğunu görürüz. Çünkü Birleşik Arap Emirlikleri henüz çok yeni bir devlettir. 1971 yılında bağımsızlığını ilan etmiş, bugün iç işlerinde bağımsız, dış işlerinde devlet başkanına bağlı olarak yönetilen 7 emirlikten oluşmaktadır. 7 Emirliğin yerleşimi Şekil 1'deki haritada görüldüğü gibidir (Google Maps).



Şekil 1. Birleşik Arap Emirlikleri Haritası

Dubai şehri; Birleşik Arap Emirlikleri'nin başkenti olmadığı gibi ülkenin en büyük emirliği de değildir. Dubai'nin diğer emirliklerden daha hızlı gelişmesinin sebebi sadece petrol gelirleri olarak düşünülürse bir çelişki ortaya çıkar. Çünkü Dubai petrol kaynakları bakımından da ülkenin en zengin emirliği değildir. Aksine bugün gelinen noktada; 2015 verilerine göre Dubai'de petrol gelirleri toplam gayrisafi milli hasılanın %7'sini oluştururken

turizm gelirleri %22'lik payla petrol gelirlerini 3'e katlamıştır (Tanıl, 2015). Elbette ilk etapdaki turizm yatırımları petrol gelirlerinden sağlanan finansman ile başlatılmıştır. Fakat bu tek başına bu finansman çölün ortasındaki küçük bir şehri Dünyanın en çok ziyaret edilen 5. Şehri yapmaya yetmez. Dünya'da çok daha cazip coğrafyalarda yer alan çok daha büyük devletler daha büyük bütçeler ayırsa bile bu başarıyı elde edemeyebilirler.

Şehrin elde ettiği bu büyük turizm başarısı yatırılan sermayeden daha çok şehir yönetiminin uyguladığı turizm politikaları sayesinde. Çok yakın bir geçmişe kadar sadece bir tane plaj oteli ve sınırlı turizm kaynakları olan bir çöl kenti, doğru turizm politikaları, doğru planlama, tanıtım ve markalaşma çalışmaları ile bir turizm markası haline getirilmiştir.

Bu makalenin dikkat çekmek istediği nokta ise Dubai'nin turist çekmek için kullandığı turizm araçlarıdır. Dubai'nin reklam yüzü yani turistler için bu şehri cazip hale getiren unsurlar incelendiğinde şehrin en önemli tanıtım araçlarının modern mimari ve mühendislik yapıları olduğu göze çarpmaktadır. Şekil 2'de 1990 ve 2003'te aynı noktadan çekilmiş iki fotoğraf karesi görülmektedir.



Şekil 2. Dubai'de bir caddenin 1990 ve 2003'de aynı noktadan çekilmiş fotoğrafları

İlk bakışta iki fotoğraf arasındaki muazzam değişim gözleri şaşırtabilir. Çünkü 13 yıl bir şehir için çok kısa bir zaman dilimidir. Fakat fotoğraf dikkatli incelendiğinde; yapılaşmanın aslında tek bir caddede yoğunlaştığı görülecektir. 13 yıl bugünkü inşaat mühendisliği teknolojisi ile küçümsenecek bir zaman dilimi değildir. Burada önemli olan nokta doğru planlama ile Kentin görünen yüzünü pozitif yansıtmaktır. Dubai genelinde izlenen politika da bu şekildedir. Sembol olarak seçilen birkaç caddede modern mimari ile hızlı biçimde planlı bir yapılanma gerçekleştirilmiş, ardından marka olarak seçilen binalar reklam faaliyetleri ile Dünya'ya tanıtılmıştır. Dubai'nin 90'lı yıllardaki markası denizin içinde inşa edilmesi ve 7

yıldıza sahip olmasıyla ünlü Burj al Arap otelidir. 2000’li yıllarda bu marka Palmiye şeklindeki adalar olmuştur. Bugün ise Dubai’yi ziyaret edecek olan turistlerin ilgi odağı Dünya’nın en yüksek binası olarak markalaşan Burj Khalifa binasıdır. Elbette her geçen gün artan turist sayısı ve buna bağlı olarak her yıl artan turizm gelirlerine alışmış olan şehir, cazibesini kaybetmemek için çalışmaya devam etmektedir.

3. BATUM ÖRNEĞİ

Dubai örneği; turizmde mimarlık ve mühendislik eserlerin sağladığı başarıyı açıkça ortaya koymakla birlikte uç bir örnek olarak görülebilir. Petrol gelirleri ve zengin iş adamlarına sahip bir şehir yerine ekonomik imkânları daha kısıtlı bir şehir için de inceleme yapmak faydalı olacaktır.

Batum şehri; 2004 yılında turizme yönelik başlattığı şehir projesi ile kent merkezindeki yapıları restore ederek bir şehir silueti oluşturmuştur. Yeni yapılacak projelerde şehrin genel görüntüsünü bozmayan özgün projelere önem vermiştir. Bu çabaları ile Batum şehri turizmde önemli başarılar elde etmiştir. Yapılan araştırmalar; 2004 yılında 150.000 turist ile başlanan proje sayesinde, 8 yılda ziyaretçi sayısının 10 kat artarak 2012’de 1,5 milyona ulaşıldığını belirtmektedir (Tanıl, 2015).

Şekil 3’te Batum şehrinin gece denizden çekilmiş bir fotoğrafı görülmektedir.



Şekil 3. Batum Şehrinin Denizden Görünüşü (Akkuş, U., 2015).

Şekil 3’teki fotoğraf turistler için gezi rehberliği amacıyla yayınlanmış bir web sayfasında yer almakta, yani Batum şehrinin turist sayısını artırmak için kullanılmaktadır. Aynı fotoğrafa inşaat mühendisliği açısından bakıldığında ise Batum’un mimari turizm politikası

anlaşılabilir. İnşaat mühendisliği açısından çağın ilerisinde bir teknoloji ile üretilmiş çok yüksek maliyetli binalar değil, optimum maliyetli fakat her biri kendine özgü mimariye sahip ve birbirleriyle iyi konumlandırılmış binalar görülmektedir.

Batum örneği açıkça göstermektedir ki; mühendislik-mimarlık eserler iyi planlanır ve inşa edilirse hem şehri daha yaşanabilir hale getirecek hem de turizme önemli ölçüde katkı sağlayacaktır.

4. SONUÇ

Bilindiği gibi asırlar önce bile Dünya nüfusunu kendisine doğru çeken büyük medeniyetler, inşa ettikleri sembol yapılar ile tanınmaktaydı. Şehirlerin mühendislik ve mimarlık eserler aracılığı ile çekim merkezi haline dönüşümü tarih boyunca olduğu gibi bugün de devam etmektedir. Bu çalışmada ekonomik güç olarak birbirinden zıt iki şehir örnek olarak seçilmiştir. Fakat bu örnekleri çok daha artırmak mümkündür. Dubai ve Batum şehirlerinin örnek olarak verilmesindeki amaç şudur; hem mühendislik-mimarlık eserlerin turizmdeki büyük başarısını ortaya koymak hem de bütün bu başarıların sadece ekonomik güçle ilişkilendirilmesini önlemektir. Şekil 4'teki fotoğraf bu amacı net biçimde özetlemektedir.



Şekil 4. Batum'da yer alan bir restoran binası (Tripadvisor, 2020).

Fotoğraftaki ters devrilmiş gibi görünen bu 2 katlı binanın mimarisi, minimum bütçe ile maksimum etki prensibine kusursuz bir örnektir. Batum'da yer alan bu yapı önünden geçen bütün turistlerin ilgisini çekmeyi başarmaktadır. Şehirdeki ziyaretçiler aslında son derece mütevazı bu yapının önünde fotoğraf çektirmek için günün çoğu vakti sıra beklemek zorunda kalmaktadır. Binaların maliyeti ile elde ettiği ilgi ve ziyaretçi arasındaki ilişki dikkate alınırsa, Şekil 4'teki bu bina maksimum başarıya ulaşmış bir örnek teşkil etmektedir.

Ülkemizde ise mimari ve mühendislik eserlere dayalı turizm sadece tarihi yapılarla sınırlı kalmıştır. Binalarımız Dünya ortalamasının çok üzerinde bir hızla çoğalmasına rağmen çarpık yapılaşma sorunu hem yerleşim yeri sakinlerini olumsuz etkilemekte hem de şehirlerimizin turistik değerini azaltmaktadır. Konuyla ilgili olarak Şekil 5'teki fotoğraf Rize örneğini yansıtmaktadır.



Şekil 5. Rize Şeyh Camii ve Çevresi (Kavalcı, 2014)

Fotoğrafta Rize il merkezindeki sembol sayılabilecek az sayıda eserden biri olan Şeyh Camii görülmektedir. Fakat cami; çevresindeki plansız ve düzensiz yapılanmanın arasında kendisini sergileyememektedir. Şekil 5’teki fotoğraf şehrin en merkezi yerlerinden birini göstermektedir. Fotoğrafta görüldüğü gibi şehir merkezindeki yapılar hem eski hem de çok sıradan bir mimaride inşa edilmiştir. Bütün şehrin bu şekilde inşa edilmesi turistlerin ilgi çekmekten çok uzak, göze hitap etmeyen bir şehir silueti oluşturmaktadır

REFERANSLAR

- Akkuş, U. (2015). <http://gezenkelebek.com/benim-objektifimden-batum-ve-tiflis-teyim/>
- Erenhouse, R. (2017). “Master Card, 2017 Global Destination Cities Index”, September.
- Esnek, F. (2019). Türkiye Basın İlan Kurumu, Eklenme: 6 Eylül 2019 - 11:07 / Son Güncelleme: 6 Eylül 2019 - 11:07. <https://www.bik.gov.tr/dunyanin-en-cok-turist-cek-en-sehirleri-aciklandi/>
- Güzer, C. A. (2007). “Sahibinden Mimarlık”, Mimarlık, DOSYA: MİMARLIK TURİZMİ: Turizmin Nesnesi Olarak “Mimarlık” Sayı: 336, Temmuz-Ağustos, 2007.
- Kavalcı, B. A. (2014). Rizevizyon Medya, “Rize Şeyh Camii Yeniden İbadete Açılıyor”. <http://www.rizevizyon.com/haber/rize-seyh-camii-bu-yil-ibadete-aciliyor-/2116/>
- Kültür ve Turizm Bakanlığı (2020). Rize İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, Turist İstatistikleri. <https://rize.ktb.gov.tr/TR-141221/turist-istatistikleri.html>
- Plaza, B. (2007). “The Bilbao effect (Guggenheim Museum Bilbao)” MUSEUM NEWS Volume: 86 Issue: 5, SEP-OCT 2007. American Association of Museums.
- Tanıl, G., (2015). “DEVELOPMENT OF TOURISM IN BATUMI AND ITS IMPACTS ON REGIONAL DEVELOPMENT” Doğu Üniversitesi Dergisi, 16 (1) 91-107, 2015.
- Tripadvisor, (2020). https://www.tripadvisor.com.tr/ShowUserReviews-g297576-d3539557-r266233060-The_White_Restaurant-Batumi_Adjara_Region.html
- Yıldız, S., Akbulut, M. T., (2013). “CURRENT TRENDS IN DEVELOPING URBAN TOURISM” International Journal of Architectural Research- Archnet-IJAR, Volum 7 (2), 297-310,



Comparison of Seismic Shake Table and Dynamic Analysis Results Using Balsa Model

Muhammet Taha NAZIOĞLU¹, Murat YALÇINKAYA¹, Harun KEŞEN¹,
Hızır ERDOĞAN¹, Ömer Faruk KARAÇAL¹

Chamber of civil engineers, freelance civil engineer, Trabzon, Turkey
Corresponding Author email: tahanazioglu@gmail.com

Keywords:

DASK competition
Balsa building model
Shaking table
Shaking experiment
Earthquake resistant
building design

Abstract

All the studies discussed in this article were carried out within the scope of “DASK Earthquake Resistant Building Design Competition”. The purpose of this article is; to predict the earthquake performance of multi-storey buildings more accurately. For this purpose, nonlinear dynamic analysis method and earthquake simulation with shaking table were used. Scope of work; A 29-storey building with a wooden carrier system was designed. Separate projects have been created for architectural design and structural system design. The designed building was modeled in 3D with the CSI SAP2000 structural analysis program. Then, the model of the building was produced with the help of balsa laths and glue. The earthquake records applied to the computer model were also applied to the model with the shaking table. In the results of working; Damage results obtained from analysis and experiments were compared.

Balsa Maket Kullanılarak Sarsma Tablası ve Dinamik Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Anahtar Kelimeler;

DASK yarışma
Balsa bina maketi
Sarsma tablası
Sarsma deneyi
Depreme dayanıklı
bina tasarımı

Özet

Bu makalede ele alınan tüm çalışmalar “DASK Depreme Dayanıklı Bina Tasarımı Yarışması” kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu makalenin amacı; çok katlı yapıların deprem performansını daha doğru tahmin edebilmektir. Bu amaçla nonlineer dinamik analiz yöntemi ve sarsma tablası ile deprem simülasyonu kullanılmıştır. Çalışma kapsamında; ahşap taşıyıcı sisteme sahip 29 katlı bir bina tasarlanmıştır. Mimari tasarım ve taşıyıcı sistem tasarımı için ayrı ayrı projeler oluşturulmuştur. Tasarlanan bina CSI SAP2000 yapısal analiz programı ile 3 boyutlu olarak modellenmiştir. Daha sonra balsa çitalar ve yapıştırıcı yardımıyla binanın maketi imal edilmiştir. Bilgisayar modeline uygulanan deprem kayıtları sarsma tablası ile makete de uygulanmıştır. Çalışma sonucunda; Analizlerden ve deneylerden elde edilen hasar sonuçları karşılaştırılmıştır.

1 GİRİŞ

Günümüzde binaların depreme karşı gösterecekleri performansın ölçülebilmesi amacıyla bilgisayar yazılımları kullanılmaktadır. Bu yazılımlardan elde edilen sonuçlar ise genellikle mutlak doğru gibi algılanmaktadır (Ersoy ve Özcebe, 2012). Fakat kullanılan yazılım inşaatın her bir aşaması için çok sayıda kabul yapmak zorunda kalmaktadır. Örnek verecek olursak gerçek imalatta betonarme kompozit bir malzemedir. Her bir birim hacmi farklı davranış gösterir. Aynı anda dökülmüş beton imalatından alacağımız 3 farklı karot numunesinin bile dayanımı birbirinden farklı çıkacaktır. Donatıların yerleşimi ve montajı da dikkate alındığında bilgisayar ortamında birebir modellenmesi imkânsız hale gelmektedir. Bu durumu en iyi temsil edecek şekilde bir kabul yapılarak hesaplamalar için tüm kesitlerin homojen olduğu ve ortalama bir dayanım değeri bulunduğu varsayılmaktadır. Günümüz teknolojisi ile en gelişmiş analiz yöntemleri kullanılarak yapılan nonlinear analizler bile gerçek davranışı yaklaşık olarak modellemektedirler. Örneğin kullanılan malzemelerin parabolik olan yük-deplasman grafikleri yine bir kabul yapılarak sadece iki doğru ile idealleştirilip programa tanımlanmaktadır. Bazen kabul yapılan bir parametrenin üzerine bir kabul daha yapılarak deyim yerindeyse kabulün karesi alınmaktadır. Bilgisayar ortamında yapılan analizlerde durum bu iken yerinde yapılan gerçek imalatta hata payları çok daha büyüktür. Malzeme imalatından yapı elemanlarının imalatına kadar her bir süreç homojenlikten uzaktır. Bütün bu etmenler neticesinde bilgisayar ortamında yapılan analizler gerçek inşaatın davranışını göstermekten oldukça uzak kalmaktadır. Yaşanan depremler ve henüz depremle karşılaşmamış mevcut yapıların deprem değerlendirme raporları bu durumu açık bir biçimde gözler önüne sermektedir. Yapı stoğumuzun çok büyük bir bölümü projesinde öngörülen performans hedeflerini sağlayamamaktadır.

Bu makale çalışması mevcut durumu deneysel olarak ortaya koymayı amaçlamaktadır. Ülkemizde gelenekselleşmiş olarak Doğal Afet Sigortaları Kurumu (DASK) tarafından “Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı Yarışması” düzenlenmektedir. Yarışma formatı gereği; mimari ve statik olarak hazırlanan yapı projeleri balsa çubuklarla ölçekli olarak imal edilmektedir. Daha sonra elde edilen yapı maketleri en gelişmiş bilgisayar yazılımları vasıtasıyla nonlinear analizler kullanılarak belirli deprem kayıtlarına göre analiz edilmektedir. Son olarak; yarışmaya katılan maketler sarsma tablası üzerinde de deneysel olarak aynı depremlere maruz bırakılmaktadır. Yarışmacılardan bilgisayar ortamındaki analiz sonuçlarını deneysel olarak elde edilen gerçek sonuçlara mümkün olduğunca yakın bulmaları istenmektedir. Yarışmacıların aylar süren hazırlık süreçlerine rağmen katılımcıların büyük bir çoğunluğunda maket ile bilgisayar analizi sonuçları çok farklı çıkmaktadır. En başarılı sonuçlarda bile maket ile analiz arasında %20’ye yakın hata payları oluşmaktadır (Ağcakoca, 2019).

Söz konusu yarışma bizlere gerçek bir yapı inşa etmenin bilgisayarda model kurmaktan çok daha farklı olduğunu göstermektedir. Bu makale çalışmasında; örnek bir maketin bilgisayar modeli sonuçlarıyla deneysel sonuçları üzerinden bu duruma dikkat çekilmektedir.

2. ÖRNEK BİNA BİLGİLERİ

Tasarlanan yapının Bursa ili Nilüfer ilçesinde Bahçe Kule Süit Otel adıyla otel binası olarak faaliyet göstereceği varsayılmıştır. Binamız 1 bodrum + zemin + 28 normal kattan oluşmaktadır. Yapının oturma alanı 40mx40m olarak tasarlanmıştır. Tasarımın gelir elde etmesi amacıyla kiraya verilebilecek alan maksimum düzeyde tasarlanmaya çalışılmıştır. Bina

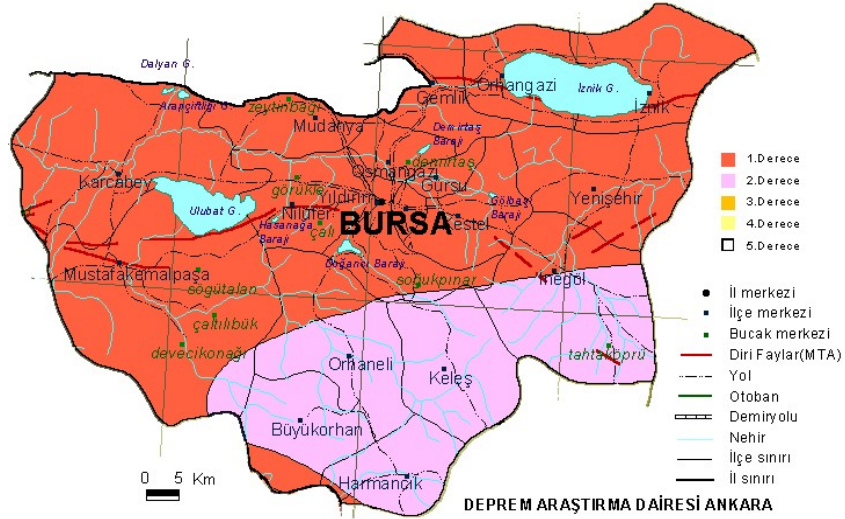
toplam kullanım alanı 42500 m²'dir. Binada cepheye estetiklik kazandırmak ve dayanıma katkıda bulunmak amacıyla üst katlara çıkıldıkça küçültmeler yapılmıştır.

Balsa modeli ile uyumlu olması için binanın kat yüksekliği zemin katta 12m diğer katlarda 6m olarak uygulanmıştır. Toplamda yapının yüksekliği 180m olacaktır. Binanın 3 boyutlu görünüşü Şekil-1 de verilmiştir.



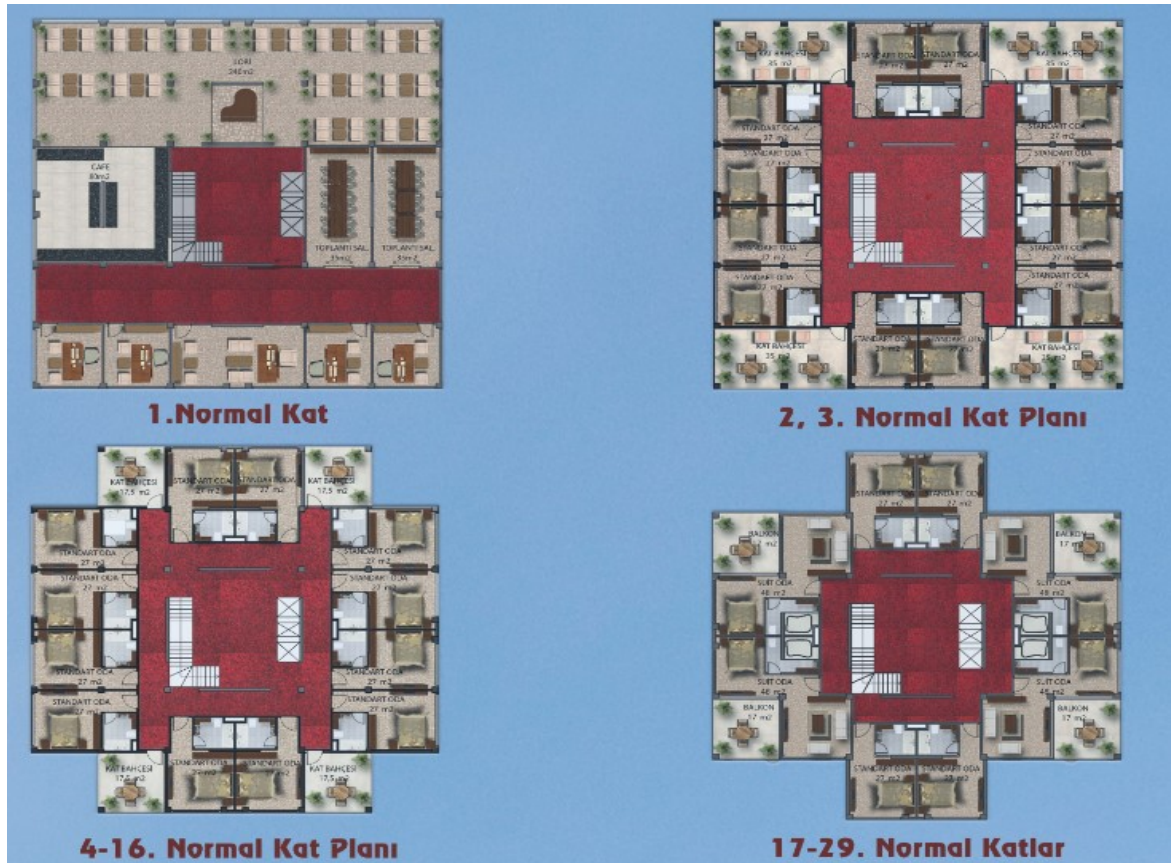
Şekil 1. Binanın 3 boyutlu görüntüsü (Lumion, 2018)

Yapının bulunduğu Bursa ili Nilüfer İlçesi 1. derece deprem bölgesi içerisinde yer almakta ve aktif fay hatları bölgenin yakınından geçmektedir. Nilüfer belediyesinin son yapmış olduğu çalışmalarda Nilüfer ilçesinden aktif fay hatları geçmektedir. Özellikle riski tespit edilen 1855 fayı Nilüfer ilçesinden geçmekte ve aktif durumdadır. Bu nedenle bu bölgede depremlerin hasar verici olması beklenmektedir. Olası bir depremin beklenen ivme değeri 0.40g'dir. Yapının statik tasarımı üç farklı deprem hareketi göz önüne alınarak yapılmıştır. Şekil 2'de Bursa ilinin depremselliği görülmektedir.



Şekil 2. Bursa ili deprem haritası (AFAD, 2008)

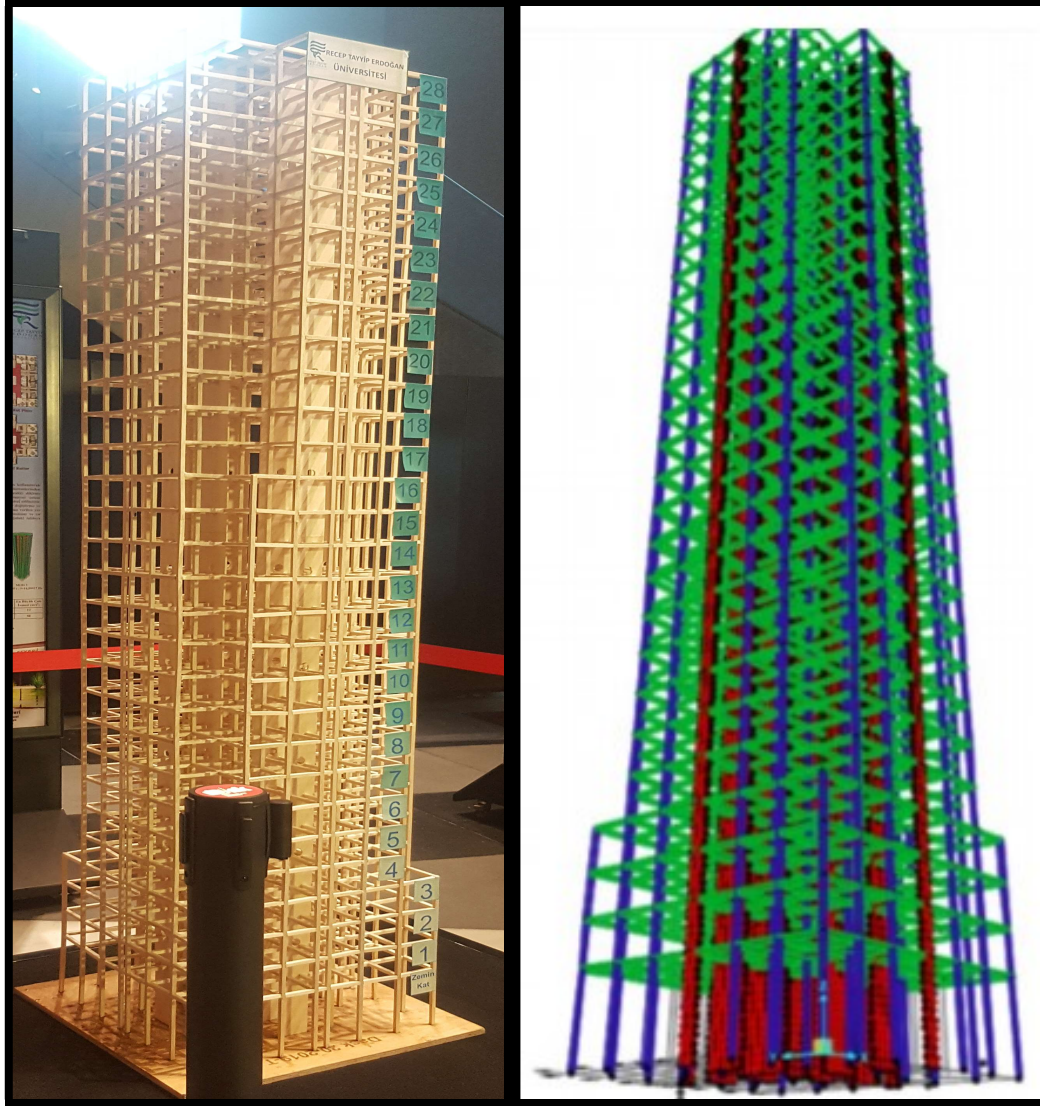
Binanın ilk dört katı (Zemin + 1,2 ve 3. Normal katlar) 40x40m'lik kare şeklinde bir plana sahiptir. 4. Normal kattan başlayıp 16. Normal kata kadar (16. Normal kat dahil) köşe kolonlar ve onlara bağlanan 2 kiriş kaldırılmıştır. Böylelikle bina kat alanında daralmaya gidilmiştir. 17. Kattan başlayıp en çatıya kadar ise köşelerden birer kolon ve ikişer kiriş daha eksilterek kat alanında tekrar küçültmeye yapılmıştır. Binanın kat planları Şekil 3'te görüldüğü gibidir.



Şekil 3; Kat planları

Yapının zemin kat yüksekliği diğer katların iki mislidir. Uygulanacak olan depremde zemin katın kritik kat olduğu görülmektedir.

3. MAKET VE BİLGİSAYAR MODELİNİN TASARIMI



Şekil 4; SAP2000 modeli ve balsa ağacı çitallerından yapılan maket (CSI SAP2000)

Bina tasarımı için Şekil 4'te görülen balsa maket inşa edilmiştir. Maketin yapımında kolon ve kiriş elemanlar için 6x6mm ebatlarında balsa çitaller kullanılmıştır. Perde duvarlar içinse 3mm kalınlığında ve maksimum 70mm uzunluğunda balsa levhalar kullanılmıştır. Çıta ve levhaları bir arada tutmak için Patex marka hızlı kuruyan aktivatörlü yapıştırıcı kullanılmıştır.

Maketin sarsma tablasında göstereceği performansı balsa ağacının elastisite modülü ve gerilme değerleri belirlemektedir. Bu nedenle bilgisayar modelini betonarme ve çelik sistemlerde tercih edilen malzeme modelleriyle karıştırmamak gerekir. Önerdiğimiz yapısal

Sistemin yeni gelişmekte olan çok katlı ahşap yapılar statüsünde değerlendirilmesi daha uygun olacaktır.

Son yıllarda 15-20 kat arası bir binanın tamamen ahşap taşıyıcı sistem ile inşa edilmesi Dünya'da giderek yaygınlaşan bir uygulama haline dönüşmektedir. Ahşap gökdelenler ülkemizde henüz inşa edilmiyor olsa da dünya genelindeki uygulamaları çoktan çelik yapılarla yarışır düzeye ulaşmıştır. Tokyo şehrinde yapımı devam eden 350metre yapı yüksekliğine sahip 70 katlı ahşap bina buna en güzel örnektir. "W350 Tower" olarak isimlendirilen ahşap gökdelende 185.000m³ ahşap kullanılacağı hesaplanmıştır. Londra'da yapımına henüz başlanmamış olan ve %100'ü ahşap levhalar ile üretilecek OAK Wood Tower isimli 80 katlı projenin tanıtımları da yapılmaktadır. Çelikten 400 kat daha yalıtkan olan ahşaptan yapılan bir evde ısınmak için betonarme binada harcadığımız enerjinin yüzde 35'i yeterli olacaktır. Dolayısıyla ahşap çok verimli ve ekonomik bir yapı materyalidir. Söz edilen ahşap gökdelenlerin fotoğrafları Şekil 5'te görülebilmektedir.



W350 Tower, Tokyo



W350 Tower, Tokyo



OAK Wood Tower, Londra



OAK Wood Tower, Londra

Şekil 5; Ahşap gökdelenler (Web Kaynağı-1, 2019; Web Kaynağı-2, 2019)

Modelleme yaklaşımında birçok deprem verisi kullanılarak analiz ve deney sonuçları karşılaştırılmıştır. Kullanılan deprem ivme kayıtları hem SAP2000 ile yapılan dinamik analizler de hem de sarsma tablası ile yapılan deneylerde bire bir aynı etkiyi verdiği için karşılaştırmaya asıl etki eden malzeme ve geometrideki nonlinearite kabullerdir. Maket ve bilgisayar modelinin uyumlu sonuç vermesi için en önemli parametreler; elemanların kütlesi,

elastisite modülü ve yapının sönüm oranıdır. Balsa çubuklar için modelleme yapmak oldukça ayrıntılı çalışmayı gerektirmektedir. Çünkü balsa ağacı; çelik veya beton gibi sabit bir ağırlık veya sabit bir elastisite ile temsil edilememektedir. Aynı ebatlardaki çubukların ağırlıkları arasında 5 kata kadar (%500) fark bulunmaktadır. Yine her bir çubuğun elastisite modülü birbirinden çok farklı değerler alabilmektedir. Modelleme yaklaşımının analizler ve deneyde tutarlı sonuç vermesi için bir diğer kritik parametre ise yapının sönüm oranıdır. Uygulamada betonarme yapılar için sönüm değeri %5 olarak, çelik yapılar içinse bu değer %2 olarak alınabilmektedir. Balsa çubuklardan inşa edilecek yapıda ise sönüm oranı tasarıma göre birbirinden çok farklı değerler alabilmektedir. Bu çalışmadaki örnek yapının sönüm oranı %2 olarak analize dahil edilmiştir. Bu çalışmada balsa çubukların birim hacim ağırlıkları; 250kg/m³, elastisite modülleri; 2500N/mm², poisson oranı; 0,2 olarak alınmıştır.

Dinamik analizlerde 3 farklı yer hareketi kaydı esas alınmıştır. Bunlar tekrarlama periyotlarına göre Tablo 1'deki gibidir.

Tablo 1; Kullanılan yer hareketi kayıtları ve tekrarlama periyotları

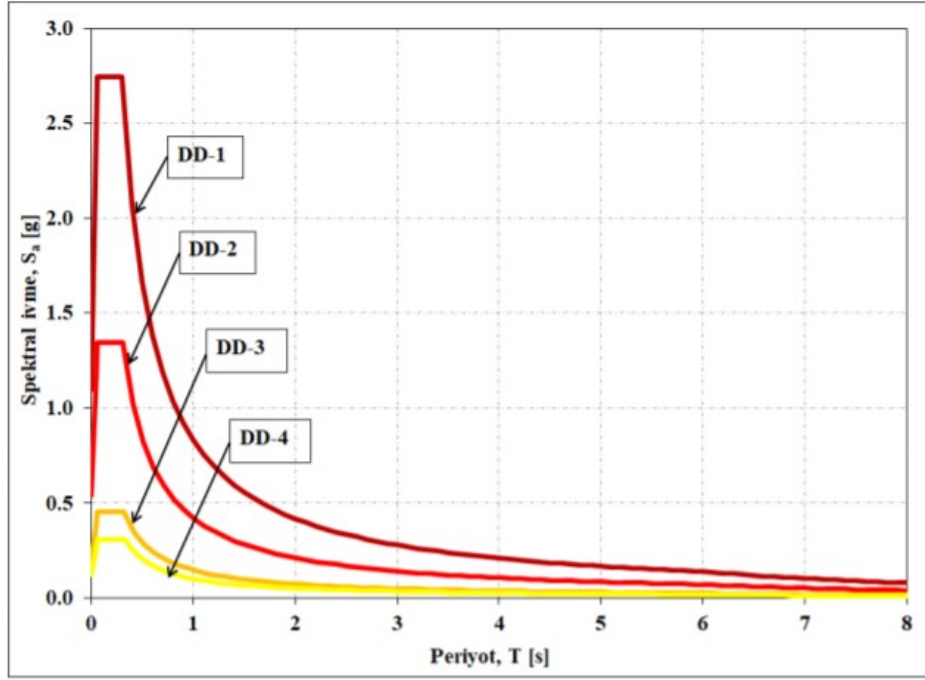
Deprem Kuvvetli Yer Hareketi	Deprem Yinelenme Periyodu
KYH1	72 yıl
KYH2	475 yıl
KYH3	2.475 yıl

Yapının analizlerinde kullanılan spektral ivme katsayıları ve spektrum köşe periyotları ise Tablo 2'deki gibidir.

Tablo 2; Yatay Elastik İvme Spektrumu Parametreleri (DASK, 2019)

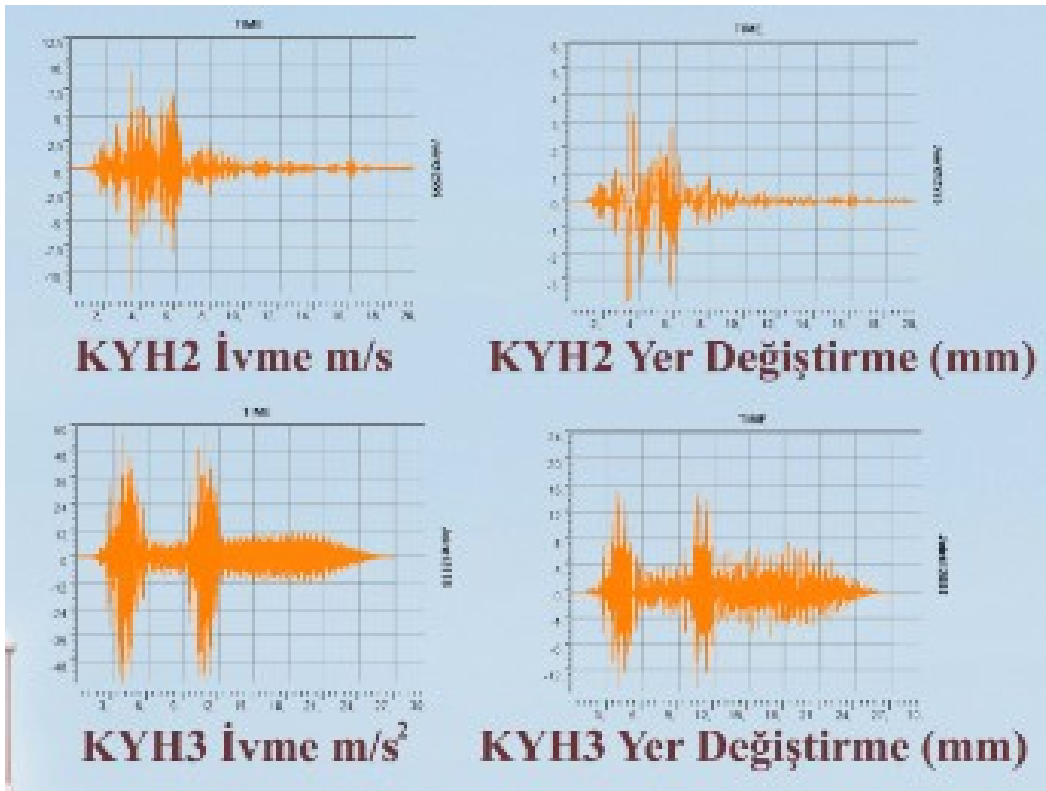
Deprem Düzeyi	S_{D5}	S_{D1}	T_A (s)	T_B (s)
DD-1	2,746	0,836	0,061	0,304
DD-2	1,345	0,423	0,063	0,314
DD-3	0,452	0,147	0,065	0,325
DD-4	0,307	0,102	0,066	0,332

Tablo 2'deki parametrelere göre oluşturulan yatay elastik ivme spektrumları ise Şekil 6'daki gibidir.

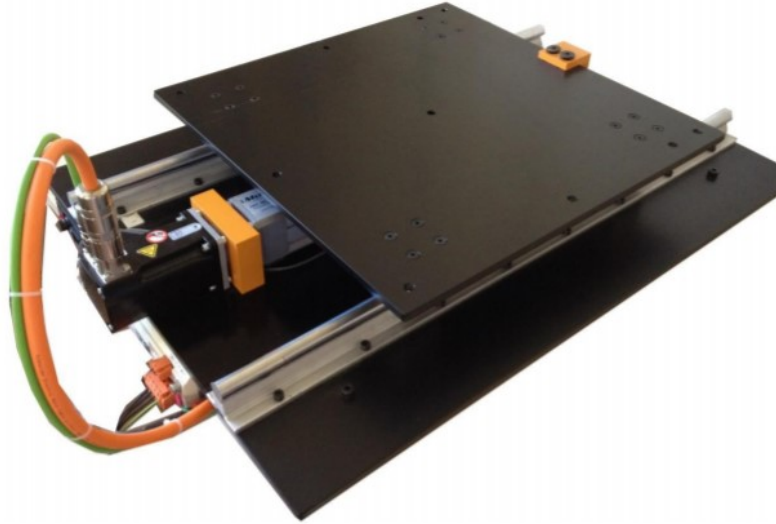


Şekil 6; Yatay elastik ivme spektrumları (DASK, 2019)

Yapının bilgisayar modeli üzerinde yapılan analizlerde KYH2 ve KYH3 yer hareketlerine karşılık elde edilen ivme ve yerdeğiştirme grafikleri Şekil 7’de verilmiştir.

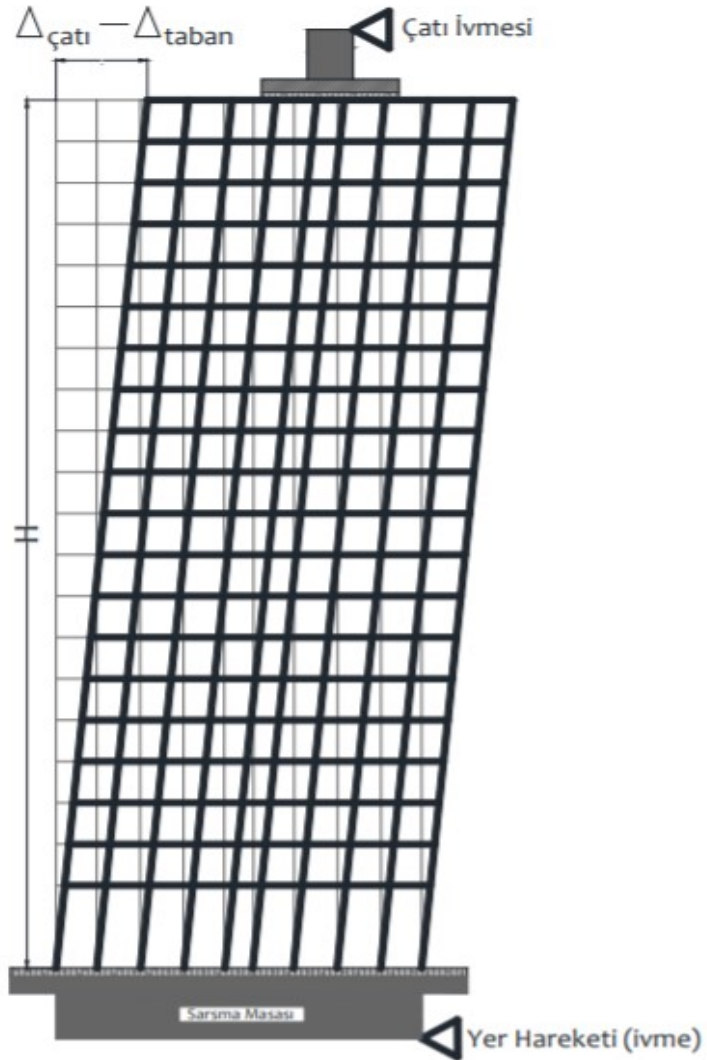


Şekil 7; KYH2 ile KYH3 için elde edilen ivme ve yer değiştirme grafikleri Sarsma deneyleri Şekil 8’de gösterilen sarsma tablası ile yapılmıştır.



Şekil 8; Deneylerde kullanılan sarsma tablası

Binaya etkiyen yükleri temsilen makete, metal çatı levhası ve 18cm arayla metal ağırlıklar bağlanmıştır. Sarsma düzeneğinin şematik görünüşü Şekil 9’da görüldüğü gibidir.



Şekil 9; Sarsma düzeneğinin şematik görünüşü (DASK, 2019)

Örnek olarak KYH2 yer hareket kaydına yönelik SAP2000 analizi ve sarsma tablası deneyinden elde edilen ivme ve yer değiştirme sonuçları Tablo 3'teki gibidir.

Tablo 3; KYH2 için SAP2000 ve sarsma tablası ivme/yer değiştirme değerleri

KYH2 Sonuçları	İvme(m/s ²)	Yer değiştirme (mm)
SAP2000 Sonucu	1,22	5,40
Sarsma Deneyi Sonucu	3,51	40,20

Tabloda görüldüğü gibi örnek tasarımın bilgisayar modeli üzerinde gerçekleştirilen analiz ile balsa maketine uygulanan sarsma deneyi sonuçları arasında büyük ölçüde farklı değerler elde edilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma; bilgisayar ortamında yapılan analizler ile gerçek yapının davranışı arasındaki farkları konu almaktadır. Çalışma kapsamında tasarlanan 30 katlı yapı için bilgisayar ortamında gerçekleştirilen analizler depreme dayanıklı bir tasarım elde edildiğini gösterirken sarsma tablası ile yapılan deneyde yapı çok daha fazla ivme ve yer değiştirme yaparak ağır hasarlı/göçmüş kabul edilmiştir.

Elbette sonuçlar arasındaki büyük farkın çok sayıda nedeni vardır. Kullanılan malzemenin ağırlık değerlerinin her bir eleman için birbirinden çok farklı olması, balsa çubukların gerilme dayanımları ve elastisite modüllerinin sabit olmayışı, Yapının sönüm oranının tam olarak hesaplanamayışı bunlardan bazılarıdır. Balsa çubukların ufak bir gerilmeye hasar alan gevrek malzemeler olması maketin inşası sırasında yapının dayanım kaybını da beraberinde getirmektedir. Bir diğer etken ise taşıyıcı sistem elemanlarının birleşim yerlerinin tam olarak modellenememesi ve maket üzerinde homojen olmayışıdır. Bilgisayar modelinde tüm yapı standart ve homojen şekildeyken gerçek uygulamada kullanılan yapıştırıcı her bir düğüm noktasında aynı şekil ve miktarda olmamaktadır. Yapılan işçilik hataları da sonuca eklendiğinde karşılaşılan tablo imal edilen yapının performansını bilgisayar modelinden bir hayli uzaklaştırmıştır.

Çalışmanın başında belirtildiği gibi bu çalışmadaki analiz ve deneyler DASK Depreme Dayanıklı Bina Tasarımı Yarışması kapsamında yapılmıştır. Yarışmaya katılan tasarımların %90'ı için analiz sonuçları ile deney sonuçları arasındaki ilişki yaklaşık olarak benzer sonuçlar vermiştir. Elbette ki az sayıda da olsa analiz sonuçları ile deneysel sonuçları birbirine çok yakın elde eden tasarımlar olmuş, fakat bu başarılar; daha öncesinde maketi sarsma tablası üzerinde defalarca deneye tabi tutarak analiz sonuçlarının kalibre edilmesiyle yakalanmış başarılarıdır.

Kıscacası bilgisayar ortamında yapılan analizler ile bir maket imalatı bile çok farklı performans sonuçları göstermektedir. Gerçek bir yapının inşa aşamaları göz önüne alındığında; projelendirme aşamasındaki analizlerin yapıyı ne ölçüde temsil edebileceği düşünölmeli ve imalatlarda hata paylarını tolere edebilecek güvenlik payları bırakılmalıdır.

TEŞEKKÜRLER

Bu çalışma yazarların Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi adına katıldığı Doğal Afet Sigortaları Kurumu (DASK) Depreme Dayanıklı Bina Tasarım Yarışması için tasarlanan proje analizi ve maketin verileri kullanılarak hazırlanmıştır. İnşaat mühendisliği bölümü başta olmak üzere çalışmanın tüm aşamalarında maddi ve manevi desteğini esirgemeyen tüm Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi personeline teşekkür ederiz. Maketin imalatında kullanılan tüm malzemeler DASK tarafından sağlanmıştır. Katkılarından dolayı DASK'a, yarışmayı düzenliyen tüm ekibe ve jüri üyelerine teşekkür ederiz.

REFERANSLAR

- Ağcakoca, E. (2019). Yüksek Katlı Yapının Sarsma Tablası Üzerinde Deprem Performansının İncelenmesi. ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi, 1 (3), 132-143. DOI: 10.46740/alku.577323
- AFAD, (2016). Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası,
- DASK, (2019), Depreme Dayanıklı Bina Tasarımı Yarışması 2019, Yarışma Şartnamesi
- Ersoy, U., Özcebe, G. (2012). Betonarme, Evrim Yayınevi, İstanbul.
- Lumion, (2018). Lumion 9, 3D Rendering Software, <https://lumion.com/index.html>
- SAP2000, (2016) SAP2000 v14, CSI Structural Analysis Software and Design,
- TBDY (2018), Türk Bina Deprem Yönetmeliği 2018, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
- Web Kaynağı -1, (2019): <https://www.dezeen.com/2018/02/19/sumitomo-forestry-w350-worlds-tallest-wooden-skyscraper-conceptual-architecture-tokyo-japan/>
- Web Kaynağı -2: (2019), <https://www.archilovers.com/projects/182005/oakwood-timber-tower.html>

Volume:2 Issue:1

September 2020

SCIENNOVATION



A Journal on Structural Science and Innovation

ISSN: 2687-377X