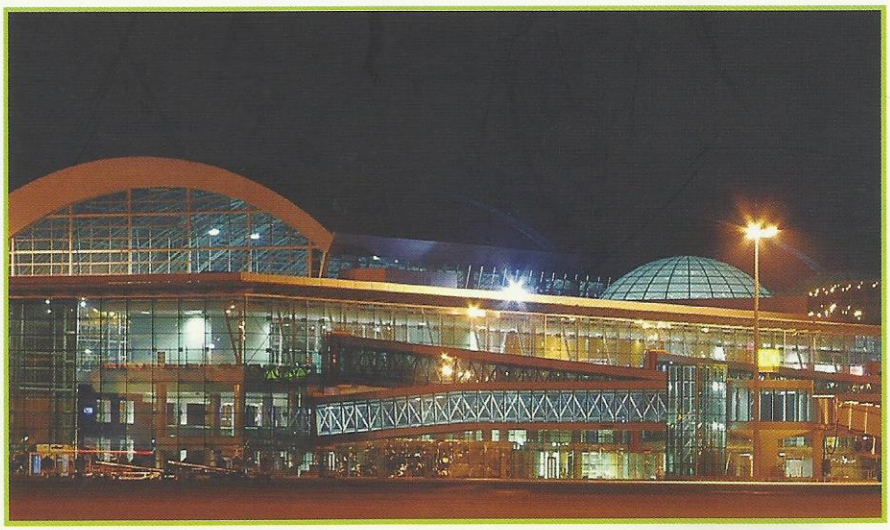
TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI

5. ÇELİK YAPILAR SEMPOZYUMU



13 - 14 - 15 KASIM 2013

İTÜ SÜLEYMAN DEMİREL KÜLTÜR MERKEZİ
MASLAK - İSTANBUL

Düzenleyen:
TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ

5. ÇELİK YAPILAR SEMPOZYUMU

DÜZENLEME KURULU

Prof. Dr. Erdoğan UZGiDER (İTÜ)

Doç. Dr. Filiz PiROĞLU (İTÜ)

Yrd. Doç. Dr. B. Özden ÇAĞLAYAN (İTÜ)

Levent DARI (İMO)

Nusret SUNA (İMO İstanbul)

Mustafa ALTINELLER (İMO İstanbul)

Tuncay GÜN (İMO İstanbul)

Rezan BULUT (İMO İstanbul)

Hasan ÜNAL (İMO İstanbul)

BİLİM ve DANIŞMA KURULU

Prof. Dr. Erdoğan UZGİDER (İTÜ) - Başkan
Taner YÜZGEÇ (İMO)
Cemal GÖKÇE (İMO)
Prof. Dr. Gülay ALTAY (BÜ)
Prof. Dr. Alemdar BAYRAKTAR (KTÜ)
Prof. Dr. Oğuz Cem ÇELİK (İTÜ)
Prof. Dr. Ayşe DALOĞLU (KTÜ)
Prof. Dr. Cemal EYYUBOV (ERCİYESÜ)
Prof. Dr. Hasan GÖNEN (OGÜ)
Prof. Dr. Sedat HAYALİOĞLU (DİCLEÜ)
Prof. Dr. E. Sabri KAYALI (İTÜ)
Prof. A. Zafer ÖZTÜRK (YTÜ)
Prof. Dr. Erdal ŞAFAK (BÜ)
Prof. Dr. Eşref ÜNLÜOĞLU (OGÜ)
Prof. Dr. Nesrin YARDIMCI (YEDİTEPEÜ)
Prof. Dr. Cavidan YORGUN (İTÜ)
Doç. Dr. Bülent AKBAŞ (GYTE)
Doç. Dr. Zeki AY (SDÜ)
Doç. Dr. Filiz PİROĞLU (İTÜ)
Doç. Dr. Yavuz Selim TAMA (PAÜ)
Doç. Dr. Murat VURAL (İTÜ)
Yrd. Doç. Dr. B. Özden ÇAĞLAYAN (İTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Fevzi DANSIK (MSÜ)
Dr. Erol KARACABEYLİ
Dr. Kadir ÖZAKGÜL (İTÜ)
İnş. Yük. Müh. K.Ali TERZİBAŞOĞLU
İnş. Yük. Müh. Mustafa ALTINELLER
İnş. Yük. Müh. Ali Taner DİNÇ
İnş. Yük. Müh. Sezai GÜVENSOY
İnş. Yük. Müh. Hasan ÖZDEMİR
İnş. Yük. Müh. Erol Cemal SÖNMEZ
İnş. Müh. Tevfik ESKİMUMCU
İnş. Müh. Niyazi PARLAR

Avrupa-RFCS Projesi "SEISRACKS2" "Çelik Depolama Palet Raf Sistemlerinin Sismik Davranışı" 207
Project EU-RFCS "SEISRACKS2" "Seismic Behaviour Of Steel Storage Pallet Racking Systems" 231
Carlo A. CASTIGLIONI, Alper KANYILMAZ

Ziyaeddin Efendi Konağının Deprem Güvenliğinin Artırılması 253
B. Özden ÇAĞLAYAN, Erdoğan UZGİDER

Çelik Uzay Çatılarda Yağmur Suyu Birikmesinin İncelenmesi 273
Filiz PİROĞLU, Kadir ÖZAKGÜL

Atatürk Rölyefi (İzmir-Buca, H=40m) ve Çelik Taşıyıcı Sistemi 287
Ayhan NUHOĞLU, Hikmet AYDIN

Betonarme Yapı Üzerine Çelik Taşıyıcı Sisteme Sahip Çok Amaçlı Salon Tasarımı 297
Serkan BEKİROĞLU, Barış SEVİM

Delikli Çelik Levhalarla Güçlendirilmiş Dolgu Duvarların Deprem Davranışı 307
İlker KALKAN, Bengi AYKAÇ, Mehmet BARAN, Rahim BABAYANİ, Sabahattin AYKAÇ

Çelik Yapılarda Gazbeton Paneller İle Alternatif Çözümler 317
A. Görkem SARAN

İzmit Körfez Geçiş Asma Köprüsü Projeye Bakış (Tasarım ve Yapım) 329
Izmit Bay Suspension Bridge – Overview of the Project (Design and Construction) 351
Osman Tunç ÇETİNKAYA

Ters-V ve Fermuar Tipi Yapısal Çelik Çaprazlarla Güçlendirilmiş Betonarme Yapının Deprem Etkisi Altında Davranışı 369
Ayşegül GÜLTEKİN, Esra Mete GÜNEYİSİ, Gülay ALTAY

Uzay Kafes Sistemlerde Deprem Yükünün Minimize Edilmesi 379
Elif KARABIYIK, Ahmet BUDAK

Uzay Çelik Kafes Sistemlerin Memetik ve Genetik Algoritma İle Optimum Tasarımı 389
Mehmet Sedat HAYALİOĞLU, Yasin KOÇYİĞİT

Geometrik Bakımdan Lineer Olmayan Çelik Çerçevelerin Yapay Arı Koloni Algoritması Yöntemiyle Optimum Tasarımı 399
S. Özgür DEĞERTEKİN

Kutu Kesitli Kiriş-Kolon Birleşimlerinde Başlık Levhası Boyutlarının Dönme Kapasitesi Üzerine Etkisi 409
İlyas Devran ÇELİK, Nurettin Alpay KIMILLI, Zeki AY, Gülay ALTAY, Mustafa SİVRİ

Profillenmiş Çelik Sac-Beton Kompozit Döşeme Sistemlerinin Taşıma Gücünün Deneysel İncelenmesi 419
Hakan T. TÜRKER, Mahmut BAŞSÜRÜCÜ

Yapma Enkesitli Çift I Elemandan Oluşan Çok Parçalı Kirişlerin Yanal Burulmalı Burkulması Üzerine Analitik Bir Çalışma 429
Mehmet Fatih KABAN, Cüneyt VATANSEVER

Uzay Çelik Çerçevelerin Analiz ve Dizaynında Birleşim Elemanlarının Boyutlarının Birleşim Davranışına Etkisi 437
Merve SAĞIROĞLU, Abdulkadir Cüneyt AYDIN

Betonarme Yapı Üzerine Çelik Taşıyıcı Sisteme Sahip Çok Amaçlı Salon Tasarımı

Serkan Bekiroğlu, Barış Sevim
Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
Tel: (0212) 383 51 90, (0212) 383 51 91
E-Posta: serkanb@yildiz.edu.tr, basevim@yildiz.edu.tr

Abdurrahman Şahin, Yusuf Ayvaz
Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
Tel: (0212) 383 52 03, (0212) 383 52 13
E-Posta: abdsahin@yildiz.edu.tr, yayvaz@yildiz.edu.tr

Öz

Bu çalışmada, betonarme çok katlı bir okul binasının çatı katına ilave edilecek çelik taşıyıcı sisteme sahip çok amaçlı salon tasarımı sunulmaktadır. Çelik sistemin tasarımı, üzerine imal edileceği mevcut sistemin davranışını dikkate alacak şekilde uygun taşıyıcı sistem belirlemek için benimsenen bir yaklaşım ile yapılmaktadır. Çalışma kapsamında tasarımı yapılan salonun bina üzerine eklenmesinden sonra hem mevcut betonarme yapının hem de eklenecek çelik sistemin statik ve dinamik davranışı değerlendirilmektedir. Betonarme sistemin kontrolünde ve çelik sistemin tasarımında farklı yükleme durumları dikkate alınmakta olup, çelik sistemin birleşim detayları en elverişsiz yükleme durumuna göre tasarlanmaktadır. Betonarme sistemin taşıyıcı sisteminde perdeler bulunmakta ve binanın kat ötelenmeleri önemli ölçüde sınırlanmaktadır. Betonarme sistem üzerindeki çelik sistemin göreli kat ötelemesini sınırlandırmak amacı ile çapraz stabilite bağlantıları kullanılmış olup elde edilen göreli kat ötelemesi DBYBHY.(2007)'de verilen sınırın altında tutulmuştur.

Anahtar sözcükler: Çok amaçlı salon projesi, İlave taşıyıcı sistem tasarım süreci, Çelik yapı tasarımı, Dinamik davranış, Betonarme çok katlı yapı.

Giriş

Ülkemizde, nüfusumuzun ağırlıklı olduğu şehir merkezlerinde bulunan yapı stoğumuz, genel olarak, betonarme ve yığma binalardan oluşmakta olup çelik taşıyıcı sistemden oluşan yapı stoğu oldukça azdır. Mevcut çelik yapı stoğu çoğunlukla tek katlı depo, hangar, az katlı fabrika tesisleri, vb. yapı gruplarından oluşmaktadır. Ayrıca, çok katlı çelik yapılar da şehirlerimizde yer almaya başlamıştır.

Mevcut yapı stoklarında, değişen nüfus dengesi, yeni imar düzenlemelerinin yapılması ve/veya hali hazırda bulunan tasarım yönetmeliklerinin değişmesi gibi sayılabilecek birçok neden ötürü kullanım değişikleri veya yenilemeler yapılmaktadır. İfade edilen bu etkiler karma yapı gruplarının oluşmasına vesile olmakta, hatta, çelik sistemlerin avantajlarından ötürü daha fazla kullanılmak istenmelerini tetiklemektedir (Bjorhovde,

2005; Zingoni, 2006; Ma vd., 2011; Teng vd., 2012; Deren vd., 2012). Karma yapılar içerisinde sıklık ile betonarme ve çelik sistemlerin bir arada kullanıldığı sistemler yer almaktadır. Mevcut bir betonarme sisteme çelik sistem eklenerek bir taşıyıcı sistem oluşturma süreci sıfırdan taşıyıcı sistem kurma sürecine göre farklılıklar içerebilmektedir. Bu farklılıklar taşıyıcı sistemin hali hazırdaki sistemle uyumlu olması zorunluluğundan ileri gelmektedir.

Taşıyıcı sistem ilavesi bir kaç şekilde olabilir. Örneğin, ilave taşıyıcı sistem; 1) mevcut taşıyıcı sistemin taşıma kapasitesini artırmaya (güçlendirmeye), 2) mevcut taşıyıcı sistem üzerine kullanım alanını artırmaya, yönelik eklenebilir. Birinci durumda, yeni yapı sisteminin davranışında mevcut yapınınkine göre bir yenilenme istenirken; ikinci durumda, taşıyıcı sistem davranışında süreklilik ilkesine uyulması açısından mümkün olduğunca mevcut yapı davranışının ilave durumdan ötürü değişmemesi, istenmektedir. Her iki durumda istenilen davranış düzeyinin elde edilebilmesi için alınacak önlemler tasarım aşamasında ve imalat detaylarında düşünülmelidir.

Bu çalışmada; ikinci durumu örnekleyecek şekilde mevcut bir betonarme yapı üzerine sonradan doğan ek ihtiyaçdan dolayı eklenenilmesi düşünülen çelik taşıyıcı sisteme sahip çok amaçlı salonun taşıyıcı sistemi, benimsenen bir yaklaşım ile belirlenmiştir. İlave taşıyıcı sistemin belirlenmesinde; istenilen kullanım amacının sağlanması, ek olarak doğacak yükleme durumlarının mevcut bina tarafından karşılanıp karşılanmadığı, ilave taşıyıcı sistemin mevcut bir yapı üzerinde iken üzerine gelen tasarım yüklerini taşıyıp taşıyamadığı ve mevcut yapı ile sürekliliği bozmayacak şekilde yeterli rijitlikte olup olmadığı dikkate alınmıştır. Modelleme süreci SAP 2000 (2009) programı ile yapılmış olup statik, dinamik, serbest titreşim analizlerinin yanı sıra, betonarme ve çelik sistemler için kesit kontrolleri de yine aynı program ile yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda birçok tekrarlı analiz ve tasarım kontrollerinden sonra mevcut yapı için istenilen amaçlar doğrultusunda uygun bir taşıyıcı sistem belirlenmiştir.

Çalışma içerisinde öncelikle ilave taşıyıcı sistem kurulma süreci ile ilgili yaklaşım açıklandıktan sonra örnek alınan betonarme okul binasının taşıyıcı sistemi tanıtılarak sonrasında ilave yapılacak olan taşıyıcı sistemin kurgulanması sunulmaktadır. Çalışmanın sonunda mevcut yapının üzerine ilave edilecek uygun bir taşıyıcı sistemin elde edildiği dile getirilmektedir.

İlave Taşıyıcı Sistem Belirlemeye Ait Tasarım Süreci

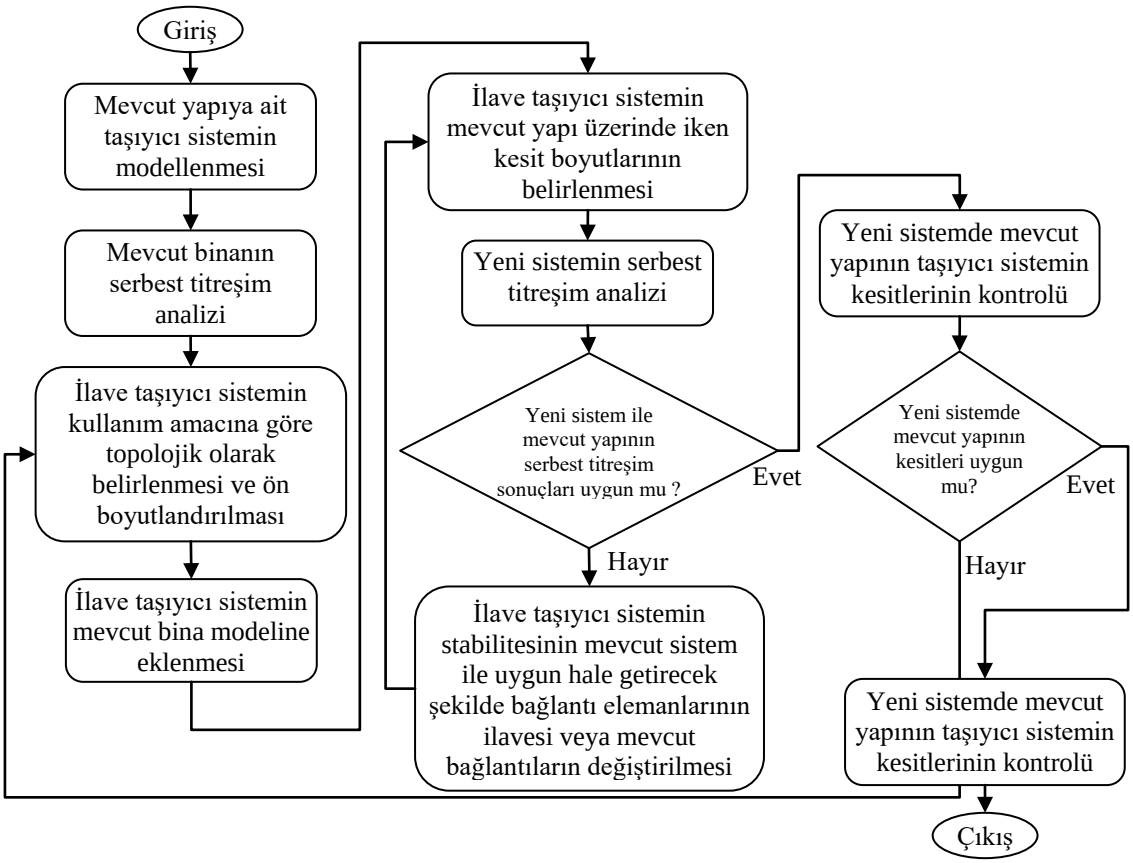
Tasarım süreci, tamamen tasarımcıya bağlı olup çok farklı olarak şekillendirilebilir. Bu çalışmanın kapsamında dikkate alınan ilave taşıyıcı sistem belirleme için benimsenen yaklaşım biçimi Şekil 1'de verilen algoritma ile özetlenebilir.

Bu yaklaşım biçiminde ilave kısmın mevcut kısım ile uygun olup olmadığının nasıl test edildiği en önemli bölümü oluşturmaktadır. Burada uyumluluktan kasıt, ilave edilecek kısmın taşıyıcı sisteminin mevcut yapı taşıyıcı sistemi ile bir süreklilik gösterecek şekilde hem kendi içinde rijit hem de mevcut taşıyıcı sistem içerisindeki konumuna göre yeterli rijitlikte olmasıdır. Örneğin çerçeve sistemden oluşan bir taşıyıcı sistemde üst katlara doğru çıkıldıkça rölatif rijitlik artmakta olup böyle bir yapının üzerinde yapılacak ilave bir sistemin de bu anlamda aynı sürekliliği devam ettirmesi, özellikle,

dinamik açıdan karşılanması güç kesit etkilerinin önlenmesine yardımcı olacaktır. Bu bakımdan serbest titreşim analizi uygun ve hızlı bir test aracı olarak kabul edilebilir.
Sunulan yaklaşım biçimindeki diğer önemli bir nokta ise ilave yapılacak yapının mevcut yapı ile birlikte değerlendirilmesidir. Mevcut yapı üzerinde değerlendirmenin gerekleri;

- ilave yapı için daha gerçekçi mesnetlenme şeklinin dikkate alınabilmesi,
- ilave yapı için daha gerçekçi rüzgar yükü ve deprem yükü değerlerinin dikkate alınabilmesi,
- mevcut yapıdan ilave yapıya aktarılacak yüklerin daha gerçekçi elde edilebilmesi

şeklinde sıralanabilir.

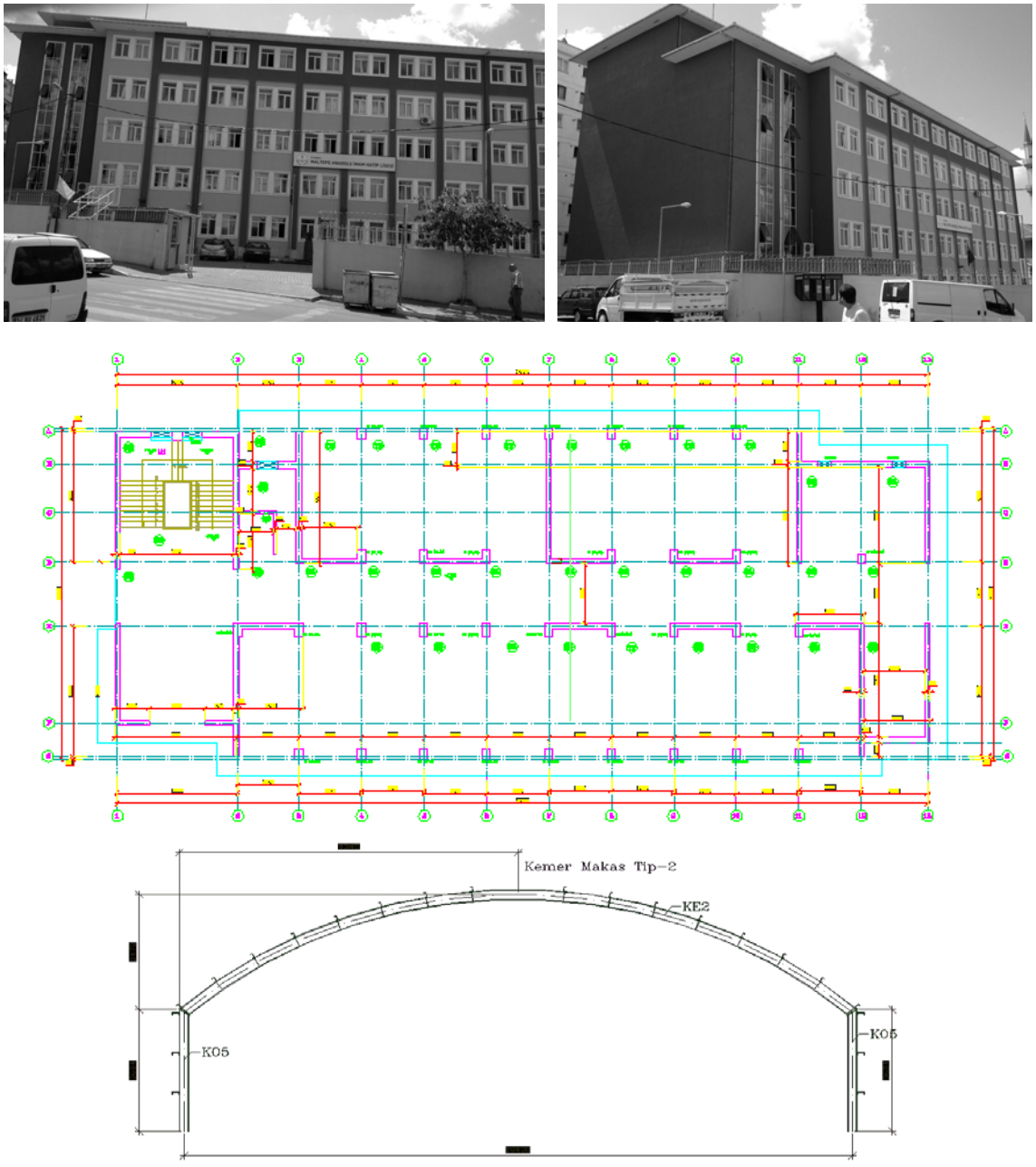


Şekil 1 Mevcut bir yapı için ilave taşıyıcı sistem belirlenmesi için bir algoritma.

Şekil 1'de verilen algoritmada öncelikle mevcut yapının modeli kurulur. Uygun ilave taşıyıcı sistemin belirlenmesinde klavuz olarak kuıllanılmak üzere mevcut yapının serbest titreşim analizi yapılarak gerekli karakteristikler elde edilir ve gözlem yapılır. Sonrasında kullanım amacına göre ilave taşıyıcı sistem için uygun bir topoloji seçilerek ön boyutlar belirlenir. İlave sistem mevcut sisteme eklenerek oluşturulan yeni sistemin serbest tireşim analizi yapılarak ilave sistem üzerinde topolojik açıdan yapılacak değişikliklere karar verilir. İlave sistemin rijitliği mevcut yapınınki ile uyumlu hale gelene kadar topoloji yenileme çalışmasına devam edilir. Son olarak nihai topolojisi belirlenen ilave sistem ile oluşan yeni sistem üzerinde yapılacak analizler ile mevcut yapının taşıyıcı sisteminin kesit kontrolleri yapılır. Eğer mevcut sistemde yetmeyen kesitler ile karşılaşılır ise en başta seçilen taşıyıcı sistem üzerinde iyileştirme yapılarak sürece kalınan yerden devam edilir. Bu durum mevcut yapının taşıyıcı sisteminin kendisinden başka bir sistemi taşıyacak potansiyelinin yetersiz olduğu durumda sürekli kesit yetersizliği ile karşılaşıldığı ıraksak bir sürece dönüşebilir. Bu anlamda mevcut sistemin yeterliliğine öncelik ile tasarımcı tarafından kanaat getirilmelidir.

Betonarme Yapı Üzerine Çelik Taşıyıcı Sisteme Sahip Çok Amaçlı İlave Salon Modeli

Örnek yapı, bodrum + zemin + 4 normal kat olmak üzere toplam 6 kattan oluşan bir okul binası olup Şekil 2'de önden ve yandan görünüşü ile çatı katı kat kalıp planı ve ilave çelik sistemin bir aksı verilmektedir.



Şekil 2 Betonarme okul binasının önden ve yandan görünüşü ile çatı katı kat kalıp planı ve ilave çelik sistemin bir aksı.

İlave kısım yapılacak okul binasının bugünkü durumunun ortaya konması açısından yerinde yapılan gerekli incelemeler ile modellemede kullanılacak girdiler elde edilmiş olup Tablo 1'de verilmektedir. İlave çelik yapı için ise kullanılacak proje verileri Tablo 2'de verilmektedir.

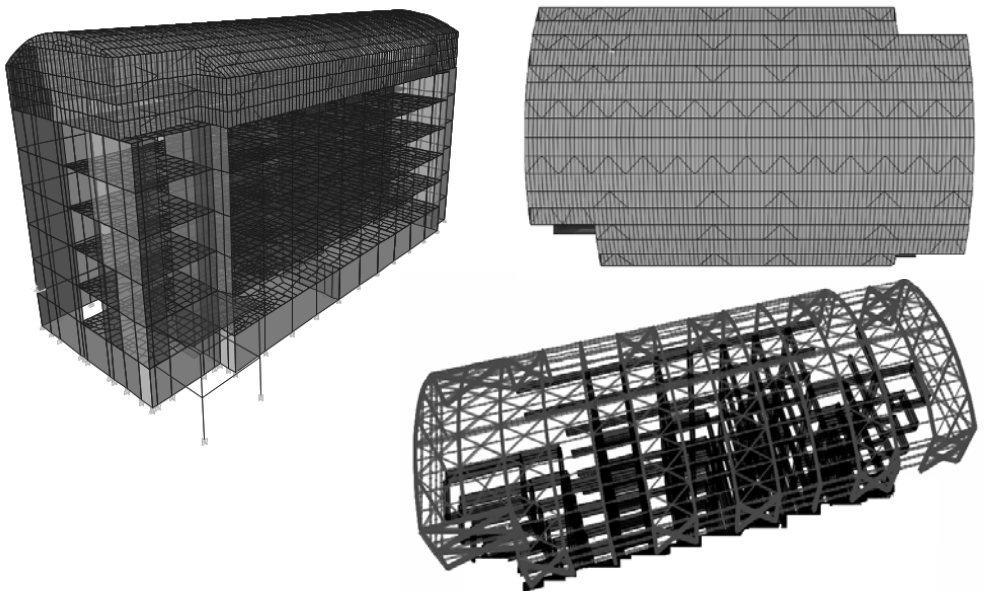
Tablo 1 Betonarme bina için proje verileri.

Beton sınıfı	C 25
Donatı çeliği sınıfı	S 420
Deprem bölgesi	1. derece
Zemin sınıfı	Z3
Bina önem katsayısı	1,4
Hareketli yük katılım katsayısı	0,6
Hareketli yük değeri	3,5 kN/m^2

Tablo 2 İlave çelik yapı için proje verileri.

Çelik cinsi	St 37
Çelik elastisite modülü	210 000 000 kN/m^2
Poisson oranı	0,3
Çelik birim hacim ağırlığı	76,97 kN/m^3
Çelik akma dayanımı	240000 kN/m^2

İlave yapı, Şekil 3'de mevcut yapı modeli ile birlikte verilen çelik taşıyıcı sisteme sahip çok amaçlı tek katlı çok amaçlı salonudur. Çelik taşıyıcı sistemin tasarımında TS 648 (1980) standardı ile aynı hesap kurallarını içeren AISC-ASD89 (1989) standardı, betonarme kesit kontrollerinde ise TS 500 (2000) ve DBYBHY (2007) kullanılmıştır.



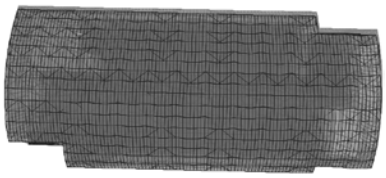
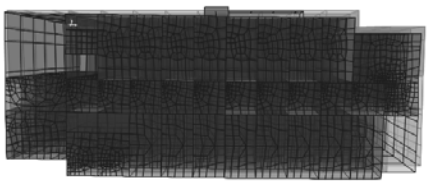
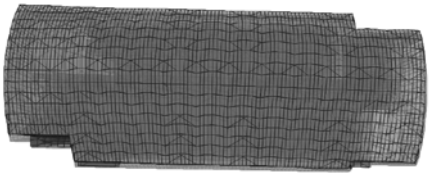
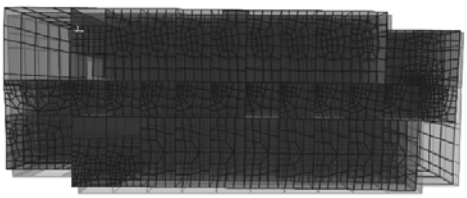
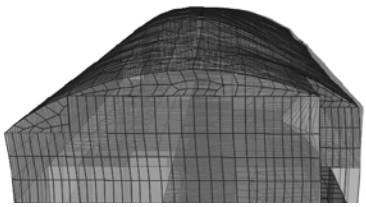
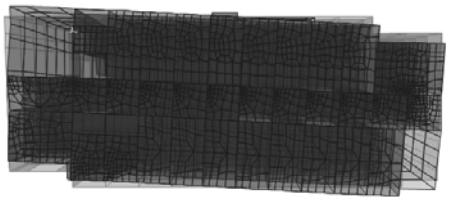
Şekil 3 Çelik konferans salonu ve betonarme yapının sonlu eleman modeli.

Yapılan analizlerde sabit ve hareketli yük, 3 farklı kar yüklemesi, 4 farklı rüzgar yüklemesi ile sıcaklık yüklemesi ve ayrıca dik iki doğrultuda deprem yüklemesi olmak üzere toplamda 12 adet farklı yükleme ile oluşturulan 24 farklı yük durumu çelik sistemin tasarımında, bu yük durumlarına ilaveten 17 farklı yük durumu da betonarme sistemin kontrolünde dikkate alınmıştır.

Yapı modellemesinde rijit kat diyafram tanımı yapılmamıştır. Dinamik analizler mod birleştirme yöntemi kullanılarak yapılmıştır. İhtiyaç duyulan mod bilgileri Ritz yöntemi ile elde edilmiştir. Yukarıdaki veriler ışığında "İlave taşıyıcı sistem belirlemeye ait tasarım süreci" başlığı altında verilen hususlar yerine getirilerek nihai olarak elde edilen modelde statik, serbest titreşim ve dinamik analizler yapıldıktan sonra hem çelik yapı için hem de betonarme yapı için kesit kontrolleri yapılmıştır. Tablo 3'de nihai model ve mevcut betonarme binaya ait ilk üç mod için serbest titreşim sonuçları sunulurken modal yerdeğiştirmeler ise Şekil 4'de verilmektedir.

Tablo 3. Serbest titreşim analiz sonuçları.

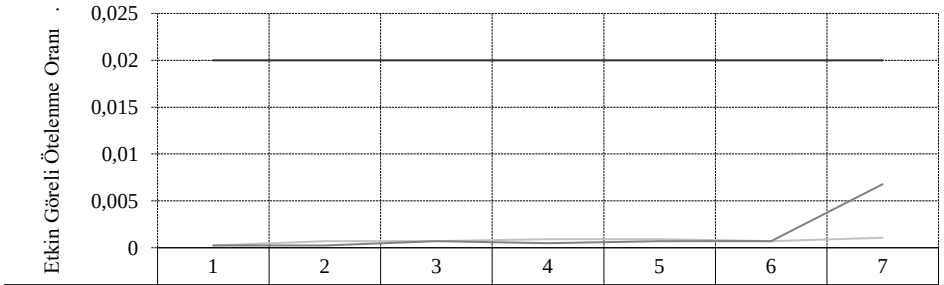
			Modal kütle katlım oranları					
Mod türleri	**Mod no**	**Period (sn)**	**UX**	**UY**	**UZ**	**RX**	**RY**	**RZ**
			İlave çelik yapı ile betonarme taşıyıcı sistem					
Y doğ. ötelenme ve burulma	6	0,2112	0,0128	0,14481	0,0000	0,14039	0,0023	0,12514
X doğ. ötelenme ve burulma	9	0,1849	0,30891	0,08377	0,0001	0,0562	0,0550	0,2572
Y doğ. ötelenme	11	0,1630	0,06827	0,20632	0,0001	0,1385	0,0149	0,03653
			Betonarme taşıyıcı sistem					
Y doğ. ötelenme ve burulma	3	0.2292	0.2789	0.3462	0.0000	0.3014	0.0664	0.5315
X ve Y doğ.larında ötelenme	4	0.2015	0.3291	0.3191	0.0001	0.2718	0.0797	0.0299
Burulma	6	0.1632	0.0827	0.0001	0.0000	0.0001	0.0183	0.0848

İlave çelik taşıyıcı system ile beraber betonarme taşıyıcı sistem	Betonarme taşıyıcı sistem
	
T= 0.2112 s	T= 0.2292 s
	
T= 0.1849 s	T= 0.2015 s
	
T= 0.1630 s	T= 0.1632 s

Şekil 4 Çelik taşıyıcı sistemin ilave edildiği ve edilmediği durumlarda modal yerdeğiştirmeler.

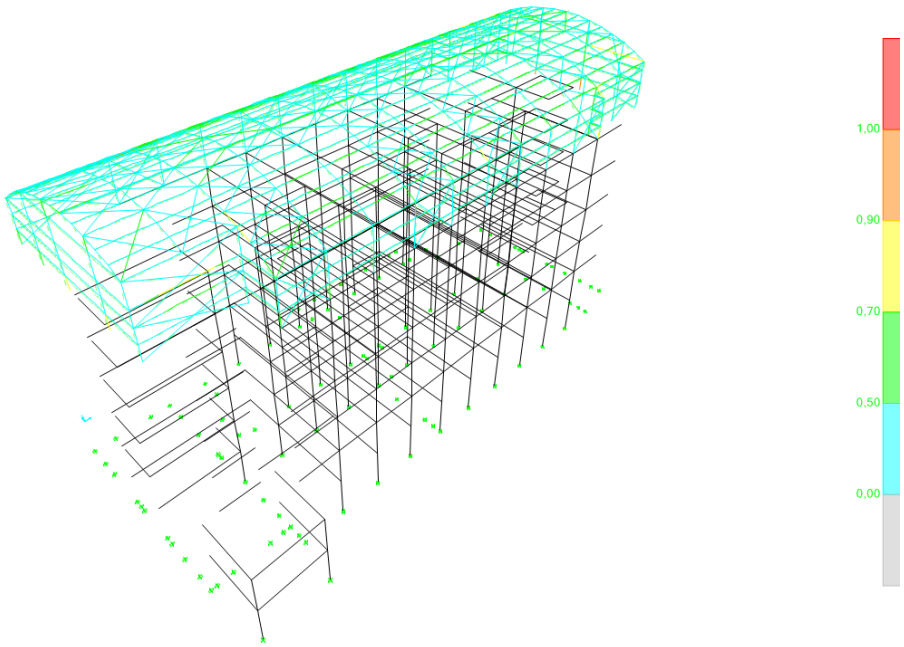
Tablo 3'te periyot değerlerine bakıldığında 6 katlı oldukça rijit mevcut betonarme bina üzerine çelik taşıyıcı sistemin ilave edildiği ve edilmediği durumlardaki periyot değerlerinin oldukça yakın olduğu görülmektedir. Ancak üçüncü periyot değeri ilave yapı olmadığı durumda burulma modu iken ilave yapı olması durumunda ötelenme moduna dönüşmektedir. Bu durum Şekil 4'te de görülmektedir.

Serbest tireşim analizinde arzu edilen sonuç elde edilmesine rağmen yanal deprem yükleri altında DBYBHY'nin (2007) izin verdiği yerdeğiştirme sınırlarının sağlanıp sağlanmadığının incelenmesi gerekmektedir. Sadece dik iki doğrultuda deprem kuvveti olması durumunda (EXP ve EXY deprem kuvvetleri) ilave çelik yapıya sahip mevcut betonarme yapının her katı için etkin göreli kat ötelenmesinin kat yüksekliğine oranı Şekil 5'te verilmektedir.



	1	2	3	4	5	6	7
EXP	0,00023188	0,00069565	0,00069565	0,00092753	0,00092753	0,00069565	0,00107031
EYP	0,00023188	0,00023188	0,00069565	0,00046376	0,00069565	0,00069565	0,00677865
İzin verilen	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

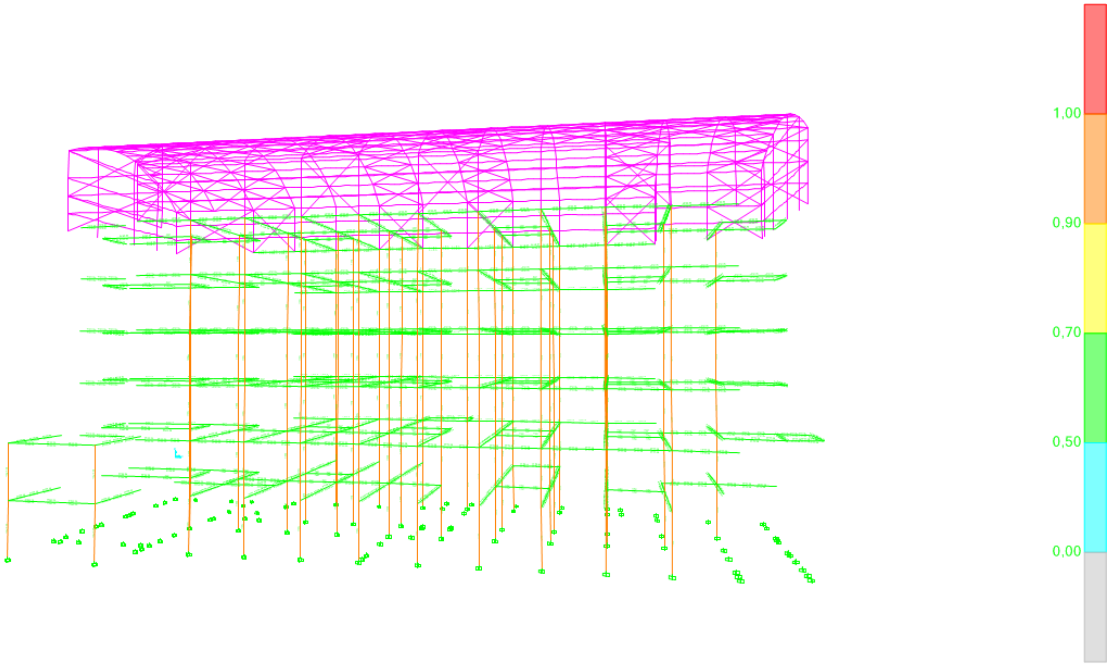
Şekil 5 İlave çelik yapı olması durumunda mevcut betonarme yapının her katının etkin göreli kat ötelenmesinin kat yüksekliğine oranı.



Şekil 6 İlave çelik yapıya ait tasarım sonuç çıktısı.

Şekil 5'te görüldüğü gibi her ne kadar ilave çelik yapının bulunduğu sekizinci katta bir doğrultuda bir sıçrama olsa da her iki deprem yükü altında etkin göreli kat ötelenmesi oranı DBYBHY'de (2007) verilen sınırın altında kalmaktadır. Son olarak ilave çelik yapı için kesit kontrolleri Şekil 6'da; mevcut betonarme yapının üzerine ilave çelik yapı konulduktan kolon, kiriş ve kolon-kiriş birleşim bölgelerinin kontrolleri Şekil 7'de verilecektir.

İlave çelik yapı Şekil 6'da verilen tasarım çıktısına göre arzu edilen kriterleri sağlamaktadır.



Şekil 7 Betonarme yapının elemanlarının kesit kontrolü çıktısı.

Mevcut betonarme yapı Şekil 7'de verilen tasarım çıktısına göre betonarme yapının kolon, kiriş ve kolon-kiriş birleşim bölgeleri yapılan ilave imalattan sonra arzu edilen kriterleri sağlamaktadır.

Sonuç ve İrdeleme

Bu çalışmada mevcut bir yapıya ilave edilecek taşıyıcı sistem belirlemeye yönelik önerilen bir tasarım sürecinin sunumu yapılmaktadır. Örnek durum olarak mevcut bir betonarme yapı üzerine çok amaçlı çelik salon imalatı düşünülmüştür. Modelleme süreci SAP 2000 (2009) programı ile yapılmış olup statik, dinamik, serbest titreşim analizlerinin yanı sıra, betonarme ve çelik sistemler için kesit kontrolleri de yine aynı program ile yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda birçok tekrarlı analiz ve tasarım kontrollerinden sonra mevcut yapı için istenilen amaçlar doğrultusunda uygun bir taşıyıcı sistem belirlenmiştir.

Yapılan tüm irdelemeler sonucunda bu çalışma kapsamında önerilen "İlave taşıyıcı sistem belirlemeye ait tasarım süreci"ne göre örnek betonarme yapı için gerçekleştirilen

tasarımın başarılı bir tasarım olduğu ifade edilebilir. Elde edilen tasarımın başarısı kullanılan algoritmaya bağlı olduğu gibi üretilebilecek olası çözümlerin sayısına da bağlıdır. Bu anlamda önerilen tasarım sürecinin bir araştırma veya optimizasyon algoritması ile geliştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca hangi koşullarda ilave yapının mevcut yapıdan bağımsız şekilde tek başına değerlendirilebileceği ve bu durumda mevcut yapıda hangi kriterlerin aranması gerektiğinin araştırılması hedef bir çalışma olarak önerilebilir.

Kaynaklar

AISC-ASD89, (1989), Allowable Stress Design and Plastic Design, AISC, Chicago.

Bjorhovde, R., (2005). Realistic Performance Requirements for Steel İn Structures, Advances In Structural Engineerıng, 8, 203-215.

DBYBHY.,(2007), Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Yayın No:ĠMO/10/01.

Deren, H., Uzgider, E., Piroğlu, F., Çağlayan, Ö., (2012). Çelik Yapılar, Çağlayan Kiyapevi, İstanbul.

Ma HW., Jiang W., Cho C., (2011). Experimental Study on Two Types of New Beam-to-Column Connections, Steel & Composite Structures, 11(4), 291-305.

SAP2000,(2009), Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures, Computers and Structures Inc., Berkeley, California, USA.

Teng JG., Yu T, Fernando D., (2012). Strengthening of Steel Structures with Fiber-Reinforced Polymer Composites, Journal of Constructional Steel Research, 78, 131-143.

TS 648, (1980), Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, TSE, Ankara.

TS500, (2000), Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, TSE, Ankara.

Zingoni, A., (2006). Behaviour, Analysis and Design of Steel Structures Journal of Constructional Steel Research, 62(1-2), 1-3.