

YATIK KIRIL BETONARME ÇERÇEVELERİN DEPREM DAVRANIYINI YERLETTİRME YOLUNDA YAPISAL SİSTEME YÖNELİK BAZI MÜDAHALELERİN YAPIMAL YETİNE ETKİLERİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Deniz Alkan¹ ve Cemalettin Dönmez²

¹ *Yük. Müh., Deniz Alkan Mühendislik, İzmir*

² *Doç. Dr., İnşaat Müh. Bölümü, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir*
Email: dealkan@gmail.com

ÖZET:

Ülkemizdeki betonarme yapıların bir alt grubu olan yatık kirişli betonarme çerçevelerle ilgili sorunlar 1967 Adapazarı depreminden itibaren kaydedilmiş olsa da Van-Erci 2011 depremine kadar betonarme yapıların genel yetersizlikleri içerisinde fazla dikkat çekmeden günümüze kadar gelmişlerdir. Van-Erci depreminde yapılan saha tespitleri, konu hakkındaki mevcut çalışmalar ve Türkiye'ye özgü uygulamalar hakkında yapılan çalışmalar bu sistemlerin mevcut düşük rijitlikleri üzerine kiriş ve kiriş-kolon bağlantı geometrilerinden ve Türkiye'ye özel bir takım eksik veya hatalı detay uygulamalardan dolayı ciddi sorunlara sahip olabileceklerini ortaya koymuştur. Konu hakkında çalışmalar sürüyor olmakla beraber bu tip yapıların en büyük zafiyeti olan düşük rijitlik dolayısıyla yüksek yanal deplasman taleplerine maruz kalmalarının önüne geçmek için en kestirme yol olan sistemde yanal ötelenmeleri sınırlayıcı betonarme perdeler kullanımı genelde maliyet artırıcı olması iddiasıyla uygulayıcılar arasında pek rağbet görmemektedir. Bu çalışmada yatık kirişli sistemlerde perdeler kullanılması durumunda performans ve yapı maliyetine olan etkileri bir arada değerlendirilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER : Betonarme Yapılar, Yatık Kiriş, Asmolen Döşeme, Deprem Davranışı, Maliyet Karşılaştırması

1. Giriş

Betonarme yapılarda kirişlerin döşeme altında yapılmasını önlemek amacıyla, bir alternatif olarak, kiriş derinlikleri döşeme kalınlığına eşit olabilir. Ancak böylesi bir seçimde yeterli emilme kapasitesini sağlayabilmek amacıyla kirişlerin eni büyütülür. Bu tip sistemlerde normalden büyük olan kiriş-döşeme derinliğini azaltmak için döşeme içinde ana kiriş derinliğine sahip bir yöne uzanan kiriş çikler (nervürler) ve aralarında görece ince bir tabliye olabilir. Tabliyelerin altına (kiriş çiklerin arasına) kalıp imalatını kolaylaştırmak amacıyla dolgu konulur. Kullanılan dolgu adına referansla bu tip yapılara “asmolen” döşemeli sistem veya asmolen sistem denilir. Bu sistemler tanımlanan yapılanma ile kirişsiz döşeme ile konvansiyonel döşeme sistemi arasında yapılar ve taşıyıcı çerçeve itibarıyla betonarme çerçeveli sistemlerin bir alt grubu olarak sınıflandırılabilirler. Özellikle mimari istemler sebebiyle asmolen sistemler ülkemizde yaygın olarak kullanılmaktadır.

M_w 7.1 2011, Van-Erci depreminde yapılan gözlemler ve devamında yapılan çalışmalarda (Dönmez 2015-I) yatık kirişli betonarme çerçevelerin tasarımında özen gösterilmemesi durumunda, görece düşük atalet momentleri sebebiyle, standart çerçevelere göre yüksek ötelenme taleplerinin oluşabileceği ve sistemin göçmeye gidebileceği gösterilmiştir.

Ülkemizde yatık kirişli çerçeve pratiklerinde aynı aksa oturabilen kirişler ve kolonlar nadiren kullanıldığından çok yaygın bir biçimde döner merkezli birleşim uygulaması mevcuttur. Yatık kirişli çerçeveler konusunda bugüne kadar yapılmış ve ulaşılabilecek olan deneysel çalışmalar (Benevent-Climent ve diğ., 2010) döner merkezli kiriş-kolon birleşimleri üzerinedir. Döner merkezli olarak birleşen sistemler üzerine deneysel bir veri yoktur. Mevcut verilerden yola çıkarak döner merkezli eleman bağlantılarına sahip olan sistemlerin rijitliğinin daha da düşebileceğini söylemek yanlış olmaz. Bu konuda ortaya veri koyabilmek için çalışmalar sürmektedir (Dönmez, 2015-II).

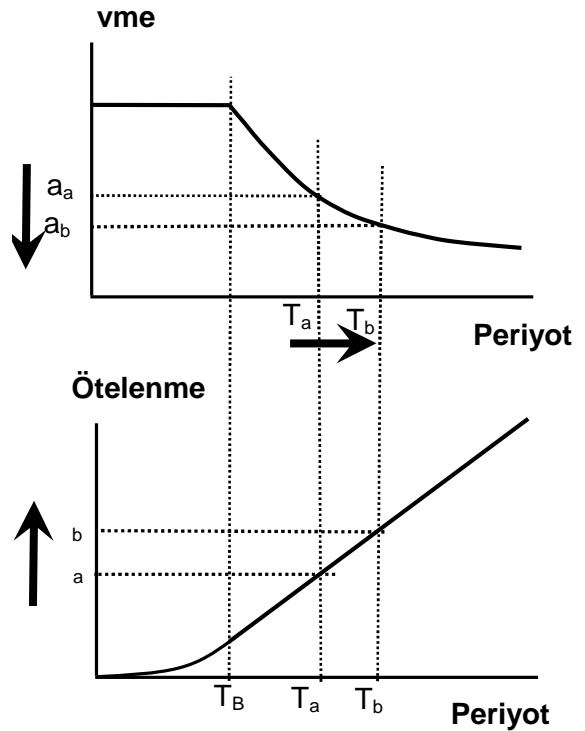
Mevcut deprem artnamesi yaklaşımlarında yüksek sünekliğe sahip olma artışıyla yatık kirişli bir çerçevenin sadece moment çerçevesi olarak tasarlanması mümkündür. Böyle bir tasarımda tipik olarak yapıya deprem yükü yöntemiyle tasarlanabilmekte ve genelde tasarım öteleme sınırları tarafından kontrol edilmektedir. Kuvvet bazlı olan bu yaklaşımda sistemdeki yumuşaklık sebebiyle ötelenme taleplerinde olan artış ortaya konulamamakta ve tasarımda dikkate alınamamaktadır.

zmir’de bir grup yapıyı baz alan çalışmada Dönmez (2015-I) yatık kirişli çerçevelerin konvansiyonel çerçevelere sahip yapılara göre ortalama %40 daha uzun periyotlara sahip olarak daha fazla ötelenme taleplerine maruz kaldıklarını göstermiştir. Aynı çalışma sadece döner merkezli döşüm noktalarına ve düzgün yerleştirilmiş bir ızgara plana sahip yatık kirişli bir çerçevenin süneklik düzeyi yüksek olarak tasarlanmasına rağmen ötelenme taleplerini karşılayamayacağı gösterilmiştir. Sonuç olarak ülkemizdeki düzensiz aks yapısı ve döner merkezli döşüm noktaları göz önüne alındığında, bu tip sistemlerin doğrusal olmayan davranışı tam olarak ortaya çıkarılıp tasarıma yansıtılana kadar, yatık kirişli yapılarda ötelenmeyi sınırlayıcı tasarımlar yapmanın gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu bildiriye yatık kirişli çerçeveye sahip dört yapının sünekliği yüksek moment çerçevesi ve betonarme perde takviyeli moment çerçevesi olarak iki ayrı şekilde tasarlanması durumunda ortaya çıkan ötelenme talepleri ve yapı maliyetleri ortaya konularak sonuçlar tartışılacaktır. Çalışmaya konu yapılar bahsedilen iki yapısal tipten birinde ruhsatları alınmış yapılar. Bu amaçla ilk olarak deprem talepleri altında rijitliği düşük sistemlerde ötelenme taleplerinin neden arttığı, daha sonra yatık kirişlerin kolon döşüm noktasındaki davranışı ve son olarak örnek yapılarla ilgili çalışmaları sunulacaktır.

2. ÖTELENME TALEBİNDEKİ ARTI

Yatık kirişli çerçevelerin yük talebindeki düşmeye karşılık ötelenme talebinde oluşan artışı sergileyebilmek amacıyla deprem ivme ve ötelenme tasarım spektrumlarını bir arada değerlendirilmelidir. Bu amaçla nominal ivme ve ötelenme tasarım spektrumları ekil 1’de sunulmuştur. Grafikten izleneceği üzere ivme spektrumu üzerinde yapı periyodu T_a ’dan T_b ’ye arttırıldığında ivme ve dolayısıyla yük talebi düşer, ötelenme spektrumu üzerinde T_a ’dan T_b ’ye gidildiğinde ötelenme talebi artar. Ötelenme spektrumu kabaca artnamedeki T_B karakteristik deşerinden (sabit ivme-sabit hız sınır bölgesi) sonra doğrusal olduğu kabul edilebilir. Ötelenme taleplerine esas yapı periyotları deprem artnamesinde belirtildiği şekilde çatlamı kesit rijitlikleri esas alınarak hesaplanır.



ekil 1. vme ve Ötelenme Spektrumları

Sadece ivme spektrumunun esas alınması durumunda periyot uzadıkça yüklerin azaldığı ve daha avantajlı bir pozisyon yakalandığı algısı olabilir. Ötelenme taleplerindeki artış yapı tarafından karşılanabildiği sürece bu doğrudur. Yatık kirişli çerçevelerde sorun çerçevenin ötelenme taleplerini karşılayamaz hale gelme olasılığının yüksek olduğuudur. Oluşan hasarlar sonucu sistemdeki rijitlik düşmesi ile beraber sistemin periyodundaki uzama konvansiyonel sistemlerde de gerçekleşmekle beraber yatık kirişli çerçevelerdeki sorun zaten rijitliği düşük olan sistemin rijitliğinin daha da düşmesi ile ötelenme taleplerinin çok yükselmesidir. Ayrıca yukarıda değinildiği üzere yaygın bir biçimde kullanılan dış merkezli bileşimler sorunu daha ağır hale getirmektedir.

3. YATIK KIRIŞLI S STEMLERİN DÜŞÜM NOKTASINDAKİ DAVRANIŞI

Yatık kirişli çerçevelerin rijitliğinin düşük olması ve donatı kenetlenmesindeki sorunlar sebebiyle ara tırmacıların ilgisini çekmiş ve konu üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Benevent-Climent ve diğerlerinin (2010) makalesinde söz konusu araştırmalar hakkında detaylı özet verilmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda yatık kiriş tasarımı konusunda üç kritik mekanizma tanımlanmıştır: 1) Düşüm noktasında bulunan elemanların ve düşüm noktasının geometrisi, 2) Kolon çekirdeğinin dışındaki kalan kiriş donatılarının kenetlenmesi, 3) Kiriş ve kolon boyuna donatılarında düşüm bölgesinde sıyrılması.

Ara tırmacılar (Benavent-Climent ve diğerleri, 2010; Gentry ve Wight 1994; Lafave 2001) yatık kirişlerin moment direncinin birleşim bölgesinde üç ana deşim kenden etkilendiği ortaya koymuştur. Bunlar kiriş ana donatısında kolon çekirdeği içerisinde yer alan miktarının toplam miktara oranı, kolon yakınında basınç çubuğu mekanizması olabilir ve kolona yatık kiriş e dik yönde bulunan kirişlerin burulma direncidir. Deney sonuçları kolon çekirdek bölgesi dışındaki boyuna donatıların moment direnci olabilir turabilmelerinin, temelde dik kirişlerin burulma direnci sonucu olabilir tuşunu ortaya koymaktadır. Bu sebeple, tasarlanan sistemde hem dayanım hem de rijitliğin korunması öngörülüyorsa dik kirişlerin burulma çatlama dayanımının kolon çekirdeği dışındaki yatık kiriş boyuna donatılarını kapasitelerine ulaştıracak kapasitede olması, sadece deşim dayanımı önemliyse burulma donatısı ile ulaşılabilen burulma kapasitesinin baz alınması tavsiye edilmektedir. Kolon ve kiriş boyuna donatıları için gerekli aderans boyu kiriş ve kolon derinliklerine bağlıdır. ACI 352-02 donatı sıyrılmasını engelleyebilmek amacıyla ilgili elemanın o yöndeki kalınlığının kiriş yada kolon boyuna donatı çapının en az 20 katı olmasını sağık vermektedir.

Amerikan Beton Enstitüsü ACI 352-91 komite raporunda yatık kirişli çerçevelerin yüksek sismik risk altındaki bölgelerde kullanılmamasını sağık vermiştir. Daha sonra 2002’de tanımlı bir takım artları sağılamak kaydıyla yatık kiriş kullanımına tekrar kapı açmıştır. Benzer şekilde Amerikan Beton Enstitüsü’nün Betonarme Yapıların Yapım Kurallarını tanımlayan ACI 318-11, sismik tehlikenin yüksek olduğu bölgelerde belirli artları sağılamak artıyla yatık kirişli çerçeve tasarımına izin vermektedir. Sağılanması gereken artlar; yatık kirişin her iki yöndeki kolondan ta an bölümlerinin kolonun kiriş e paralel yöndeki boyutunun %75’inden veya kolonun kiriş e dik yöndeki boyutundan küçük olması ve kirişin kolon çekirdek bölgesi dışındaki boyuna donatılarının enine donatılarla kuşatılmasıdır. Ayrıca ACI 352-02, deneysel tecrübenin e merkezli kiriş-kolon bağlantılı çerçeveler kaynaklı olması sebebiyle dış merkezli yatık kiriş-kolon kullanımını tavsiye etmemektedir.

4. YATIK KIRIŞLI ÇERÇEVELERDE SİSMİK TASARIM ALTERNATİFLERİ

Yukarıdaki paragraflarda anlatıldığı üzere zaafiyet yaratan konulara özen gösterilmeden tasarlandığında yatık kirişli betonarme çerçeveler yetersiz sismik davranış gösterebilmektedir. Düşük rijitlikleri göz önüne alındığında sisteme rijitliği yüksek çerçeveler ve/veya perdeler eklenmesi durumunda, artan rijitlik sebebiyle ötelenme talepleri düşecektir. Diğer taraftan düşen ötelenme talepleri ile yatık kirişli çerçeveler talep deplasmanlarını karşılayabilecek hale gelmeleri sayesinde yapı bütünlüğünü koruyabilecektir. Böylesi bir tasarım teknik olarak mümkün olmakla birlikte uygulayıcı mühendisler tarafından özellikle yapı maliyetini arttıracak düşüncesi ile tercih edilmemektedir. Bildirinin bu bölümünde böylesi bir senaryoda yapının ötelenme talepleri ve maliyetinde

oluacak depremlerin ortaya konulması amacıyla İzmir'de ruhsatlandırılmış dört yapı her iki ekseninde tasarlanarak sonuçlar karşılaştırılacaktır. Çalışma kapsamındaki yapılarda kullanılan perde miktarları ile yapılardaki yatay yükler kısmen perdeler tarafından karşılanmaktadır.

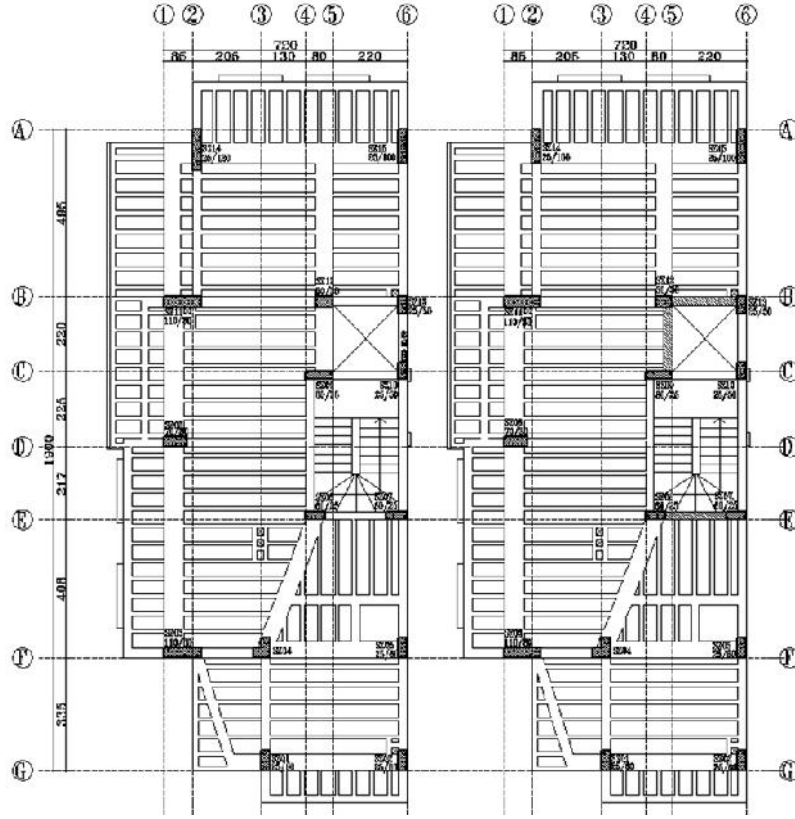
İncelenen yapılarda ötelenmelerin hangi seviyelere çekilmesi gerektiği düzensiz merkezli düzensiz noktalarına sahip yapılarda doğrusal olmayan deprem davranışını kabul edilebilir seviyede modellemenin mümkün olmaması ve doğrusal olmayan ötelenme yöntemleriyle tasarım yapılması halen için pratik olmadığı için rijitlik kontrolü üzerinden periyot değerlendirilmiştir.

İncelenen yapıların orijinal tasarımlarında taşıyıcı sistemler büyük oranda yatık kirişli moment çerçevelerinden oluşmaktadır. Mevcut tasarımları ile yapıların tümü deprem artnamesinin ötelenme limitlerini sağlamakla beraber, genel olarak yapılar konvansiyonel moment çerçeveleri düzensiz ünde görece yüksek periyot değerlerine sahiptirler. Bu çalışmada yapıların analizleri ve metraj hesapları için ideCAD® Statik hesap programı doğrusal elastik davranış kabulüyle yapılmıştır. Aşağıdaki paragraflarda yapıların temel geometrik, malzeme ve dinamik özellikleri tanıtılacaktır. İncelenen yapılarda üçüncü yapı hariç C30 Sınıfı beton ve S420 betonarme çeliği kullanılmıştır. Üç numaralı yapıda C35 sınıfı beton kullanılmıştır.

İncelenen birinci yapı, 7.20mx18.00m inaat taban alanına sahip, zemin artı dört normal katlıdır. Yapının oturduğu zeminin yerel zemin grubu D, sınıfı Z4'dür. Yapının taşıyıcı sistemi orijinal tasarımında eksenel 2a'de görüldüğü üzere yatık kirişli moment çerçeveleridir. Bu halde yapının birinci modu 0.75 saniye periyoda sahiptir. Yapının maruz kalacağı öteleme taleplerini düşürebilmek amacıyla mevcut yapıya, x-x yönünde B aksı üzerinde 5-6 aksları arasında, E aksı üzerinde 4-6 aksları arasında iki kolon arasında kalacak eksenel iki adet betonarme perde ilavesi yapılmıştır. Aynı eksenel, y-y yönünde 5 aksı üzerinde B-C aksları arasında iki kolon arasında kalacak eksenel betonarme bir perde ilavesi yapılmıştır. Perde takviyeli betonarme sistemin zemin kat kalıp planı eksenel 2b'de sunulmuştur. Yapılan eklemeler sonucu yapının birinci modunun periyodu 0.66 saniyeye düşmüştür.

İncelenen ikinci yapı, 20.00mx12.20m inaat taban alanına sahip, bodrum artı zemin artı üç normal katlıdır. Yapının oturduğu zeminin yerel zemin grubu C, sınıfı Z3'dür. Yapının taşıyıcı sistemi orijinal tasarımında eksenel 3'de görüldüğü üzere yatık kirişli moment çerçeveleridir. Bu halde yapının birinci modu 0.42 saniye periyoda sahiptir. Yapının maruz kalacağı öteleme taleplerini düşürebilmek amacıyla mevcut yapıya, x-x yönünde C aksı üzerinde 6-6 aksları arasında iki kolon arasında kalacak eksenel betonarme perde ilavesi yapılmıştır. Aynı eksenel, y-y yönünde 5 aksı üzerinde D-C aksları arasında, 6 aksı üzerinde D-C aksları arasında iki kolon arasında kalacak eksenel iki adet betonarme perde ilavesi yapılmıştır. Perde takviyeli betonarme sistemin zemin kat kalıp planı eksenel 4'de sunulmuştur. Yapılan eklemeler sonucu yapının birinci modunun periyodu 0.27 saniyeye düşmüştür.

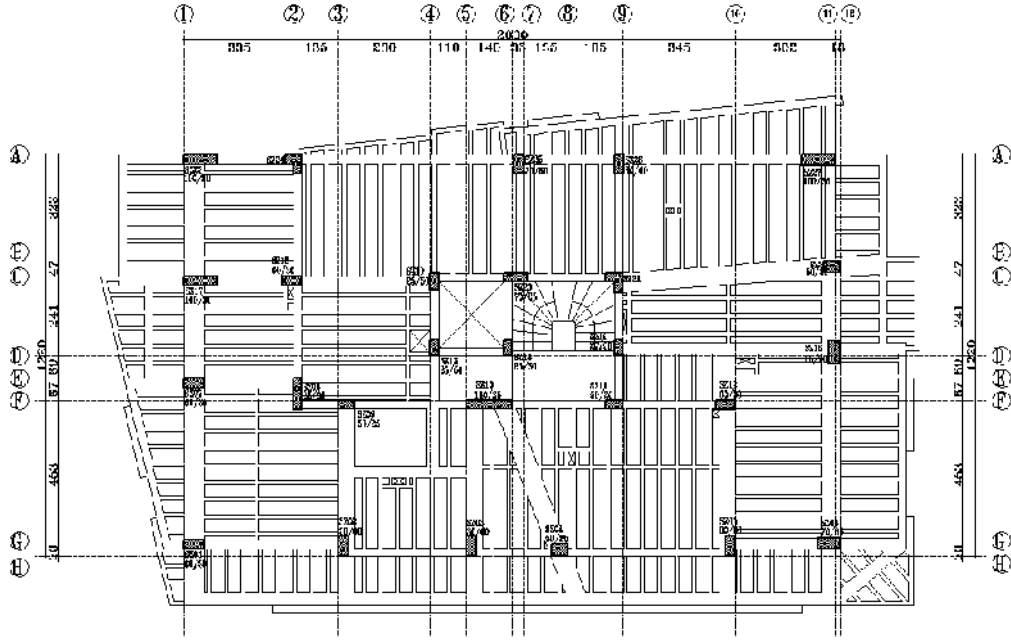
İncelenen üçüncü yapı, 23.00mx20.00m inaat taban alanına sahip, zemin artı yedi normal katlıdır. Yapının oturduğu zeminin yerel zemin grubu C, sınıfı Z2'dir. Yapının taşıyıcı sistemi orijinal tasarımında eksenel 5'de görüldüğü üzere yatık kirişli moment çerçeveleridir. Bu halde yapının birinci modu 0.76 saniye periyoda sahiptir. Yapının maruz kalacağı öteleme taleplerini düşürebilmek amacıyla mevcut yapıya, x-x yönünde E aksı üzerinde 10-11 aksları arasında, F aksı üzerinde 5-6 aksları arasında, J aksı üzerinde 5-6 ve 10-11 aksları arasında iki kolon arasında kalacak eksenel toplam dört adet betonarme perde ilavesi yapılmıştır. Aynı eksenel, y-y yönünde 5 aksı üzerinde E-G ve G-I aksları arasında, 11 aksı üzerinde E-G, G-H ve H-I aksları arasında iki kolon arasında kalacak eksenel beş adet betonarme perde ilavesi yapılmıştır. Perde takviyeli betonarme sistemin zemin kat kalıp planı eksenel 6'da sunulmuştur. Yapılan eklemeler sonucu yapının birinci modunun periyodu 0.53 saniyeye düşmüştür.



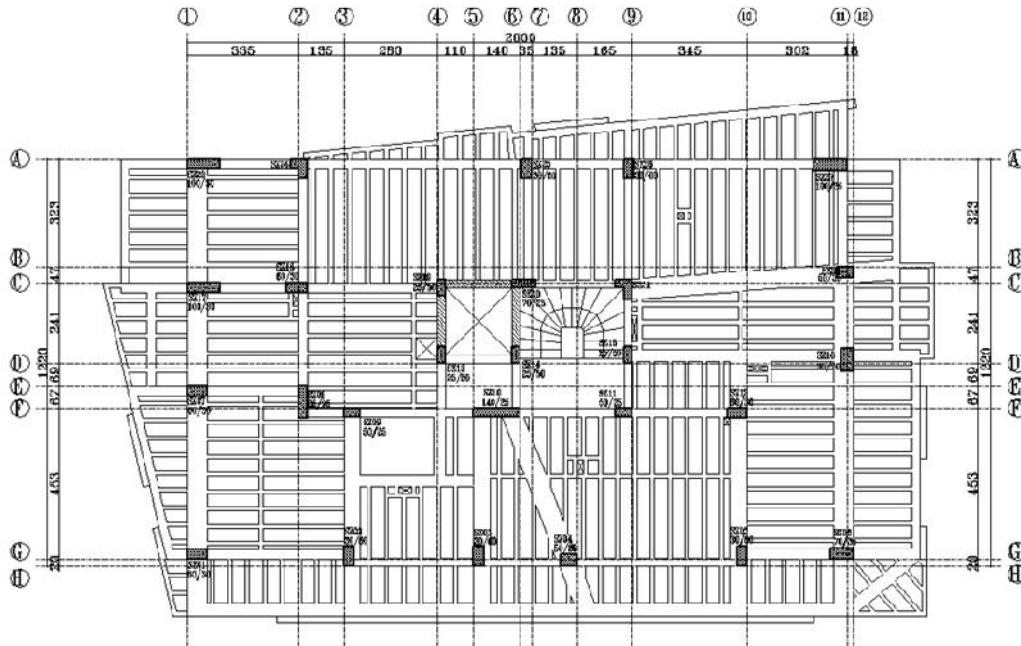
a) Moment Çerçevesi b) Perde Takviyeli Çerçeve
ekil 2. Yapı 1, Zemin Kat Tavanı Kalıp Planları

ncelenen dördüncü yapı, 13.70mx15.84m inaat taban alanına sahip, bodrum artı zemin artı dört normal katlıdır. Yapının oturduğu zeminin yerel zemin grubu C, sınıfı Z2'dir. Yapının taşıyıcı sistemi orjinal tasarımında ekil 7'de görüldüğü üzere yatık kirişli moment çerçeveleridir. Bu halinde yapının birinci modu 0.85 saniye periyoda sahiptir. Yapının maruz kalacağı öteleme taleplerini karşılayabilmek amacıyla mevcut yapıya, x-x yönünde C aksı üzerinde 1-2 aksları arasında iki kolon arasında kalacak şekilde betonarme perde ilavesi yapılmıştır, ayrıca mevcut sistemdeki 70cmx30cm ebatlı SZ12 isimli kolon 200cmx25cm ebatlı sistem perdesine dönüştürülmüştür. Diğer taraftan, y-y yönünde mevcut sistemde 30cmx70cm ebatlı SZ01 ve SZ03 kolonları ile 60cmx25cm ebatlı SZ14 kolonu 25cmx200cm ebatlı sistem perdesine dönüştürülmüştür. Perde takviyeli betonarme sistemin zemin kat kalıp planı ekil 7'de sunulmuştur. Yapılan eklemeler sonucu yapının birinci modunun periyodu 0.66 saniyeye düşmüştür.

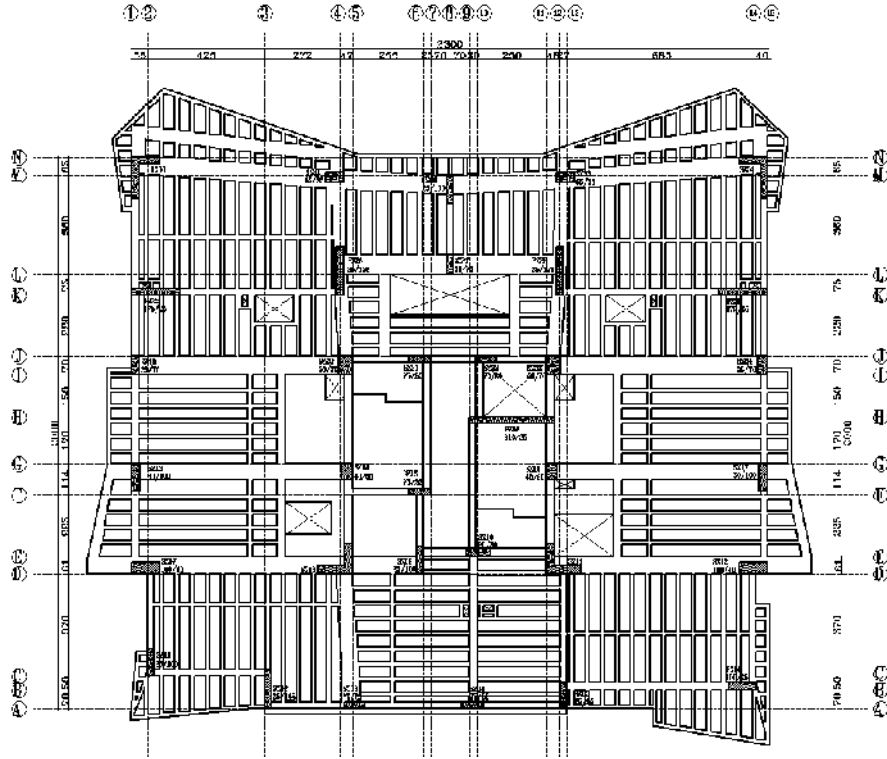
Perde ilavesi ile yapılan müdahaleler sonrası yapıların periyotlarındaki ve kullanılan çelik, beton ve kalıp miktarlarındaki değişim Tablo 1'de görülmektedir.



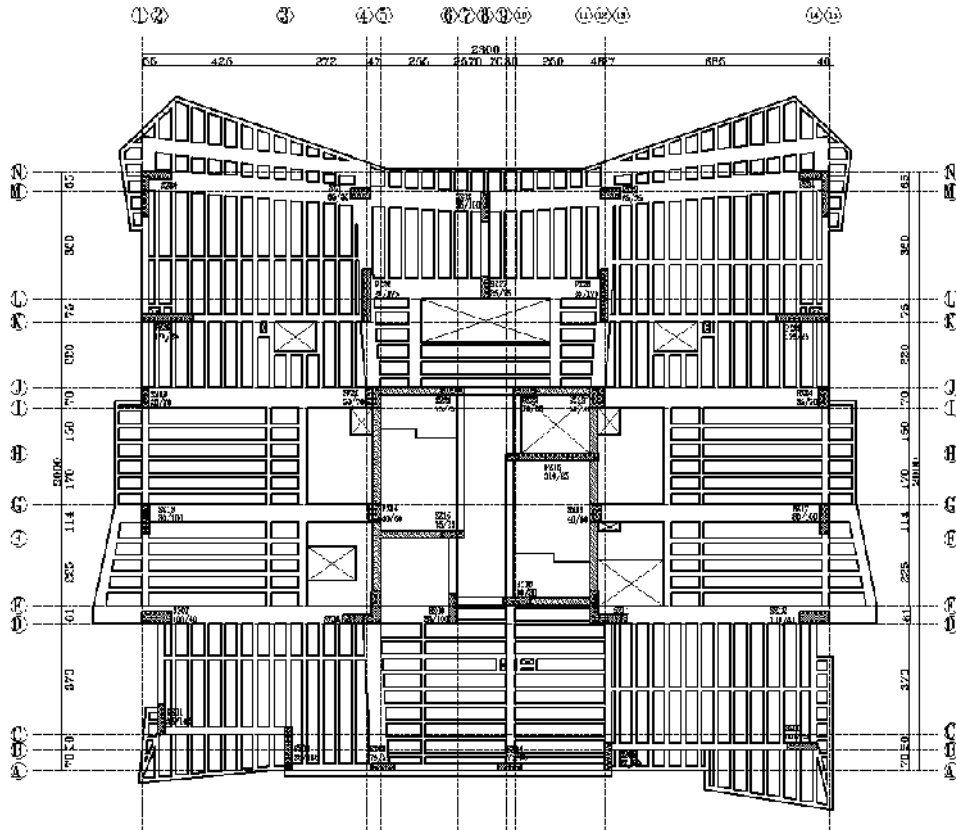
ekil 3. Yapı 2, Zemin Kat Tavanı Kalıp Planı, Moment Çerçevesi



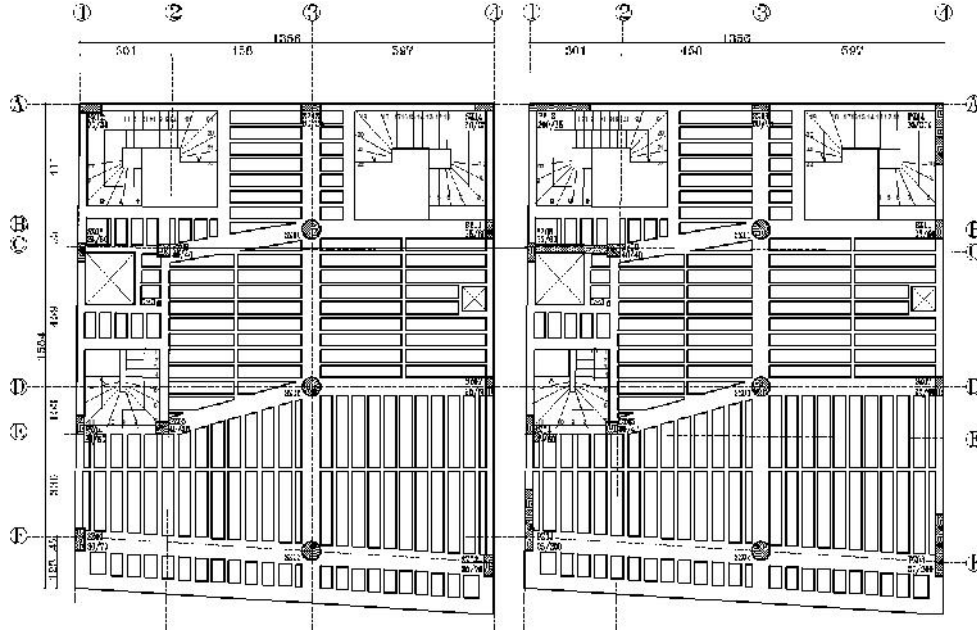
ekil 4. Yapı 2, Zemin Kat Tavanı Kalıp Planı, Perde Takviyeli Çerçeve



ekil 5. Yapı 3, Zemin Kat Tavanı Kalıp Planı, Moment Çerçevesi



ekil 6. Yapı 3, Zemin Kat Tavanı Kalıp Planı, Perde Takviyeli Çerçeve



a) Moment Çerçevesi b) Perde Takviyeli Çerçeve
ekil 2. Yapı 4, Zemin Kat Tavanı Kalıp Planları

Tablo 1- Moment Çerçevesi ve Perde Takviyeli Sistemlerin Karşılaştırılmaları

	TAŞIYICI SİSTEM MODELİ/YÜZDELİK DEĞİŞİM	KAT ADEDİ	PERİYOT - Tr (s)		METRAJ		
			1. MOD (s)	DEMİR (kg)	BETON (m ³)	KALIP (m ²)	
YAPI 1	MOMENT ÇERÇEVELİ	ZEMİN + 4 NORMAL KAT	0.75	38653	284	2105	
	PERDE İLAVELİ		0.64	38565	308	2290	
	DEĞİŞİM (%)		-14.0%	-0.2%	8.4%	8.8%	
YAPI 2	MOMENT ÇERÇEVELİ	BODRUM + ZEMİN + 2 NORMAL KAT	0.42	53615	409	3761	
	PERDE İLAVELİ		0.27	53710	421	3867	
	DEĞİŞİM (%)		-34.4%	0.2%	3.0%	2.8%	
YAPI 3	MOMENT ÇERÇEVELİ	ZEMİN + 7 NORMAL KAT	0.76	185298	1429	10375	
	PERDE İLAVELİ		0.53	188040	1534	11140	
	DEĞİŞİM (%)		-29.6%	1.5%	7.3%	7.4%	
YAPI 4	MOMENT ÇERÇEVELİ	BODRUM + ZEMİN + 4 NORMAL KAT	0.85	52368	402	3651	
	PERDE İLAVELİ		0.66	55143	428	3866	
	DEĞİŞİM (%)		-22.5%	5.3%	6.6%	5.9%	

5. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında perde takviyesiyle rijitlikleri artırılan yapıların birinci periyotları %14 ila %34 arasında olmak üzere ortalamada %25 dü ü göstermiştir. Buna karşın demir, beton ve kalıp miktarları ortalamada sırasıyla %1.8, %6 ve %6 civarında artmıştır. Yapı bazında artışlar görece de rijitlikler göstermekle beraber temel gözlem yapısal maliyet artışındaki görece düşük artışa karşın, yapı periyotundaki kayda değer düşümler eklindedir. Yapı maliyetlerinde yapısal kısmın kabaca toplam maliyetin %20'sini oluşturdu ve demir, beton, kalıp ve dolgu duvarların kaba yapı maliyetini etkileyen faktörlerle pay aldıkları kabülleriyle gözlemlenen ortalama maliyet artışının toplam yapı maliyetinde %1'in altında olduğu kestirilebilir. Diğer taraftan deprem ötelenme taleplerinin artınamada tarafından T_B karakteristik periyodundan sonra yapı periyodu ile ilgili kısmın doğrusal olarak de rijitliği tanımlanması dikkate alındığında, periyottaki düşmenin ötelenme talebine doğrusal olarak yansıtılabilmektedir. Buradan sonuç olarak yapılara uygulanan takviye perdeler toplamda %1'in altında bir maliyet artışına sebep olurken deprem ötelenme taleplerini %25 civarında düşürerek yapının depremde ayakta kalabilme kabiliyetini ciddi miktarda arttırmaktadır. Ulaşılan iyileştirme sadece tasarım depremi seviyelerinde değil, orta büyüklükteki depremlerde de yapısal açıdan önem arz etmektedir. Ülkemizde orta iddetteki depremlerden sonra yapısal olmayan elemanlarda ciddi miktarda hasar olmaktadır. Bu hasarlar sebebiyle yapılara olan güven sarsılmakta ciddi sosyal sorunlar ortaya çıkmaktadır. Yapısal olmayan hasarları düşürmenin yollarından birisi yapıda oluşan ötelenme taleplerini düşürmek olduğundan, bu çalışmada ortaya konulan üzere perde takviyeler kullanılması bu konuda da faydalı olacaktır.

Yapılan çalışma yapıların modellenmesi, imalatı ve depremlerin oluşturduğu taleplerdeki belirsizlikler göz önüne alındığında %1'lik ilave yatırımla yatık kirişli çerçeveleri ciddi miktarda güvenli tarafa çekmenin mümkün olduğunu ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

Benavent-Climent, A., Cahis, X., and Vico, J. M. (2010). "Interior wide beam-column connections in existing RC frames subjected to lateral earthquake loading." *Bulletin of Earthquake Engineering*, 8(2), 401-420.

Dönmez, C. (2015-I). "Seismic Performance of Wide-Beam Infill-Joist Block RC Frames in Turkey." *Journal of Performance of Constructed Facilities* 29(1): 04014026.

Dönmez, C. (2015-II)., "Asmolen Döşemeli Çerçevelerde Dört Merkezli Yassı Kiriş-Kolon Birleştirmelerinin Davranışının İncelenmesi." *Ulusal Yapı Mekaniği Laboratuvarları 5. Toplantısı*, 29-30 Mayıs 2015, Erciyes Üniversitesi, Kayseri

Gentry, T. R., and Wight, J. K. (1994). "Wide Beam-Column Connections under Earthquake-Type Loading." *Earthq Spectra*, 10(4), 675-703.

ideCAD® Statik, ideYAPI LTD., 2011

Lafave, J. M., Wight J.K. (2001). "Reinforced Concrete Wider-beam Construction vs. Conventional Construction: Resistance to Lateral Earthquake Loads." *Earthq Spectra*, 17(3), 479-505.