



TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası
İstanbul Şubesi Mesleki Eğitim Seminerleri

BETONARME BİNALARIN GÜÇLENDİRİLMESİ TASARIMI

İnş. Müh. Nergiz VASFIOĞLU

Deprem Etkisi Altında Mevcut Bina Sistemlerinin Değerlendirilmesi ve
Güçlendirme Tasarımı Alanında Çalışan İnşaat Mühendislerinin İMO İnternet
Sayfasında Yayınlanması Yönergesi Değerlendirme Kurulu Üyesi

SUNUM İÇERİĞİ

- **GİRİŞ**
- **GÜÇLENDİRME TASARIMI**
 - **PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI**
 - **DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK DURUMLARI**
 - **KOMŞU YAPILARLA OLAN İLİŞKİ**
 - **KISA KOLON**
- **SONUÇ**

GİRİŞ

Mevcut yapı stokumuzun depreme güvenliği-güvensizliği ile ilgili hem fikiriz. Yeni yapılan yapıları bile yeterince güvenli yaptığımıza dair ciddi kaygı içerisindeyiz. Depremi bekleyen şehirlerimiz, ülkenin hem alan olarak, hem de nüfus olarak büyük bir yüzdesini oluşturuyor. Bu kadar büyük bir probleme çözümlerimiz ise neredeyse yok denecek ölçüde.

Olası bir deprem sonrası başımıza gelebilecekleri düşünmek bile istemiyoruz. Bu konuya ayrılan sınırlı kaynakla devasa bir problemi çözmek zorundayız; önceliğin insan canı olduğu gerçeğini unutmadan. Ekonomik ömrünü tamamlamamış pek çok yapıyı yıkıp yeniden yapamayacağımız, bu kadar büyük bir nüfusu başka bir yere taşıyamayacağımız için mevcut yapılarımızı güçlendirmek, iyileştirmek, onarmak zorundayız.

Deprem sonrası yapılarımız kullanılamayacak olsa bile insanların içlerinden sağ çıkmalarını sağlayabilecek formüller üretmeliyiz. Bunun içinde yapıların özellikle toptan göçmesi, kısmi yıkılması, devrilmesi gibi problemlerini çözmekten başlayabiliriz.



Bizler; güçlendirmenin dışında yapıların iyileştirilmesi ve onarılması konusunu pek tartışmıyoruz.

Halbuki sınırlı olan kaynaklarımızla tüm yapı stokunu depreme güvenli hale getirmek neredeyse imkansız gibi görünüyor.



Olası bir depreme ne kadar zamanımızın kaldığını bilmediğimiz gerçekliği de göz önünde tutulursa, belki de yapıların tipik sıkıntıları konusunda bazı pratik, ekonomik çözümler üretmek mümkün olabilir.

Sadece kısa kolon problemi olan binalarda ki problemi ortadan kaldırsak, kaç yapının kısmi veya toptan göçmesini veya ağır hasar almasını önleyebiliriz?

Çözümü çok pratik ve ekonomik, bir miktar duvar örerek aşabileceğimiz bir problem aslında. Tabii bu çözümü önerirken binanın tamamen deprem güvenliğine kavuştuğu gibi yanlış anlaşılma riskini, bu sorumluluğu kimin ve hangi yetkiyle alacağının zorluğunu göz ardı etmeden söylemek lazım.

Yine yapı sahiplerinin mülkiyet haklarını gözeterek pek çok yapıda kat azaltmak, yükünü hafifletmek, kullanım amacını değiştirmek gibi çözümleri de tartışmıyoruz. Bizlerin bugüne kadar yapı güvenliği ile ilgili, ağırlıklı tartıştığımız yıkıp yerine yenisi yapmakla sınırlı kaldı.

Güçlendirme dahil, konunun sanırım hukuksal ve sosyal zorlukları nedeniyle tüm çözümler pek de itibar görmedi. Depreme karşı güvenli yapılara sahip olmak için, teknik bilginin dışında, yeterince kaynak, mali destek, konuyu önceleyen politikalar ve en önemlisi toplumsal bilince ihtiyaç var.

Bu sunum bu kaygılarla üretilmiş olup, pek çok meslektaşımızın üzerine çok şey söyleyebileceği bilgileri derlemek amacı ile yazılmıştır. Bu sunum arayıcılığıyla, umarım bilgilerimizi gözden geçirebilir, genç meslektaşlarımıza da temel bazı kavramları anlatabilirim.

Güçlendirme proje ve uygulamaları yapan meslektaşlarımız bilir, bir yapıyı güçlendirmek, yeniden tasarlamaktan çok daha zor bir iştir. Sadece proje mühendislerinin dışında pek çok alanda çalışan mühendise ihtiyaç duyulur. Öncelikle yapının oturduğu zeminle ilgili yeterli bilgi edinilebilmelidir. Hem jeolojik, hem de geoteknik bilgilere ulaşabilmek gereklidir.

Özellikle fay hattı üzerinde veya yakınındaki yapılarda, sivilaşma vb. zemin problemlerinde mevcut yapılara yapılabilecekler çok sınırlıdır.

Yapının yapımı sırasında zeminin iyi sıkıştırılmaması, farklı özelliklere sahip zeminlerin üzerine yapılan temellere, bu nedenle oluşan oturma problemlerini çözmek yeni bir bina yaparken yapılacaklardan çok daha zordur.

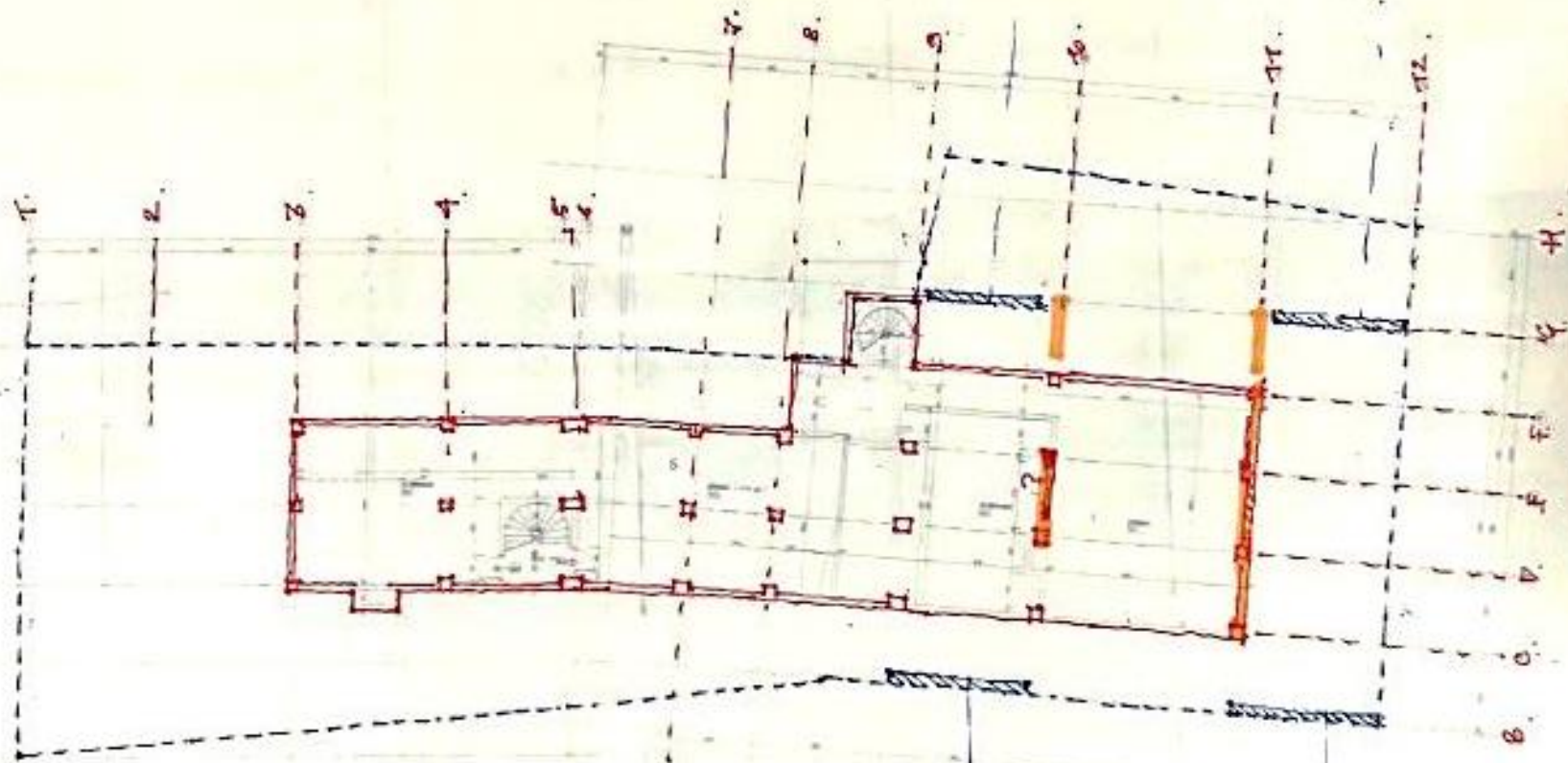
Unutulmamalıdır ki; ciddi zemin problemleri olan alanlardaki yapıların üst yapısını güçlendirmek yeterli olmayacaktır.

Jeolojik ve geoteknik problemlerin yukarıdaki gibi olmadığı durumlarda, öncelikle «**yapının yapım koşullarını belirlemekle**» başlamak gerekir.

Yapının yapıldığı yılları, o yıllardaki inşaat teknolojisini, yapılan tipik hataları, bugüne kadar yapının başına gelenleri bilmek zorunludur. Bu nedenle yapının yapımına şahitlik edenlerin ve uzun süredir binada yaşayanların bilgilerine itibar etmekte fayda olduğunu düşünürüm.

Bazen inşaat sırasında çekilmiş bir fotoğraf, yapıyla ilgili saklanmış bir evrak çok şey ifade edebilir. Yapının betonarme projesine erişemeyip, mimari, mekanik, elektrik projelerinden faydalanmışızdır. Yapıda yaşayanların kendi ve komşularının yapıya yaptıkları müdahaleleri anlatmaları yapıyı daha iyi tanımamıza vesile olmuştur.

BODRUM KAT PLANI 1/50



LINE FETTE FUMEE

LINE FETTE FUMEE

LINE FETTE FUMEE

LINE FETTE FUMEE

BODRUM KAT PLANI

BODRUM KAT PLANI

TBDY 2018 BÖLÜM 15 – DEPREM ETKİSİ ALTINDA MEVCUT BİNA SİSTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE GÜÇLENDİRME TASARIMI İÇİN ÖZEL KURALLAR bölümünde bir binaların nasıl inceleneceği, bilginin nasıl toplanacağı ve değerlendirileceği detaylarıyla anlatılmıştır.

Yönetmelik, *Binalardan bilgi toplanması kapsamında yapılacak işlemler, yapısal sistemin tanımlanması, bina geometrisinin, temel sisteminin ve zemin özelliklerinin saptanması, varsa mevcut hasarın ve evvelce yapılmış olan değişiklik ve/veya onarımların belirlenmesi, eleman boyutlarının ölçülmesi, malzeme özelliklerinin saptanması, sahada derlenen tüm bu bilgilerin binanın varsa projesine uygunluğunun kontrolüdür*, olarak ifade eder, *yapılan çalışmayı binada yapılacak gözlem ve ölçümlerden, binadan alınacak malzeme örneklerine uygulanacak deneylerden elde edilecektir* diye tanımlar.

Burada ki gözlem ifadesinin özellikle vurgulandığı kanaatindeyim. Her ne kadar ölçümler ve deneyler yapılsa da; yapıyı genel olarak gözlemek, malzeme ve işçilik kalitesini incelemek oldukça önemlidir.

Ayrıca yapının kullanımı sırasında gösterilen özen, yıpranmışlığı, zaman içerisinde yapılan müdahaleler göz önünde tutulması gereken faktörlerdir. Yapıya yapılan müdahaleler, bu müdahalelere yapılan yanlış onarım detayları ayrıntılı incelenmelidir.

Sadece taşıyıcı sistem elemanları için değil, duvarlar, parapetler gibi elemanlarında tekniğine uygun olarak yapılıp yapılmadığı incelenmelidir. Yıkılıp, yeniden ilave edilen duvar, kapatılan pencere ve kapı boşlukları, sonradan açılan boşluklar, tesisat geçirmek ve baca yapmak amaçlı kırılmalar gibi.



Depremlerde ölüm ve yaralanmaların pek çoğunun binanın taşıyıcı sisteminin yanı sıra; duvarların, parapetlerin, çatının, merdivenlerin yıkımından kaynaklandığı bilinmektedir.

Mevcuttaki yapılan hataların yeterince bilinmemesi, taşıyıcı elemanlarda lokal problemlerin olabilirliği, güçlendirme imalatın kendine has bilgi gerektirmesi vb. pek çok gerekçe ile güçlendirme projeleri yapılırken emniyet katsayıları yeni yapılan binalara göre çok daha yüksek alınır.

Güçlendirme tasarımı yapılırken, olabildiğince yapıya az müdahale edilerek, kolay uygulamalar ve yapılabilir detaylarla çözülmelidir. Yeni ilave edilen elemanlarla, yapının taşıma kapasitesine fayda sağlayan bazı faktörler iptal edilmemelidir.

Özellikle yeterince dolgu duvarı olan yapılar için bunu söylemek mümkündür. Pek çok binanın 1999 depreminde nitelikli dolgu duvarları sayesinde ayakta kaldığını veya daha az hasar gördüğünü bildiğimiz gibi.

Bu tür müdahalelerin yapıldığı duvarlarda tekrar örülecek duvarlarla ilave edilen elemanların ilişkisi doğru kurgulanmalıdır.

Kısacası betonarme olarak tarif ettiğimiz pek çok yapının, aslında dolgu duvarları ile birlikte çalışan karma yapılar olabileceği düşünülmelidir. Bu tür yapılarda duvar ve beton ilişkisi, yapının yapımı sırasında nasıl uygulandığı gözlemlenmelidir.

Eğer duvarı örülüp üst kat betonu bu duvarın üzerine döküldüyse, mevcut duvar kırılıp, müdahale sonrası yeniden yapıldığında ilave kirişlerden-hatıllardan yük aktarımı sağlanamayabilir. Duvarın tekrar yük almasını sağlayacak çözümler üretilmelidir.

Mevcut bir yapıya ilave taşıyıcı elemanlar yaparken öncelikle mevcut elemanlarla ilave edilen elemanların birlikte davranabileceğine ikna olmak gerekir. Bu nedenle üretilen tüm detaylar özenle dizayn edilmelidir.

Özellikle güçlendirme malzemesi olarak betonarmenin dışındaki çelik, LP gibi malzeme kullanımında oluşturulan detaylar denenmiş, test edilmiş, sonuçları deneylerle veya depremlerde izlenebilmiş detaylar olmalıdır.

Yoksa detayları doğru dizayn edilmemiş bir yapının hesap kabullerinin doğruluğu tartışılır.

Binaların incelenmesinde; çalışma ne kadar kapsamlı yapılırsa yapılsın unutulmaması gereken; bu bilgi her zaman sınırlıdır.

Yapının taşıyıcı sistemini tamamen açığa çıkarmak mümkün olmadığı için fark edilemeyen pek çok problemin olabileceğidir.

Yapının genelinde olmayan pek çok lokal imalat hatasıyla karşılaşılabilir. Bu nedenle yapılan güçlendirme projeleri uygulama sırasında gözden geçirilmeli ve yeni oluşan her duruma göre yeni çözümler üretilmelidir.

Genellikle, güçlendirme projelerini ilk kararları ile uygulamak mümkün olmamaktadır.

Bu gerekçeler ile uygulama sırasında güçlendirme projesini yapan mühendis ile ilişki uygulama boyunca sürdürülmelidir.



GÜÇLENDİRME TASARIMI

PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI

A1-BURULMA DÜZENSİZLİĞİ:

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için; bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden burulma düzensizliği kat sayısının 1.2 den büyük olması durumu(TBDY 2018)

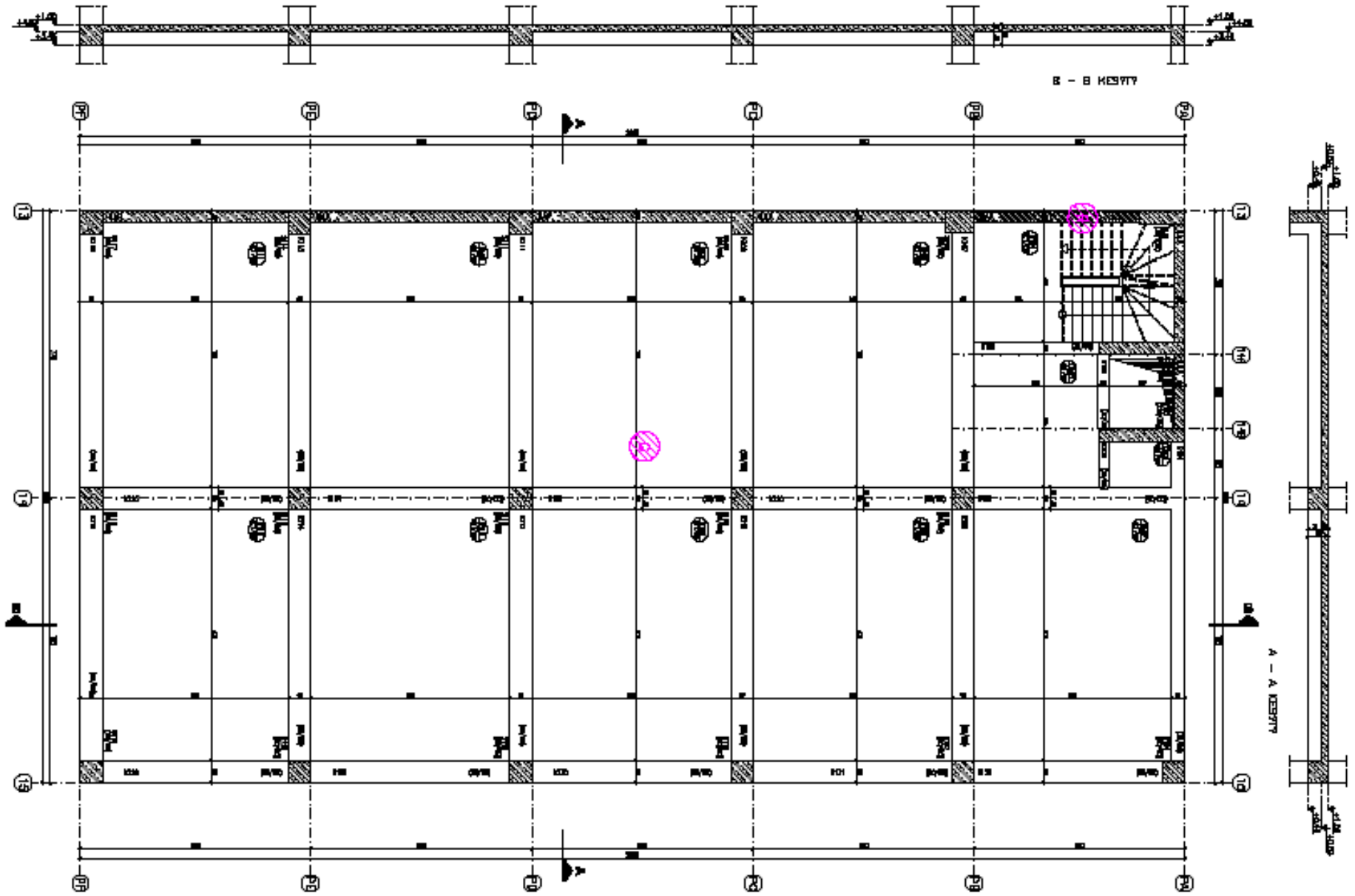
Eğimli arazilerde bodrum katlarda yapının bir kenarına veya köşesine yığılan perdelerde, derzli yapıların kenar bloklarında, merdiven ve asansör kovasının yapının bir köşesinde oluşturulduğunda bu düzensizlikle karşılaşır.

Güçlendirme tasarımı yapılırken perde ve kolon ilaveleri ile A1 Burulma düzensizliğini yönetmeliğin kabul ettiğı sınırlara getirmek gerekir. A1 burulma düzensizliğin giderilmesi için planda uygun yerlere Betonarme perdeler ilave edilerek kütle merkezi ile rijitlik merkezi birbirine yaklaştırılmaya çalışılır.

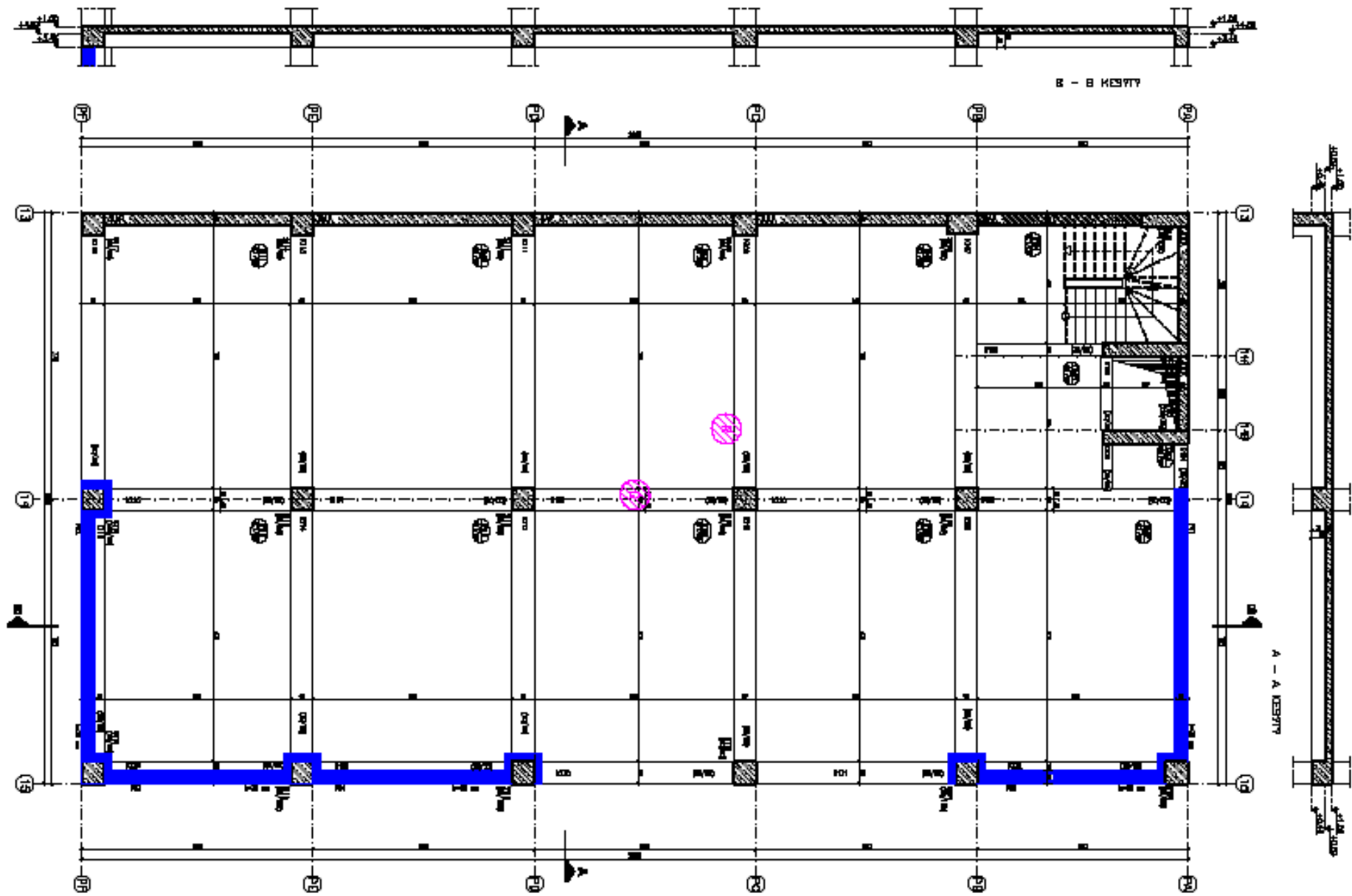
Şekil 1' de mevcut bir yapının bodrum katında oluşan A1 Burulma düzensizliği, **Şekil 2'** deki ilave edilen perdeler yardımı ile giderilmiştir.

Şekil 3'de mevcut bir yapının zemin ve normal katlarındaki oluşan A1 Burulma düzensizliği,

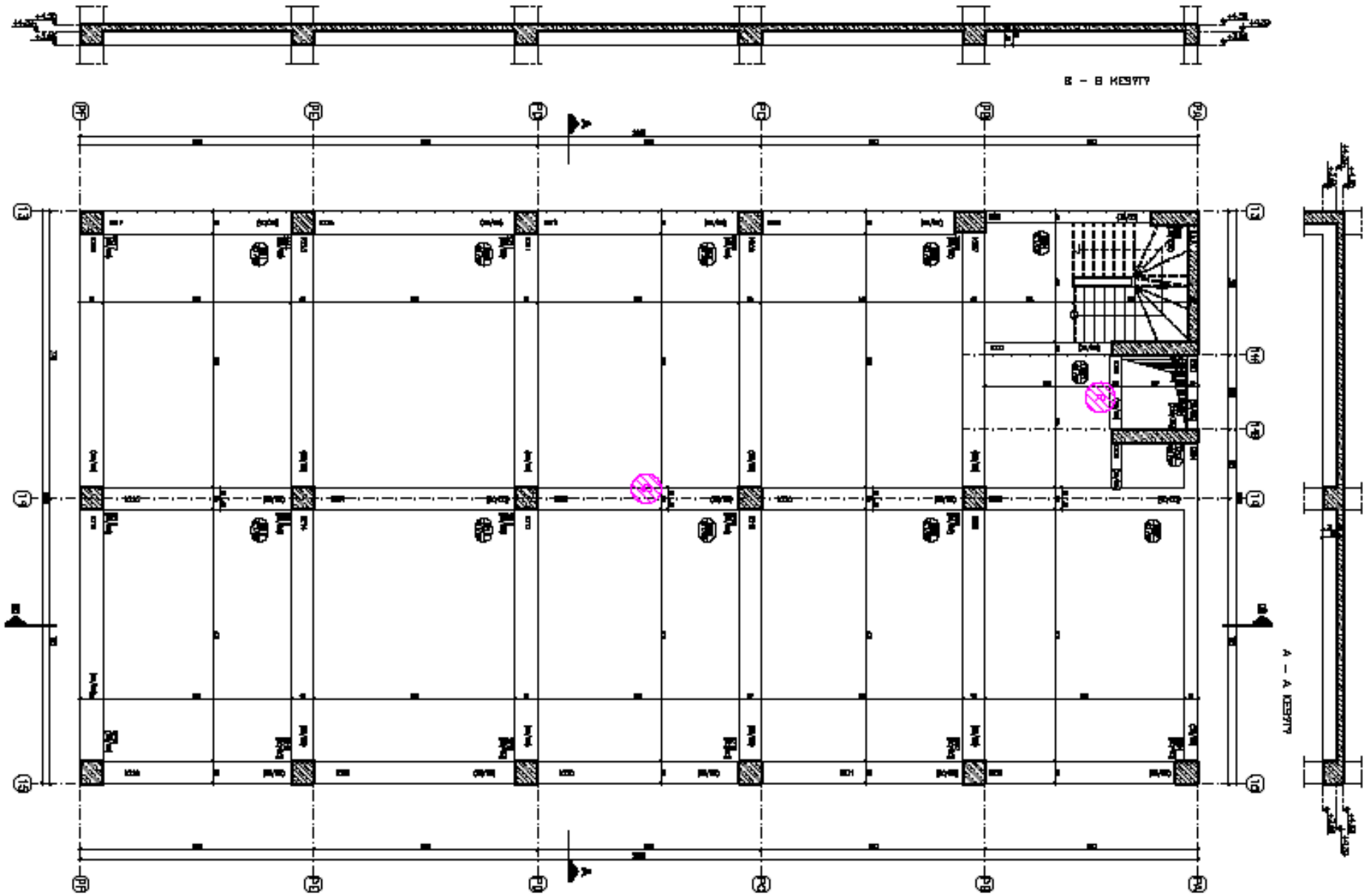
Şekil 4'deki bodrum kattaki perdeler, daha küçük boylarda üst katlara devam ettirilerek düzensizlik giderilmiştir.

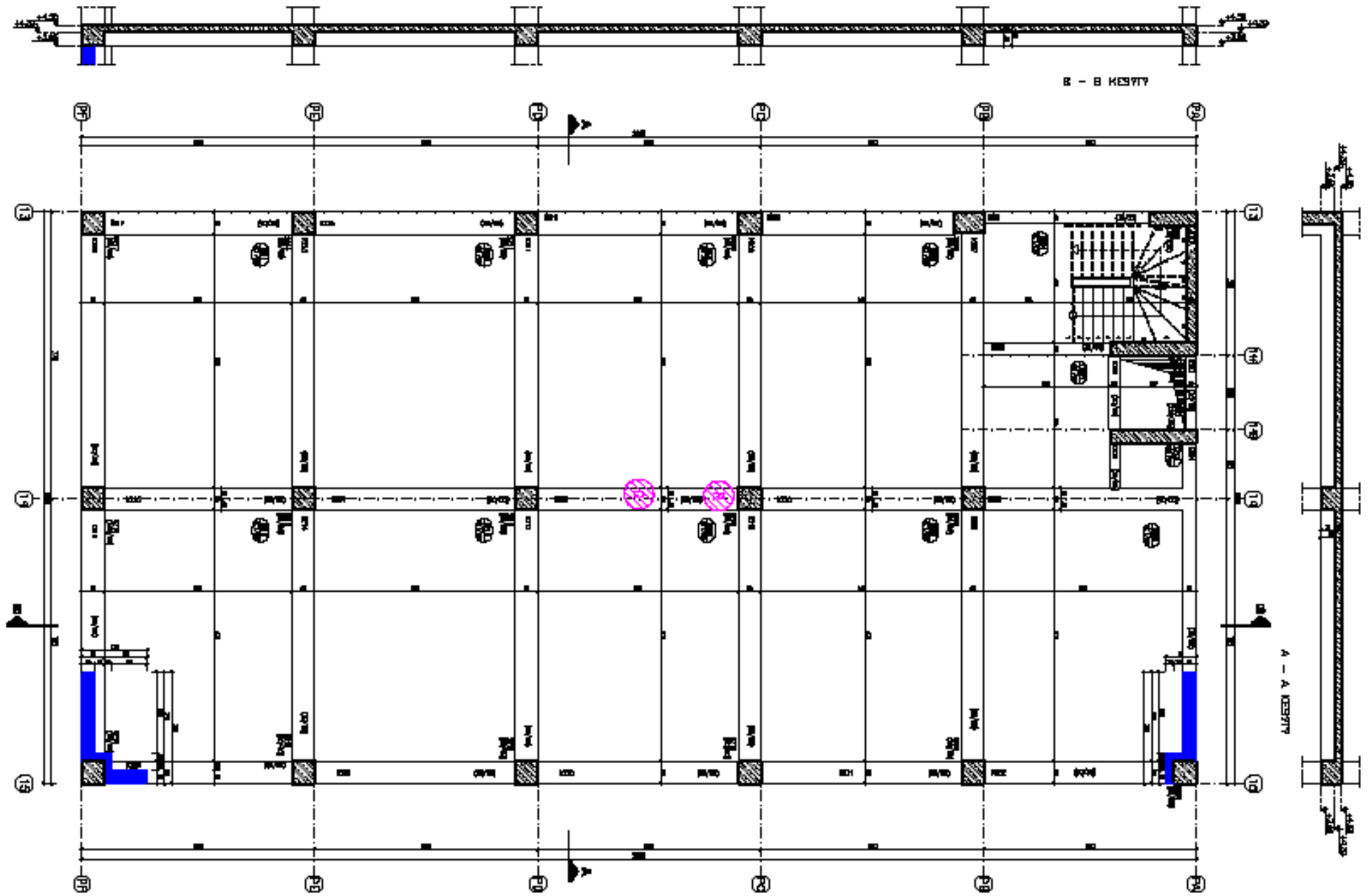


Şekil 1: Mevcut Kat Tavanı Kalıp Planı



Şekil 2: Güçlendirilmiş Bodrum Kat Tavanı Kalıp Planı





Şekil 4: Güçlendirilmiş Zemin Kat Tavanı Kalıp Planı

A2-DÖŞEME SÜREKSİZLİKLERİ

Herhangi bir kattaki döşemede,

1-Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu,

2-Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılmasını güçlendiren yerel döşeme boşlukların bulunması durumu,

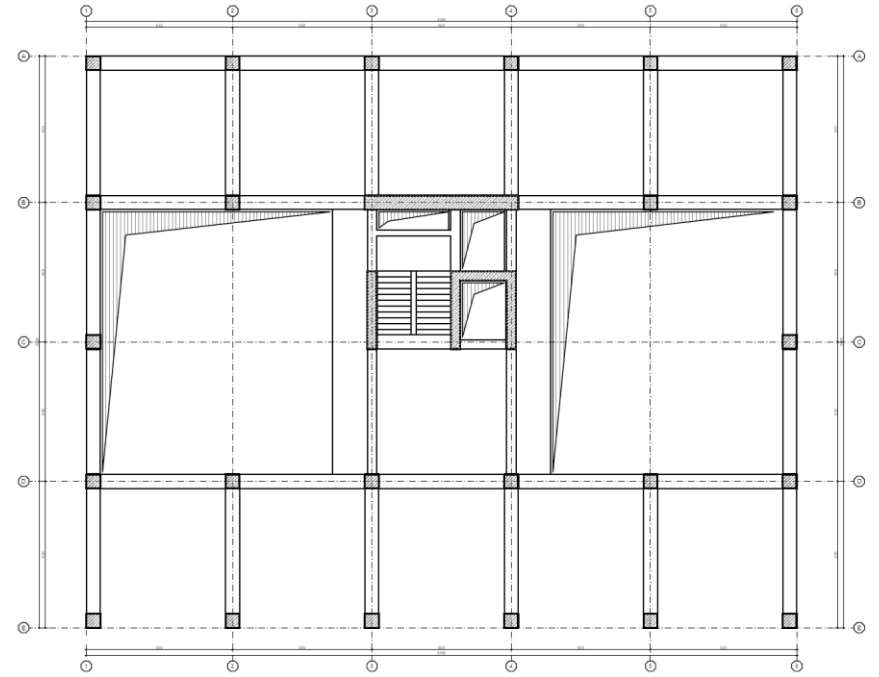
3-döşemelerin düzlem içi rijitlik dayanımlarında ani azalmaların olması durumu (TBDY 2018)

TBDY 2018 de A2 döşeme süreksizliği düzensizliği diye ifade edilen düzensizliğin giderilmesi için planda boşlukların betonarme veya çelik kiriş ve döşemelerle kapatılması gerekir.

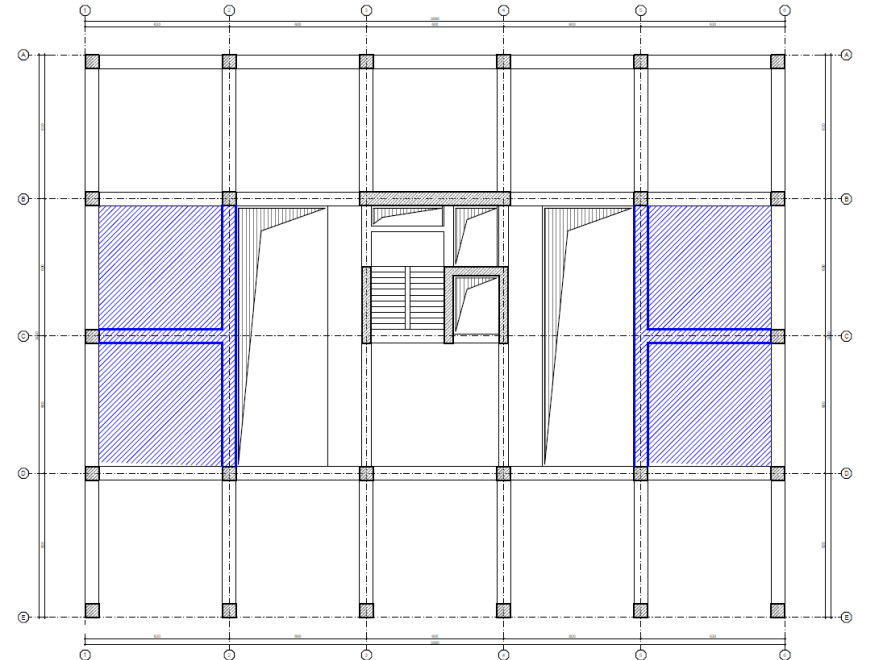
Döşeme boşluklarının tamamı kapatılamasa bile boşluk alanının toplam kat alanının 1/3'ünün altına indirilmesi sağlanmalıdır. Deprem yüklerinin döşeme ve kirişler vasıtasıyla düşey taşıyıcılara güvenle aktarması sağlanmalıdır.

Şekil 5'de mevcut bir yapının zemin ve normal katlarında oluşan A2 Döşeme süreksizliği düzensizliği, **Şekil 6'**daki ilave edilen kiriş ve döşemeler yardımı ile giderilmiştir.

**Şekil 5: Mevcut Zemin ve Normal Katlar
Tavanı Kalıp Planı**

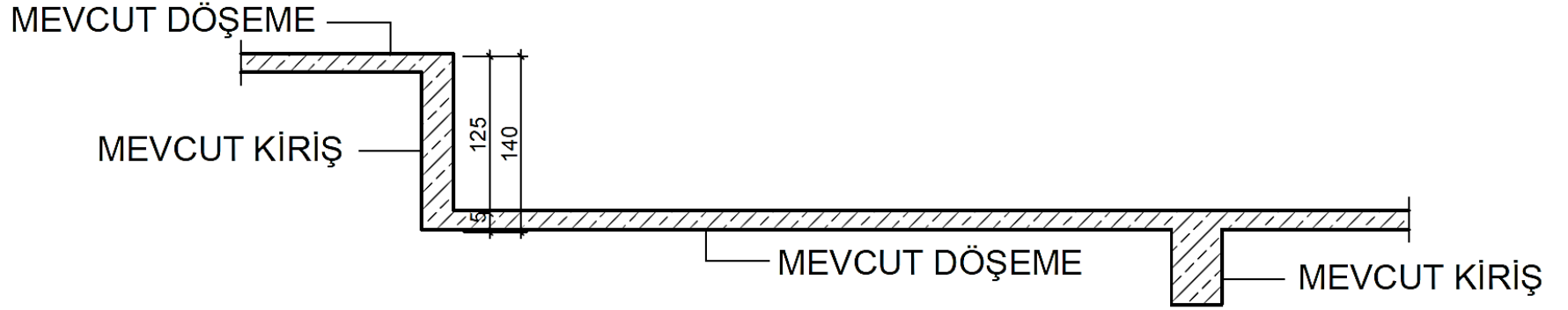


**Şekil 6: Güçlendirilmiş Zemin ve
Normal Katlar Tavanı Kalıp Planı**

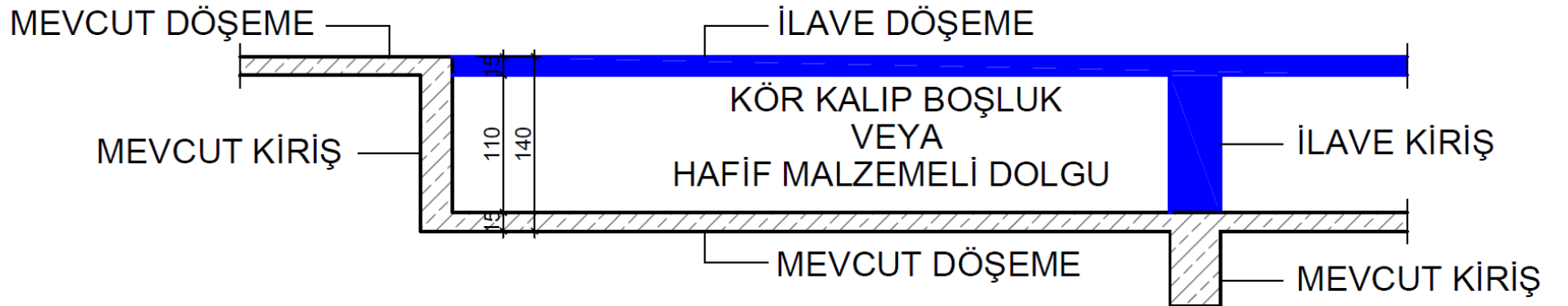


Döşemeler arasındaki kot farkları mimari projenin el verdiği ölçüde kaldırılmaya veya ilave kiriş ve döşemeler ile aynı kota getirilmeye çalışılmalıdır.

Mevcut Kesit

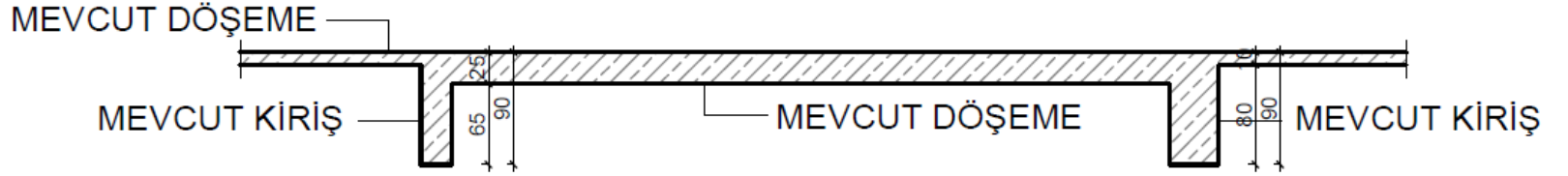


Güçlendirilmiş Kesit

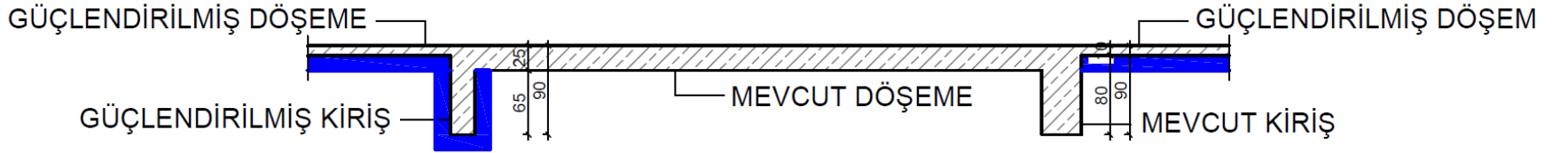


Döşemeler arasındaki ani rijitlik farkları ilave kiriş ve döşeme kalınlıkları artırılarak giderilmelidir.

Mevcut Kesit



Güçlendirilmiş Kesit



Yeni ilave edilen kiriş ve döşemelerin mevcut döşeme, kiriş ve kolonlarla olan ilişkisi plan ve detaylarla ifade edilmeli ilave kiriş ve döşemelerin donatıları detaylarda gösterilmelidir.

A3-PLANDA ÇIKINTILARIN BULUNMASI

Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının%20 sinden daha büyük olması durumu(TBDY 2018)

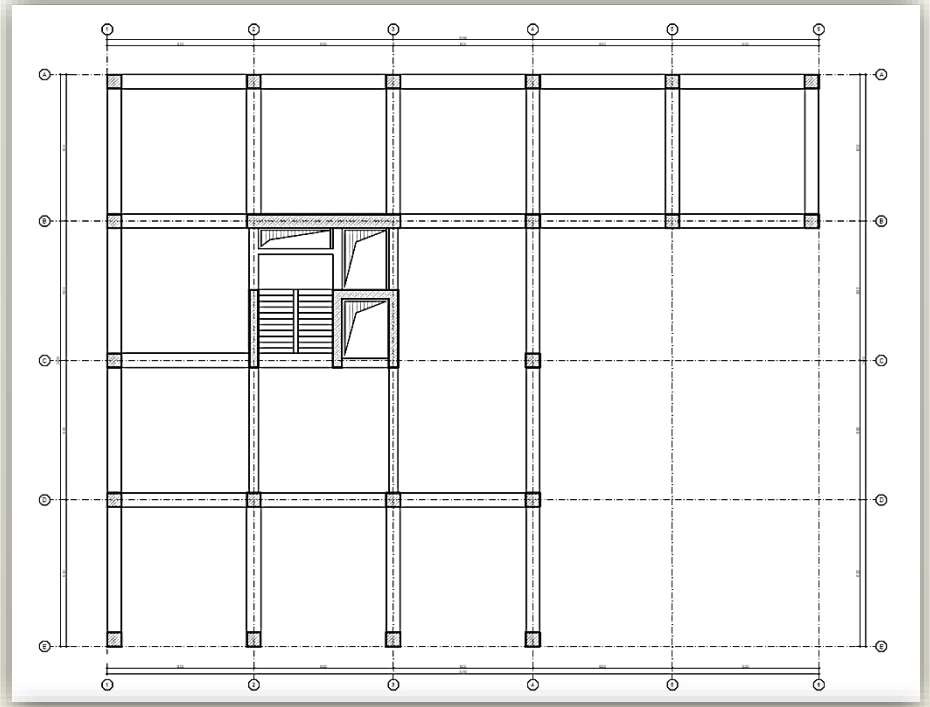
TBDY 2018 de A3 Planda çıkıntı bulunması düzensizliği diye ifade edilen düzensizliğin giderilmesi için yöntemlerden biri çıkıntı olan kısmı derzle ayırmaktır.

Derz yapılacak kısma ilave kolon ve kirişler ilave edilerek, mevcut ve ilave kolon ve kirişlerin arasındaki mevcut kiriş ve döşeme parçaları kırılır.

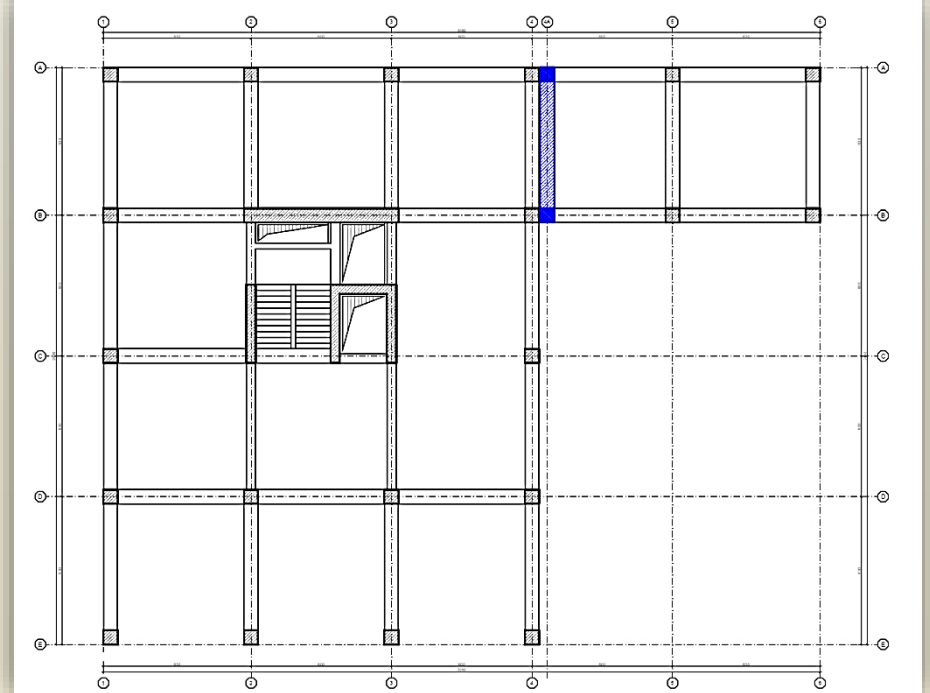
Sürekliliği değişen mevcut döşeme ve kirişlerin kesit ve donatıları gözden geçirilerek yetersizlik durumunda güçlendirilir.

Şekil 7'de mevcut bir yapının zemin ve normal katlarında oluşan A3 planda çıkıntı bulunması düzensizliği, **Şekil 8**'deki ilave edilen kiriş ve kolonlar yardımı ile giderilmiştir

**Şekil 7: Mevcut Zemin ve Normal Katlar
Tavanı Kalıp Planı**



**Şekil 8: Güçlendirilmiş Zemin ve Normal
Katlar Tavanı Kalıp Planı**

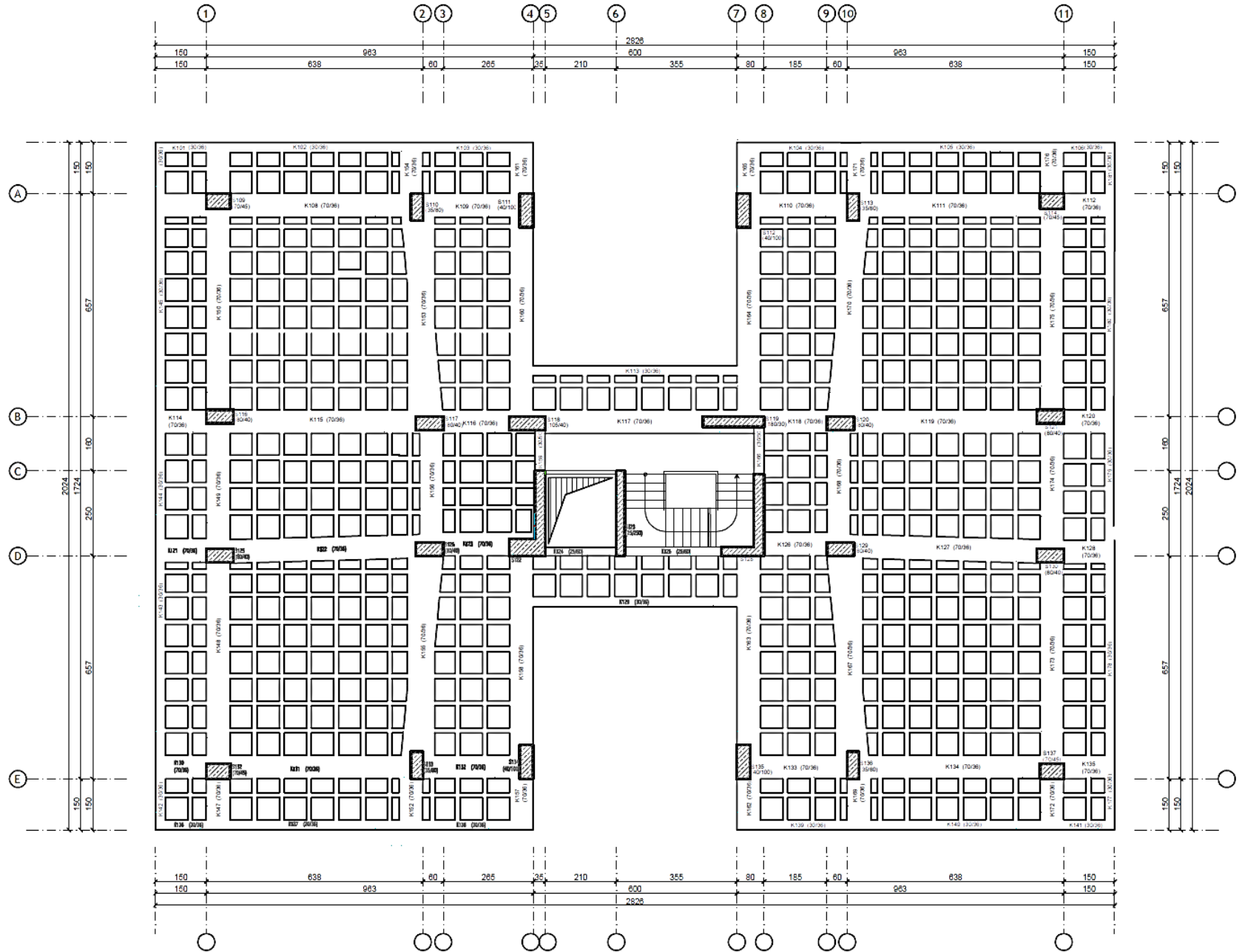


Çok yaygın olarak kullanılan H tipi yapılarda A3 Planda çıkıntı bulunması düzensizliğinin çok rastlanılan örneklerdendir.

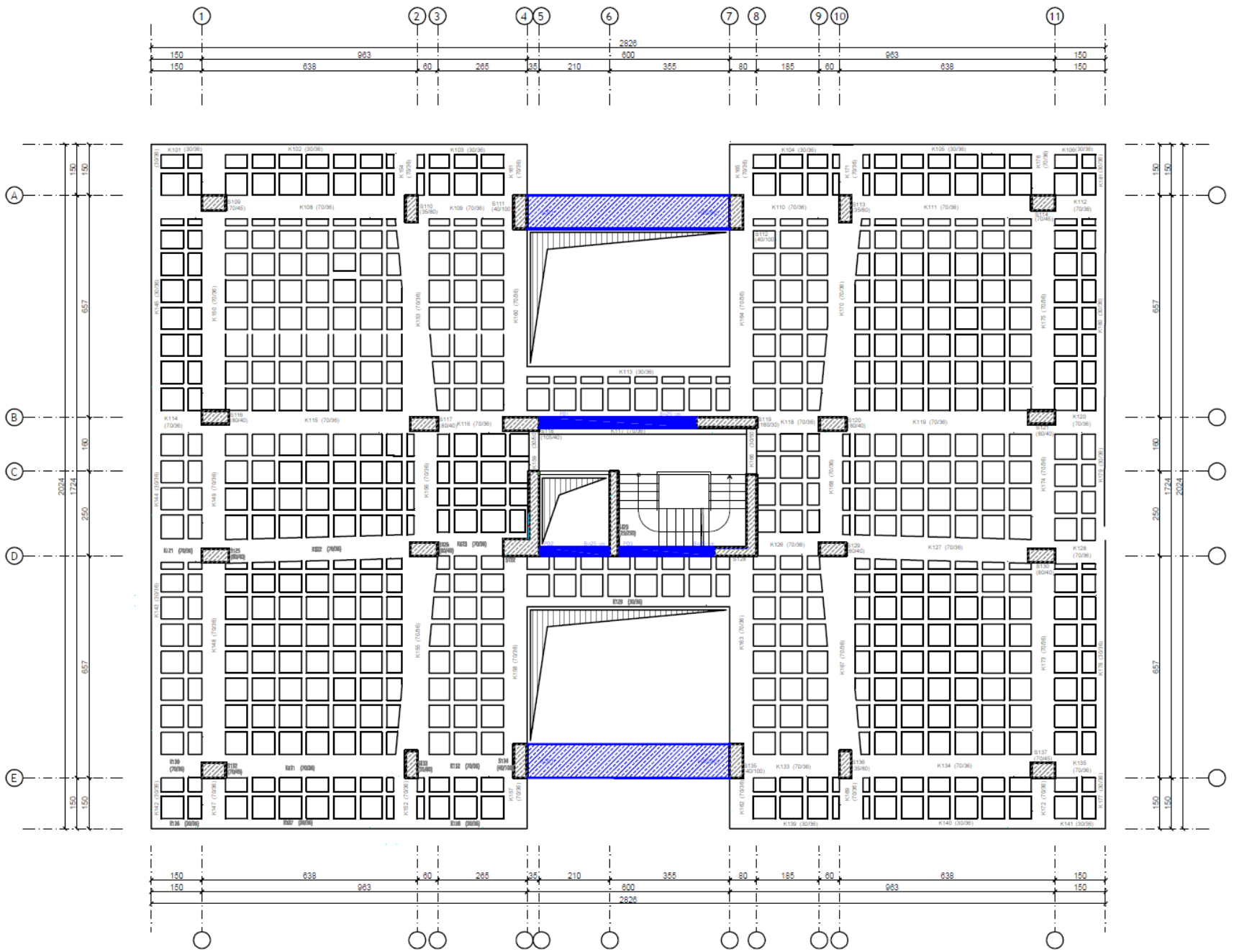
Ağırlıklı konut olarak kullanılan bu yapıların düzensizliklerini gidermek oldukça zor olmaktadır.

İmar mevzuatından dolayı ilgili belediyelerin H kısımlarını kapattırmaması, odaların H kısmının içine bakan kısımlardan aydınlanması, merdiven ve asansörün çekirdeğe yerleştirilmesinden dolayı oluşan A2 döşeme süreksizliği düzensizliği problemi de birlikte oluşturmaktadır.

Şekil 9'da mevcut bir yapının normal katlarında oluşan A3 planda çıkıntı bulunması düzensizliği, **Şekil 10**'daki ilave edilen kiriş ve perdeler yardımı ile giderilmeye çalışılmıştır.



Şekil 9: Mevcut Normal Katlar Tavanı Kalıp Planı



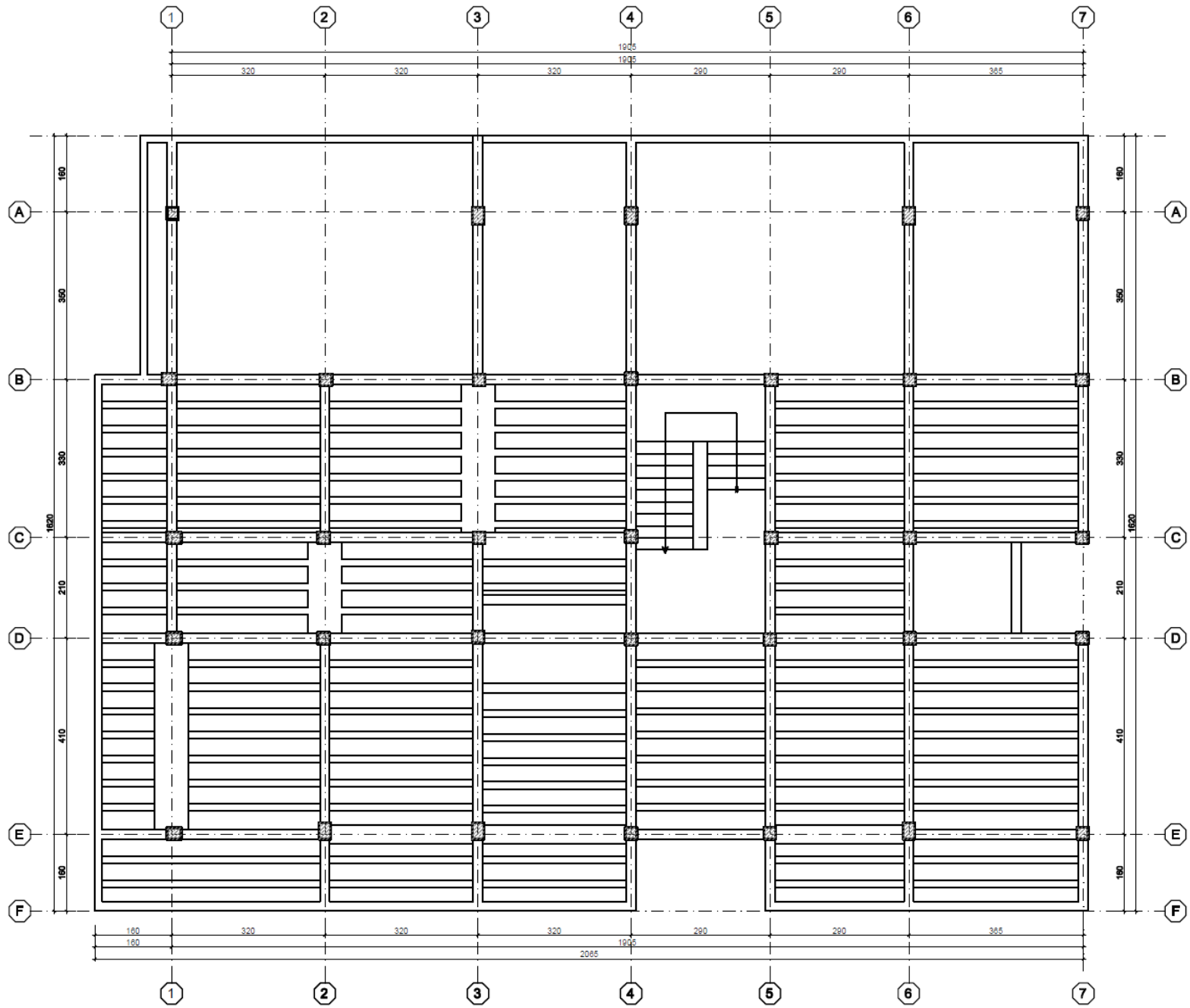
Şekil 10: Güçlendirilmiş Normal Katlar Tavanı Kalıp Planı

1.4. ÇERÇEVE EKSİKLERİNİN TAMAMLANMASI

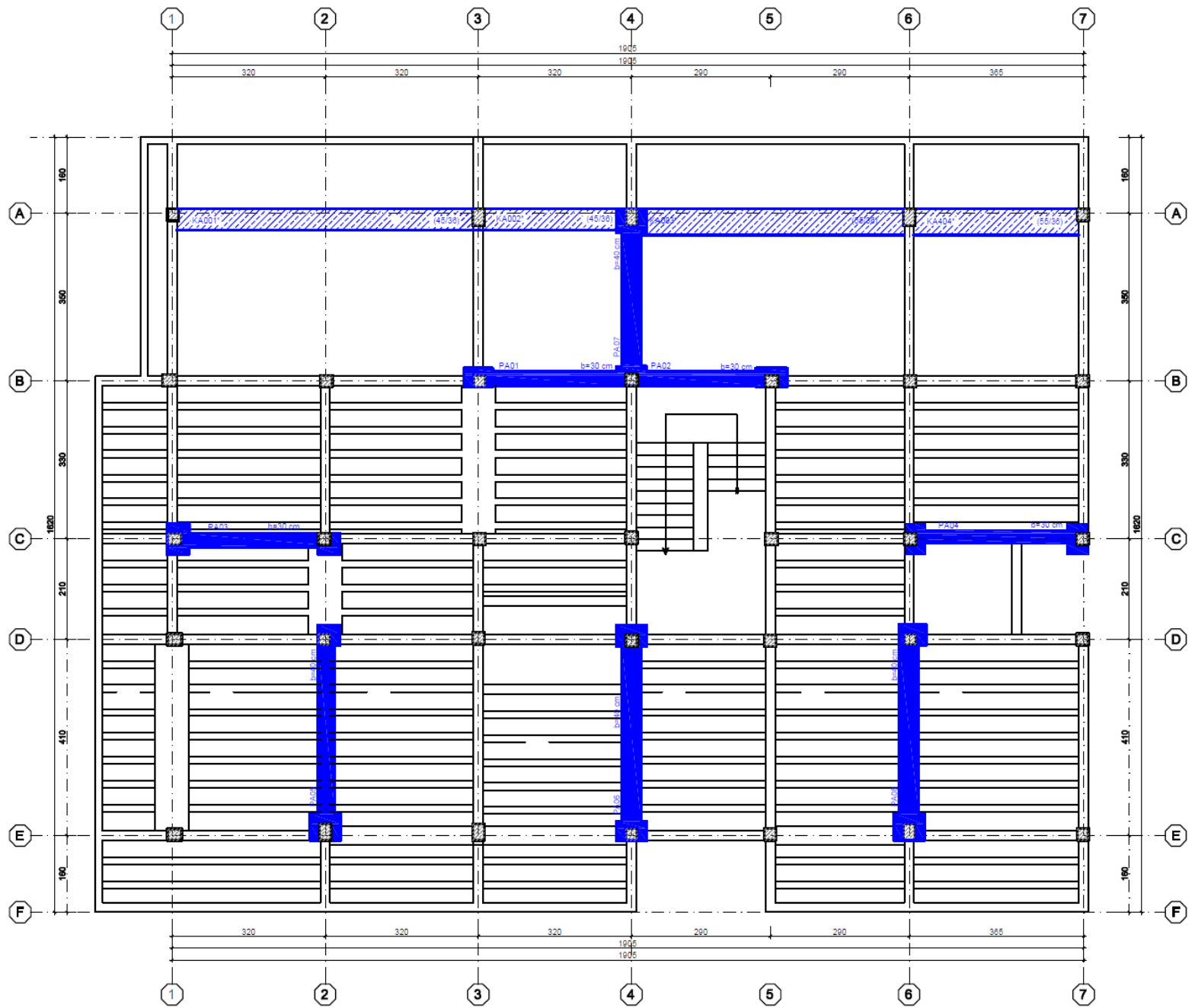
Yapılarımızın pek çoğunda zemin kat ve normal katların tavanında yapılan çıkmalardan dolayı kolonlar kirişlerle birbirine bağlanmamaktadır.

Çerçeve eksikliği diye tanımladığım bu düzensizliği ancak mevcut yapıya betonarme veya çelik kiriş ilaveleri ile gidermek mümkün olmaktadır.

Şekil 11'de mevcut bir yapının normal katlarında A aksındaki çerçeve eksiklikleri **Şekil 12**'deki ilave edilen kirişler ile giderilmiştir.

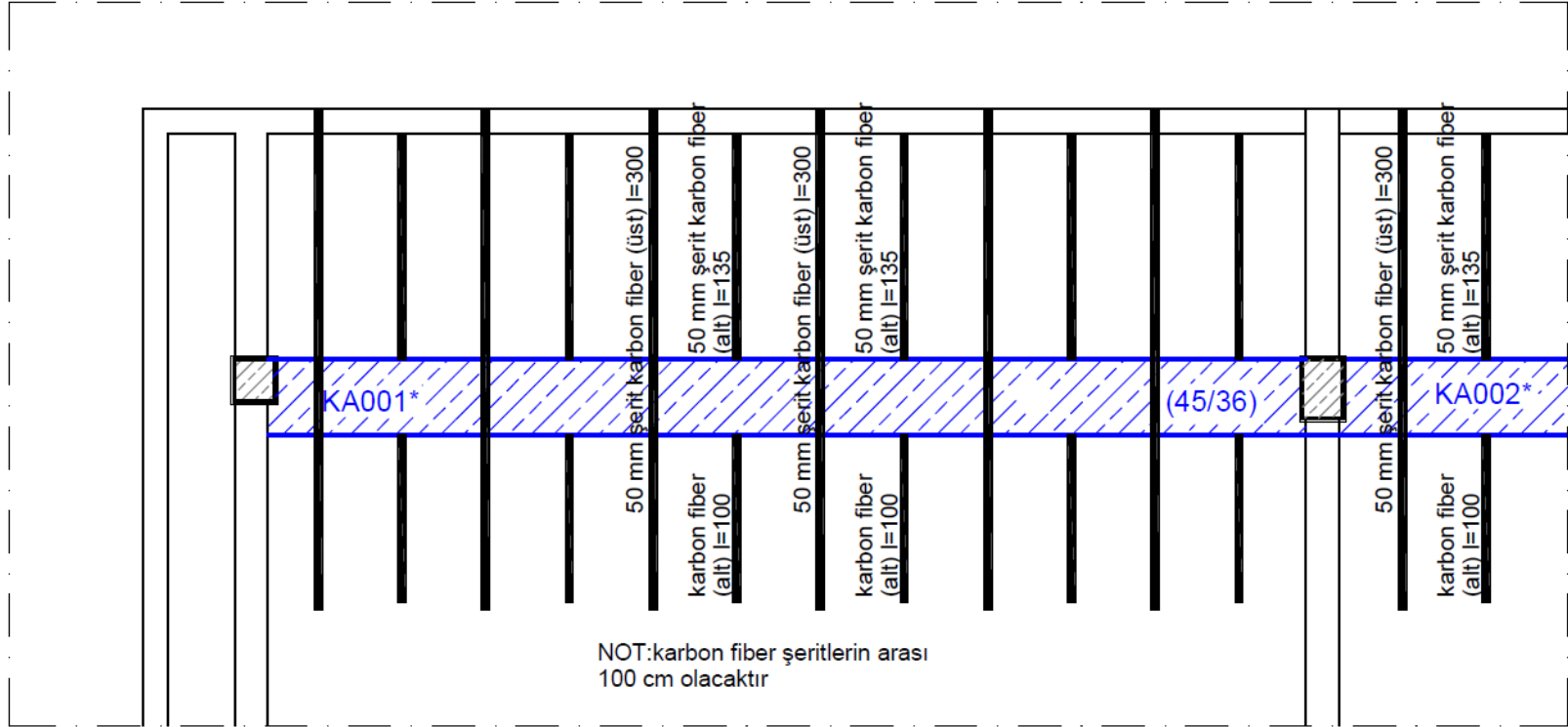


Şekil 11: Mevcut Normal Katlar Tavanı Kalıp Planı



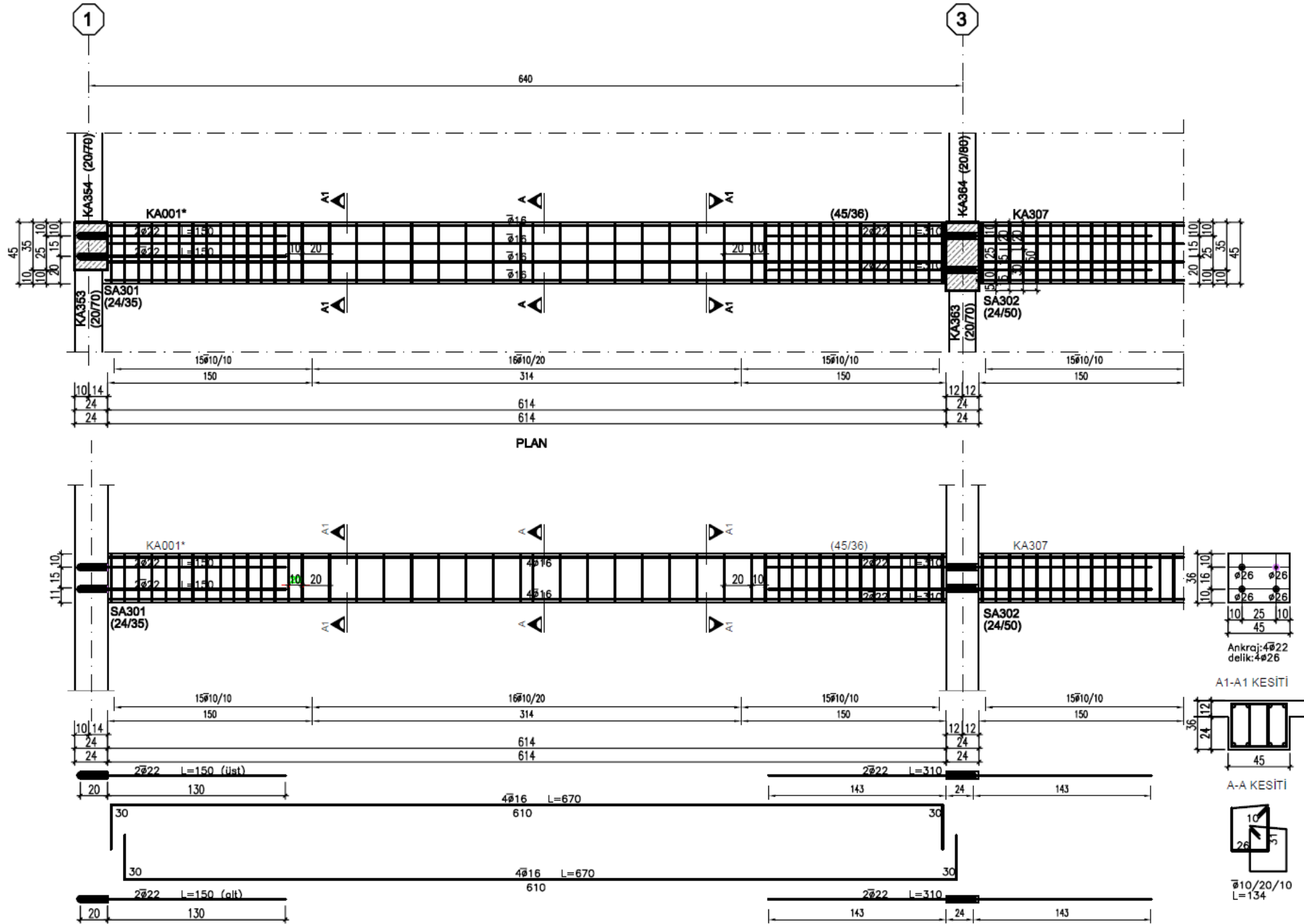
Şekil 12: Güçlendirilmiş Normal Katlar Tavanı Kalıp Planı

İlave edilen kirişler nedeni ile mevcut döşemelerin alt ve üst donatılarının yetersiz ve uygun yerlerde olmamasından dolayı donatı ihtiyacı olabileceği göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle **Şekil 13**'teki örneğe benzer LP ile takviye yapılmasına ihtiyaç duyulabilir.



Şekil 13: Döşemelerin LP ile Güçlendirilmesi

İlave edilen kirişlerin mevcut kolon ve perdeler ile bağlantı detayları oluşturulmalıdır. **Şekil 14**'de gösterildiği gibi ilave kirişlerin boy donatıları, etriyeleri, mevcut kolonlarla birleşim noktalarındaki bağlantı elemanlarının cinsi, adeti, çapı ve aralıkları belirtilmelidir.



Şekil 14: İlave Kiriş Detayı

DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK DURUMLARI

B1-KOMŞU KATLAR ARASI DAYANIM DÜZENSİZLİĞİ (ZAYIF KAT)

Betonarme binalarda birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki toplam etkili kesme alanının, bir üst kattaki toplam etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği katsayısının η_c 'nin 0.80 den küçük olması durumu(TBDY 2018)

TBDY 2018 de B1 Zayıf Kat diye tanımlanan düzensizlik genellikle üst katları fazla bölme duvarlı olup alt katlarda duvarların olmaması veya sınırlı olması durumunda oluşur. Problemin giderilebilmesi için zayıf kata ilave tuğla veya betonarme duvar ilave etmek en kolay çözümdür. Kesme dayanımındaki yetersizlik zayıf katın kolonların kesme güvenliği artırılarak ta (kolonlar mantolanarak) giderilebilir.

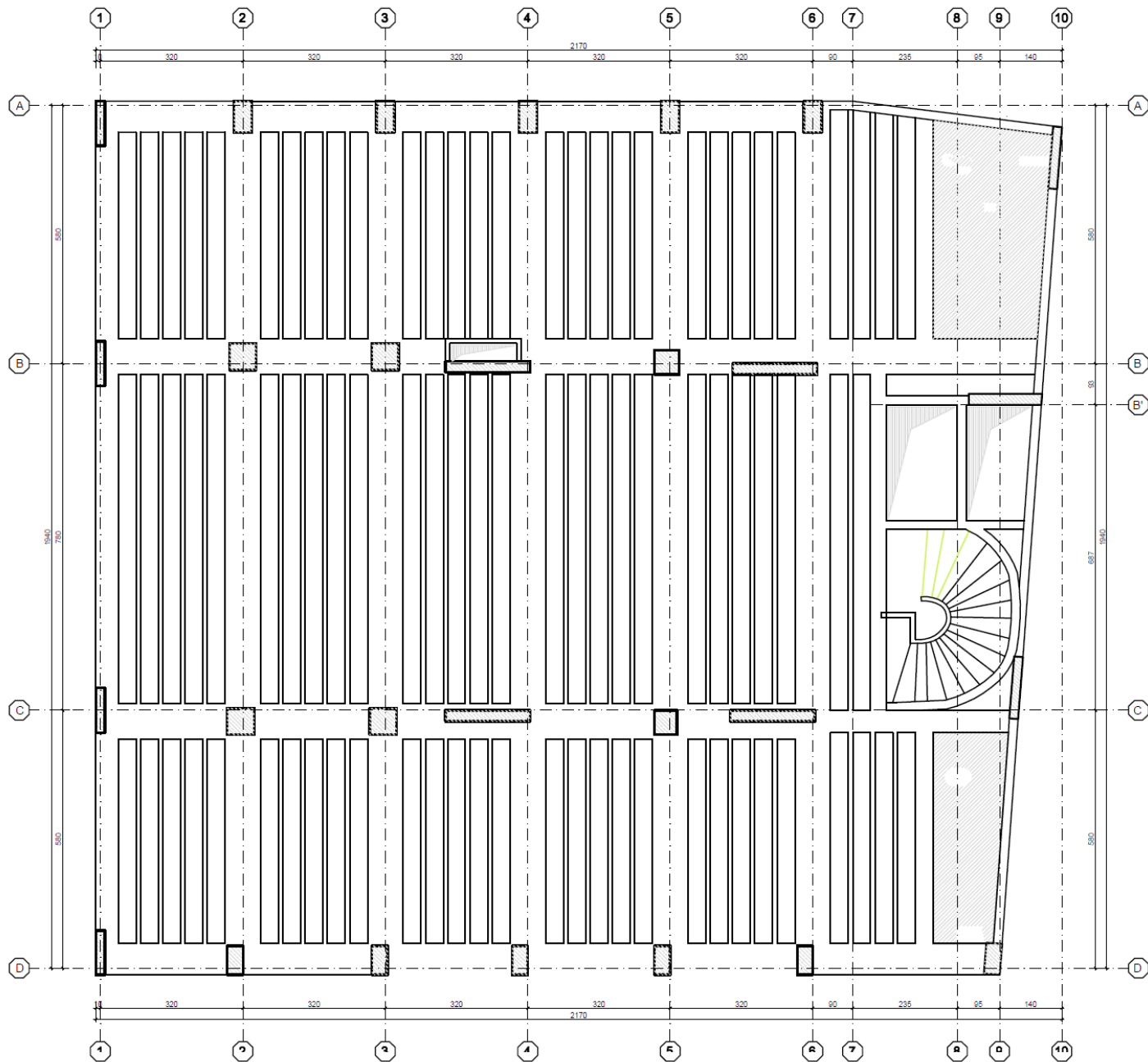


İlave edilen tuğla veya betonarme duvarların A1 burulma düzensizliğine neden olmasına dikkat edilmelidir.

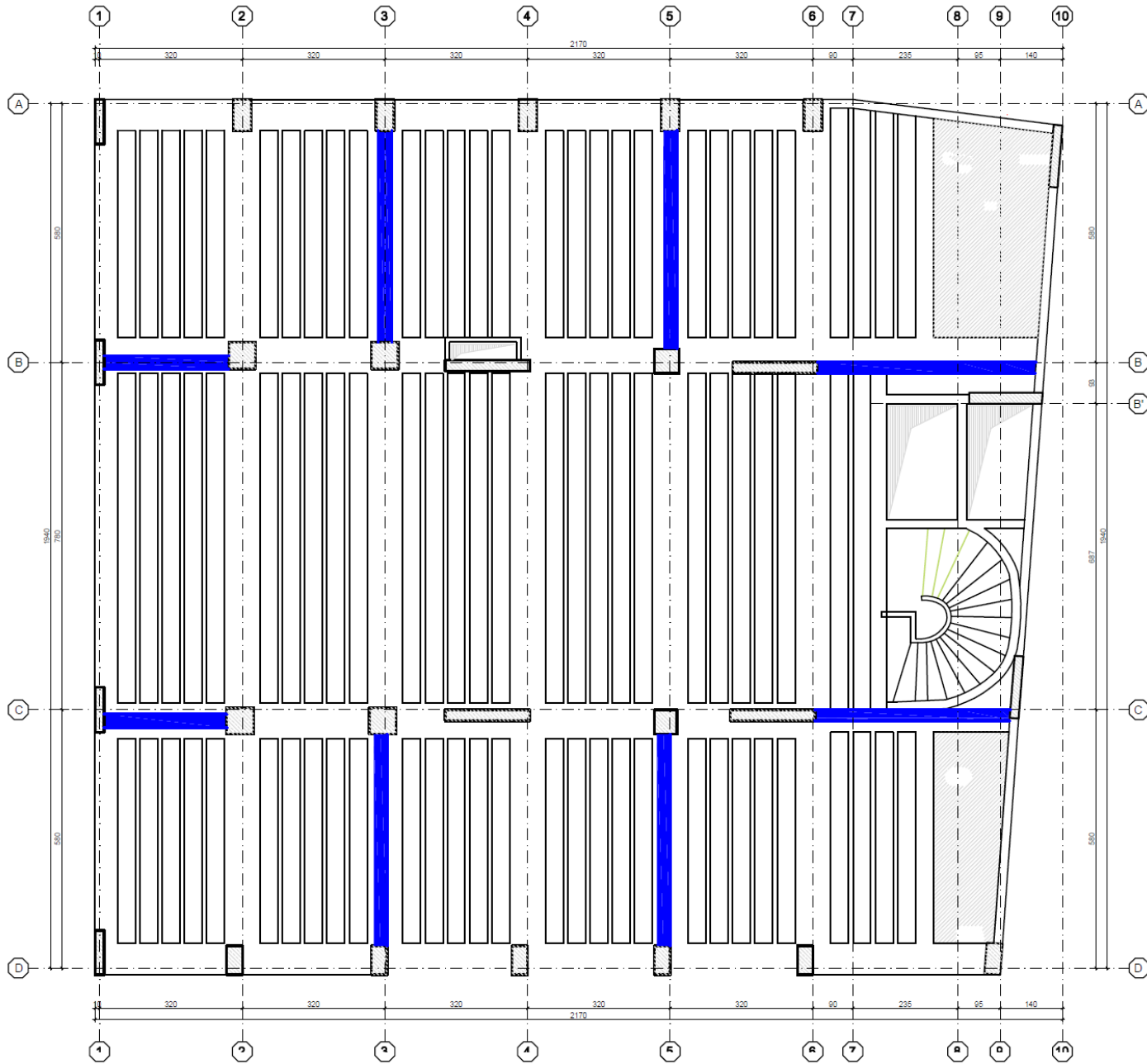
Bu nedenle ilave duvarlar mümkün olduğu kadar simetrik yerleştirilmeye çalışılmalıdır.

İlave duvar yerleşimi sonrası kattaki taşıyıcı elemanlar ve duvarlar birlikte göz önüne alınarak kütle merkezi ve burulma merkezinin yerleri ve aralarındaki mesafe bulunmalı ve (TBDY 2018)'in kabul sınırları içinde kalmalıdır.

Şekil 15'de zemin ve normal katları farklı mimari ve aynı kalıp planına sahip yapıda, zemin katta oluşan **Zayıf Kat Sorunu**, **Şekil 16'**da görüldüğü gibi zemin kata uygun yığma tuğla duvar veya betonarme perde ilavesi ile giderilmiştir.



Şekil 15: Mevcut Zemin Ve Normal Katlar Tavanı Kalıp Planı



Şekil 16: Güçlendirilmiş Zemin Kat Tavanı Kalıp Planı

B2-KOMŞU KATLAR ARASI RİJİTLİK DÜZENSİZLİĞİ (YUMUŞAK KAT)

Birbirine iki dik deprem doğrultusunun herhangi biri için bodrum katlar dışında, herhangi bir i'nci kattaki ortalama görelî oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği katsayısı η_{ki} 'nin 2.0 den fazla olması durumu (TBDY 2018)

TBDY 2018 de B2 Yumuşak Kat diye tanımlanan düzensizlik genellikle diğer katlarına göre yüksekliği fazla olan katlarda oluşur. Problemin giderilebilmesi için yumuşak kata perde ilave etmek veya mevcut kolonların mantolama yöntemi ile ebatlarını büyütmek en kolay çözümdür.

Şekil 15'de Zemin ve Normal katları farklı mimari ve aynı kalıp planına sahip yapıda zemin katta oluşan **Yumuşak Kat Sorunu**, **Şekil 16'**da görüldüğü gibi zemin kata uygun yığma tuğla duvar veya betonarme perde ilavesi ile giderilmiştir.

B1 ve B2 düzensizliklerinin telafisi sırasında da, ilave edilen perdelerin A1 burulma düzensizliğine neden olmamasına dikkat edilmelidir.

B3-TAŞIYICI SİSTEM DÜŞEY ELEMANLARIN SÜREKSİZLİĞİ

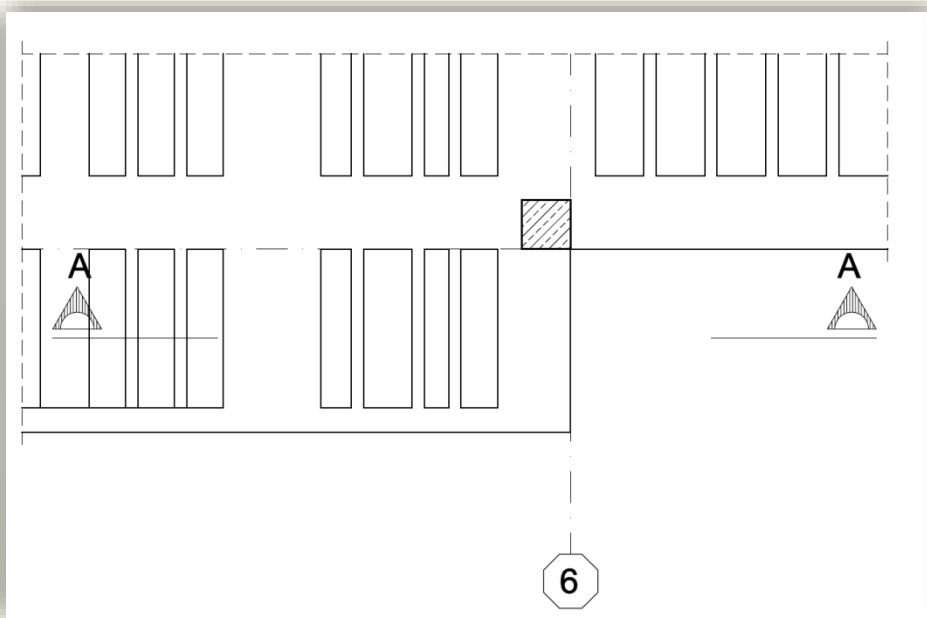
Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üzerine üstüne veya ucuna oturtulması, yada üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu (TBDY 2018)

2.3.1 KONSOL UCU KOLON

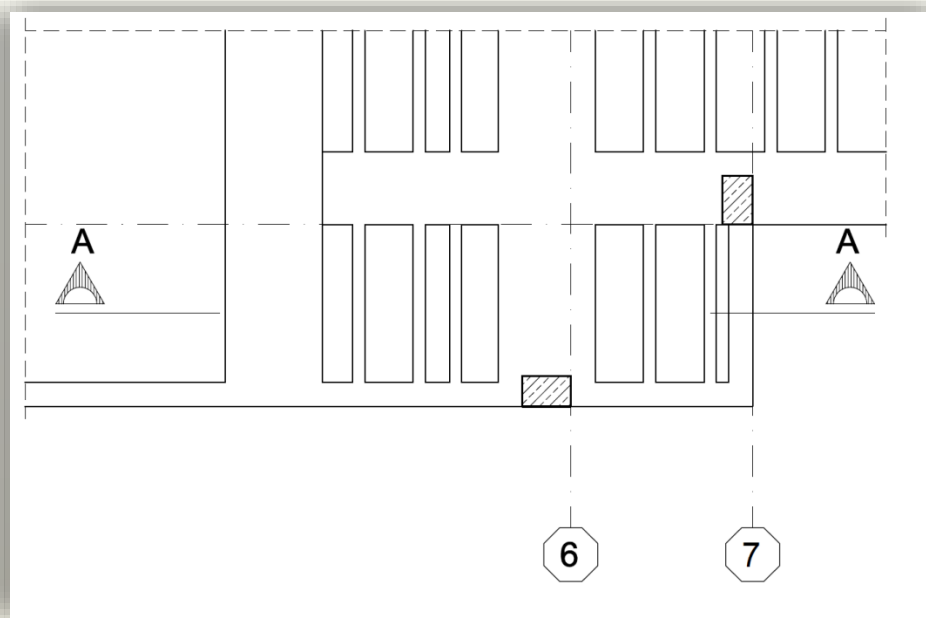
Kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez (TBDY 2018)

Mevcut binalarda bazılarında görülen bu düzensizliğe TBDY 2018’de hiçbir zaman izin verilmez. Bu nedenle güçlendirme yapılırken bu düzensizlik mutlaka giderilmelidir. Düzensizliği oluşturan mevcut kolonun altına yapılacak ilave kolon ve perde ile bu düzensizlik ortadan kaldırılabilir.

Şekil 17’de mevcut kolonlar mevcut zemin kat tavanında konsol kirişlerinin üzerine, **Şekil 18** mevcut normal kat tavanı kalıp planından görüleceği üzere ötelenmiştir. **Şekil 19’**daki gibi mevcut kolonun altına kolon ilavesi ile, veya **Şekil 23’**deki gibi mevcut kolonun altına perde ilavesi ile düzensizlik giderilebilir.

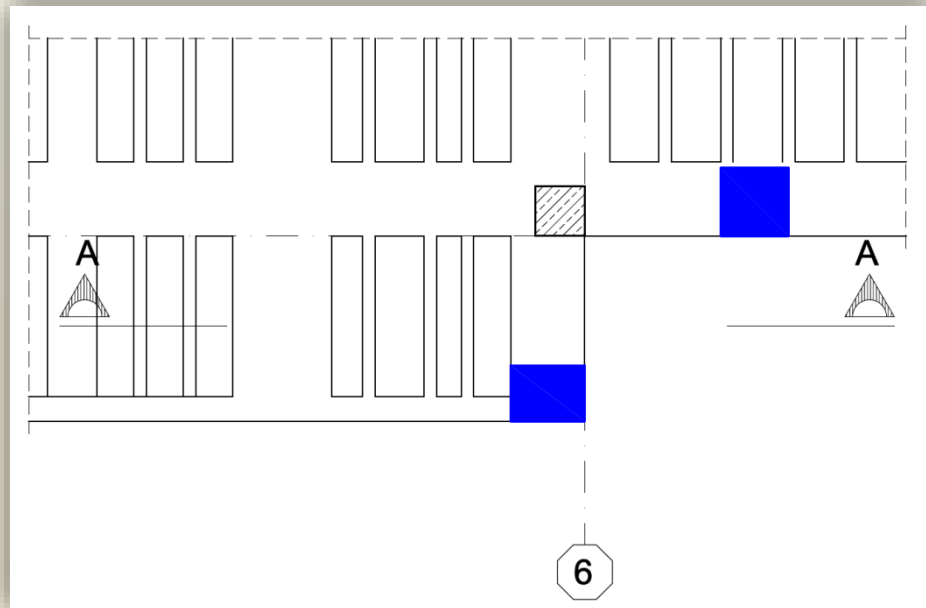


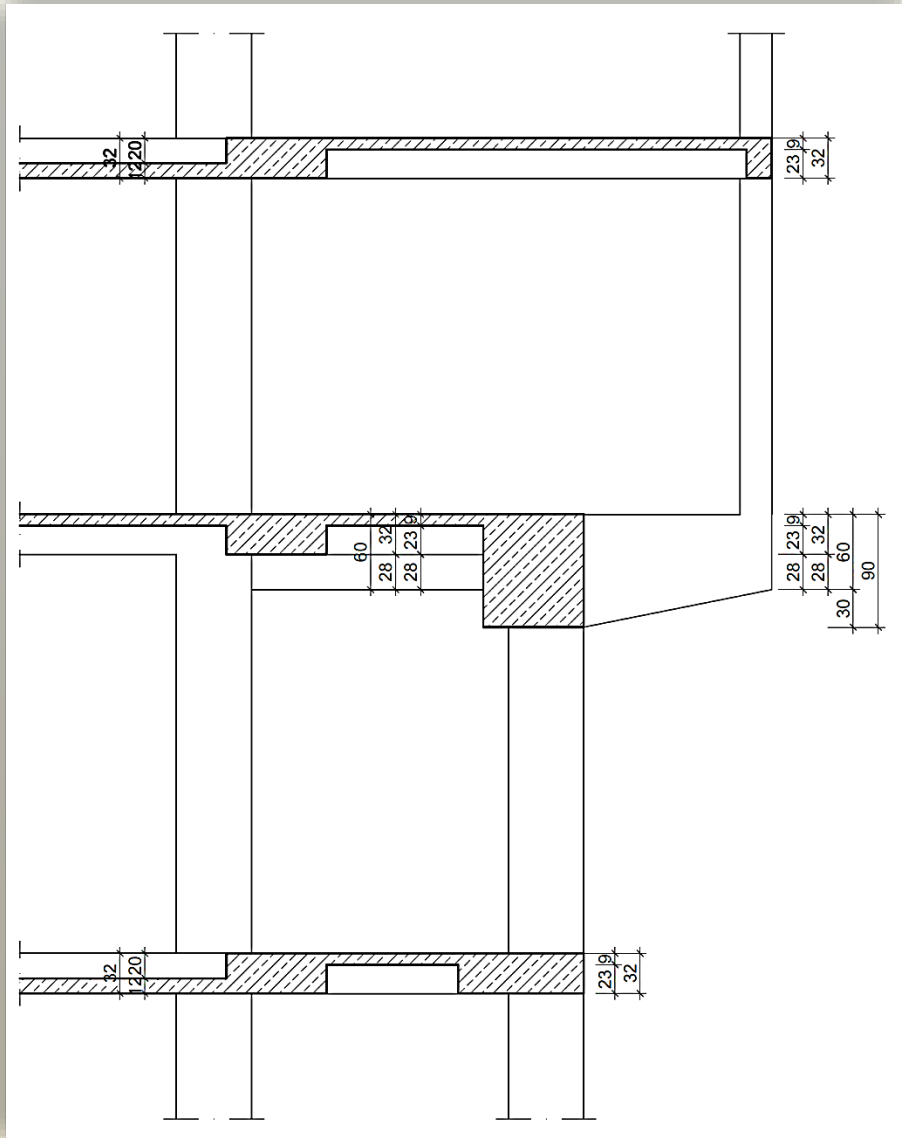
Şekil 17: Mevcut Zemin Kat Tavanı Kalıp Planı



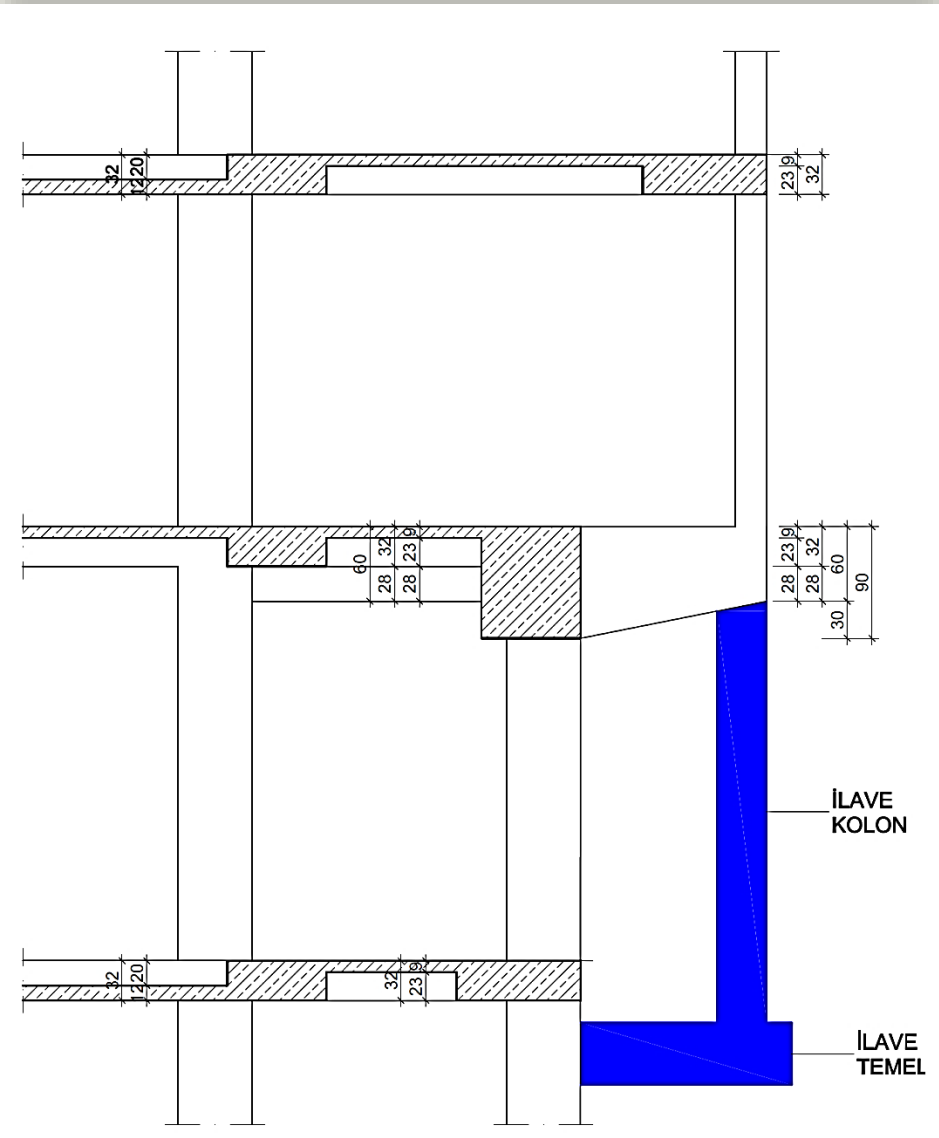
Şekil 18: Mevcut Normal Katlar Tavanı Kalıp Planı

Şekil 19: Güçlendirilmiş Zemin Kat Tavanı Kalıp Planı

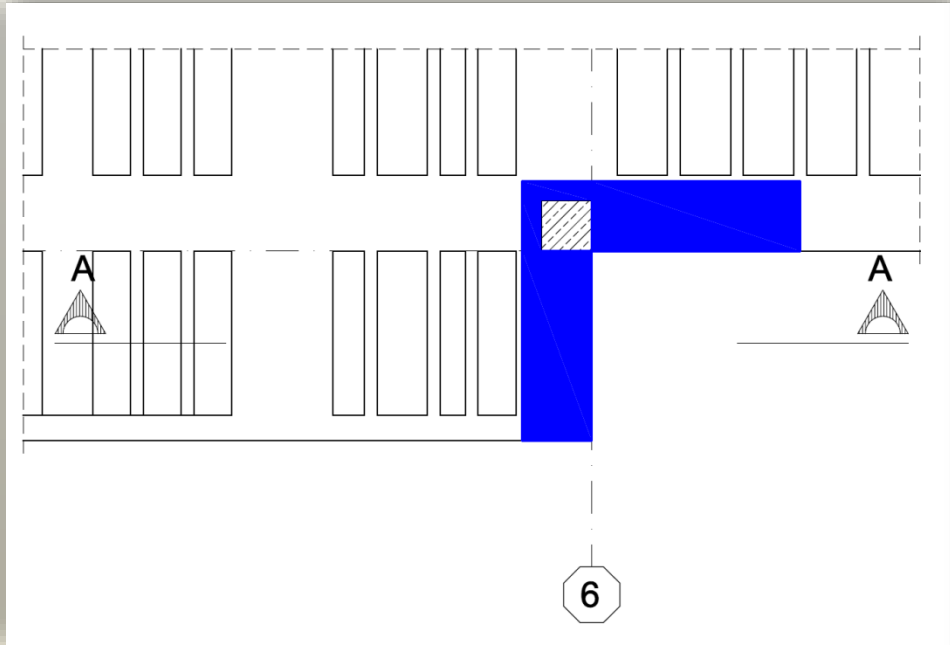




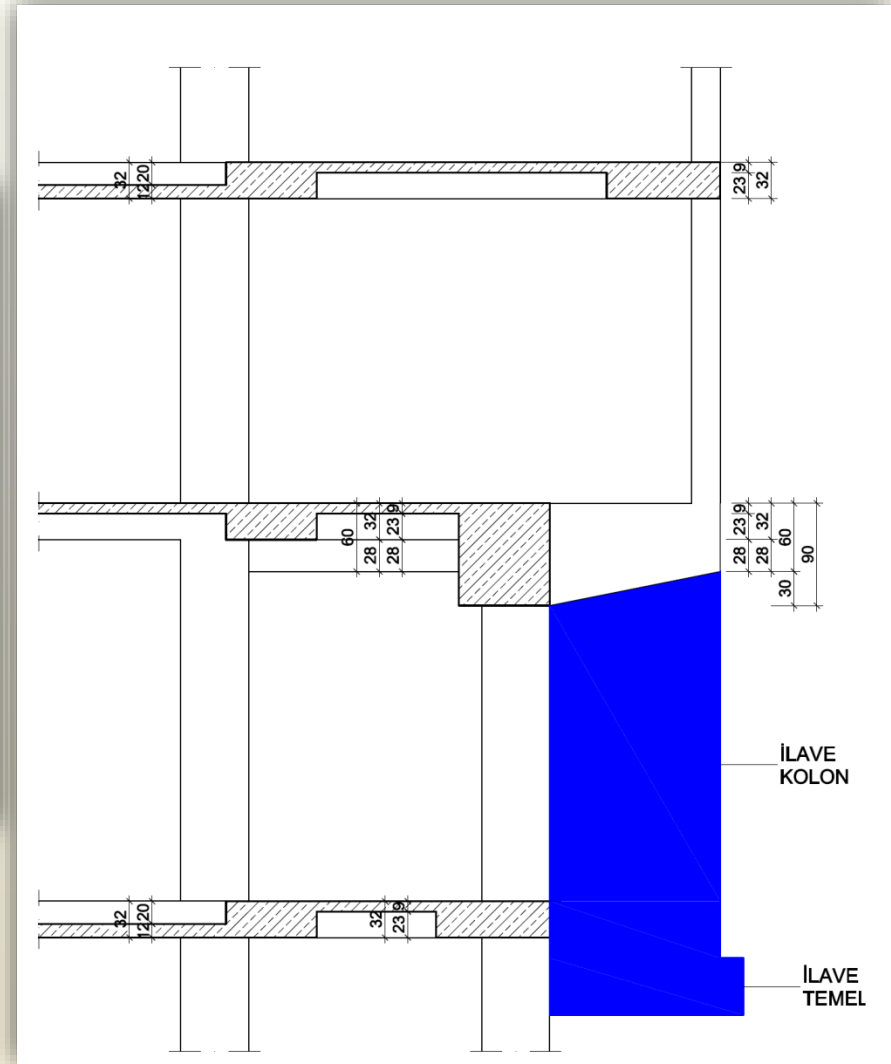
Şekil 20: Mevcut A-A Kesiti



Şekil 21: Güçlendirilmiş A-A Kesiti



Şekil 22: Güçlendirilmiş Zemin Kat Tavanı Kalıp Planı



Şekil 23: Güçlendirilmiş A-A Kesiti

2.3.2 KİRİŞ ÜSTÜ KOLON

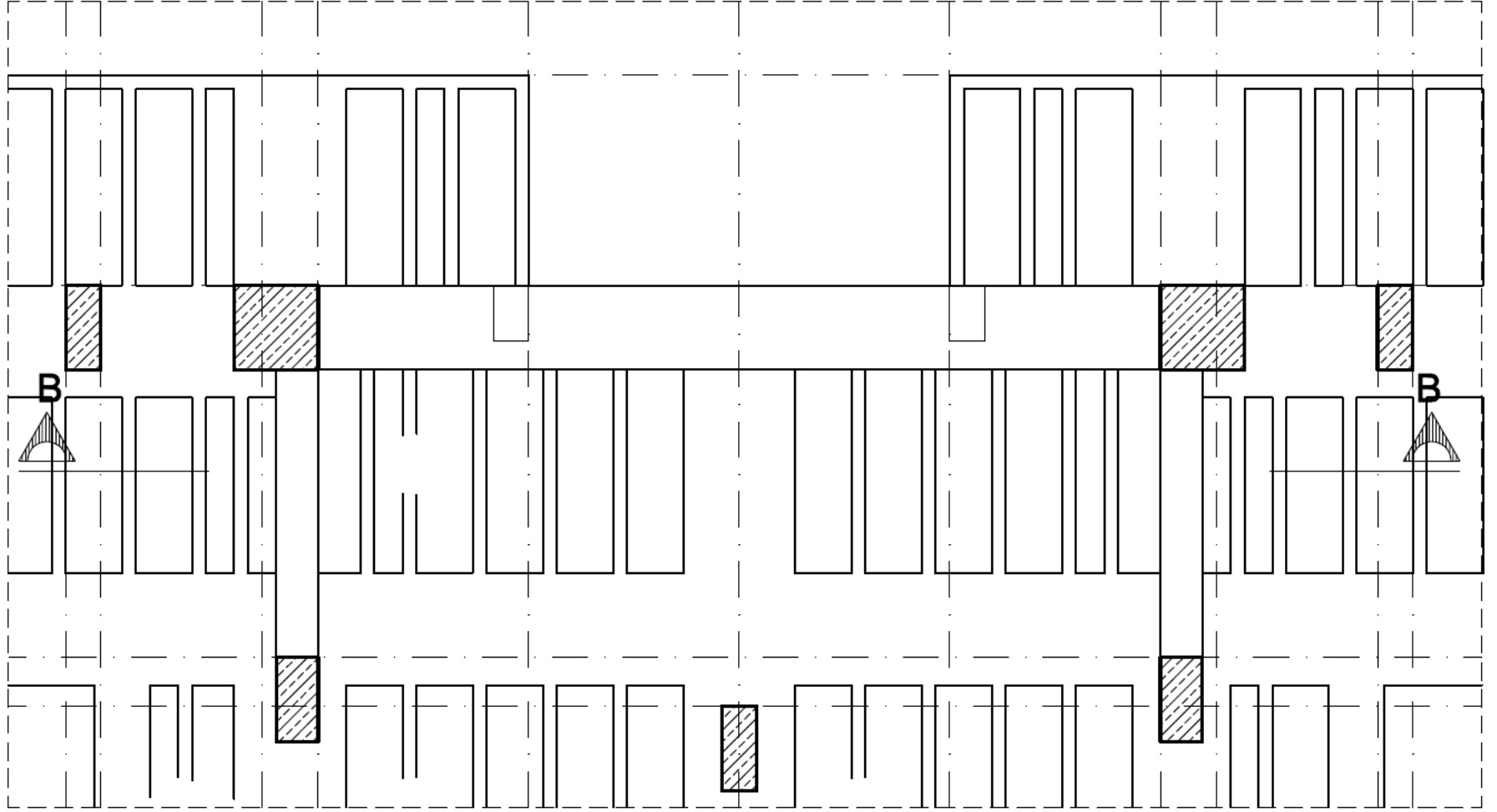
Kolonların iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda düşey deprem hesabı yapılması yeterlidir.(TBDY 2018)

Bu Düzensizliğin olduğu durumlarda düşey deprem hesabı yapıldığında mevcut kiriş ve kolonlar yeterli ise düzensizliğin giderilmesi zorunlu değildir.

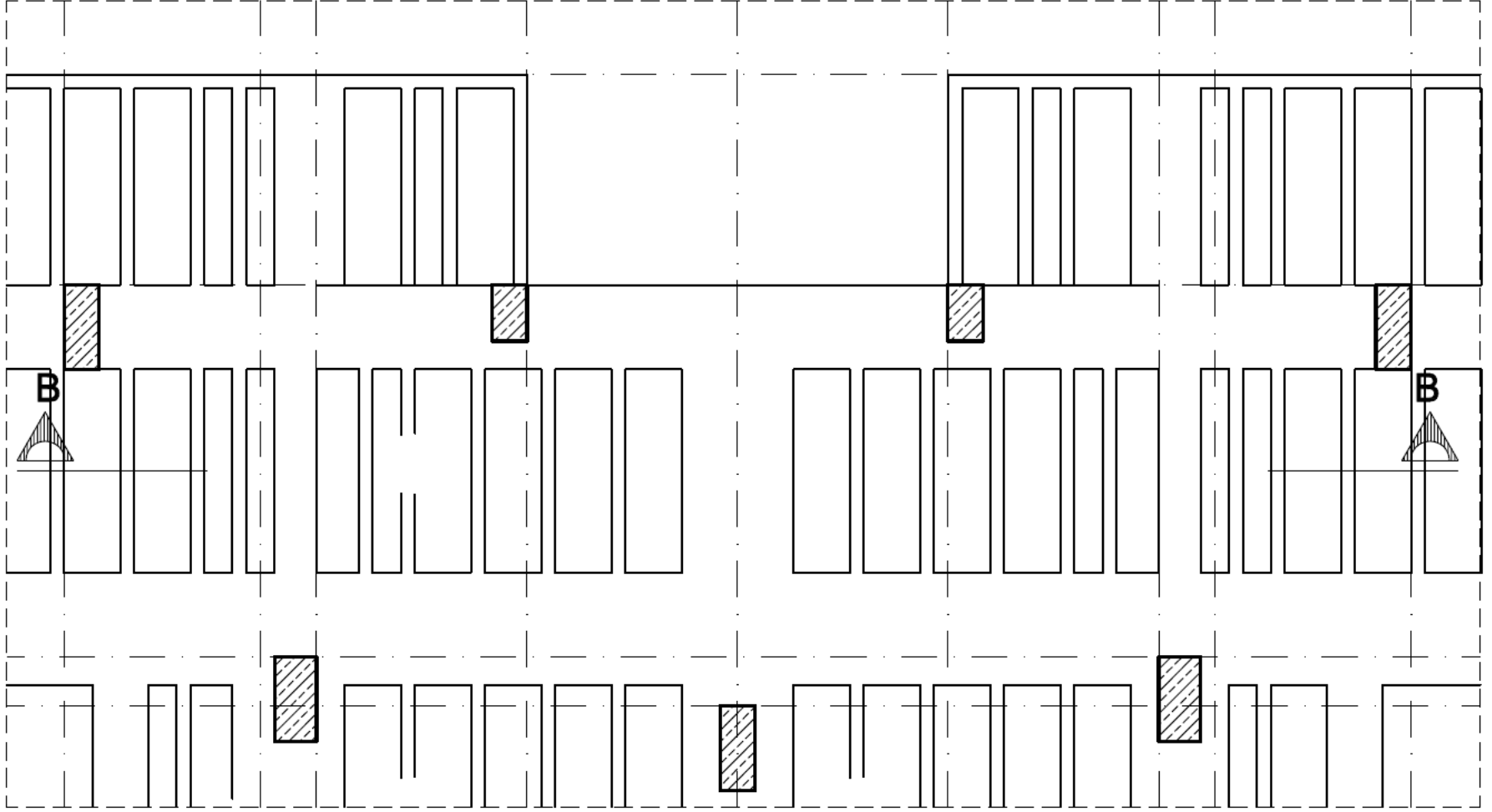
Genellikle hesap sonrası kolonun oturduğu kiriş, bu kirişe süreklilikleri olan komşu kirişlerde kesit ve donatı yetersizliklerinden dolayı adı geçen kirişlerin ve oturdukların kolonların güçlendirilmesi zorunlu hale gelir.

Bir başka çözüm eğer kullanım uygun hale getirilebilir ise düzensizliğin ortadan kaldırılmasıdır.

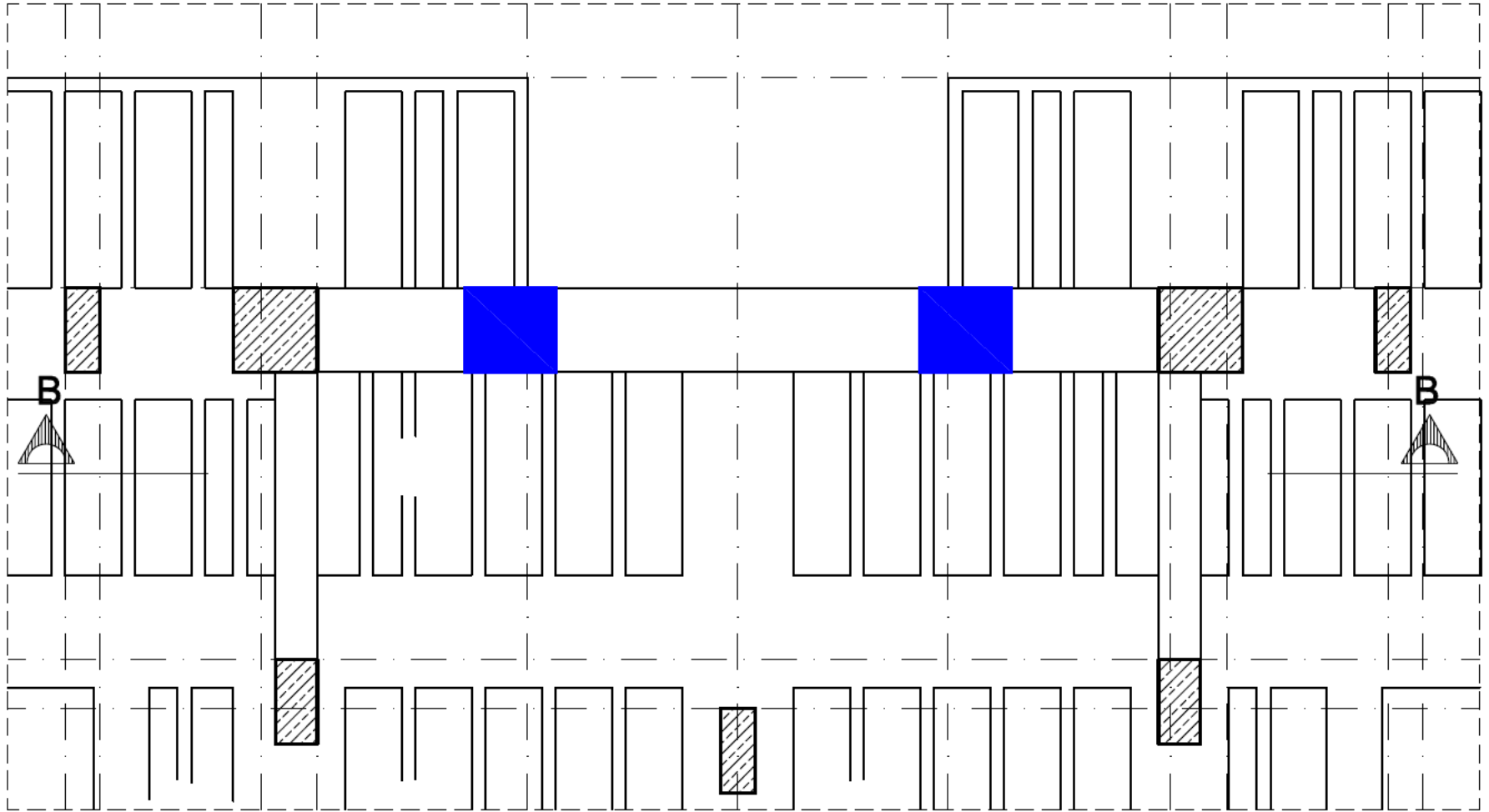
Şekil 24'de mevcut kolonlar mevcut zemin kat tavanında kirişin üzerine, **Şekil 25** mevcut normal kat tavanı kalıp planından görüleceği gibi oturtulmuştur. **Şekil 26**'daki gibi mevcut kolonların altına kolon ilavesi, veya **Şekil 29**'daki gibi mevcut kolonların altına perde ilavesi ile düzensizlik giderilmiştir.



Şekil 24: Mevcut Zemin Kat Tavanı Kalıp Planı

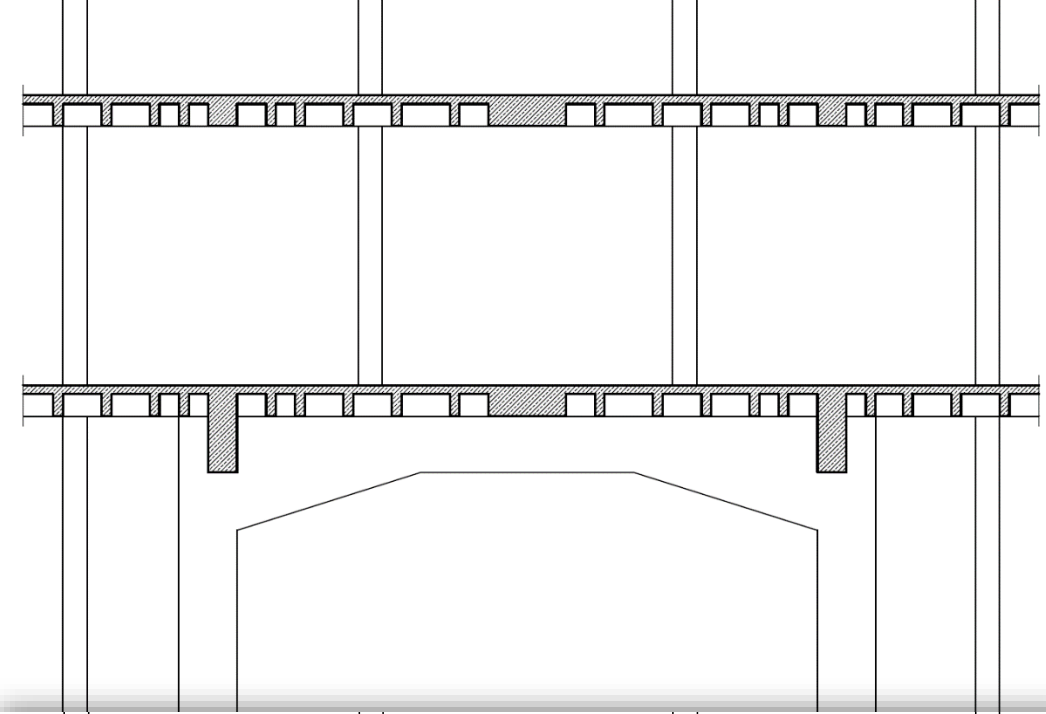


Şekil 25: Mevcut Normal Katlar Tavanı Kalıp Planı

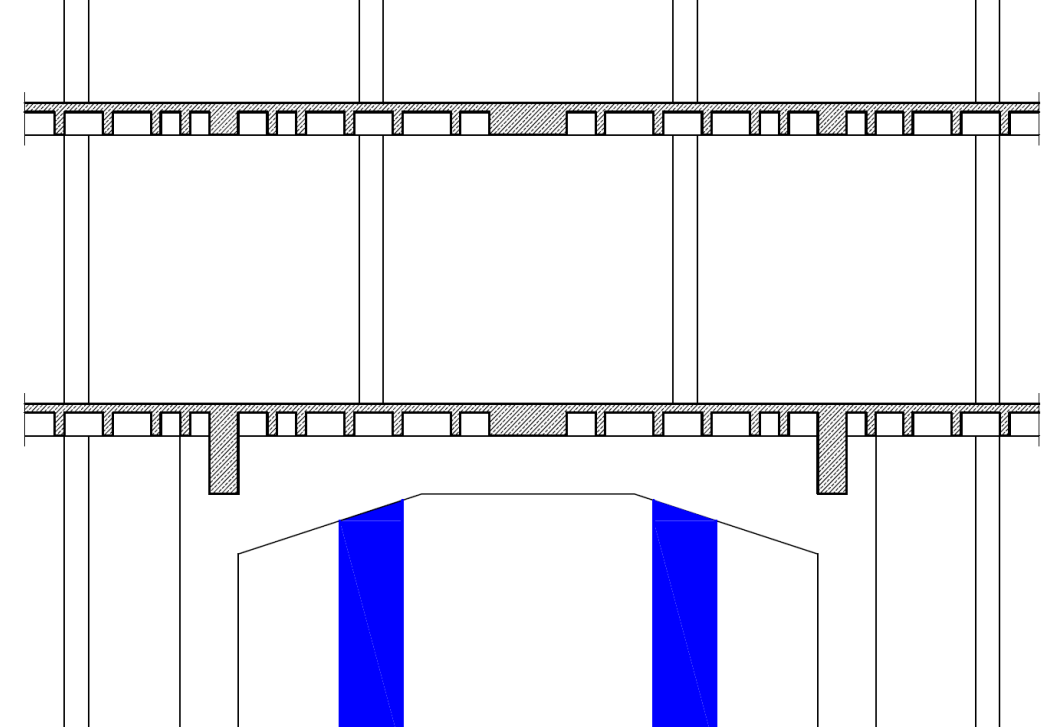


Şekil 26: Güçlendirilmiş Zemin Kat Tavanı Kalıp Planı

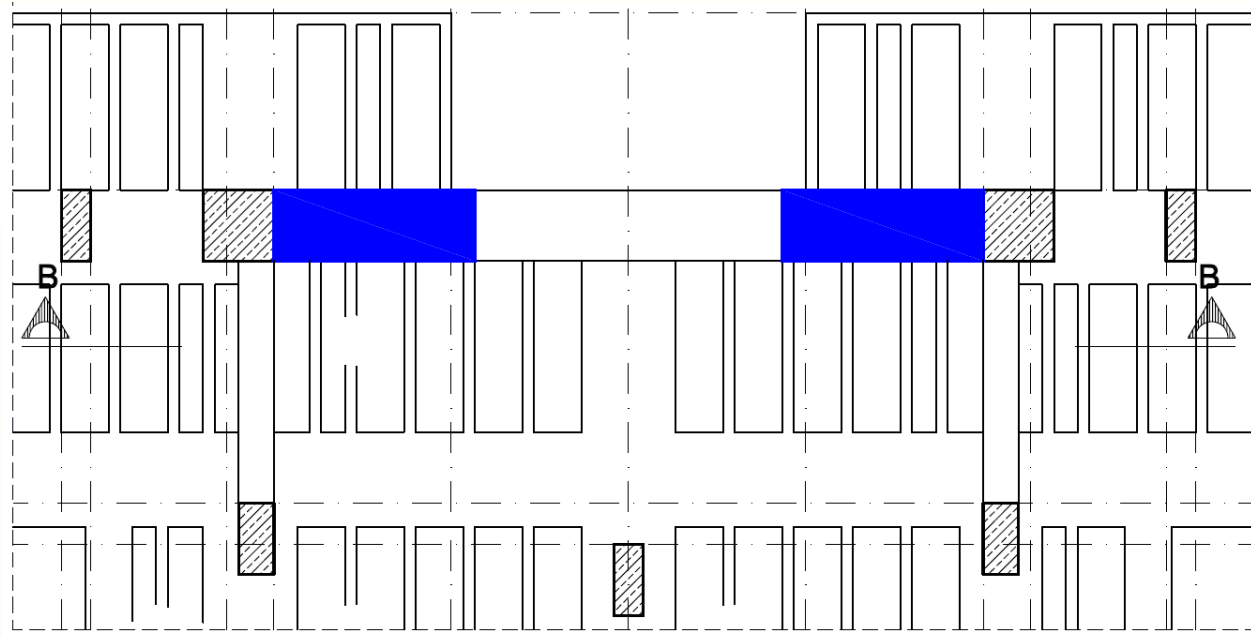
Şekil 27: Mevcut B-B Kesiti



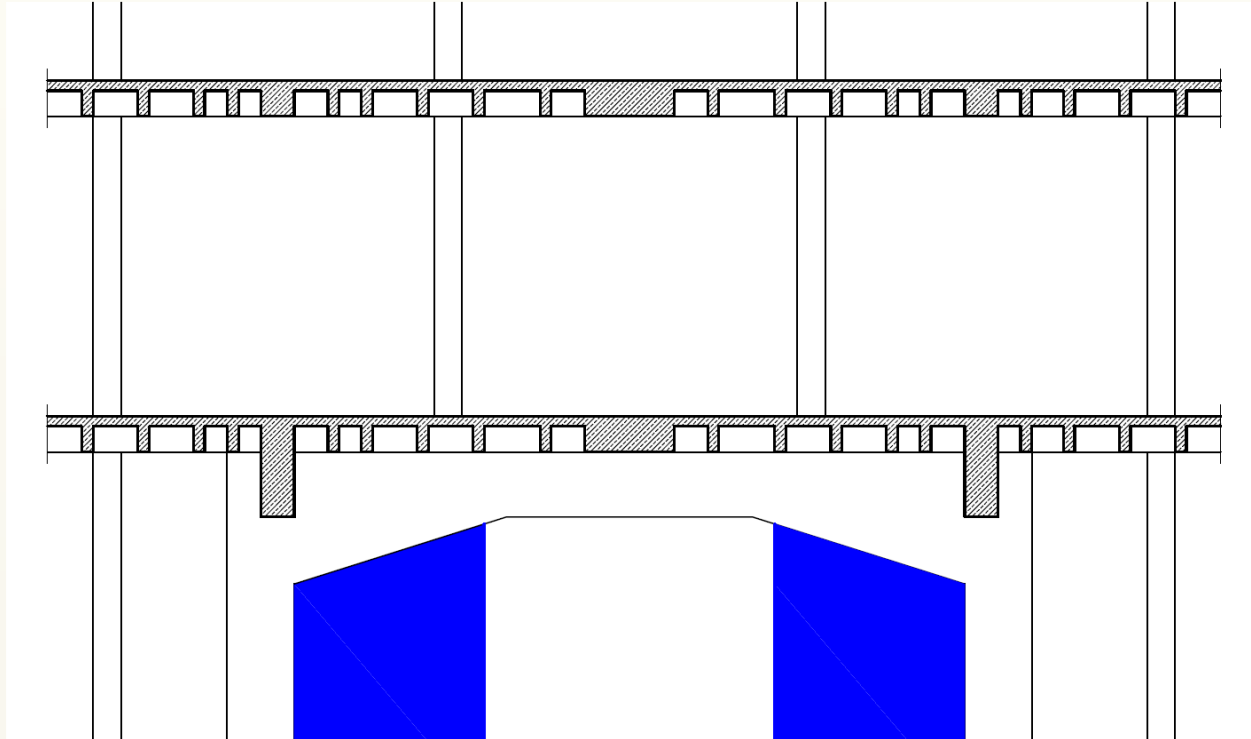
Şekil 28: Güçlendirilmiş B-B Kesiti



**Şekil 29: Güçlendirilmiş
Zemin Kat Tavanı
Kalıp Planı**



**Şekil 30:
Güçlendirilmiş B-B
Kesiti**



2.3.2 KİRİŞ ÜSTÜ PERDE

*Üst kattaki perdenin altta kolonlara oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez
Perdelerin binanın herhangi bir katında kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık
ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.(TBDY 2018)*

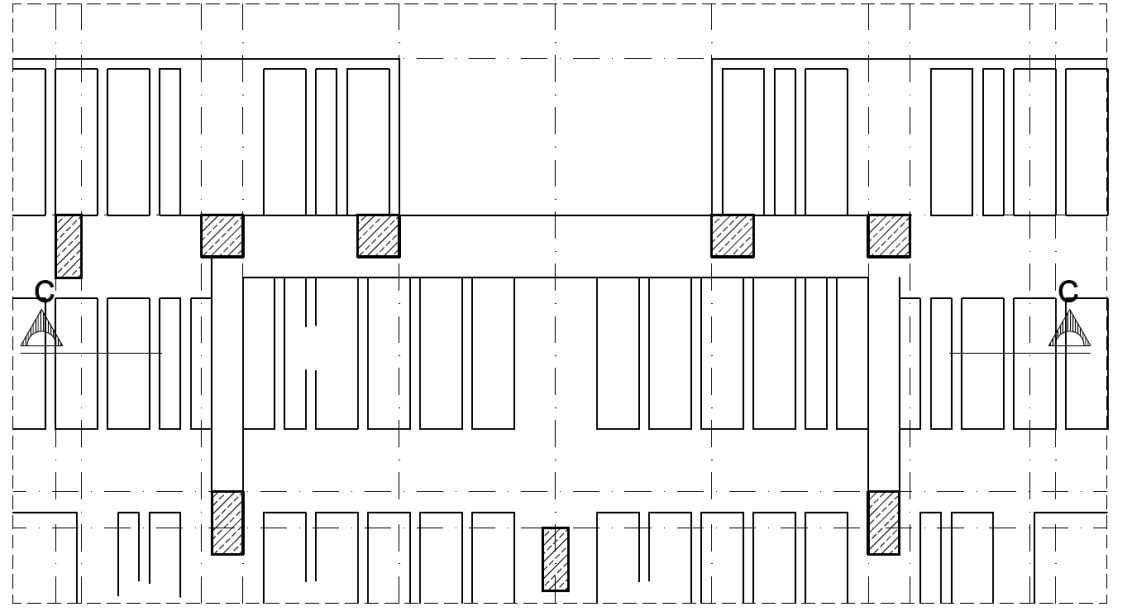
Mevcut binaların bazılarında görülen bu düzensizlik TBDY 2018’de hiçbir zaman izin verilmez. Bu nedenle güçlendirme yapılırken bu düzensizlik mutlaka giderilmelidir. Düzensizliği oluşturan mevcut perdenin altına yapılacak ilave perde ile bu düzensizlik ortadan kaldırılabilir.

Şekil 31’de mevcut perde, mevcut zemin kat tavanında kirişin ve ona bağlı iki kolonun üzerine, **Şekil 32** mevcut normal kat tavanı kalıp planından görüleceği gibi oturtulmuştur. **Şekil 33**’deki gibi mevcut kolonların altına perde ilavesi ile düzensizlik giderilmiştir.

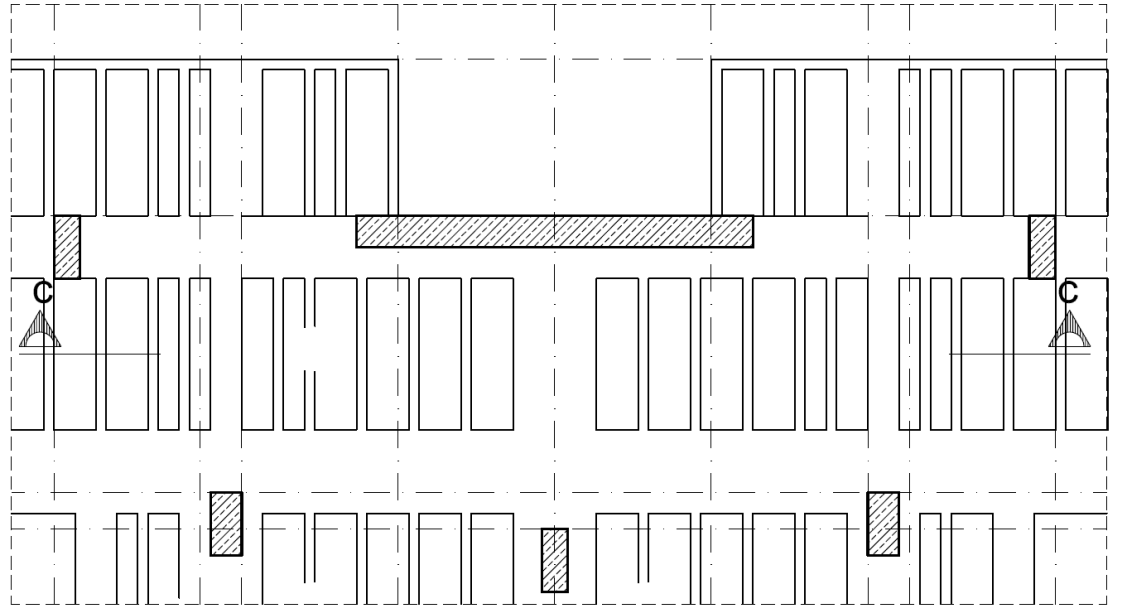
Genellikle bu perdelerin alt katta yapılamama nedenleri, binaların girişlerinin bu aksta olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle mevcut perdenin altına ilave perde yapılırken kapı-geçiş boşluğu bırakmak yapının kullanılması için zorunlu hale gelir.

Şekil 36’da Güçlendirilmiş Zemin Kat Tavanı Kalıp Planından **Şekil 37**’de Güçlendirilmiş C-C Kesiti’nden görüldüğü üzere ilave perdede yırtık açılarak sorun çözülmeye çalışılmıştır.

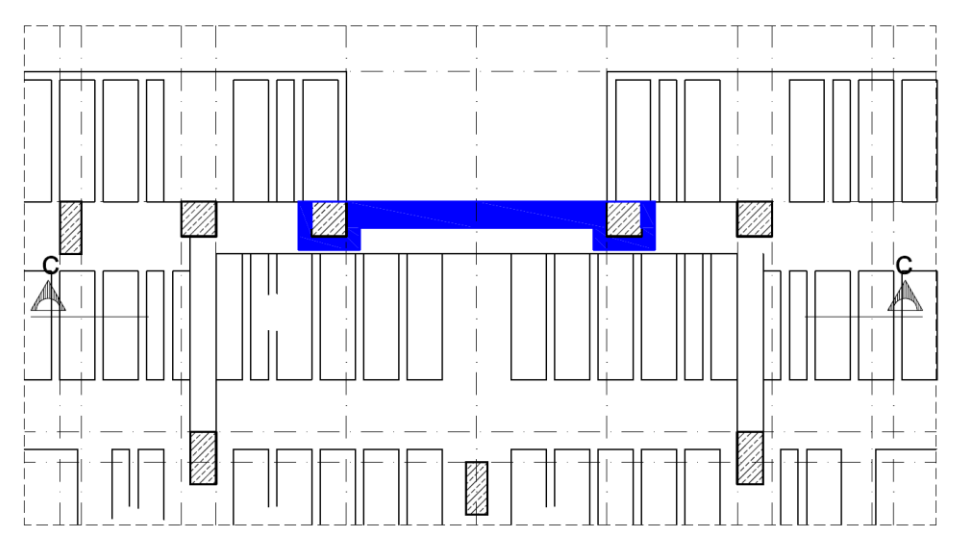
**Şekil 31: Mevcut Zemin Kat
Tavanı Kalıp Planı**



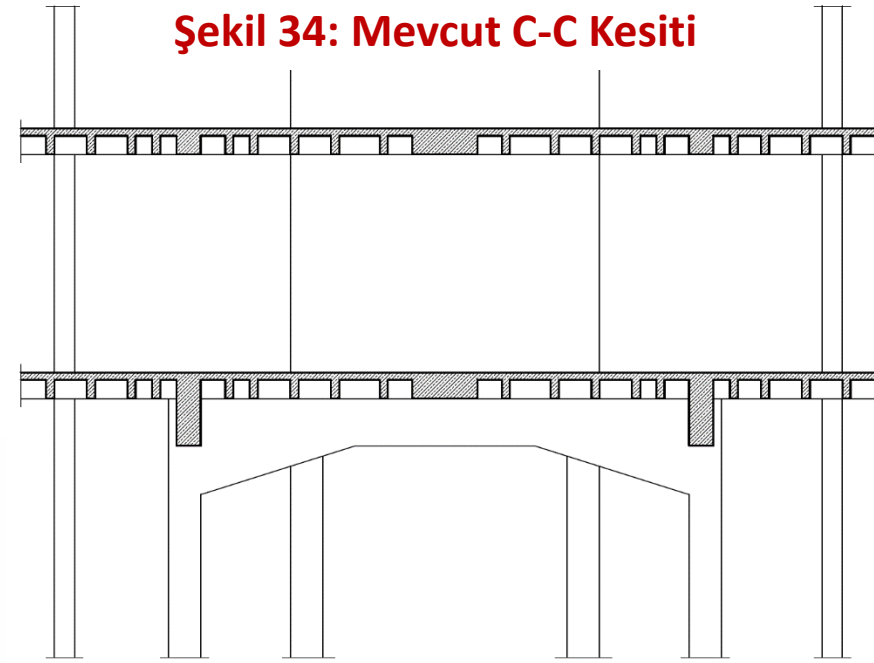
**Şekil 32: Mevcut Normal Kat
Tavanı Kalıp Planı**



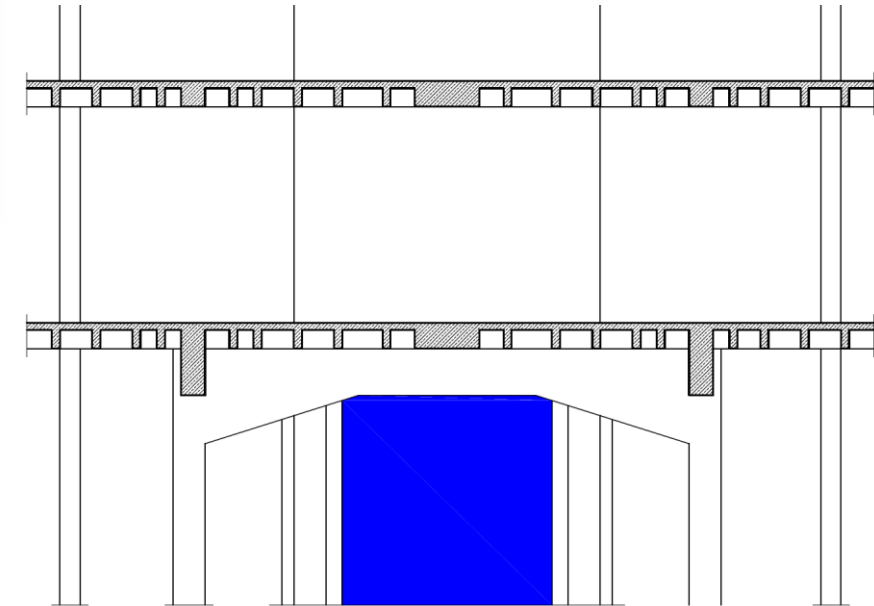
**Şekil 33: Güçlendirilmiş
Zemin Kat Tavanı Kalıp Planı**



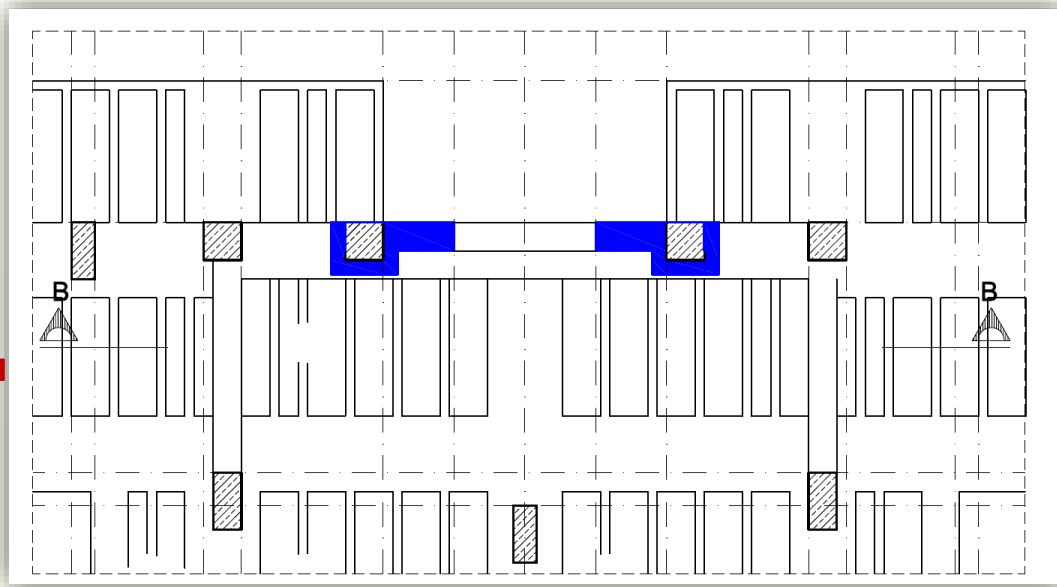
Şekil 34: Mevcut C-C Kesiti



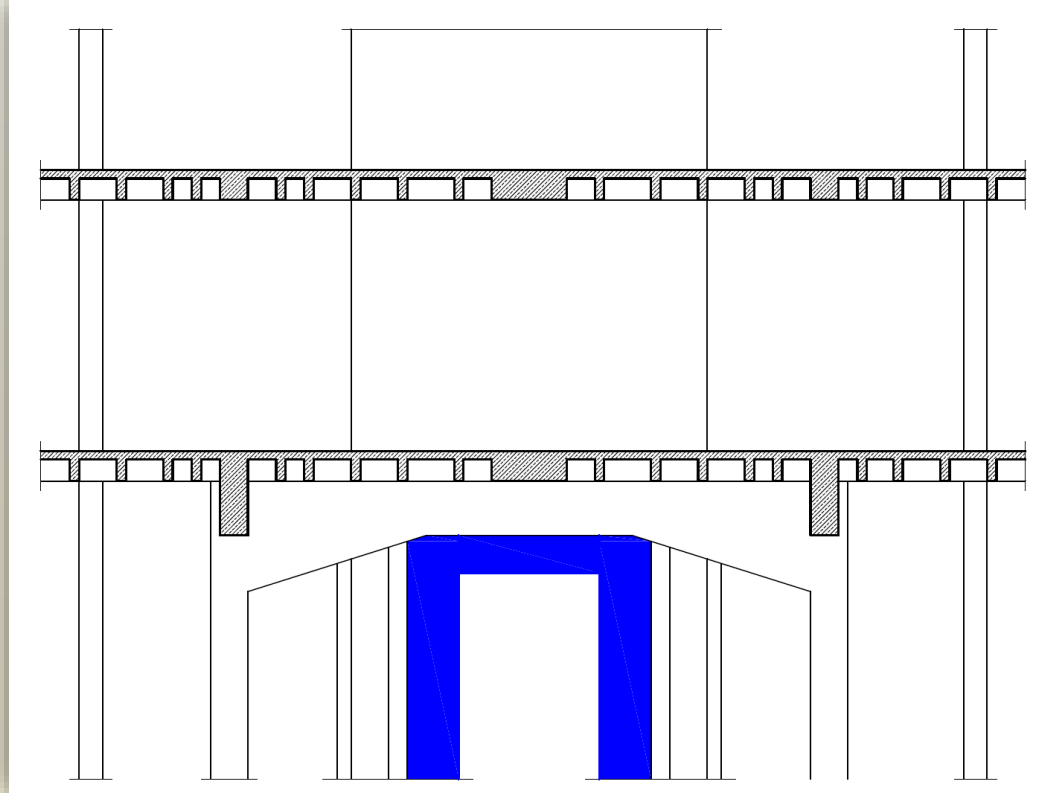
Şekil 35: Güçlendirilmiş C-C Kesiti



**Şekil 36: Güçlendirilmiş Zemin Kat Tavanı
Kalıp Planı**



Şekil 37: Güçlendirilmiş C-C Kesiti



KOMŞU YAPILARLA OLAN İLİŞKİ

Mevcut yapılar incelenirken genellikle komşu yapılarla olan ilişkileri göz ardı edilir. Komşu yapıya müdahale etmenin zorluğu veya imkansızlığının da neden olduğu bu atlama deprem hasarlarının beklenenden daha fazla olmasına da neden olacaktır.

4.9.3. Deprem Derzleri

Farklı zemin oturmalarına bağlı temel öteleme ve dönmeleri ile sıcaklık değişmelerinin etkisi dışında, bina blokları veya mevcut eski binalarla yeni yapılacak binalar arasında, sadece deprem etkisi için bırakılacak derz boşluklarına ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir:

4.9.3.1 – 4.9.3.2’ye göre daha elverişsiz bir sonuç elde edilmedikçe derz boşlukları, her bir kat için komşu blok veya binalarda elde edilen yerdeğiştirmelerin karelerinin toplamının karekökü ile aşağıda tanımlanan α katsayısının çarpımı sonucunda bulunan değerden az olmayacaktır.

Gözönüne alınacak kat yerdeğiştirmeleri, kolon veya perdelerin bağlandığı düğüm noktalarında hesaplanan azaltılmış $u_i^{(X)}$ yerdeğiştirmelerinin kat içindeki ortalamaları olacaktır. Mevcut eski bina için hesap yapılmasının mümkün olmaması durumunda eski binanın yerdeğiştirmeleri, yeni bina için aynı katlarda hesaplanan değerlerden daha küçük alınmayacaktır.

(a) Komşu binaların veya bina bloklarının kat döşemelerinin bütün katlarda aynı seviyede olmaları durumunda $\alpha = 0.25 (R / I)$ alınacaktır.

(b) Komşu binaların veya bina bloklarının kat döşemelerinin, bazı katlarda olsa bile, farklı seviyelerde olmaları durumunda, tüm bina için $\alpha = 0.5 (R / I)$ alınacaktır.

4.9.3.2 – Bırakılacak minimum derz boşluğu, 6 m yüksekliğe kadar en az 30 mm olacak ve bu değere 6 m'den sonraki her 3 m'lik yükseklik için en az 10 mm eklenecektir.

4.9.3.3 – Bina blokları arasındaki derzler, depremde blokların bütün doğrultularda birbirlerinden bağımsız olarak çalışmasına olanak verecek şekilde düzenlenecektir.

4.9.3.4 – Ayrık iki bina bloğunun veya bir binanın deprem davranışları bakımından farklı iki bölümünün birbirine köprü ve benzeri bir eleman ile bağlanması durumunda, söz konusu elemanın bağladığı bloklardan biri üzerindeki hareketli mesnedinin her iki deprem doğrultusu ve yönündeki yer değiştirme kapasitesi, iki bloğun bağlantı elemanı seviyesinde azaltılmış deprem yükleri için hesaplanan yer değiştirmelerinin mutlak değerleri toplamının en az 1.5 (R/I) katı olacaktır. (TBDY 2018)

3.1. BİTİŞİK NİZAM YAPILAR

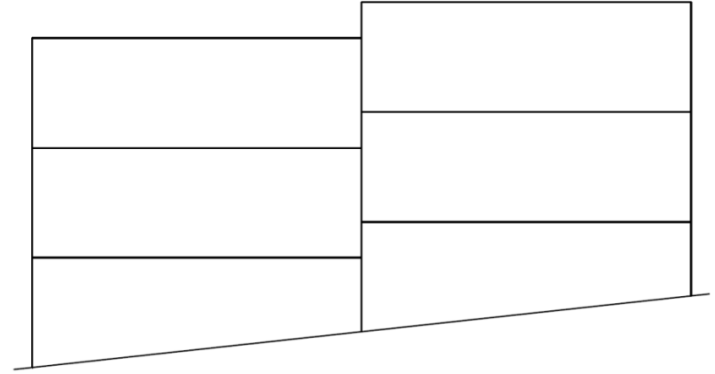
Yapıların eğimli arazi üzerinde bitişik nizam olarak yapıldığı yerlerde veya mevcut bina ile komşu binaların kat kotlarının aynı olmaması durumunda karşılaşılr. **Şekil 38** ve **Şekil 39**

Eğer yapılar arasında da yeterince derz yok ise komşu binanın kat hizasından mevcut binanın kolonuna geldiği noktada kolona hasar verme olasılığı çok yüksektir.

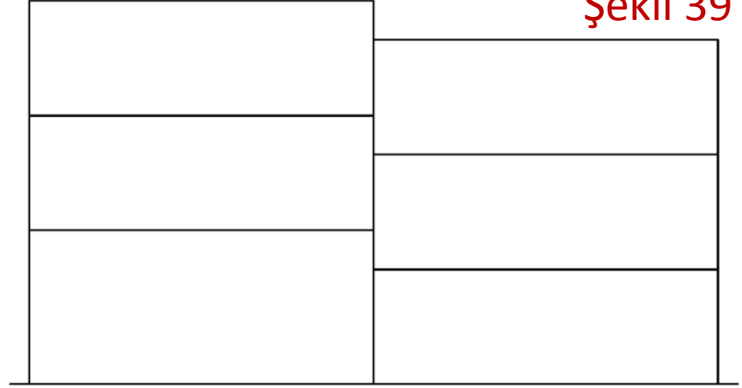
Bu tür durumlar da mevcut bina güçlendirilirken komşu binanın katının denk geldiği kolonlar komşu binadan gelen yatay kuvvet göz önüne alınarak **Şekil 40**'daki gibi mutlaka güçlendirilmelidir.

Yapıların arasına enerji yutucu maddelerin yerleştirilmesi çözüm olabilir.

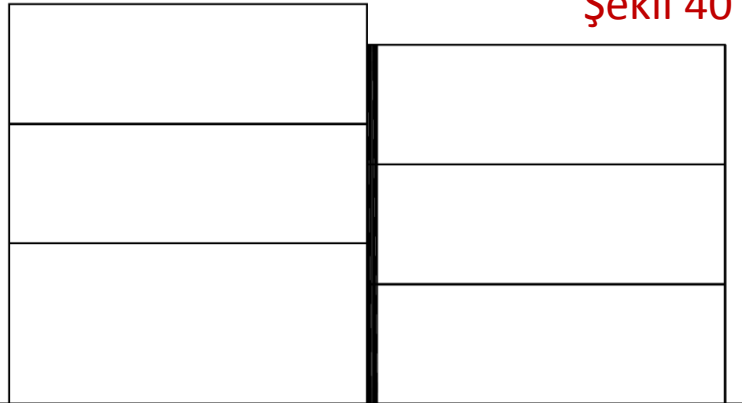
Şekil 38



Şekil 39



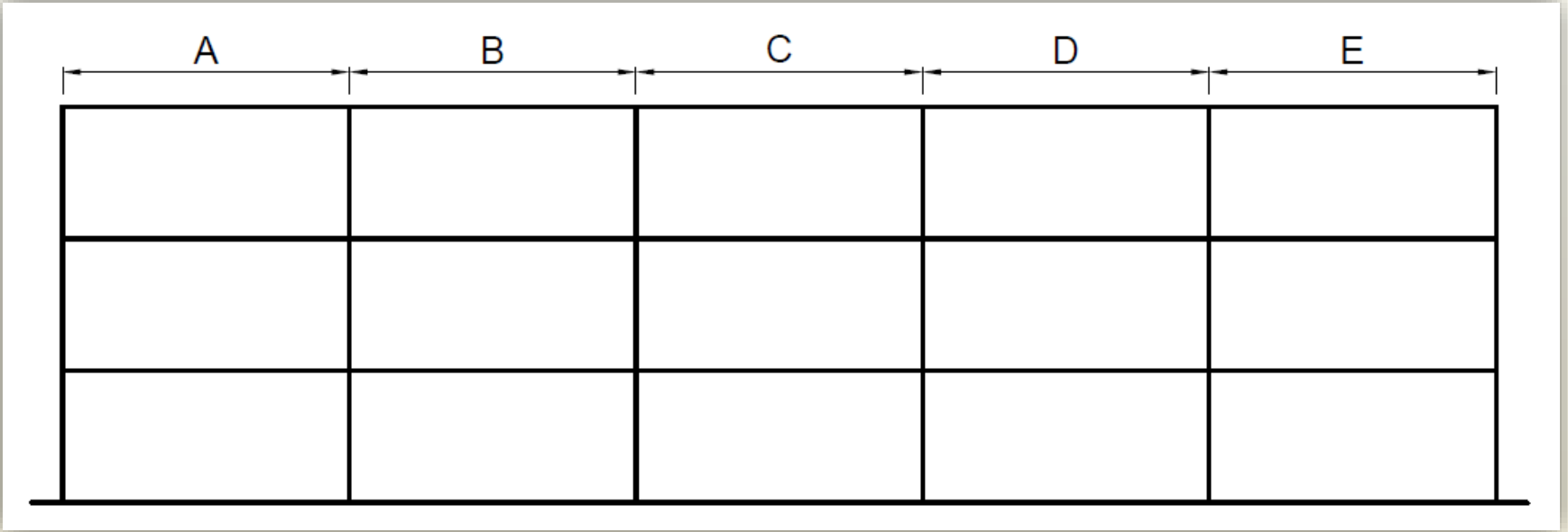
Şekil 40



3.2. SIRALI YAPILAR

Bitişik nizam yapılarda deprem sonrası **Şekil 41**'deki gibi sıralanmış yapıların başındaki ve sonundakilerin (A ve E) daha fazla hasar gördüğü bilinir.

Şekil 41

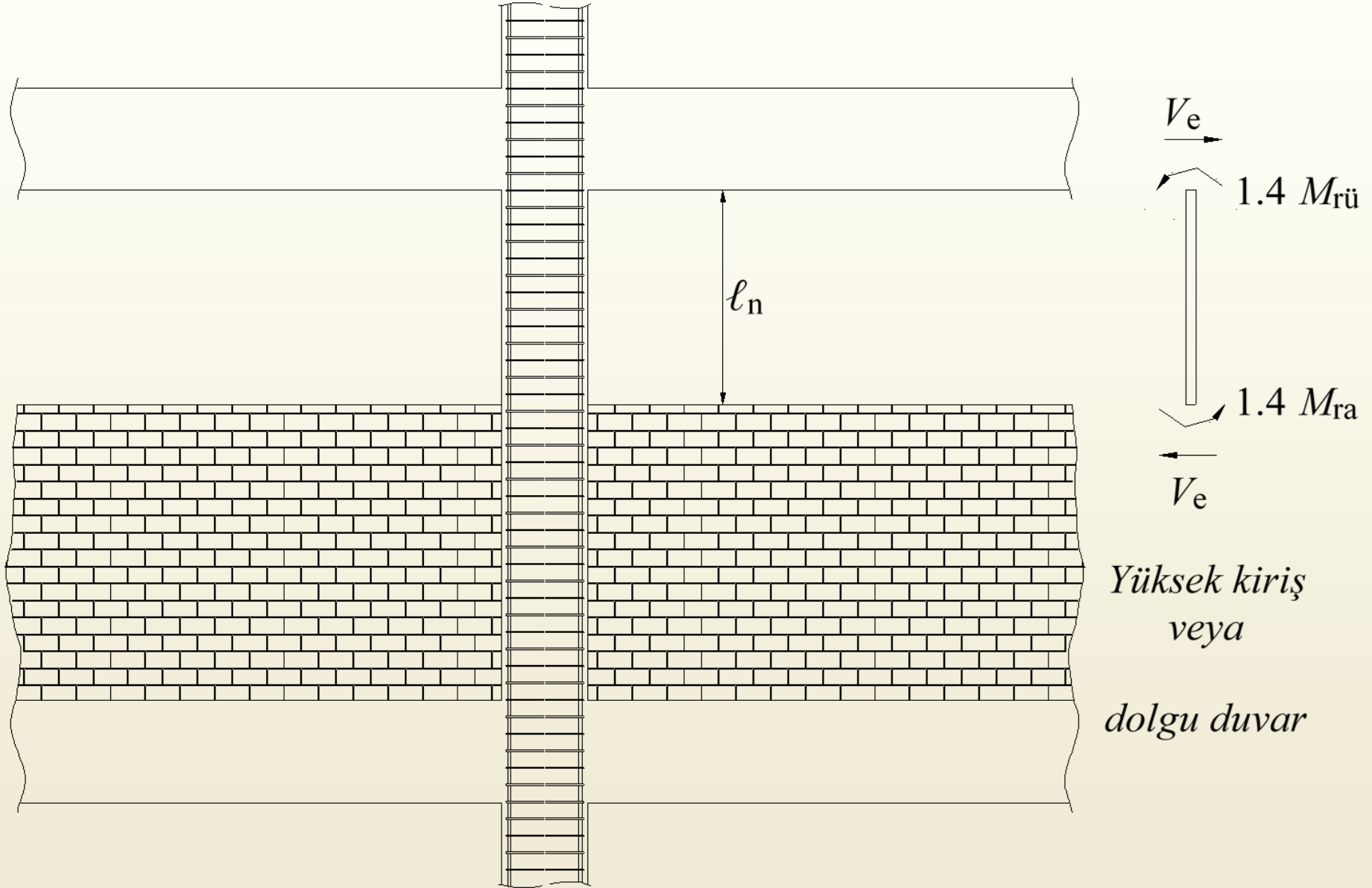


Bu konumdaki yapıların güçlendirilmesinde yapının deplasmanının sınırlandırılması, mümkünse komşu ile arasındaki derzler arasına enerji yutucu maddeler koymak çözüm olabilir.

KISA KOLON

Kısa kolonlar, taşıyıcı sistem nedeni ile veya dolgu duvarlarında kolonlar arasında bırakılan boşluklar nedeni ile oluşabilirler (Şekil 7.6). Kısa kolon oluşumunun engellenemediği durumlarda, enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti Denk.(7.5) ile hesaplanacaktır. Denk.(7.5)'teki eğilme momentleri, kısa kolonun alt ve üst uçlarında $M_{\bar{u}} \approx 1.4M_{r\bar{u}}$ ve $M_a \approx 1.4M_{ra}$ olarak hesaplanacak, ℓ_n ise kısa kolonun serbest boyu olarak alınacak ve hesaplanan kesme kuvveti Denk.(7.7)'de verilen koşulları sağlayacaktır. Kısa kolonun tüm boyunca, 7.3.4.1'de kolonların sarılma bölgeleri için tanımlanan minimum enine donatı ve yerleştirme koşulları uygulanacaktır. Dolgu duvarlarının kolonlara tamamen bitişik olması durumunda kısa kolon durumuna dönüşen kolonlarda, enine donatılar tüm kat yüksekliğince devam ettirilecektir (Şekil 7.6).

Şekil 7.6



Kısa kolon oluşumu genellikle projelendirme sırasında gözden kaçırılır. Pek çok yapıda önlem alınmadan yapılan kolonlardır. Kat içerisindeki kot farkları, katın bir kısmının ara bir kottan bölünmesi, dolgu duvarların kat boyunca devam etmemesi yani bant pencerelerin olması kısa kolon oluşma sebepleridir.

Resim-1, Resim-2, Resim-3'de deprem sırasında ağır hasar alan kısa kolonlar görülmektedir. Kısa kolonlar, genellikle kolonun kırılıp yeniden yapılmasına neden olacak kadar hasar alırlar



(Resim-1)



(Resim-2)



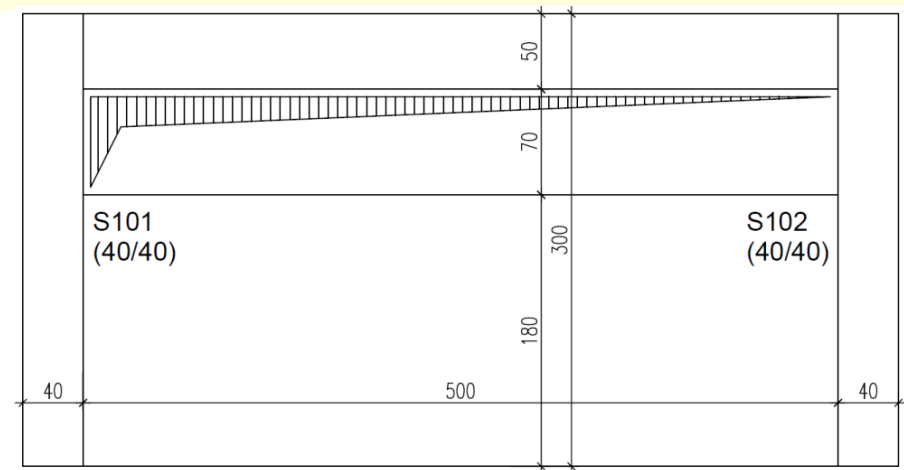
(Resim-3)

Deprem öncesi güçlendirilmesi yapılan yapılarda veya depremde az veya orta hasar görmüş kısa kolonlar mutlaka güçlendirilmelidir. Kısa kolon etrafındaki boşluklar doldurulabiliyor ve kısa kolon davranışı iptal edilebiliyor ise en pratik ve ekonomik çözüm olacaktır.

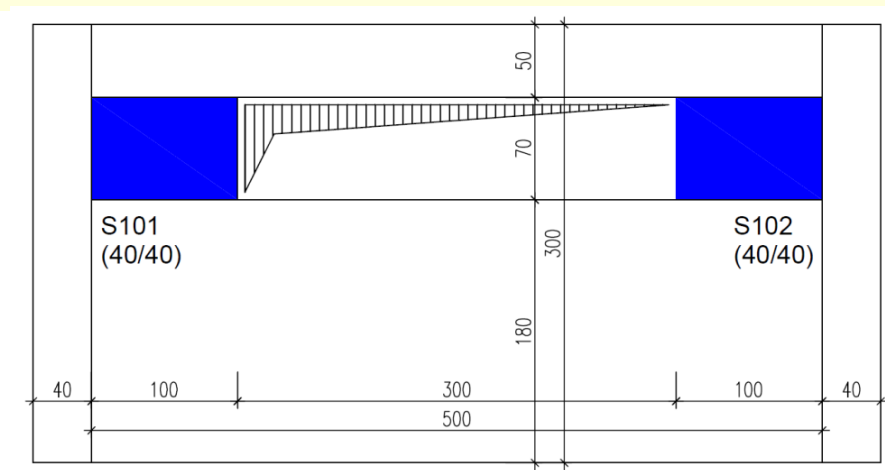




Şekil 43'de iki kolon arasına örülen duvar kat boyunca devam etmediği için S101 ve S102 kolonlarında kısa kolon oluşmaktadır. **Şekil 44**'de görüldüğü gibi kısa kolonun etrafına, boşluğa doğru yeterli uzunlukta duvar örmek veya perde ilave etmek çözüm için yeterlidir.

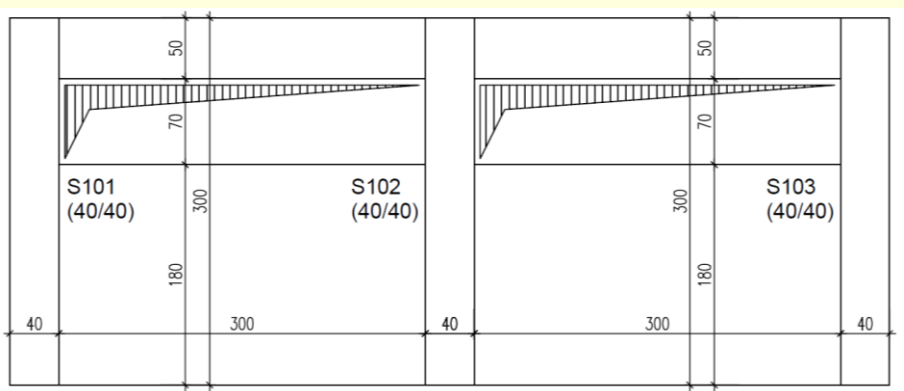


Şekil 43: Mevcut Perde Görünüşü

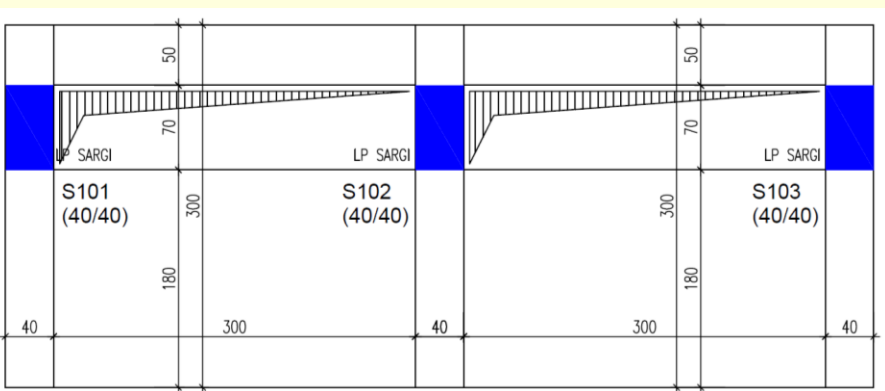


Şekil 44: Güçlendirilmiş Perde Görünüşü

Boşlukların doldurulamadığı durumlarda kolonun kesme kuvveti taşıma kapasitesini artıracak şekilde güçlendirilmesi gerekir. **Şekil 45**'deki S101,S102,S103 kısa kolonları **Şekil 46**'daki gibi LP sargılar ile sararak çözüm üretmek mümkündür.



Şekil 45: Mevcut Perde Görünüşü

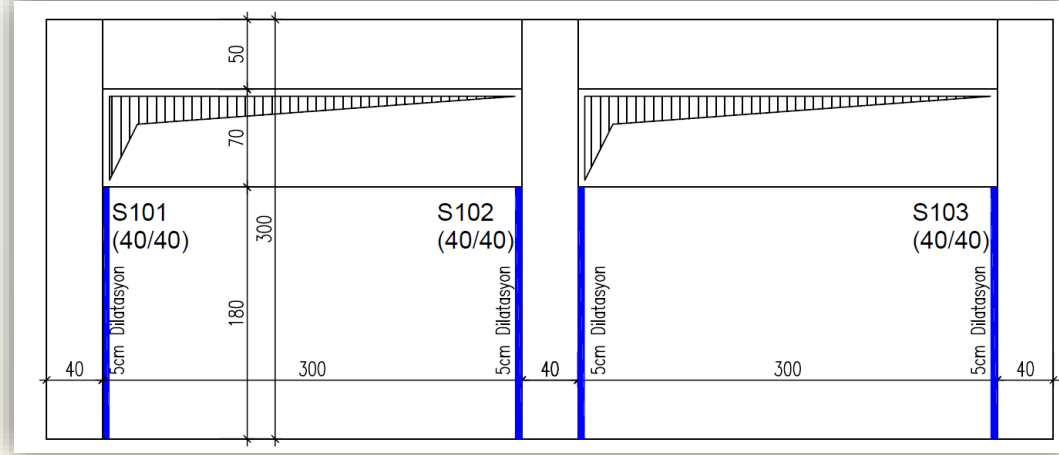


Şekil 46: Güçlendirilmiş Perde Görünüşü

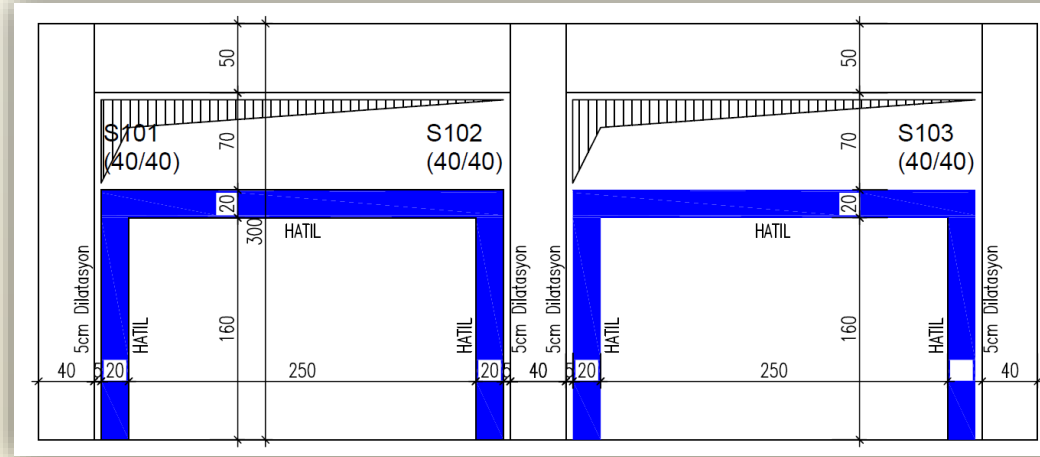
Bir başka çözüm kısa kolon oluşumuna neden olan dolgu duvar ile mevcut kolonun arasına yer değişim miktarından daha büyük derzler bırakmaktır. **Şekil 47**'deki gibi duvar ve kolonların ara yüzleri birbirinden ayrılabilir. Bu tür tasarımda dolgu duvarların düzlem dışı devrilmeleri önlenmelidir.

Dolgu duvarların mevcut kolonlarla arasına boşluk bırakıldığında, duvarın düzlem dışı devrilmesi önlenemiyorsa, **Şekil 48**'deki gibi ilave düşey ve yatay hatıllarla duvarın etrafı güçlendirilebilir.

Daha kapsamlı bir çözüm önerisi de kısa kolonlara gelen yükün azaltılabilmesidir. Yükün azaltılabilmesi için yapının yer değiştirme miktarını azaltabilmek gerekir. Kısa kolonların çok olduğu ve davranışa engel olunamayan yapılarda, perdeler ilave edilerek kısa kolonların yer değiştirme miktarı ve kolonlara gelen kesme kuvveti azaltılabilir.



Şekil 47: Güçlendirilmiş Perde Görünüşü



Şekil 48: Güçlendirilmiş Perde Görünüşü

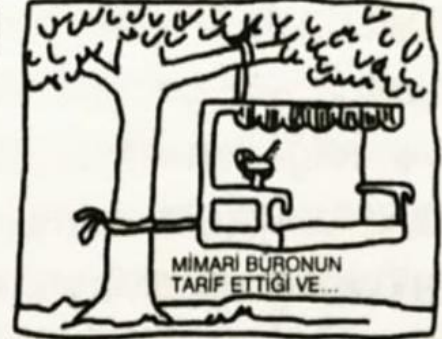
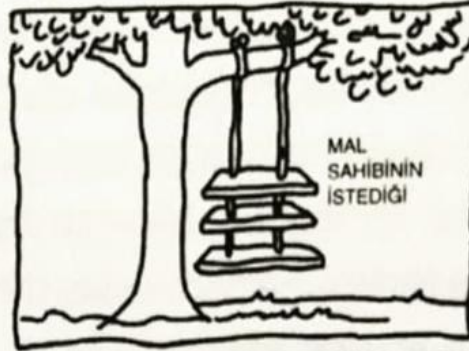
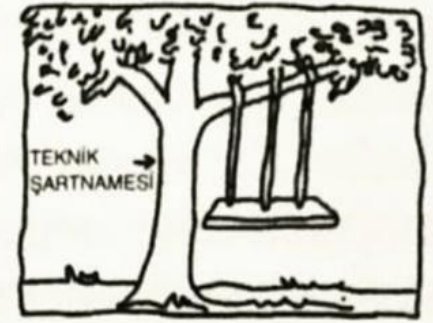
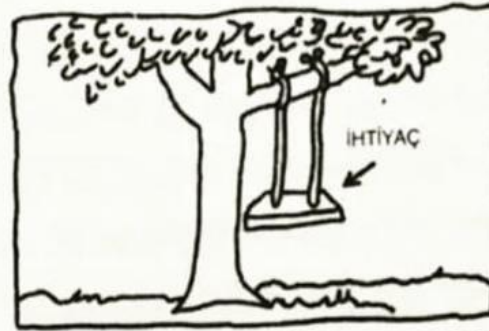
SONUÇ

Tüm anlatılanlar çerçevesinde bir binanın güçlendirilebilmesi için öncelikle,

- Binadan yeterince bilgi toplanmalı,
- Binanın zafiyetleri belirlenmeli,
- Olası bir depremde hedeflenen performansa sahip olabilmesi için; mümkün olan en az müdahale ile yeni sorunlar oluşturmayacak güçlendirme tasarımı yapılmalı,
- Tasarımın modellemesinde hata payları kabul edilebilir hesaplama teknikleri kullanılmalı,
- Denenmiş, test edilmiş, davranışı tahmin edilebilen malzemeler ile detaylandırılmalı,
- Uygulama sırasında proje kabulleri yeni bulgularla değişebilir ve bu durumlarda proje ve/veya detaylar yenilenebilmelidir,
- Uygulama mümkünse proje müellifince veya konuya hakim inşaat mühendislerince mutlaka kontrol edilmelidir.

Bu çerçevede,
Yukarıda saydıklarımın
herhangi birinin eksikliğinde
olası bir depremde nasıl bir
performans göstereceğini
bilmediğimiz yapılarımız olur.

İlk iş olarak sorunlu yapı
stokumuza yeni sorunlar
oluşturmamaktan
başlayabiliriz.



TEŞEKKÜRLER