



TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası
İstanbul Şubesi Mesleki Eğitim Seminerleri

BETONARME BİNALARIN GÜÇLENDİRİLMESİ TASARIMI VE DETAYLANDIRILMASI-2

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 DETAYLARI

- 1. TEMEL GÜÇLENDİRİLMESİ**
- 2. BETONARME PERDE İLAVESİ**
- 3. MEVCUT KOLONLARIN GÜÇLENDİRİLMESİ**
- 4. KİRİŞLERİN GÜÇLENDİRİLMESİ**
 - 4.1. MEVCUT KİRİŞİN GÜÇLENDİRİLMESİ**
 - 4.2. İLAVE KİRİŞ YAPILMASI**
- 5. KISA KOLON**
- 6. DUVARIN GÜÇLENDİRİLMESİ**

ONARIM DETAYLARI

- 1. DUVARLARIN ONARILMASI**
- 2. KOROZYON ONARIMI**
- 3. KOPAN DONATILARIN ONARIMI**
- 4. ÇATLAKLARIN ONARIMI**

GİRİŞ

Konuyu anlatmaya başlamadan önce bazı kavramlar üzerine anlaşmak gerektiğini düşünüyorum. Bazen aynı kelimelere aynı anlamları yüklemiyoruz. Bu nedenle sunumuma başlamadan önce bu sunumda geçen bazı kelimelerden neyi kast ettiğimi açıklamak isterim.

ONARIM (TAMİR): Zaman içerisinde yıpranmış, afetlerle hasar görmüş taşıyıcı elemanların görünüş, kullanılırlık, taşıma kapasitesi ve diğer mukavemet özelliklerinin (rijitlik, düktilite, dayanıklılık vb) mevcut haline kısmen veya tamamen getirilmesi, bazı durumlarda daha iyi duruma ulaşmasını sağlamak

Korozyon ve çatlakların onarımı gibi

İYİLEşTİRME (LOKAL PROBLEMLERİN ÇÖZÜMÜ): Hasar görmüş veya görmemiş taşıyıcı elemanlara kısmi çözümler üretilmesi

Kısa kolon problemini aşmak için örülen duvarlar, kalınlıklarına müdahale etmeden yapılan kolon ve kirişlere LP sarılması, olası bir depremde hasar görmesi muhtemel kısımlara (merdiven, çatı, parapet, duvar vb) yapılan müdahaleler gibi

GÜÇLENDİRME: Bir binanın yük taşıma kapasitesini (taşıma gücünü), rijitliğini, sünekliğini (düktilitesini) ve stabilitesini yada bunların bazılarını , önceki durumundan (hasar öncesi veya mevcut durumun) üzerine çıkartmak amacıyla yapılan müdahaleler

Binanın kütle merkezi ile rijitlik merkezini birbirine yaklaştırmak, Perde ilave etmek, kolon mantolamak, ilave temeller, kirişler yapmak gibi

Konumuz olan güçlendirme detaylarını anlatmadan önce genel olarak güçlendirme projesi yapılırken ki aşamaları sıralamak isterim

1. Binadan öncelikle yeterli bilginin toplandığına, binayı yeterince tanıdığımıza emin olmak gerekir. TBDY 2018’de tarif edilen asgari bilgiye, bazen de daha fazlasını edinmek gerekir.
2. Mevcut binanın performansa dayalı hesaplamaları yapılarak yetersizlikleri tespit edilmelidir.
3. Binanın düzensizlikleri ve yetersizlikleri gidermek amaçlı güçlendirme ön tasarımı yapılmalıdır.
4. Yapılan tasarımın performansa dayalı hesabı yapılmalı ve yeterliliği kontrol edilmelidir.
5. Güçlendirme tasarımına uygun olarak ilave taşıyıcı elemanlar ve bu elemanların mevcut taşıyıcılar ile olan ilişkisi detaylandırılmalıdır. Detaylandırma hem taşıyıcı sistem elemanlarını, hem de duvar, çatı, parapet gibi elemanları kapsamalıdır. Güçlendirme projesi kesit kaybı vb yıpranmaları veya hasarların tamirini içeren onarım detaylarını da kapsamalıdır.
6. Yapılan proje imalat sırasında ortaya çıkabilecek lokal veya daha detaylı sorunlara cevap verebilecek şekilde hazırlanmalıdır
7. Proje, imalat sırasında oluşan değişikliklere göre tekrar tekrar gözden geçirilmeli ve gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

Bu sunumda; güçlendirme ve onarım detaylarının çok kullanılan, denenmiş ve uygulanabilir olanların bir kısmı anlatılmaya çalışılmıştır.

GÜÇLENDİRME DETAYLARI

1. TEMEL GÜÇLENDİRİLMESİ

Mevcut temellerin yeterli olmadığı durumlarda, mevcut temeller alan veya kesit büyütülerek güçlendirilebilir. Zemin gerilmelerinin yetersizliğinde temel alanını büyütme, mevcut temelin kesitinin ve/veya donatısının yetersiz olduğu durumlarda kesiti büyütme gerekir.

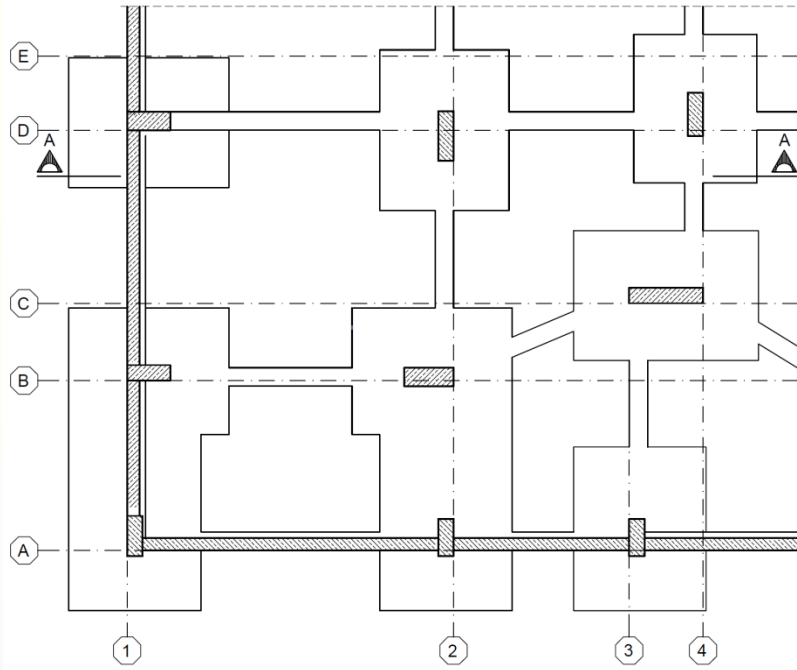
İlave düşey taşıyıcıların altında mevcut bir temel yoksa yeni temel ilave edilmelidir.

Mevcut temellerin zımbalamaya karşı yeterli olup olmadığı da mutlaka kontrol edilmelidir.

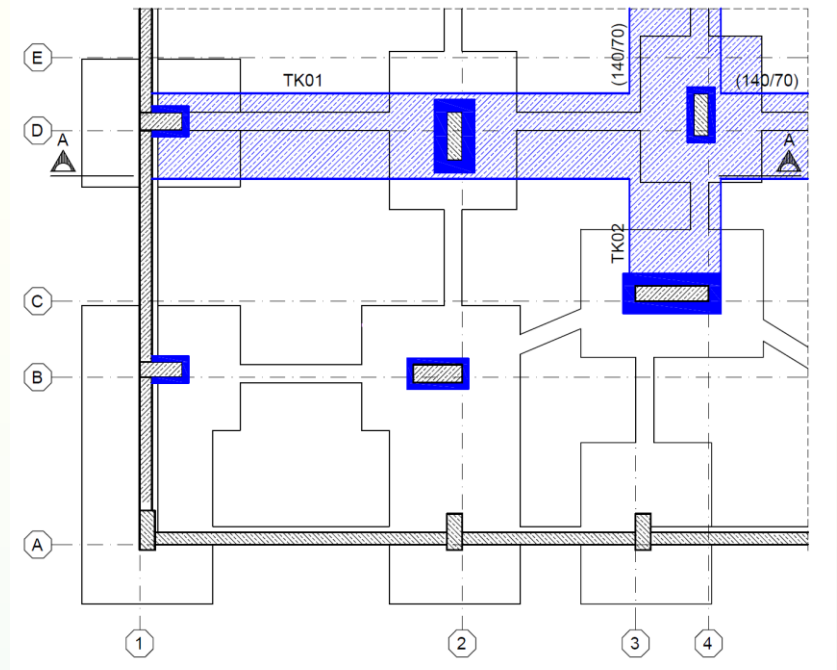
1.1. MÜTEMADİ TEMEL İLAVESİ

Mevcut tekil ve mütemadi temelleri, ilave mütemadi temellerle güçlendirmek en pratik yöntemlerden biridir. Mevcut temellerin arasında kazı yapmak mevcut tekil ve mütemadi temelleri birbirine bağlamak işi oldukça kolaylaştırmaktadır.

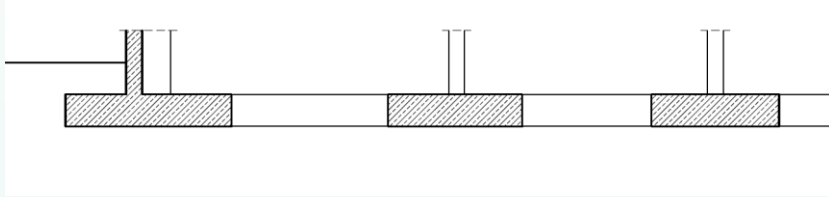
Şekil 1’de zemin taşıma kapasitesi yetersiz tekil temeller birbirine Şekil 2’deki gibi mütemadi temellerle bağlanmıştır.



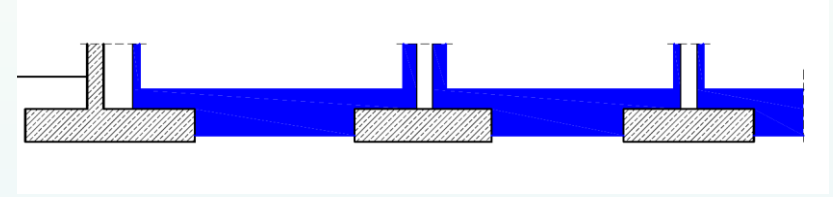
MEVCUT TEMEL PLANI



GÜÇLENDİRİLMİŞ TEMEL PLANI



Şekil 1-MEVCUT A-A KESİTİ



Şekil 2-GÜÇLENDİRİLMİŞ TEMEL KESİTİ

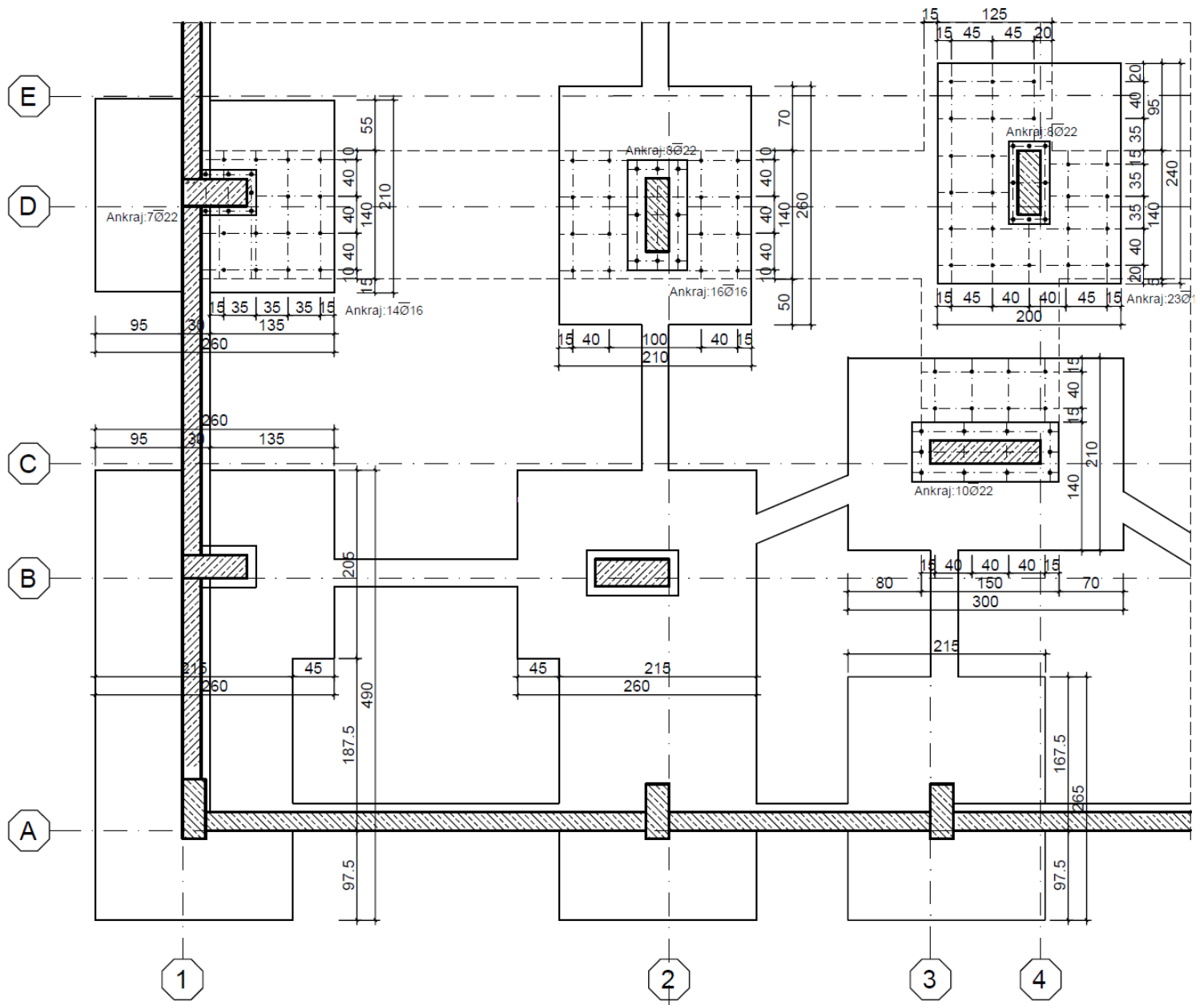
Şekil 2'deki kesitte görüldüğü gibi ilave mütemadi temel, üst donatısının sürekliliğinin sağlanması için minimum 15-20 cm kadar mevcut temelin üzerine kadar yapılabilir.

Mevcut temel malzeme kalitesinin iyi ve temel yüksekliğinin yeterli olması durumunda ilave temel üst kotu mevcut temel üst kotu ile aynı yapılabilir. Bu durumda mevcut ve ilave temelin birleştiği yüzlerde yapılan ankrajların yeterliğini hesapla gösterilmelidir.

Mevcut bağ kirişleri kırılarak ilave temel yapılabileceği gibi özellikle beton kalitesinin iyi olduğu veya bağ kirişi ebatlarının büyük olduğu durumlarda bağ kirişi korunarak ta ilave temeller yapılabilir.

Yeni ve eski betonun birlikte çalışabilmesi için iki beton düşey ve yatayda ankrajlar yardımı ile birbirlerine bağlanmalıdır. Mevcut temelle ilave temelin ara yüzlerinde 30-40 cm aralıkla iki yönde de düşey ankrajlar akılmalıdır. Ankraj akılma boyu minimum 10 ϕ olmalıdır.

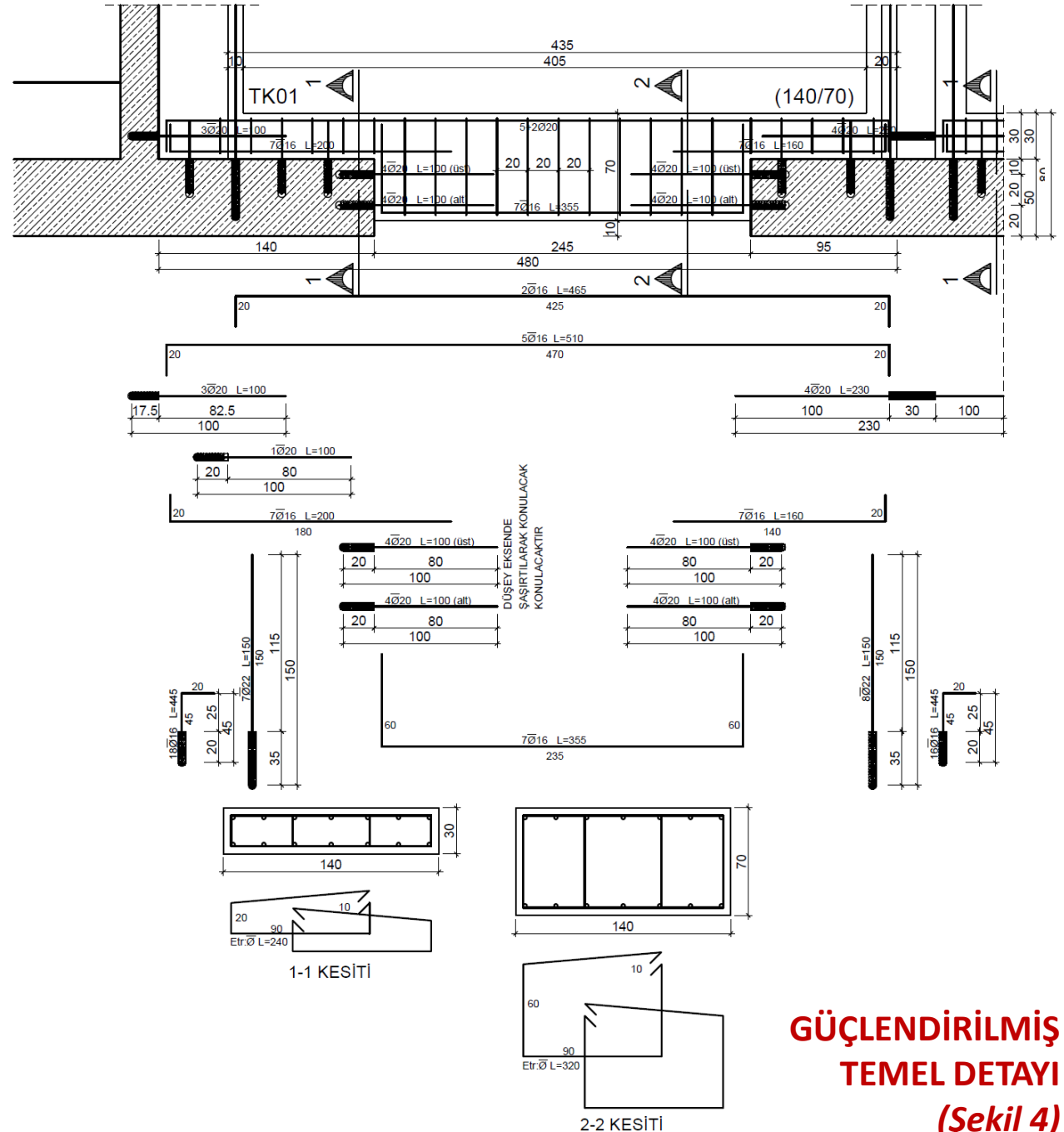
Yapının mevcut kolonları mantolama yöntemi ile glendirildiyse veya ilave perdeler eklendiyse temel filizi olarak; minimum, mantolama veya ilave perde donatı alanı kadar düşey ankraj akılmalıdır. Mevcut temellerin üzerine çakılacak ankrajların yer ve adetlerini gösteren plan ve detayları çizilmelidir



TEMEL DÜŞEY ANKRAJ PLANI
(Şekil 3)

ilave edilen mütemadi temel kirişlerinin her biri için ayrı ayrı Şekil 4'deki gibi detaylar hazırlanmalıdır.

Detayda alt ve üst donatıların, gerekiyorsa mesnet ilavelerinin, etriyelerin, ankrajların boy, çap ve aralıkları belirtilmelidir. Ayrıca yatay ve düşey ankrajların mevcut betona çakılma mesafeleri gösterilmelidir.



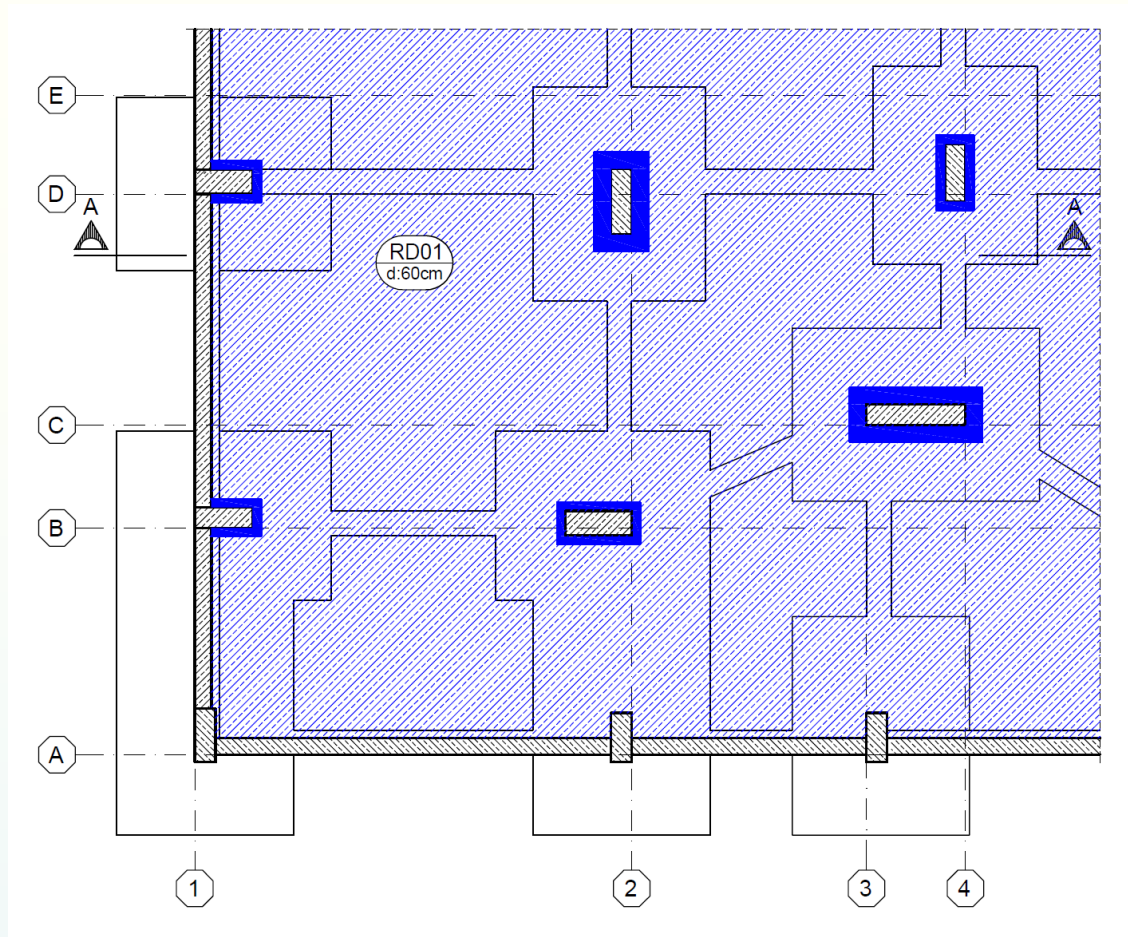
1.2.RADYE TEMEL İLAVESİ

Mevcut tekil ve mütemadi temeller, ilave radye temelle güçlendirmekte mümkündür. Mevcut temellerin arasında kazı yapmak ve mevcut tekil ve mütemadi temelleri birbirine bağlamak işi oldukça kolaylaştırmaktadır.

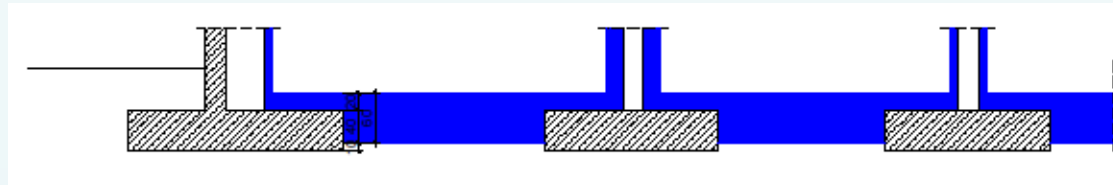
Bir önceki örnekte ki zemin taşıma kapasitesi yetersiz tekil temeller Şekil 6'daki gibi radye temelle birbirine bağlanmıştır.

Mevcut bağ kirişleri kırılarak ilave radye temel yapılabileceği gibi, beton kalitesinin iyi olduğu veya bağ kirişi ebatlarının büyük olduğu durumlarda, bağ kirişi korunarak ta ilave radye temel yapılabilir.

Verilen örnekte bağ kirişi korunarak radye temel yapılmıştır. Bağ kirişin korunduğu detaylarda ilave temel ile bağ kirişinin birleştiği ara yüzlerinde düşey ve yatay ankrajlar kullanılmalıdır.



GÜÇLENDİRİLMİŞ TEMEL PLANI

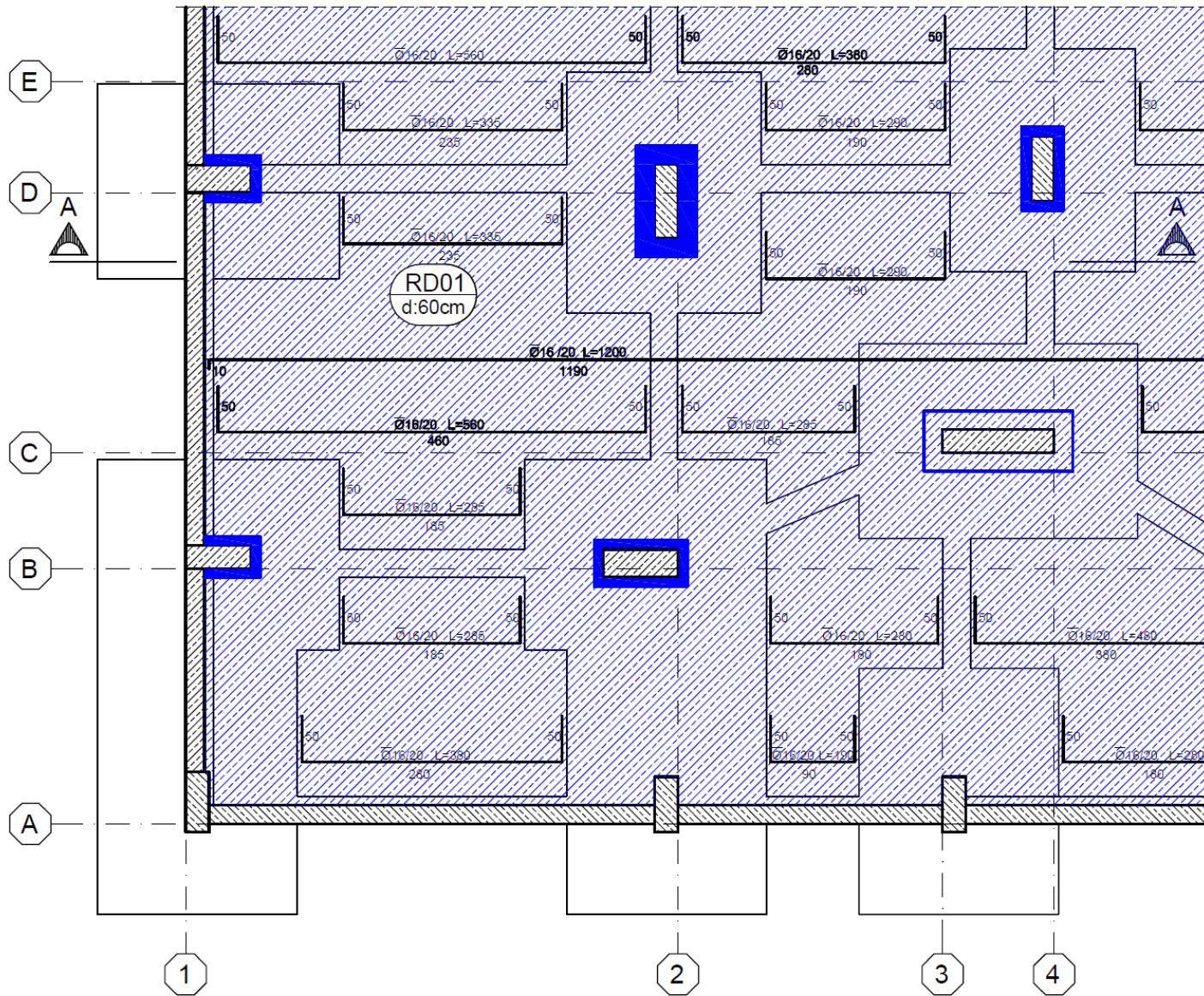


Şekil 5-GÜÇLENDİRİLMİŞ A-A KESİTİ

Yeni ve eski betonun birlikte çalışabilmesi için iki beton düşey ve yatayda ankrajlar yardımı ile birbirlerine bağlanmalıdır. Ankraj aralıkları 30-40 cm aralıkta, ankraj çakılma boyu ise minimum 10ϕ olmalıdır.

Bağ kirişlerine çakılan ankrajlar, bağ kirişinin genişliği az ise bağ kirişi genişliği kadar yapılarak bir ucundan diğer ucuna geçirilebilir.

İlave edilen radye temel için şekil 6'daki gibi ankraj planı, şekil 7'deki gibi X-X ve Y-Y yönleri donatı planları hazırlanmalıdır. Donatı planında donatıların yeri, çapı, adeti gibi bilgiler bulunmalıdır.



Şekil 7-GÜÇLENDİRİLMİŞ TEMEL DONATI PLANI

Şekil 8-GÜÇLENDİRİLMİŞ TEMEL DETAYI



Fotoğraf 1-Radye temel ilavesi

2.BETONARME PERDE İLAVESİ

Yanal rijitliği ve dayanımı yetersiz olan betonarme taşıyıcı sistemler, yerinde dökme betonarme perdelerle güçlendirilebilir. Betonarme perdeler mevcut çerçeve düzlemi içinde veya çerçeve düzlemine bitişik olarak düzenlenebilir.

15.10.5.1 – Çerçeve Düzlemi İçinde Betonarme Perde Eklenmesi: Betonarme sisteme eklenecek perdeler çerçeve ekseninin içinde düzenlenecek, temelden başlayarak perde üst seviyesine kadar sürekli olacaktır. Bu amaçla, perde uç bölgesindeki boyuna donatıların ve gereği durumunda perde gövdesindeki boyuna donatıların perde yüksekliği boyunca sürekliliği sağlanacaktır. Perdeler, içinde bulundukları çerçeveye ankraj çubukları ile bağlanarak birlikte çalışmaları sağlanacaktır. Ankraj çubukları, mevcut çerçeve elemanları ile eklenen betonarme perde elemanı arasındaki arayüzlerde deprem kuvvetleri altında oluşan kayma gerilmelerini karşılamak için yeterli dayanıma sahip olacaklardır. Arayüzlerdeki kayma gerilmelerinin çerçeve elemanları boyunca dağılımı bilinen mekanik prensiplerine uygun olarak hesaplanacaktır.

Ankraj çubuklarının tasarımında TS 500'deki sürtünme kesmesi esasları kullanılacaktır. En küçük ankraj çubuğu çapı 16 mm, en az ankraj derinliği çubuk çapının on katı ve en geniş çubuk aralığı 400 mm olmalıdır. Perde ucunda mevcut kolon bulunmaması durumunda 7.6.5'e göre perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Perde ucunda mevcut kolon bulunması durumunda mevcut kolondan uç bölgesi olarak yararlanılabilir. Gerekli durumlarda mevcut kolon 15.10.2'ye göre büyütülerek veya mevcut kolona bitişik perde içinde kolon düzenlenerek perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Her iki durumda da perde uç bölgesine eklenecek düşey donatıların katlar arasında sürekliliği sağlanacaktır. Perdenin altına 16.7 ve 16.8'de verilen esaslar uyarınca temel yapılacaktır. Perde temeli, perde tabanında oluşan iç kuvvetleri temel zeminine güvenle aktaracak şekilde boyutlandırılacaktır. Perde temelinde oluşabilecek dış merkezliği azaltmak amacıyla perde temeli komşu kolonları içerecek şekilde genişletilerek mevcut kolonların aksenal basınç kuvvetlerinden yararlanılabilir. Perde temelinin mevcut temel sistemi ile birlikte çalışması için gerekli önlemler alınacaktır.

15.10.5.2 – Çerçeve Düzlemine Bitişik Betonarme Perde Eklenmesi: Betonarme sisteme eklenecek perdeler dış çerçeve ekseninin dışında, çerçeveye bitişik olarak düzenlenecek, temelden başlayarak perde üst seviyesine kadar sürekli olacaktır. Perdeler bitişik oldukları çerçeveye ankraj çubukları ile bağlanarak birlikte çalışmaları sağlanacaktır. Ankraj çubukları, mevcut çerçeve elemanları ile sisteme eklenen dışmerkezli perde elemanı arasındaki arayüzlerde deprem kuvvetleri altında oluşan kayma gerilmelerini karşılamak için yeterli dayanıma sahip olacaklardır. Ankraj çubuklarının tasarımında 15.10.5.1’de verilen esaslara uyulacaktır.

15.10.5.3 – Perde ucunda mevcut kolon bulunmaması durumunda 7.6.5’e göre perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Perde ucunda mevcut kolon bulunması durumunda mevcut kolondan uç bölgesi olarak yararlanılabilir. Gerekli durumlarda mevcut kolon 15.10.2’ye göre büyütülerek perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Perdenin altına 16.7 ve 16.8’de verilen esaslar uyarınca temel yapılacaktır. Perde temeli, perde tabanında oluşan iç kuvvetleri temel zeminine güvenle aktaracak şekilde boyutlandırılacaktır. Perde temelinde oluşabilecek dış merkezliği azaltmak amacıyla perde temeli komşu kolonları içerecek şekilde genişletilerek mevcut kolonların aksenal basınç kuvvetlerinden yararlanılabilir. Perde temelinin mevcut temel sistemi ile birlikte çalışması için gerekli önlemler alınacaktır.

15.10.6. Betonarme Sisteme Yeni Çerçeveler Eklenmesi

Betonarme sistemin dışına eklenecek çerçevelerin temelleri mevcut binanın temelleri ile birlikte düzenlenecektir. Yeni çerçevelerin mevcut binanın taşıyıcı sistemi ile birlikte çalışması için bu çerçeveler mevcut binanın döşemelerine gerekli yük aktarımını sağlayacak şekilde bağlanacaktır.

15.10.7. Betonarme Sistemin Kütlesinin Azaltılması

Deprem yüklerinin azaltılması amacıyla uygulanabilecek en etkin yöntemler binanın üst katının veya katlarının iptal edilerek kaldırılması, mevcut çatının hafif bir çatı ile değiştirilmesi, çatıda bulunan su deposu vb. tesisat ağırlıklarının zemine indirilmesi, ağır balkonların, parapetlerin, bölme duvarların, cephe kaplamalarının daha hafif elemanlar ile değiştirilmesidir. (TBDY 2018 15.10.5)

İlave perdeler tasarlanırken daha önceki seminerimizde anlatılan kurallar göz önünde tutularak, yapıda düzensizlikler oluşturulmamalıdır.

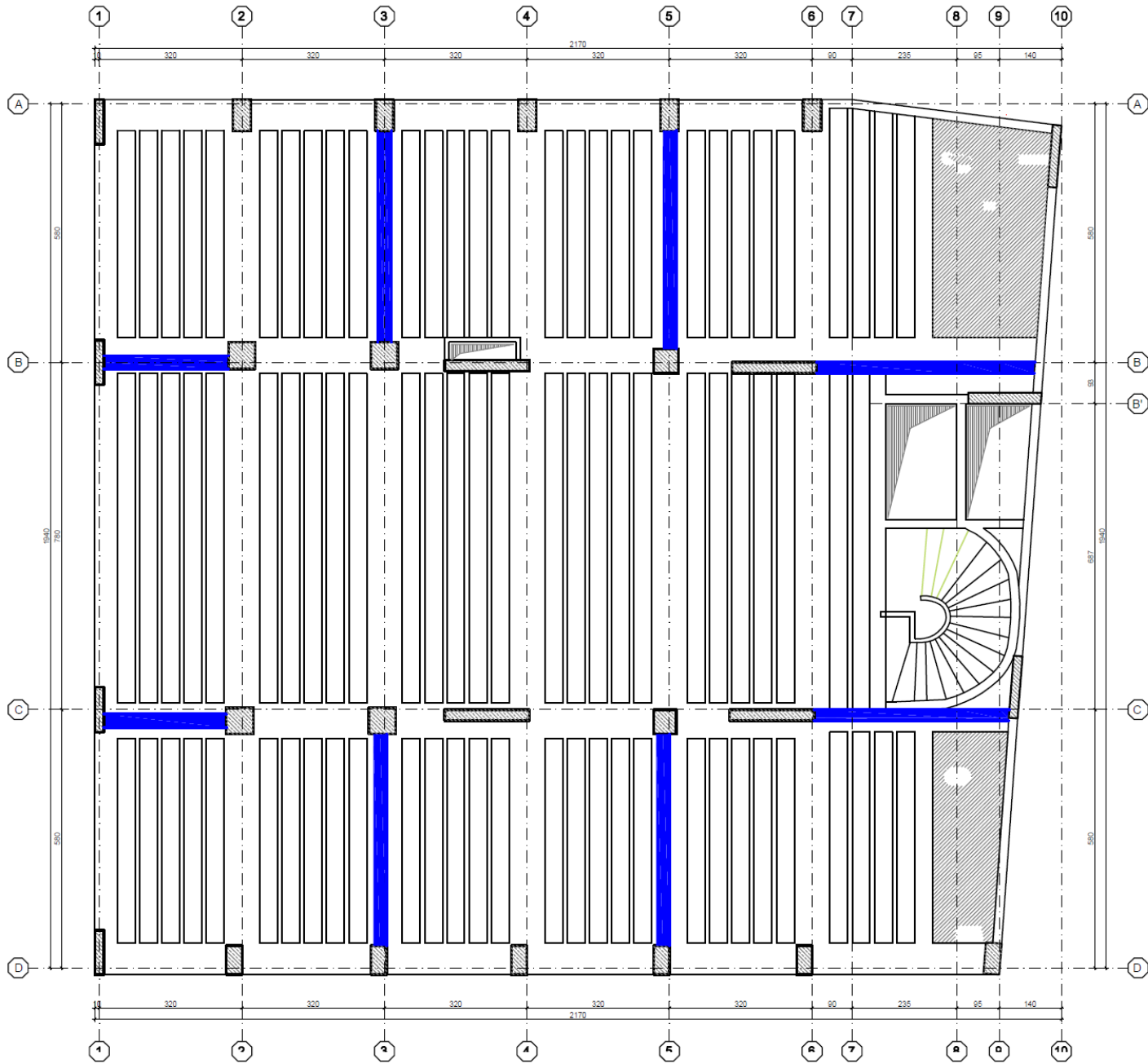
Mevcut yapıya Betonarme perde ilave edilirken TBDY 2018’de yeni yapılacak yapılardaki betonarme perde ile ilgili kontriktif tüm kurallar göz önüne alınmalıdır.

İlave perdeler genellikle çerçeve düzlemi içinde yani mevcut iki kolon arasına ve kat kirişinin altına yapılır.

İlave perdenin mevcut kolonlarla, altta ve üstte birleştiği kirişlerle ile olan ilişkisi kalıp planlarının tasarımında düşünülmelidir.

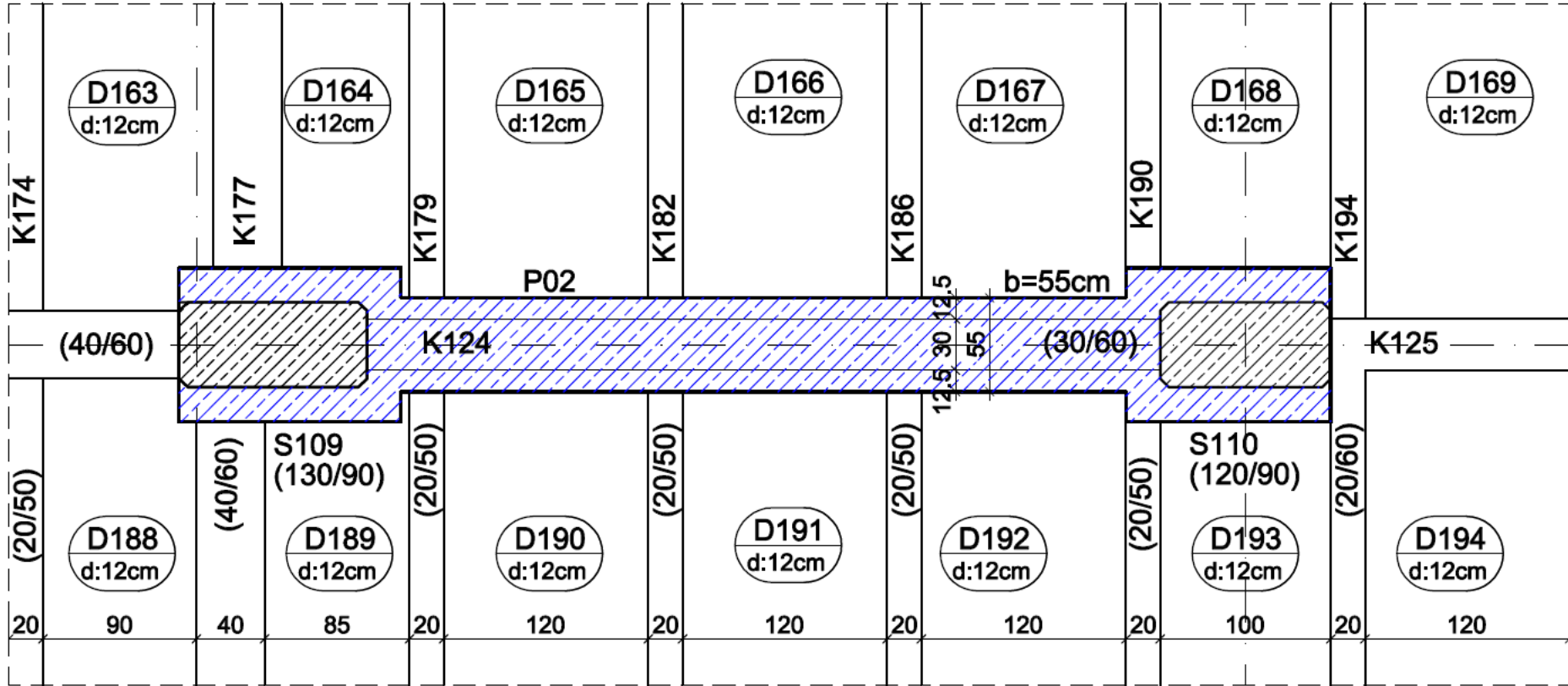
Kolon ve kirişe denk gelen kısımlarda yani donatının sürekliliğinin kesildiği yerlerde ankrajlar kullanılabilir.

Mümkün olduğu kadar boy donatıların katlar arasında sürekliliği sağlanmalıdır. Katlar arasında donatı sürekliliğinin sağlana bilmesi için ilave perdenin genişliğinin kiriş ebatlarından daha geniş olması gerekir.



Şekil 9-GÜÇLENDİRİLMİŞ KALIP PLANI

Mevcut beton kalitesinin iyi olduğu, kolon ebatlarının yeterli olduğu, kolon donatılarının ihtiyaç olan perde kafa donasını sağlayabildiği durumlarda, ilave perdenin oturduğu kolonlar mantolanmayabilir ve ilave perde yatay ankrajlar yardımı ile mevcut kolonlara bağlanabilir. Aksi durumda ilave perdenin oturduğu mevcut kolonlar mutlaka şekil 10'daki gibi mantolanmalıdır.

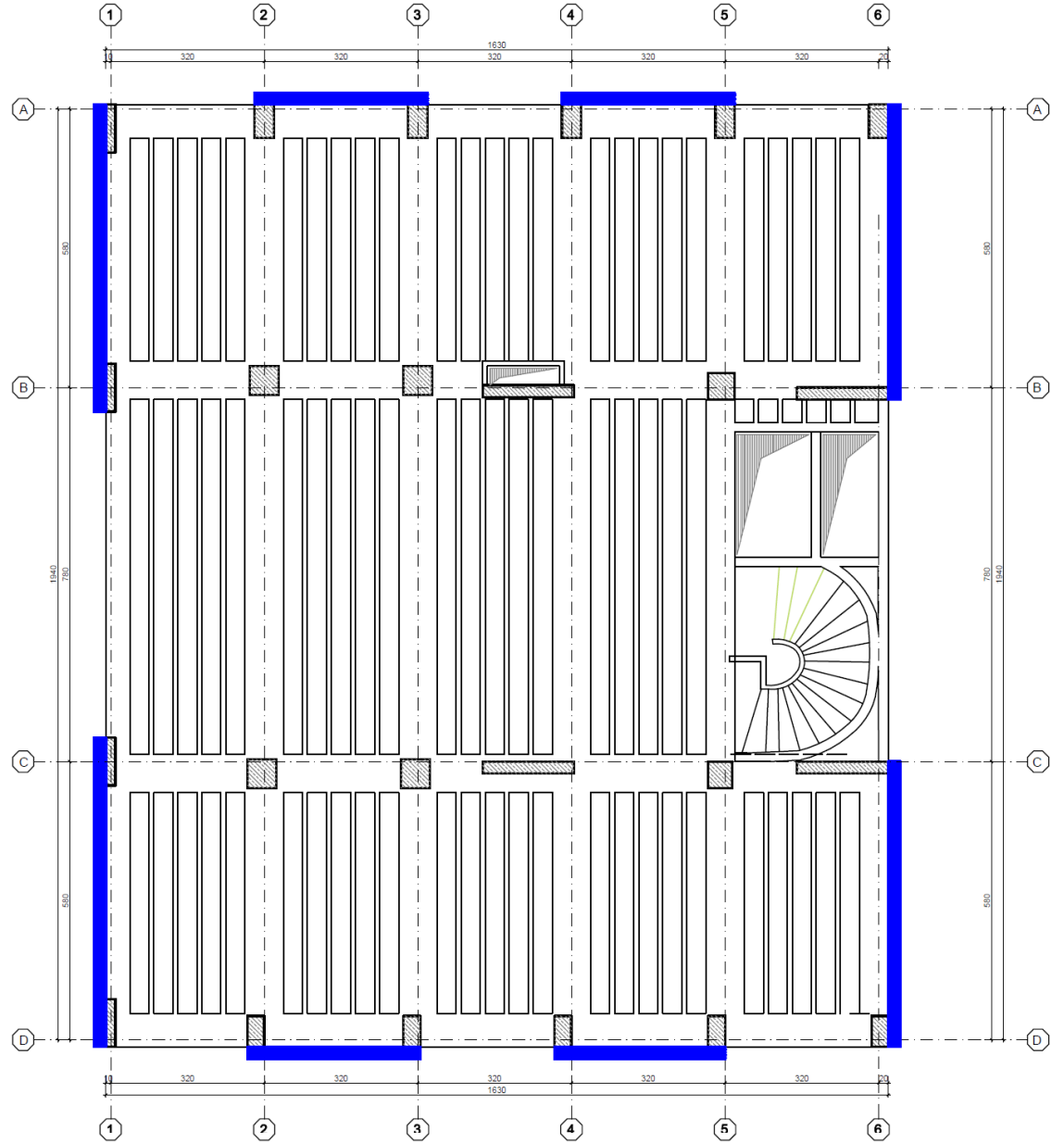


Şekil 10-GÜÇLENDİRİLMİŞ KALIP PLANI

İlave perdeler Şekil 11'deki gibi binanın dışına, mevcut kolon ve kirişlere ankrajlar ile bağlanarak ta oluşturulabilir.

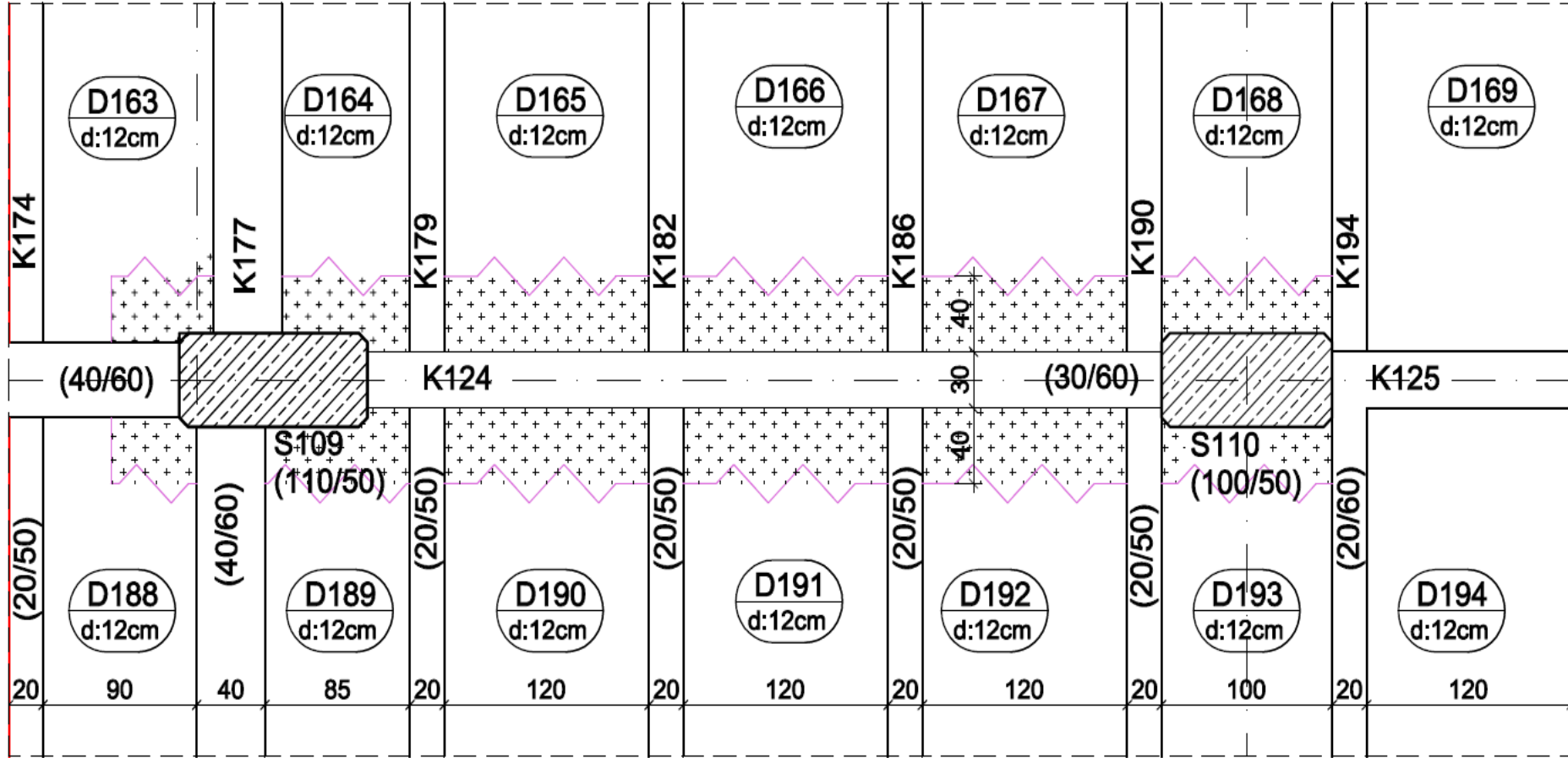
Bu tip uygulamanın yapılabilmesi için beton kalitesinin iyi olmasına, kiriş ve kolonlara yapılan ankrajların mevcut beton ile birlikte çalışabileceğine güvenmek gerekir.

Aksi takdirde perdeler ile yüz olan kolon ve kirişleri mantolamak gerekebilir.



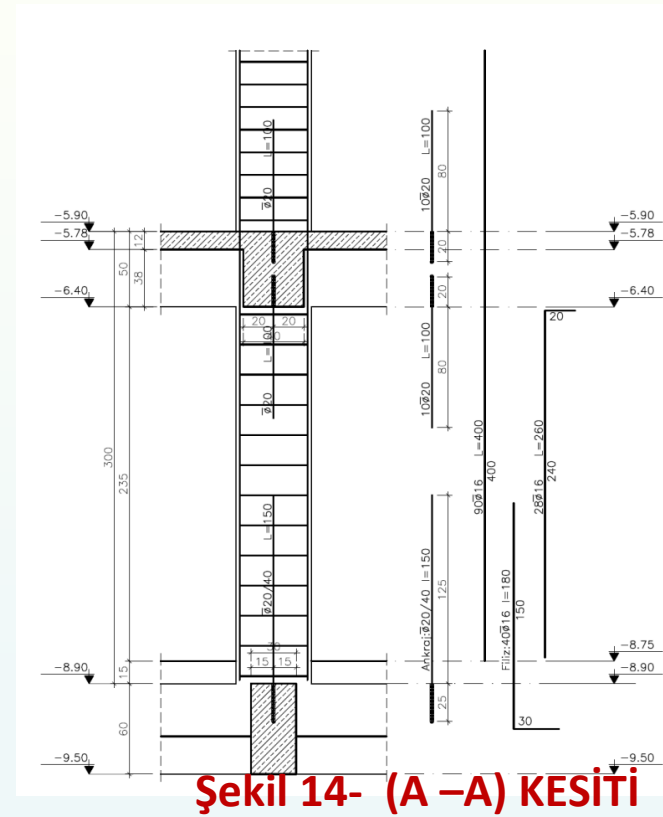
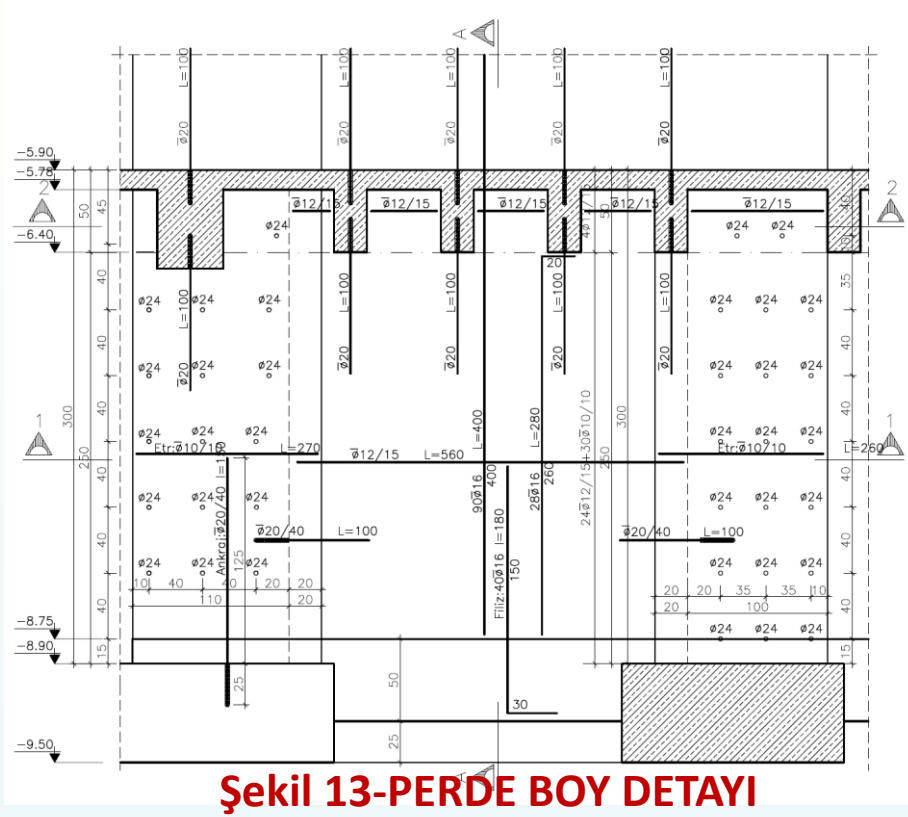
Şekil 11-GÜÇLENDİRİLMİŞ KALIP PLANI

Genişlikleri az, sarkık kirişlerden oluşan yapılarda ilave perdelerin kalınlıkları kiriş genişliğinden fazla yapılarak, ilave donatıların mevcut kirişin kenarından döşeme kırılarak geçilmesi sağlanmalıdır. Betonun nasıl döküleceği de göz önüne alınarak Döşemelerin nasıl kırılacağına dair plan ve detaylar oluşturulmalıdır.



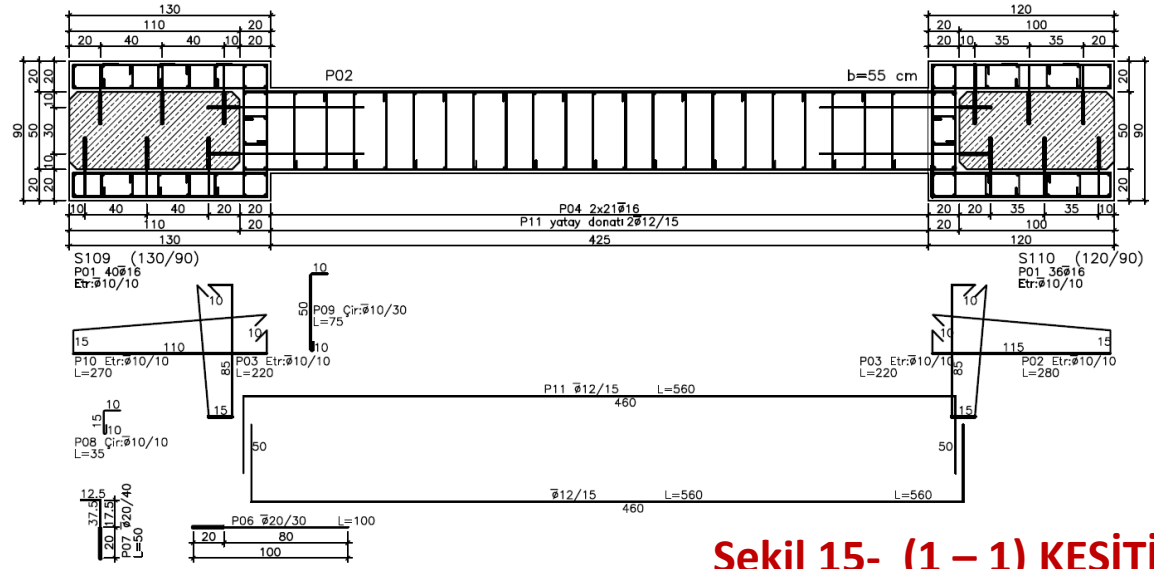
İlave edilen perdenin mevcut kirişlerle ilişkisinin görülebileceği, yatay ve düşey donatılarının, ankrajların yer, aralık ve çaplarının belirlendiği plan ve kesitler oluşturulmalıdır.

Kirişin iki kenarından geçirilemeyen ilave donatılar için bir yüzde mevcut kirişe ankraj yapılarak, diğer yüzdeki donatıların kiriş kenarından geçmesi sağlanabilir. Oluşturulan detaylarda boy donatılarının kaçının kiriş altında, kaçının kattan kata sürekli gidebildiği gösterilmelidir. (Şekil 14).

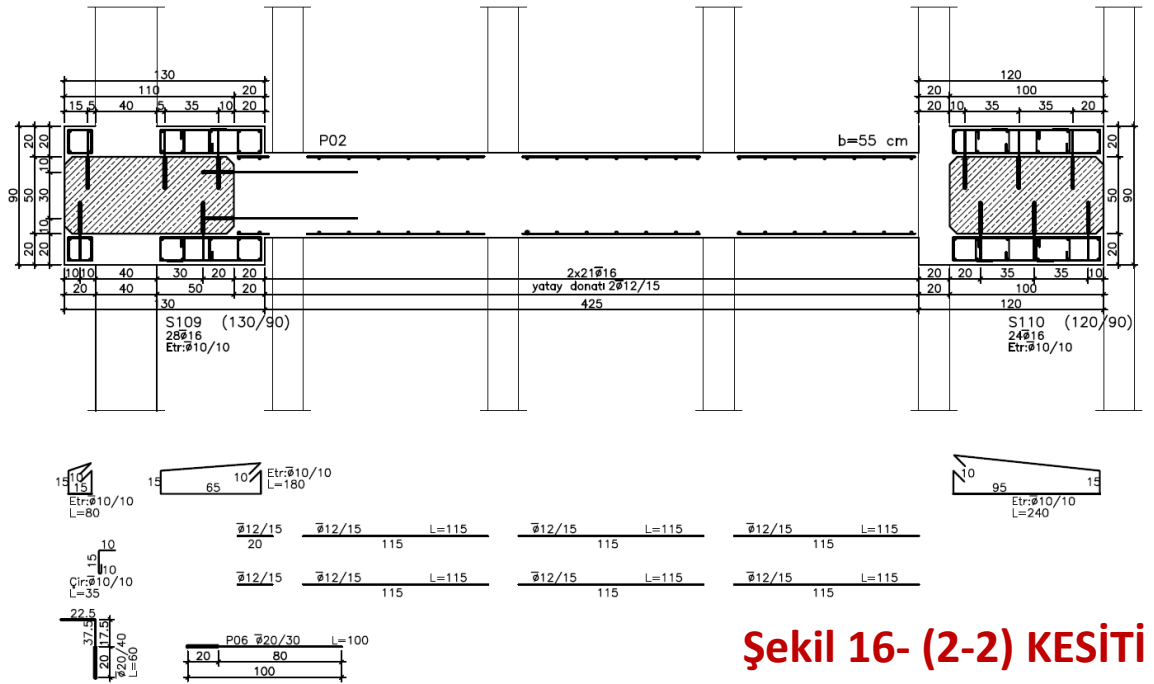


İlave perdelerin, mevcut kolon ve perdelerle ilişkisini gösteren planlar da çizilmelidir. Ayrıca mevcut kirişin olduğu kısımlarda detaylandırılmalıdır.

Mevcut kirişin olduğu kısımda, ankrajlar yardımı ile mevcut beton ve yeni betonun birlikte çalışması sağlanmalı, yerine uygun etriyeler ile mevcut kiriş boyunca giden ilave boy donatının burkulma boyu küçültülmelidir. (Şekil 16).



Şekil 15- (1 – 1) KESİTİ

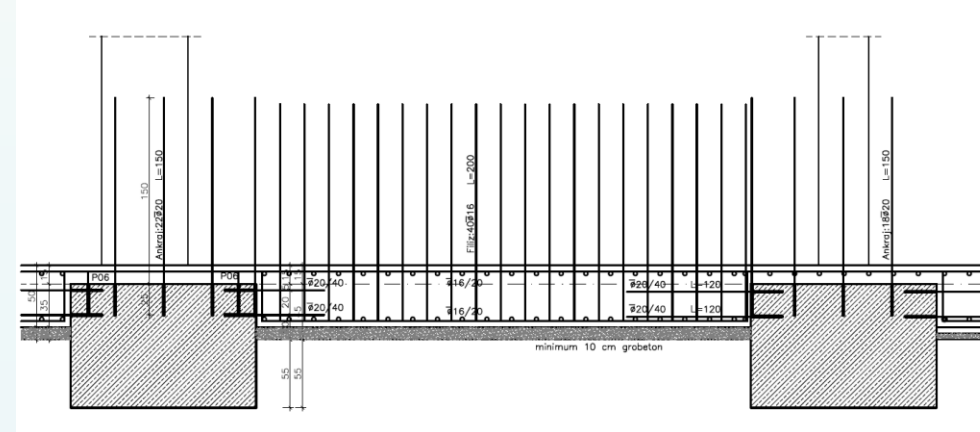
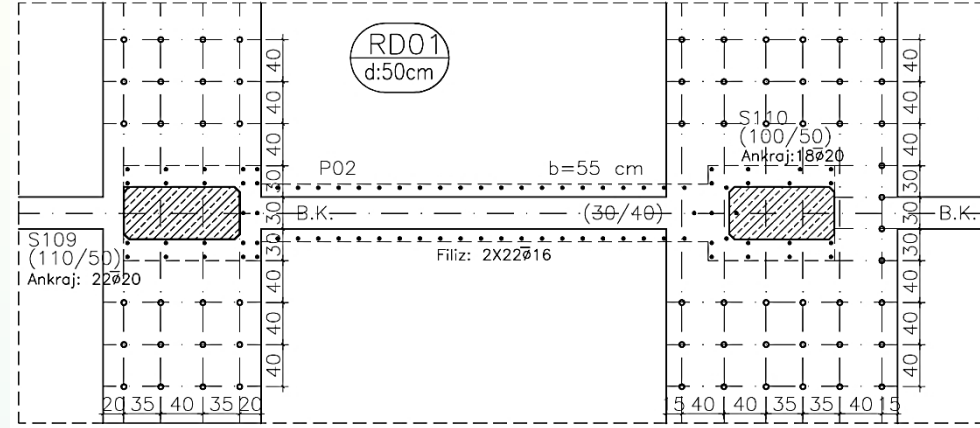


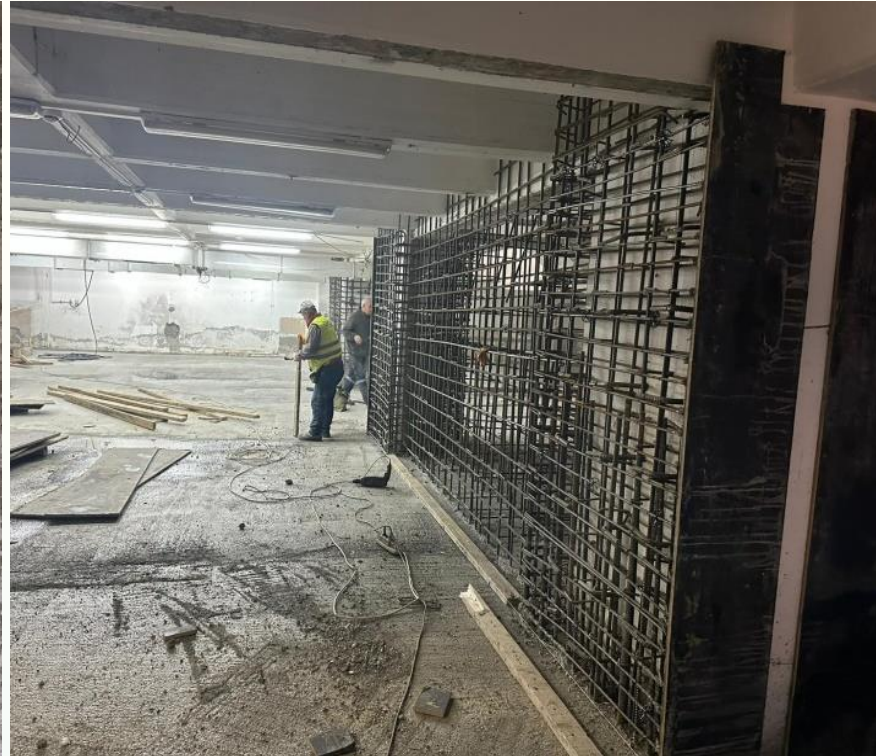
Şekil 16- (2-2) KESİTİ

Betonarme perde ilave edilerek güçlendirilen yapılarda ilave edilen perdenin altında bir temelin olup olmadığı kontrol edilmelidir. Eğer ilave perde mevcut olan bir temelin üzerine oturuyorsa, mevcut temelin yeterli olup olmadığı kontrol edilerek, yetersizliği durumunda mevcut temel, daha önce temel güçlendirilmesinde anlatılan mantıkla ilave mütemadi veya radye temeller ile güçlendirilmelidir.

İlave perde için Şekil 17'deki gibi mevcut temelle ilave temelin denk geldiği kısımlarda 30-40 cm aralıkla iki yönde yapılacak şekilde düşey ankrajlar çakılmalıdır, ilave teme le denk gelen yerlerde ise ilave temelden filizler bırakılmalıdır.

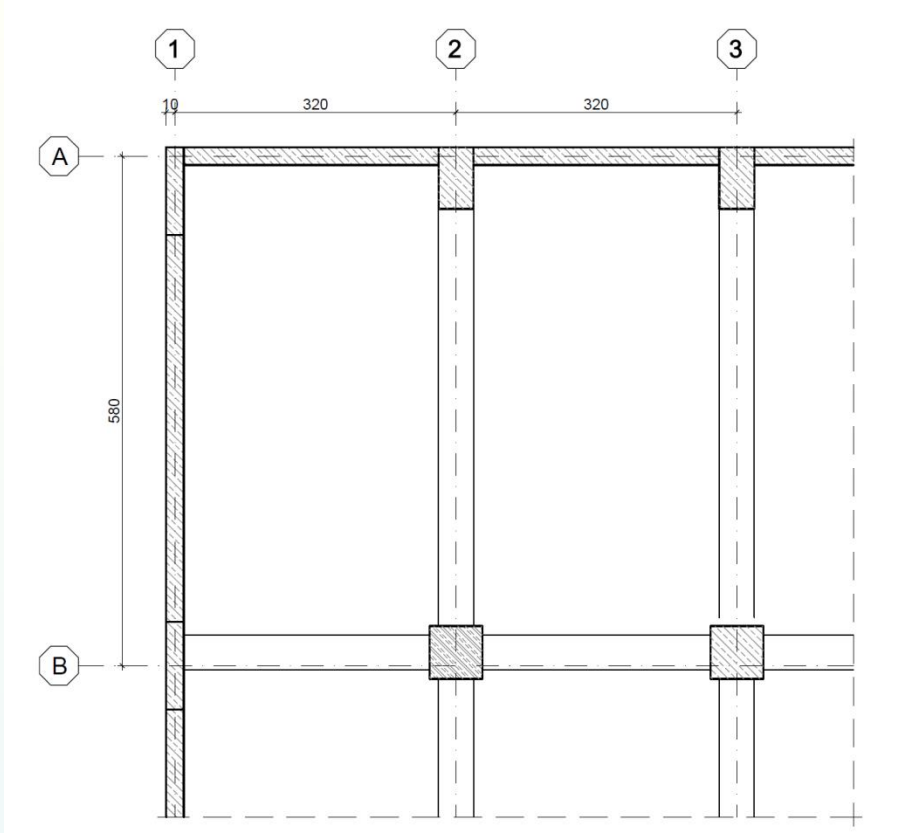
İlave edilen temeller için ankraj, X-X ve Y-Y yönleri donatı planları hazırlanmalıdır. Donatı planında donatıların yeri, çapı, adeti gibi bilgiler bulunmalıdır. Ayrıca Şekil 18'de ki gibi kesit hazırlanarak mevcut teme le ilave radye temelin ara yüzlerinde yatay ankrajlar alt ve üst olarak çakıldığı gösterilmelidir.



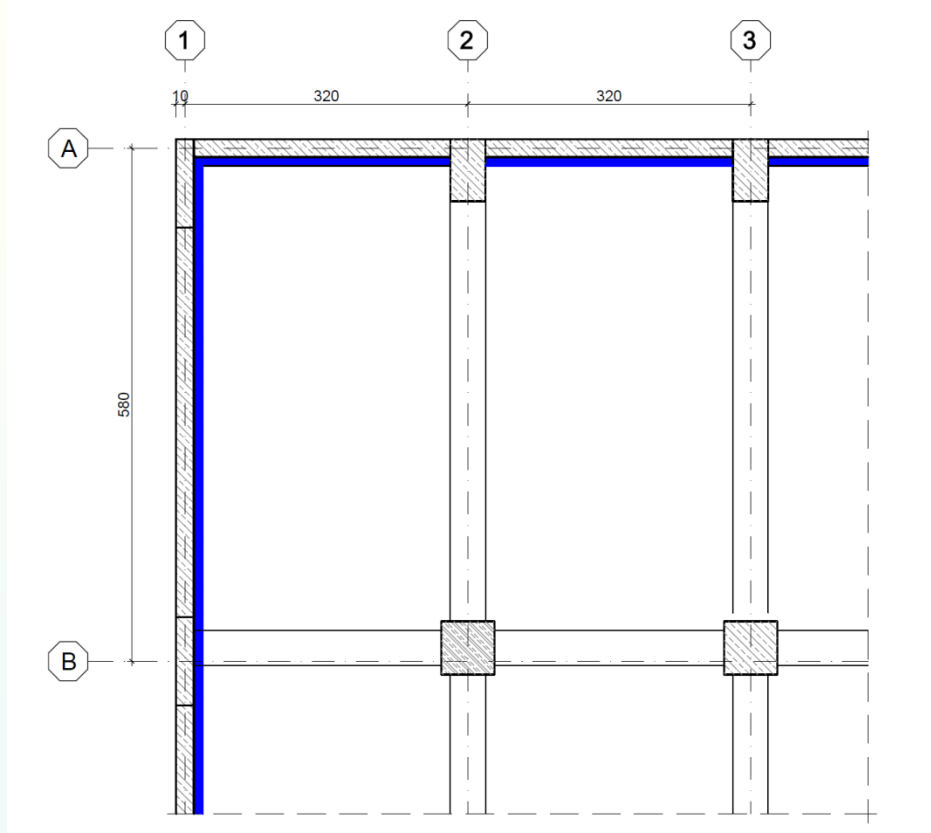


**Fotoğraf 2-
Betonarme perde ilavesi**

Binanın bodrum katında yer alan betonarme perde duvarlarda ki yetersizliklerde, Şekil 20’deki gibi mevcut perdenin önüne yapılan betonarme ilave ile giderilebilir.



Şekil 19- Mevcut Bodrum Kat Tavanı Kalıp Planı



Şekil 20- Güçlendirilmiş Bodrum Kat Tavanı Kalıp Planı

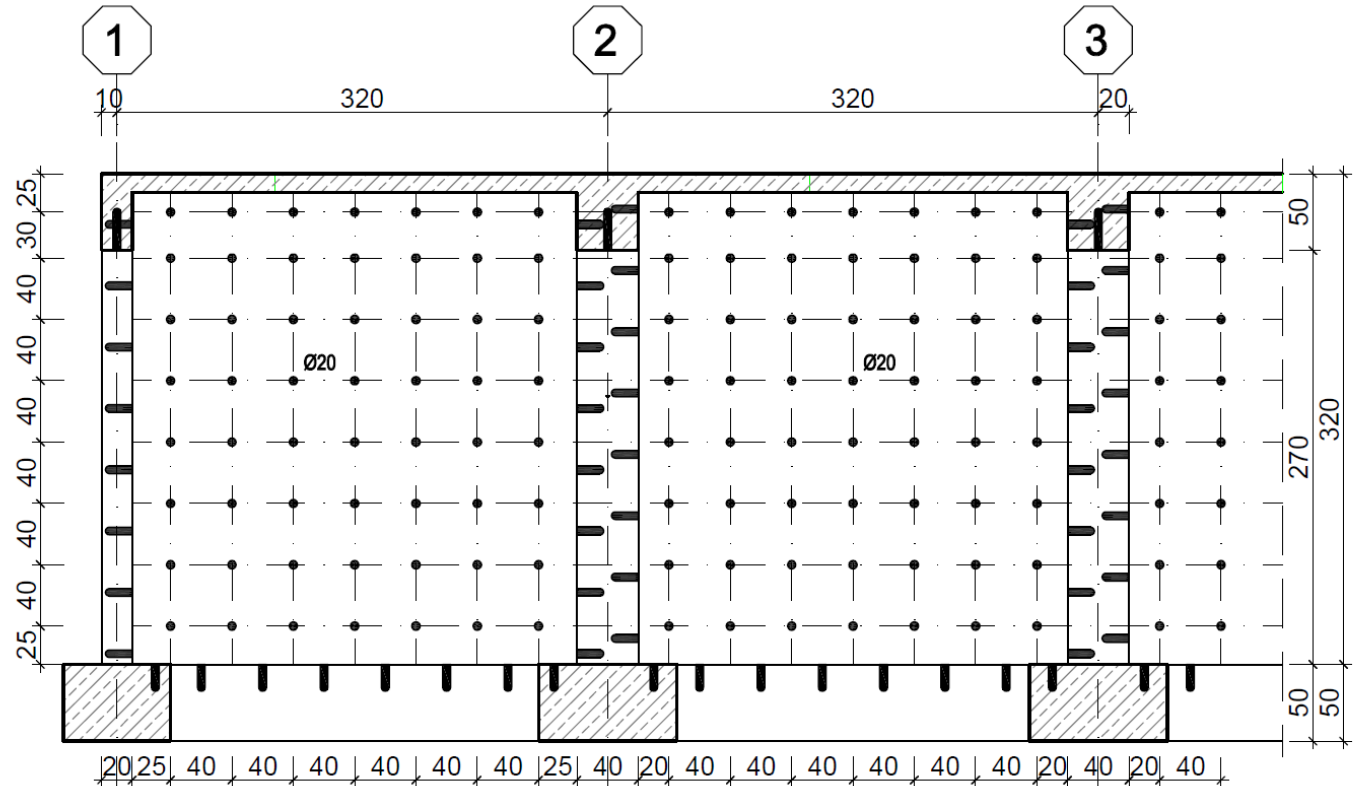
İlave perde duvar yapıldığında mevcut perde duvar, ilave perde duvar ile birlikte çalışabilmesi için duvarların ara yüzlerine yatay ve düşeyde 30-40 cm ara ile ankrajlar çakılmalıdır.

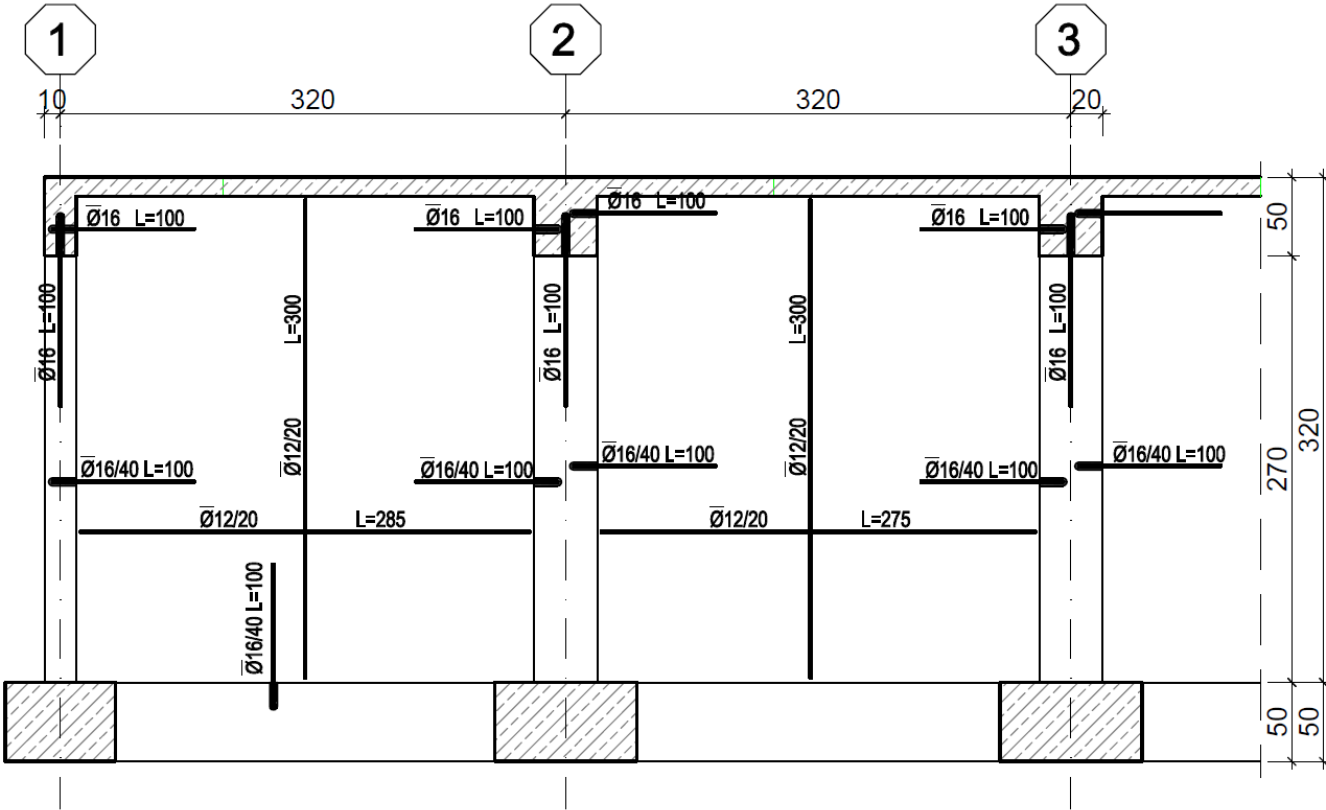
İlave perdenin mevcut kolon ve kirişlerle ile birleştiği kısımlarda perde ile mevcut kolon ve kirişin birlikte çalışmasını sağlayacak detaylar oluşturulmalıdır.

İlave perde duvara hasır donatı koyulabileceği gibi yatay ve düşey çubuk donatılar ile de donatı ihtiyacı karşılanabilir.

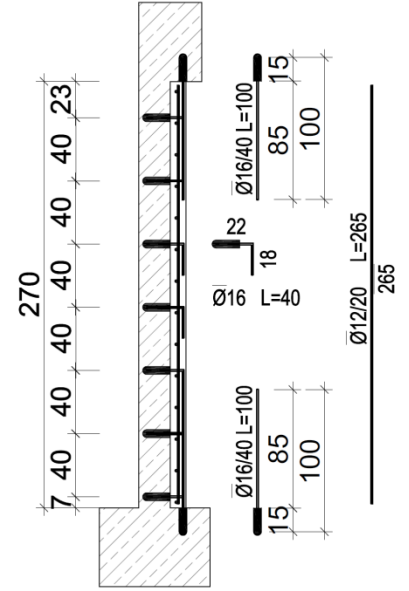
İlave edilen perde duvarın mutlaka mevcut bir temele veya ilave edilen temele oturması gerekir. İlave perde duvar mevcut bir temele oturuyor ise mevcut temele düşey ankrajlarla bağlanmalıdır.

**Şekil 21-
Perde Duvar
Ankraj Planı**



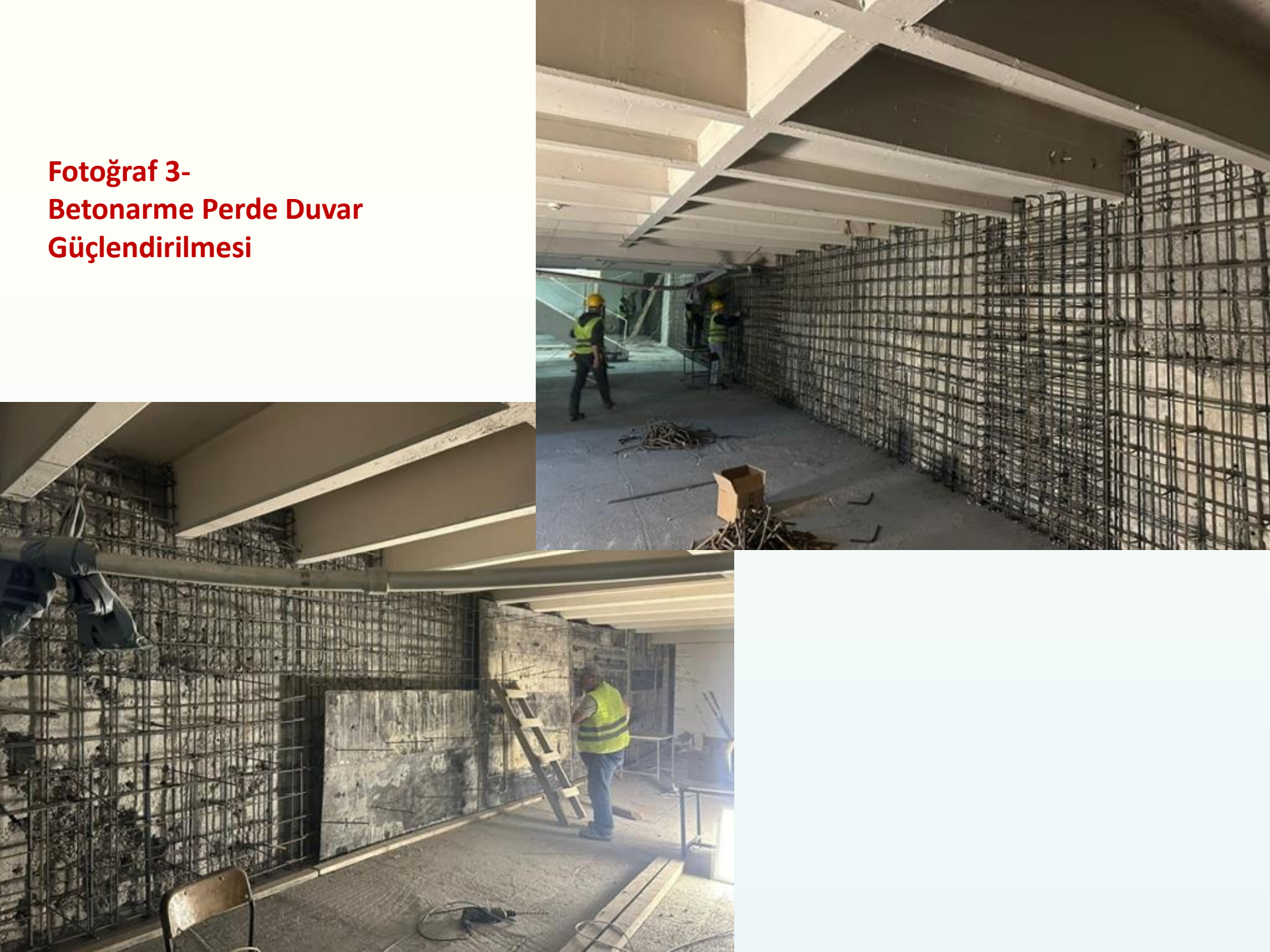


Şekil 22- Perde Duvar Donatı Planı



**Şekil 23-
Güçlendirilmiş Perde
Kesiti**

**Fotoğraf 3-
Betonarme Perde Duvar
Güçlendirilmesi**



3.MEVCUT KOLONLARIN GÜÇLENDİRİLMESİ

Mevcut kolonların kesit, düşey ve yatay donatılarının yetersizliği durumunda mevcut kolonların etrafına betonarme, çelik veya Lifli polimer sargılar yapılabilir.

3.1.BETONARME SARGI

Mevcut kolonun beton örtüsü sıyrılarak veya yüzeyleri pürüzlendirilerek uygulanacaktır. Betonarme sargı gerek yatay, gerekse düşey donatının yerleştirilmesi, beton dökülmesi ve minimum beton örtüsünün sağlanması için yeterli kalınlıkta olmalıdır. En az sargı kalınlığı 100 mm'dir. Betonarme sargı kat döşemesinin üstünde başlar ve üst kat döşemesinin altında sona erer. Eksenel basınç dayanımının arttırılması amacı ile yapılan sargıda, sargı betonu içindeki enine donatı için kolonun tüm yüksekliği boyunca 7.3.4.2'de verilen kurallar uygulanacaktır. Sarılmış kolonun kesme ve basınç dayanımlarının hesabında, sarılmış brüt kesit boyutları ile manto betonunun tasarım dayanımı kullanılacak, ancak elde edilen dayanımlar 0.9 ile çarpılarak azaltılacaktır (TBDY 2018 15.10.1.1)

Kolonların eğilme kapasitesini arttırmak için kolon kesitleri büyütülebilir. Bu işlem aynı zamanda kolonun kesme ve basınç kuvveti kapasitelerini de arttırır. Büyütülen kolona eklenen boyuna donatıların katlar arasında sürekliliği sağlanacaktır. Boyuna donatılar kat döşemelerinde açılan deliklerden geçirilecektir. Kolon-kiriş birleşim bölgelerinde kirişler delinerek veya kirişlere ankraj yapılarak gerekli enine donatı konulacaktır. Kolonun büyütülen kesiti 7.3.4'e göre enine donatı ile sarılacaktır. Büyütülen kolon kesitinin beton örtüsü, eklenen düşey ve yatay donatıyı örtmek için yeterli kalınlıkta olacaktır. Yeni ve eski betonun aderansının sağlanması için mevcut kolonun yüzeyindeki sıva tabakası sıyrılacak ve beton yüzeyleri pürüzlendirilecektir. Büyütülmüş kolon kesitinin eğilme, kesme, basınç dayanımının ve eğilme rijitliğinin hesabında brüt kesit boyutları ve eklenen kesit betonunun tasarım özellikleri esas alınacak, ancak elde edilen rijitlik ve dayanımlar 0.9 ile çarpılarak azaltılacaktır. (TBDY 2018 15.10.2)

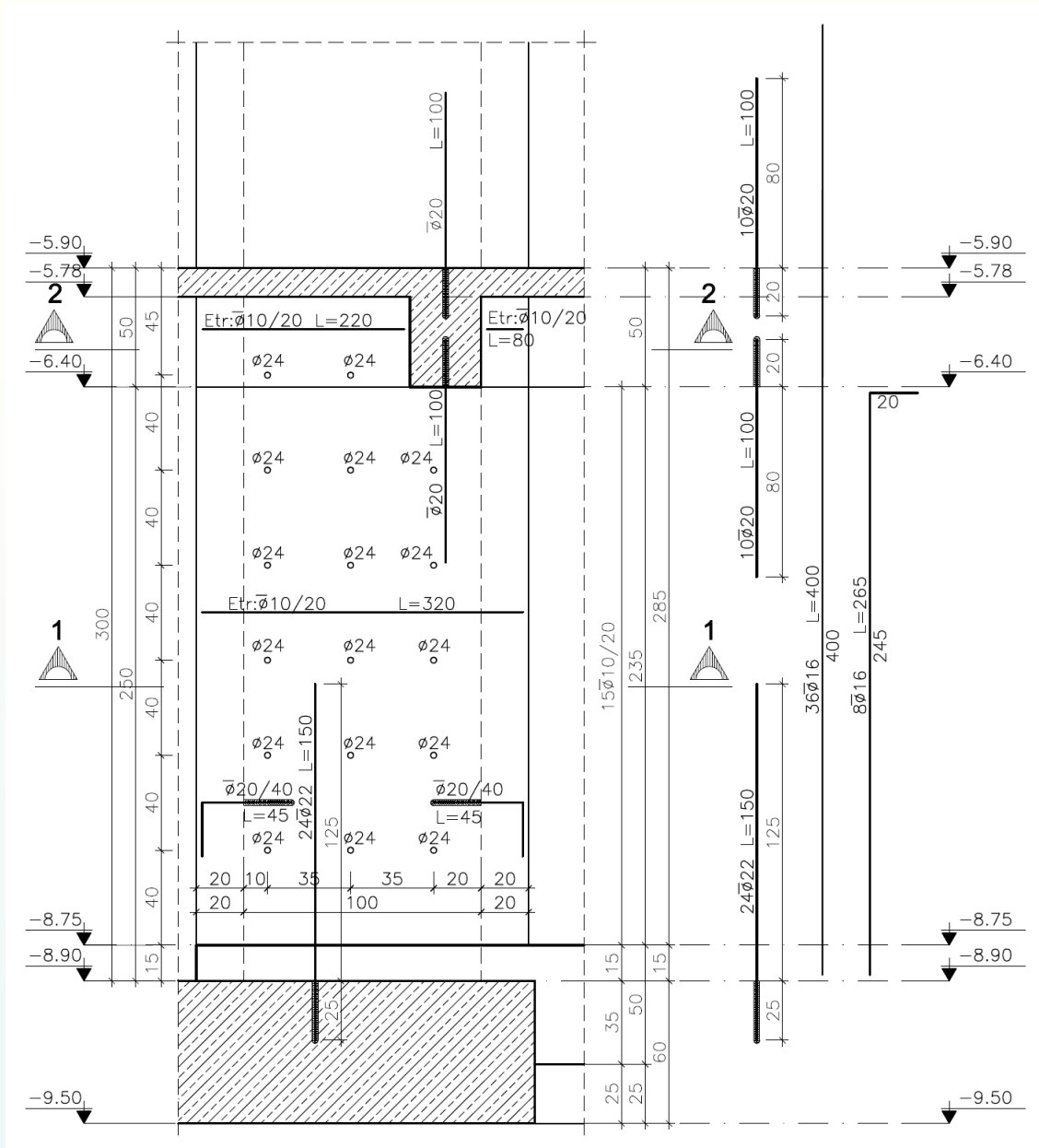
Mevcut kolonlar betonarme kabuk sarılarak (mantolama) güçlendirilecek ise manto kısmı için donatı pirsantaj, çap, aralık vb TBDY 2018’de yeni yapılacak yapılar ile ilgili kontriktif tüm kurallar göz önüne alınmalıdır.

Mevcut kolonlar minimum üç kenarından mantolanmalıdır. Mevcut kolonlar ihtiyaca göre 100 mm ve üzerinde ilave betonla sarılabilir. İlave perdelerin mevcut kirişle olan ilişkisi kolonlar içinde geçerlidir. Mantolama içindeki boy donatılar mümkün mertebe döşeme kırılarak üst kata geçirilmeye çalışılmalıdır. Geçirilemeyen donatılar için mutlaka mevcut kirişlere ankraj akılmalı ve çakılan ankraj donatılarının alanı sürekliği bozulan donatı alanlarına eşit veya fazla olmalıdır.

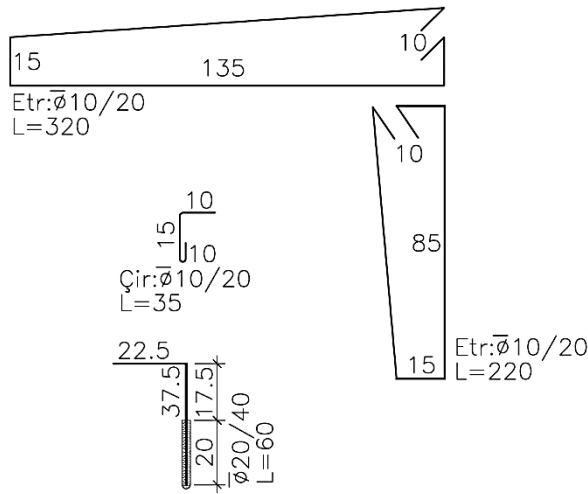
Mevcut kolon ile manto betonunun birbirine ara yüzleri için yatay ankrajlar oluşturulmalıdır.

Mevcut beton kalitesinin iyi olduğu durumlarda; mevcut kolonun dört tarafı sarılabildiğinde, yatay ankrajlar akılmayabilir. Tercihin ankrajsız yapıldığı durumda mevcut ve ilave betonun birlikte çalışabildiği veya manto kısmının tek başına gelen yük ve momenti taşıyabildiği hesap ile gösterilmelidir.

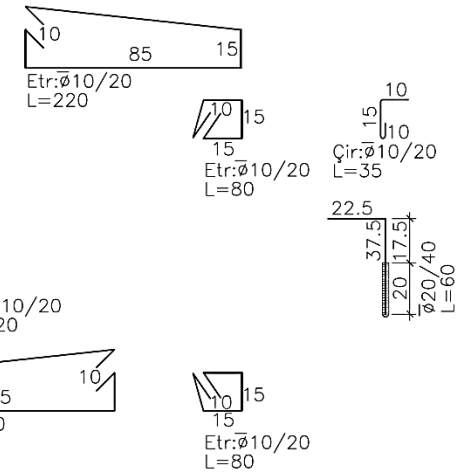
Şekil 24’de ilave beton kalınlığı 20 cm olan mantolama detayı verilmiştir. Şekil 25’de kolonun kat boyunca geçen kesitini, şekil 26’da ise kolon kiriş birleşim bölgesindeki detayı göstermektedir.



Şekil 24- Kolon Boy Detayı

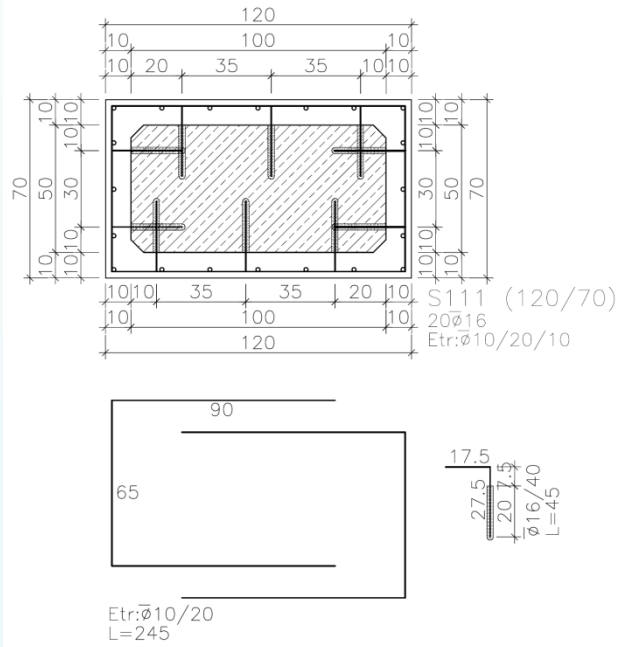


Mevcut kolonun altındaki mevcut temel, mantolama sonrası gelen yük ve momentlere göre kontrol edilmeli, yetersizlikler temel güçlendirilmesi bölümünde anlatıldığı gibi giderilmelidir.

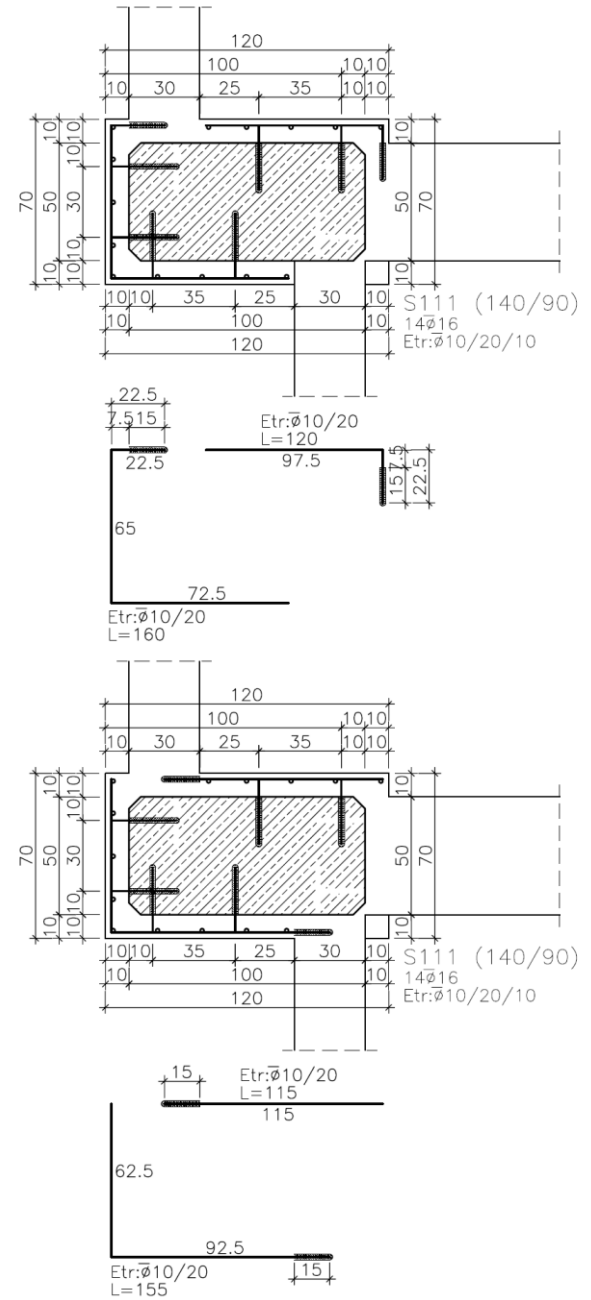


Şekil 26- (2 – 2) KESİTİ

Şekil 27- Kolon Boy Detayı



Şekil 28- (1-1) Kesiti



Şekil 29- (2-2) Kesiti



**Fotoğraf 4-
Betonarme Kolon Mantolanması**

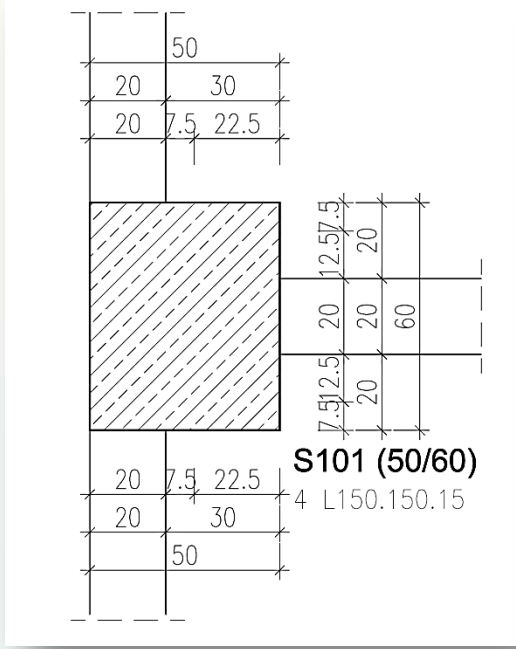
3.2. ÇELİK SARGI

Çelik sargı dikdörtgen betonarme kolonların köşelerine dört adet boyuna köşebent yerleştirilmesi ve köşebentlerin belirli aralıklarla düzenlenen yatay plakalarla kaynaklanması ile oluşturulur. Köşebentler ile betonarme yüzeyler arasında boşluk kalmamalıdır. Yatay plakalar dört yüzeyde sürekli olmalıdır. Çelik sargının kolon eğilme-eksenel yük kapasitesini arttırması için köşebentlerin alt ve üst döşemeler arasında sürekli olması (boşlukların alınması) ve döşemelere başlık plakaları ile basınç aktarması aktarımının sağlandığı hesapla gösterilmelidir.

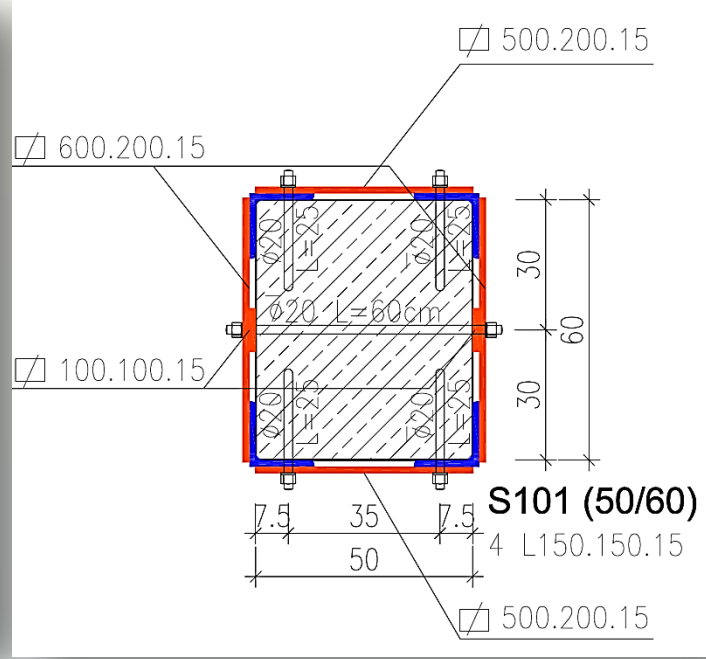
$$V_j = \frac{t_j b d}{s} f_{yw} \quad (15.3)$$

Denk.(15.3)'de t_j , b ve s yatay plakaların kalınlığı, genişliği ve aralığı, d ise kesitin faydalı yüksekliğidir. Çelik sargı ile bindirmeli eklerin zayıflıklarının giderilmesi için sargı boyunun bindirme bölgesi boyundan en az %50 uzun olması ve çelik sargının donatı bindirme bölgesinde kolonun karşılıklı yüzlerinde düzenlenen en az 16 mm çapında iki sıra bulonlu ankrajla sıkıştırılması gereklidir. Bindirme ekinin kolonun alt ucunda yapılmış olması durumunda en az iki sıra bulonlu ankraj alt döşemenin sırasıyla 250 ve 500 mm üzerinde yapılacaktır.(TBDY 2018 15.10.1.2)

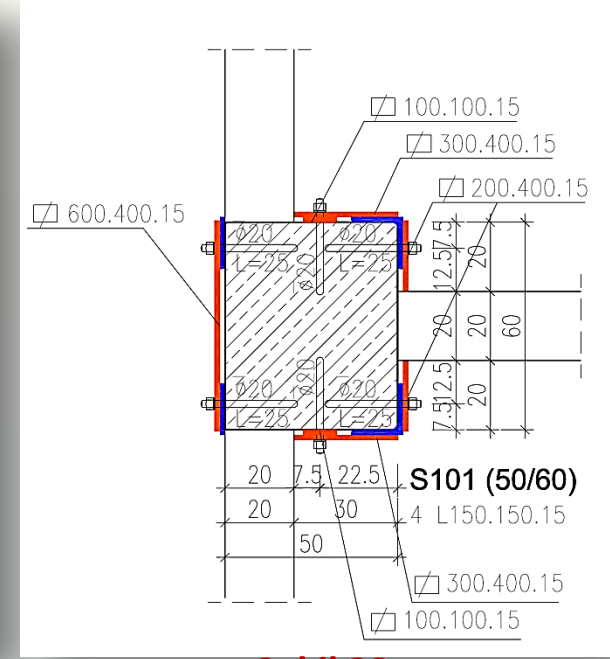
Şekil 30'daki mevcut kolonun Şekil 31'de kat boyunca, Şekil 32'de ise kirişlere denk gelen kısımdaki köşebent ve levhalar yardımı ile güçlendirme detayı verilmiştir. Köşebent ile mevcut kolonun arasında boşluk kalmaması için mevcut kolonun köşeleri seçilen köşebentinin köşe iç çapı kadar yuvarlanması gerekir.



**Şekil 30-
Mevcut Kolon Planı**



**Şekil 31-
Güçlendirilmiş Kolon Planı
(Kolon Boyunca)**



**Şekil 32-
Güçlendirilmiş Kolon Planı
(Kiriş Hizasında)**

Köşebentler birbirlerine, levhalar kaynaklanarak birleştirilmiştir. Oluşan kompozit çelik elemanlar, mevcut kolona ara yüzlerinden ankrajlarla bağlanmıştır. Ankraj donatılarının uçlarına diş açılmış ve bu dişler pul ve somunla kapatılmıştır.

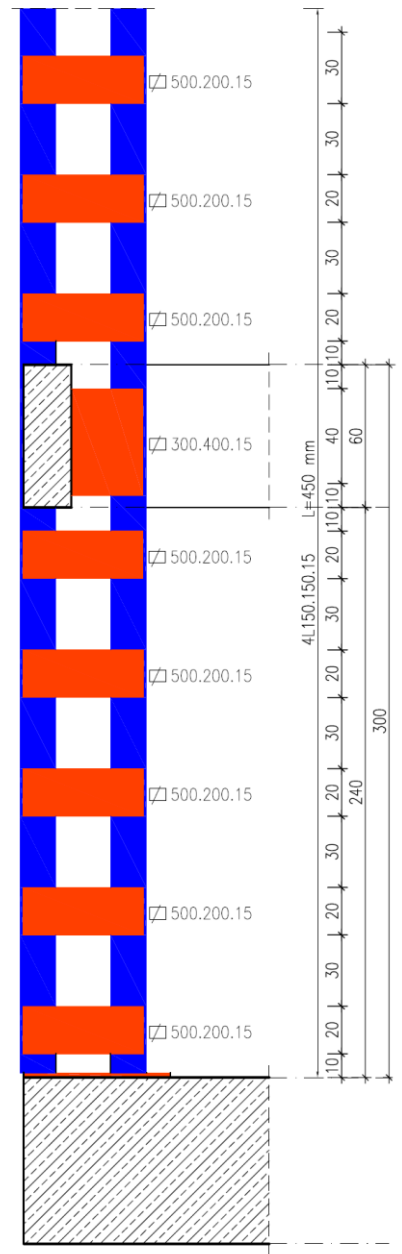
Levhalarla mevcut kolonun yüz olduğu kısımlara ankraj yapılacak ise levha ile kolon arasına profil kalınlığında ek bir levha daha yapılarak, levha ile kolon arasında kalan boşluk doldurulmalıdır.

Köşebentlerin katlar arasındaki sürekliliği mutlaka sağlanmalıdır. Mevcut kirişe denk gelen yerlerde köşebendin devam edemeyen kısmı, kesilir ve kalan parça üst kata çıkarılır. Kesilen köşebent ve levhalara göre bu bölge yeniden detaylandırılır.

Yapılan güçlendirme hesabında, mesnet bölgesine gelen kuvvetlerin karşıladığı gösterilirken, kesit kayıpları mutlaka göz önüne alınmalıdır.

Detaylarda, Profilin ve her bir levhanın en, boy ve kalınlıkları belirtilmelidir. Profil ve levhalar için açılacak deliklerin yeri, çap ve adetini gösteren detaylar çizilmelidir. Kaynak yapılacak yerler ve kaynak kalınlıkları gösterilmelidir.

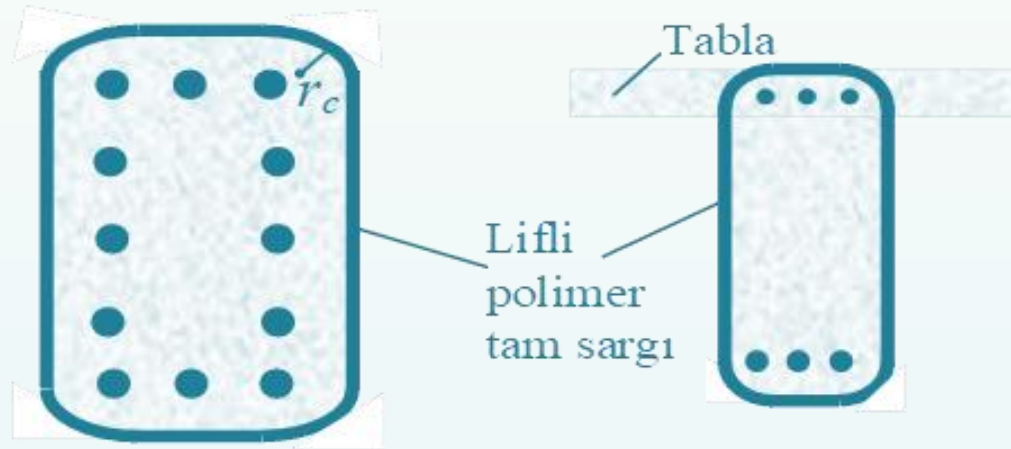
Her ne kadar çizimler yapılsa da, mevcut kolona ilave edilen profil ve levhalar yerinde ölçüsüne uygun olarak kesilmeli, delikleri yerinde açılmalıdır; çünkü mevcut kolon donatıları ile ankrajların denk gelme olasılığı oldukça yüksektir.



Şekil 33- Güçlendirilmiş Kolon Boy Detayı

3.3.LİFLİ POLİMER SARGI

LP tabakasının kolonların çevresine, lifler enine donatılara paralel olacak şekilde, sarılması ve yapıştırılması ile sargılama sağlanır. LP sargısı ile betonarme kolonların süneklik kapasitesi, kesme ve basınç dayanımları ile boyuna donatı bindirme boyunun yetersiz olduğu durumlarda donatı kenetlenme dayanımı arttırılır. LP sargılama ile yapılan güçlendirmelerde tam sargı (tüm kesit çevresinin sarılması) yöntemi kullanılmalı ve sargı sonunda en az 200 mm bindirme yapılmalıdır. LP sargısı dikdörtgen kolonlarda kolon köşelerinin en az 30 mm yarıçapında yuvarlatılması ile uygulanabilir. LP uygulaması üretici tarafından önerilen yöntemle uygun olarak gerçekleştirilmelidir. LP ile sargılanan kolonlarda elde edilen kesme, eksenel basınç ve kenetlenme dayanımlarının artışı ile süneklik artışının hesap yöntemleri EK 15B'de verilmektedir.(TBDY 2018 15.10.1.3)



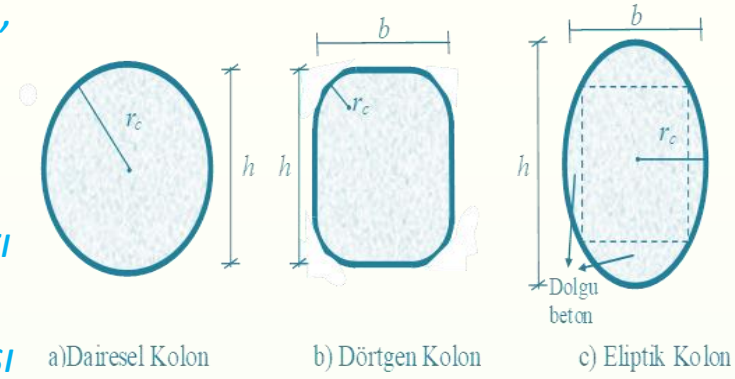
(Şekil 15B.1)

LP sargılama ile kolonların aksenal basınç dayanımlarının arttırılabilmesi için, kolon kesitinin uzun boyutunun kısa boyutuna oranı iki buçuktan fazla olmamalıdır. Kolonların enkesitleri dikdörtgenden elipse dönüştürülerek LP'nin etkinliği arttırılabilir. Elips kesitlerde uzun boyutun kısa boyuta oranı en fazla üç olabilir. (15B.5)

$$\kappa_a = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & \text{Dairesel kesit} \\ b / h & \text{Elips kesit} \\ 1 - \frac{(b - 2r_c)^2 + (h - 2r_c)^2}{3bh} & \text{Dikdörtgen kesit} \end{array} \right\} \quad 15B.7)$$

*Denk.(15B.7)'da **b** ve **h** dikdörtgen kesitler için kısa ve uzun kenar boyutları, eliptik kesitlerde kısa ve uzun boyutlar için elipsin ilgili boyutları, r_c ise dikdörtgen kesitlerde köşelerde yapılan yuvarlatmanın yarıçapıdır (Şekil 15B.2). (TBDY 2018 15B.2)*

LP sargılama ile kolonların sünekliğinin arttırılabilmesi için, kolon kesitinin uzun boyutunun kısa boyutuna oranı iki buçuktan fazla olmamalıdır. Elips kesitlerde uzun boyutun kısa boyuta oranı en fazla üç olabilir. (TBDY 2018 15B.3) Kesit boyut oranı ikiden büyük olan veya boyuna donatıları düz yüzeyli olan kolonlar için sargı etkisi yetersiz olacağından bindirme bölgelerinin güçlendirmesi LP sargısı ile yapılamaz. Boyuna donatıları nervürlü olan kolonlarda bindirme boyu yetersizliğini gidermek üzere gereken LP kalınlığı Denk.(15B.9)'a göre hesaplanır.



(şekil 15B.2)

$$t_f = \frac{b_w (f_{lhs} - f_{hs})}{2E_f 0.001} \quad (15B.9)$$

Denk.(15B.9)'da b_w büyük olan kesit genişliği, f_{hs} enine donatıda 0.001 birim uzamaya karşı gelen yanal basınçtır. Denk.(15B.9)'daki f_{hs} Denk.(15B.10)'a, f_{lhs} Denk.(15B.11)'e göre hesaplanacaktır.

$$f_{hs} = 0.001 \rho_{sh} E_s \quad (15B.10)$$

$$f_{lhs} = \frac{2r_c}{b_w} \frac{A_s f_{ym}}{\left[\frac{p}{2n} + 2(\phi + d') \right] L_s} \quad (15B.11)$$

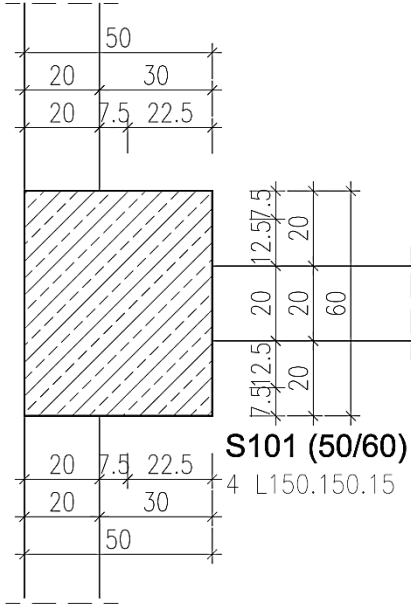
Denk.(15B.10)'da ρ_{sh} enine donatı oranı (iki doğrultu için elde edilen değerlerden küçüğü), E_s donatı çeliği elastisite modülüdür.

Denk.(15B.11)'de A_s kolon boyuna donatı alanı (bindirmeli ek yapılan en büyük çaplı tek çubuk için), f_{ym} boyuna donatı için mevcut çelik akma dayanımı, p çekirdek kesiti çevresi, n bindirme yapılmış donatı sayısı, ϕ boyuna donatı çapı (farklı çaplı donatılar varsa, bindirmeli ek yapılan en büyük çaplı donatının çapı), d' beton örtüsü kalınlığı ve L_s mevcut bindirme boyudur.

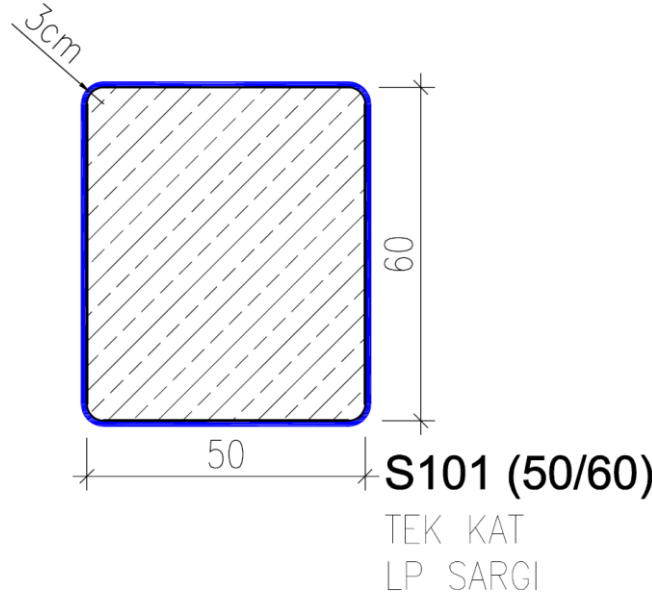
r_c köşelerde yapılan yuvarlatmanın yarıçapı, b_w kesitin uzun doğrultudaki boyutudur. (TBDY 2018 15B.4)

Şekil 34'deki mevcut kolon şekil 35'de ki gibi LP sargı ile güçlendirilmiştir.

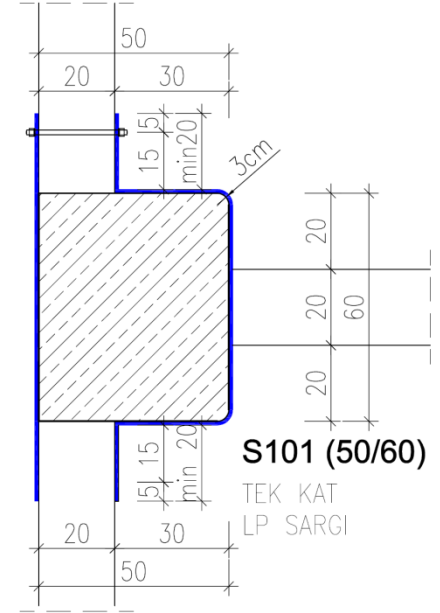
Mevcut kolonun köşeleri minimum 3 cm yuvarlanmıştır. 4 kenarı LP sargı ilen sarılan kolonun LP sargısı minimum 20 cm üst üste bindirilmiştir.



**Şekil 34-
Mevcut Kolon Planı**



**Şekil 35- Güçlendirilmiş Kolon Planı
(Kolon Açıklığında)**



**Şekil 36- Güçlendirilmiş
Kolon Planı (Kiriş Boyunca)**

LP ile sarılacak kolonun yüzeyindeki kesit kaybı vb problemler mukavemeti yüksek tamir harçları ile giderilmelidir. Mevcut kolonların köşeleri kat boyunca yuvarlatılmalıdır.

Kiriş yüksekliğince kolon köşeleri yuvarlanamamakta ve sargı, mevcut kirişten dolayı kolonun etrafını saramamaktadır. Bu nedenle kiriş yüksekliğinde LP sargı kirişlere doğru minimum 20 cm uzatılmalı ve uçlarına ankrajlar yapılmalıdır.

LP sargı kolon çevresine sarılırken bitiş yerinde 20 cm birbirinin üzerine bindirilmelidir.

Uygulama sırasında, LP üretici firmanın tavsiyeleri mutlaka göz önüne alınmalıdır.



**Fotoğraf 5-
LP ile betonarme kolon
güçlendirilmesi**



4. KİRİŞLERİN GÜÇLENDİRİLMESİ

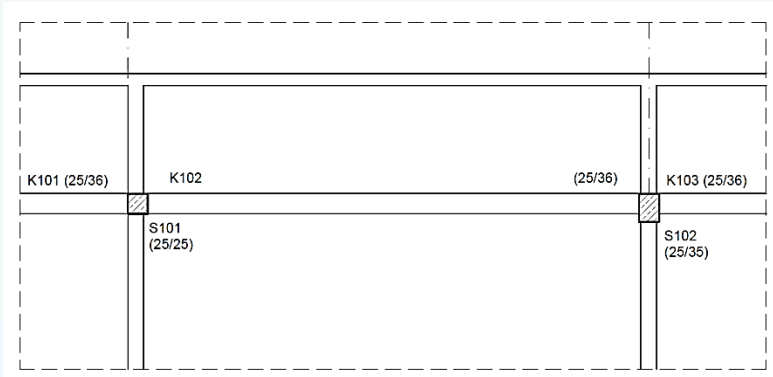
4.1 MEVCUT KİRİŞİN GÜÇLENDİRİLMESİ

Mevcut kirişlerin kesitlerinin yetersiz olduğu durumlarda betonarme veya çelik profil ve levhalarla ile güçlendirilerek kesitleri artırılabilir. Kesiti yeterli ama boy donatılarının yetersiz olan kirişlerde ise kirişin yetersiz olan donatısına kiriş dışından çelik lamalar veya LP şeritler ilave edilerek yetersizlikler giderilebilir. Sargı donatısındaki eksiklikler ise LP şerit veya kumaşlarla, dıştan etriye ilavesi ve çelik levhalara aracılığıyla giderilmeye çalışılır.

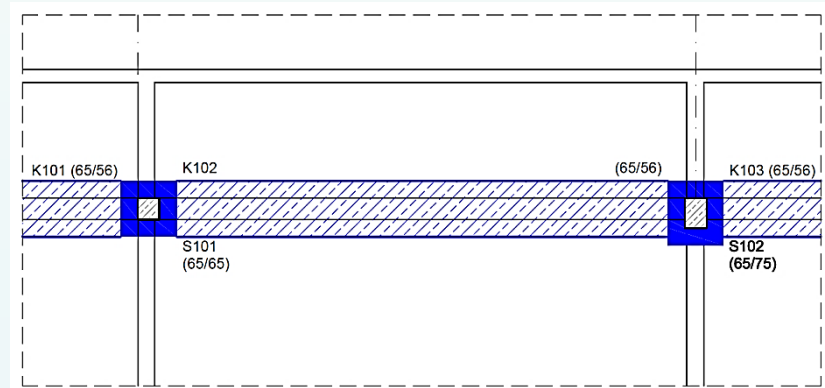
4.1.1. BETONARME SARGI

Mevcut kirişler betonarme sargı yöntemiyle güçlendirildiğinde yeni kiriş ebadı ile mevcut kolon ebatları göz önüne alınarak güçlü kolon kontrolleri yapılmalıdır. Gerekiyor ise mevcut kolon bu koşulu sağlayacak şekilde mantolanmalıdır.

Şekil 37’da mevcut kiriş ebatları yetersiz olan kalıp planı, Şekil 38’deki gibi kiriş yan yanaklarına ve tabanına 20 cm’lik ilave betonlar sarılarak güçlendirilmiştir. Mevcut beton ile ilave betonun ara yüzleri ankrajlar yardımı ile birbirlerine bağlanmıştır.

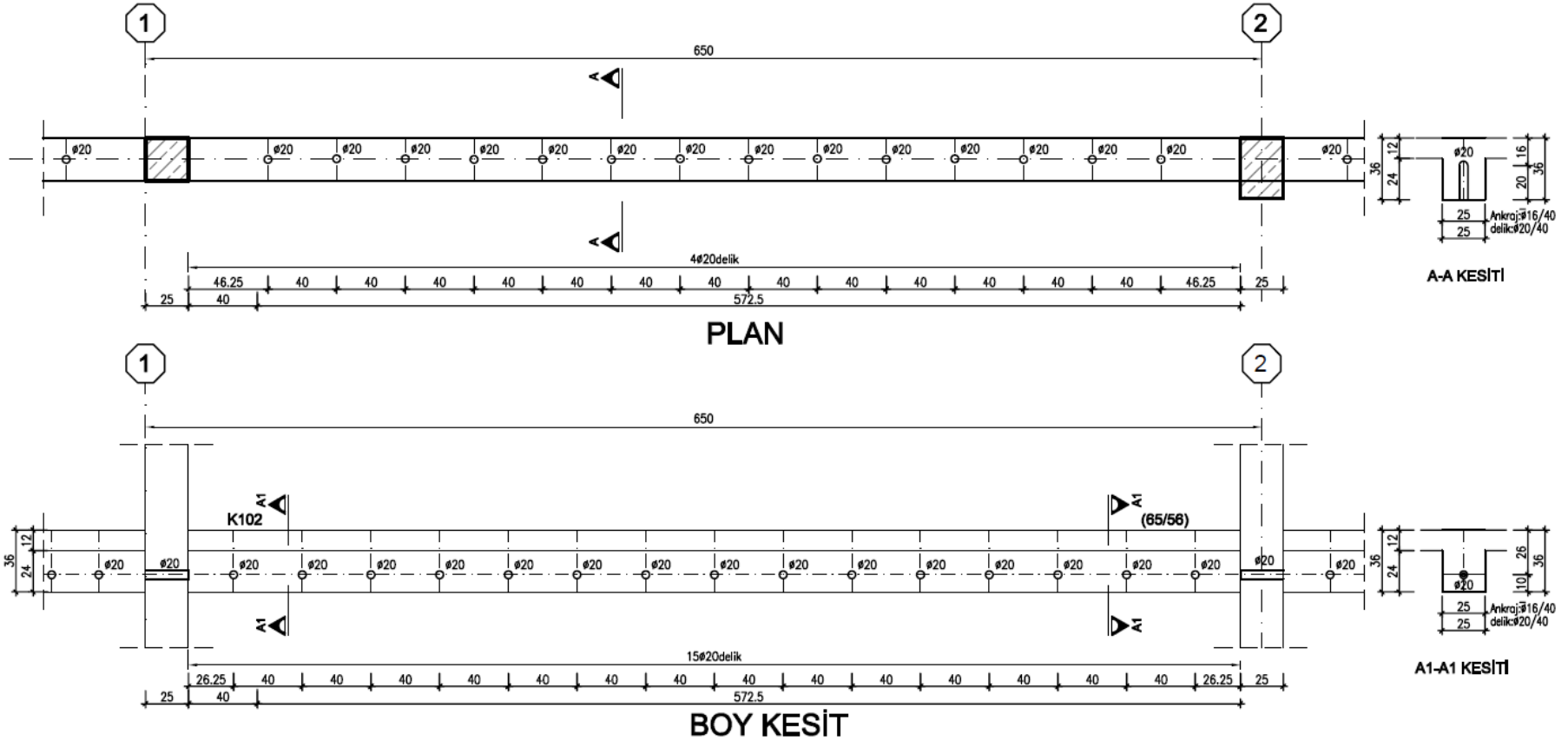


Şekil 37- Mevcut Kalıp Planı



Şekil 38- Güçlendirilmiş Kalıp Planı

Şekil 39’de mevcut kirişin tabanına ve yanaklarına ankraj yapmak için açılan delikler gösterilmiştir.



Şekil 39- Kiriş Ankraj Planı

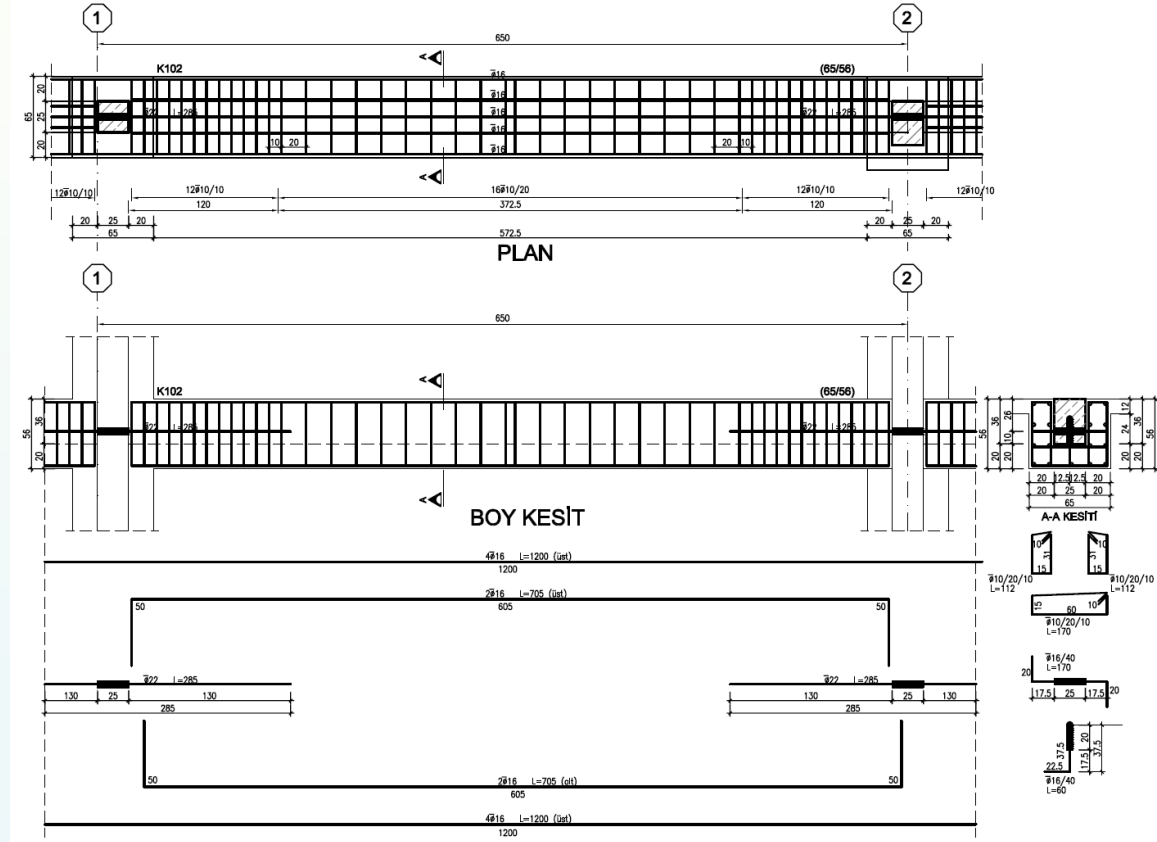
Şekil 40'da ilave edilen betonarme kısımlarının detayı çizilmiştir. İlave edilen boy donatıları mevcut kolona kadar uzatılmıştır.

Ankraj donatı alanlarının, süreklilikleri kesilen donatı alanlarından daha fazla olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca gerekli mesnet ilaveleri ankraj donatıları ile sağlanabilir. Burada dikkat edilmesi gereken husus, eğer mesnet donatıları ankraj donatıları ile sağlanıyorsa; yapılacak hesapta kiriş faydalı yüksekliği ankrajlar arasındaki mesafe kadar alınmalıdır. Ankraj boyları da kiriş ilave donatı boyu kadar olmalıdır.

İlave betonun dökülebilmesi için güçlendirilecek mevcut kirişe bitişik betonarme döşemeler kırılması gerekecektir.

Döşeme kırımları yapılırken mevcut döşeme betonu kırılıp, donatılarını korumak gerekir, aksi takdirde kırılan döşeme tamir edilirken kesilen donatılar için ilave donatılar yapmak gerekir.

Döşemenin lokal kırılıp, ilave betonun döşeme altına kadar yapıldığı durumlarda, mevcut kirişin tabla kısmının yeterli olduğu hesaplara gösterilmelidir.



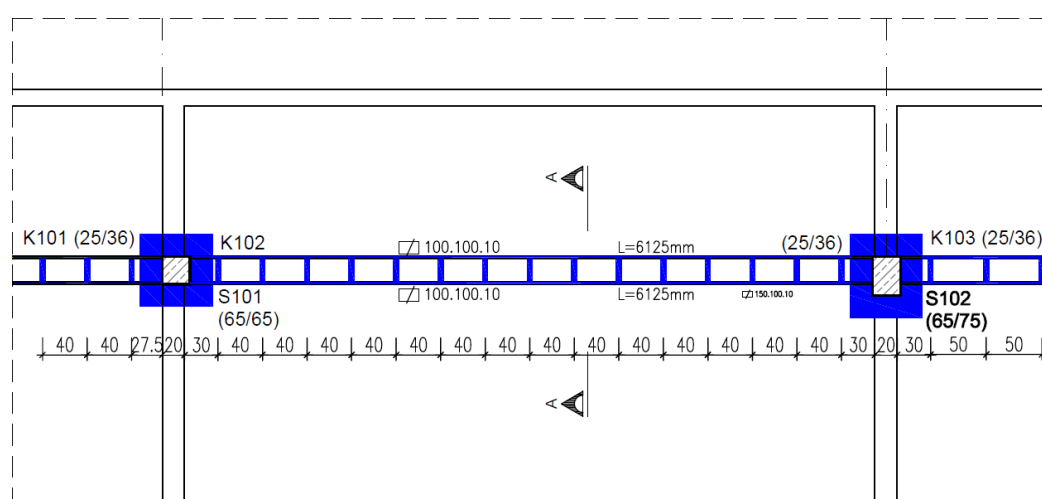
Şekil 40- Güçlendirilmiş Kiriş Detayı

4.1.2. ÇELİK SARGI

Şekil 41’de mevcut kiriş ebatları yetersiz olan kalıp planı, Şekil 42’deki gibi kiriş yan yanaklarına ve tabanına çelik profiller ve levhalar ilave edilerek güçlendirilmiştir.



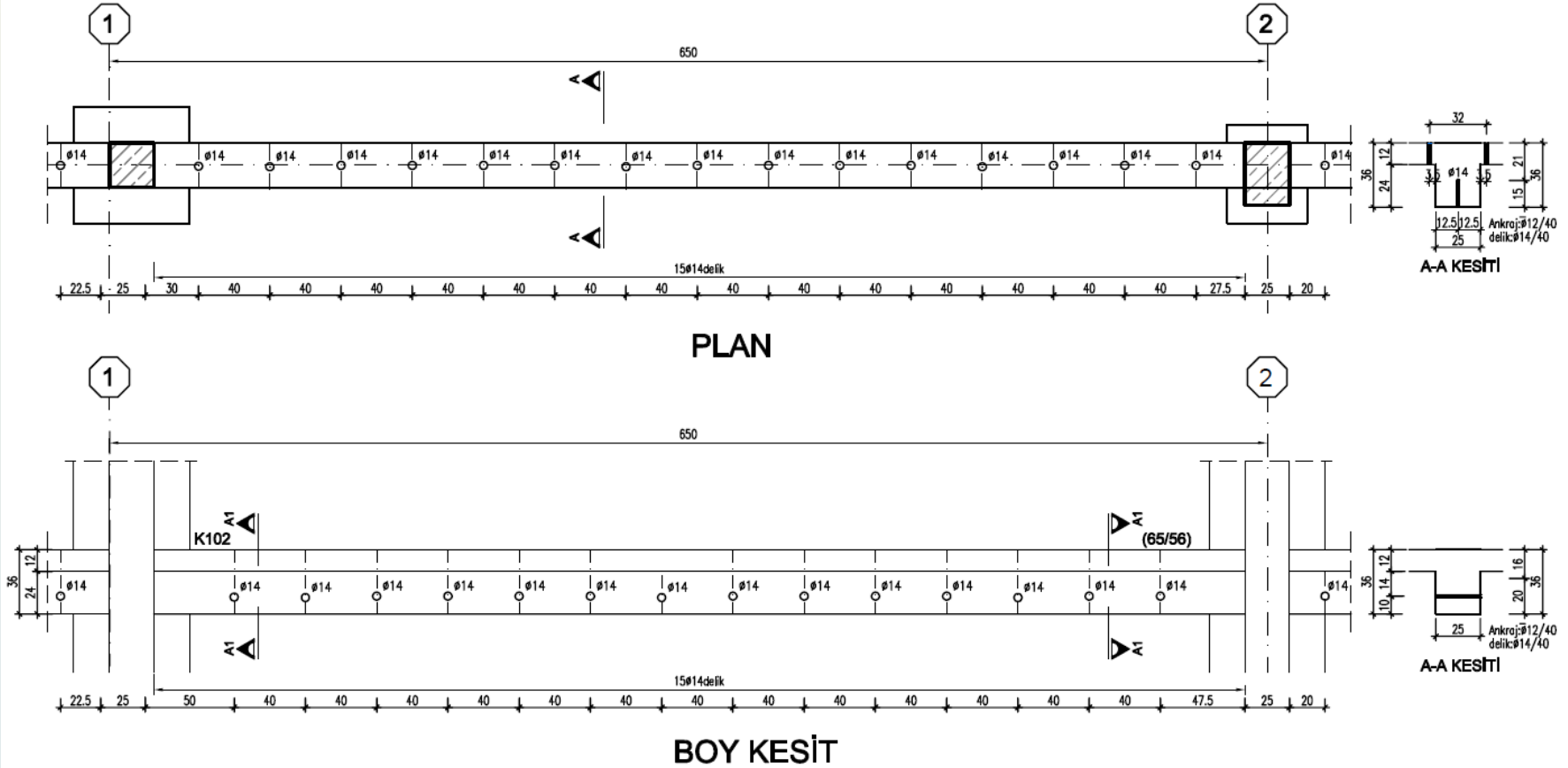
Şekil 41- Mevcut Kalıp Planı



Şekil 42- Güçlendirilmiş Kalıp Planı

Mevcut beton ile ilave çelik profillerin ve levhaların ara yüzleri ankrajlar yardımı ile birbirlerine bağlanmıştır. Şekil 43'de mevcut kirişin tabanına ve yanaklarına ankraj yapmak için açılan delikler gösterilmiştir.

Çelik profil ve levhaların deliklerinin yerinde açılması uygun olacaktır. Aksi takdirde ankraj deliklerinin boy donatılara ve etriyelere denk gelme olasılığı çok yüksektir.



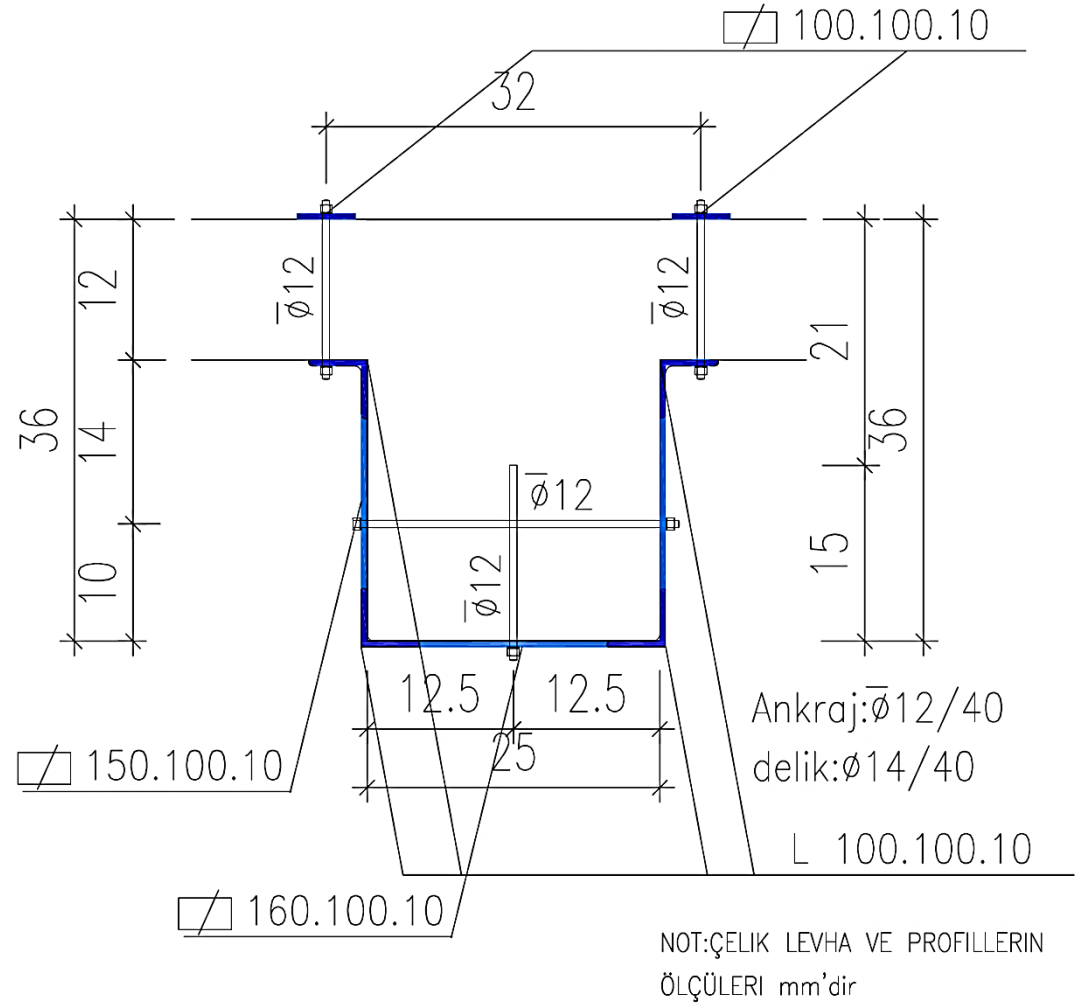
Şekil 43- Kiriş Ankraj Planı

Şekil 44'de ise ilave edilen çelik profillerin ve levhaların detayı çizilmiştir. İlave profiller mevcut kolona kadar uzatılmıştır.

Ankraj donatılarının uçlarına dış açılarak somun ve pul takılacaktır.

Bu detayda mevcut kolonlar mantolandığı için mevcut kolon ile ilave profiller levha ve ankrajlar ile birbirine bağlanmamıştır.

Kolonların mantolanmadığı durumlarda profil ile mevcut kolonun birleşim detayı oluşturulmalıdır.

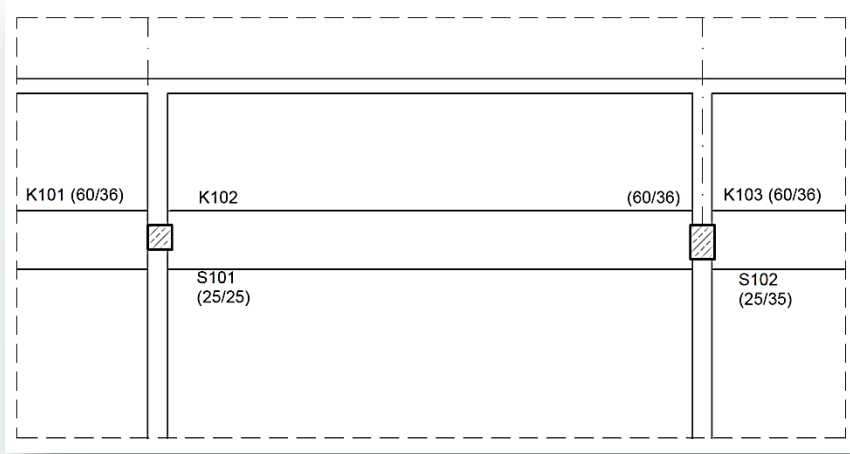


Şekil 44- (A – A) Kesiti

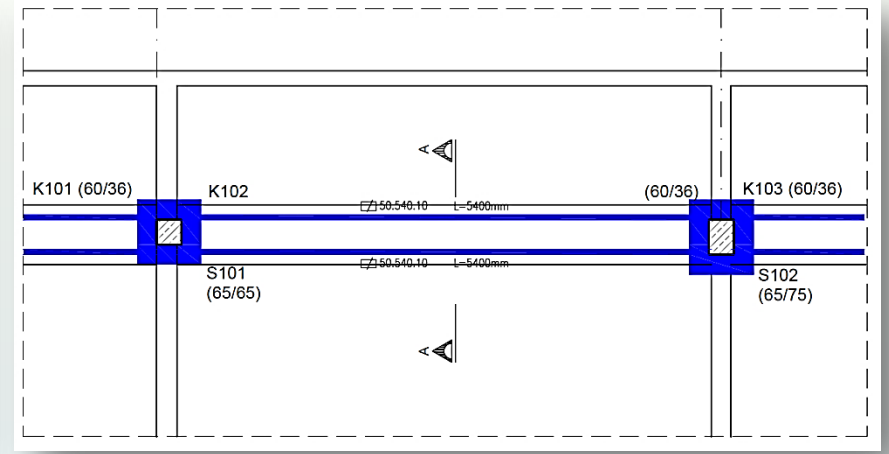
4.1.3. ÇELİK LAMA İLAVESİ

Kirişlerin ana donatısının yetersiz olması durumunda, alt ve üst donatı için çelik lamalar ilave edilebilir. Şekil 45’de mevcut kiriş alt donatıları yetersiz olan kirişler için, Şekil 46’da ki gibi kiriş altına çelik lamalar ilave edilerek güçlendirilmiştir

Ankraj donatılarının uçlarına diş açılarak somun ve pul takılacaktır. Çelik lamalar mevcut betona epoksi yapıştırıcılarla da yapıştırılabilir.



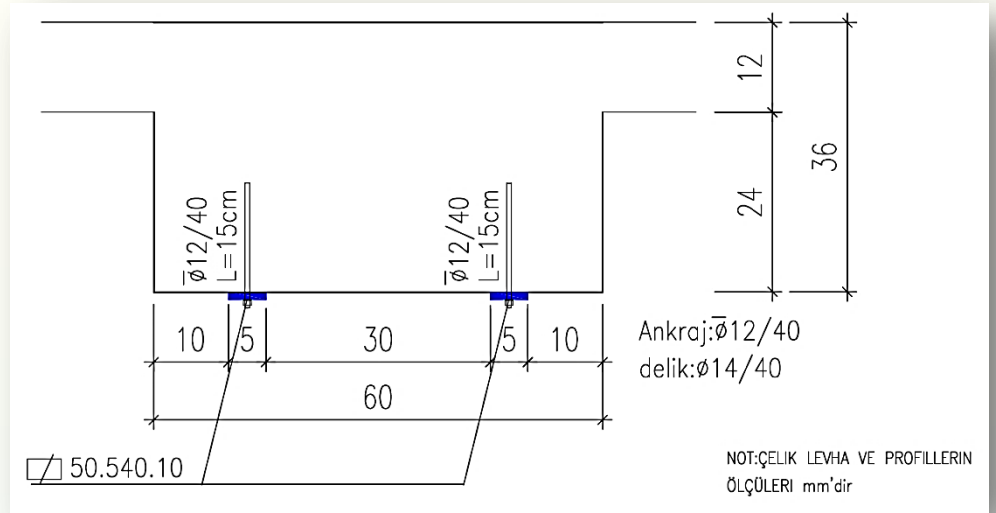
Şekil 45- Mevcut Kalıp Planı



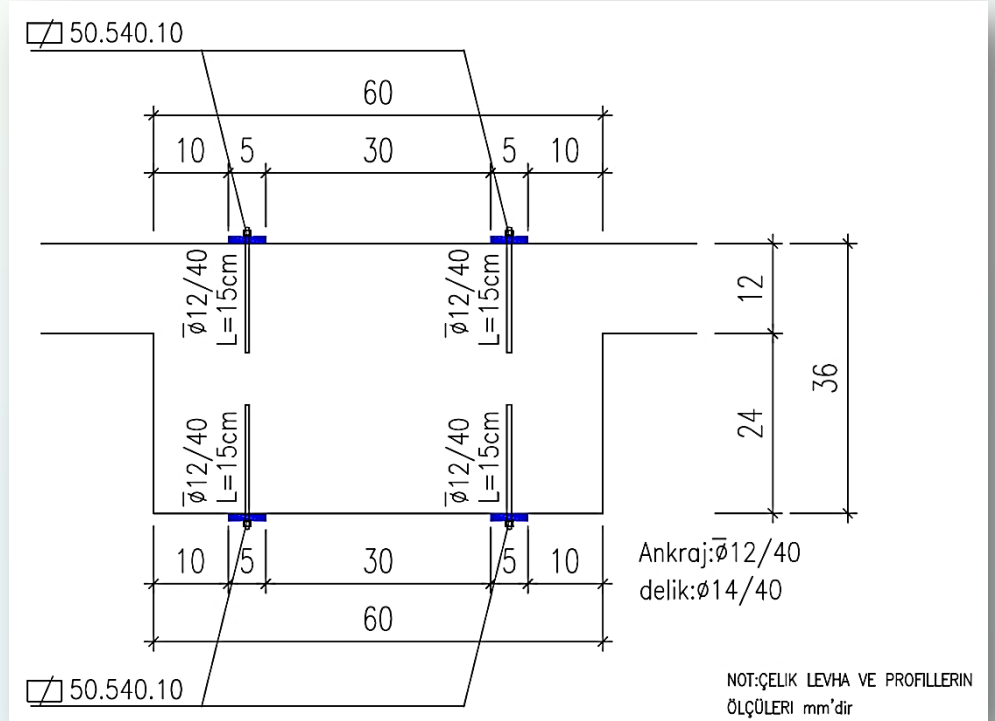
Şekil 46- Güçlendirilmiş Kalıp Planı

Mevcut beton ile ilave çelik lamaların ara yüzleri, ankrajlar yardımı ile birbirlerine bağlanmıştır. Şekil 47’de ilave edilen çelik lamaların detayı çizilmiştir.

Üst donatısı yetersiz olan kirişlerde, Şekil48’deki gibi kiriş üstündeki kaplama sökölerek, üstte ilave edilen lamalarla yetersizlik giderilebilir.



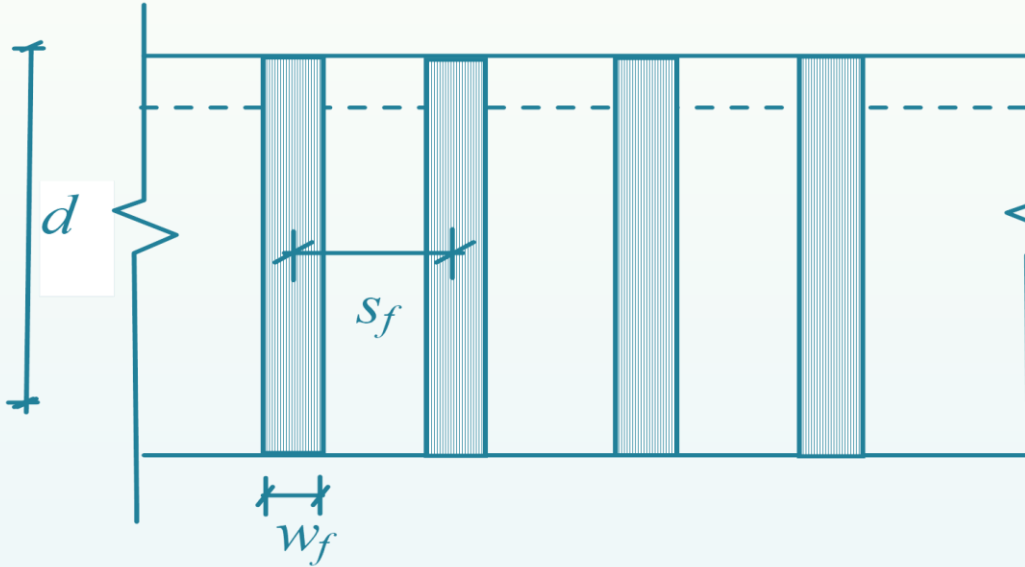
Şekil 47- (A- A) Kesiti



Şekil 48- (B-B) Kesiti

4.1.3. LİFLİ POLİMER SARGI

LP sargılama ile kiriş sünekliğinin ve kesme dayanımının arttırılmasında tam sargı (tüm kesit çevresinin sarılması) yöntemi kullanılmalıdır. LP ile güçlendirilen kiriş kesme dayanımı EK 15B'de verilen Denk.(15B.1)'e göre hesaplanabilir. Süreksiz (şeritler halinde) LP kullanılması durumunda LP şeritlerin aralıkları $w_f + d/4$ değerini geçmemelidir. LP sargısı kirişlerde köşelerin en az 30 mm yarıçapında yuvarlatılması ile uygulanacaktır. LP ile yapılan sargılamalarda sargı sonunda en az 200 mm bindirme yapılmalıdır. LP uygulaması üretici tarafından önerilen yöntemle uygun olarak gerçekleştirilmelidir. (TBDY 2018 15.10.3.2)

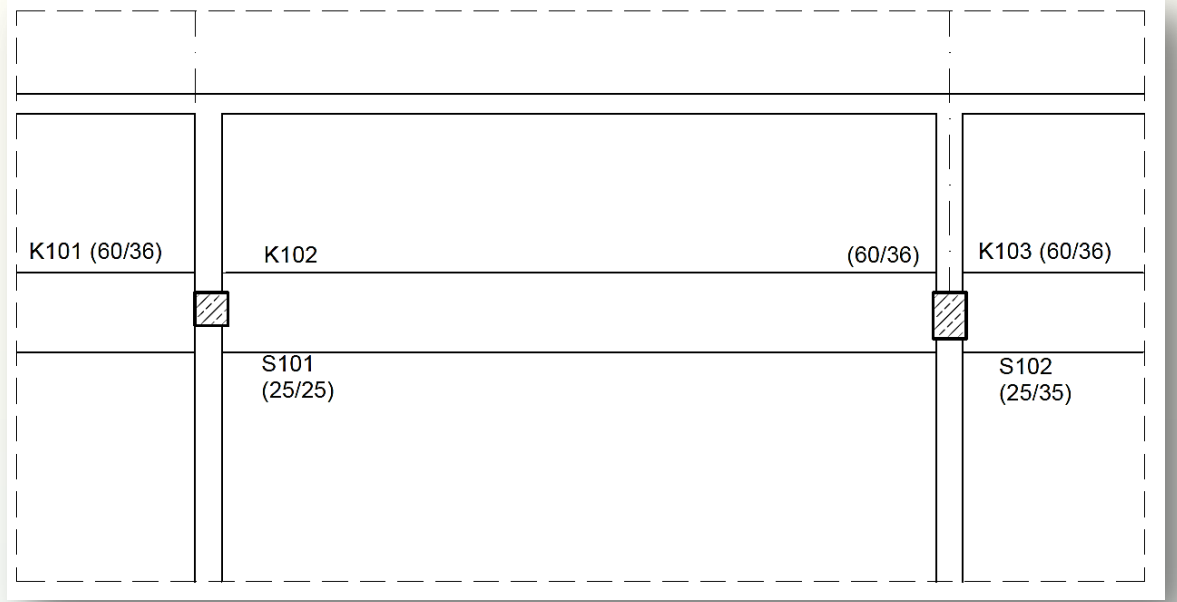


(şekil 15B.1)

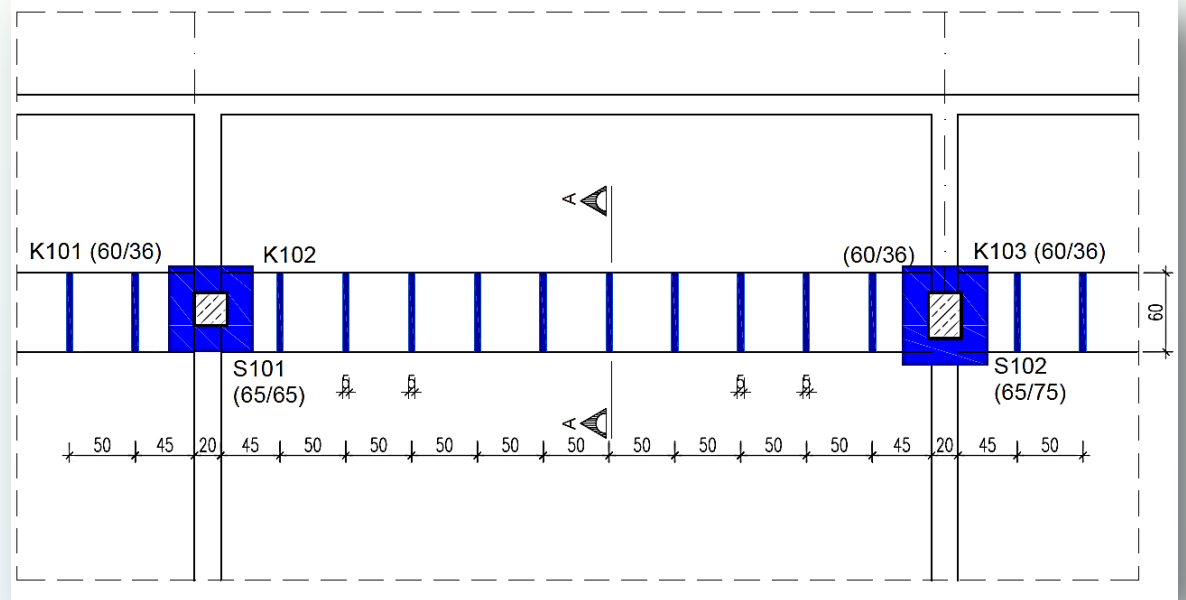
Kirişlerdeki, kiriş boyunca veya etriye sıkılaştırma bölgesindeki yatay donatıların eksikliği LP sargılarla giderilebilir.

İki tip LP sargı çeşidi bulunmaktadır, Kumaşlar ve şeritler.

Şekil 49'da kirişlerinde kesme güvenliği yetersizlikleri bulunan mevcut kirişler, Şekil 50'de LP şeritler ile, Şekil 51'de kumaş yardımı ile güçlendirilmiştir.



Şekil 49- Mevcut Kalıp Planı



Şekil 50- Güçlendirilmiş Kalıp Planı

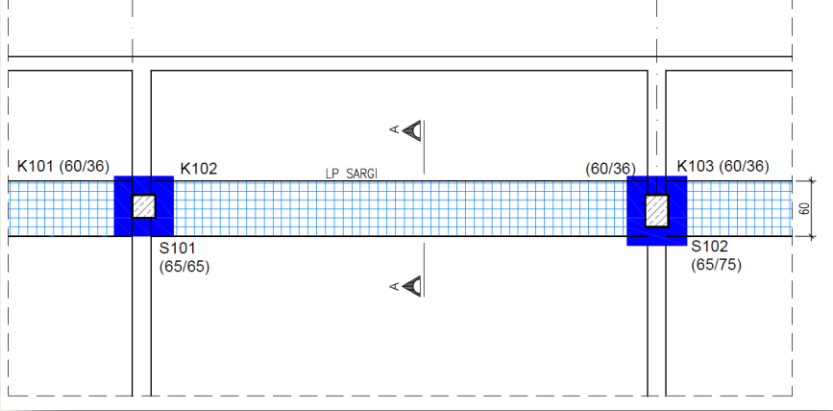
Şekil 51’de kiriş boyunca, Şekil 52’de etriye sıklaştırma bölgesinde LP kumaşlar kullanılmıştır.

Şekil 53’de LP ile güçlendirilen kirişin kesiti görülmektedir.

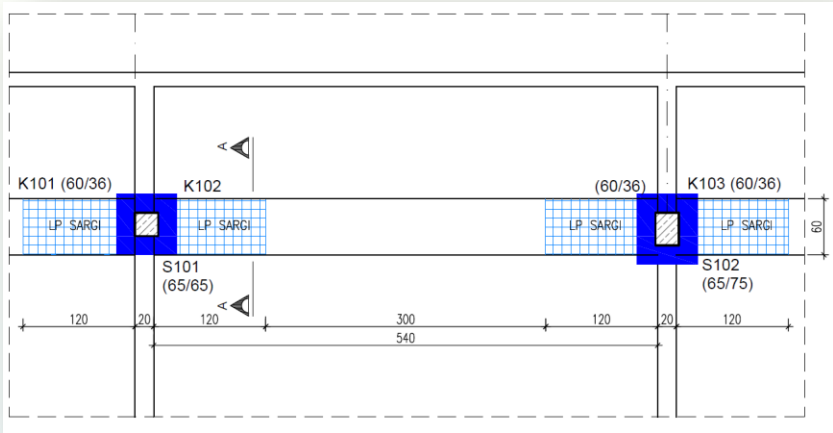
LP kumaşın uygulanabilmesi için döşeme kaplamasının sökülmesi ve kirişe yüz olan döşemelerin kırılması gerekir. LP şerit uygulamasında ise döşemenin, şeride denk geldiği yerlerinin kırılması yeterli olacaktır.

Uygulama sonrası tekniğine uygun olarak döşeme tamirâtı yapılmalıdır. Kesilen döşeme donatıları mutlaka ilave edilmelidir.

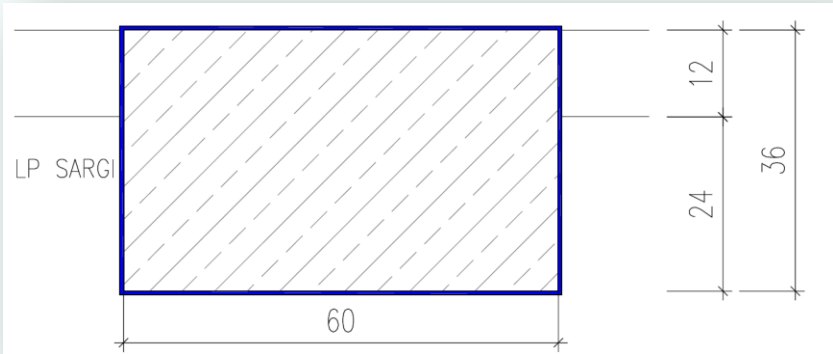
Uygulama projesinde, kullanılan LP’nin cinsi, şerit genişliği, şerit ara mesafeleri, bindirme boyu, ankraj kullanıyor ise ankraj aralıkları belirtilmelidir.



Şekil 51- Güçlendirilmiş Kalıp Planı



Şekil 52- Güçlendirilmiş Kalıp Planı



Şekil 53-(A-A) Kesiti

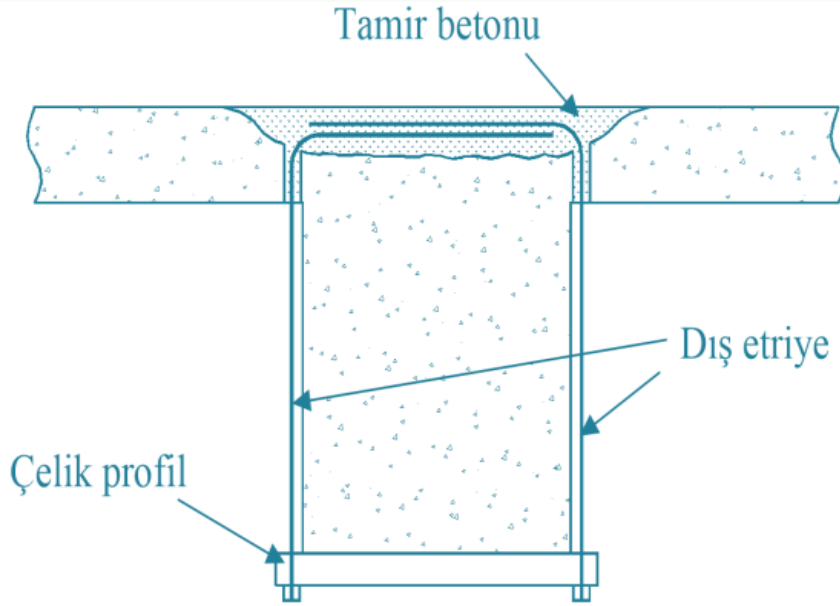


**Fotoğraf 6-
LP ile Betonarme Kiriş
Güçlendirilmesi**



4.1.4. DIŞTAN ETRİYE EKLEME

Kesme dayanımı yetersiz olan kiriş mesnet bölgelerinde gerekli sayıda etriye çubuğu kirişin iki yüzüne Şekil 15.2’de gösterildiği gibi dıştan eklenecektir. Kiriş altına yerleőtirilen bir elik profile bulonla bağlanan çubuklar, üstteki döőemede açılan deliklerden geçirilerek döşeme üst yüzeyinde açılan yuvanın içine bükölerek yerleştirilecektir. Daha sonra betonda açılan boşluklar beton ile doldurulacaktır. Bu yöntem aynı esaslarla farklı detaylar kullanılarak da uygulanabilir. Kirişlerin dıştan eklenen etriyeler ile arttırılan kesme dayanımı TS 500’e göre hesaplanacaktır. Dıştan eklenen etriyelerin sargılama etkisi yoktur, kiriş kesitinin sünekliğini arttırmaz. Bu uygulamada profil ve bulonlar dış etkilere karşı korunmalıdır. (TBDY 2018 15.10.3.1)



(Şekil 15.2)

Etriye eksikleri yönetmeliğin tarif ettiği gibi dıştan etriye eklenerek de yapılabilir.

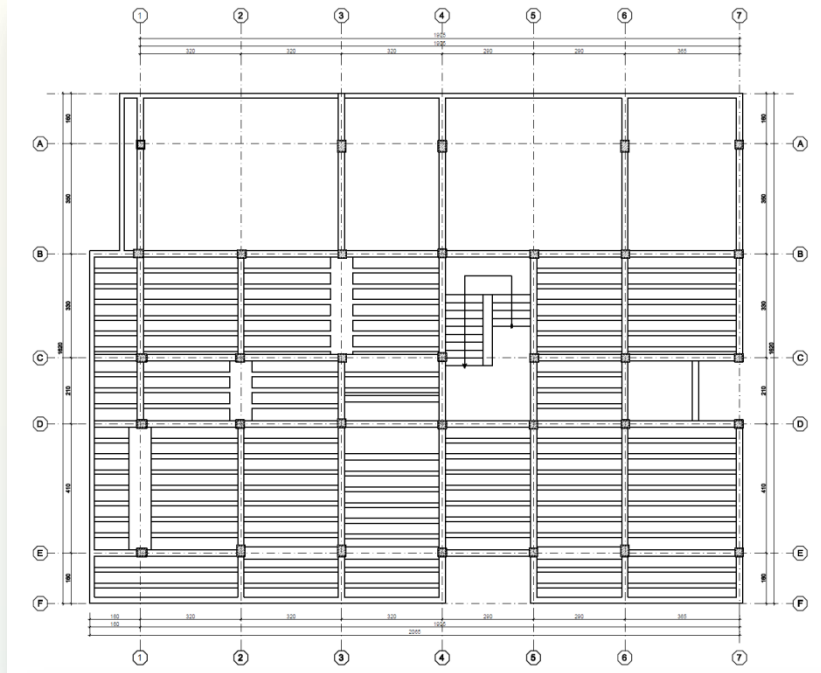
4.2. İLAVE KİRİŞ YAPILMASI

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

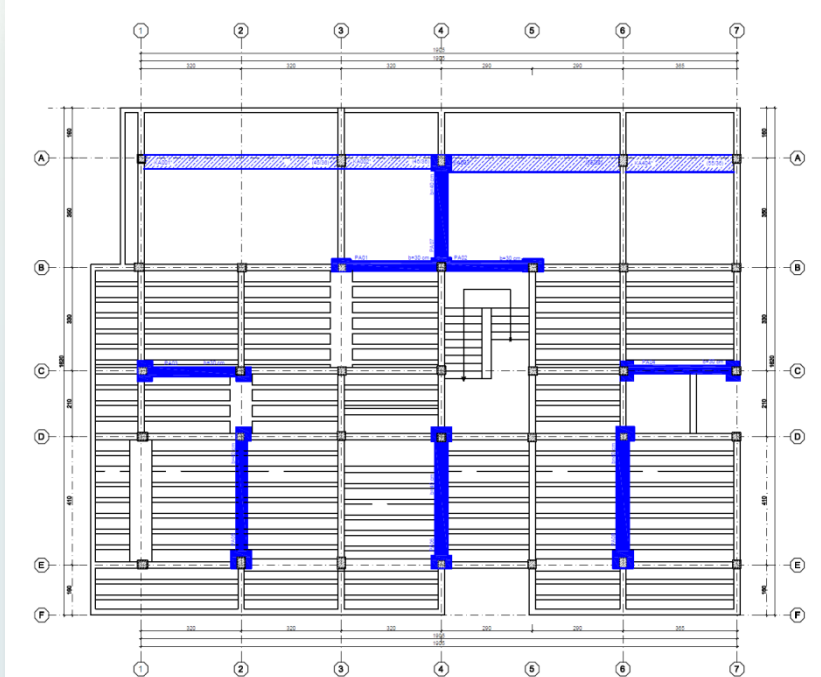
Bu eksikliğin giderilebilmesi için betonarme yapılarda, betonarme veya çelik kiriş ilaveleri yapılabilir.

4.2.1. BETONARME KİRİŞ İLAVESİ

Şekil 54’de mevcut bir yapının normal katlarında A aksındaki çerçeve eksiklikleri Şekil 55’deki ilave edilen kirişler ile giderilmiştir.



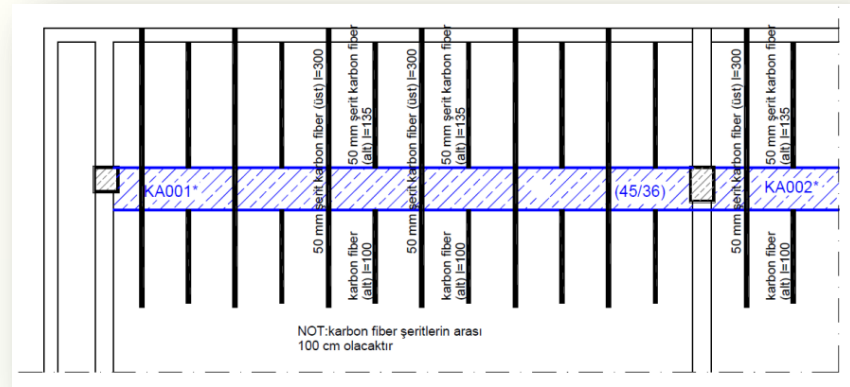
**Şekil 54-
Mevcut
Normal
Katlar
Tavanı
Kalıp Planı**



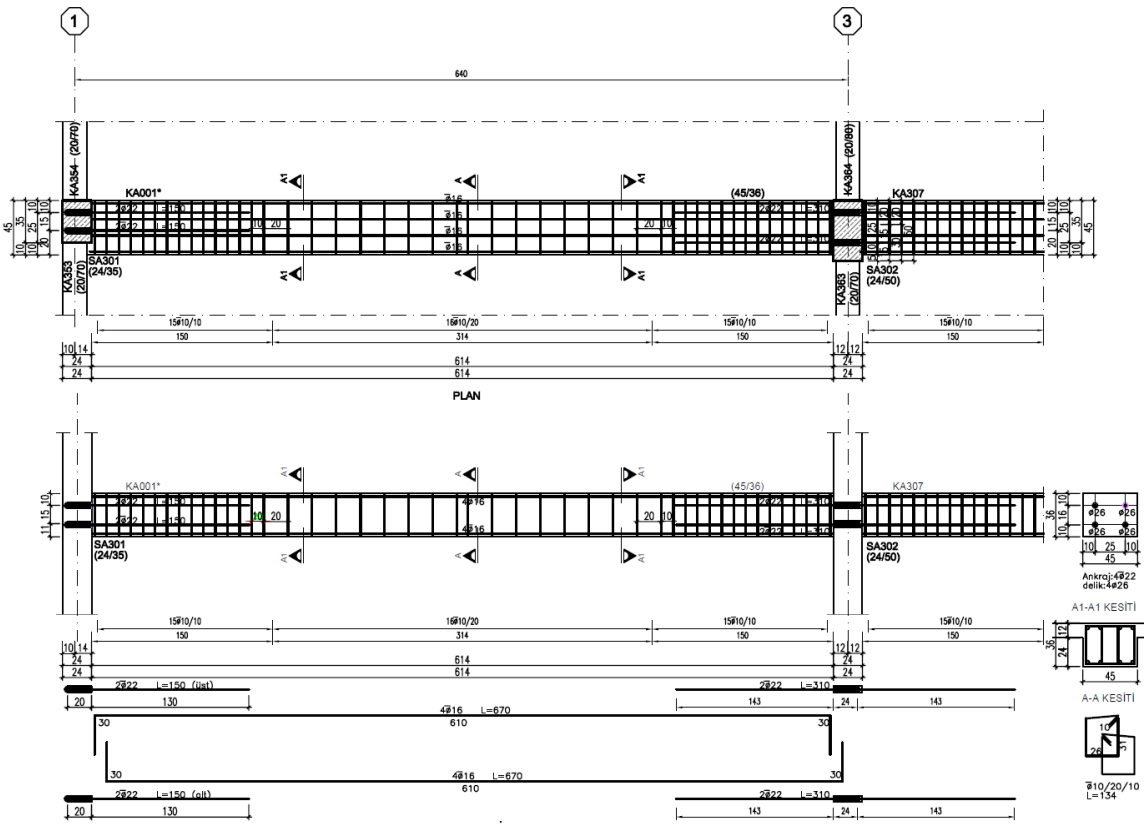
**Şekil 55-
Ggüçlendirilmiş
Normal
Katlar Tavanı
Kalıp Planı**

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 56'daki örneğe benzer, döşeme donatı eksiklikleri LP şeritler veya lamalarla ile giderilebilir.



Şekil 56- Döşemelerin Lp İle Güçlendirilmesi



Şekil 57- İlave Kiriş Detayı

İlave edilen kirişlerin mevcut kolon ve perdeler ile bağlantı detayları oluşturulmalıdır.

Şekil 57' de gösterildiği gibi ilave kirişlerin boy donatıları, etriyeleri, mevcut kolonlarla birleşim noktalarındaki bağlantı elemanlarının cinsi, adeti, çapı ve aralıkları belirtilmelidir.

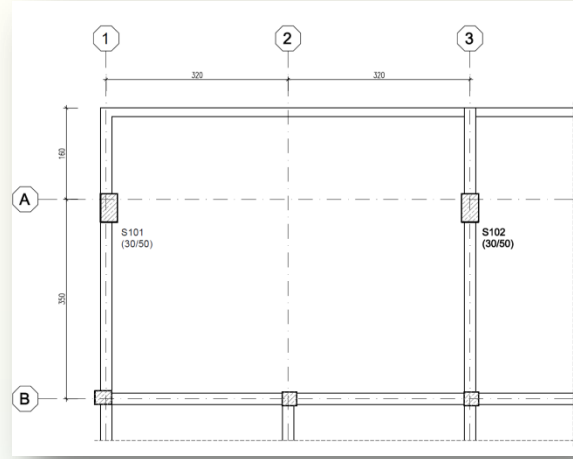
4.1.2. ÇELİK KİRİŞ İLAVESİ

Çerçeve eksikleri çelik kirişler ilave edilerek de giderilebilir.

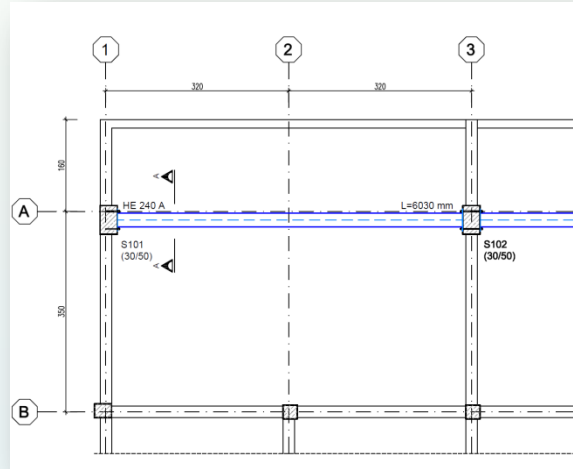
İki kolon arasına, mevcut döşeme kırılmadan, döşeme altına, basit veya kompozit çelik elemanlar yapılabilir.

İlave edilen kiriş nedeni ile döşemenin çalışma şeklinin değiştiği göz ardı edilmemeli ve önceki bölümde anlatıldığı gibi döşeme donatıları mutlaka kontrol edilmeli ve eksiklikleri giderilmelidir.

Şekil 58'de çerçeve eksikliği bulunan bir kalıp planına Şekil 59'daki gibi çelik kiriş ilave edilmiştir.

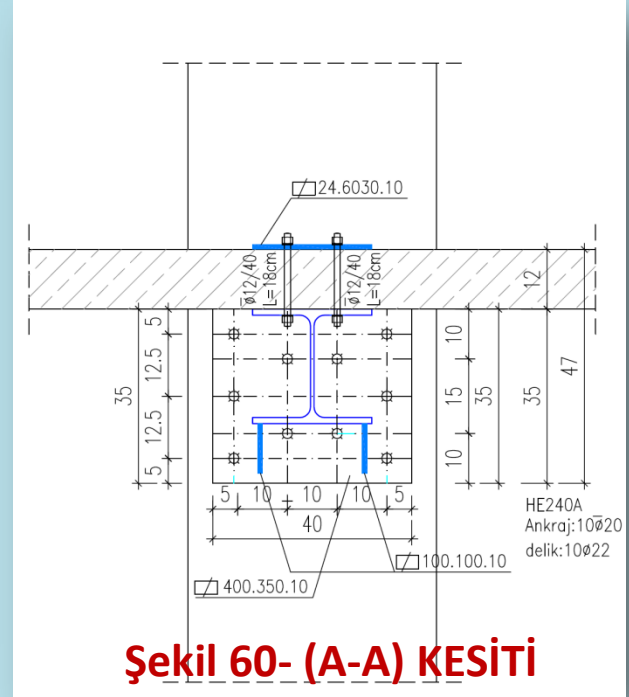


Şekil 58- Mevcut Kalıp Planı



Şekil 59- Güçlendirilmiş Kalıp Planı

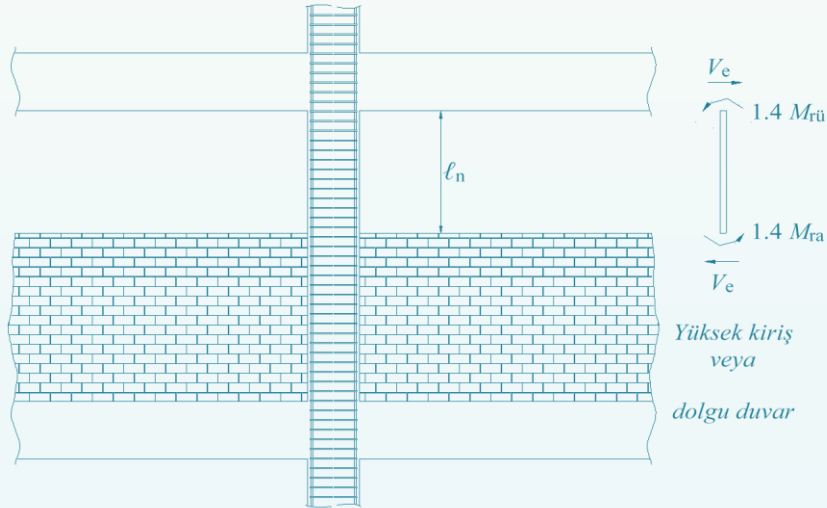
İlave çelik kirişin mevcut döşeme ile birlikte çalışabileceği birleşimler oluşturulursa, döşemenin katkısı da hesaba katılabilir. Şekil 60'da ilave edilen kirişin mevcut kolonla olan ilişkisi gösterilmiştir.



Şekil 60- (A-A) KESİTİ

5.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 $M_a \approx 1.4 M_{ra}$ ve $M_u \approx 1.4 M_{ra}$ 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. Kısa kolonlar 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.

fotoğraf-7'de deprem sırasında ağır hasar alan kısa kolonlar görülmektedir.

Kısa kolonlar, genellikle kolonun kırılıp yeniden yapılmasına neden olacak kadar hasar alırlar.



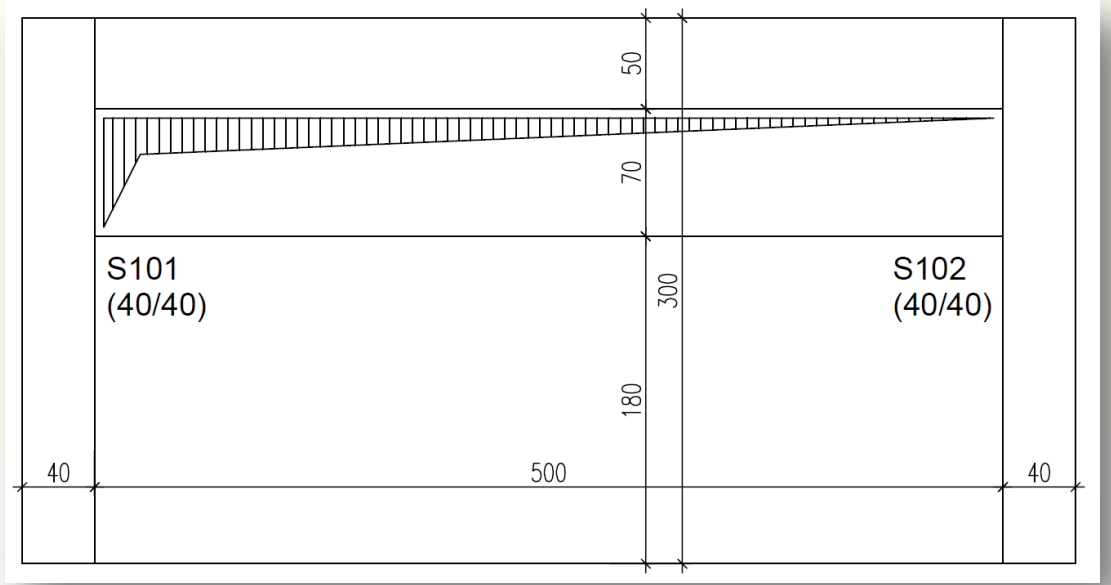
Fotoğraf 7- Kısa Kolon Davranışı Nedeniyle Hasar Gören Kolonlar



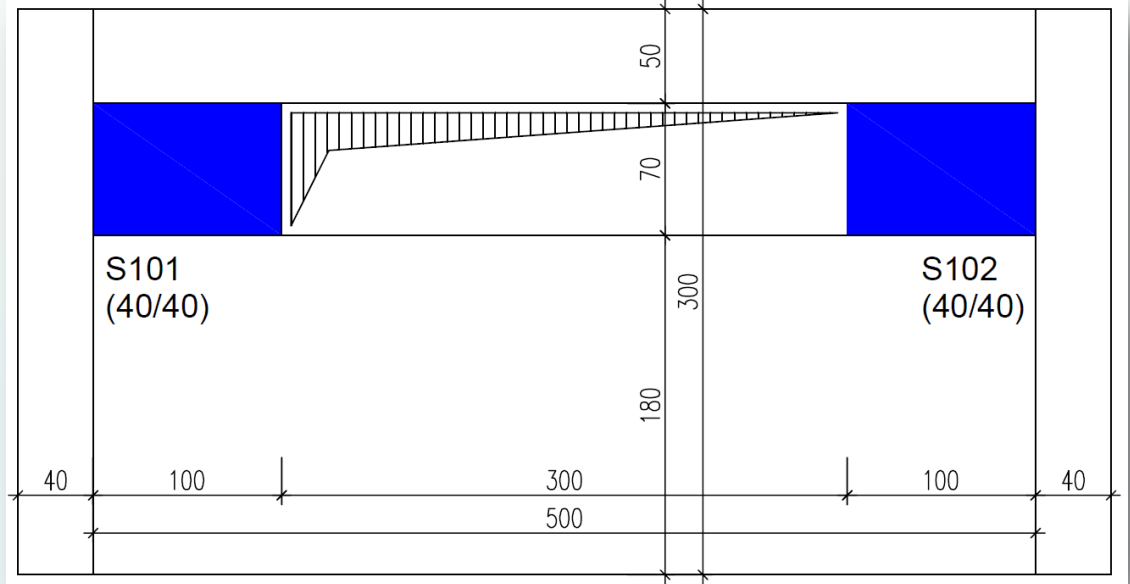
Deprem öncesi güçlendirilmesi yapılan yapılardaki, kısa kolon davranışı gösterecek kolonlar veya depremde az veya orta hasar görmüş kısa kolonlar mutlaka güçlendirilmelidir.

Kısa kolon etrafındaki boşluklar doldurulabiliyor ve kısa kolon davranışı iptal edilebiliyor ise en pratik ve ekonomik çözüm bu olacaktır.

Şekil 61’de iki kolon arasına örülen duvar kat boyunca devam etmediği için S101 ve S102 kolonlarında kısa kolon oluşmaktadır. Şekil 62’de görüldüğü gibi kısa kolonun etrafına, boşluğa doğru yeteri uzunlukta duvar örmek veya perde duvar ilave etmek çözüm için yeterlidir.



Şekil 61- Mevcut Perde Görünüşü

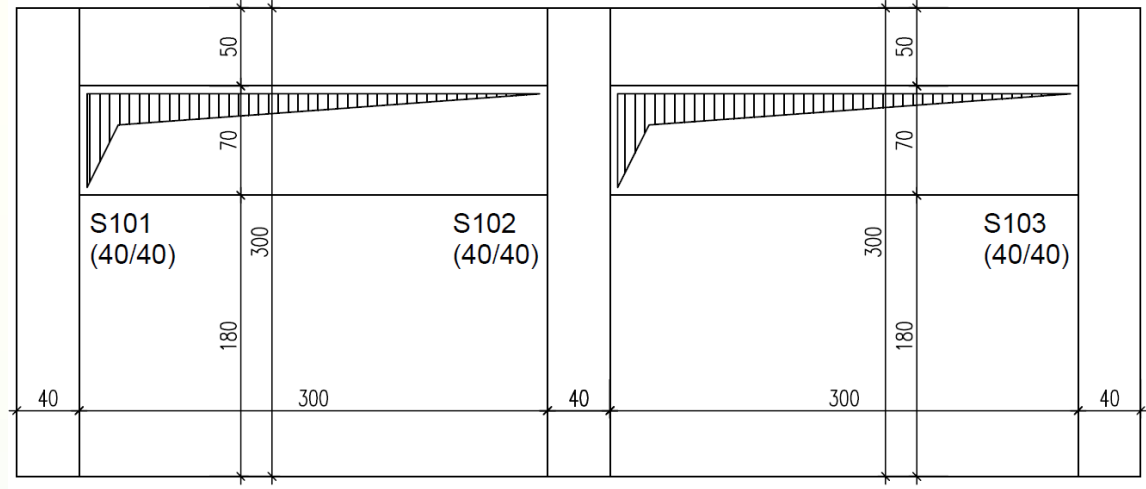


Şekil 62- Güçlendirilmiş Perde Görünüşü

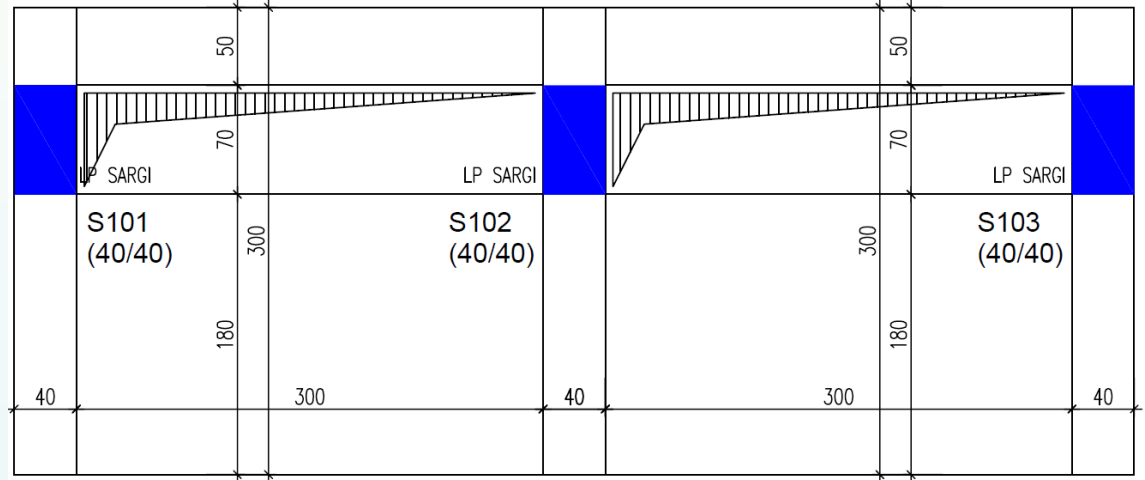
Boşlukların doldurulamadığı durumlarda kolonun kesme kuvveti taşıma kapasitesini artıracak şekilde güçlendirilmesi gerekir.

Şekil 63'deki S101,S102,S103 kısa kolonları Şekil 64'deki gibi LP sargılar ile sararak çözüm üretmek mümkündür.

Bu kolonların yatayda çelik lamalarla veya donatılarla güçlendirilmesi de mümkün olabilir.



Şekil 63- Mevcut Perde Görünüşü

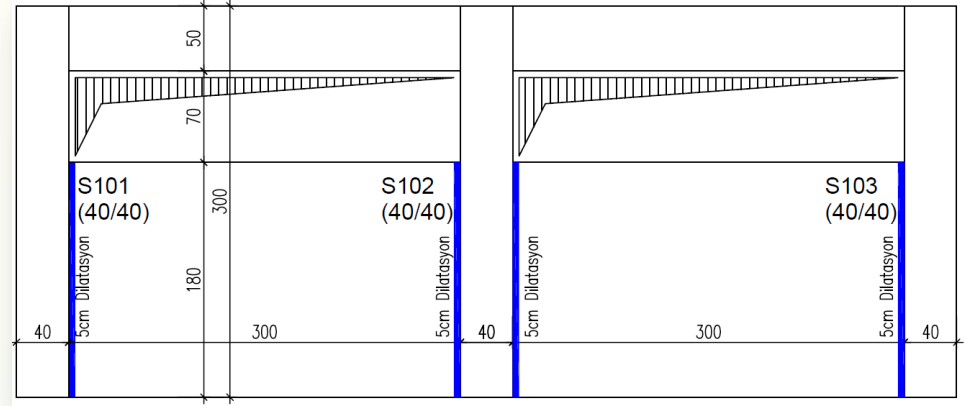


Şekil 64 Güçlendirilmiş Perde Görünüşü

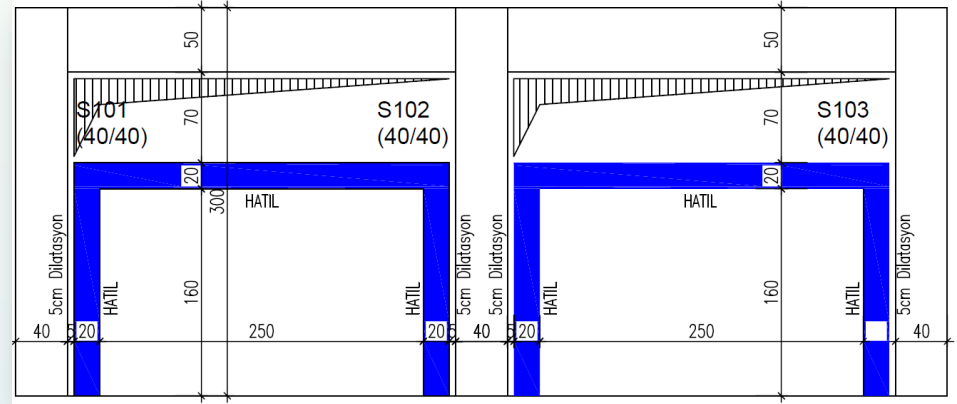
Bir başka çözüm kısa kolon oluşumuna neden olan dolgu duvar ile mevcut kolonun arasına yer değişim miktarından daha büyük derzler bırakmaktır. Şekil 65'deki gibi duvar ve kolonların ara yüzleri birbirinden ayrılabilir. Bu tür tasarımda dolgu duvarların düzlem dışı stabiliteleri sağlanmalıdır.

Dolgu duvarların mevcut kolonlarla arasına boşluk bırakıldığında, duvarın düzlem dışı devrilmesi önlenemiyorsa, Şekil 66'daki 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 perde duvarlar ilave edilerek kısa kolonların yer değiştirme miktarı ve kolonlara gelen kesme kuvveti azaltılabilir.



Şekil 65- Güçlendirilmiş Perde Görünüşü



Şekil 66- Güçlendirilmiş Perde Görünüşü

6.DUVARLARIN GÜÇLENDİRİLMESİ

6.1. DOLGU DUVARLARIN HASIR ÇELİK DONATILI ÖZEL SIVA İLE GÜÇLENDİRİLMESİ

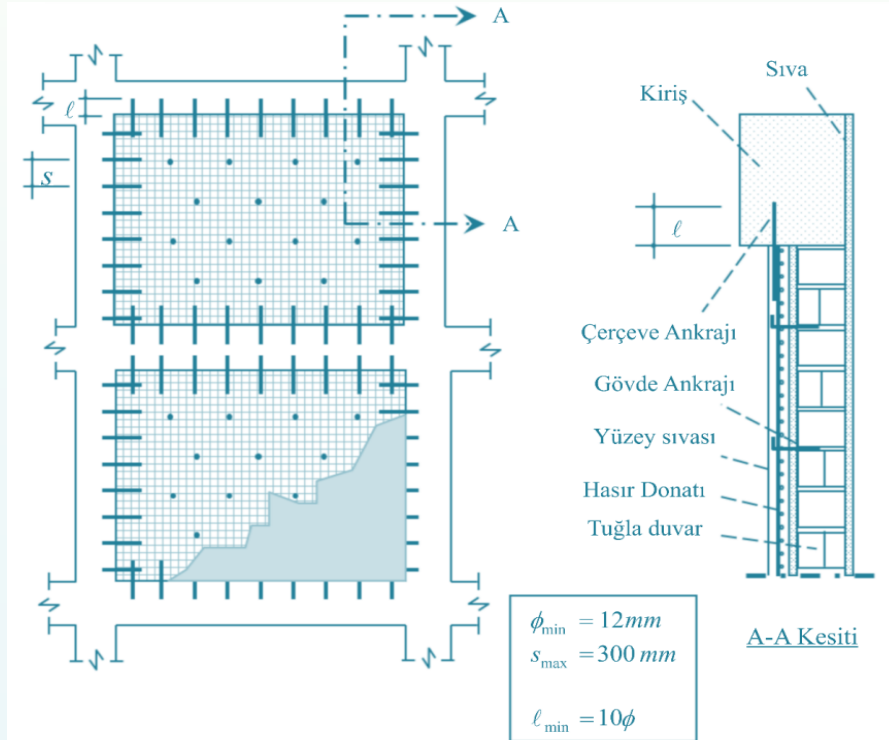
Dolgu duvarlarının rijitliği ve kesme dayanımı, duvar yüzüne uygulanan hasır çelik donatılı, özel karışımlı siva tabakası ile arttırılabilir.

(a) Siva tabakasının kalınlığı en az 30 mm, hasır donatı beton örtüsü ise en az 20 mm olmalıdır. Sivanın basınç dayanımı en az 5 MPa olacaktır.

(b) Güçlendirilecek duvarların köşegen uzunluğunun güçlendirme öncesi kalınlığına oranı 30'dan küçük olmalıdır. Bu türlü uygulamalarda mevcut çerçeve içinde basınç çubuğu oluşumu sağlanmalı ve çerçeveye yük aktarımı için gerekli ankrajlar düzenlenmelidir.

Bunun için uygulamanın yapılacağı duvar yüzü ile çerçeve elemanlarının dış yüzü arasında en az 30 mm derinliğinde boşluk olmalıdır (Şekil 15C.1). Aksi halde bu tür duvar güçlendirmesi uygulanamaz.

(c) Donatılı sıva tabakası ile çerçeve elemanları arasında kullanılacak çerçeve ankraj çubuğunun en küçük çapı 12 mm, en az ankraj derinliği çubuk çapının on katı ve en geniş çubuk aralığı 300 mm olmalıdır. Ayrıca donatılı sıva tabakası ile mevcut dolgu duvarın birlikte çalışmasının sağlanması için duvar düzlemine dik yönde, her bir metrekare duvar alanında dört adet gövde ankraji yapılacaktır. Duvara dik yönde yapılacak gövde ankraj çubukları dolgu duvarın harç derzleri içine gömülecek ve çubuk çapı en az 8 mm, ankraj derinliği çubuk çapının en az on katı olacaktır. Duvar düzlemine paralel ve dik doğrultuda yapılacak tüm ankraj çubukları açılacak deliklere epoksi esaslı bir malzeme ile ekilecek ve uçları L şeklinde 90 derece bükülerek hasır donatının içine geçirilecektir. Uygulama detayları Şekil 15C.1’de gösterilmektedir. (TBDY 2018 EK15C)



(Şekil 15C.1)

6.2. DOLGU DUVARLARININ LİFLİ POLİMERLER İLE GÜÇLENDİRİLMESİ

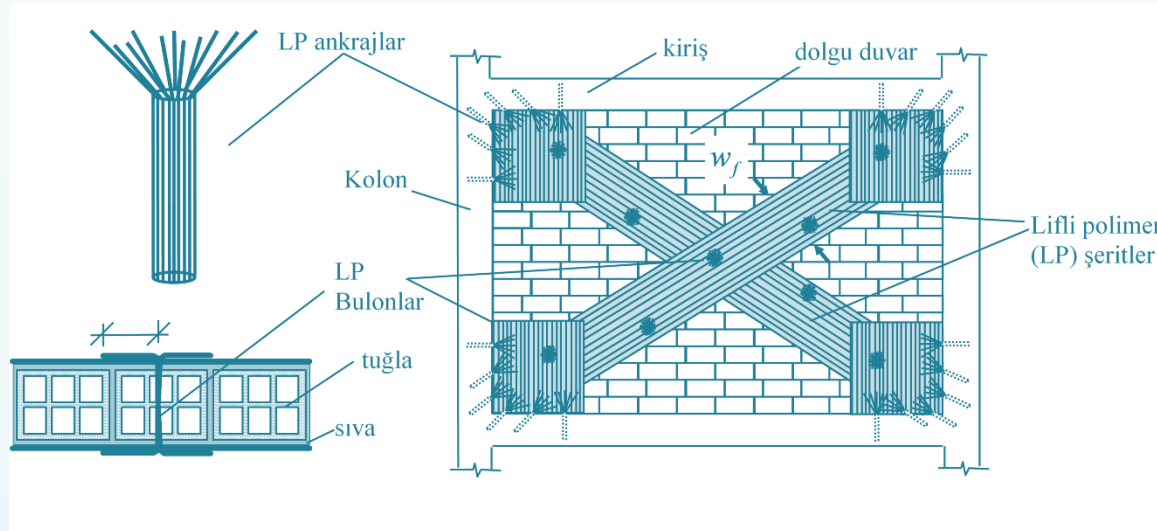
15C.3.1 – Uzunluğunun yüksekliğine oranı 0.5 ile 2 arasında olan dolgu duvarlarının rijitliği ve kesme dayanımı, duvar yüzüne uygulanan lifli polimerler (LP) ile arttırılabilir.

- (a) Bu tür uygulamalarda mevcut çerçeve içinde basınç çubuğu oluşumu sağlanmalı ve çerçeveye yük aktarımı için gerekli ankrajlar düzenlenmelidir. Bunun için uygulamanın yapılacağı duvar yüzü ile çerçeve elemanlarının dış yüzü arasında en az 30 mm derinliğinde boşluk olmalıdır. Aksi halde bu tür duvar güçlendirmesi uygulanamaz.
- (b) Köşegen lifli polimer şeritlerin detaylandırılması Şekil 15C.2’de gösterilmektedir. Köşe bölgelerde yük dağılımını sağlayabilmek ve betonarme çerçeve ile LP şeritler arasında yeterli sayıda ankraj yerleştirebilmek için şerit genişliğinin 1.5 katından az olmayan genişlikte kare LP levhalar kullanılacaktır. Lifli polimer uygulaması duvarın iki tarafından yapılacak ve LP şeritler duvar kalınlığınca geçen LP bulonlar ile duvara sabitlenecektir.
- LP bulonlar arasındaki mesafe 600 mm’den fazla, bulonun köşegen şerit kenarına uzaklığı ise 150 mm’den fazla olamaz. Köşegen LP şerit ile çerçeve arasındaki yük aktarımını sağlamak için LP ankrajlar kullanılacaktır.

LP ankrajlar LP şeritlerin epoksi ile doyurulması ve bir silikon çubuk etrafına sarılması ile oluşturulacaktır. LP ankrajların uçları yelpaze şekline getirilecek ve en az dört adet ankraj köşegen LP şerit yönünde olacak şekilde beton içinde açılan tozdan arındırılmış deliğe epoksi enjekte edilerek yerleştirilecektir.

Ankraj yapımında çubuk etrafına sarılan LP'nin genişliği 100 mm'den az olmayacaktır. Ankraj deliğinin çapı 10 mm'den, derinliği ise 150 mm'den küçük olmayacaktır. Buna göre hazırlanan bir ankrajın çekme dayanımı olarak, 20 kN veya silikon çubuk etrafına sarılan LP'nin çekme kapasitesinin %30'undan küçük olanı olarak alınacaktır.

(c) Güçlendirilen dolgu duvarlarında oluşan kuvvetlerin zemine güvenle aktarılması için gerekli olan temel düzenlemesi yapılmalıdır. Lifli polimerler ile güçlendirilen duvarlar aşağıda verilen esaslara göre yapı modeline katılacaktır. (TBDY 2018 EK15C.3)



(Şekil 15C.2)

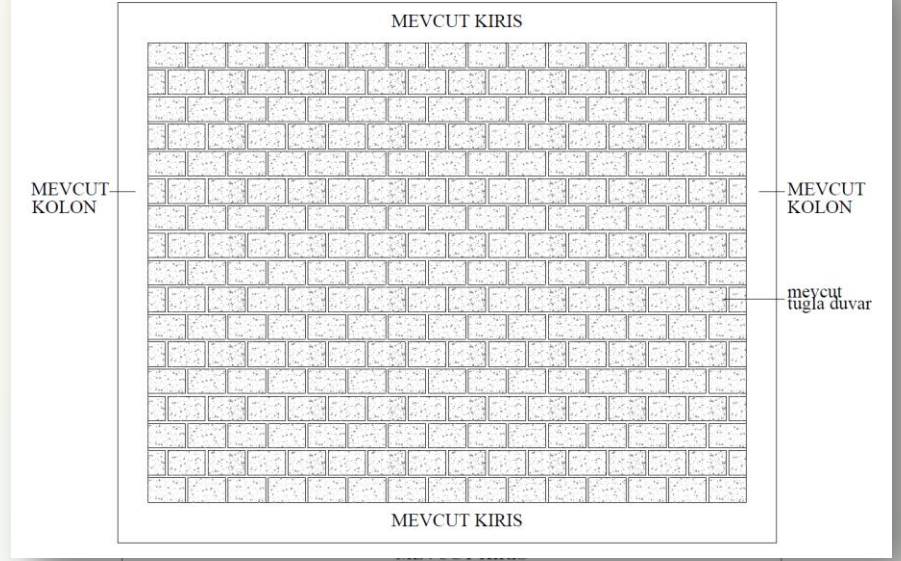
6.3.DOLGU DUVARLARININ İLAVE DÜŞEY VE YATAY HATILLARLA İLE GÜÇLENDİRİLMESİ

Mevcut duvarların deprem sırasında yıkılmasını önlemek için yatay ve düşeyde hatıllar yapılır.

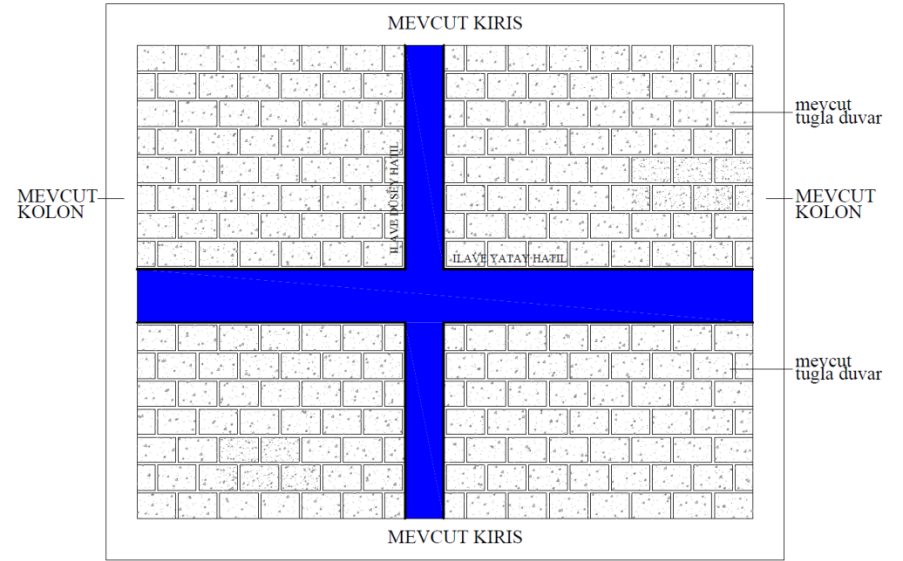
Yatay uzunluğu 6m'yi düşey uzunluğu 4m'yi geçen duvarlar için özel bir önlem alınmamış ise hatıllar yapmak gerekir. Şekil 67'deki gibi yatay ve düşey uzunlukları fazla olan duvarlarda 68'deki gibi ilave hatıllar yapılabilir. Hatıllar, daha önce kiriş ve kolon ilavesindeki genel kurallar göz önünde tutularak detaylandırılmalıdır.

Mimari nedenlerle mevcut duvarların içine açılacak boşluklar içinde boşluğun etrafına yatay ve düşey hatıllar yapılabilir.

Hatıl ilave edilerek yapılan duvar güçlendirilmesi sonrası ilave hatıl ile mevcut duvarın beraber çalışması sağlanabilmelidir.



Şekil 67-mevcut Duvar Görünüşü



Şekil 68- Güçlendirilmiş Duvar Görünüşü

ONARIM DETAYLARI

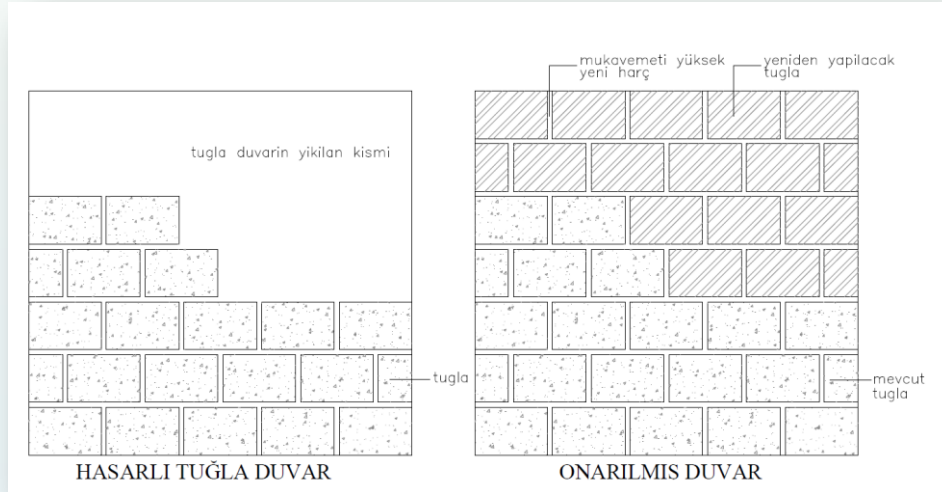
Mevcut yapıların pek çoğunda zaman içerisinde oluşan lokal yada daha kapsamlı yıpranmalar olabilir. Güçlendirme yapılsın veya yapılmazın bu yıpranmalara karşı onarımlar yapılması, binanın ömrünün uzaması, hasarın artmaması için gereklidir.

Güçlendirme projesi yapılmış bir binanın uygulaması sırasında da müdahale edilmemiş taşıyıcı elemanlarında onarımı gerekebilir.

1.DOLGU DUVARLARIN ONARIMI

Tekniğine uygun örülmemiş, zamanla harcı veya tuğlası hasar görmüş duvarlar güçlendirme sırasında mutlaka gözden geçirilmelidir.

Mevcut duvarlar yıkılarak yeniden yapılabileceği gibi hasarları onarılarak ta güçlendirilebilir. Mevcut duvarları Şekil 69'daki gibi kısmen yıkılmış veya duvar örgüsü tekniğine uygun yapılmamış olabilir.

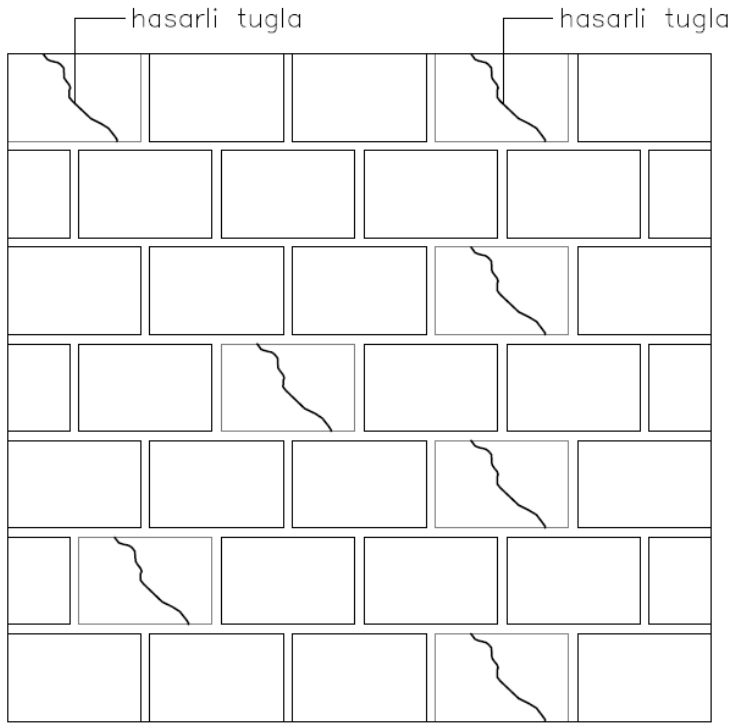


(Şekil 69)

Bu durumda;

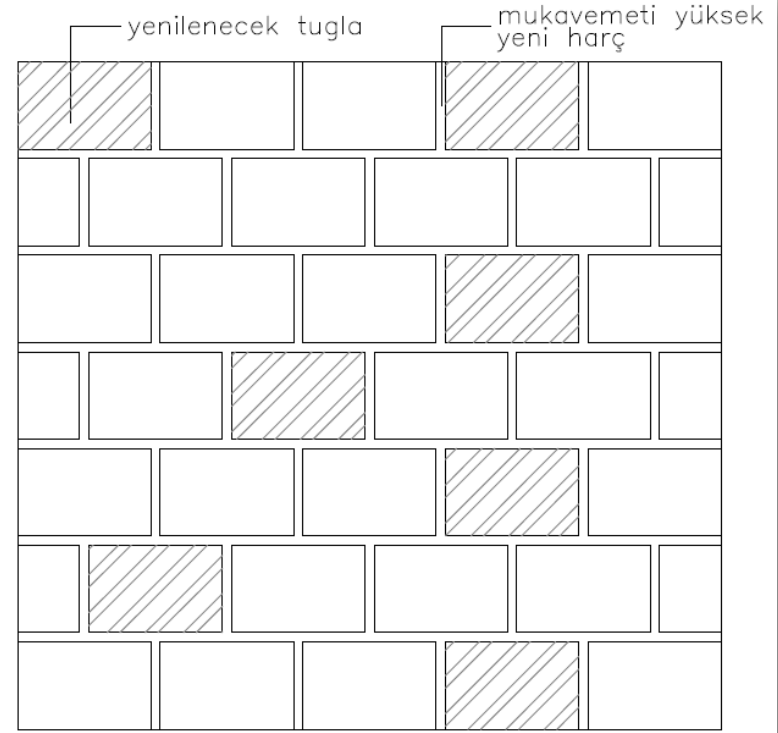
- İlave edilecek kısımlara yüz olan duvarın yüzeyinde ki kir, pas ve harç temizlenir.
- Eksik kısımlar uygun ebat ve özelliklere sahip tuğla ile ve harç ile tamamlanır.
- Tuğla örümü sırasında derzlerin üst üste gelmemesi sağlanır.
- Yeni kullanılacak tuğlanın ve harcın mukavemetinin mevcut tuğla ve harçtan az olmamasına dikkat edilir.

Mevcut duvarın şekil 70'deki gibi, bazı tuğlalarında hasar oluşmuş olabilir.



HASARLI TUĞLA DUVAR

(Şekil 70)

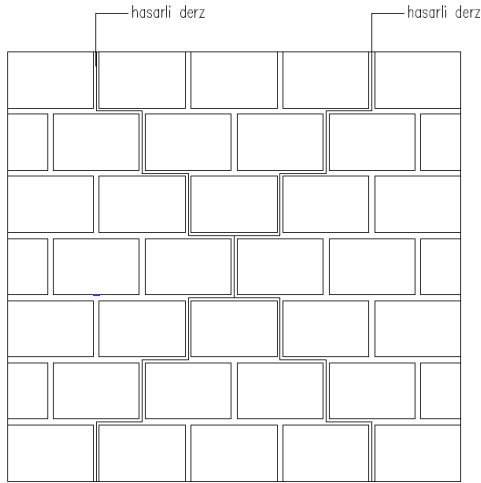


ONARILMIS DUVAR

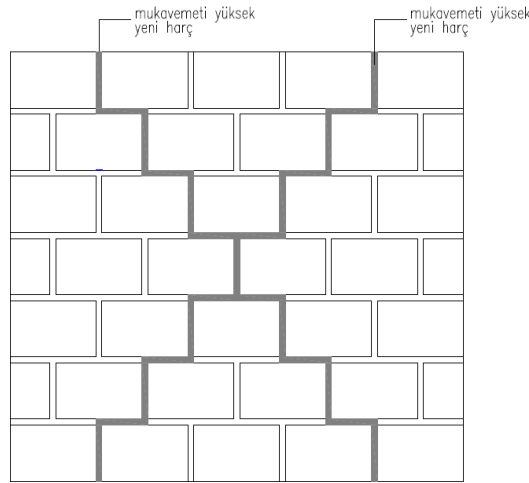
Bu durumda;

- Mevcut duvarda hasar görmüş tuğlalar çürütülerek çıkartılır
- İlave edilecek kısımlara yüz olan duvarın yüzeyinde ki kir, pas ve harç temizlenir.
- Eksik kısımlar uygun ebat ve özelliklere sahip tuğla ile ve harç ile tamamlanır.
- Yeni kullanılacak tuğlanın ve harcın mukavemetinin mevcut tuğla ve harçtan az olmamasına dikkat edilir.

Mevcut duvarın Şekil 71'deki gibi tuğlalarında herhangi bir hasar olmayıp, derzleri yıpranmış-boşalmış olabilir.



HASARLI TUĞLA DUVAR



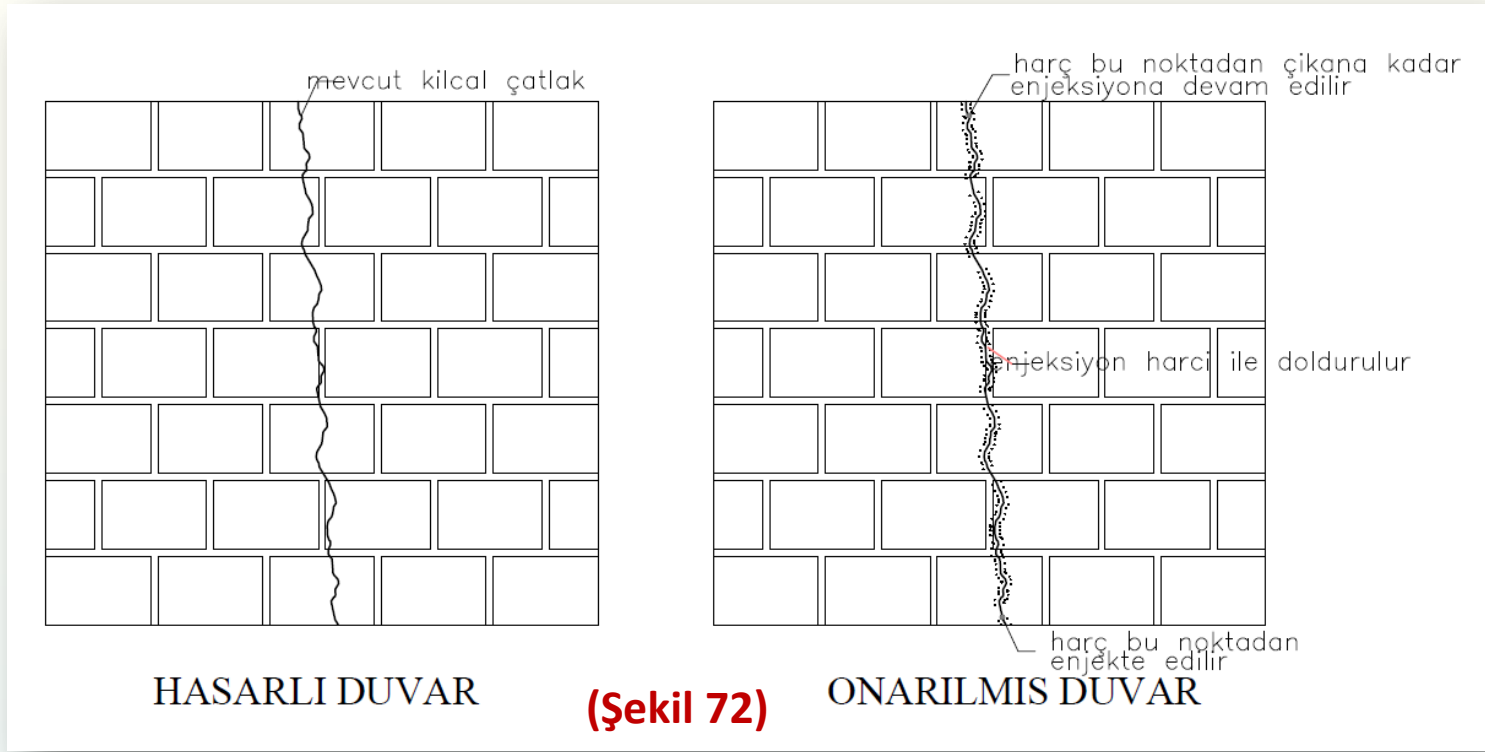
ONARILMIŞ DUVAR

Bu durumda;

- Mevcut duvarda yıpranmış-boşalmış derzlerdeki harçlar sökülür.
- Derzlerin arası kir, pas ve harç basınçlı su, hava ve fırça yardımı ile temizlenir.
- Boşalan derzler mevcut harçtan daha yüksek mukavemetli harç ile doldurulur.

(Şekil 71)

Mevcut duvarda Şekil 72'deki gibi kılcal çatlaklar oluşmuş olabilir.



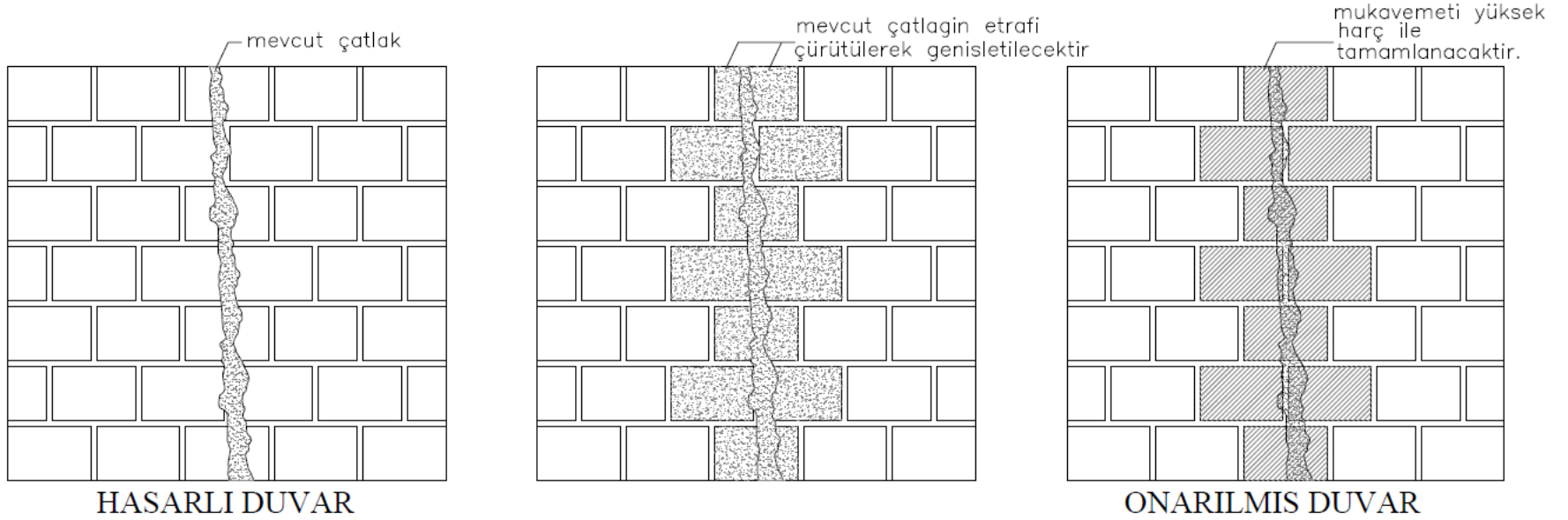
Bu durumda;

- Mevcut duvarda çatlak boyunca 10-15 cm derinliğinde delikler açılır (delikler arasındaki mesafe ön görülen çatlak derinliğine göre değişebilir)
- Gevşek duvar harç parçaları temizlenir.
- Çatlak genişliğine uygun olarak panker denilen malzeme yerleştirilir.
- Enjeksiyon pompası pankerlere yerleştirilerek üst pankerden çıkana kadar pompalanır.
- Malzeme üst pankerden çıktığında bir önceki panker kapatılır ve enjeksiyon bitene kadar adım adım yukarıya doğru devam ettirilir.

Bu imalat, konusunda uzmanlaşmış firmalar tarafınca yapılmalıdır.

Mevcut duvardaki çatlağın Şekil 73'deki gibi derin çatlaklar olması durumunda;

- Mevcut çatlağın etrafı çürütülerek genişletilir.
- Çürütülen kısım basınçlı su, hava ve fırça yardımı ile temizlenir.
- Oluşan boşluk mukavemeti yüksek harç ile doldurulur.



(Şekil 73)

2. KOROZYON ONARIMI

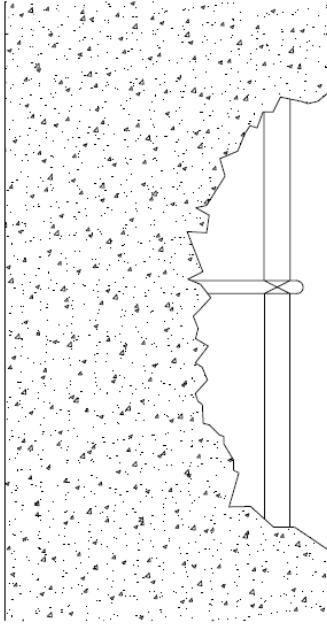
Korozyon metallerin içinde bulundukları ortam ile kimyasal veya elektro kimyasal reaksiyonlara girerek metalik özelliklerini kaybetmesidir.

Donatı hava ve suyun etkisi ile zaman içerisinde özelliğini kaybeder, kabarır, kesiti azalır, daha ileri aşamalarında kopar.

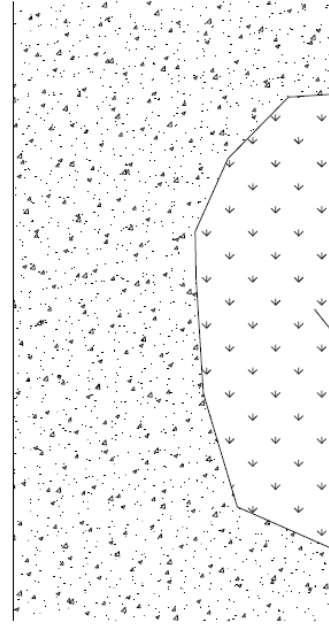
Korozyondan oluşan çatlaklar kolon ve kirişlerin boyları yönünde oluşan çatlaklardır. Donatını şişmesinden kaynaklı paspayının koptuğu da görülür.

Korozyonun önlenmesi için yüzeyin hava ve su ile tepkimesi önlenmelidir.





HASAR GÖRMÜS ELEMAN



ONARILMIS ELEMAN

GRAUT

(ÇİMENTO ESASLI
DÖKÜM HARCİ)

Korozyon hasarlarının onarımı için;

- Korozyon olan elamanın üzerinde kabarmış betonlar kırılarak temizlenir
- Donatılar açığa çıkartılarak fırça yardımı ile donatının üzerinde oluşan kabarmış tabakadan arındırılır. Ayrıca donatının üzerindeki pasın giderilmesi için solventler kullanılabilir.
- Donatının üzerine korozyon önleyici kimyasal sürülür
- Mevcut beton ile yeni betonun arasına adenasını artıracak uygun şerbet ve harçlar kullanılır
- Hasarlı kısımlar yüksek mukavemetli harç ile sıva yöntemi ile doldurulur.

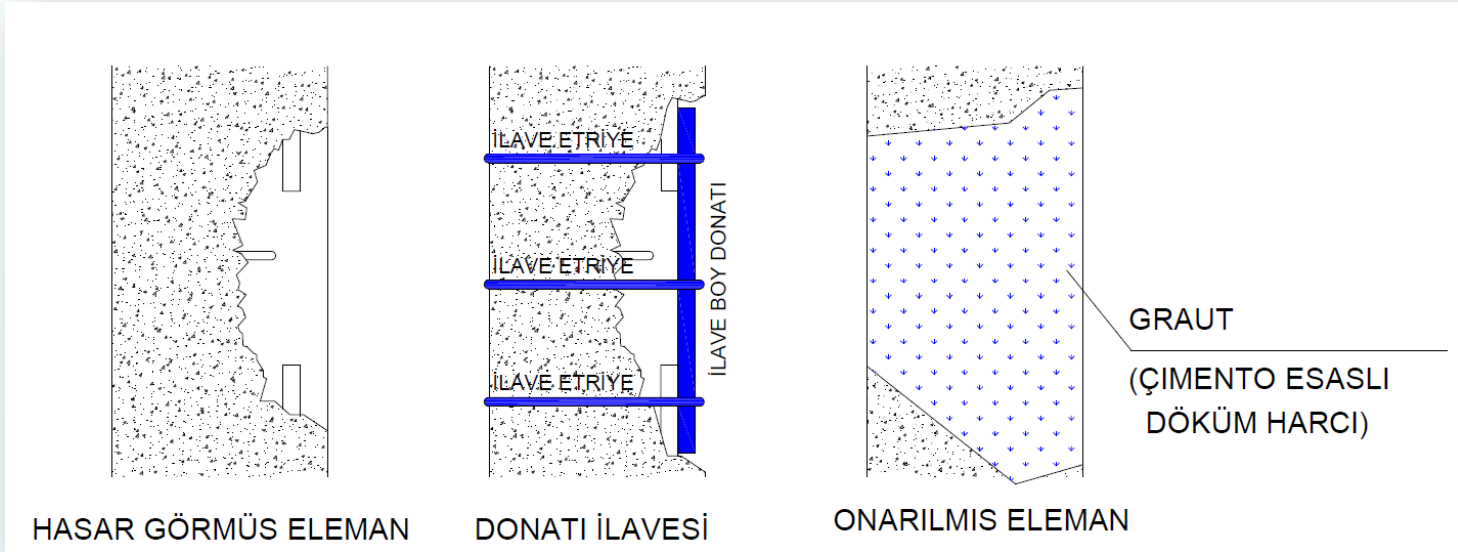
3. KOPAN DONATILARIN ONARIMI

Aşırı korozyon etkisiyle veya dış müdahalelerle (tesisat geçirmek, baca açmak gibi nedenlerle) taşıyıcı elemanların donatılarının açığa çıktığı, mevcut etriyelerin ve boy donatılarının incelendiği, koptuğu veya kesildiği görülür.



Bu tür hasarlarda; şekil 75' de görüldüğü gibi

- Korozyon olan elamanın üzerinde kabarmış betonlar kırılarak temizlenir.
- Donatılar açığa çıkartılarak fırça yardımı ile donatının üzerinde oluşan kabarmış tabakadan arındırılır. Ayrıca donatının üzerindeki pasın giderilmesi için solventler kullanılabilir.
- Donatının üzerine korozyon önleyici kimyasal sürülür
- Donatıda kopmalar var ise, müdahale edilebilecek kadar kısım kırılarak alan genişletilir. Şekil-75'deki gibi en az kopan donatı kadar donatı ilavesi yapılır. İlave boy donatılar mevcut boy donatıya etriye ile bağlanmalıdır. Etriyelerde kopmalar var ise en az kopan etriye kadar etriye eklenir.
- Mevcut beton ile yeni betonun arasına adenasını artıracak uygun şerbet ve harçlar kullanılır
- Hasarlı kısımlar yüksek mukavemetli harç ile kademeli olarak sıva yöntemi ile doldurulur.
- Kademeli sıva yöntemi ile doldurulamayacak kadar büyük boşluklara kalıp yapılarak beton dökülebilir.



(Şekil-75)

4.ÇATLAKLARIN ONARIMI

Oluşan çatlağın nedeni bilinmeden onarımının yapılması, tekrar çatlamamanın engellenmesini sağlamayabilir. Bu nedenle öncelikle çatlak nedeni araştırılmalıdır.

A-YAPISAL ÇATLAKLAR:

Bu tip çatlaklar yapının işlevi gereği taşınması gereken gerilmelere taşıyıcı elemanların kapasitelerinin yetmemesinden kaynaklanır.

Eğilmenin en yüksek olduğu yerlerde kolon ve kiriş boylarına dik eğilme çatlakları, kolon, perde, kiriş, duvar düşey eksenine eğik (45 derece civarında) meydana gelen kesme çatlakları, yapı elemanlarının dönmesinden kaynaklı oluşan çekme gerilmesine dik yönde ve yapı elemanını eksenine eğik yönde oluşan çatlamlar ve ezilmenin olduğu burulma çatlaklar örnek gösterilebilir.

Zemin oturmasından kaynaklanan çatlaklar ancak zemin iyileştirilmesi, oturmanın engellenmesi ile çözülebilir.

Moment ve kesme kuvvetinin aşımından, burulmadan kaynaklanan çatlaklar ise ya yükün kaldırılması veya yükü taşıyabilecek şekilde taşıyıcı elemanların güçlendirilmesi ile giderilebilir.

B-UYGULAMA NEDENLİ ÇATLAKLAR

B1-TAZE BETON ÇATLAKLARI

Genellikle geniş yüzeye uygulanan betonlarda sıkça görülür. Beton dökümünden sonra 30 dakika ile 5 saat gibi bir zamanda oluşurlar. Kılcal olabildikleri gibi daha derin ve uzun olabilirler.

B2-OTURMA ÇATLAKLARI

Bu çatlaklar yeni dökülmüş, pas payı yeterince bırakılmamış, kürü uygulanmamış, gereğinden fazla su ile karıştırılmış ve sıkıştırılmamış betonlarda, boşluklu betonarme elemanlarda, donatının fazla olduğu bölgelerde ve betonun uygun yerleştirilmediği yerlerde, üst yüzeye yakın donatının hemen üzerinde oluşur.

B3-PLASTİK RÖTRE (BÜZÜLME) ÇATLAKLARI

Bu çatlaklar, genellikle sıcak, kuru, rüzgarlı havalarda dökümü yapılan betonlarda görülür. Döşeme ve saha betonlarında daha çok rastlanır. Rastgele dağılmış, çeşitli boy ve genişliklerde oluşurlar. Genellikle çatlak genişlikleri 1mm'den az ve yüzeyseldir. Derine inmez ve yapı güvenliği bakımından tehlikesizdir. Onarımı görsel amaçlı talep edilir.

B4-TİTREŞİM ÇATLAKLARI

Yapı içinde titreşim yapan makineler, çevrede çalışan iş makineleri ve ağır trafik yükleri gibi nedenlerle oluşur.

Çatlak onarımı, sızıntıları güvenli bir şekilde kapatmak, taşıyıcı elemanı uzun süre için su geçirmez hale getirmek için yapılır.

Çatlama hasarının onarılmasının ön şartı; deformasyonun kabul edilebilir seviyede olmasıdır. Hafif hasarlı, kısmen orta hasarlı elemanlarda çatlak onarımı yapılabilir.

Güçlendirilmesine gerek duyulmayan, onarılmasıyla yetinilmesi düşünülen hasarlar için kullanılır. Bu nedenle çatlaklar yerinde detaylı incelenmeli ve yapısal hasar olmadığına kanaat getirildiğinde onarılmalıdır.

Uygulama nedenli çatlakların onarımına karar verilirken, oluşan çatlak yapısal bütünlüğünü bozmuyorsa, poliüretan harçlar veya yapısal olmayan malzemelerle doldurulabilir.

Çatlakların onarımı için epoksi enjeksiyonu da kullanılabilir. Epoksi enjeksiyonu nemden arındırılmayan ve korozyonlu donatıların bulunduğu yerlerde kullanılmamalıdır. Kullanıldığı takdirde korozyon yeni çatlaklar oluşturacaktır.

Epoksi enjeksiyonu ile onarım yapılırken;

- Öncelikle hasarlı bölge açılarak donatı temizlenir.
- Donatılar gerekli yapı kimyasallarıyla astarlanır
- Hasarlı bölgeye epoksi (yüksek mukavemetli yapıştırıcı özellikli malzeme) enjeksiyonu yapılır.
- Yüzey koruyucu olarak ta kimyasal içerikli çimento esaslı harç veya reçine kaplanır.



Çatlakların doldurulmasında epoksi enjeksiyonunun dışında çimento şerbeti, çok ince kumlu yüksek çimento oranlı harçlar vb. özel katkılı maddeli harçlar kullanılabilir.

Çimento şerbeti ve epoksi reçinelerinin çatlakların derinine kadar gidebilmesi, çatlakların boşluksuz doldurabilmesi için basınç altında uygulanması gerekir.

SONUÇ

Sunumda genel olarak kullanılan güçlendirme ve onarım detaylarından bahsettim. Bu detaylar ihtiyaca göre geliştirilebilir.

Tasarlanan detayların kolay, uygulanabilir, denenmiş ve test edilmiş olmasına özen göstermek gerekir. Özellikle farklı malzemeler bir arada kullanıldığında, bu malzemelerin birlikte çalışabileceğine ikna olmak gerekir.

Unutulmamalıdır ki güçlendirme proje ve uygulaması her yapının ihtiyacına göre dikkatle belirlenmelidir. Genel kuralların dışında binaya özel çözümler üretmek gerekebilir.

Güçlendirme projesi ve uygulaması tek seferde kararları verilebilen ve yapılabilen bir iş değildir, taşıyıcı elemanların yerinde tekrar tekrar incelenip, tasarım sırasında görülemeyen farklılıklara göre yeniden düşünülmesi ve detaylandırılması gerekebilir.

TEŞEKKÜRLER