

## ÖZET

Bu çalışmada “beton dayanımı yetersiz betonarme taşıyıcı sistemlerde çelik konstrüksiyon ile kesitlerin taşıma gücü kapasiteleri artırılarak bölgesel güçlendirme yoluyla betonarme yapılarda taşıma gücü güvenliğinin artırılması için tasarım ilkelerinin belirlenmesi” amaçlandı. Tasarım zayıflıkları olarak ortaya çıkan yapısal düzensizlikler, bunların depremde yapının mekanik davranışına etkileri ve bu açıdan betonarme yapıların genel güçlendirme esasları da özetlendi. Plak döşemelerden, giriş ve kolonlardan oluşan, betonarme perde içermeyen, 7 katlı, C14, C20, C25 C30 beton ve S220 ve S420 çelik malzeme kullanılarak sekiz adet konut türü minimum kesitlere sahip betonarme yapı taşıyıcı sistemleri tasarlandı. Bu sistemlerde bölgesel beton dayanımı yetersizlikleri oluşturularak bölgesel veya yerel güçlendirmenin teknik bakımdan yeterli ve ekonomik bakımdan uygun olduğu güçlendirme gerektiren yapılar durumuna getirildiler. Güçlendirme gerektiren bu taşıyıcı sistemlerin önce betonarme manto ve/veya perdelerle yapının taşıma gücü yetersizliklerini giderecek şekilde güçlendirme tasarımları yapıldı. Aynı taşıyıcı sistemlerde kesitlerin taşıma gücü kapasiteleri mevcut betonarme elemanlara bulonlu ve kaynaklı birleşimli çelik levha ve/veya profiller bağlanması tasarlanarak yapının taşıma gücü yetersizlikleri giderildi. Taşıyıcı eleman kesitlerinin yapıda süreksizlikler oluşturmayacak biçimde güçlendirilmesinin yapının taşıma gücü yetersizliğini gidereceği varsayıldı.

Bu çalışmada yalnız bir katta sınırlı bir bölgede beton dayanımı yetersizliği bulunan betonarme taşıyıcı sistemin yeterli beton dayanımlı taşıma gücü güvenliği düzeyine güçlendirme maliyetlerinin çelikle bölgesel güçlendirme halindeki göre betonarme manto kullanılması halinde 6 defa daha, betonarme perdelerle güçlendirme halinde 7 defa daha büyük olduğu görüldü.

Anahtar kelimeler: Betonarme, güçlendirme, çelik konstrüksiyon, taşıma gücü güvenliği, betonarme manto, betonarme perde.

## SUMMARY

This work concentrates on “the determination of principles for the retrofitting or strengthening of reinforced concrete structures with poor concrete strength, aiming at increasing the level of confidence in structural safety by increasing the load carrying capacities of critical structural element sections”. Structural irregularities occurring in the form of structural deficiencies, their influence on the earthquake safety and the principles of structural strengthening of reinforced concrete structures in general is also summarized. Reinforced concrete seven-storeyed eight residential buildings composed of slabs, beams and columns, without any shear-walls, were designed to minimum cross-sections using C14, C20, C25, C30 concrete strengths and S220 and S420 reinforcing steel. These structures were then brought into state of insufficient structural load bearing safety condition by assuming concretes of 7 MPa, 10 MPa, 12 MPa and 15 MPa characteristic strengths, respectively, in a certain region of each structure so as to obtain structures in which local retrofit or strengthening would be technically and economically feasible. Strengthening designs to bring them to their original states of structural safety were made for these unsafe structures using reinforced concrete jackets, reinforced concrete shear-walls. The insufficiencies in the structural safety levels of these structures were removed also by designing strengthening or retrofitting at the critical sections of the reinforced concrete elements with steel plate jackets and/or shapes with welded and bolted connections and ties. It was assumed that by strengthening the critical sections of the structural members without introducing discontinuities would remove the insufficiencies in the level of structural safety.

In this work, for the reinforced concrete structures with insufficient concrete strength at a floor in a limited region, it was found that the cost of strengthening to the original level of structural safety with as-designed concrete strength is greater than that of steel by 6 times for reinforced concrete jacketing, and 7 times for reinforced concrete shear-walls.

Keywords: Reinforced concrete, reinforcing/retrofitting, steel construction, structural safety, reinforced concrete jacket, reinforced concrete shear-wall.

## TEŐEKKÖR

“Betón Dayanımı Yetersiz Betonarme Taşıyıcı Sistemlerin Çelik Konstrüksiyon ile Güçlendirme Tasarım Esaslarının Belirlenmesi” konulu Tez çalışmamda bilgi ve desteğini esirgemeyen danışmanım Sayın **Prof. Dr. Abdurrahman GÖNER**'e teşekkür ederim.

Aralık, 2003

**ÇORLU**

Çağlar GÖKSU

## **ÖNEMLİ UYARI**

Bu çalışma kuramsal ve konstrüktif bilgiler ile sayısal örnekleri içermektedir. Laboratuarda veya uygulamada henüz bu çalışmadaki şekliyle denenmemiş ve standardlaştırılmamış olan özgün bilgilerin, ilkelerin, ilgili matematik formülasyonun ve sayısal sonuçların uygulamada kullanılmasından kaynaklanabilecek sorunlardan doğal olarak doğrudan ve sadece kullanıcı sorumludur.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>v</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>viii</b>
<b>SEMBOL LİSTESİ</b> .....	<b>x</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>xiv</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>xviii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK ile İLGİLİ DEĞERLENDİRMELER</b> .....	<b>3</b>
<b>3. BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLERİN TAŞIMA GÜCÜ GÜVENLİĞİNİN ARTIRILMASI</b> .....	<b>5</b>
3.1 ELEMANLARIN KESİTLERİNİN TAŞIMA GÜCÜNÜN ARTIRILMASI.....	5
3.1.1 Betonarme Manto Uygulaması.....	5
3.1.2 Çelik Profillerle Ve Levhalarla Güçlendirme.....	7
3.1.2.1 Çelik levha ile güçlendirme.....	7
3.1.2.1.1 Kirişlerin çelik levha kullanılarak güçlendirilmesi.....	10
3.1.2.1.2 Kolonların çelik levha kullanılarak güçlendirilmesi.....	11
3.1.2.1.3 Kolon-kiriş birleşim bölgelerinin çelik levha kullanılarak güçlendirilmesi.....	12
3.1.2.2 Çelik profil iskelet geçirme.....	14
3.1.2.3 Çelik levha kılıf geçirme.....	15
3.1.3 Betonarme Kolon Eksenine Dik Doğrultuda Ön-Germe ile Güçlendirme.....	16
3.2 TAŞIYICI SİSTEMİN GÜÇLENDİRİLMESİ.....	17
3.2.1 Çelik Çapraz Elemanlarla Güçlendirme.....	18
3.2.2 Çelik Kafes Sistem ile Güçlendirme.....	21
3.2.3 Betonarme Perde ile Güçlendirme.....	22
3.3 ÇELİK LEVHA ve PROFİLLER ile GÜÇLENDİRMEDE KULLANILACAK MALZEMELER, BİRLEŞİM ARAÇLARI.....	25
3.3.1 YAPI ÇELİĞİ.....	25
3.3.2 ÇELİK BİRLEŞİM ARAÇLARI.....	26
3.3.3 YAPIŞTIRMA VE DOLGU MALZEMELERİ.....	27

3.3.3.1 Karbon Lifli Şeritler ve Şilteler (Kanaviçeler) .....	27
<b>4 . ÇERÇEVE TAŞIYICI SİSTEM İÇERİSİNDE BETONARME PERDE veya ÇELİK KAFES GÜÇLENDİRMENİN OLUŞTURABİLECEĞİ SORUNLAR.....</b>	<b>29</b>
<b>5. GÜÇLENDİRME TASARIMI .....</b>	<b>31</b>
5.1 BETON DAYANIMI YETERSİZ BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLERİN BETONARME MANTO VE PERDELERLE GÜÇLENDİRİLMESİ.....	32
5.2 BETON DAYANIMI YETERSİZ BETONARME KESİTLERİN ÇELİK LEVHA VEYA PROFİLLERLE GÜÇLENDİRİLMESİNDE TASARIM İLKELERİ .....	37
5.3 BULONLARIN HESAP ESASLARI .....	43
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>229</b>
6.1 Kaynak Yayın Değerlendirmesi Sonuçları.....	229
6.2 Tez Çalışmasında İncelenen Taşıyıcı Sistem ve Betonarme Manto ve Betonarme Perde Eklenerek Güçlendirme Tasarımları Üzerinde Değerlendirme Sonuçları .....	232
6.3 Tez Çalışmasında İncelenen Taşıyıcı Sistem ve Kesitlerin Taşıma Gücü Kapasitelerinin Çelik Konstrüksiyon Eklenerek Artırılması Yoluyla Güçlendirme Tasarımları Üzerinde Betonarme Manto ve Perde ile Karşılaştırmalı Değerlendirme Sonuçları .....	233
<b>EK A.....</b>	<b>235</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>250</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>251</b>

## SEMBOL LİSTESİ

### 1. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik - 1998'de Kullanılan Simgeler

- A(T)** : Spektral İvme Katsayısı
- A<sub>0</sub>** : Etkin Yer İvmesi Katsayısı
- A<sub>t</sub>** : Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Hesabında Kullanılan Eşdeğer Alan, m<sup>2</sup>
- A<sub>wj</sub>** : Binanın Temel Üstündeki İlk Katında j. Perdenin Brüt Enkesit Alanı, m<sup>2</sup>
- C<sub>t</sub>** : Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Yaklaşık Olarak Belirlenmesinde Kullanılan Katsayı
- D<sub>i</sub>** : Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde Burulma Düzensizliği Olan Binalar İçin i'inci Katta ± %5 Ek Dışmerkezliğe Uygulanan Büyütme Katsayısı
- d<sub>i</sub>** : Binanın i'inci Katında Deprem Yüğüne Göre Hesaplanan Yer Değişirme
- g** : Yerçekimi İvmesi (9,81 m/s<sup>2</sup>)
- G** : Binanın i'inci Katındaki Toplam Sabit Yüğü
- H<sub>i</sub>** : Binanın i'inci Katının Temel Üstünden İtibaren Ölçülen Yüksekliği (Bodrum Katlarında Rijit Çevre Perdelerinin Bulunduğu Binalarda i'inci Katın Zemin Kat Döşemesi Üstünden İtibaren Ölçülen Yüksekliği) [m]
- H<sub>N</sub>** : Binanın Temel Üstünden İtibaren Ölçülen Toplam Yüksekliği (Bodrum Katlarında Rijit Çevre Perdelerinin Bulunduğu Binalarda Zemin Kat Döşemesi Üstünden İtibaren Ölçülen Toplam Yükseklik), m
- h<sub>i</sub>** : Binanın i'inci Katının Kat Yüksekliği
- I** : Bina Önem Katsayısı
- ℓ<sub>n</sub>** : Kolonun kirişler arasında kalan serbest yüksekliği, kirişin kolon veya perde yüzleri arasında kalan serbest açıklığı
- ℓ<sub>wj</sub>** : Binanın Temel Üstündeki İlk Katında j'inci Perdenin, Gözönüne Alınan Deprem Doğrultusunda Çalışan Uzunluğu, m
- N** : Binanın Temel Üstünden İtibaren Toplam Kat Sayısı (Bodrum Katlarında Rijit Çevre Perdelerinin Bulunduğu Binalarda Zemin Kat Döşemesi Üstünden İtibaren Toplam Kat Sayısı)
- n** : Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı
- q<sub>i</sub>** : Binanın i'inci Katındaki Toplam Hareketli Yüğü
- R** : Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
- R<sub>a(T)</sub>** : Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
- R<sub>NÇ</sub>** : Tablo 2.4'te Deprem Yüğülerinin Tamamının Süneklik Düzeyi Normal Çerçeveler Tarafından Taşındığı Durum İçin Tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
- R<sub>YP</sub>** : ABYYHY'1998 [9] Tablo 2.4'te Deprem Yüğülerinin Tamamının Süneklik Düzeyi Yüksek Perdeler Tarafından Taşındığı Durum İçin Tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı

- $S(T)$  : Spektrum Katsayısı  
 $T$  : Bina Doğal Titreşim Periyodu, s  
 $T_1$  : Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodu, s  
 $T_A, T_B$  : Spektrum Karakteristik Periyodları, s  
 $V_i$  : Göz Önüne Alınan Deprem Doğrultusunda Binanın  $i$ 'inci Katına Etki Eden Kat Kesme Kuvveti  
 $V_t$  : Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde Göz önüne Alınan Deprem Doğrultusunda Binaya Etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (Taban Kesme Kuvveti)  
 $W$  : Binanın, Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı Kullanılarak Bulunan Toplam Ağırlığı  
 $W_i$  : Binanın  $i$ 'inci Katının, Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı Kullanılarak Hesaplanan Ağırlığı  
 $\alpha$  : Deprem Derzi Boşluklarının Hesabında Kullanılan Katsayı  
 $\alpha_M$  : Süneklik Düzeyi Yüksek Perdelerin Tabanında Elde Edilen Eğilme Momentleri Toplamının, Binanın Tümü İçin Tabanda Meydana Gelen Toplam Devrilme Momentine Oranı  
 $\Delta_i$  : Binanın  $i$ 'inci Katındaki Görelî Kat Ötelemesi  
 $(\Delta_i)_{max}$  : Binanın  $i$ 'inci Katındaki Maksimum Görelî Kat Ötelemesi  
 $(\Delta_i)_{ort}$  : Binanın  $i$ 'inci Katındaki Ortalama Görelî Kat Ötelemesi  
 $\Delta F_N$  : Binanın  $N$ . Katına (Tepesine) Etkiyen Ek Eşdeğer Deprem Yüğü  
 $\eta_{bi}$  :  $i$ 'inci Katta Tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı  
 $\eta_{ci}$  :  $i$ 'inci Katta Tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı  
 $\eta_{ki}$  :  $i$ 'inci Katta Tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı  
 $E$  : Deprem Yüğü Simgesi  
 $G$  : Sabit Yüğü Simgesi  
 $Q$  : Hareketli Yüğü Simgesi



## 2. Kesit Güçlendirme Tasarımında Kullanılan Simgeler

- $A_a$  : Güçlendiren çelik kesitin alanı
- $b_X$  : Kolonun veya kirişin X doğrultusundaki boyutu (Şekil 5.5 ve 5.7)
- $b_{Xb}$  : Güçlendiren çelik levhanın X doğrultusundaki boyutu (Şekil 5.5)
- $b_Y$  : Kolonun veya kirişin Y doğrultusundaki boyutu (Şekil 5.5 ve 5.7)
- $b_{Yg}$  : Güçlendiren çelik levhanın Y doğrultusundaki boyutu (Şekil 5.5)
- $c_t$  : Bulon yastık bölgesi boyu (Şekil 5.6)
- $f_{ck1}$  : Yeterli beton karakteristik dayanımı
- $f_{ck2}$  : Yetersiz beton karakteristik dayanımı
- $f_{ctk1}$  : Yeterli dayanımlı betonun ezilme dayanımı (bulon yastığı-beton arayüzeyinde)
- $f_{ctk2}$  : Yetersiz dayanımlı betonun ezilme Dayanımı (bulon yastığı-beton arayüzeyinde)
- $l_a$  : Güçlendiren çelik kesitin güçlendirme gereken betonarme eleman parçası üzerinde boyu
- $l_{ba}$  : Güçlendiren çelik kesitin güçlendirme gerekmeyen betonarme eleman üzerinde bağlanma boyu
- $l_n$  : Kolonun serbest yüksekliği, kirişin serbest açıklığı
- $M_{ar}$  : Güçlendiren çelik kesitin moment kapasitesi ( $N = 0$  hali)
- $M_{r1}$  : Beton dayanımı yeterli kesitin moment kapasitesi
- $M_{r2}$  : Beton dayanımı yetersiz kesitin moment kapasitesi
- $N_{1em}$  : Bir bulona eksenine dik doğrultuda emniyet kuvveti
- $N_{1b}$  : Bir bulona eksenine dik doğrultuda güçlendiren çelik kesitten gelen kuvvet
- $N_{ar}$  : Güçlendiren çelik kesitin eksenel yük kapasitesi ( $M = 0$  hali)
- $N_{ar}$  : Güçlendiren çelik kesitin eksenel yük kapasitesi
- $N_{t1em}$  : Bir bulonun ezilme emniyet yükü
- $N_{r2}$  : Beton dayanımı yetersiz kesitin eksenel yük kapasitesi
- $N_{s1em}$  : Bir bulonun makaslama emniyet yükü
- $n_{1.1.1}$  : 1.1 levhasının birim boyundaki bulon sayısı
- $\emptyset_t$  : Bulon yastık bölgesi çapı (Şekil 5.6)
- $Q$  : Yapı elemanına kesite etkileyen kesme kuvveti
- $T_1$  : Birim boya etkileyen kesme kuvveti
- $T_{1al.1}$  : 1.1 levhasının bağlantı elemanlarına birim boyda etkileyen kesme kuvveti
- $t_{Xg}$  : Güçlendiren çelik levhanın X doğrultusundaki kalınlığı (Şekil 5.5)
- $t_{Yb}$  : Güçlendiren çelik levhaların Y doğrultusundaki kalınlığı (Şekil 5.5)
- $V_{ar}$  : Güçlendiren çelik kesitin kesme kuvveti kapasitesi
- $V_{r1}$  : Beton dayanımı yeterli kesitin kesme kuvveti kapasitesi
- $V_{r2}$  : Beton dayanımık yetersiz kesitin kesme kuvveti kapasitesi

- $W_{Xap}$  : Güçlendiren çelik kesitin x eksenine göre plastik mukavemet momenti  
 $W_{Yap}$  : Güçlendiren çelik kesitin y eksenine göre plastik mukavemet momenti  
 $x_g$  : Güçlendiren kesitte tarafsız eksene Y eksenine dik uzaklık (Şekil 5.5)  
 $y_b$  : Güçlendiren kesitte tarafsız eksene X eksenine dik uzaklık (Şekil 5.5)  
 $\Delta N_r$  : Betonarme kesitte aksenal yük taşıma gücü yetersizliği (M = 0 hali)  
 $\Delta V_r$  : Betonarme kesitte kesme kuvveti yetersizliği  
 $\sigma_{ad}$  : Güçlendiren çelik malzemenin tasarım gerilmesi  
 $\sigma_{tem}$  : Güçlendiren çelikte ezilme emniyet gerilmesi  
 $\tau_{sem}$  : Güçlendiren çelikte makaslama emniyet gerilmesi

## ŞEKİL LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Şekil 2.1</b> : Tasarım ivme spektrumları	3
<b>Şekil 3.1</b> : Betonarme manto ayrıntıları	6
<b>Şekil 3.2</b> : Çelik levha ile güçlendirme ayrıntısı örneği	8
<b>Şekil 3.3</b> : Kirişlerin kesme mukavemetinin artırılması ayrıntısı	10
<b>Şekil 3.4</b> : Kiriş-kolon birleşim bölgesinin çelik şeritler sarılarak güçlendirilmesi.	13
<b>Şekil 3.5</b> : Çelik profil iskelet geçirme ayrıntısı	14
<b>Şekil 3.6</b> : Çelik manto ayrıntısı	16
<b>Şekil 3.7</b> : Çerçeve açıklığına bulonlu çelik diyagonal elemanlar yerleştirilmesi	18
<b>Şekil 3.8</b> : Çerçeve açıklığına kaynaklı diyagonal çelik elemanlar yerleştirilmesi	19
<b>Şekil 3.9</b> : Çelik çapraz eleman ile güçlendirmede pencereleri kapamayan dışmerkezli diyagonal yerleştirme düzeni betonarme manto	20
<b>Şekil 3.10</b> : Çelik çerçeveden betonarme elemanlara kuvvet aktarma düzeni ayrıntıları	20
<b>Şekil 3.11</b> : Dışmerkez çelik çaprazların betonarme kirişe bağlanması	21
<b>Şekil 3.12</b> : Güçlendirme perdesinin mevcut kirişi sararak yükselmesi ve mevcut kolonu mantolayarak bütünleşmesi	23
<b>Şekil 3.13</b> : Eksenel perde durumunda donatı düzeni	24
<b>Şekil 5.1a</b> : Tip proje. Birinci kat kalıp planı	33
<b>Şekil 5.1b</b> : Beton dayanımı yetersiz kolon ve kirişlerin yerleri	34
<b>Şekil 5.2</b> : 25224 Projesinde betonarme perdelerin yerleşimi	36
<b>Şekil 5.3</b> : 25224 Projesinde betonarme manto yerleşimi	36
<b>Şekil 5.4</b> : Güçlendiren çelik kesitin ve kiriş üzerindeki birleşim araçlarının (bulonların) yerleşim düzeni	39
<b>Şekil 5.5</b> : Güçlendiren çelik kesit ve bağlantı bulonları yerleşimi	44
<b>Şekil 5.6</b> : Ankraj bulonu	45
<b>Şekil 5.7</b> : S119 kolonu boyut ve donatısı.	53
<b>Şekil 5.8</b> : Manto eklenerek güçlendirilmiş 14224 projesinin 1. mod peryodları $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$	200
<b>Şekil 5.9</b> : Perde eklenerek güçlendirilmiş 14224 projesinin 1'inci mod peryodları $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$	200
<b>Şekil 5.10</b> : Manto eklenerek güçlendirilmiş 14224 projesinin 1. mod vektörü $x_{ij}$ genlikleri.	201

<b>Şekil 5.11</b> : Perde eklenerek güçlendirilmiş 14224 projesinin 1. mod vektörü $x_{ij}$ genlikleri	201
<b>Şekil 5.12</b> : Manto eklenerek güçlendirilmiş 14224 projesinin 1. mod vektörü $y_{ij}$ genlikleri	202
<b>Şekil 5.13</b> : Perde eklenerek güçlendirilmiş 14224 projesinin mod vektörü $y_{ij}$ genlikleri	202
<b>Şekil 5.14</b> : Manto eklenerek güçlendirilmiş 14424 projesinin 1. mod peryodları $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$	203
<b>Şekil 5.15</b> : Perde eklenerek güçlendirilmiş 14424 projesinin 1. mod peryodları $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$	203
<b>Şekil 5.16</b> : Manto eklenerek güçlendirilmiş 14424 projesinin mod vektörü $x_{ij}$ genlikleri	204
<b>Şekil 5.17</b> : Perde eklenerek güçlendirilmiş 14424 projesinin mod vektörü $x_{ij}$ genlikleri	204
<b>Şekil 5.18</b> : Manto eklenerek güçlendirilmiş 14424 projesinin 1. mod vektörü $y_{ij}$ genlikleri	205
<b>Şekil 5.19</b> : Perde eklenerek güçlendirilmiş 14424 projesinin 1. mod vektörü $y_{ij}$ genlikleri.	205
<b>Şekil 5.20</b> : Manto eklenerek güçlendirilmiş 20224 projesinin 1. mod peryodları $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$	206
<b>Şekil 5.21</b> : Perde eklenerek güçlendirilmiş 20224 projesinin 1. mod peryodları $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$ .	206
<b>Şekil 5.22</b> : Manto eklenerek güçlendirilmiş 20224 projesinin 1. mod vektörü $x_{ij}$ genlikleri	207
<b>Şekil 5.23</b> : Perde eklenerek güçlendirilmiş 20224 projesinin 1. mod vektörü $x_{ij}$ genlikleri	207
<b>Şekil 5.24</b> : Manto eklenerek güçlendirilmiş 20224 projesinin 1. mod vektörü $y_{ij}$ genlikleri	208
<b>Şekil 5.25</b> : Perde eklenerek güçlendirilmiş 20224 projesinin 1. mod vektörü $y_{ij}$ genlikleri	208
<b>Şekil 5.26</b> : Manto eklenerek güçlendirilmiş 20424 projesinin 1. mod peryodları $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$ .	209
<b>Şekil 5.27</b> : Perde eklenerek güçlendirilmiş 20424 projesinin 1. mod peryodları $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$ .	209
<b>Şekil 5.28</b> : Manto eklenerek güçlendirilmiş 20424 projesinin 1. mod vektörü $x_{ij}$ genlikleri	210
<b>Şekil 5.29</b> : Perde eklenerek güçlendirilmiş 20424 projesinin 1. mod vektörü $x_{ij}$ genlikleri	210
<b>Şekil 5.30</b> : Manto eklenerek güçlendirilmiş 20424 projesinin mod vektörü	

	$y_{ij}$ genlikleri	211
<b>Şekil 5.31</b>	: Perde eklenerek güçlendirilmiş 20424 projesinin 1. mod vektörü $y_{ij}$ genlikleri	211
<b>Şekil 5.32</b>	: Manto eklenerek güçlendirilmiş 25224 projesinin 1. mod periyodları $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$ .	212
<b>Şekil 5.33</b>	: Perde eklenerek güçlendirilmiş 25224 projesinin 1. mod periyodları $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$ .	212
<b>Şekil 5.34</b>	: Manto eklenerek güçlendirilmiş 25224 projesinin 1. mod vektörü $x_{ij}$ genlikleri	213
<b>Şekil 5.35</b>	: Perde eklenerek güçlendirilmiş 25224 projesinin 1. mod vektörü $x_{ij}$ genlikleri	213
<b>Şekil 5.36</b>	: Manto eklenerek güçlendirilmiş 25224 projesinin 1. mod vektörü $y_{ij}$ genlikleri	214
<b>Şekil 5.37</b>	: Perde eklenerek güçlendirilmiş 25224 projesinin 1. mod vektörü $y_{ij}$ genlikleri	214
<b>Şekil 5.38</b>	: Manto eklenerek güçlendirilmiş 25424 projesinin 1. mod periyodları $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$ .	215
<b>Şekil 5.39</b>	: Perde eklenerek güçlendirilmiş 25424 projesinin 1. mod periyodları $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$	215
<b>Şekil 5.40</b>	: Manto eklenerek güçlendirilmiş 25424 projesinin 1. mod vektörü $x_{ij}$ genlikleri	216
<b>Şekil 5.41</b>	: Perde eklenerek güçlendirilmiş 25424 projesinin 1. mod vektörü $x_{ij}$ genlikleri	216
<b>Şekil 5.42</b>	: Manto eklenerek güçlendirilmiş 25424 projesinin 1. mod vektörü $y_{ij}$ genlikleri	217
<b>Şekil 5.43</b>	: Perde eklenerek güçlendirilmiş 25424 projesinin 1. mod vektörü $y_{ij}$ genlikleri	217
<b>Şekil 5.44</b>	: Manto eklenerek güçlendirilmiş 30224 projesinin 1. mod periyodları $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$	218
<b>Şekil 5.45</b>	: Perde eklenerek güçlendirilmiş 30224 projesinin 1. mod periyodları $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$	218
<b>Şekil 5.46</b>	: Manto eklenerek güçlendirilmiş 30224 projesinin 1. mod vektörü $x_{ij}$ genlikleri	219
<b>Şekil 5.47</b>	: Perde eklenerek güçlendirilmiş 30224 projesinin 1. mod vektörü $x_{ij}$ genlikleri	219
<b>Şekil 5.48</b>	: Manto eklenerek güçlendirilmiş 30224 projesinin 1. mod vektörü $y_{ij}$ genlikleri	220
<b>Şekil 5.49</b>	: Perde eklenerek güçlendirilmiş 30224 projesinin 1. mod vektörü $y_{ij}$ genlikleri	220

<b>Şekil 5.50</b> : Manto eklenerek güçlendirilmiş 30424 projesinin 1. mod peryodları $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$	221
<b>Şekil 5.51</b> : Perde eklenerek güçlendirilmiş 30424 projesinin 1. mod peryodları $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$	221
<b>Şekil 5.52</b> : Manto eklenerek güçlendirilmiş 30424 projesinin 1. mod vektörü $x_{ij}$ genlikleri	222
<b>Şekil 5.53</b> : Perde eklenerek güçlendirilmiş 30424 projesinin 1. mod vektörü $x_{ij}$ genlikleri	222
<b>Şekil 5.54</b> : Manto eklenerek güçlendirilmiş 30424 projesinin 1. mod vektörü $y_{ij}$ genlikleri	223
<b>Şekil 5.55</b> : Perde eklenerek güçlendirilmiş 30424 projesinin 1. mod vektörü $y_{ij}$ genlikleri	223
<b>Şekil 5.56</b> : Beton dayanımları yeterli projelerin 1. mod titreşim peryodları, $T_1$ DOĞAL	224
<b>Şekil 5.57</b> : Beton dayanımları yetersiz projelerin 1. mod titreşim peryodları, $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$	224
<b>Şekil 5.58</b> : 7 kat manto eklenerek güçlendirilmiş beton dayanımı yetersiz projelerin 1. mod dogal titreşim peryodları, $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$	225
<b>Şekil 5.59</b> : 7 kat perde eklenerek güçlendirilmiş beton dayanımı yetersiz projelerin 1. Mod dogal titreşim peryodları, $T_{x1}$ , $T_{y1}$ ve $T_{z1}$	225
<b>Şekil 5.60</b> : Beton güçlendirilmiş beton dayanımı yetersiz projelerin yetersizlik veren kolon ve kiriş sayıları	226
<b>Şekil 5.61</b> : 7 kat manto eklenerek güçlendirilmiş beton dayanımı yetersiz projelerin yetersizlik veren kolon ve kiriş sayıları	226
<b>Şekil 5.62</b> : 7 kat perde eklenerek güçlendirilmiş beton dayanımı yetersiz projelerin yetersizlik veren kolon ve kiriş sayıları	227

## TABLO LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 3.1</b> : Yapı çeliğinin malzeme özellikleri	25
<b>Tablo 5.1</b> : Betonarme taşıyıcı sistem proje kod numaraları ve malzeme tasarım sınıfları	32
<b>Tablo 5.2</b> : Beton dayanımı yeterli 25224 projesinde S119 kolonu STA4CAD analiz sonucu değerleri	53
<b>Tablo 5.3</b> : Beton dayanımı yeterli 25224 projesinde S119 kolonu STA4CAD analiz sonucu donatı değerleri	53
<b>Tablo 5.4</b> : Beton dayanımı yetersiz 12224 projesinde S119 kolonu STA4CAD analiz sonucu değerleri	54
<b>Tablo 5.5</b> : Beton dayanımı yetersiz 12224 projesinde S119 kolonu STA4CAD analiz sonucu donatı değerleri	54
<b>Tablo 5.6</b> : Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kesiti, süneklik alanı yetersiz elemanlar	63
<b>Tablo 5.7</b> : Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar	64
<b>Tablo 5.8</b> : Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$ mod periyodları	65
<b>Tablo 5.9</b> : Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki x doğrultusu ve y doğrultusu mod vektörü genlikleri	66
<b>Tablo 5.10</b> : Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kalıp, beton, çelik miktarları	67
<b>Tablo 5.11</b> : Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri	68
<b>Tablo 5.12</b> : Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti, yığılımlı güçlendirme toplam maliyeti, toplam şantiye bedeli	69
<b>Tablo 5.13</b> : Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kesiti ve süneklik alanı yetersiz elemanlar	70
<b>Tablo 5.14</b> : Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar	75
<b>Tablo 5.15</b> : Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$ mod periyodları	76
<b>Tablo 5.16</b> : Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki x doğrultusu ve y doğrultusu mod vektörü genlikleri	77
<b>Tablo 5.17</b> : Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kalıp, beton, çelik miktarları	78
<b>Tablo 5.18</b> : Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri	79
<b>Tablo 5.19</b> : Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti, yığılımlı	

	güçlendirme toplam maliyeti, toplam şantiye bedeli	80
<b>Tablo 5.20</b>	: Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07424 nolu projedeki kesiti, süneklik alanı yetersiz elemanlar	81
<b>Tablo 5.21</b>	: Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07424 nolu projedeki kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar	82
<b>Tablo 5.22</b>	: 14424 ve 07424 nolu projelerde $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$ mod peryodları	83
<b>Tablo 5.23</b>	: 14424 ve 07424 nolu projelerde x doğrultusu ve y doğrultusu mod vektörü genlikleri	84
<b>Tablo 5.24</b>	: Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07424 nolu projedeki kalıp, beton, çelik miktarları	85
<b>Tablo 5.25</b>	: Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07424 nolu projedeki kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri	86
<b>Tablo 5.26</b>	: Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07424 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti	87
<b>Tablo 5.27</b>	: Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07424 nolu projedeki kesiti ve süneklik alanı yetersiz elemanlar	88
<b>Tablo 5.28</b>	: Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07424 nolu projedeki kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar	93
<b>Tablo 5.29</b>	: 14424 ve 07424 nolu projelerde $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$ mod peryodları	94
<b>Tablo 5.30</b>	: 14424 ve 07424 Nolu Projelerde x doğrultusu ve y doğrultusu mod vektörleri	95
<b>Tablo 5.31</b>	: 14424 ve 07424 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları	96
<b>Tablo 5.32</b>	: 14424 ve 07424 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri	97
<b>Tablo 5.33</b>	: Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07424 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti	98
<b>Tablo 5.34</b>	: Betonarme Manto Eklenerek Güçlendirilmiş 10224 Nolu Projedeki Kesiti, Süneklik Alanı Yetersiz Elemanlar	99
<b>Tablo 5.35</b>	: Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 10224 nolu projedeki kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar	100
<b>Tablo 5.36</b>	: 20224 ve 10224 nolu projelerde $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$ mod peryodları	101
<b>Tablo 5.37</b>	: 20224 ve 10224 nolu projelerde x doğrultusu ve y doğrultusu mod Vektörleri	102
<b>Tablo 5.38</b>	: 20224 ve 10224 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları	103
<b>Tablo 5.39</b>	: 20224 ve 10224 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri	104
<b>Tablo 5.40</b>	: Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 10224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti	105
<b>Tablo 5.41</b>	: Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 10224 nolu projedeki kesiti ve süneklik alanı yetersiz elemanlar	111
<b>Tablo 5.42</b>	: Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 10224 nolu	



	projedeki kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar	109
<b>Tablo 5.43</b>	: 20224 ve 10224 nolu projelerde $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$ mod peryodları	112
<b>Tablo 5.44</b>	: 20224 ve 10224 nolu projelerde x doğrultusu ve y doğrultusu mod vektörleri	113
<b>Tablo 5.45</b>	: 20224 ve 10224 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları	114
<b>Tablo 5.46</b>	: 20224 ve 10224 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri	115
<b>Tablo 5.47</b>	: Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 10224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti	116
<b>Tablo 5.48</b>	: Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 10424 nolu projedeki kesiti, süneklik alanı yetersiz elemanlar	117
<b>Tablo 5.49</b>	: 20424 ve 10424 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar	118
<b>Tablo 5.50</b>	: 20424 ve 10424 nolu projelerde $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$ 1. mod peryodları	119
<b>Tablo 5.51</b>	: 20424 ve 10424 Nolu Projelerde x doğrultusu ve y doğrultusu mod vektörü genlikleri	120
<b>Tablo 5.52</b>	: 20424 ve 10424 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları	121
<b>Tablo 5.53</b>	: 20424 ve 10424 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri	122
<b>Tablo 5.54</b>	: Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 10424 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti	123
<b>Tablo 5.55</b>	: Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 10424 nolu projedeki kesiti ve süneklik alanı yetersiz elemanlar	124
<b>Tablo 5.56</b>	: 20424 ve 10424 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar	125
<b>Tablo 5.57</b>	: 20424 ve 10424 nolu projelerde $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$ mod peryodları	126
<b>Tablo 5.58</b>	: 20424 ve 10424 nolu projelerde x doğrultusu ve y doğrultusu mod vektörleri	127
<b>Tablo 5.59</b>	: 20424 ve 1024 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları	128
<b>Tablo 5.60</b>	: 20424 ve 10424 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri	129
<b>Tablo 5.61</b>	: Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 10424 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti	130
<b>Tablo 5.62</b>	: Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 10424 nolu projedeki kesiti, süneklik alanı yetersiz elemanlar	131
<b>Tablo 5.63</b>	: 25224 ve 12224 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar	132
<b>Tablo 5.64</b>	: 25224 ve 12224 nolu projelerde $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$ mod peryodları	133
<b>Tablo 5.65</b>	: 25224 ve 12224 nolu projelerde x doğrultusu ve y doğrultusu mod vektörleri	134
<b>Tablo 5.66</b>	: 25224 ve 12224 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları	135
<b>Tablo 5.67</b>	: 25224 ve 12224 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri	136

<b>Tablo 5.68</b>	: Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 25224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti	137
<b>Tablo 5.69</b>	: Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 12224 nolu projedeki kesiti ve süneklik alanı yetersiz elemanlar	138
<b>Tablo 5.70</b>	: 25224 ve 12224 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar	142
<b>Tablo 5.71</b>	: 25224 ve 12224 nolu projelerde $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$ mod peryodları	143
<b>Tablo 5.72</b>	: 25224 ve 12224 nolu projelerde x doğrultusu ve y doğrultusu mod vektörleri	144
<b>Tablo 5.73</b>	: 25224 ve 12224 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları	145
<b>Tablo 5.74</b>	: 25224 ve 12224 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri	146
<b>Tablo 5.75</b>	: Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 12224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti	147
<b>Tablo 5.76</b>	: Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 12424 nolu projedeki kesiti, süneklik alanı yetersiz elemanlar	148
<b>Tablo 5.77</b>	: 25424 ve 12424 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar	149
<b>Tablo 5.78</b>	: 25424 ve 12424 nolu projelerde $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$ mod peryodları	150
<b>Tablo 5.79</b>	: 25424 ve 12424 nolu projelerde x doğrultusu ve y doğrultusu mod vektörleri	151
<b>Tablo 5.80</b>	: 25424 ve 12424 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları	152
<b>Tablo 5.81</b>	: 25424 ve 12424 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri	153
<b>Tablo 5.82</b>	: 25424 ve 12424 nolu projelerde kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti	154
<b>Tablo 5.83</b>	: Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 12424 nolu projedeki kesiti ve süneklik alanı yetersiz elemanlar	155
<b>Tablo 5.84</b>	: 25424 ve 12424 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar	156
<b>Tablo 5.85</b>	: 25424 ve 12424 nolu projelerde $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$ mod peryodları	157
<b>Tablo 5.86</b>	: 25424 ve 12424 nolu projelerde x doğrultusu ve y doğrultusu mod vektörleri	158
<b>Tablo 5.87</b>	: 25424 ve 12424 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları	159
<b>Tablo 5.88</b>	: 25424 ve 12424 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri	160
<b>Tablo 5.89</b>	: Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 12424 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti	161
<b>Tablo 5.90</b>	: Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 15224 nolu projedeki kesiti, süneklik alanı yetersiz elemanlar	162
<b>Tablo 5.91</b>	: 30224 ve 15224 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar	163
<b>Tablo 5.92</b>	: 30224 ve 15224 nolu projelerde $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$ mod peryodları	164

<b>Tablo 5.93</b>	: 30224 ve 15224 nolu projelerde x doğrultusu ve y doğrultusu mod vektörleri	165
<b>Tablo 5.94</b>	: 30224 ve 15224 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları	166
<b>Tablo 5.95</b>	: 30224 ve 15224 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri	167
<b>Tablo 5.96</b>	: Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 15224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti	168
<b>Tablo 5.97</b>	: Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 15224 nolu projedeki kesiti ve süneklik alanı yetersiz elemanlar	169
<b>Tablo 5.98</b>	: 30224 ve 15224 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar	170
<b>Tablo 5.99</b>	: 30224 ve 15224 nolu projelerde $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$ mod peryodları	171
<b>Tablo 5.100</b>	: 30224 ve 15224 nolu projelerde x doğrultusu ve y doğrultusu mod vektörleri	172
<b>Tablo 5.101</b>	: 30224 ve 15224 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları	173
<b>Tablo 5.102</b>	: 30224 ve 15224 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri	174
<b>Tablo 5.103</b>	: Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 15224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti	175
<b>Tablo 5.104</b>	: Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 15424 nolu projedeki kesiti, süneklik alanı yetersiz elemanlar	176
<b>Tablo 5.105</b>	: 30424 ve 15424 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar	177
<b>Tablo 5.106</b>	: 30424 ve 15424 nolu projelerde $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$ mod peryodları	178
<b>Tablo 5.107</b>	: 30424 ve 15424 nolu projelerde x doğrultusu ve y doğrultusu mod vektörü genlikleri	179
<b>Tablo 5.108</b>	: 30424 ve 15424 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları	180
<b>Tablo 5.109</b>	: 30424 15424 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri	181
<b>Tablo 5.110</b>	: Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 15424 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti	182
<b>Tablo 5.111</b>	: Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 15424 nolu projedeki kesiti ve süneklik alanı yetersiz elemanlar	183
<b>Tablo 5.112</b>	: 30424 ve 15424 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar	186
<b>Tablo 5.113</b>	: 30424 ve 15424 nolu projelerde $T_{x1}$ , $T_{y1}$ , $T_{z1}$ mod peryodları	187
<b>Tablo 5.114</b>	: 30424 ve 15424 nolu projelerde x doğrultusu ve y doğrultusu mod vektörleri	188
<b>Tablo 5.115</b>	: 30424 ve 15424 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları	189
<b>Tablo 5.116</b>	: 30424 ve 15424 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri	190
<b>Tablo 5.117</b>	: Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 15424 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti	191

<b>Tablo 5.118</b> : Çelik konstrüksiyon ile güçlendirilmiş projelerin kat yüksekliği, S119, S120, S125, S126 kolonlarının $b_x$ ve $b_y$ boyutları	192
<b>Tablo 5.119</b> : Çelik konstrüksiyon ile güçlendirilmiş projelerde kiriş boyutları	193
<b>Tablo 5.120</b> : Çelik konstrüksiyon ile güçlendirilmiş projelerde S119, S120, S125,S126 kolonlarının çevre ölçüleri toplamı	194
<b>Tablo 5.121</b> : Çelik konstrüksiyon ile güçlendirilmiş projelerde S119, S120, S125, S126 kolonlarında toplam çelik alanı	195
<b>Tablo 5.122</b> : Çelik konstrüksiyon ile Güçlendirilmiş Projelerde Kiriş Sayıları	196
<b>Tablo 5.123</b> : Çelik konstrüksiyon ile güçlendirilmiş projelerde çelik levha toplam alanı, çelik levha ağırlığı, çelik levha maliyeti	197
<b>Tablo 5.124</b> : Çelik konstrüksiyon ile güçlendirilmiş projelerde kolon ve kirişlerdeki bulon adedi, toplam bulon sayısı, toplam bulon maliyeti	198
<b>Tablo 5.125</b> : Çelik konstrüksiyon ile güçlendirilmiş projelerde epoksi enjeksiyon ile bulonların yerleştirme maliyeti, toplam malzeme bedeli, işçilik maliyeti, nakliye bedeli, Kdv bedeli ve toplam maliyeti	199
<b>Tablo 5.126</b> : Kolonlara 100 mm ve 150 mm kalınlıkta betonarme manto ve 5 mm ve 10 mm kalınlıkta çelik levha eklenerek güçlendirilmesi durumlarında rijitlik artışı	228
<b>Tablo 5.127</b> : Güçlendirme toplam maliyetleri	228

## 1.GİRİŞ – KONU, AMAÇ, KAPSAM

Konut türü, toplam 7 katlı, betonarme kolon, kiriş ve döşeme plaklarından oluşan aynı geometriye sahip 8 adet taşıyıcı sistem C14, C20, C25 ve C30 beton sınıfları ve S220 ve S420 donatı sınıfı ve R=4 alınarak hiç bir tür taşıma gücü yetersizliği bulunmayacak biçimde “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (Ocak 1998)” ilkelerine uygun olarak tasarlandı. Bu sistemlerde yerel beton dayanımı yetersizlikleri oluşturularak güçlendirme gerektiren duruma getirildi. Güçlendirme gerektiren bu taşıyıcı sistemlerin önce betonarme manto ve/veya perdelerle yapının taşıma gücü yetersizliklerini giderecek şekilde güçlendirme tasarımları yapıldı. Sonra taşıma gücü yetersiz aynı taşıyıcı sistemlerde gereken kesitlerin taşıma gücü kapasitelerini artırmak amacıyla mevcut betonarme elemanlara bulonlarla çelik levha ve/veya profiller tespit edilmesi tasarlanarak taşıma gücü yetersizliği giderildi. Çelik güçlendirme levha ve profillerinin mevcut betonarme kesitlere bağlanma ve süreklilik sağlanması konusunda ilgili esaslar ve araçlar incelendi. Betonarme ve çelikle güçlendirilen taşıyıcı sistemlerin güçlendirme maliyetleri karşılaştırıldı. Çelikle bölgesel güçlendirme yapılarak kesitlerin taşıma gücü kapasitelerinin artırılması yönteminin teknik yeterliliği ve ekonomik uygunluğu araştırıldı.

Betonarme yapılarda beton karakteristik dayanımının projesinde öngörülenden düşük olması nitelik denetleme ve nitelik güvence veya sağlama örgütünün bulunmamasından kaynaklanmaktadır. Bunun sonucu olarak malzeme ve işçilikte nitelik düzeyi düşmektedir. Denetimsiz ve el ile üretilen betonların çoğunda karakteristik dayanımlarının 6 MPa ~ 10 MPa civarında olduğu bilinmektedir (A. Güner, 2003). Hazır betonlarda ise dayanım denetimi için numuneler şantiyede kalıp üstünde dökülmekte olan beton yerine genellikle sadece tesiste veya transmikserden alınmaya devam edildiği sürece, yeterli işlenebilmenin sağlanması için akışkanlaştırıcı katkı kullanılması yerine şantiyede ilave su katılması gibi yanlış bir uygulama sürdükçe yerindeki betonda gerçekleşen karakteristik dayanımlar genelde projede öngörülenin ve laboratuvar raporlarında görünenin  $\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$ 'si kadar olmaktadır.

Yapıların “gerekenden fazla” dayanımı olması yapının maliyetini arttırdığı için istenmez. “Gerekli dayanım” düzeyi ise çoğu zaman normal kullanım yükleri altında, döşeme ve kirişlerde kullanıcıyı rahatsız etmeyecek düzeyde sehim olması, aşırı titreşim ve çatlak olmaması biçiminde algılanmaktadır. Bu güvenlik düzeyi ise deprem açısından yeterli değildir. [Türkiye’de geçen 30 yıla yakın süre içerisinde pek çok yapının yalnızca düşey yüklere göre tasarlanmış, depreme dayanıklılık için ise sadece kolon-kiriş birleşim bölgelerinde hiç bir hesaba dayanmaksızın donatı miktarı %20 - %30 arttırılmış olduğu bilinmektedir.] Üstelik bu biçimde tasarlanmış yapıların birçoğunda donatı miktarının düşey yüklerin gerektirdiğinden de az olduğu, beton dayanımlarının da projede öngörülenin önemli miktarda altında olduğu görülmektedir. Bu koşullarda yapılmış yapılar kendi ağırlıkları ve normal kullanım yükleri altında henüz göçmediğinden “sağlam” olarak görülmekte ve depremde bunun üstünde bir taşıma gücü güvenliği için önlem istemenin “mantıklı olmadığı” düşünülmektedir. Bu nedenle de ülkemizde taşıma gücü güvenlik düzeyi düşük önemli büyüklükte bir yapı stoku bulunmakta ve depremlerde çok büyük boyutlu yapı hasarı ve can kaybı yaşanmaktadır. “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik Ocak 1998” ilkelerine etkin ve yaygın bir biçimde uyulması için yapıların tasarım, yapım ve kullanımlarının her aşamada denetimi, uygunluklarının sağlanması ve görevli olanların yetki ve sorumluluklarının tam ve doğru belirlenmesi, izlenmesi ve bunların belgelenmesi gerekir. Şiddetli depremde hiç hasar olmamasının bedeli yapı hesaplarında kullanılmış olan yatay yüklerin en az 2-3 katı kadar daha büyük yatay kuvvetlerin kullanılması demektir [1]. Bu ise yapı maliyetini artırmakta, yapı estetiğini de zorlamaktadır.

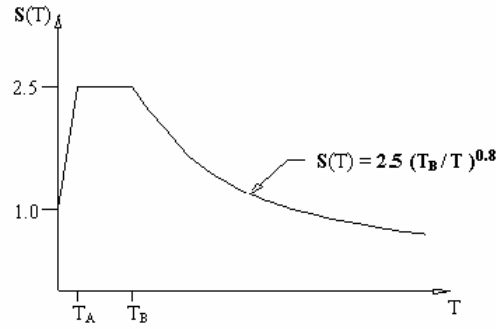
Yönetmelikler ve standartlar oluşturulurken ülkedeki genel ve bölgesel işçilik, malzeme ve yapım nitelik düzeylerinin göz önünde bulundurulması gerekir. Amaç, üretilen yapı niteliğinin artırılmasıdır. Bu ise sadece yapının hangi özelliklere sahip olması gerektiğini gösteren standard ve yönetmeliklerin yazılması ve uygulanmasının zorunlu hale getirilmesiyle sağlanamamaktadır. Yeterli nitelik denetimi ve sağlama teşkilatı kurularak etkin biçimde çalıştırılmasını ve kurallarına uygun belgeleme işlemlerinin yapılmasını, kayıt dışı yeterli düzeyde belgelenmemiş inşaatın önlenmesini gerektirmektedir.

## 2. AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK İLE İLGİLİ DEĞERLENDİRMELER

Yönetmeliğin “Bölüm 5.1. Amaç ve Genel İlkeler” 5.1.2 maddesinde deprem tasarımının temel amacı özetlenmiştir [2].

1. Hafif şiddette depremlerde hasar olmamalıdır.
2. Orta şiddette depremlerde yapıda güçlendirilebilir düzeyde hasar olabilir.
3. Şiddetli depremlerde toptan göçme önlenmelidir.

Yönetmeliğin yine 5.1.2 maddesinde, yukarıdaki ilkeler ışığında tanımlanan yüklerin minimum koşulları sağladığının varsayıldığı anlaşılmaktadır. 5.1.3 maddesinde ise yeteri kadar açıklıkla anlatılmamakla birlikte, orta şiddetteki ve karşılanması öngörülen depremin 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan yer hareketine karşı geldiği belirtilmektedir. Diğer bir ifade ile, yönetmelikte belirtilen bu minimum koşulları sağlamak böylesi bir riski kabul etmek anlamını taşımaktadır.



Şekil 2.1. Tasarım İvme Spektrumu [3]

Yönetmeliğin 6.4 Bölümünde elastik deprem yükleri spektral ivme katsayısı ile tanımlanmıştır.

Şekilde görülen ivme spektrumu, örneğin doğal titreşim periyodu 0.4 s olan 4-5 katlı tipik betonarme çerçevesel bir binanın böyle bir depremi hasarsız atlatabilmesi, yani

elastik kalabilmesi için en az kendi ağırlığı kadar yatay yük taşıma kapasitesine sahip olması gerektiğini göstermektedir. Böylesi yüksek yatay kuvvetler altında elastik kalacak bir taşıyıcı sistemin maliyeti çok yüksek olur. Maliyetin belirli bir düzeyi aşmaması istenirse, şiddetli deprem etkisinde yapının belirli düzeyde hasar göreceğini kabul etmek gerekeceği anlaşılmaktadır. Ancak, iyi bir taşıyıcı sistem seçimi ve ayrıntılandırma ile yapının deprem davranışını ve olabilecek hasarı sınırlandırmakla mümkündür.

Bu durumda deprem etkisinde enerji tüketme ve sünek davranışa sahip yapı sistemleri elastik kalmaları için gerekli olandan daha düşük yatay yük taşıma gücü sağlayacak biçimde tasarlanabilirler. Böylece şiddetli deprem hareketi altında doğal olarak elastik sınır ötesinde şekil değiştirmeler ve hasar oluşacak, ancak enerji tüketebilme ve süneklik özellikleri sayesinde kısmî veya toptan göçme önlenecek ve can kaybı olmayacaktır.



### **3. BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLERİN TAŞIMA GÜCÜ GÜVENLİĞİNİN ARTIRILMASI**

Bir yapının taşıma gücü güvenliğinin artırılması, elemanların (genellikle kolon veya betonarme perdelerin) kesitlerinin taşıma gücünün artırılması, ve yapının bütününe temeli ile birlikte güçlendirilmesi olmak üzere başlıca iki farklı yaklaşımla gerçekleştirilmektedir.

Elemanların zorlanan kesitlerinin taşıma gücünün artırılması betonarme manto, çelik profillerle ve/veya levhalarla, betonarme kolon eksenine dik doğrultuda ön-germe ile güçlendirme olmak üzere başlıca 3 şekilde yapılabilmektedir.

Taşıyıcı sistemin bütününe güçlendirilmesinde, binanın kullanım işlevselliği ile birlikte, özellikle bölgesel güçlendirme durumunda, rijitleşmesi sonucu etkiyecek ek deprem kuvvetleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu yaklaşımda genel olarak deprem kuvvetlerinin yerel toplanması sonucu temellerin de güçlendirilmesi gerekir.

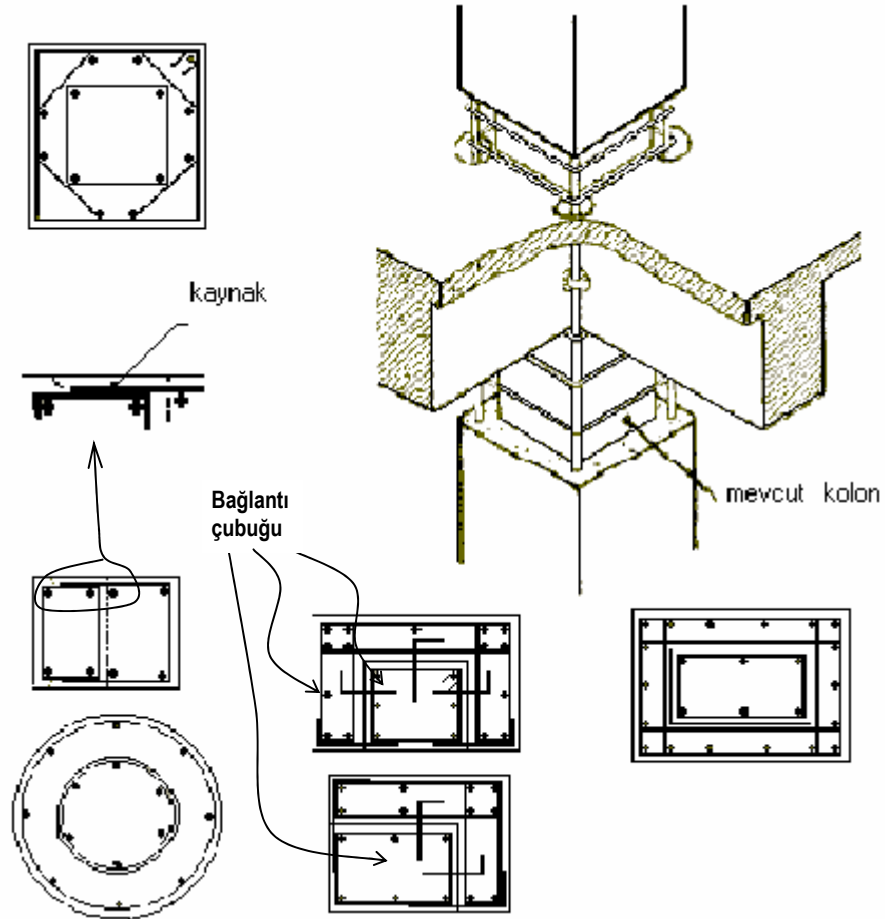
Bölgesel güçlendirmenin konu edildiği bu çalışmada hafifliği, yapı rijitliğinin az etkilenmesi, düşük maliyeti sebebiyle ve daha sünek davranış gösteren bir yapı elde etmek amacıyla kompozit yapı tasarımı esaslarından da yararlanarak çelik konstrüksiyon tercih edildi.

#### **3.1. ELEMANLARIN KESİTLERİNİN TAŞIMA GÜCÜNÜN ARTIRILMASI**

##### **3.1.1 Betonarme Manto Uygulaması**

Mantolamada betonarme manto kalınlığı tek donatı kullanılması durumunda 100 mm, çift donatı kullanılması durumunda en az 150 mm olup eleman rijitliği 7 katlı konut binaları kiriş-kolonlu taşıyıcı sistemlerinde genelde en az 5 - 6 kat artabilmektedir. Betonarme manto, içinde boyuna donatısı ve etriyesi bulunan ve mevcut kolonu saran yeni bir katmandır. Betonarme manto ile kolonun aksel yük ve

moment kapasitesi artırılabilir. Betonarme mantonun güçlendirilen mevcut yapı elemanı ile yeterli bütünleşme sağlanarak birlikte çalışması, özellikle büyük dışmerkezli normal kuvvet etkisindeki elemanların dengeli konumda olup, sünek davranabilmesi için gereklidir. Ancak mevcut elemanda beton dayanımının çok düşük (denetimsiz üretilen betonlarda çok rastlanan  $f_{ck} \leq 6 \sim 10$  MPa) olduğu hallerde, özellikle C20 ve daha yüksek sınıf betonlu manto veya perdelerin ve birleşim bölgelerinin yatay yüklerin tamamını taşıyabilecek biçimde tasarlanmaları ve yapılmaları gerekebilmektedir. Taşıma gücü yetersiz bir kolonun taşıma kapasitesini kesit alanının büyütülmesi ile ve yeni boyuna donatı çubukları ilave edilerek artırılabilir. Buna karşılık kesme kuvveti kapasitesi ve sünekliği beton kesiti ve enine donatının sıklaştırılması ile gerçekleştirilir.



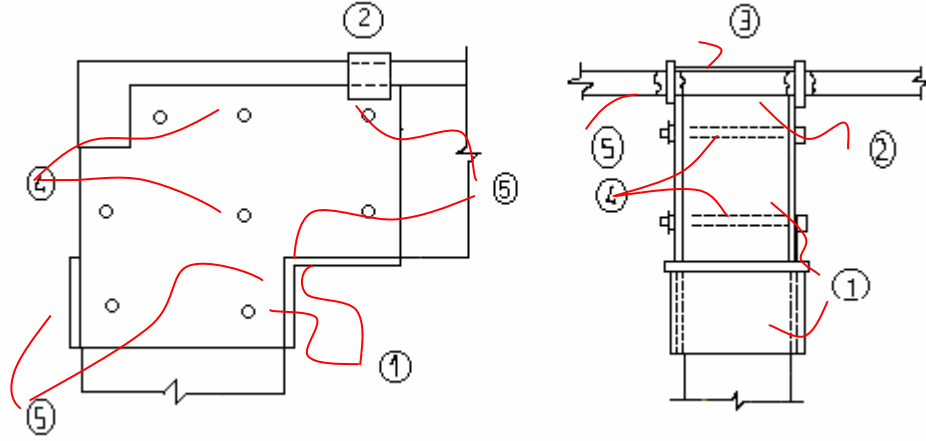
Şekil 3.1. Betonarme Manto Ayrıntıları [4]

Mantolama uygulamasıyla mevcut kolona, beton kesiti ve donatılar eklenir. Mevcut ve yeni kesitin bütünleşmesini sağlamak için ara yüzün pürüzlendirilmesi ve özellikle manto mevcut kolonun bütün çevresini sarmıyorsa eski betona bağlantı (ankraj) çubukları ekilmesi gerekir (Şekil 3.1). Donatının ve betonun kolayca yerleşmesini sağlamak için manto kalınlığı tek etriye durumunda 100 mm, çift etriye durumunda 150 mm den az olmamalıdır. Uygulamadaki duruma göre kolon bir, iki, üç ve dört tarafından mantolanabilir. Mantolama ile kolon rijitliği ve taşıyıcı sistemde iç kuvvet dağılımı değişir. Taşıyıcı sistemde simetriye uyulmasına dikkat edilmelidir.

### **3.1.2. Çelik Profillerle ve Levhalarla Güçlendirme**

#### **3.1.2.1. Çelik levha ile güçlendirme**

Bu yöntemde sürekli bir çelik levhanın, bulonlarla ve/veya epoksi ile betonarme elemana tespit edilerek birlikte çalışması ve taşıma gücü artışı sağlanır. Civatalar betonarme elemanda beton dayanımına ve mevcut donatıya zarar vermeyecek biçimde açılan yeter derinlikteki deliklere epoksi esaslı bir harç veya macun kullanılarak ankredilir. Güçlendiren çelik levhaların oluşturduğu mantonun betonarme elemanların yeterli bir bölümünü ve betonarme eleman birleşim bölgesini süreklilik elde edilecek şekilde sarması ve birleştirmesi gerekir. Şekil 3.2’de çelik levhalar kullanılarak yapılan bir güçlendirme örneği gösterilmiştir. Birleşim bölgesinin şekline uygun çelik levhalar epoksi ile yapıştırılıp bulonlarla mevcut betonarme elemanın beton çekirdek bölgesine bağlanırlar. Kuvvet akışının sağlanması için kiriş ve kolon yüzündeki bu ek levhaların birbirine kaynaklı ve bulonlu birleşim elemanlarıyla bağlanması gerekir.



**Şekil 3.2 Çelik levha ile güçlendirme ayrıntısı örneği. (1) ve (2) çelik levha, (3) çelik lama, (4) yüksek dayanımlı civatalar, (5) kaynak dikişleri [4]**

Güçlendirme için en az 4.5 mm kalınlığında çelik levha veya sac ve/veya en az 4.5 mm et kalınlıklı profiller kullanılmaktadır. Çoğunlukla statik yüklere maruz olan kirişlerin mesnette kesme ve/veya açıklıkta eğilme mukavemetini arttırmak için kullanılmaktadırlar. Bu yöntemde güçlendiren çelik levhaların ve profillerin mevcut betonarme elemanlarla yön değiştiren deprem yükleri altında birlikte çalışmasını sağlamak için:

- Birleşim bölgesi geometrisine uygun biçimde hazırlanmış çelik levhalar betonarme elemanların beton yüzlerine, moment ve kesme kuvveti kapasitesinin yetersiz olduğu eleman bölgesini ve bağlanma boyunu kapsayacak biçimde, epoksi reçinesi ile dıştan yapıştırılırlar ve yeterli boyda ve sayıda ankraj bulonlarıyla veya çubuklarla etriyelerin sardığı betonarme çekirdek bölgesine bağlanırlar.
- Çelik levhalar mengenerlerle sıkıştırılıp epoksi reçinesinin sertleşme süresince beton yüzüne bastırılmış olarak tutulur, veya levhalar bulonlarla beton yüzeyine bastırıldıktan sonra güçlendirme levhası ile eski betonarme eleman yüzeyi arasındaki boşluk epoksi veya bağlayıcı bir macun enjekte edilerek doldurulur.
- Taşıyacağı kuvveti sadece yapıştırıcı ile beton eleman yüzeyine kayma gerilmesi yoluyla aktaran, ayrıca bir mekanik kenetlenme veya sarma (fretleme) bulunmayan minimum 4.5 mm kalınlıkta çelik levha ile takviye yönteminin

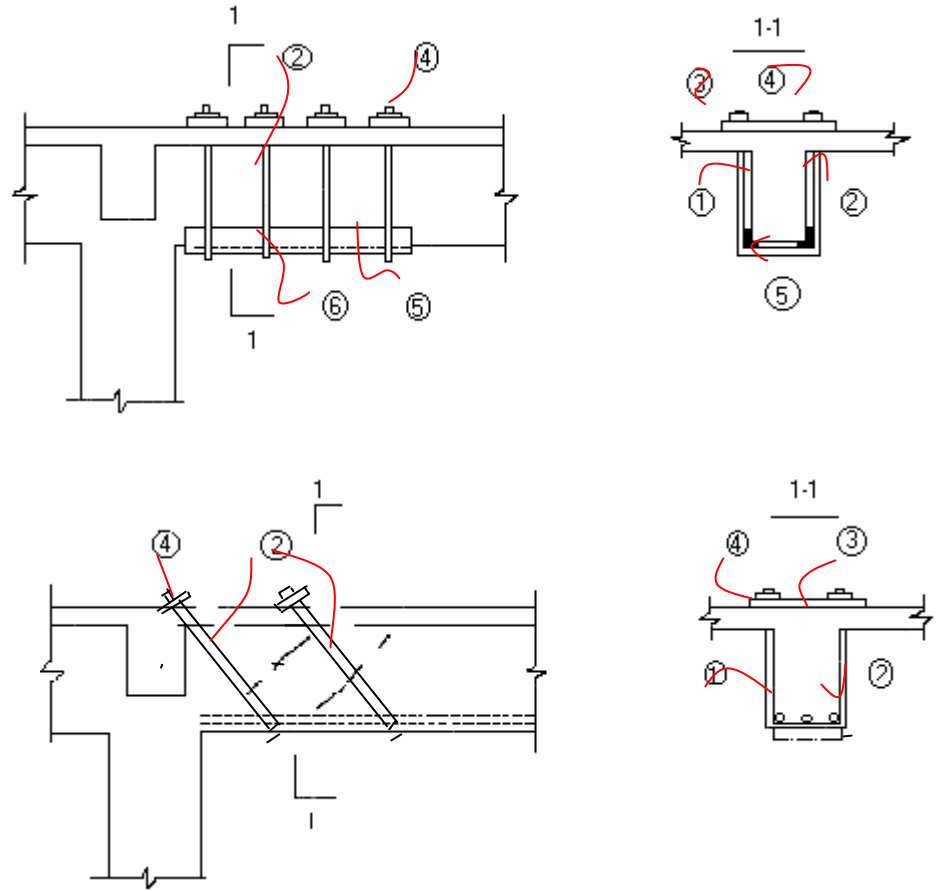
depremlerden ileri gelen değişken yüklere maruz kolon veya kirişlere uygulanması önerilmez.

Çelik levha güçlendirme kullanılması kolon-kiriş birleşim bölgelerinin boyutlarında ve rijitliklerinde önemli değişiklik oluşturmadan, taşıyıcı sistemin güçlendirilmesine imkân verir. Bu yöntem özellikle endüstri yapılarında bir doğrultuda kuvvetli çerçevelerin güçlendirilmesinde kullanılabilir. Dört yandan büyük kesitli kirişlerin saplandığı bir kolon-kiriş birleşim bölgesinde bu yöntemin uygulanması çok zordur. Süreklilik sağlanamaması halinde bu yöntem de kolon-kiriş birleşim bölgesine güvenilir bir taşıma gücü kazandırmaz. Ancak çelik levhalar bitişik kolon ve kirişlerin benzeri levhaları ile aralarında bağlanarak üç boyutlu bir sürekli sistem teşkil ederlerse taşıma gücü güvenliği artar.

Çelik şeritlerle onarım ve güçlendirme oldukça yeni bir uygulama olup, bunlar kirişin alt ve yan yüzlerine, kolonların düşey yüzlerine ve kiriş-kolon birleşim bölgesine epoksi reçinesi ile yapıştırılmaktadırlar. Çelikten olan bu şeritler 1.0 ~ 1.5 mm kalınlığındadır. Uygulamada önce beton yüzeyi zımpara ile temizlenip düzeltilmekte, yıkanıp kurutulduktan sonra yüksek viskoziteli ve tiksotropik epoksi reçinesi beton ve çelik şeridin yapışma yüzeyine sürülmekte, 24 saat basınç uygulanarak yapışma sağlanmaktadır. Şeritlerin yapıştırıldığı yüzeyler şeritler de örtülecek biçimde tel ağ ve çimento harcı veya püskürtme beton ile kaplanmaktadır. Bu tür bir uygulama ile kiriş-kolon birleşim bölgesinde güvenli biçimde kesit tesirlerinin iletilmesi ve yapısal bütünlüğün sürdürüldüğü bir taşıma gücünün sağlanmasından çok, taşıyıcı sistemde ânî göçmenin geciktirilmesi beklenebilir.

### 3.1.2.1.1 Kirişlerin çelik levha kullanılarak güçlendirilmesi

Kirişlerin kesme mukavemetlerinin iyileştirilmesi hasar görmüş veya hasar görmemiş kirişler için söz konusu olur ve bu amaçla çelik çubuklar kullanılabilir. Şekil 3.3'de görüldüğü gibi dışarıdan düşey veya eğik askı çubukları kullanılır. Yuvarlak kesitli askı çubuklarının uç bölgelerinde vida dişi açılmıştır ve bulon ile yerlerine tespit edilirler. Düşey askı çubukları kiriş gövdesinin alt köşelerinde korniyerlere tespit edilirler. Eğik askı çubukları kullanılması halinde kuvvetin yatay bileşenini almak için bu askı çubukları boyuna donatılara veya ayrıca yerleştirilen bir çubuğa kaynaklanabilirler. Eğer kesit etkilerinin yön değiştirmesi söz konusu ise eğik askı çubukları uygun olmaz. Dört taraftan çelik mantolama veya kılıflama tercih edilebilir.



Şekil 3.3 Kirişlerin kesme mukavemetinin artırılması ayrıntısı: (1) mevcut kiriş, (2) askı çubuğu (3) çelik levha, (4) somun, (5) korniyer, (6) kaynak dikişi [5]

Hasar gören veya dayanım ve rijitliği yeterli olmayan kirişler değişik şekilde onarılır ve güçlendirilir. Bu işlem sırasında komşu kolonları da göz önüne alarak kuvvetli kiriş-zayıf kolon türünden birleşim bölgesinin meydana getirilmemesine özen gösterilmelidir. Güçlendirme türü hasarın seviyesine (çatlama, beton ezilmesi, donatının sıyrılma ve kopması) bağlı olarak değişir.

Hafif çatlaklı kirişler, taşıma güçleri yeterli ise, epoksi veya çimento bulamacı enjeksiyonu ile onarılabilir. Betonun ezilmesi veya donatının kopması gibi hasarın ağır olduğu durumlarda kirişin geçici olarak askıya alınması uygundur. Hasarlı kısımlar basınçlı su veya hava ile temizlenip, kopan veya burkulan donatıları kesilerek kaynak ile eklendikten sonra betonlanması yoluyla onarılabilir. Kaynaklı birleşimde donatı akma sınırının azalabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Yeterli açıklık donatısına sahip olmayan kirişlerde sıva tabakası kaldırılarak beton yüzeyi temizlendikten sonra alttan çelik şeritler veya karbon lif takviyeli polimer tabaka yapıştırılarak çatlaklar onarılıp kiriş güçlendirilebilir. Karbon lif takviyeli tabaka yan yüzeylere de uygulanarak çatlaklar onarılabilir ve ânî kırılma tehlikesi bir ölçüde azaltılabilir. Dengeli göçme durumunun sağlanabilmesi için üst yüzeyde de güçlendirme ve sargı şeritleri uygulanmalıdır.

### **3.1.2.1.2. Kolonların çelik levha kullanılarak güçlendirilmesi**

Kolon güçlendirilmesinde çelik profil ve/veya levha kullanıldığı takdirde, eleman rijitliğinde meydana gelen artış betonarme manto veya perdeye göre daha az olmaktadır. Bu nedenle çelik profil veya levhalar mevcut eleman çevresine yerleştirilerek güçlendirilen kesit, yapı elemanları birleşim bölgesi, yapı elemanı veya yapı bölümünün rijitliğini önemli düzeyde arttırmadan eksensel yük, kesme kuvveti, moment kapasitesi ve süneklik düzeyini artırmak için kullanılabilir. Basınç ve çekme bölgelerindeki donatı, beton ve çelik güçlendirme parçalarında süreklilik sağlanmalıdır. Çelik güçlendirme kesitleri ve birleşim elemanlarının mevcut yapı

elemanları ile bağlantılarının birlikte çalışmalarını sağlayacak biçimde tasarlanmaları ve yapılmaları gerekir.

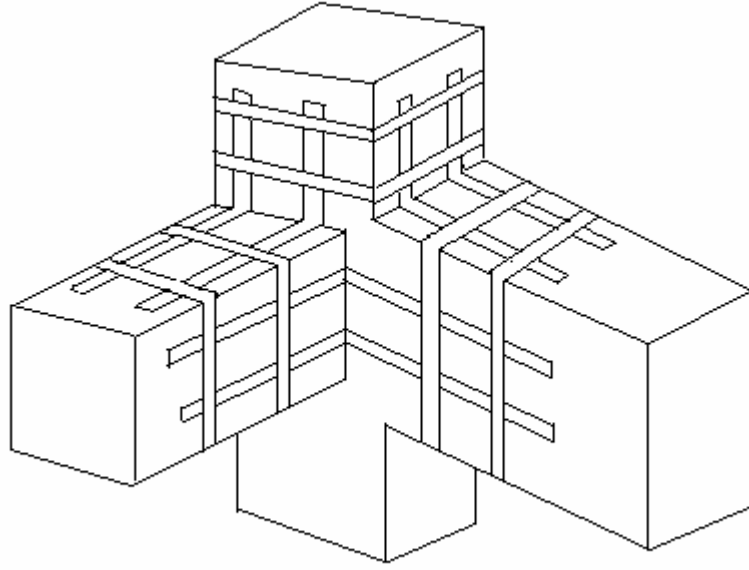
### **3.1.2.1.3 Kolon-kiriş birleşim bölgelerinin çelik şerit veya karbon lifi takviyeli polimer şerit veya tabaka kullanılarak güçlendirilmesi**

Kiriş ve kolonlarda ve bunların birleşim bölgelerinde meydana gelen çatlaklar epoksi reçinesi uygulamasından sonra veya ihtiyaç duyulmadığında bu uygulama yapılmadan doğrudan çelik şeritler sarılarak onarılıp güçlendirilmektedir. Hasarın ağır olması durumunda çelik şeritler, elemanların enine ve boyuna doğrultusunda yerleştirilirler. Şerit uygulaması ile elemanların rijitliklerinde dikkate değer değişiklik oluşturulmadan onarım veya güçlendirme yapılır. Eleman kesitlerinin eğilme momenti ve kesme kuvveti kapasiteleri bir miktar arttırılırken sarılan çelik şeritler bu bölgede çatlak genişlemesini kısıtlayarak deprem etkisi durumunda işaret değiştiren kesit tesirleri altında betonun dolayısı ile elemanın sünekliğini ve enerji tüketme yeteneğini artırır. Şerit düzeninin seçiminde elemandaki kuvvet akışı göz önünde tutulmalıdır. Betonda eleman eksenine paralel çatlak oluşumunun yeterince kısıtlanabilmesi için, şeritlerin dar olmaması (~50 mm uygun genişlik) ve birbirlerinden fazla ayrıklı yerleştirilmemesi (~0.20 m uygun aralık) gerekir. Çelik şeritler beton yüzeyine yapıştırılırken basınç ve çekme kuvvetini alacak şekilde düzenlenmelidir. Çelik şeritlerin üzeri tamir harcı ile örtülerek korozyona ve bir ölçüde yangına karşı korunmalıdır. Basınç kuvveti durumunda şeritlerin burkulmaması ve çekme kuvveti durumunda çelik şeritlerin betondan ayrılmaması için mekanik kenetlenme ve sargının sağlanması gerekir.

İhtiyaç olduğunda süneklik artırımı için etriyeleri eksik olan kolon ve giriş kesitlerinde sadece sargı şeritleri kullanılabilir. Hasarlı bölgede beton ezilerek dağılmış ise önce bölgedeki ezilen beton temizlenir, yerine yeterli dayanıma sahip yeni beton yerleştirilir, yüzeyler düzeltilir ve özel yapıştırıcılar kullanılarak boyuna çelik şeritler



yapıştırılır. Yapışmanın tam olması için şeritlerin betona işkence aletleriyle bağlanması gerekebilir. Daha sonra sargı şeritleri sarılarak uçları birbirinin üzerine yeterli boyda binecek şekilde yapıştırılır. Bu sırada kiriş sargı şeritlerinin, o bölgedeki döşeme kaplamasının kaldırılmasından ve döşemede delikler açıldıktan sonra uygulanabileceği unutulmamalıdır.



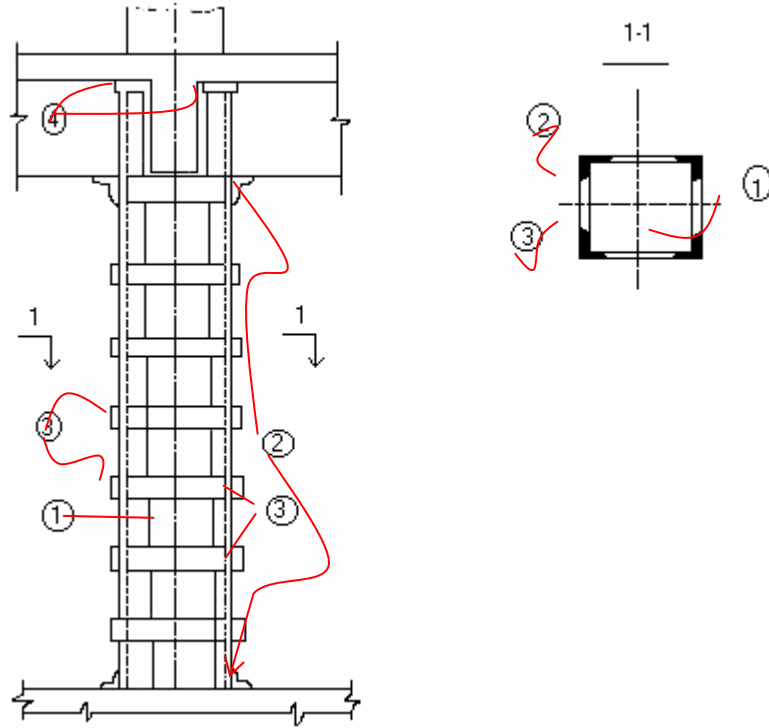
**Şekil 3.4 Kiriş-kolon birleşim bölgesinin çelik şeritler sarılarak güçlendirilmesi [5]**

Bütün bu işlemlerden sonra, bölgenin sıvanması ve şeritlerin kapatılması gerekir. İlgili yayınlarda çok rastlanan şeritle güçlendirme örneği Şekil 3.4'te görülmektedir [5]. Çelik şeritle güçlendirme davranışı üzerinde yayınlanmış deneysel çalışma sonuçları elde edilememiştir. Bu tür güçlendirmede eleman eksenine paralel şeritlerden oluşan güçlendiren kesit ancak çatlaklar genişledikten sonra yük almaya başlayabileceğinden mevcut donatılı beton birleşim bölgesinin hasar görmesini önleyemez. L biçiminde bükülmüş olan lamalar, çatlaklar oluştuğunda çekme kuvveti olarak dik açılı bükülmüş olan köşeleri düzeldikten sonra çekme kuvveti alabilecektir. L biçiminde bükülmüş olan lamaları kolon ve kiriş uçlarının yüzeyine bağlayan sarma lamalarına eğer kaynaklı veya bulonlu bir birleştirme aracıyla bağlanmamışsa, L biçiminde bükülmüş olan lamalar çekme kuvveti etkisi altında, akma yüküne erişmeden, yerinden sıyrılıp

çıkacaktır. Bu tür güçlendirmenin etkin olabilmesi için en azından elemanların birleşme ayrıntılarına çok yakın yerlerde şeritlerin kesişme yerlerinde birbirlerine kaynaklı veya beton iç katmanlarına mekanik kenetlenme sağlamak üzere yeterli boyda bulonlarla bağlanması önerilebilir (A. Güner, 2003).

### 3.1.2.2. Çelik profil iskelet geçirme

Çelik profil iskelet geçirme kolonun dört köşesinin her birine bir korniyer yerleştirmek ve bunları örgü çubukları veya bağ levhaları ile bağlamakla gerçekleştirilir (Şekil 3.5). Bu örgü çubukları en az 12 mm çapında yuvarlak çelik çubuklar veya minimum 5 mm·25 mm kesitli çelik lamalar, bağ levhaları ise 5 mm kalınlıklı levhalar olabilir ve köşelerdeki korniyerlere kaynaklanırlar. Korniyerler L 100·10, gereken yerlerde (örnek olarak perdelerde) U ve I profilleri [ 220 ve I 220 veya daha büyük seçilir.



Şekil 3.5 Çelik profil iskelet geçirme ayrıntısı.

(1) mevcut kolon, (2) korniyer profil, (3) çelik levha, (4) yük aktarma levhası [4]

Korniyerlerle ve korniyer uçlarındaki levhalarla mevcut beton arasındaki aralıklar ve boşluklar rötreye yapmayan çimento harcı veya reçine harcı ile doldurulur. Kaynaklı hasır donatı ile donatılmış betonla veya püskürtme betonla gerçekleştirilen bir örtü yangına karşı yeterli olmaktadır. Kuvvetleri aktaran eksenleri düşey yerleştirilmiş korniyerler ile kirişler ve döşeme arasındaki sıkı bağ, kiriş ve döşeme ile kolon çevresi boyunca doğrudan sıkı temasta olan ve korniyerden teşkil edilmiş olan ve mesnet görevi yapan yaka, bilezik veya tasma adı verilebilecek bir eleman vasıtası ile gerçekleştirilir. Genellikle yük taşıma kapasitesindeki artışın yanında, kolonun sünek davranışında da bir iyileşme elde edilebilir. Bununla beraber atalet momenti veya rijitlik az değişir.

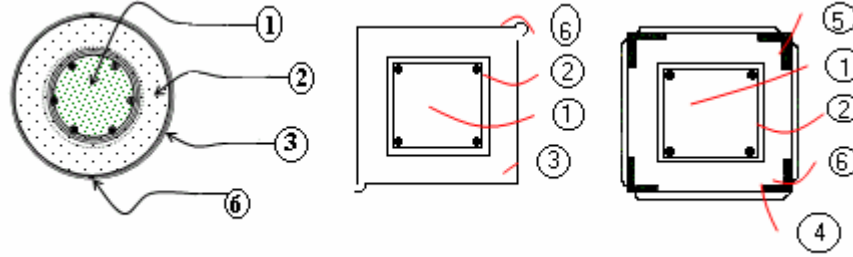
Bu tür güçlendirmenin etkili olabilmesi için güçlendiren kesitin güçlendirilen kolondaki taşıma gücü eksikliğini taşıyabilecek kadar boyuna doğrultuda alt ve üst kolonda bağlanma sağlanması gerekir. Aksi halde, çok katlı sistemlerde Şekil 3.5'te 4 numaralı ayak tabanları betonarme döşeme plaklarını zımbalayacak ve kirişlere yük aktaran ayakların aktardığı kuvvetler, üst katların tamamının üst kolona aktardığı yük kadar olacağından, kirişlerin kesme kuvveti kapasiteleri de aşılabilecektir. (A. Güner, 2003)

### **3.1.2.3. Çelik levha kılıf geçirme**

Çelik levha kılıf geçirme, mevcut kolonun kalınlığı 5 mm veya daha büyük kalınlıkta çelik levha ile tamamen çevrilip örtülmesi ve beton kütesine yeterli sayıda bulonla bağlanması ve boşlukların enjeksiyonla doldurulması işlemleri ile gerçekleştirilir. Bu uygulamada kolon kesitindeki artış bir en aza indirilebilir. Kalınlığı 5 mm den büyük olan çelik levhalar bir bütün teşkil etmek üzere sürekli kaynak dikişi ile birleştirilir ve mevcut kolondan belirli bir uzaklıkta bulunurlar. Kılıf ve kolon arasındaki boşluk rötreye yapmayan veya genleşen, tiksotropik bir epoksi veya çimento harcı enjekte edilerek veya en büyük tane boyutu yeterince küçük beton yerleştirilerek doldurulur. Kolon kesiti dairesel ise dairesel kesitli çelik kılıf kullanılarak çembersel

kuvvetler sayesinde sarma temin edilir. Ancak dairesel kılıf etriyeli, dikdörtgen kesitli kolonlara uygulandığında kesit boyutları ve doldurulacak boşluk artacaktır (Şekil 3.6).

Dikdörtgen kesitli kılıf geçirme iki tane L şeklinde bükülmüş levhayı Şekil 3.6'da görüldüğü gibi karşı köşelerde kaynaklayarak veya dört köşeye konulacak dört korniyere dört yüzüne yerleştirilen dört levha kaynaklayarak gerçekleştirilebilir. Süneklik ve aksenal yük taşıma gücü çelik kılıfla (özellikle dairesel kesitli kılıf halinde) yerel olarak önemli derecede artırılabilir. Bir çerçevenin moment ve yatay yük taşıma gücü bu yöntemle iyileştirilebilir. Çelik kılıfı döşemenin içerisinde geçirmek mümkün değildir. Alt ve üst kattaki levhaların kolon-kiriş birleşim bölgelerinden döşeme içerisinde donatıları kesmeden geçirilen levhalar veya lamalarla birbirine bağlanması mümkündür. Külfetli olmakla birlikte rijitlikte önemli bir artış oluşturmadığından yerel güçlendirme amacına uygundur.



Şekil 3.6 Çelik manto ayrıntısı

(1)-mevcut kolon, (2)-yeni beton veya harç, (3)-çelik manto, (4)-korniyer profiller,  
(5)-çelik levha, (6)-kaynak dikişi [4]

### 3.1.3 Betonarme Kolon Eksenine Dik Doğrultuda Ön-Germe ile Güçlendirme

Etriye kolonların ve kolon kesitlerinin moment kapasitelerinin kolon eksenine dik doğrultuda 250 mm - 300 mm aralıklarla öngerme uygulanarak önemli düzeyde artırılabilirdiği laboratuvar çalışmalarıyla gösterilmiştir [6]. Henüz uygulama alanında kullanılmamış olmakla birlikte betonarme manto ve perde ile güçlendirmeye göre maliyetin %50 mertebesinde daha az olacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca rijitlikte

herhangi bir artış olmayacağı da söylenebilir. Öngerme işlemi ileri teknoloji ve deneyim gerektirmesine rağmen tahmini maliyetin mantolamaya göre düşük olmasının sebebi bu yöntemde sık donatılı dar (~150 mm) kesite yerleştirilecek özel beton, kalıp ve süreklilik bağlantıları özel işçilik külfetlerinin bulunmamasıdır.

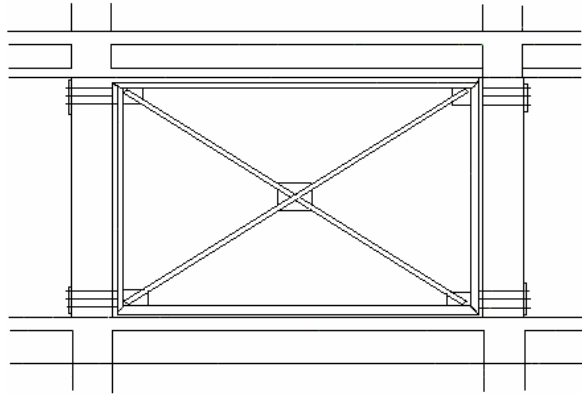
### **3.2. TAŞIYICI SİSTEMİN GÜÇLENDİRİLMESİ**

Güçlendiren ek betonarme perde veya çelik kafes sistemlerinin, deprem etkisinden oluşan taban kesme kuvvetinin, mevcut yapının durumuna göre, en az %70 mertebelerinde bir bölümünü karşılamasının sağlanması önerilmektedir. Bu oranın mevcut taşıyıcı sistem kolon ve kirişlerinde güçlendirme gerektirmeyecek şekilde belirlenmesi taşıma gücü güvenliği ve maliyet bakımından uygun olmaktadır.

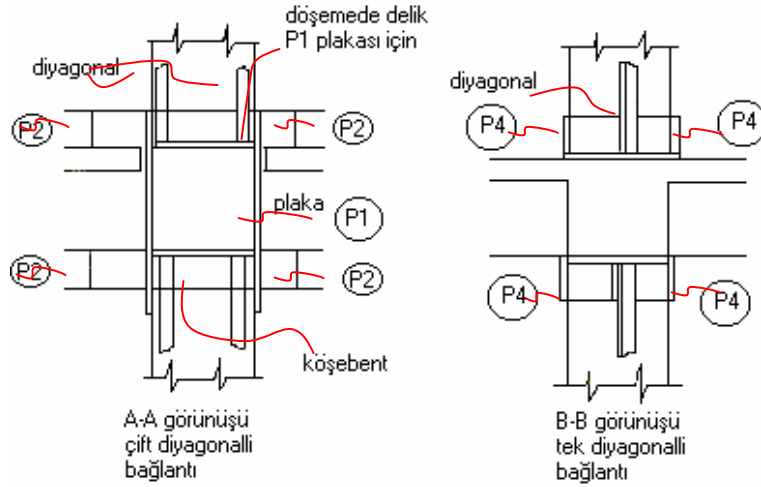
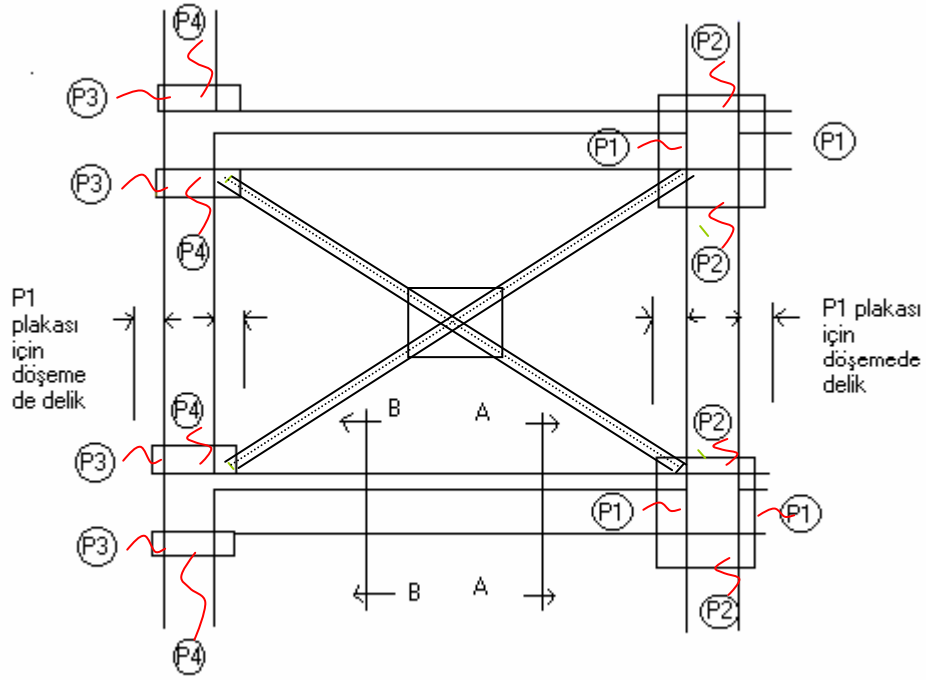
Ek betonarme güçlendirme perdeleri yapının ağırlığını ve dolayısı ile yapıya gelen yatay deprem yüklerini de artırabilir. Bu artıştan kaçınmak ya da yapının kütlelerini artırmadan yatay yüklere karşı rijitliğini ya da daha önemli olan sünekliğini artırmak için uygun çerçeve boşlukları arasına çelik çerçeveler ya da çapraz elemanlar yerleştirilerek güçlendirme yapılabilir. Bu tip güçlendirme diğer yöntemlere göre çok daha kısa bir süre almaktadır. Çelik çerçevenin betonarme kolonlara uygun biçimde bağlanması gerekir. Bulonlu ya da kaynaklı birleşimli bağlantılar kullanılabilir. Bulonlu birleşimli bağlantı kolonun dış yüzünde olabileceği gibi bağlantı betonarme kolon delinip bulonlar betonarme kolonun içinden geçirilerek de yapılabilir. Çelik çerçevelerin maliyetleri aynı yatay yük taşıma gücüne sahip betonarme kesme duvarlarına göre daha yüksektir. Ancak genelde daha hafif olmaları ve daha kısa sürede yapılabilmesi sebebiyle bir deprem sonrasında acil olarak yapıların hasarlı bölümlerinin askıya alınmasında ve geçici olarak desteklenmesinde kullanılabilme gibi üstünlükleri vardır.

### 3.2.1. Çelik Çapraz Elemanlarla Güçlendirme

Betonarme çerçevelerin, Şekil 3.7’de görüldüğü gibi, betonarme kolon-kiriş birleşim bölgelerine çelik çaprazlar dayandırılarak güçlendirilmesinde kesme kuvvetleri, güçlendirilen mevcut betonarme kolon-kiriş taşıyıcı sistemin kat kirişi üst ve alt yüzü düzeylerinde etkiyecektir. Yanal ötelenmeleri büyük ölçüde kısıtlanan yapıda kolon-kiriş birleşim bölgelerine etkiyecek momentler çok küçülecek, buna karşılık rijit davranması sonucu bu kesitlerde oluşacak kesme kuvvetleri kolon-kiriş taşıyıcı sistemi esnek olan ilk betonarme tasarımında bulunanların çok üstünde olacak; mevcut betonarme kesitlerin kesme kuvveti kapasitesini aşabilecektir. Özellikle çok katlı binaların çelik çaprazlar kullanılarak güçlendirilmesinde en üst kattan temele doğru inildikçe birleşim bölgelerinde kesme kuvvetleri çok büyük olacağından gerektiğinde çaprazlar çelik düğüm noktası elemanlarıyla (levhalarla) birleştirilerek sürekli çelik kafes sistem oluşturulmalıdır (A. Güner 2003). Oluşturulan kafes sistemin temele aktaracağı daha büyük yatay yüklere göre kafes sistem ile temel bağlantılarının ve temelin güçlendirilmesi gerekir.

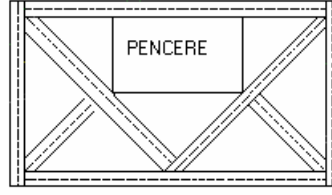


Şekil 3.7 Çerçeve açıklığına bulonlu bağlantılı çelik diyagonal elemanlar yerleştirilmesi [4]



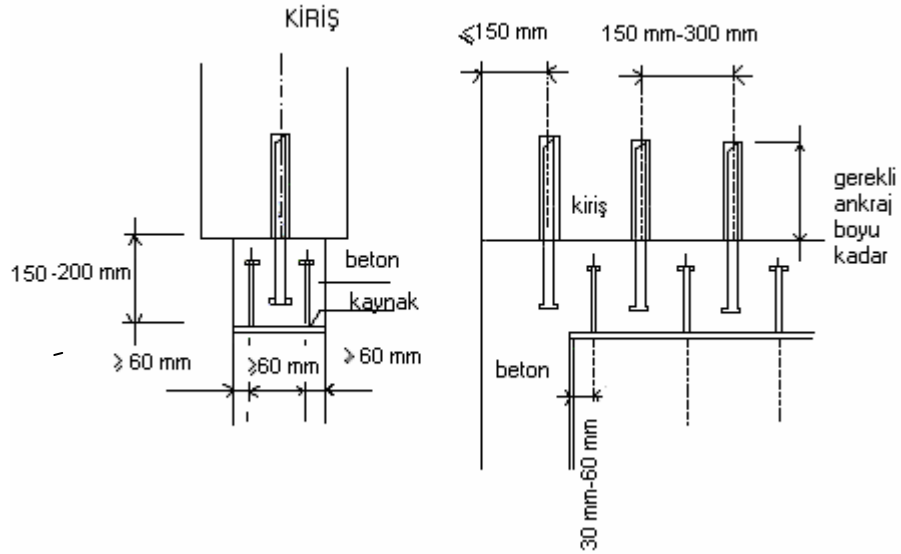
**Şekil 3.8 Çerçeve açıklığına kaynaklı diyagonal çelik elemanlar yerleştirilmesi [4]**

Çelik çerçeve ile güçlendirmede çapraz çubuklar pencere boşluklarına uygun biçimler de dış merkezli olarak da yerleştirilebilir (Şekil 3.9). Dışmerkez çapraz çelik çerçevenin önemli bir üstünlüğü diyagonallerin açıklıktaki pencere ya da kapı boşluğu kapatılmadan yerleştirilebilmesidir. Çelik çerçeve ile güçlendirmenin önemli bir sorunu çelik ve betonarme arasında kuvvet aktarımıdır.



**Şekil 3.9 Çelik çapraz eleman ile güçlendirmede pencereleri kapamayan dışmerkezli diyagonal yerleştirme düzeni [4]**

Japonya'da bu sorunun çözümü için uygulanan bir ayrıntı örneği Şekil 3.10'da gösterilmiştir. Çelik çerçevenin dış çevresine kaynakla bağlanan dişler ve yine betonarme çerçeveye ankre edilen dişlerin arasına yaklaşık 150 mm - 200 mm kalınlığında basınç dayanımı spiral donatı yerleştirilerek arttırılmış beton doldurulmaktadır. Spiral donatı yerleştirmek oldukça güç bir işçiliktir. Japonya'da çelik diyagonal güçlendirme çerçeveleri geniş açıklıklı betonarme çerçeveli eski okul yapılarının güçlendirilmesinde kullanılmaktadır.

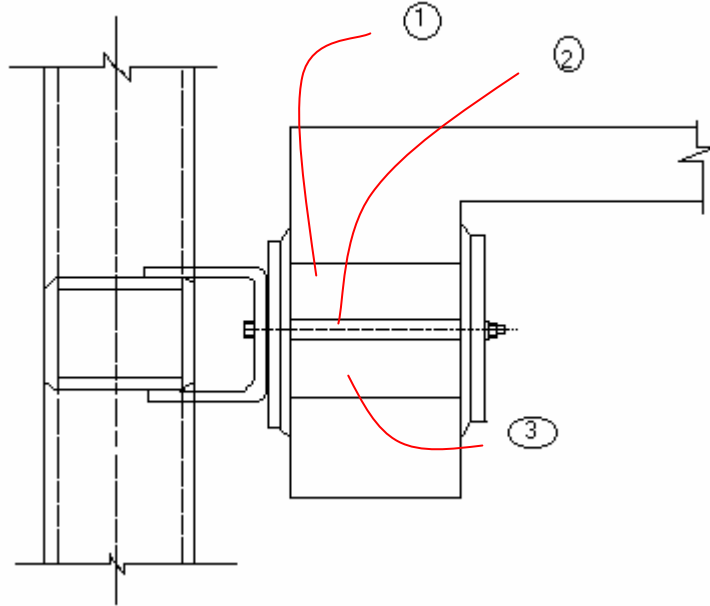


**Şekil 3.10 Çelik çerçeveden betonarme elemanlara kuvvet aktarma düzeni ayrıntıları [4]**



### 3.2.2. Çelik Kafes Sistem ile Güçlendirme

Taşıyıcı sistem, içine yerleştirilmiş betonarme perdeler yerine binanın hemen dışına yapılmış çelik çaprazlar veya kafes sistem yapılarak da güçlendirilebilmektedir. Eksenel çelik çaprazlar veya dış merkez çaprazlar da kullanılabilir. Ancak, bu durumda dış merkezlik nedeniyle kuvvetlerin aktarılması yeni güçlükler doğurabilir. Kolona ve kirişe bitişik olan çelik elemanlarla kuvvetin olabildiğince düzgün yayılı iletilmesi sağlanır. Ancak, çaprazlar nedeniyle köşelerde büyük yoğun çekme ve basınç kuvvetlerinin betonarme ve çelik taşıyıcı sistem arasında uygun mesnetlenme sağlanarak iletilmesi gerekir. Özellikle, beton kalitesinin çok düşük olması durumunda büyük köşe levhalarına ihtiyaç duyulur. Çaprazlı çelik kafes sistemlerde yatay kuvvetlerin kattan kata geçmesinin sağlanmalıdır. Bunun için kolona bitişik düşey çelik elemanların katlar arası sürekliliğinin sağlanması gerekir. Yatay deprem yüklerinin önemli bir bölümünün yapıya göre oldukça rijit davranacak olan bu çelik çerçevelere taşınması büyük çelik kesitler gerektirir.



Şekil 3.11 Dışmerkez çelik çaprazların betonarme kirişe bağlanması  
(1) kenetlenme delikleri, (2) çelik bulon, (3) epoksili tamir harcı [4, 5]

Çelik kafes sistem binanın tüm dış eksen çerçevelerinde ve/veya belirli eksen aralıklarında temelden başlayarak uygulanabilir. Kompozit taşıyıcı sistemlerde veya güçlendirme amacıyla binanın dışına yatay yerdeğiştirmeleri kısıtlayan çelik kafes sistem yapılabilmektedir.

### **3.2.3. Betonarme Perde ile Güçlendirme**

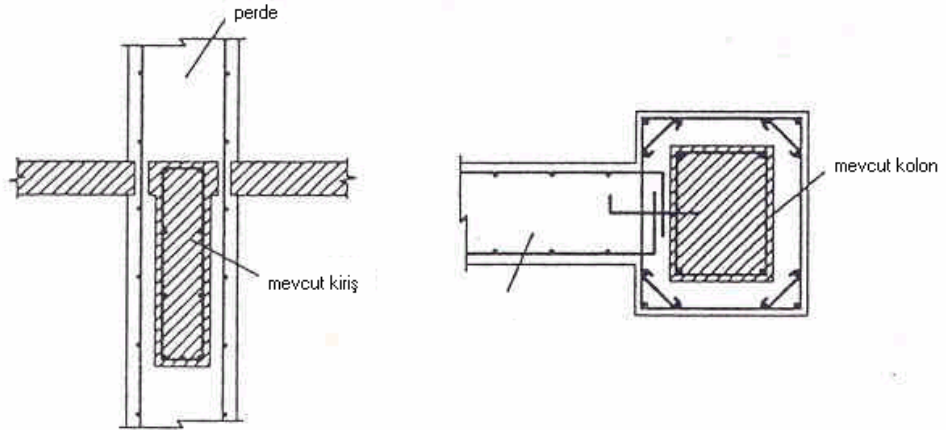
Betonarme perdelerle güçlendirmede, uygun eksen aralarına yatay yüklerin tümünü taşımak üzere betonarme perde yerleştirilir. Taşıyıcı sistemin rijitleşmesi sonucu ortaya çıkacak büyük kesme kuvvetleri ve çok katlı yapılarda perde-kolon-kiriş etkileşimi ve yapının tümünün birlikte mekanik davranışı sonucu, kolonlarda yatay yükler (kesme kuvvetleri) azalmakla birlikte eksenel yükün artabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Uygulamada güçlendirme projelerinde betonarme perde ile güçlendirme diğer güçlendirme yöntemlerine göre daha sıklıkla kullanılmaktadır.

Betonarme perdelerle güçlendirmede, mevcut sistemin kapasite bakımından deprem güvenliği artırılırken, taşıyıcı sistemdeki yanal yerdeğiştirmeler de sınırlandırılır. Güçlendirme için öngörülen yeni perdeler tüm taşıyıcı sistemin rijitliğini arttıracak için, genellikle binaya gelen toplam deprem kuvveti de artar ve etkiler sistemde değişik bir dağılımla ortaya çıkar. Güçlendirme perdelerinin bina içinde düzgün dağıtılmasıyla, kütle ve rijitlik merkezleri birbirine yaklaştırılarak etkilerin belirli bölgede yığılması ve istenmeyen burulma etkilerinin meydana gelmesi önlenebilir. Mevcut taşıyıcı sistemle yeni perdeler arasındaki kuvvet geçişinin ve bütünleşmenin sağlanması için bağlantıların özenle ele alınması ve tasarlanması gerekir.

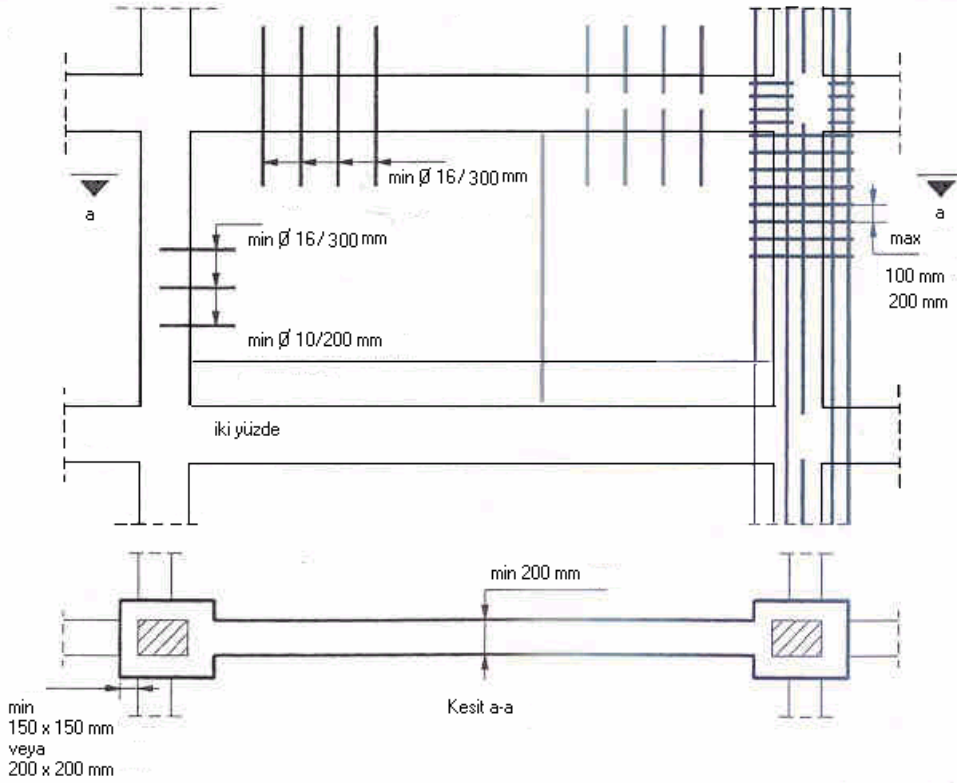
Perde ile güçlendirmede, perde yerlerinin seçiminde bunların banyo hacimlerine ve tesisat bağlantılarına bitişik olmamasına özen gösterilmelidir. Güçlendirme perdesi, boyutları değiştirilerek de olsa, düşeyde düzensizliklerin oluşmaması için, bütün katlarda devam ettirilmelidir. Bunun yanında bodrum katta çevre perdesi yapılması veya bazı perdelerin, kat yüksekliği büyük asmolen döşeme içinde kalan kirişlere sahip binalarda, zemin kata kadar yapılması da söz konusu olabilmektedir. Bu durumda ve

perdelerin üst katlarda devam etmediği durumlarda büyük rijitlik değişimlerini bir ölçüde azaltmak için, perdenin sonlandırıldığı katta perde uçları en az bir üst katta kolon mantolaması ile devam ettirilmelidir. Bu suretle ânî rijitlik değişiminin azaltılması yanında perde uç donatılarının ânî sonlandırılması da önlenmiş olur.

Güçlendirme perdeleri her iki doğrultuda en az ikişer tane olmalıdır. Binanın kat adedinin ve plandaki alanın küçük olması durumunda toplam perde sayısı, seçilen betonarme perde yerlerinin eksenleri birbirleri ile kesişmeyecek şekilde olması koşulunda üçe de indirilebilir. Gerekliğinde de bunların kalınlıkları veya boyları küçültülebilir. Kapı ve pencere boşluklarının bırakılması için boşluklu perdeye de karar verilebilirse de, boşluklu perdenin kalıp ve donatı ayrıntılarının uygulanması daha çok özen gerektirir. Güçlendirme perdelerinin yerlerinin mevcut perde ve kolon düzeni göz önünde bulundurularak belirlenmesi gerekir.



**Şekil 3.12** Güçlendirme perdesinin mevcut kirişi sararak yükselmesi ve mevcut kolonu mantolayarak bütünleşmesi [5]



**Şekil 3.13 Eksenel perde durumunda donatı düzeni [5]**

Perdenin iki kolon arasında bulunması tercih edilmelidir. Böylece perde uç bölgelerinin oluşturulması kolay olur. Bazı durumlarda bir taraftan bir kolona birleşmesi kabul edilebilir. Bu durumda diğer tarafta perde ucu düzenlenmelidir. İki taraftan da kolona bitişik olmayan doğrudan döşemeyi delip geçen perde ile döşeme arasında çok büyük gerilme yığılmaları oluşacağı için uygun değildir. Eğer perdenin bir ucu komşu kolona dört kenardan mantolayarak bağlanmıyor ve sadece kolonun üç, iki veya bir kenarı ile birleşiyorsa, kolon ile perde arası bütünleşmeyi komşu kolon yüzeylerine belirli aralıklarla yerleştirilecek bağ (dikiş) donatıları ile sağlamak gerekir. Güçlendirme perdeleri rijitlikleri nedeniyle deprem kuvvetinin önemli bir kısmını alırlar. Buna karşılık mevcut eski sistem uzun süreli yük altında betonun sünmesi ve büzülmesi (rötresi) sonucu yükünü aldıktan sonra ilave edildikleri için, taşıdıkları normal kuvvetler kendi ağırlıklarından ibarettir. Sadece daha sonra gelecek düşey yüklerin taşınmasında katkıda bulunurlar. Perdelerin temelleri mevcut temellerden faydalanılarak ve bunlar güçlendirilip genişletilerek oluşturulabilir.

### 3.3 ÇELİK LEVHA VE PROFİLLER ile GÜÇLENDİRMEDE KULLANILACAK MALZEMELER, BİRLEŞİM ARAÇLARI

#### 3.3.1 Yapı Çeliği

Yapıda taşıyıcı elemanlardaki çelik genellikle kolayca gözle veya aletle denetlenebilir durumdadır, açıktadır. Betonarmede ise çeliği gözle veya aletle denetlemekte güçlükler vardır; denetim ve deney için çoğunlukla örtü betonunun en az yeterli bir bölümünün kaldırılması gerekebilir. Çeliğin sünek bir malzeme olması bir başka tercih sebebidir; Ancak çelik yapının sünek davranabilmesi için sünek tasarım ve yapım kurallarına uyulması gerekir. Uygun tasarım ve yapımla plastik mafsalları oluşturarak tersinir (işareti değişen tekrarlı) aşırı yüke karşı çerçevelerde dış-merkezli güçlendirme uygulanıp plastik mafsallarla (aşırı yük sigortaları ile) enerji yutması sağlanabilir. Yapısal çelik malzemenin özellikleri örnekleri Tablo 3.1’de görülmektedir.

**Tablo 3.1 Yapı çeliğinin malzeme özellikleri [7]**

Malzeme	Elastiklik modülü, $E_s$ , GPa	Akma dayanımı, $\sigma_F$ MPa		Çekme dayanımı, $\sigma_U$ MPa	
		St37	St 52	St 37	St 52
Çelik	200	240	460	370	520

Sünek davranan bir taşıyıcı sisteme etkileyen deprem yükü, bu sisteme bir dış enerji uygular. Sistemde harcanan plastik şekil değiştirme enerjisi, depolanan elastik şekil değiştirme enerjisi ve yapının kinetik enerjisinin toplamı sisteme dışarıdan giren bu enerjiye eşit olur. Yapısal taşıma gücünü düşürmeyen plastik şekil değiştirme enerjisi ne kadar büyükse elastik enerji ve kinetik enerji o kadar az olacaktır; sünek davranış sonucunda enerji tüketilerek yapının taşıma gücünü sağlayan elemanların hasar görmesi engellenmiş olacaktır.

### 3.3.2. Çelik Birleşim Araçları

Kaynaklar, bulonlar (civatalar), saplamalar, çelik dübel kullanılan başlıca çelik birleşim araçlarıdır [7].

#### **Kimyasal Dübel:**

Her türlü ankraj ve filiz ekme işlerinde kullanılabilen cam tüp içerisinde kimyasal dübeldir. Bağlama civataları, ankrajlar gibi yerlerde hızlı, pratik, temiz bir uygulamanın istendiği durumlarda kullanılır. Değişik çap ve uzunlukta tipleri mevcuttur.

**Kullanım şekli:** Kullanılacak olan donatının tipine bağlı olarak kullanılacak kapsül tipi ve delik çapı, derinliği teknik föy ve proje verilerine göre belirlenir. Delik bir matkap veya karot makinası ile açılır. Hava kompresörüyle delik içi iyice temizlenir, Bir şişe fırçasıyla tozu alındıktan sonra parmak ile delik içi toz kontrolü yapılır. Ankre edilecek çelik delik içerisine konur ve deliğin derinliği çubuk üzerine işaretlendikten sonra çelik çubuk delikten çıkarılır. Cam tüp bir iki defa sallanır ve tüp üzerindeki ok doğrultusunda deliğe atılır. Gerekliyorsa ikinci tüpte aynı şekilde yerleştirilir. Çelik cam tüpün üzerine konur ve bir çekiçle üzerine vurularak cam tüpün kırılması sağlanır. Çelik delik içerisine çakılır ve üzerindeki işaretli yere gelinceye kadar ilerlettirilir.

**Özellikleri:** Kolayca çakılır, diğer sistemlere göre en az 3 kat daha hızlıdır. Her tür konfigürasyona sahip nervürlü donatının uygulanmasına imkan verir. Diğer sistemlerdeki karışım hataları tamamen ortadan kaldırılmış olur. Kuru delikte yapılan uygulamalarda +20°C ve üzerindeki sıcaklıklarda donma süresi yaklaşık bir saattir.

### 3.3.3. YAPIŞTIRMA VE DOLGU MALZEMELERİ

Epoksi, poliester, epoksi harçları, polimer esaslı lifli malzemeler kullanılan başlıca yapıştırma ve dolgu malzemeleridir.

#### 3.3.3.1 Karbon Lifli Şeritler ve Şilteler (Kanaviçeler):

Betonarme, yığma ya da ahşap yapı elemanlarının güçlendirilmesi, tamiri için geliştirilmiş, özel epoksi yapıştırıcı bir sistemdir. Sistem karbon liflerinden oluşur.

Betonarme, yığma, ahşap yapılarda; yüklerin artması, deprem, toprak kayması gibi hasar ve aşınmaların olması, yapısal değişikliklere gidilmesi veya yapı ıslahı, yerleştirme ve imalat hatalarının bulunması gibi nedenlerle taşıyıcı sistemin güçlendirilmesi gereken durumlarda kullanılır.

Köprülerde, endüstriyel yapılarda, ağır makine yüklemeleri, titreşimli makineler kullanılan yaşlanmış yapı elemanlarında, araç çarpması ve yangından sonra çatlak genişlemelerini azaltmak, duvar veya kolon yerleri değişiminde veya iptalinde ,mantolamada, yetersiz veya öngörülmemiş yapı boyutlandırılmasında, yetersiz donatı konması veya unutulması, perde ve kolonların takviyesi gibi işlerde kullanılır.

**Kullanım şekli:** Uygulama yapılacak yüzeyler önceden kir, yağ, toz ve gevşek parçalardan temizlenir. Derin boşluklar ve hasarlı bölgeler tamir edilir. Epoksi bazlı yapıştırıcı karbon lifli şilteler spatula veya fırça ile yüzeye 1 mm kalınlığında tatbik edilir. Daha sonra karbon lifli şilteler, epoksi sürülen yere istenilen doğrultuda bastırılarak yapıştırılır. Silindir plastik rulo ile epoksinin liflerin arasından çıkmasını sağlayacak şekilde kanaviçenin üzerinden geçilir. Yaklaşık 0,5 kg/m<sup>2</sup> sarfiyatla biraz daha epoksi yapıştırıcı uygulanır. Eğilme bölgesi takviyelerinde en çok 3 kat kanaviçe uygulanabilir.

**Özellikler:** Karbon lifli şilte uygulamalarında ek yerlerinde 10'ar cm üstüste binmelidir. Karbon lifli şilte üzerine sıva, boya yapılabilir, bu nedenle estetiği bozmaz.

Eğilme ve kayma donatısı gibi çeşitli amaçlarla kullanılabilir. Uygulanacak yüzeyin geometrisi önemli değildir. Korozyon riski yoktur. Lif doğrultusu tek yöndedir. Ağırlığı  $225 \text{ g/m}^2$ , kalınlığı 0,13 mm dir. Siyah renktedir.



#### **4. ÇERÇEVE TAŞIYICI SİSTEM İÇERİSİNDE BETONARME PERDE veya ÇELİK KAFES GÜÇLENDİRMENİN OLUŞTURABİLECEĞİ SORUNLAR**

Tamamı güçlendirilecek betonarme taşıyıcı sistemlerde taşıma gücü güvenliği açısından en uygun güçlendirme yöntemi, mevcut yapı ile birlikte çalışması sağlanmış betonarme perdelerle güçlendirme olduğu bilinmektedir.

Betonarme perdelerle güçlendirilmiş yapıda yatay kuvvetlerin tamamına yakın bir bölümü bu rijit perdeler tarafından taşınır. Bu ise perdede ve temelinde büyük kesme kuvvetleri ve moment oluşmasına yol açar. Perde bu kesit tesirlerini taşıyacak boyutta, B3 türü taşıyıcı sistem düzensizliği [3] oluşturmayacak biçimde, mevcut kolonlarla ve temelleriyle bütünleştirilmiş sürekli temel üzerine mesnetlendirilmelidir. Perde ile güçlendirmede düşey doğrultuda B1 ve B2 türü düzensizlikler oluşmaması için perdenin bütün bina yüksekliğince yapılması ve kesit tesirlerinin en üst kattan temele kadar iletilmesini sağlayacak biçimde sürekliliğinin sağlanması gerekir. Ayrıca A1 (burulma) türü düzensizlik oluşmaması için perdelerin planda dağılımı uygun seçilmeli, olabildiğince binanın merkezinden uzakta, dış çerçeveler üzerinde yapılmalıdır. Kiriş kırılarak betonarme perde oluşturulması durumunda kirişe yük aktaran plakların askıya alınması gerekmektedir. Geniş kirişlerde uygulanması tavsiye edilmez.

Betonarme manto ile güçlendirmede katlar arası dayanım ve rijitlik değişimini bir ölçüde azaltmak mümkün olabilir; ancak döşeme plakları ve kirişlerin bulunduğu kat hizalarında süreklilik sağlanamazsa, özellikle çok katlı (kat adedi 4'ten büyük) kolonlar alttaki kolonlara moment ve kesme kuvvetini yeterli güvenlikle aktaramayabilecektir.

Benzer sorunlar taşıyıcı sistemde rijitlik artışları oluşturan çelik çerçevelerle, çaprazlarla ve kafes sistemle güçlendirmede de mevcuttur. Bu sakıncalar Bölüm 3'te güçlendirme ayrıntıları üzerindeki yayın taraması sonuçları ile birlikte verilmiştir. Örnek olarak kolonlar arasına merkezi çapraz veya merkezi çaprazlı kafes yerleştirilmesi durumunda kolonların kiriş ve döşeme plağı ile birleştikleri kesitlere ilk betonarme tasarımda göz önüne alınmamış olan büyüklükte kesme kuvvetleri

etkiyebileceğinden bina yüksekliğince sürekli çelik çerçeve veya kafes sistem oluşturulması gerekecektir.

Çelik levhalarla veya kılıf geçirme ve profillerle güçlendirmede ise rijitlik artışları önemli düzeyde olmamakla birlikte, sürekliliğın ve güçlendiren çelik kesitlerin güçlendirilen betonarme kesitlerle ve elemanlarla birlikte çalışmasının sağlanması ile ilgili sorunlar hâlâ mevcuttur. Bu nedenlerle çelikle bölgesel güçlendirmenin birim maliyetinin düşük olması beklenmemelidir. Ancak, bölgesel güçlendirme gereken binalarda güçlendirmenin B1 ve B2 türü taşıyıcı sistem düzensizlikleri oluşturmayacak biçimde taşıma gücü güvenliği yetersiz yapı bölümü dışında devam ettirilmesinin gerekmemesi toplam güçlendirme maliyetlerini düşürebilmektedir.

## 5. GÜÇLENDİRME TASARIMI

Bu çalışmada güçlendirmelerin sünek davranmasının sağlamak için tasarımda iki ilke uygulanması düşünüldü:

- 1- Güçlendiren kesit ana parçalarında, bağlantı elemanlarında ve birleşim araçlarında sünek malzeme kullanılması ve sünek tasarım ve yapım yöntemleri uygulanması. (Kaynak dikişlerinde gevrek davranışa yol açacak etkilerden sakınılması, bulonlarda taşıma gücü tükenmesinin kesme taşıma gücü tükenmesiyle değil, delik cidarında ezilme sonucu oluşması ve bulon deliği kenar uzaklıklarının yırtılma meydana gelmeyecek şekilde seçilmesi.)
- 2- Büyük şekil değiştirmelerin, plastik mafsalın, kolon-kiriş birleşim bölgesinde kirişlerde oluşacak şekilde moment kapasitelerinin gerçekleştirilmesi.

Bunun için birleşim elemanlarının kesme kuvveti ve moment ve çekme kuvveti kapasiteslerinin kolonda plastik mafsal oluşumuna meydan vermeyecek düzeyde olması gerekir.

“Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik –1998” Bölüm 8.3 süneklik düzeyi yüksek çerçeveler (çelik yapıda) Madde 8.3.2.1 Denklem 8.2’de  $(M_{pa}+M_{pü}) \geq (M_{pi}+M_{pj})$  olması öngörülmektedir. Bu öngörü çelik yapıda kolon kesitinde de plastik mafsal oluşması olasılığını kabul etmek anlamını taşımaktadır.

Güçlendirilmiş betonarme yapıda ise kesitlerde beton da bulunduğu için kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulunun, başka bir deyişle “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik –1998” Madde 7.3.5.1 Denklem 7.3’de verilen  $(M_{ra}+M_{rü}) \geq 1,2 \cdot (M_{ri}+M_{rj})$  koşulunun sağlanması istenmektedir. Bu koşuldaki 1,2 çarpanı kiriş ana donatılarında olası pekleşmenin göz önüne alınmasını ve betonarme taşıyıcı sistemde kolon kesitinde plastik mafsal oluşmamasını sağlamaya yöneliktir. Betonarme kolon kesitinde plastik mafsal oluşması betonun ezilmesi ve dağılması sonucu taşıma gücünü yitirmesine yol açabilir.

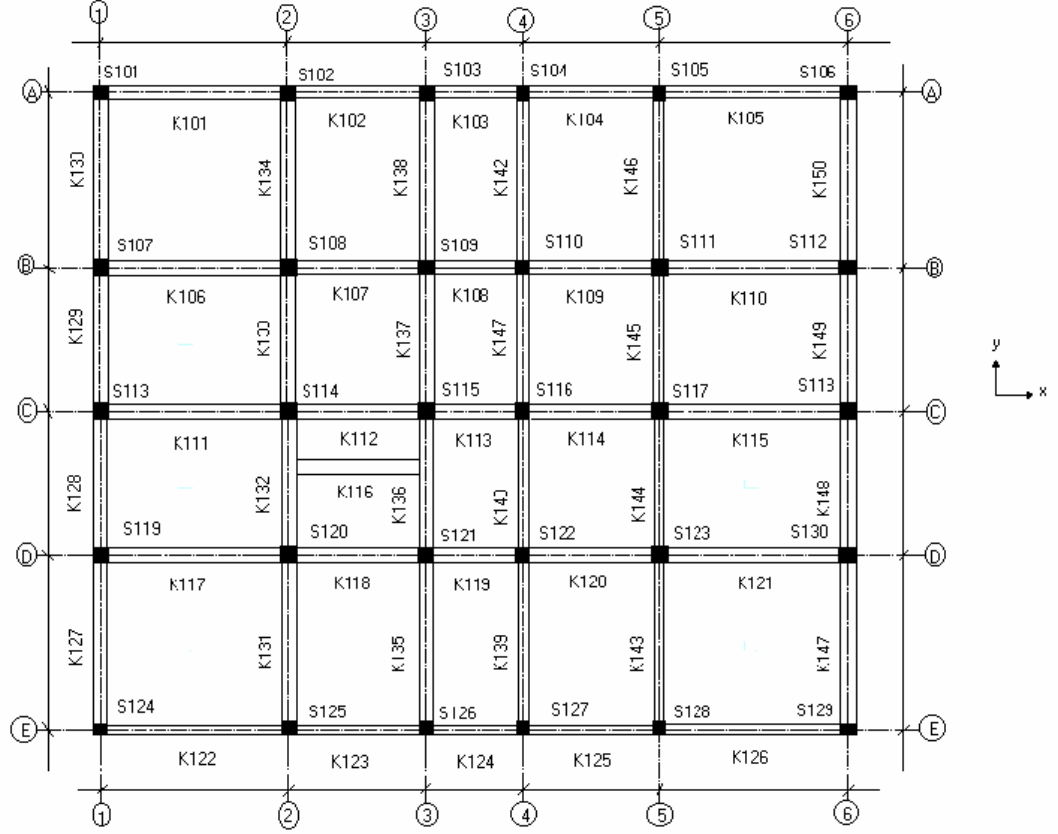
## 5.1. Beton Dayanımı Yetersiz Betonarme Taşıyıcı Sistemlerin Betonarme Manto ve Perdelerle Güçlendirilmesi

Taşıyıcı sistemin düşey ve yatay yüklerin altında incelenmesi STA4CAD bilgisayar programı ile yapıldı. STA4CAD'e verileri girilen ve kesitleri 10 mm yaklaşıklıkla minimize edilen kolon, kiriş ve döşeme plaklarından oluşan sistem eksen geometrileri aynı, malzemeleri farklı bu 8 adet betonarme taşıyıcı sistemde beton sınıfı yapının bir bölgesinde, Şekil 5.1a ve Şekil 5.1b'de gösterilen elemanlara (1. kat (1, 2) – (D, E) akslarındaki 4 adet kolonlarda ve 1-(C-D, D-E), 2-(C-D, D-E) ve D-(1-2, 2-3), E-(1-2, 2-3) kirişlerine ve (C-D-E)-(1-2-3) döşeme plaklarına) Tablo 5.1'de sütun 6'daki karakteristik dayanımlar atanarak taşıma gücü güvenliği yetersiz, güçlendirme gerektiren taşıyıcı sistemler elde edildi. Bilgisayar programı ile irdelenen projelerin isimleri ile beton ve çelik sınıfları Tablo 5.1 de görülmektedir.

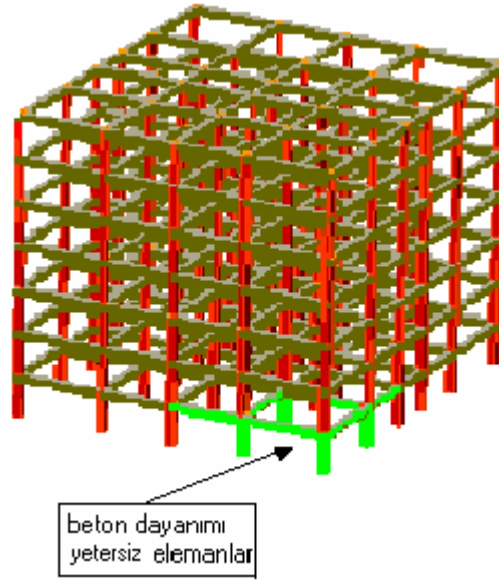
**Tablo 5.1. Betonarme Taşıyıcı Sistem Proje Kod Numaraları ve Malzeme Tasarım Sınıfları**

Sıra No	Proje Kod No	Projede Öngörülen Beton Sınıfı	Projede Öngörülen Çelik Sınıfı	R Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	Yetersiz Beton Karakteristik Dayanımı, $f_{ck2}$ , MPa
1	14224	C14	S220	4	7
2	14424	C14	S420	4	7
3	20224	C20	S220	4	10
4	20424	C20	S420	4	10
5	25224	C25	S220	4	12
6	25424	C25	S420	4	12
7	30224	C30	S220	4	15
8	30424	C30	S420	4	15

Bu projelerde sadece Şekil 5.1b de gösterilen elemanlarda, yapım sırasında yanlış uygulama sonucu, beton karakteristik dayanımının konut yapımı uygulamasında çok rastlanan düzeyde düşük olduğu kabul edilmiştir.



Şekil 5.1a Tip proje. Birinci kat kalıp planı



**Şekil 5.1b) Beton dayanımı yetersiz kolon ve kirişlerin yerleri**

Elemanların en büyük kesit tesirlerine maruz kesitlerinde beton dayanımındaki azalma sebebiyle kolonlarda aksenal kuvvet, eğilme momenti ve kesme kuvveti kapasitelerindeki, kirişlerde ise kesme kuvveti ve eğilme momenti kapasitelerindeki azalmalar hesaplandı. Ayrıca betonarme taşıyıcı sistem tasarım bilgisayar programı kullanılarak bölgesel güçlendirme amacıyla beton dayanımı yetersiz elemanların kesitlerinde gerekli donatı alanları hesaplandı. Kesite yerleştirilecek fazla donatı alanı esas alınarak gerekli ek profil veya levha biçiminde “güçlendiren çelik kesit alanı”nın minimum değeri belirlendi. Güçlendiren çelik levhaların ve profillerin minimum kesitleri

Çelik levha kalınlığı  $\geq 5$  mm

Çelik profil et kalınlığı  $\geq 5$  mm

Uygun bulon çapı  $\geq 13$  mm (M12)

olarak tasarlandı.

Kolon-kiriş birleşim bölgelerinde “Âfet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (Ocak 1998)” [3] ilkelerine göre yapı sürekliliğinin sağlanması için gerekli koşullar irdelendi.

Güçlendirme amacıyla kesitlerin dışına yerleştirilecek çelik levha ve profillerin mevcut betonarme kesitler ve yapı elemanları ile birlikte çalışarak (uyumlu şekil değiştirmeleri yaparak) taşıma gücü kapasitesine katkıda bulunabilmesi için

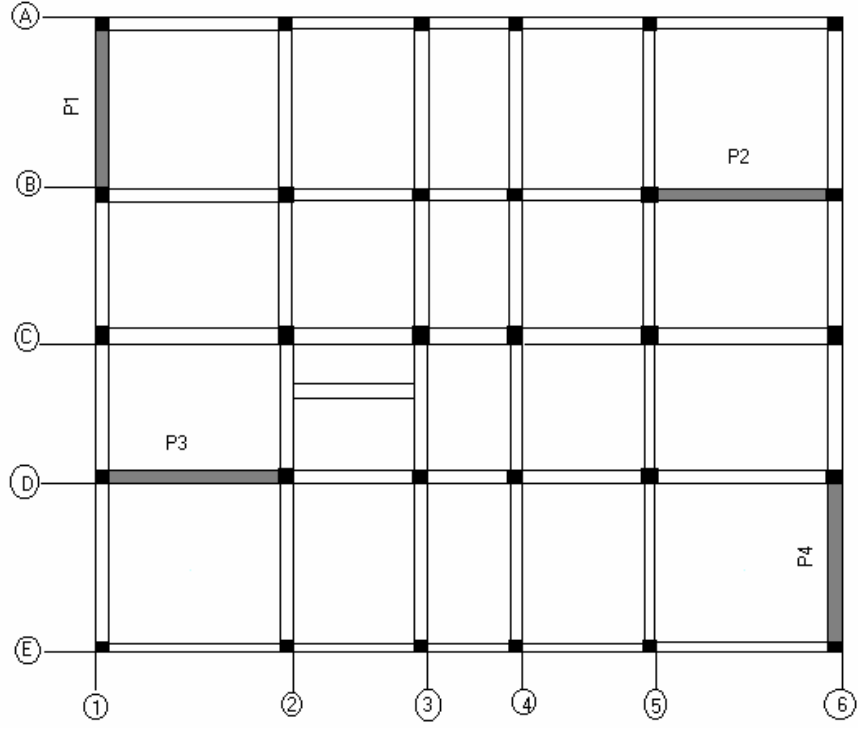
kullanılacak bağlantı elemanları güvenli mekanik kenetlenme sağlamak amacıyla bulon veya saplama olarak seçildi.

Betonarme manto ve perde ile güçlendirmede yapısal düzensizlik düzeylerinin yönetmelikte [3] belirtilen sınırları aşmaması sağlandı. Çelik güçlendirme elemanının sünek davranması amacıyla güçlendiren elemanda bulon, kaynak dikişi ve levhalarda taşıma gücü tükenmesi kayma dayanımı tükenmesi sonucu değil delik cidarlarında ezilme ve eksensel gerilme altında akma (plastik şekil değiştirme) oluşması sağlanacak biçimde boyutlandırıldı. Çelik levhalarının betonarme elemanla birleştirilmesi için kullanılan ankraj bulonu sayısı ve çapı çelikte güvenlik gerilmeleri aşılmayacak, ve betondaki ankraj deliği çapı da — bulon ve beton arasındaki boşluk uygun kıvamda harç veya macunla doldurularak — delik çevresindeki beton dış yüzeyi katmanında ezilme oluşmayacak boyutta seçildiği kabul edildi (Şekil 5.6).

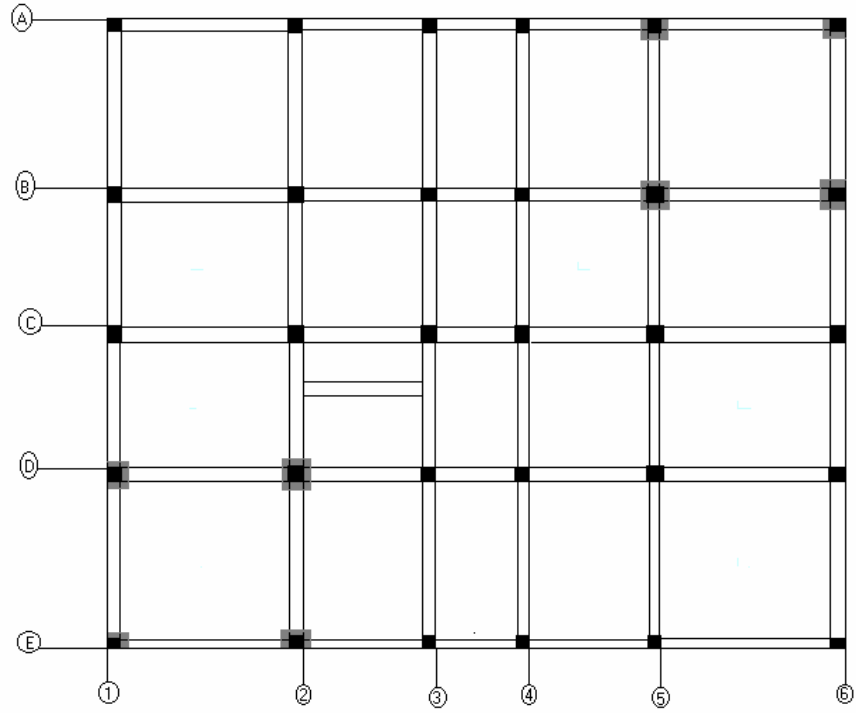
Taşıyıcı sistemin perde ve kolon mantolanması (düşey taşıyıcı elemanlar) ile güçlendirme maliyeti ile çelik konstrüksiyon ile bölgesel güçlendirme maliyetleri karşılaştırıldı. Uygun güçlendirme yöntem ve malzeme seçimi için öneriler oluşturuldu.

Her aşamada yetersizlik beliren elemanların bulunduğu katlar güçlendirildi ve taşıyıcı sistem yeniden analiz edilerek yeterliliği irdelendi. Kesit yetersizlikleri tükeninceye kadar güçlendirme binanın üst katlarına devam ettirildi.

Manto ile güçlendirmede görelî kat ötelemeleri ( $\Delta_i$  değerleri) ile ilgili sorun çıkmaması için manto ile güçlendirme kat merkezine göre simetrik yapıldı.



Şekil 5.2 25224 projesinde betonarme perdelerin yerleşimi



Şekil 5.3 25224 projesinde betonarme manto yerleşimi



## 5.2. Beton Dayanımı Yetersiz Betonarme Kesitlerin Çelik Levha veya Profillerle Güçlendirilmesinde Tasarım İlkeleri

Güçlendiren çelik kesitin alanının minimum değerinin belirlenmesi işlemi, Şekil 5.1 ve 5.2’de gösterilen, yetersiz beton dayanımına sahip kirişlerin ve kolonların kesitlerinde STA4CAD bilgisayar programı kullanılarak belirlenen gerekli donatı alanından yeterli beton dayanımı durumunda belirlenen donatı alanı çıkarılarak belirlendi. Bunu takiben güçlendiren çelik levha kesit alanı seçildi ve güçlendirilmiş kesitin bu ek donatı alanı ile STA4CAD programı kullanılarak irdelenmesi gerçekleştirildi. Güçlendirilmiş kesitin etkileşim diyagramı, güçlendiren çelik kesit alanı beton dayanımı yetersiz kesite yerleştirilerek, kesit tesiri M-N noktalarını kapsadığı irdelendi. Kesme kuvveti taşıma gücü yetersizliği gövde levhası ile karşılandı.

Beton kesitin dayanım yetersizliği sebebiyle betonarme kesitin

- i)  $N_r$  aksenal basınç yükü kapasitesinde (kolonlarda),
  - ii)  $M_{rx}$  ve  $M_{ry}$  moment kapasitelerinde (kolonlarda ve kirişlerde),
  - iii)  $V_{rx}$  ve  $V_{ry}$  kesme kuvveti kapasitesinde (kolonlarda ve kirişlerde),
- oluşan farkları (azalmaları) ayrı ayrı telâfi edecek,

$$\begin{array}{ccccc} |N_{r2}|^3 & |N_{r1}|^1 & 0 & M_x = 0 & M_y = 0 & V_x = 0 & V_y = 0 \\ N = 0 & |M_{rx2}|^3 & |M_{rx1}|^1 & 0 & M_y = 0 & V_x = 0 & V_y = 0 \\ N = 0 & M_x = 0 & |M_{ry2}|^3 & |M_{ry1}|^1 & 0 & V_x = 0 & V_y = 0 \\ N = 0 & M_x = 0 & M_y = 0 & |V_{rx2}|^3 & |V_{rx1}|^1 & 0 & V_y = 0 \\ N = 0 & M_x = 0 & M_y = 0 & V_x = 0 & |V_{ry2}|^3 & |V_{ry1}|^1 & 0 \end{array}$$

durumları sağlanacak biçimde güçlendiren çelik kesit alanı seçildi.

Güçlendirilen kolonlarda etkileşim diyagramı biçiminin yeterli beton dayanımına sahip kesitinkine benzer biçimde olması için güçlendiren çelik kesit parçaları eleman kesitlerine yetersiz beton dayanımlı tasarımda (ikinci tasarım) belirlenen donatı alanlarıyla orantılı olarak yerleştirildi. Kirişlerde çelikte güçlendirilmiş kesitin, basınç bölgesi tarafındaki güçlendiren çelik kesitin dengeli davranış için gerekli çelik kesitini sağlayacak şekilde (genelde simetrik) seçilmesi öngörüldü. Seçilen güçlendiren çelik kesitlerin moment taşıma gücü güçlendiren çelik kesitin plastik

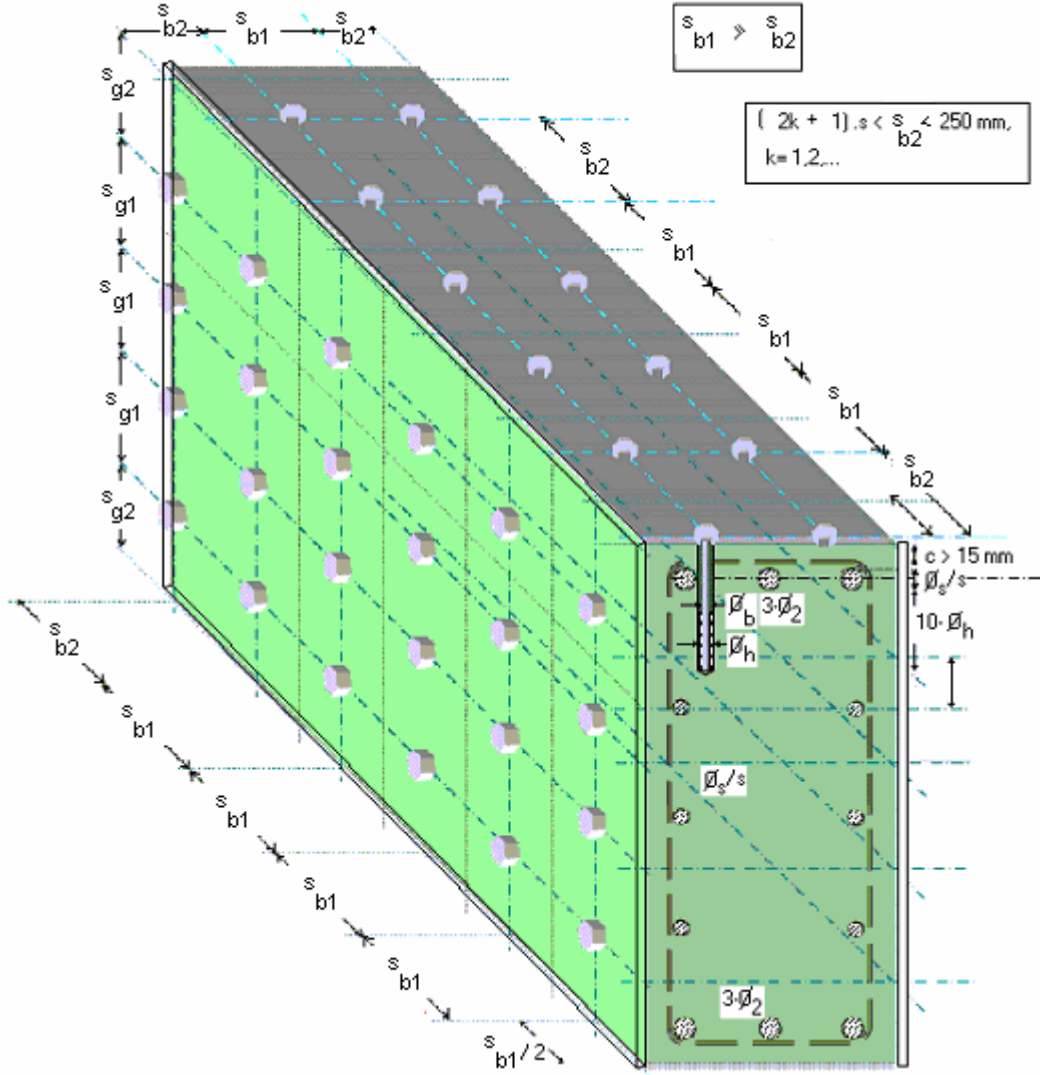
mukavemet momentine göre irdelendi. Kolonlarda burkulma irdelemesi bilgisayar programı içerisinde yapıldığından ayrıca irdelenmedi.

Güçlendiren çelik kesit parçalarının paylarına düşen eksensel kuvvet, kesme kuvveti ve momentten kaynaklanan çekme veya basınç kuvvetlerini taşıyabilmeleri için bu moment kapasitesinin aşılmadığı bölge içerisinde uygun bağlanmayı sağlayacak (yeterli sayıda bulon yerleştirebilecek, bağlanma boyu) kadar uzatılması, bağlanma boyunun en az 400 mm veya iki normal etriye aralığı kadar olması, gerektiğinde bulon yerine güçlendirilen kesit delinerek karşı yüzdeki güçlendiren levhaya bağlanan saplama kullanılması öngörüldü. Burada özellikle güçlendiren çelik kesite etkiyen iç kuvvetlerin güçlendirmenin kuramsal olarak gerekmediği kesitin güçlendirme gerekmeyen taraftaki betonarme eleman bölgesinde beton kesitin çekirdek bölgesine güvenle aktarılmasını sağlayacak, uygulanabilir bir bağlanma tasarlanması ilkesi benimsendi. Güçlendiren çelik profiller ve levhaların, güçlendirilmesi gereken kolon-kiriş birleşim bölgesinden başlayarak “taşıyıcı eleman yüzlerinden itibaren en az 1.0 m’lik bölgede” veya “serbest açıklığın veya kolon serbest boyunun ¼’ü” veya “elemanın kesit taşıma gücünün yetersiz olduğu boy” + “bağlanma boyu” değerlerinden büyük olanı kadar bir boyda devam etmesi gerektiği düşünüldü. Güçlendirmenin sürekliliğinin sağlanması için, dayanımı yetersiz beton bölgesinin sona erip yeterli dayanımda betonun başladığı bölgelerde de güçlendiren çelik levhalar, profiller ve lama veya çubuklar beton dayanımı yeterli kolon veya kiriş üzerinde yeterli bağlanma boyu sağlanacak kadar ve en az 1.0 m, veya kiriş serbest açıklığının veya kolon serbest boyunun ¼’ü kadar devam ettirildi. Beton dayanımı yetersiz kolonlarda tamamı bütün boylarını kapsayan çelik güçlendirme yapılması, kirişlerde ise kesme kuvveti kapasitesi yetersiz bölgelerin güçlendirilmesi öngörüldü.

Betonun karakteristik silindir ( $\varnothing = 150 \text{ mm}$ ,  $h = 300 \text{ mm}$ ) dayanımları yeterli ve yetersiz durumlar için sırasıyla  $f_{ck1}$  ve  $f_{ck2}$ , ve donatılı beton malzeme özellikleri ve tasarım kuralları için TS 500 / Şubat 2000 ilkeleri uygulandı.

Güçlendirilen betonarme elemanın çekirdek bölgesinin dışındaki dış yüzey katmanında, bulonun baş kısmının hemen altında eksenine dik doğrultuda çelik levha veya profilin uyguladığı  $P_1$  yükünü taşıyan bulonun yatakladığı beton yüzeyinde (Şekil 5.6)  $f_{cl} = P_1 / (\varnothing_l \cdot c_l)$ , bağıntısıyla hesaplanacak beton ezilme gerilmesi için

güvenlik gerilmesi değerinin mevcut betonun karakteristik dayanımının  $1/3$ 'ü kadar,  $f_{c/k} = 0,33 \cdot f_{ck}$  alınabileceği düşünüldü. (Çalışmada bulon-beton arayüzeyinde ezilme irdelemesi yapılmadı; ancak gereken yerlerde ezilme güvenlik gerilmesi  $f_{c/k}$  aşılmasını önleyecek biçimde dış çapı uygun dolgu macunlu yatak uygulanacağı düşünüldü.)



**Şekil 5.4. Güçlendiren çelik kesitin ve kiriş üzerindeki birleşim araçlarının (bulonların) yerleşim düzeni**

Güçlendiren çelik kesit parçalarının boyutlarından itibaren kesit özellikleri, Şekil 5.5'te gösterilen boyutlarla,

$A_a \equiv$  Güçlendiren çelik kesitin alanı,

$b_x \equiv$  Betonarme kolonun veya kirişin X doğrultusundaki boyutu

$b_y \equiv$  Betonarme kolonun veya kirişin Y doğrultusundaki boyutu

$b_{axb} \equiv$  Güçlendiren çelik levhanın X doğrultusundaki boyutu

$b_{ayg} \equiv$  Güçlendiren çelik levhanın Y doğrultusundaki boyutu

$t_{xg} \equiv$  Güçlendiren çelik levhanın X doğrultusundaki kalınlığı

$t_{yb} \equiv$  Güçlendiren çelik levhaların Y doğrultusundaki kalınlığı

olmak üzere

$$A_a \geq 2(t_{xg} \times b_{yg} + b_{xb} \times t_{yb}) \quad (5.1)$$

güçlendiren çelik kesitin x eksenine göre plastik mukavemet momenti,

$$W_{xap} \geq 2 \times \left[ \frac{A_a t_{xg} b_{yg}^2}{4} + \frac{A_a}{2} b_{yb} + \frac{t_{yb}}{2} b_{xb} t_{yb} \right] \quad (5.2a)$$

güçlendiren çelik kesitin Y eksenine göre plastik mukavemet momenti,

$$W_{Yap} \geq 2 \times \left[ \frac{A_a t_{yb} b_{xb}^2}{4} + \frac{b_{xb}}{2} b_{yg} t_{xg} \right] \quad (5.2b)$$

bağıntısıyla hesaplandı.

Gerekli güçlendiren çelik kesit alanının yaklaşık hesabında

$$y_b + \frac{t_{yb}}{2} \geq \frac{b_y}{2} \geq \frac{b_{yg}}{2} \text{ alınarak}$$

$$W_{xap} \geq 2 \times \left[ \frac{A_a t_{xg} b_{yg}^2}{4} + \frac{b_{yg}}{2} b_{xb} t_{yb} \right] = \frac{b_{yg} \times A_a}{2} \left[ 1 + \frac{b_{xb} t_{yb}}{A_a} \right] \quad (5.2c)$$

ve

$$\frac{b_{xb} t_{yb}}{A_a} \geq 0.25 \text{ alınarak}$$

$$W_{axp} \geq 0.63 b_y A_a \quad (5.2d)$$

buradan

$$\begin{aligned} M_{ax} &= W_{axp} \times S_{ad} = D M_{rx} \\ M_{ax} &= 0.63 \times b_y \times A_a \times S_{ad} = D M_{rx} \end{aligned}$$

ve

$$A_a = \frac{D M_{rx}}{0.63 \times b_y \times \sigma_{ad}} \text{ veya } \frac{D M_{ry}}{0.63 \times b_x \times \sigma_{ad}} \quad (5.2e)$$

alındı.

Kesme kuvveti taşıma gücü yetersizliği

$$\Delta V_r = V_{r1} - V_{r2} = b \times d \times (f_{ck1} - f_{ck2}) \quad (5.3)$$

Eksensel yük taşıma gücü yetersizliği (M = 0 durumu için)

$$\Delta N_r = N_{r1} - N_{r2} \quad (5.4)$$

$f_{ck1}$  = Yeterli beton karakteristik dayanımı,

$f_{ck2}$  = Yetersiz beton karakteristik dayanımı,

$V_{r1}$  = Yeterli kesitin kesme kuvveti kapasitesi,

$V_{r2}$  = Yetersiz kesitin kesme kuvveti kapasitesi,

$N_{ar}$  = Güçlendiren çelik kesitte bulunması gereken eksensel yük kapasitesi  
(M = 0, V = 0 hali),

$N_{r1}$  = Beton dayanımı yeterli kesitin eksensel yük kapasitesi,

$N_{r2}$  = Beton dayanımı yetersiz kesitin eksensel yük kapasitesi

$$M_{ar} \geq \Delta M_r = M_{r1} - M_{r2} \quad (5.5)$$

$M_{ar}$  = Güçlendiren çelik kesitte bulunması gereken moment kapasitesi (N = 0, V = 0 hali),

$M_{r1}$  = Beton dayanımı yeterli kesitin moment kapasitesi,

$M_{r2}$  = Beton dayanımı yetersiz kesitin moment kapasitesi.

Güçlendiren çelik kesitin sağlaması gereken kesme kuvveti kapasitesi beton kesitin kesme kuvveti kapasitesi azalmasına eşit veya büyük

$$V_{ar} \geq \Delta V_r \quad (5.6)$$

olmalıdır. Burada

$V_{ar}$  = Güçlendiren çelik kesitin kesme kuvveti kapasitesi,  
Elverişsiz yükleme durumlarında

$$\sigma_a = \frac{N_a}{A_{sa}} + \frac{M_{aX}}{W_{paX}} + \frac{M_{aY}}{W_{paY}} \cdot \xi \cdot \sigma_{ad} \quad (5.7)$$

$$\tau_a = \frac{V_a}{A_{saV}} \cdot \xi \cdot \tau_{ad}$$

ve asal gerilme irdelemesi

$$\sigma_h = \frac{1}{2} \left( \sigma_a + \sqrt{\sigma_a^2 + 4\tau_a^2} \right) \cdot \xi \cdot \sigma_{ahd}$$

bağıntısıyla yapılmalıdır. Burada

$N_a, M_{aX}, \Delta M_{aY} \equiv$  Güçlendiren çelik kesite elverişsiz yükleme durumunda etkiyecek aksenal kuvvet ve momentler,

$V_{aX}, V_{aY} \equiv$  Güçlendiren çelik kesite elverişsiz yükleme durumunda X ve Y doğrultularında etkiyecek kesme kuvveti,

$\sigma_{ad}, \tau_{ad} \equiv$  Güçlendiren çelik malzemenin eksensel ve makaslama tasarım gerilmesi

değerleridir.

5.7 bağıntısından, güçlendiren çelik kesitin etkileşim diyagramı veya  $\sigma_a = \sigma_{ad}$  olmasını sağlayan kritik  $N_a - M_a$  çiftleri elde edilebilir; bu değerler mevcut kesitin N - M diyagramına veya noktalarına süperpoze edilerek çelik levhalarla ve profillerle güçlendirilmiş kompozit kesitin etkileşim diyagramının kritik noktaları yaklaşık olarak hesaplanabilir.

### 5.3. Bulonların Hesap Esasları

Bir bulona gelen yük, o bulonun mevcut betonarme elemana bağladığı güçlendiren çelik levha alanının payına elverişsiz yükleme durumlarına ilişkin  $N_a$ ,  $M_{aX}$ ,  $M_{aY}$ ,  $V_{aX}$ ,  $V_{aY}$  kesit tesirlerinden düşen payların süperpozisyonu olarak hesaplandı.

Bulon (cıvata) irdelemesinde, her bir bulona, aksenal kuvveten gelen  $N_N$ , X ve Y doğrultularındaki eğilme momentlerinden gelen  $N_{MaX}$ ,  $N_{MaY}$ , X ve Y doğrultularındaki kesme kuvvetlerinden gelen  $N_{VaX}$ ,  $N_{VaY}$  ve bileşke  $N_1$  kuvveti hesaplandı.

Güçlendiren çelik kesitin taşıyacağı eksensel  $N_a$  yükünün bulonlara paylaşılmasında yüklerin onları taşıyan güçlendiren çelik kesit parçalarının alanları ile orantılı olduğu, bir parçaya gelen yükün ise o parça üzerindeki bulonlara eşit olarak dağıldığı, kabul edildi. Güçlendiren çelik kesit parçalarının birbirlerine veya betonarme kesite birleşim araçlarıyla bağlanarak güçlendirilen kesit de dahil birlikte çalışmaları kabul edildi.

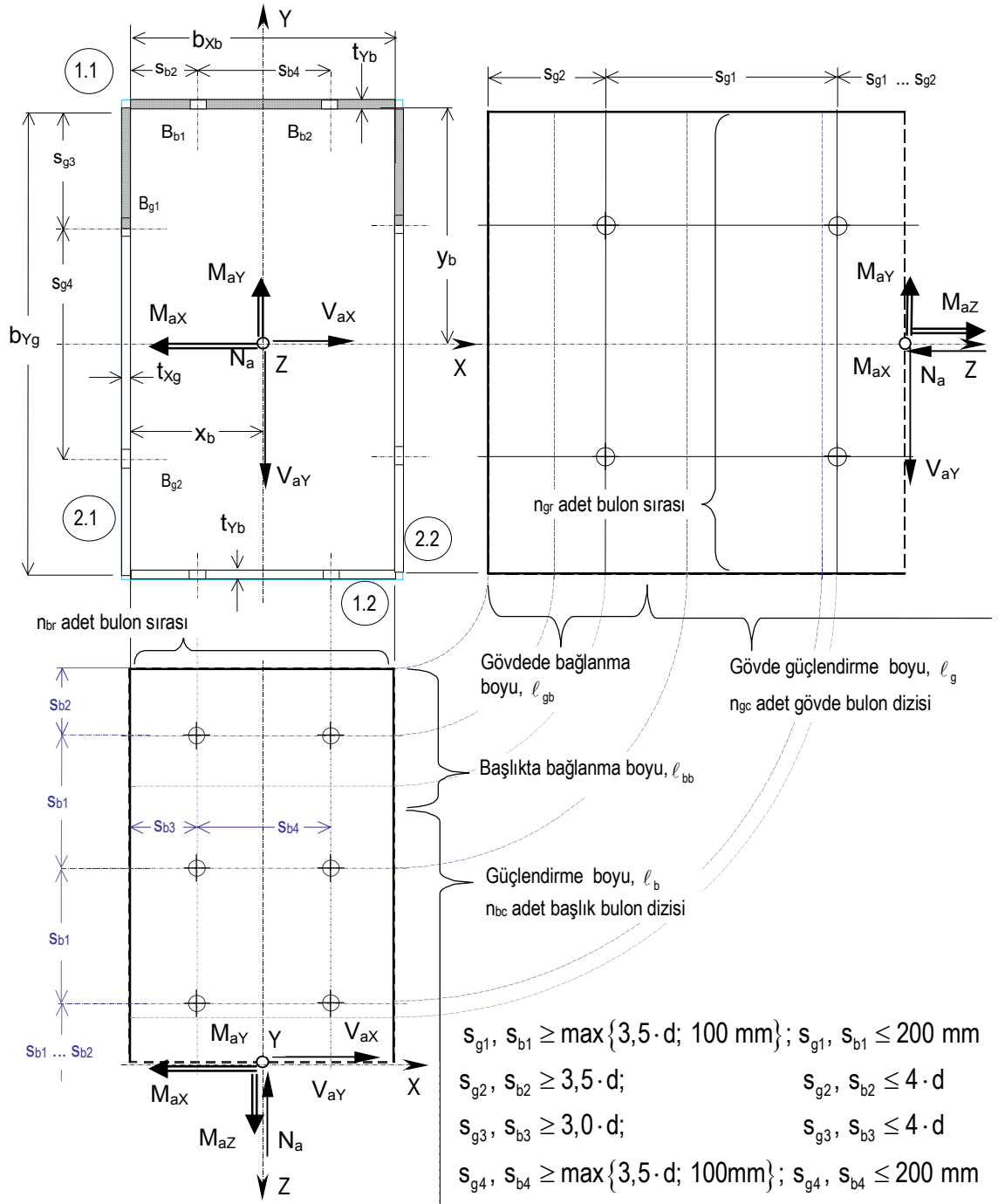
Y eksenini doğrultusunda  $V_{aY}$  kesme kuvveti Y eksenini doğrultusundaki  $b_{Yg}$  boyutu büyük olan 2.1 ve 2.2 levhaları tarafından taşındığına ve 1.1, 1.2, 2.1 ve 2.2 levhaları birlikte çalışacak biçimde bağlantı elemanlarıyla veya doğrudan kaynak dikişleriyle birleştirildiğine göre, 1.1 levhasını 2.1 ve 2.2 levhalarına birleştiren araçların kolon veya kirişin birim boyu üzerinde etkiyen kesme kuvvetinin hesabı için, Şekil 5.5'ten, tek başlık levhası (1.1 parçası) alanının güçlendiren kesitin X eksenine göre  $S_{Xb 1.1}$  statik momenti

$$S_{Xb 1.1} = [(y_b + (t_{Yb}/2))] \times [t_{Yb} \times b_{Xb}] \quad (5.8)$$

güçlendiren çelik kesitin X ve Y eksenlerine göre atalet momentleri,

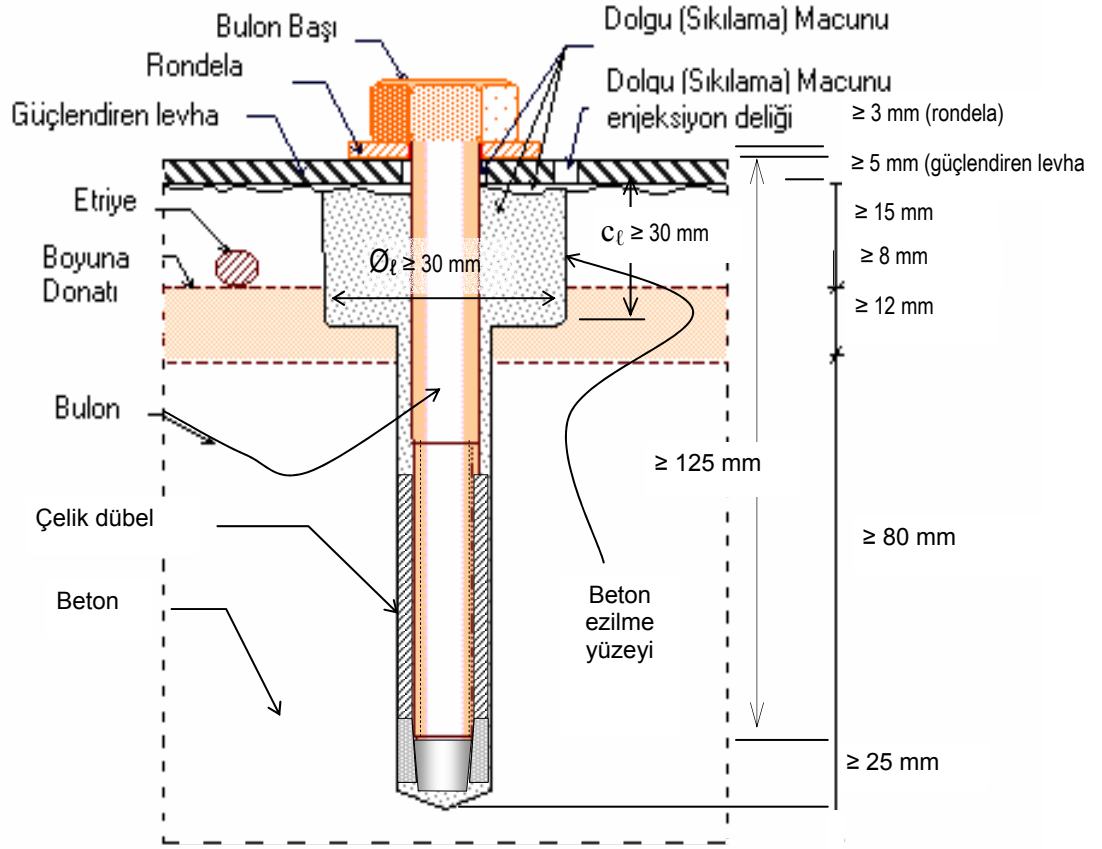
$$J_{Xa} = 2 \times \left[ \frac{t_{Xg} \times b_{Yg}^3}{12} + \frac{t_{Yb}}{2} \times \frac{b_{Xb}^3}{12} + \frac{t_{Yb}}{2} \times \frac{b_{Xb} \times t_{Yb}^3}{12} \right] \quad (5.9a)$$

$$J_{Ya} = 2 \times \left[ \frac{t_{Yb} \times b_{Xb}^3}{12} + \frac{t_{Xg}}{2} \times \frac{b_{Yg}^3}{12} + \frac{t_{Xg}}{2} \times \frac{b_{Yg} \times t_{Xg}^3}{12} \right] \quad (5.9b)$$



**Şekil 5.5. Güçlendiren çelik kesit ve bağlantı bulonları yerleşimi**





**Şekil 5.6 Ankraj bulonu**

olduğuna göre, güçlendirir çelik kesitte 1.1 levhasını 2.1 ve 2.2 levhalarına veya mevcut betonarme kesite bağlayan parçalara ve/veya birleşim araçlarına birim boyda etkiyen  $T_{1a1.1}$  toplam kesme kuvveti,

$$T_{1a1.1} = \frac{V_{xa} \times S_{xb1.1}}{J_{xa}} \quad (5.10)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir. Güçlendirir 1.1 levhasını mevcut betonarme kesite bağlayan bir bulonun eksenine dik doğrultuda güvenle taşıyabileceği toplam kuvvet  $N_{1em}$  ve birim boydaki bulon sayısı  $n_{1.1}$  olduğuna göre aynı  $N_{1em}$  emniyet yüküne sahip bulonların birim boyda emniyetle taşıyabileceği kesme kuvveti,

$$T_{1a1.1} \leq T_{1em} = n_{1.1.1} \times N_{1em} \quad (5.11)$$

bağıntısıyla hesaplanır. Burada

$N_{1em} \equiv$  Bir bulonun emniyetle taşıyabileceği kuvvet

$$n_{1.1.1} = \frac{n_{a1.1}}{\ell_a} \equiv 1.1 \text{ levhası üzerinde birim boydaki bulon sayısı} \quad (5.12)$$

Başlık bulonlarına 1.1 (ve 1.2) başlık levhası kesiti uzun  $b_{xb}$  boyutuna dik doğrultuda etkiyen  $V_{ay}$  kesme kuvveti nedeniyle başlık bulonlarına betonarme elemanın Z eksenine paralel kuvvetler etkiyecektir.  $V_{ax}$  kuvveti ise başlık bulonlarına X eksenine, gövde bulonlarına da Z eksenine paralel kuvvetler etkimesine yol açacaktır (Şekil 5.5).  $M_{ax}$  ve  $M_{ay}$  momentlerinden dolayı ise bağlanma boyu üzerinde 2.1, 2.2 gövde ve 1.1, 1.2 başlık levhalarını güçlendirilen betonarme kesite bağlayan bulonlara Z eksenine paralel kuvvetler etkiyecektir.

Güçlendiren çelik kesite gelen  $V_{ay}$  kesme kuvveti, 2.1 levhasını güçlendirilen betonarme kesite bağlayan bulonlar tarafından paylaşılarak aktarılacaktır.

### **Bulonun Emniyet Yüğü:**

Bir adet bulonun ezilme emniyet yüğü

$$N_{\ell 1em} = (t_b \times d_b) \times \sigma_{\ell em} \quad (5.13)$$

bağıntısıyla hesaplanır. Burada

$\sigma_{\ell em} \equiv$  Çelikte ezilme emniyet gerilmesi

Bulonda makaslama emniyet gerilmesi  $t_{sem}$  olduğuna göre bir adet bulonun makaslama emniyet kuvveti,

$$N_{s1bem} = \frac{p \times d_b^2}{4} t_{sem} \quad (5.14)$$

bağıntısıyla hesaplanır.

Çelik bulonda makaslama kuvveti taşıma gücü tükenmesi sonucu ânî göçme olmaması veya bulonda makaslama emniyet kuvvetinin ezilme emniyet kuvvetinden büyük olması için,

$$N_{s1em}^3 N_{l1em} \textcircled{R} \frac{p \times d_b^2}{4} \times t_{sem}^3 \times t_b \times d_b \times \sigma_{lem}$$

ve

$$d_b^3 \frac{4 \times \sigma_{lem}}{p \times t_{sem}} \times t_b \quad (5.15)$$

seçilmesi uygundur; bu seçim kullanılabilir en küçük bulon çapı,  $d_b \geq (4/\pi) \cdot \min\{\sigma_{lem}/\tau_{sem}\} \cdot \min\{t_b\} = (4/\pi) \cdot (2.0) \cdot 5 \text{ mm} \approx 13 \text{ mm}$ , olduğundan  $d_b \geq 13 \text{ mm}$  koşulunu da sağlamaktadır). Bu durumda

$$N_{1em} = \frac{4 \times t_b^2 \times \sigma_{lem}^2}{p \times t_{sem}} \quad (5.16a)$$

$\frac{\sigma_{lem}}{t_{sem}} \textcircled{2}$  olduğu göz önüne alınırsa başlık levhasında

$$N_{1emb} = 2,54 \times t_{yb}^2 \times \sigma_{lem} \quad (5.16b)$$

gövde levhasında

$$N_{1emg} = 2,54 \times t_{xg}^2 \times \sigma_{lem} \quad (5.16c)$$

alınacaktır.

Güçlendirilen eleman boyu üzerinde eleman eksenine paralel “bulon sırası” sayıları ve aralıkları arasındaki ilişkiler, başlıkta ve gövdede, sırasıyla

$$n_{br} = \frac{b_{xb} - 2 \times s_{b3}}{s_{b4}} + 1 \text{ ve } n_{gr} = \frac{b_{yg} - 2 \times s_{g3}}{s_{g4}} + 1$$

eleman eksenine dik “bulon dizisi” sayıları ile aralıkları arasındaki ilişkiler, başlıkta ve gövdede, sırasıyla  $l_{ab}$

$$n_{bc} = \frac{l_{ab} - 2 \times s_{b2}}{s_{b1}} + 1 \text{ ve } n_{gc} = \frac{l_{ag} - 2 \times s_{g2}}{s_{g1}} + 1$$

biçiminde yazılabilir. Bağlanma boylarının dışında, güçlendirilen eleman boyu üzerinde 1.1 başlık levhasını ve 2.1 gövde levhasını betonarme kesite birleştiren bulonların sayıları, sırasıyla,

$$n_b = n_{br} \times n_{bc} \text{ ve } n_g = n_{gr} \times n_{gc}$$

olur. Betonarme kesite tek etkili bulonlarla bağlanmış olan güçlendirilen başlık levhası sayısı  $n_{ab}$  ve gövde levhası sayısı  $n_{ag}$  ile gösterilirse, bulonun eksenine dik emniyet yükü  $N_{1em}$  olduğuna göre,

Kolon veya kirişlerde güçlendirilen çelik kesitin güçlendirme gerekmeyen betonarme eleman bölgesi üzerinde bağlanma boyu

$$l_{ba} \geq 200 \text{ mm}$$

bağlanma boyu üzerinde güçlendirilen çelik eleman bulunan her bir yüz üzerinde minimum bulon sayısı

$$n_t \geq 2$$

bağlanma boyu üzerinde başlıkta ve gövdede güçlendirilen kiriş veya kolon eksenine paralel “bulon sırası” sayısı

$$n_{bbr} \geq 1, n_{bgr} \geq 1$$

bağlanma boyu üzerinde başlıkta ve gövdede güçlendirilen kiriş veya kolon eksenine dik “bulon dizisi” sayısı

$$n_{bbc} \geq 1, n_{bgc} \geq 1$$

güçlendirilen çelik kesit kalınlığı

$$t_b \geq 5 \text{ mm}$$

bulon çapı

$$d_b \geq 13 \text{ mm } (\geq M12)$$

Şekil 5.5'te tanımlı bulon aralıkları, sıra ve sütun sayısı 1'den fazla ise,

$$100 \text{ mm} \leq s_{b1}, s_{b4}, s_{g1}, s_{g4} \leq 200 \text{ mm}$$

seçilecektir.

## İşlem Sırası:

### Beton kesit alanları

$$A_{c1} = b_{x1} \times b_{y1} \quad (5.17a)$$

$$A_{c2} = b_{x2} \times b_{y2} \quad (5.17b)$$

$$f_{cd1} = \frac{f_{ck1}}{1,5} \quad (5.19a)$$

$$f_{cd2} = \frac{f_{ck2}}{1,5} \quad (5.19b)$$

$$A_{sk} = n_k \times n_b \times \frac{p \times \emptyset_b^2}{4} \quad (5.20)$$

$$A_{sg} = n_{gk} \times n_g \times \frac{p \times \emptyset_g^2}{4} \quad (5.20a)$$

$$A_s = A_{sk} + A_{sg} \quad (5.20b)$$

$$N_{r1} = r_N \times A_{c1} \times f_{ck1} \quad (M = 0, V = 0 \text{ durumu için STA4CAD sonuçlarından}) \quad (5.21a)$$

$$N_{r2} = r_N \times A_{c2} \times f_{ck2} \quad (M = 0, V = 0 \text{ durumu için STA4CAD sonuçlarından}) \quad (5.21b)$$

bilgisayar programı etkileşim diyagramı sonuçlarından  $N = 0$  durumu için alınan moment taşıma gücü değerleri,  $M_{rx1}$ ,  $M_{ry1}$ ,  $M_{rx2}$ ,  $M_{ry2}$  den  $\Delta M_r$

$M_x = M_y = 0$  ve  $V_x = V_y = 0$  için  $f_{ck1}$  ve  $f_{ck2}$  değerlerinden belirlenen  $N_{r1}$  ve  $N_{r2}$  değerlerinden  $\Delta N_r$ , ve  $N = 0$  ve  $M = 0$  durumu için belirlenen  $V_{r1}$ ,  $V_{r2}$  değerlerinden  $\Delta V_r$  hesaplanır.

### Güçlendiren çelik malzemenin tasarım gerilmesi

$$\sigma_{ad} = \frac{\sigma_{Fa}}{g_{sa}} \quad (5.22)$$

Güçlendiren çelik kesitin eksensel kuvvet taşıma gücü (eksensel kuvvet kapasitesi)

$$N_{ar} \leq DN_r$$

olmalıdır. Bu durumda eksensel yük taşıma gücü eksikliğini karşılamak için gerekli güçlendiren kesit alanı

$$A_{aN} \geq \frac{N_{ar}}{\sigma_{ad}} \quad (5.23)$$

olmalıdır.

$$\Delta M_{rX} = M_{rX1} - M_{rX2} \quad (5.24a)$$

$$\Delta M_{rY} = M_{rY1} - M_{rY2} \quad (5.24b)$$

olduğuna göre güçlendiren çelik kesitin moment taşıma gücü (moment kapasitesi)

$$M_{arX} \leq DM_{rX} \text{ ve } M_{arY} \leq DM_{rY}$$

olmalıdır. Güçlendiren çelik kesitte  $M_{arX}$  ve  $M_{arY}$  momentlerinin, büyük  $b_{aX}$  ve  $b_{aY}$  boyutları sırasıyla X ve Y eksenlerine paralel olan levhalar (başlık ve gövde levhaları) tarafından taşındığı kabul edilerek ilk tahmin için

$$A_{aMx} \geq \frac{M_{arX}}{2 \times y_b \times \sigma_{ad}} \times \frac{\Delta M_{rX}}{2 \times y_b \times \sigma_{ad}} \text{ ve } A_{aMy} \geq \frac{M_{arY}}{2 \times x_g \times \sigma_{ad}} \times \frac{\Delta M_{rY}}{2 \times x_g \times \sigma_{ad}} \quad (5.25a)$$

$$A_{aM} \geq A_{aMx} + A_{aMy} \quad (5.25b)$$

olmalıdır. Güçlendiren çelik kesitte  $V_{arX}$  ve  $V_{arY}$  kesme kuvvetlerinin, büyük  $b_{aX}$  ve  $b_{aY}$  boyutları sırasıyla X ve Y eksenlerine paralel olan levhalar (başlık ve gövde levhaları) tarafından taşındığı kabul edilerek ilk tahmin için

$$A_{saVx} \geq \frac{V_{arX}}{t_{ad}} \times \frac{\Delta V_{rX}}{t_{ad}} \text{ ve } A_{saVy} \geq \frac{V_{arY}}{t_{ad}} \times \frac{\Delta V_{rY}}{t_{ad}} \quad (5.26a)$$

$$A_{saV} \geq \frac{\Delta V_{rX}}{t_{ad}} + \frac{\Delta V_{rY}}{t_{ad}} \quad (5.26b)$$

ve güçlendiren çelik kesit toplam alanı

$$A_{sa} = \max\{A_{saN}; A_{saM}; A_{saV}\} \quad (5.27)$$

koşulunu sağlamalıdır. Şekil 5.6'da 1.1 ve 1.2 başlık levhalarının ve 2.1 ve 2.2 gövde levhalarının sırasıyla X ve Y eksenlerine paralel olan büyük boyutları  $b_{aX}$  ve  $b_{aY}$  olmak üzere,  $t_{aY}$  ve  $t_{aX}$  kalınlıkları

$$t_{aY} = \frac{(A_{sa}/2) \times r_{abX}}{b_{aX}} \quad (5.28)$$

$$t_{aX} = \frac{(A_{sa}/2) \times r_{agY}}{b_{aY}} \quad (5.29)$$

olarak bulunur.

Dayanımı yeterli betonda karakteristik çekme dayanımı,

$$f_{ctk_1} = 0,35 \times \sqrt{f_{ck_1}} \quad (5.30a)$$

dayanımı yetersiz betonda betonda karakteristik çekme dayanımı,

$$f_{ctk_2} = 0,35 \times \sqrt{f_{ck_2}} \quad (5.30b)$$

Beton dayanımındaki eksiklikten kaynaklanan kesme kuvveti taşıma gücü eksikliği, ilgili boyutlar ve dayanımlar beton dayanımı yeterli durumda  $b_{X1}$ ,  $b_{Y1}$ ,  $f_{ctk1}$  ve yetersiz durumda  $b_{X2}$ ,  $b_{Y2}$ ,  $f_{ctk2}$  olduğuna göre

$$DV_{rX} = DV_{rY} = b_{X1} \times b_{Y1} \times f_{ctk1} - b_{X2} \times b_{Y2} \times f_{ctk2} \quad (5.31)$$

güçlendiren çelik kesite etkiyecek kesme kuvveti  $V_a$ , kesme kuvveti taşıma gücü  $V_{ar}$  olduğuna göre

$$V_{ar} \geq V_{aX} = V_{aY} = DV_{rX} = DV_{rY} \quad (5.32)$$

Kolon veya kirişin birim boyundaki ankraj bulonlarına etkiyecek kesme kuvvetinin hesabı

$$A_{1.1} = A_{1.2} @ b_{X2} \times t_Y \quad (5.33)$$

### Güçlendirilen çelik kesit parçasının statik momenti

$$S_{X1.1} = S_{X1.2} @ \frac{b_{Y2}}{2} \times A_{1.1} = \frac{b_{Y2}}{2} \times A_{1.2} \quad (5.34)$$

$$J_{aX} = 2 \times \frac{t_{Yg} \times b_{Yg}^3}{12} + (b_{Y2} + t_{Yb})^2 \times b_{Xb} \times t_{Yb} \quad (5.35)$$

$$T_{1aX} = \frac{V_a \times S_{X1.1}}{J_{aX}} \quad (5.36)$$

$$S_{X1.1} = \frac{t_{Yb}}{2} \times t_{Yb} \times b_{Xb} \quad (5.37)$$

$$T_{11.1} = \frac{V_{aY} \times S_{X1.1}}{J_{aX}} \quad (5.38)$$

$$n = \frac{1}{s} \quad (5.39)$$

$$s_{Bb1} = s_{b1}/2 + s_{b2} \quad (\text{Şekil 5.5'teki iki sıra bulon tertibi durumunda}) \quad (5.39^*)$$

$$n' = \frac{b_{Xb} - 2 \times c_b}{s_{Bb1}} \quad (5.40)$$

$$m_b = n \times n' \quad (5.41)$$

$$N_{\ell 1em} = t_Y \cdot d_b \cdot \sigma_{\ell em} \quad (5.42)$$

$$N_{s1em} = p \times d_b \times t_{sem} \quad (5.43)$$

$d_b$  = başlık bulon çapı

$d_g$  = gövde bulon çapı

$$N_{1bem} = \min \{ N_{\ell em}; N_{sem} \}$$

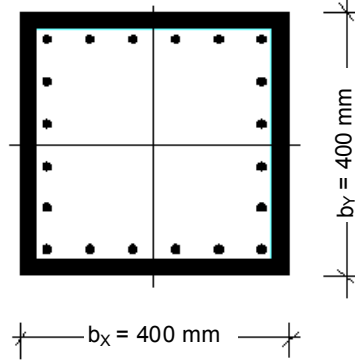
$$T_{1em} = n_{1.1.1} \times N_{1em} \geq T_{1a1.1} \text{ ise bulonlar yeterli} \quad (5.44a)$$

$$T_{1em} = n_{1.1.1} \times N_{1em} < T_{1a1.1} \text{ ise bulonlar yetersiz} \quad (5.44b)$$



## SAYISAL ÖRNEK

Şekil 5.7’de verilen betonarme kesit için sayısal sonuçlar:



Şekil 5.7 S 119 kolonu boyut ve donatısı

**Proje:** 25224  
**Kolon:** S 119  
 $b_{x2} = 40$  cm  
 $b_{y2} = 40$  cm  
Minör M = ikincil eksen momenti  
Majör M = birincil eksen momenti

Tablo 5.2 Beton dayanımı yeterli 25224 projesinde S119 kolonu STA4CAD analiz sonucu değerleri

Kesit tesirleri	$(G+Q)_x$	$(G+Q+E)_x$	$(G+Q)_y$	$(G+Q+E)_y$	$(G-E)_x$	$(G-E)_y$
Max N (t)	156,342	149,460	156,342	105,243	45,225	78,215
Minör M (tm)	-0,619	-2,433	-2,640	-1,951	2,064	0,193
Majör M (tm)	-4,221	-19,717	-4,221	-20,880	17,752	-15,503
$\rho$	0,0093	0,0093	0,0083	0,0083	0,0093	0,0083
$A_{\text{hesap}} (\text{cm}^2)$	14,953	14,953	13,306	13,306	14,953	13,306

Tablo 5.3 Beton dayanımı yeterli 25224 projesinde S119 kolonu STA4CAD analiz sonucu donatı değerleri

Donatı, etriye, $\Phi_s$ , mm	Donatı, etriye, $s_o$ , cm	Donatı, etriye, $s_s$ , cm	Donatı, ana, $n_{ak}$	Donatı, ana, $n_a$	Donatı, ana, $\Phi_a$ , mm	Donatı, ana gövde, $n_{agk}$	Donatı, ana gövde, $n_{ag}$	Donatı, ana gövde, $\Phi_a$ , mm
10	20	10	2	6	18	2	4	18

**Proje:** 1222  
**Kolon:** S 119  
 $b_{x2} = 40 \text{ cm}$   
 $b_{y2} = 40 \text{ cm}$

**Tablo 5.4 Beton dayanımı yetersiz 12224 projesinde S119 kolonu STA4CAD analiz sonucu değerleri**

Kesit tesirleri	$(G+Q)_x$	$(G+Q+E)_x$	$(G+Q)_y$	$(G+Q+E)_y$	$(G-E)_x$	$(G-E)_y$
Max N, t	155,227	147,169	155,227	104,222	46,183	77,534
Minör M, t·m	-0,751	-2,544	-2,695	-1,972	2,114	-0,038
Majör M, t·m	-4,191	-17,221	-4,191	-18,141	15,218	-13,503
$\rho$	0,0180	0,0180	0,0139	0,0139	0,0180	0,0139
$A_{\text{hesap}}, \text{cm}^2$	28,866	28,866	22,176	22,176	28,866	22,176

**Tablo 5.5 Beton dayanımı yetersiz 12224 projesinde S119 kolonu STA4CAD analiz sonucu donatı değerleri**

Donatı, etriye, $\Phi_s$ , mm	Donatı, etriye, $S_o$ , cm	Donatı, etriye, $S_s$ , cm	Donatı, ana, $n_{ak}$	Donatı, ana, $n_a$	Donatı, ana, $\Phi_a$ , mm	Donatı, ana gövde, $n_{agk}$	Donatı, ana gövde, $n_{ag}$	Donatı, ana gövde, $\Phi_a$ , mm
8	20	10	2	10	20	2	8	16

$$A_{c1} = 40 \times 40 = 1600 \text{ cm}^2$$

$A_{c2} = 40 \times 40 = 1600 \text{ cm}^2$  (beton kesitte azalma olmadığına (yüzeyden beton katmanı kaldırılmadığına) göre)

Programda göz önüne alınan karakteristik basınç dayanımı

$$g = 9.80659 \text{ m/s}^2 \text{ ve } 1 \text{ MPa} = 10.197 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$$

$$f_{ck1} = 25.0 \text{ MPa} = 255 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$$

$$f_{cd1} = \frac{254,93}{1,5} \text{ kg}_f/\text{cm}^2 = 170 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$$

$$f_{ck2} = 12,00 \times 10,0197 \text{ kg}_f/\text{cm}^2 = 122 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$$

$$f_{cd2} = \frac{122,37}{1,5} \text{ kg}_f/\text{cm}^2 = 81 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$$

Bilgisayar programında belirlenen donatıdan

$$A_s = 2 \times 6 \times \frac{\pi \times 18^2}{4} + 2 \times 4 \times \frac{\pi \times 18^2}{4} = 5\,089 \text{ mm}^2$$

Kenarda (majör) donatı çubukları alanı

$$A_{s \text{ anakenar}} = 2 \times 6 \times \frac{\pi \times 18^2}{4} \text{ mm}^2 = 3053 \text{ mm}^2$$

gövde (minör) donatı çubuklarının alanı

$$A_{s \text{ anagövde}} = 2 \times 4 \times \frac{\pi \times 18^2}{4} \text{ mm}^2 = 2035 \text{ mm}^2$$

Donatı çubuklarının kenar ve gövdeye dağılım oranları

$$r_{\text{akenar xx}} = \frac{3053,63}{5089,38} = 0,6 \text{ ve } r_{\text{agövde yy}} = \frac{2035,75}{5089,38} = 0,4$$

Beton dayanımı yetersiz kesitte betonarme tasarım bilgisayar programı yardımıyla hesaplanan gerekli donatı çubuğu toplam alanı,

$$A_s = 2 \times 10 \times \frac{\pi \times 20^2}{4} + 2 \times 8 \times \frac{\pi \times 16^2}{4} \text{ mm}^2 = 9\,500 \text{ mm}^2,$$

$$A_{s \text{ anakenar}} = 2 \times 10 \times \frac{\pi \times 20^2}{4} \text{ mm}^2 = 6\,283 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ anagövde}} = 2 \times 8 \times \frac{\pi \times 16^2}{4} \text{ mm}^2 = 3\,217 \text{ mm}^2$$

donatı çubuklarının kenar ve gövdeye dağılım oranları

$$r_{\text{akenar xx}} = \frac{6283}{9500} = 0,6614 \text{ ve } r_{\text{agövde yy}} = \frac{3217}{9500} = 0,3386$$

Beton kesitin normal kuvvet kapasitesinin tamamını telafi etmesi istendiği var sayımıyla  $r_N = 1$  alınarak, eksensel kuvvet taşıma güçleri, beton dayanımı yetersiz durumda

$$N_{r1} = r_N \times A_c \times f_{ck1} = 1 \times (1600 \times 10^{-4} \text{ m}^2) \times (54,93 \times 10^{-1} \text{ MN/m}^2) = 0,8789 \text{ MN}$$

beton dayanımı yeterli durumda

$$N_{r2} = r_N \times A_c \times f_{ck2} = 1 \times (1600 \times 10^{-4} \text{ m}^2) \times (122,37 \times 10^{-1} \text{ MN/m}^2) = 1,9579 \text{ MN}$$

Beton dayanımının yeterli olması halinde moment taşıma güçleri, STA4CAD sonuçlarından

$$M_{rx1} = 15,90 t_f \cdot m = 155 kN \cdot m$$

$$M_{ry1} = 15,90 t_f \cdot m = 155 kN \cdot m$$

Beton dayanımı yetersiz olması durumunda kesitin moment kapasiteleri

$$M_{rx2} = 14,49 t_f \cdot m = 142 kN \cdot m$$

$$M_{ry2} = 14,49 t_f \cdot m = 142 kN \cdot m$$

$$(g = 9,80659 m/s^2)$$

Beton dayanımı yetersizliğinden dolayı eksensel normal kuvvet taşıma gücü eksikliği, veya güçlendiren çelik kesitin taşınması gereken eksensel normal kuvvet,

$$\Delta N_a = (4,08 - 1,96) MN = 2,12 MN$$

St37 (Fe37) yapı çeliği için akma güvenlik gerilmesi, güvenlik sayısı 1.71 alınarak

$$\sigma_{Fem} = 240 MN/m^2 (MPa)$$

kompozit (betonarme+çelik) kesitte güçlendiren yapı çeliği güvenlik katsayısı

$\gamma_{sa} = 1,15 \times 1,71$  alınırsa güçlendiren yapı çeliği kesitinde güvenli tasarım gerilmesi,

$$\sigma_{ad} = \frac{240}{1,15} @ 209 MPa$$

Eksensel normal kuvvet taşıma gücü eksikliğini gidermek için gerekli güçlendiren çelik kesit alanı

$$\Delta A_{sa} = \frac{\Delta N_r}{\sigma_{Fa}} = \frac{2,12 MN}{209 MN/m^2} = 10163 mm^2$$

bulunur.

Kesitte  $N = 0$  için moment taşıma gücü eksikliği

$$\Delta M_{rx} = (15,90 - 14,49) t_f \cdot m = 1,41 t_f \cdot m = 13,8 kN \cdot m$$

$$\Delta M_{ry} = (15,90 - 14,49) t_f \cdot m = 1,41 t_f \cdot m = 13,8 kN \cdot m$$

Moment taşıma gücü eksikliğini gidermek için gerekli güçlendiren kesit alanı 5.2e bağıntısından

$$\Delta A_{sa M}^3 = \frac{0.0138 \text{ MN}\cdot\text{m}}{0.63 \times 0.400 \text{ m} \times 209 \text{ MPa}} \text{ veya } \frac{0.0138 \text{ MN}\cdot\text{m}}{0.63 \times 0.400 \text{ m} \times 209 \text{ MPa}} = 262 \text{ mm}^2$$

Gerekli güçlendiren çelik kesit toplam alanı aksenal kuvvet, moment ve kesme kuvveti için gerekli olan en büyük kesit alanlarından en büyüğü

$$\Delta A_{sa} = \max \{ \Delta A_{sa N}; \Delta A_{sa M}; \Delta A_{sa V} \} = \text{maks } \Delta A_{sa}^3 = 10163 \text{ mm}^2$$

olarak seçilir.

Bulon hesapları:

Bulon minimum çapı seçiminde konstrüktif kural:

Gövde güçlendirme levhası kalınlığı

$$t_x @ 10163 \text{ mm}^2 \times 0,40 / 400 \text{ mm} = 10,16 \text{ mm ve}$$

$$d_{bg} @ (\sqrt{5 \times t_x (\text{cm})} - 0,2) \text{ cm} = (\sqrt{5 \times 1,016} - 0,2) \text{ cm} @ 21 \text{ mm}$$

olduğundan gövdede (minör moment doğrultusuna paralel, majör kesme kuvveti doğrultusuna paralel 2.1 ve 2.2 levhalarında) bulon çapı  $d_{bg} \geq 21 \text{ mm}$  (M20 uygun bulon),

Başlık güçlendirme levhası kalınlığı

$$t_y @ 10163 \text{ mm}^2 \times 0,60 / 400 \text{ mm} = 15,24 \text{ mm ve}$$

$$d_{bx} @ (\sqrt{5 \times t_x (\text{cm})} - 0,2) \text{ cm} = (\sqrt{5 \times 1,524} - 0,2) \text{ cm} @ 27 \text{ mm}$$

olduğundan başlıkta (majör moment doğrultusuna paralel, majör kesme kuvveti doğrultusuna dik 1.1 ve 1.2 levhalarında) bulon çapı  $d_{bb} \geq 27 \text{ mm}$  (M26 uygun bulon),

$t_{\min} = 5 \text{ mm}$  olmalı

$$W_{axp} = \left( \frac{400 \times 10163,23}{4} \right) + \frac{400 \times 16}{4} = 10163,23 + 16000 = 2235911,43 \text{ mm}^3$$

$$W_{axp} = 2235911,43 \text{ mm}^3$$

$$W_{aYp} = (400 \times 10163,23) \times \frac{1}{4} + \frac{400 \times 12}{10163,23} \times \frac{20}{4} \text{ mm}^3$$

$$W_{aYp} = 7,099 \times 10^9 \text{ mm}^3$$

Kesitin moment taşıma gücünde güçlendiren çelik kesitin oluşturduğu artış;

$$M_{rxa} = 2235911 \times 208,7$$

$$M_{rxa} = 466,62 \text{ kNm}$$

$$M_{rya} = 7099237298 \times 208,70$$

$$M_{rya} = 1481579 \text{ kNm}$$

Beton dayanımı eksikliğinden kaynaklanan moment taşıma gücü eksikliği;

$$\Delta M_r = \frac{1,5}{0,85} \times (0,014) = 24,41 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_r = \frac{1,5}{0,85} \times (0,014) = 24,41 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{rc1} = \frac{0,85}{1,5} \times (254,93 \times 40 \times 40) = 230865 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{rc2} = \frac{0,85}{1,5} \times (122,37 \times 40 \times 40) = 4432611 \text{ kNm}$$

## BULON-CİVATA HESABI

Betonda karakteristik kayma dayanımı

$$f_{ctk} = 0,35 \times \sqrt{f_{ck}},$$

$f_{ck}$  ° Beton karakteristik basınç dayanımı, MPa

C25 betonda,  $f_{ck1} = 25 \text{ MPa}$  için

$$f_{ck1} = 25 \text{ MPa için,}$$

$$f_{ctk1} = 0,35 \times \sqrt{25} \text{ MPa} = 1,75 \text{ MPa}$$

$$f_{ck2} = 12 \text{ MPa için}$$

$$f_{ctk2} = 0,35 \times \sqrt{12} \text{ MPa} = 1,21 \text{ MPa}$$

Güçlendiren çelik kesitin taşıması gereken kesme kuvveti  $\geq$  Beton dayanımındaki eksiklikten kaynaklanan kesme kuvveti taşıma gücü eksikliği olması sağlanmalıdır.

$$\Delta V_a = 0,40 \times 0,40 \times (1,75 - 1,21) = 86,01 \text{ kN}$$

$$Q_v = 86,01 \text{ kN}$$

Kolon veya kirişin birim boyundaki ankraj bulonlarına etkiyecek kesme kuvvetinin hesabı;

$$A_{lev1} = 40 \times 10 \times 16 \text{ mm}^2 = 6097 \text{ mm}^2$$

Güçlendiren çelik kesit parçasının statik momenti

$$S_{xlev1} = \frac{40 \times 10}{2} \times 6097,94 = 1219588 \text{ mm}^3$$

$$J_{asx} = 2 \times \frac{10,16 \times (40-10)^3}{12} + (40 \times 10 + 15,24)^2 \times 40 \times 10 \times 15,24 = 221322602 \text{ mm}^4$$

$$S_{xb} = \frac{a}{2} \times x + \frac{t_b}{2} \times t_b \times b, \text{ m}^3$$

$$J_x = J_{xBA} + J_{xt}$$

$$T_1 = \frac{86,01 \times 1219588,05}{221322602,08}$$

$$T_1 = 47,44 \text{ kN/m}$$

$$c_b = 80$$

$$n = \frac{1000}{500} + 1 = 3$$

$$n' = \frac{40 \times 10 - 2 \times 80}{300} + 1 = 2$$

$$100 \text{ mm} \leq s = 250 \text{ mm} \leq 500 \text{ mm}$$

$$s' = 300 \leq 100 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm}$$

$$m_b = 3 \times 2 = 6$$

$$d_b = 13 \text{ mm}$$

$$\sigma_{f_{em}} = 280 \text{ N/mm}^2 = 280 \text{ MPa}$$

$$\tau_{sem} = 140 \text{ N/mm}^2$$

$$N_{f_{1em}} = 15,24 \times 13 \times 280 = 55,49 \text{ kN}$$

$$T_{sem} = 140 \text{ N/mm}^2 = 140 \text{ MPa}$$

$$N_{s_{1em}} = \frac{3,14 \times 13 \times 140}{1000} = 18,58$$

$$N_{f_{1b_{em}}} = \min \{ N_{f_{em}} ; N_{sem} \}, \text{kN}$$

$$T_{em} = [3 \times 2 \times 18,58] = 47,44 \text{ olduğundan bulonlar yeterlidir.}$$

Aşağıda 14224, 14424, 20224, 20424, 25224, 25424, 30224, 30424 kodlu projelere ayrı ayrı betonarme manto, betonarme perde ve çelik konstrüksiyon ile güçlendirme uygulanmıştır. Betonarme manto uygulaması yapılan projelerde 1inci kattan başlanarak 7inci kata kadar mantolanmış ve betonarme mantonun herbir kattaki davranışı saptanmıştır. Betonarme perde uygulaması yapılan projelerde 1inci kattan başlanarak 7inci kata kadar perde yapılmış ve betonarme perdenin herbir kattaki davranışı saptanmıştır. Elde edilen veriler tablolar halinde gösterilmiştir.

Aşağıdaki tablolar oluşturulurken:

$$1 \text{ m}^2 \text{ Kalıp Birim Fiati} = 3 \ 856 \ 812 \ \text{TL}$$

$$1 \text{ m}^3 \text{ C20 Beton Fiati} = 65 \ 662 \ 283 \ \text{TL}$$



1 Kg Ø6-Ø12 Çelik Birim Fıatı	= 849 956 TL
1 Kg Ø14-Ø50 Çelik Birim Fıatı	=779 025 TL
1 kg Çelik Levha	=1 632 506 TL
1 m <sup>2</sup> Çelik Levha	= 54 Kg
1 Adet Bulon	= 6 400 000 TL
Düz İşçi Günlük Yevmiye	=35 000 000 TL
1 m Epoksi Enjeksiyonu	= 236 856 690 TL

olarak kabul edilmiştir.

Yukarıda verilen işlem sırası izlenerek sayısal örneğe uygun biçimde yapılan hesapları tablolar ve şekillerle özetlenmiştir. Tablo 5.3'den Tablo 5.6'ya kadar örnek olarak seçilen S119 kolonu Sta4CAD bilgisayar programı analiz sonuçları özetlenmiştir. Tablo 5.7'den Tablo 5.126'ya kadar betonarme manto eklenerek ve betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş projelerde 1'den başlayarak her kat güçlendirildiğinde kuşatılmışlığı yetersiz, süneklik alanı yetersiz ve kesiti yetersiz elemanlar, x ve y doğrultularında 1inci mod periyodları ve kat ötelenme genlikleri, kalıp beton donatı çeliği miktarları ve malzeme ve işçilik maliyetleri, katların güçlendirme yığılımlı şantiye maliyetleri verilmiştir.

Şekil 5.8'den Şekil 5.55'e kadar önce her bir tasarımda beton dayanımı yeterli ve yetersiz durumlarda ve 1'den başlayarak 7'nci kata kadar kat kat manto ve perde eklenerek güçlendirilmiş durumlarda binanın birinci mod titreşim periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$  ve  $T_{z1}$  değerleri, 1'nci kattan başlayarak manto ve perde eklenerek güçlendirme eklendiğinde 1inci mod  $x_{ij}$  ve  $y_{ij}$  deplasmanları (kat ötelenmeleri), Şekil 5.56 ilâ 5.59'da 7 kat manto ve 7 kat perde eklenerek güçlendirilmiş tasarımlarda 1'inci mod titreşim periyodları  $T_1$  DOĞAL tasarımlara göre, Şekil 5.60'dan 5.62'ye kadar ise incelenen tasarımlarda yetersiz elemanların sayıları görülmektedir.

Betonarme manto eklenerek güçlendirmede güçlendirme kat kat eklendiğinde doğal titreşim periyodlarında yaklaşık %1 kadar bir azalma oluşurken (Şekil 5.8), 7 kat perde eklenerek güçlendirme sonucunda, önemli düzeyde rijitlik artışı nedeniyle, %37 civarında bir azalma görülmektedir (Şekil 5.9). Kat ötelenmelerini gösteren mod vektörü şiddetleri (örnek olarak 5.10, 5.11, 5.12 ve 5.13) incelendiğinde,

betonarme manto eklenerek güçlendirme durumunda güçlendirme kat kat eklendikçe deplasman genliklerinde ve görelî kat ötelenmelerinde anlamlı düzeyde değişme olmadığı ( $\leq$  %5-%10), buna karşılık kat kat betonarme perde eklenerek güçlendirme yapıldığında ötelenmelerin -%60 ile +%25 arasında, bağlı ötelenmelerin ise -%80 ile +%250 arasında değiştii, bunun sonucunda da, —B1, B2 veya B3 türü düzensizlikler bulunmadığı halde— kesiti yetersiz kolon ve kiriş sayısının artabildiği, bu yetersizliklerin en üst kat da dahil betonarme perde eklenerek güçlendirmenin devam ettirilmesi durumunda azaltılıp giderilebildiği görölmektedir.

Tablo 5.6. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kesiti, süneklilik alanı yetersiz elemanlar

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
14224	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
07224	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
07224-m1	1	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-</u>
07224-m2	2	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-</u>
07224-m3	3	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-</u>
07224-m4	4	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-</u>
07224-m5	5	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-</u>
07224-m6	6	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-</u>
07224-m7	7	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-</u>

Tablo 5.7. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kuşatılmış kolon, süneklilik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar

PROJE NO	KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ	SÜNEKLİK ALANI+KESİTİ YETERSİZ ELEMAN	
	KOLON	KIRIŞ	KOLON
14224	YOK	YOK	YOK
07224	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
07224-m1	YOK	YOK	<u>S125-S126</u>
07224-m2	YOK	YOK	<u>S125-S126</u>
07224-m3	YOK	YOK	<u>S125-S126</u>
07224-m4	YOK	YOK	<u>S125-S126</u>
07224-m5	YOK	YOK	<u>S125-S126</u>
07224-m6	YOK	YOK	<u>S125-S126</u>
07224-m7	YOK	YOK	<u>S125-S126</u>

Tablo 5.8. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$  mod periyodları

MOD PERİYODLARI, s				
PROJE NO	$T_{x1}$	$T_{y1}$	$T_{z1}$	MOD NO
14224	0.698	0.715	0.645	1
07224	0.700	0.719	0.648	1
07224-m1	0.686	0.703	0.630	1
07224-m2	0.686	0.703	0.631	1
07224-m3	0.687	0.703	0.632	1
07224-m4	0.688	0.704	0.633	1
07224-m5	0.690	0.706	0.634	1
07224-m6	0.693	0.709	0.636	1
07224-m7	0.695	0.712	0.639	1

Tablo 5.9. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki x yönü ve y yönü mod vektör genlikleri

MOD VEKTÖRÜ GENLİKLERİ															
PROJE NO	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>16</sub>	x <sub>17</sub>	PROJE NO	y <sub>11</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	y <sub>14</sub>	y <sub>15</sub>	y <sub>16</sub>	y <sub>17</sub>
14224	3.4	7.9	12.8	17.7	21.9	25.6	28.3	14224	3.5	8.0	12.8	17.6	21.8	25.5	28.3
07224	3.5	8.0	12.9	17.8	21.9	25.6	28.3	07224	3.5	8.0	12.8	17.6	21.7	25.4	28.1
07224-m1	2.9	7.5	12.5	17.6	21.9	25.8	28.7	07224-m1	2.9	7.5	12.4	17.5	21.8	25.7	28.6
07224-m2	2.9	7.5	12.5	17.6	21.9	25.8	28.7	07224-m2	3.0	7.5	12.4	17.5	21.8	25.8	28.7
07224-m3	2.9	7.5	12.5	17.6	21.9	25.8	28.7	07224-m3	3.0	7.6	12.5	17.6	21.9	25.8	28.7
07224-m4	2.9	7.5	12.5	17.6	21.9	25.8	28.6	07224-m4	3.0	7.6	12.5	17.6	21.9	25.8	28.7
07224-m5	2.9	7.5	12.5	17.5	21.9	25.7	28.6	07224-m5	3.0	7.5	12.5	17.4	21.8	25.7	28.6
07224-m6	2.9	7.5	12.4	17.4	21.7	25.7	28.5	07224-m6	2.9	7.5	12.4	17.4	21.7	25.7	28.5
07224-m7	2.9	7.4	12.4	17.3	21.6	25.5	28.5	07224-m7	2.9	7.5	12.3	17.3	21.6	25.5	28.6

Tablo 5.10. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kalıp, beton, çelik miktarları

MALİYET HESABI												
PROJE NO	PERDE/MANTO İÇİN METRAJ				TEMEL İÇİN METRAJ				TOPLAM MALZEME METRAJI			
	KALIP, m <sup>2</sup>	C20 BETON, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 ÇELİK, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK, kg	KALIP, m <sup>2</sup>	C20 BETON, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 ÇELİK, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK, kg	TOPLAM KALIP, m <sup>2</sup>	TOPLAM BETON, m <sup>3</sup>	TOPLAM Ø6-Ø12, kg	TOPLAM Ø14-Ø50, kg
14224	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07224	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07224-m1	137.1	15.2	1 737.9	4 589.4	499.5	234.1	1.7	5 844.6	636.6	249.3	1 739.6	10 434.0
07224-m2	137.1	15.2	1 801.8	4 774.9	499.7	234.3	1.7	5 909.1	636.8	249.5	1 803.5	10 684.0
07224-m3	137.1	15.2	1 655.4	4 780.3	493.2	229.3	1.7	5 600.7	630.3	244.5	1 657.1	10 381.0
07224-m4	137.1	15.2	1 818.0	4 780.3	493.7	230.3	1.7	5 723.4	630.8	245.5	1 819.7	10 503.7
07224-m5	137.1	15.2	1 806.8	4 729.9	493.9	230.6	1.7	5 734.2	631.0	245.8	1 808.5	10 464.1
07224-m6	137.1	15.2	1 806.2	4 737.8	494.2	231.1	1.7	5 789.5	631.3	246.3	1 807.9	10 527.3
07224-m7	137.1	15.2	1 642.4	4 664.6	494.5	231.6	1.7	5 772.9	631.6	246.9	1 644.1	10 437.5

**Tablo 5.11. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP MALZEMESİ, TL</b>	<b>KALIP İŞÇİLİĞİ, TL</b>	<b>KALIP TOPLAM BEDELİ, TL</b>	<b>BETON TOPLAM BEDELİ, TL</b>	<b>Ø6-Ø12 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL</b>	<b>Ø14-Ø50 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL</b>
<b>14224</b>	-	-	-	-	-	-
<b>07224</b>	-	-	-	-	-	-
<b>07224-m1</b>	1 211 608 950.0	752 588 520.0	1 964 197 470.	16 370 000 000.	1 480 000 000.	8 130 000 000.
<b>07224-m2</b>	0.0	752 765 850.0	752 765 850.	16 380 000 000.	1 530 000 000.	8 320 000 000.
<b>07224-m3</b>	0.0	745 081 550.0	745 081 550.	16 060 000 000.	1 410 000 000.	8 090 000 000.
<b>07224-m4</b>	0.0	745 779 048.0	745 779 048.	16 120 000 000.	1 550 000 000.	8 180 000 000.
<b>07224-m5</b>	0.0	745 956 378.0	745 956 378.	16 140 000 000.	1 540 000 000.	8 150 000 000.
<b>07224-m6</b>	0.0	746 311 038.0	746 311 038.	16 170 000 000.	1 540 000 000.	8 200 000 000.
<b>07224-m7</b>	0.0	746 677 520.0	746 677 520.	16 210 000 000.	1 400 000 000.	8 130 000 000.



**Tablo 5.12. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti, yığışimli güçlendirme toplam maliyeti, toplam şantiye bedeli**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP+BETONARME MALZEME MALİYETİ, TL</b>	<b>%10 NAKLİYE BEDELİ, TL</b>	<b>%18 KDV BEDELİ, TL</b>	<b>KATIN GÜÇLENDİRİLMESİ TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>YIĞIŞIMLI GÜÇLENDİRME TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>ŞANTIYE BEDELİ</b>
<b>14224</b>	-	-	-	-	-	-
<b>07224</b>	-	-	-	-	-	-
<b>07224-m1</b>	27 944 197 470.	2 794 419 747.	5 029 955 545.	35 768 572 762.	35 768 572 762.	42 768 572 762.
<b>07224-m2</b>	26 982 765 850.	2 698 276 585.	4 856 897 853.	34 537 940 288.	70 306 513 050.	77 306 513 050.
<b>07224-m3</b>	26 305 081 550.	2 630 508 155.	4 734 914 679.	33 670 504 384.	103 977 017 434.	110 977 017 434.
<b>07224-m4</b>	26 595 779 048.	2 659 577 905.	4 787 240 229.	34 042 597 181.	138 019 614 615.	145 019 614 615.
<b>07224-m5</b>	26 575 956 378.	2 657 595 638.	4 783 672 148.	34 017 224 164.	172 036 838 779.	179 036 838 779.
<b>07224-m6</b>	26 656 311 038.	2 665 631 104.	4 798 135 987.	34 120 078 129.	206 156 916 908.	213 156 916 908.
<b>07224-m7</b>	26 486 677 520.	2 648 667 752.	4 767 601 954.	33 902 947 226.	240 059 864 133.	247 059 864 133.

Tablo 5.13. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kesiti ve süneklilik alanı yetersiz elemanlar

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
14224	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
07224-p1	YOK	1	K206-K209-K217-K228-K245-K301-K306-K309-K328-K330-K333-K345-K406-K420-	S224-	YOK	<u>S125-S126</u>
07224-p2	YOK	2	K301-K306-K309-K317-K320-K328-K329-K330-K331-K332-K333-K334-K337-K338-K341-K342-K343-K344-K345-K406-K409-K410-K411-K415-K416-K420-K428-K431-K432-K433-K437-K438-K441-K442-K444-K445-K447-K528-	S308-S311-S314-S317-S320-S321-S322-S323-S324-S402-S408-S409-S410-S411-S413-S415-S416-S420-S421-S422-S423-S426	YOK	<u>S125-S127</u>

Tablo 5.13'ün devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
07224-p3	YOK	3	K401-K406-K409-K411-K415-K417-K420-K427-K428-K430-K431-K432-K433-K434-K437-K438-K441-K442-K443-K444-K445-K447-K448-K506-K509-K520-K528-	S201-S402-S403-S404-S405-S406-S407-S408-S409-S410-S411-S412-S413-S414-S415-S416-S417-S418-S420-S421-S422-S423-S424-S425-S426-S427-S428-S429-S503-S508-S510-S511-S513-S514-S516-S517-S521-S522-S602-S604-S605-S608-S609-S610-S611-S613-S614-S615-S616-S618-S620-S621-S622-S623-S626-S628-S629-S703	YOK	<u>S125-S128</u>

Tablo 5.13'ün devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
07224-p4	YOK	4	K309-K317-K409- K417-K420-K428- K431-K444-K447- K501-K506-K509- K517-K520-K527- K528-K531-K544- K547-K548-	S124-S502-S503- S504-S507-S508- S509-S510-S511- S513-S514-S515- S516-S517-S518- S520-S521-S522- S523-S524-S527- S528S-602-S603- S604-S605-S608- S609-S610-S611- S612-S613-S614- S615-S616-S617- S618-S619-S620- S621-S622-S623- S624-S626-S627- S628-S629-S703- S707-S710-S713- S714-S718-S721- S722-S724-S729	YOK	<u>S125-S129</u>

Tablo 5.13'ün devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
07224-p5	YOK	5	K209-K217- K309-K317- K328-K347- K409-K417- K428-K447- K509-K517- K528-K547- K609-K617-	S101-S130- S602-S603- S604-S605- S607-S608- S609-S610- S611-S613- S614-S615- S616-S617- S618-S619- S620-S621- S622-S623- S624-S625- S626-S627- S628-S629- S703-S709- S710-S713- S714-S717- S718-S721- S722-S724-S727	YOK	<u>S125-S130</u>
07224-p6	YOK	6	K209-K217- K309-K317- K328-K347- K409-K417- K428-K447- K509-K517- K528-K547- K609-K617- K628-K647-	S101-S107- S130-S710- S713-S718- S721-S724	YOK	<u>S125-S131</u>

Tablo 5.13'ün devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
07224-p7	YOK	7	K209-K217-K309- K317-K328-K347- K409-K417-K428- K447-K509-K517- K528-K547-K609- K617-K628-K647- K709-K717-K728- K747	S101-S107-S130- S224	YOK	<u>S125-S132</u>

**Tablo 5.14. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kuşatılmış kolon, süneklilik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar**

PROJE NO	KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ	SÜNEKLİK ALANI+KESİTİ YETERSİZ ELEMAN	
	KOLON	KİRİŞ	KOLON
14224	YOK	YOK	YOK
07224	YOK	YOK	YOK
07224-p1	YOK	YOK	YOK
07224-p2	YOK	YOK	YOK
07224-p3	YOK	YOK	YOK
07224-p4	YOK	YOK	YOK
07224-p5	YOK	YOK	YOK
07224-p6	YOK	YOK	YOK
07224-p7	YOK	YOK	YOK

**Tablo 5.15. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$  mod periyodları**

<b>MOD PERİYODLARI, s</b>				
<b>PROJE NO</b>	<b><math>T_{x1}</math></b>	<b><math>T_{y1}</math></b>	<b><math>T_{z1}</math></b>	<b>MOD NO</b>
<b>14224</b>	0.698	0.715	0.645	<b>1</b>
<b>07224-p1</b>	0.641	0.656	0.581	<b>1</b>
<b>07224-p2</b>	0.581	0.595	0.514	<b>1</b>
<b>07224-p3</b>	0.527	0.541	0.455	<b>1</b>
<b>07224-p4</b>	0.479	0.494	0.406	<b>1</b>
<b>07224-p5</b>	0.452	0.47	0.376	<b>1</b>
<b>07224-p6</b>	0.438	0.457	0.358	<b>1</b>
<b>07224-p7</b>	0.441	0.461	0.359	<b>1</b>



**Tablo 5.16. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki x yönü ve y yönü mod vektörü genlikleri**

<b>MOD VEKTÖRLERİ</b>															
<b>PROJE NO</b>	<b>x<sub>11</sub></b>	<b>x<sub>12</sub></b>	<b>x<sub>13</sub></b>	<b>x<sub>14</sub></b>	<b>x<sub>15</sub></b>	<b>x<sub>16</sub></b>	<b>x<sub>17</sub></b>	<b>PROJE NO</b>	<b>y<sub>11</sub></b>	<b>y<sub>12</sub></b>	<b>y<sub>13</sub></b>	<b>y<sub>14</sub></b>	<b>y<sub>15</sub></b>	<b>y<sub>16</sub></b>	<b>y<sub>17</sub></b>
<b>14224</b>	3.40	7.90	12.80	17.70	21.90	25.60	28.30	14224	3.50	8.00	12.80	17.60	21.80	25.50	28.30
<b>07224-p1</b>	0.70	5.30	11.00	16.90	21.90	26.50	29.90	07224-p1	0.60	5.30	10.90	16.80	21.80	26.50	29.90
<b>07224-p2</b>	0.90	2.20	8.30	15.40	21.60	27.30	31.60	07224-p2	0.80	2.20	8.20	15.20	21.50	27.30	31.80
<b>07224-p3</b>	1.20	3.10	5.40	13.20	20.80	28.00	33.50	07224-p3	1.10	3.00	5.30	13.10	20.70	28.00	33.60
<b>07224-p4</b>	1.50	4.10	7.40	10.90	19.40	28.10	35.00	07224-p4	1.40	4.00	7.30	11.00	19.30	28.20	35.10
<b>07224-p5</b>	1.80	5.00	9.10	13.50	18.10	27.30	34.90	07224-p5	1.70	4.80	8.90	13.50	18.20	27.40	35.00
<b>07224-p6</b>	2.00	5.60	10.10	15.20	20.40	25.50	32.90	07224-p6	1.80	5.30	9.90	15.00	20.40	25.70	33.00
<b>07224-p7</b>	2.00	5.60	10.20	15.30	20.60	25.80	30.70	07224-p7	1.80	5.30	9.90	15.10	20.50	25.90	31.10

**Tablo 5.17. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kalıp, beton, çelik miktarları**

MALİYET HESABI												
PROJE NO	PERDE/MANTO İÇİN METRAJ			TEMEL İÇİN METRAJ				TOPLAM MALZEME METRAJI				
	KALIP MİKDARI, m <sup>2</sup>	C20 BETON MİKDARI, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	KALIP MİKDARI, m <sup>2</sup>	C20 BETON MİKDARI, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	TOPLAM KALIP (M2)	BETON TOPLAM MİKDARI, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 TOPLAM MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 TOPLAM MİKDARI, kg
<b>14224</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>07224-p1</b>	215.4	25.0	2 403.2	1 760.3	385.0	213.8	880.1	6 865.7	600.4	238.8	3 283.3	8 626.0
<b>07224-p2</b>	215.4	25.0	2 133.4	1 842.6	384.2	215.4	648.9	10 723.6	599.6	240.4	2 782.3	12 566.2
<b>07224-p3</b>	215.4	25.0	2 244.9	2 109.6	405.0	255.6	755.0	19 379.5	620.4	280.6	2 999.9	21 489.1
<b>07224-p4</b>	215.4	25.0	2 436.6	2 428.9	409.7	257.6	779.4	23 462.4	625.1	282.6	3 216.0	25 891.3
<b>07224-p5</b>	215.4	25.0	2 436.8	2 612.2	409.7	257.6	779.4	25 133.9	625.1	282.6	3 216.2	27 746.1
<b>07224-p6</b>	215.4	25.0	2 436.7	2 771.9	407.9	259.7	779.4	25 624.5	623.3	284.7	3 216.1	28 396.4
<b>07224-p7</b>	215.4	25.0	2 438.0	2 749.8	407.9	259.7	779.4	25 694.2	623.3	284.7	3 217.4	28 444.0

**Tablo 5.18. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP MALZEMESİ</b>	<b>KALIP İŞÇİLİĞİ</b>	<b>KALIP TOPLAM BEDELİ, TL</b>	<b>BETON TOPLAM BEDELİ, TL</b>	<b>Ø6-Ø12 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL</b>	<b>Ø14-Ø50 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL</b>
<b>14224</b>	-	-	-	-	-	-
<b>07224-p1</b>	1 142 711 300.0	709 792 880.0	1 852 504 180.0	15 680 153 180.4	2 790 652 035.2	6 719 869 650.0
<b>07224-p2</b>	0.0	708 847 120.0	708 847 120.0	15 786 526 078.9	2 364 832 578.8	9 789 376 164.8
<b>07224-p3</b>	0.0	733 448 702.0	733 448 702.0	18 422 210 118.5	2 549 783 004.4	16 740 546 127.5
<b>07224-p4</b>	0.0	738 969 576.0	738 969 576.0	18 553 534 684.5	2 733 458 496.0	20 169 969 982.5
<b>07224-p5</b>	0.0	738 969 576.0	738 969 576.0	18 553 534 684.5	2 733 628 487.2	21 614 905 552.5
<b>07224-p6</b>	0.0	736 841 616.0	736 841 616.0	18 692 738 724.4	2 733 543 491.6	22 121 497 719.8
<b>07224-p7</b>	0.0	736 841 616.0	736 841 616.0	18 692 738 724.4	2 734 648 434.4	22 158 587 100.0

**Tablo 5.19. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti, yığışimli güçlendirme toplam maliyeti, toplam şantiye bedeli**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP+BETONARME MALZEME MALİYETİ, TL</b>	<b>%10 NAKLİYE BEDELİ, TL</b>	<b>%18 KDV BEDELİ, TL</b>	<b>KATIN GÜÇLENDİRİLMESİ TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>YIĞIŞIMLI GÜÇLENDİRME TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>ŞANTİYE BEDELİ</b>
<b>14224</b>	-	-	-	-	-	-
<b>07224-p1</b>	27 043 179 045.6	2 704 317 904.6	4 867 772 228.2	34 615 269 178.4	39 433 253 043.8	46 433 253 044.
<b>07224-p2</b>	28 649 581 942.4	2 864 958 194.2	5 156 924 749.6	36 671 464 886.3	71 286 734 064.7	78 286 734 065.
<b>07224-p3</b>	38 445 987 952.4	3 844 598 795.2	6 920 277 831.4	49 210 864 579.0	120 497 598 643.8	127 497 598 644.
<b>07224-p4</b>	42 195 932 739.0	4 219 593 273.9	7 595 267 893.0	54 010 793 905.9	174 508 392 549.6	181 508 392 550.
<b>07224-p5</b>	43 641 038 300.2	4 364 103 830.0	7 855 386 894.0	55 860 529 024.2	230 368 921 573.9	237 368 921 574.
<b>07224-p6</b>	44 284 621 551.8	4 428 462 155.2	7 971 231 879.3	56 684 315 586.3	287 053 237 160.2	294 053 237 160.
<b>07224-p7</b>	44 322 815 874.8	4 432 281 587.5	7 978 106 857.5	56 733 204 319.8	343 786 441 480.0	350 786 441 480.

**Tablo 5.20. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07424 nolu projedeki kesiti, süneklilik alanı yetersiz elemanlar**

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
14424	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
07424	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
07424-m1	1	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
07424-m2	2	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
07424-m3	3	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
07424-m4	4	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
07424-m5	5	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
07424-m6	6	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
07424-m7	7	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>

**Tablo 5.21. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07424 nolu projedeki kuşatılmış kolon, süneklilik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar**

<b>PROJE NO</b>	<b>KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ</b>	<b>SÜNEKLİK ALANI+KESİTİ YETERSİZ ELEMAN</b>	
	<b>KOLON</b>	<b>KİRİŞ</b>	<b>KOLON</b>
<b>14424</b>	YOK	YOK	YOK
<b>07424</b>	YOK	YOK	YOK
<b>07424-m1</b>	YOK	YOK	YOK
<b>07424-m2</b>	YOK	YOK	YOK
<b>07424-m3</b>	YOK	YOK	YOK
<b>07424-m4</b>	YOK	YOK	YOK
<b>07424-m5</b>	YOK	YOK	YOK
<b>07424-m6</b>	YOK	YOK	YOK
<b>07424-m7</b>	YOK	YOK	YOK

**Tablo 5.22. 14424 ve 07424 nolu projelerde  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$  mod periyodları**

<b>MOD PERİYODLARI, s</b>				
<b>PROJE NO</b>	<b><math>T_{x1}</math></b>	<b><math>T_{y1}</math></b>	<b><math>T_{z1}</math></b>	<b>MOD NO</b>
<b>14424</b>	0.698	0.716	0.646	1
<b>07424</b>	0.700	0.719	0.649	1
<b>07424-m1</b>	0.686	0.703	0.730	1
<b>07424-m2</b>	0.686	0.703	0.631	1
<b>07424-m3</b>	0.687	0.703	0.632	1
<b>07424-m4</b>	0.688	0.704	0.633	1
<b>07424-m5</b>	0.690	0.706	0.634	1
<b>07424-m6</b>	0.693	0.709	0.636	1
<b>07424-m7</b>	0.695	0.712	0.639	1

Tablo 5.23. 14424 ve 07424 nolu projelerde x yönü ve y yönü mod vektörleri

MOD VEKTÖRLERİ															
PROJE NO	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>16</sub>	x <sub>17</sub>	PROJE NO	y <sub>11</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	y <sub>14</sub>	y <sub>15</sub>	y <sub>16</sub>	y <sub>17</sub>
14424	3.4	8.0	12.8	17.7	21.9	25.6	28.3	14424	3.5	8.0	12.8	17.6	21.7	25.5	28.3
07424	3.5	8.1	12.9	17.8	21.9	25.6	28.4	07424	3.50	8.00	12.80	17.60	21.70	25.40	28.10
07424-m1	2.9	7.5	12.5	17.6	21.9	25.8	28.7	07424-m1	2.90	7.50	12.40	17.50	21.80	25.70	28.60
07424-m2	2.9	7.5	12.5	17.6	21.9	25.8	28.7	07424-m2	3.0	7.50	12.40	17.50	21.80	25.80	28.70
07424-m3	2.9	7.5	12.5	17.6	21.9	25.8	28.7	07424-m3	3.0	7.60	12.5	17.6	21.9	25.8	28.7
07424-m4	2.9	7.5	12.5	17.6	21.9	25.8	28.6	07424-m4	3.0	7.60	12.5	17.60	21.90	25.80	28.70
07424-m5	2.9	7.5	12.5	17.5	21.9	25.7	28.6	07424-m5	3.0	7.50	12.5	17.40	21.80	25.70	28.60
07424-m6	2.9	7.5	12.4	17.4	21.7	25.7	28.5	07424-m6	2.9	7.50	12.4	17.40	21.70	25.70	28.50
07424-m7	2.9	7.4	12.4	17.3	21.6	25.5	28.5	07424-m7	2.9	7.50	12.3	17.30	21.60	25.50	28.60



Tablo 5.24. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07424 nolu projedeki kalıp, beton, çelik miktarları

MALİYET HESABI												
PROJE NO	PERDE/MANTO İÇİN METRAJ				TEMEL İÇİN METRAJ				TOPLAM MALZEME METRAJI			
	KALIP, m <sup>2</sup>	C20 BETON, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 ÇELİK, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK, kg	KALIP, m <sup>2</sup>	C20 BETON, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 ÇELİK, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK, kg	KALIP TOPLAM, m <sup>2</sup>	BETON TOPLAM, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 TOPLAM, kg	Ø14-Ø50 TOPLAM, kg
14424	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07424	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07424-m1	137.1	15.2	1 644.3	4 589.4	492.9	228.8	1.7	5 123.1	630.0	244.0	1 646.0	9 712.5
07424-m2	137.1	15.2	1 807.1	4 774.9	493.0	229.0	1.7	5 200.1	630.1	244.2	1 808.8	9 975.0
07424-m3	137.1	15.2	1 747.8	4 780.3	499.8	234.6	1.7	5 019.2	636.9	249.8	1 749.5	9 799.5
07424-m4	137.1	15.2	1 818.6	4 780.3	500.4	235.6	1.7	5 699.7	637.5	250.8	1 820.3	10 480.0
07424-m5	137.1	15.2	1 806.8	4 729.9	493.9	230.6	1.7	5 379.5	631.0	245.8	1 808.5	10 109.4
07424-m6	137.1	15.2	1 685.7	4 737.8	500.8	236.4	1.7	5 797.9	637.9	251.6	1 687.4	10 535.7
07424-m7	137.1	15.2	1 805.6	4 664.6	501.1	236.9	1.7	5 783.4	638.2	252.2	1 807.3	10 448.0

Tablo 5.25. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07424 nolu projedeki kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri

PROJE NO	KALIP MALZEMESİ	KALIP İŞÇİLİĞİ	KALIP TOPLAM BEDELİ, TL	BETON TOPLAM BEDELİ, TL	Ø6-Ø12 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL	Ø14-Ø50 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL
14424	-	-	-	-	-	-
07424	-	-	-	-	-	-
07424-m1	1 198 952 337.5	744 726 890.0	1 943 679 227.5	16 021 597 052.0	1 399 027 576.0	7 566 272 522.3
07424-m2	0.0	744 904 220.0	744 904 220.0	16 036 699 377.1	1 537 400 412.8	7 770 758 794.5
07424-m3	0.0	752 943 180.0	752 943 180.0	16 404 408 161.9	1 486 998 022.0	7 634 055 487.5
07424-m4	0.0	753 640 678.0	753 640 678.0	16 469 413 822.1	1 547 174 906.8	8 164 182 000.0
07424-m5	0.0	745 956 378.0	745 956 378.0	16 137 819 292.9	1 537 145 426.0	7 875 475 335.0
07424-m6	0.0	754 172 668.0	754 172 668.0	16 520 630 402.8	1 434 215 754.4	8 207 573 692.5
07424-m7	0.0	754 527 328.0	754 527 328.0	16 556 744 658.5	1 536 125 478.8	8 139 253 200.0

**Tablo 5.26. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti**

PROJE NO	KALIP+BETONARME MALZEME MALİYETİ, TL	%10 NAKLİYE BEDELİ, TL	%18 KDV BEDELİ, TL	KATIN GÜÇLENDİRİLMESİ TOPLAM MALİYETİ, TL	YIĞIŞIMLI GÜÇLENDİRME TOPLAM MALİYETİ, TL	ŞANTIYE BEDELİ
14424	-	-	-	-	-	-
07424	-	-	-	-	-	-
07424-m1	26 930 576 377.8	2 693 057 637.8	4 847 503 748.0	34 471 137 763.5	39 526 249 249.2	46 526 249 249.
07424-m2	26 089 762 804.4	2 608 976 280.4	4 696 157 304.8	33 394 896 389.6	72 921 145 638.8	79 921 145 639.
07424-m3	26 278 404 851.4	2 627 840 485.1	4 730 112 873.3	33 636 358 209.8	106 557 503 848.6	113 557 503 849.
07424-m4	26 934 411 406.9	2 693 441 140.7	4 848 194 053.2	34 476 046 600.8	141 033 550 449.3	148 033 550 449.
07424-m5	26 296 396 431.9	2 629 639 643.2	4 733 351 357.7	33 659 387 432.8	174 692 937 882.2	181 692 937 882.
07424-m6	26 916 592 517.7	2 691 659 251.8	4 844 986 653.2	34 453 238 422.7	209 146 176 304.8	216 146 176 305.
07424-m7	26 986 650 665.3	2 698 665 066.5	4 857 597 119.7	34 542 912 851.5	243 689 089 156.4	250 689 089 156.

**Tablo 5.27. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07424 nolu projedeki kesiti ve süneklilik alanı yetersiz elemanlar**

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
14424	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
07424-p1	YOK	1	K206-K209-K217-K228-K245-K301-K306-K309-K328-K330-K333-K345-K406-K420-K428-	S224	YOK	<u>S125-S126</u>
07424-p2	YOK	2	K301-K306-K309-K317-K320-K328-K329-K330-K331-K332-K333-K334-K337-K338-K341-K342-K343-K344-K345-K406-K409-K410-K411-K415-K416-K420-K428-K431-K432-K433-K437-K438-K441-K442-K444-K445-K447-K528-	S308-S311-S314-S317-S320-S321-S322-S323-S324-S402-S408-S409-S410-S411-S413-S415-S416-S420-S421-S422-S423-S426	YOK	<u>S125-S126</u>

Tablo 5.27'in devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
07424-p3	YOK	3	K401-K406-K409-K411-K415-K417-K420-K427-K428-K430-K431-K432-K433-K434-K437-K438-K441-K442-K443-K444-K445-K447-K448-K506-K509-K520-K528-	S201-S402-S403-S404-S405-S406-S407-S408-S409-S410-S411-S412-S413-S414-S415-S416-S417-S418-S419-S420-S421-S422-S423-S424-S426-S427-S428-S429-S503-S508-S510-S511-S513-S514-S516-S517-S521-S522-S602-S604-S605-S608-S609-S610-S611-S613-S614-S615-S616-S618-S620-S621-S622-S623-S626-S628-S629-S703		<u>S125-S126</u>

Tablo 5.27'in devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
07424-p4	YOK	4	K309-K317-K409-K417-K420-K428-K431-K444-K447-K501-K506-K509-K517-K520-K527-K528-K531-K544-K547-K548-	S124-S502-S503-S504-S507-S508-S509-S510-S511-S513-S514-S515-S516-S517-S518-S520-S521-S522-S523-S524-S527-S528-S602-S603-S604-S605-S608-S609-S610-S611-S612-S613-S614-S615-S616-S617-S618-S619-S620-S621-S622-S623-S624-S626-S627-S628-S629-S703-S707-S710-S713-SS714-S718-S721-S722-S724-S729		<u>S125-S126</u>

Tablo 5.27'in devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
07424-p5	YOK	5	K209-K217-K309- K317-K328-K347- K409-K417-K428- K447-K509-K517- K528-K547-K609- K617-	S101-S130-S602- S603-S604-S605- S607-S608-S609- S610-S611-S613- S614-S615-S616- S617-S618-S619- S620-S621-S622- SS623-S624- S626-S627-S628- S629-S703-S707- S709-SS710- S713-S714-S717- S718-S721-S722- S724-S727		<u>S125-S126</u>

Tablo 5.27'in devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
07424-p6	YOK	6	K209-K217-K309-K317-K328-K347-K409-K417-K428-K447-K509-K517-K528-K547-K609-K617-K628-K647	S101-S107-S130-S710-S713-S718-S721-S724		<u>S125-S126</u>
07424-p7	YOK	7	K209-K217-K309-K317-K328-K347-K409-K417-K428-K447-K509-K517-K528-K547-K609-K617-K628-K647-K709-K717-K728-K747-	S101-S107-S130-S224		<u>S125-S126</u>



**Tablo 5.28. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07424 nolu projedeki kuşatılmış kolon, süneklilik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar**

PROJE NO	KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ	SÜNEKLİK ALANI+KESİTİ YETERSİZ ELEMAN	
	KOLON	KİRİŞ	KOLON
14424	YOK	YOK	YOK
07424	YOK	YOK	YOK
07424-p1	YOK	YOK	YOK
07424-p2	YOK	YOK	YOK
07424-p3	YOK	YOK	YOK
07424-p4	YOK	YOK	YOK
07424-p5	YOK	YOK	YOK
07424-p6	YOK	YOK	YOK
07424-p7	YOK	YOK	YOK

**Tablo 5.29. 14424 ve 07424 nolu projelerde  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$  mod periyodları**

<b>MOD PERİYOD LARI, s</b>				
<b>PROJE NO</b>	<b><math>T_{x1}</math></b>	<b><math>T_{y1}</math></b>	<b><math>T_{z1}</math></b>	<b>MOD NO</b>
<b>14424</b>	0.698	0.716	0.646	1
<b>07424-p1</b>	0.641	0.656	0.581	1
<b>07424-p2</b>	0.581	0.595	0.514	1
<b>07424-p3</b>	0.527	0.541	0.455	1
<b>07424-p4</b>	0.479	0.494	0.406	1
<b>07424-p5</b>	0.452	0.47	0.376	1
<b>07424-p6</b>	0.438	0.457	0.358	1
<b>07424-p7</b>	0.441	0.461	0.359	1

Tablo 5.30. 14424 ve 07424 nolu projelerde x yönü ve y yönü linci mod vektörü genlikleri

MOD VEKTÖRÜ GENLİKLERİ, mm															
PROJE NO	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>16</sub>	x <sub>17</sub>	PROJE NO	y <sub>11</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	y <sub>14</sub>	y <sub>15</sub>	y <sub>16</sub>	y <sub>17</sub>
14424	3.4	8.0	12.8	17.7	21.9	25.6	28.3	14424	3.5	8.0	12.8	17.6	21.7	25.5	28.3
07424-p1	0.7	5.3	11	16.9	21.9	26.5	29.9	07424-p1	0.6	5.30	10.9	16.80	21.80	26.50	29.90
07424-p2	0.9	2.2	8.3	15.4	21.6	27.3	31.6	07424-p2	0.8	2.20	8.2	15.20	21.50	27.30	31.80
07424-p3	1.2	3.1	5.4	13.2	20.8	28	33.5	07424-p3	1.1	3.00	5.3	13.10	20.70	28.00	33.60
07424-p4	1.5	4.1	7.4	10.9	19.4	28.1	35	07424-p4	1.4	4.00	7.3	11.00	19.30	28.20	35.10
07424-p5	1.8	5	9.1	13.5	18.1	27.3	34.9	07424-p5	1.7	4.80	8.9	13.50	18.20	27.40	35.00
07424-p6	2.0	5.6	10.1	15.2	20.4	25.5	32.9	07424-p6	1.8	5.30	9.9	15.00	20.40	25.70	33.00
07424-p7	2.0	5.6	10.2	15.3	20.6	25.8	30.7	07424-p7	1.8	5.30	9.9	15.10	20.50	25.90	31.10

Tablo 5.31. 14424 ve 07424 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları

MALİYET HESABI												
PROJE NO	PERDE/MANTO İÇİN METRAJ				TEMEL İÇİN METRAJ				TOPLAM MALZEME METRAJI			
	KALIP MİKDARI, m <sup>2</sup>	C20 BETON MİKDARI, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	KALIP MİKDARI, m <sup>2</sup>	C20 BETON MİKDARI, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	KALIP TOPLAM, m <sup>2</sup>	BETON TOPLAM, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 TOPLAM, kg	Ø14-Ø50 TOPLAM, kg
14424	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07424-p1	215.4	25.0	2 403.2	1760.3	403.8	229.7	880.1	7 022.0	619.2	254.7	3 283.3	8 782.3
07424-p2	215.4	25.0	2 160.3	1842.6	403.0	231.6	648.9	10 979.3	618.4	256.6	2 809.2	12 821.9
07424-p3	215.4	25.0	2 245.3	2109.6	404.6	252.9	745.6	18 614.5	620.0	277.9	2 990.9	20 724.1
07424-p4	215.4	25.0	2 436.8	2428.9	408.6	249.9	745.7	21 626.7	624.0	274.9	3 182.5	24 055.6
07424-p5	215.4	25.0	2 436.8	2612.2	410.4	248.0	745.7	22 900.1	625.8	273.0	3 182.5	25 512.3
07424-p6	215.4	25.0	2 436.7	2771.9	408.6	250.0	745.7	23 400.4	624.0	275.0	3 182.4	26 172.3
07424-p7	215.4	25.0	2 438.0	2749.8	410.4	248.2	745.7	23 425.8	625.8	273.2	3 183.7	26 175.6

Tablo 5.32. 14424 ve 07424 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri

PROJE NO	KALIP MALZEMESİ	KALIP İŞÇİLİĞİ	KALIP TOPLAM BEDELİ, TL	BETON TOPLAM BEDELİ, TL	Ø6-Ø12 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL	Ø14-Ø50 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL
14424	-	-	-	-	-	-
07424-p1	1 178 511 432.5	732 030 062.0	1 910 541 494.5	16 726 153 348.6	2 790 652 035.2	6 841 623 467.3
07424-p2	0.0	731 084 302.0	731 084 302.0	16 846 971 949.3	2 387 696 395.2	9 988 580 647.5
07424-p3	0.0	732 975 822.0	732 975 822.0	18 248 205 068.5	2 542 133 400.4	16 144 592 002.5
07424-p4	0.0	737 645 512.0	737 645 512.0	18 053 188 088.0	2 704 984 970.0	18 739 913 790.0
07424-p5	0.0	739 773 472.0	739 773 472.0	17 923 176 767.7	2 704 984 970.0	19 874 719 507.5
07424-p6	0.0	737 645 512.0	737 645 512.0	18 054 501 333.7	2 704 899 974.4	20 388 868 217.3
07424-p7	0.0	739 773 472.0	739 773 472.0	17 936 309 224.3	2 706 004 917.2	20 391 446 790.0

**Tablo 5.33. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07424 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP+BETONARME MALZEME MALİYETİ, TL</b>	<b>%10 NAKLİYE BEDELİ, TL</b>	<b>%18 KDV BEDELİ, TL</b>	<b>KATIN GÜÇLENDİRİLMESİ TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>YIĞIŞIMLI GÜÇLENDİRME TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>ŞANTIYE BEDELİ</b>
<b>14424</b>	-	-	-	-	-	-
<b>07424-p1</b>	28 268 970 345.6	2 826 897 034.6	5 088 414 662.2	36 184 282 042.3	41 153 209 073.1	48 153 209 073.
<b>07424-p2</b>	29 954 333 294.0	2 995 433 329.4	5 391 779 992.9	38 341 546 616.3	79 494 755 689.4	86 494 755 689.
<b>07424-p3</b>	37 667 906 293.4	3 766 790 629.3	6 780 223 132.8	48 214 920 055.6	127 709 675 745.0	134 709 675 745.
<b>07424-p4</b>	40 235 732 360.0	4 023 573 236.0	7 242 431 824.8	51 501 737 420.8	179 211 413 165.8	186 211 413 166.
<b>07424-p5</b>	41 242 654 717.2	4 124 265 471.7	7 423 677 849.1	52 790 598 038.0	232 002 011 203.8	239 002 011 204.
<b>07424-p6</b>	41 885 915 037.3	4 188 591 503.7	7 539 464 706.7	53 613 971 247.8	285 615 982 451.6	292 615 982 452.
<b>07424-p7</b>	41 773 534 403.5	4 177 353 440.3	7 519 236 192.6	53 470 124 036.5	339 086 106 488.1	346 086 106 488.

**Tablo 5.34. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 10224 nolu projedeki kesiti, süneklik alanı yetersiz elemanlar**

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
20224	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
10224	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	S120
10224-m1	1	YOK	YOK	YOK	YOK	S119-S120-S125-S126
10224-m2	2	YOK	YOK	YOK	YOK	S119-S120-S125-S126
10224-m3	3	YOK	YOK	YOK	YOK	S119-S120-S125-S126
10224-m4	4	YOK	YOK	YOK	YOK	S119-S120-S125-S126
10224-m5	5	YOK	YOK	YOK	YOK	S119-S120-S125-S126
10224-m6	6	YOK	YOK	YOK	YOK	S119-S120-S125-S126
10224-m7	7	YOK	YOK	YOK	YOK	S119-S120-S125-S126

**Tablo 5.35. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 10224 nolu projedeki kuşatılmış kolon, süneklilik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar**

PROJE NO	KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ	SÜNEKLİK ALANI+KESİTİ YETERSİZ ELEMAN	
	KOLON	KİRİŞ	KOLON
20224	YOK	YOK	YOK
10224	YOK	YOK	S119-S125-S126
10224-m1	YOK	YOK	YOK
10224-m2	YOK	YOK	YOK
10224-m3	YOK	YOK	YOK
10224-m4	YOK	YOK	YOK
10224-m5	YOK	YOK	YOK
10224-m6	YOK	YOK	YOK
10224-m7	YOK	YOK	YOK



**Tablo 5.36. 20224 ve 10224 nolu projelerde  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$  linci mod periyodları**

<b>MOD PERİYOD LARI, s</b>				
<b>PROJE NO</b>	<b><math>T_{x1}</math></b>	<b><math>T_{y1}</math></b>	<b><math>T_{z1}</math></b>	<b>MOD NO</b>
<b>20224</b>	0.685	0.703	0.630	1
<b>10224</b>	0.687	0.706	0.632	1
<b>10224-m1</b>	0.673	0.690	0.614	1
<b>10224-m2</b>	0.673	0.690	0.614	1
<b>10224-m3</b>	0.673	0.690	0.615	1
<b>10224-m4</b>	0.675	0.691	0.616	1
<b>10224-m5</b>	0.677	0.693	0.617	1
<b>10224-m6</b>	0.679	0.696	0.620	1
<b>10224-m7</b>	0.682	0.698	0.622	1

Tablo 5.37. 20224 ve 10224 nolu projelerde x yönü ve y yönü 1inci mod vektörü genlikleri

MOD VEKTÖRÜ GENLİKLERİ, mm															
PROJE NO	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>16</sub>	x <sub>17</sub>	PROJE NO	y <sub>11</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	y <sub>14</sub>	y <sub>15</sub>	y <sub>16</sub>	y <sub>17</sub>
20224	3.6	8.0	12.9	17.8	22.0	25.5	28.1	20224	3.6	8.00	12.8	17.70	21.90	25.40	28.10
10224	3.6	8.1	12.9	17.8	22	25.5	28.1	10224	3.6	8.10	12.8	17.70	21.80	25.40	27.90
10224-m1	3.0	7.5	12.5	17.7	22	25.7	28.4	10224-m1	3.0	7.50	12.5	17.60	21.90	25.60	28.40
10224-m2	3.0	7.5	12.5	17.7	22.1	25.7	28.4	10224-m2	3.0	7.50	12.5	17.50	21.90	25.70	28.50
10224-m3	3.0	7.6	12.6	17.7	22.1	25.7	28.4	10224-m3	3.0	7.60	12.5	17.60	22.00	25.70	28.50
10224-m4	3.0	7.6	12.6	17.7	22	25.7	28.4	10224-m4	3.0	7.60	12.5	17.60	22.00	25.70	28.50
10224-m5	3.0	7.6	12.5	17.6	22	25.6	28.3	10224-m5	3.0	7.60	12.5	17.50	21.90	25.70	28.40
10224-m6	3.0	7.5	12.5	17.5	21.8	25.6	28.2	10224-m6	3.0	7.50	12.5	17.40	21.80	25.60	28.30
10224-m7	3.0	7.5	12.4	17.4	21.7	25.4	28.3	10224-m7	3.0	7.50	12.4	17.30	21.70	25.40	28.30

Tablo 5.38. 20224 ve 10224 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları

MALİYET HESABI												
PROJE NO	KALIP, m <sup>2</sup>	C20 BETON, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 ÇELİK, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK, kg	KALIP, m <sup>2</sup>	C20 BETON, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 ÇELİK, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK, kg	KALIP TOPLAM, m <sup>2</sup>	BETON TOPLAM, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 TOPLAM, kg	Ø14-Ø50 TOPLAM, kg
20224	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10224	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10224-m1	137.1	15.2	1 830.4	4 719.1	499.6	234.0	1.7	5 754.2	636.7	249.2	1 832.1	10 473.3
10224-m2	137.1	15.2	1 818.3	4 794.1	500.1	234.7	1.7	5 882.4	637.2	249.9	1 820.0	10 676.5
10224-m3	137.1	15.2	1 735.4	4 767.0	500.2	235.0	1.7	5 905.6	637.3	250.2	1 737.1	10 672.6
10224-m4	137.1	15.2	1 747.8	4 787.3	500.6	235.8	1.7	5 977.1	637.7	251.0	1 749.5	10 764.4
10224-m5	137.1	15.2	1 743.8	4 796.1	500.9	236.0	1.7	6 035.4	638.0	251.2	1 745.5	10 831.5
10224-m6	137.1	15.2	1 864.9	4 781.2	501.3	236.8	1.7	3 132.1	638.4	252.0	1 866.6	7 913.3
10224-m7	137.1	15.2	1 864.9	4 705.2	501.6	237.3	1.7	6 141.5	638.7	252.5	1 866.6	10 846.7

Tablo 5.39. 20224 ve 10224 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri

PROJE NO	KALIP MALZEMESİ	KALIP İŞÇİLİĞİ	KALIP TOPLAM BEDELİ, TL	BETON TOPLAM BEDELİ, TL	Ø6-Ø12 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL	Ø14-Ø50 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL
20224	-	-	-	-	-	-
10224	-	-	-	-	-	-
10224-m1	1 211 875 405.0	752 754 028.0	1 964 629 433.0	16 363 697 546.4	1 557 204 387.6	8 158 954 742.3
10224-m2	0.0	753 286 018.0	753 286 018.0	16 409 661 144.5	1 546 919 920.0	8 317 244 832.0
10224-m3	0.0	753 463 348.0	753 463 348.0	16 430 016 452.3	1 476 458 567.6	8 314 222 215.0
10224-m4	0.0	753 924 406.0	753 924 406.0	16 480 576 410.2	1 486 998 022.0	8 385 736 710.0
10224-m5	0.0	754 184 490.0	754 184 490.0	16 496 991 980.9	1 483 598 198.0	8 438 009 287.5
10224-m6	0.0	754 716 480.0	754 716 480.0	16 546 238 693.2	1 586 527 869.6	6 164 658 532.5
10224-m7	0.0	755 071 140.0	755 071 140.0	16 581 696 326.0	1 586 527 869.6	8 449 850 467.5

**Tablo 5.40. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 10224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti**

PROJE NO	KALIP+BETONARME MALZEME MALİYETİ, TL	%10 NAKLİYE BEDELİ, TL	%18 KDV BEDELİ, TL	KATIN GÜÇLENDİRİLMESİ TOPLAM MALİYETİ, TL	YIĞIŞIMLI GÜÇLENDİRME TOPLAM MALİYETİ, TL	ŞANTIYE BEDELİ
20224	-	-	-	-	-	-
10224	-	-	-	-	-	-
10224-m1	28 044 486 109.3	2 804 448 610.9	5 048 007 499.7	35 896 942 219.9	35 896 942 219.9	42 896 942 220.
10224-m2	27 027 111 914.5	2 702 711 191.5	4 864 880 144.6	34 594 703 250.6	70 491 645 470.5	77 491 645 470.
10224-m3	26 974 160 582.9	2 697 416 058.3	4 855 348 904.9	34 526 925 546.1	105 018 571 016.5	112 018 571 017.
10224-m4	27 107 235 548.2	2 710 723 554.8	4 879 302 398.7	34 697 261 501.7	139 715 832 518.2	146 715 832 518.
10224-m5	27 172 783 956.4	2 717 278 395.6	4 891 101 112.2	34 781 163 464.2	174 496 995 982.4	181 496 995 982.
10224-m6	25 052 141 575.3	2 505 214 157.5	4 509 385 483.5	32 066 741 216.3	206 563 737 198.8	213 563 737 199.
10224-m7	27 373 145 803.1	2 737 314 580.3	4 927 166 244.6	35 037 626 628.0	241 601 363 826.7	248 601 363 827.

**Tablo 5.41. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 10224 nolu projedeki kesiti ve süneklik alanı yetersiz elemanlar**

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
20224	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
10224-p1	YOK	1	K206-K209-K217- K228-K244-K245- K301-K306-K309- K328-K330-K333- K337-K341-K345- K406-K410-K411- K415-K416-K420- K428-K433			S125-S126
			K301-K306-K309- K311-K317-K320- K328-K329-K330- K331-K332-K333- K334-K335-K336- K337-K338-K341- K342-K344-K345- K401-K406-K409- K410-K411-K415- K416-K420-K427- K428-K430-K431- K433-K434-K437- K438-K441-K442- K444-K445-K447- K448-K528--	S308-S311-S314- S317-S320-S322- S324-S408-S409- S410-S411-S413- S415-S416-S420- S421-S422-S423- S429		S125-S126
10224-p2	YOK	2				

Tablo 5.41'in devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
10224-p3	YOK	3	K401-K406-K409-K410-K411-K415-K416-K417-K420-K425-K427-K428-K430-K431-K432-K433-K434-K437-K438-K441-K442-K443-K444-K445-K446-K447-K448-K449-K506-K520-K528-K547-	S212-S219-S402-S403-S404-S405-S407-S408-S409-S410-S411-S412-S413-S414-S415-S416-S417-S418-S420-S421-S422-S423-S424-S26-S427-S428-S429-S508-S510-S511-S513-S514-S515-S516-S517-S518-S521-S522-S523-S608-S609-S610-S613-S615-S616-S621-S622		S125-S126

Tablo 5.41'in devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
10224-p4	YOK	4	K309-K317-K406- K409-K417-K420- K428-K431-K444- K447-K501-K506- K509-K511-K515- K517-K520-K527- K528-K531-K544- K547-K548-	S107-S502-S504- S505-S507-S508- S509-S510-S511- S513-S514-S516- S517-S518-S520- S524-S528-S603- S604-S608-S609- S610-S611-S613- S614-S615-S616- S617-S618-S620- S621-S622-S623- S624-S626-S627- S628-S629-S707- S713-S718-S724-	YOK	S125-S126



Tablo 5.41'in devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
10224-p5	YOK	5	K209-K217-K309-K317-K328-K347-K409-K417-K428-K447-K509-K517-K528-K547-K609-K617-	S130-S224-S602-S603-S604-S608-S609S610-S611-S613-S614-S615-S616-S617-S-618-S620-S621-S622-S623-S624-S626-S627-S628-S629-S707-S710-S713-S718-S721-S724		S125-S126
10224-p6	YOK	6	K209-K217-K309-K317-K328-K347-K409-K417-K428-K447-K509-K517-K528-K547-K609-K617-K628-K647-	S101-S130-S710-S713-S721-		S125-S126

Tablo 5.41'in devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
10224-p7	YOK	7	K209-K217-K309-K317-K328-K347-K409-K417-K428-K447-K509-K517-K528-K547-K609-K617-K628-K647-K709-K717-K728-K747-			S125-S126-S101-S130-

**Tablo 5.42. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 10224 nolu projedeki kuşatılmış kolon, süneklilik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar**

PROJE NO	KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ	SÜNEKLİK ALANI+KESİTİ YETERSİZ ELEMAN	
	KOLON	KİRİŞ	KOLON
20224	YOK	YOK	YOK
10224	YOK	YOK	YOK
10224-p1	YOK	YOK	YOK
10224-p2	YOK	YOK	YOK
10224-p3	YOK	YOK	YOK
10224-p4	YOK	YOK	YOK
10224-p5	YOK	YOK	YOK
10224-p6	YOK	YOK	YOK
10224-p7	YOK	YOK	YOK

**Tablo 5.43. 20224 ve 10224 nolu projelerde  $T_x$ ,  $T_y$ ,  $T_z$  mod periyodları**

<b>MOD PERİYOD LARI, s</b>				
<b>PROJE NO</b>	<b><math>T_x</math></b>	<b><math>T_y</math></b>	<b><math>T_z</math></b>	<b>MOD NO</b>
<b>20224</b>	0.685	0.703	0.630	<b>1</b>
<b>10224-p1</b>	0.625	0.64	0.563	<b>1</b>
<b>10224-p2</b>	0.565	0.58	0.496	<b>1</b>
<b>10224-p3</b>	0.509	0.524	0.437	<b>1</b>
<b>10224-p4</b>	0.459	0.474	0.388	<b>1</b>
<b>10224-p5</b>	0.43	0.448	0.357	<b>1</b>
<b>10224-p6</b>	0.418	0.438	0.341	<b>1</b>
<b>10224-p7</b>	0.422	0.443	0.343	<b>1</b>

Tablo 5.44. 20224 ve 10224 nolu projelerde x yönü ve y yönü mod vektörleri

MOD VEKTÖRÜ GENLİKLERİ															
PROJE NO	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>16</sub>	x <sub>17</sub>	PROJE NO	y <sub>11</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	y <sub>14</sub>	y <sub>15</sub>	y <sub>16</sub>	y <sub>17</sub>
20224	3.4	7.9	12.8	17.7	21.9	25.6	28.3	20224	3.5	8.0	12.8	17.6	21.8	25.5	28.3
10224-p1	0.70	5.30	11.00	16.90	21.90	26.50	29.90	10224-p1	0.60	5.30	10.90	16.80	21.80	26.50	29.90
10224-p2	0.90	2.20	8.30	15.40	21.60	27.30	31.60	10224-p2	0.80	2.20	8.20	15.20	21.50	27.30	31.80
10224-p3	1.20	3.10	5.40	13.20	20.80	28.00	33.50	10224-p3	1.10	3.00	5.30	13.10	20.70	28.00	33.60
10224-p4	1.50	4.10	7.40	10.90	19.40	28.10	35.00	10224-p4	1.40	4.00	7.30	11.00	19.30	28.20	35.10
10224-p5	1.80	5.00	9.10	13.50	18.10	27.30	34.90	10224-p5	1.70	4.80	8.90	13.50	18.20	27.40	35.00
10224-p6	2.00	5.60	10.10	15.20	20.40	25.50	32.90	10224-p6	1.80	5.30	9.90	15.00	20.40	25.70	33.00
10224-p7	2.00	5.60	10.20	15.30	20.60	25.80	30.70	10224-p7	1.80	5.30	9.90	15.10	20.50	25.90	31.10

Tablo 5.45. 20224 ve 10224 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları

MALİYET HESABI												
PROJE NO	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	TOPLAM KALIP (M2)	BETON TOPLAM MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 TOPLAM MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 TOPLAM MİKDARI, kg
20224												
10224-p1	215.4	27.0	2 304.5	1 760.3	407.0	221.8	854.6	6 854.2	622.4	248.8	3 159.1	8 614.5
10224-p2	215.4	27.0	2 239.8	1 825.3	403.0	232.5	655.2	11 484.9	618.4	259.5	2 895.0	13 310.2
10224-p3	215.4	27.0	2 226.9	2 050.4	404.6	253.6	745.6	19 904.7	620.0	280.6	2 972.5	21 955.1
10224-p4	215.4	27.0	2 392.3	2 716.9	410.4	247.4	745.6	22 758.8	625.8	274.4	3 137.9	25 475.7
10224-p5	215.4	27.0	2 395.7	2 556.4	411.3	246.7	745.6	23 538.3	626.7	273.6	3 141.3	26 094.7
10224-p6	215.4	27.0	2 394.8	2 600.5	409.5	248.6	745.6	24 001.0	624.9	275.5	3 140.4	26 601.5
10224-p7	215.4	27.0	2 395.2	2 600.5	409.5	248.6	745.6	24 010.7	624.9	275.5	3 140.8	26 611.2

Tablo 5.46. 20224 ve 10224 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri

PROJE NO	KALIP MALZEMESİ	KALIP İŞÇİLİĞİ	KALIP TOPLAM BEDELİ, TL	BETON TOPLAM BEDELİ, TL	Ø6-Ø12 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL	Ø14-Ø50 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL
20224	-	-	-	-	-	-
10224-p1	1 184 601 832.5	735 813 102.0	1 920 414 934.5	16 334 149 519.1	2 685 095 999.6	6 710 910 862.5
10224-p2	0.0	731 084 302.0	731 084 302.0	17 040 019 061.3	2 460 622 620.0	10 368 978 555.0
10224-p3	0.0	732 975 822.0	732 975 822.0	18 422 210 118.5	2 526 485 710.4	17 103 563 987.3
10224-p4	0.0	739 773 472.0	739 773 472.0	18 015 760 586.7	2 667 059 933.3	19 846 199 402.3
10224-p5	0.0	740 837 452.0	740 837 452.0	17 966 513 874.5	2 669 949 783.7	20 328 423 667.5
10224-p6	0.0	738 709 492.0	738 709 492.0	18 092 585 457.8	2 669 184 823.3	20 723 233 537.5
10224-p7	0.0	738 709 492.0	738 709 492.0	18 092 585 457.8	2 669 524 805.7	20 730 790 080.0

**Tablo 5.47. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil, katın güçlendirilmesi toplam maliyeti**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP+BETONARME MALZEME MALİYETİ, TL</b>	<b>%10 NAKLİYE BEDELİ, TL</b>	<b>%18 KDV BEDELİ, TL</b>	<b>KATIN GÜÇLENDİRİLMESİ TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>YIĞIŞIMLI GÜÇLENDİRME TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>ŞANTIYE BEDELİ</b>
<b>20224</b>	-	-	-	-	-	-
<b>10224-p1</b>	27 650 571 315.7	2 765 057 131.6	4 977 102 836.8	35 392 731 284.1	35 392 731 284.1	42 392 731 284.
<b>10224-p2</b>	30 600 704 538.3	3 060 070 453.8	5 508 126 816.9	39 168 901 809.1	74 561 633 093.1	81 561 633 093.
<b>10224-p3</b>	38 785 235 638.2	3 878 523 563.8	6 981 342 414.9	49 645 101 616.9	124 206 734 710.0	131 206 734 710.
<b>10224-p4</b>	41 268 793 394.2	4 126 879 339.4	7 428 382 811.0	52 824 055 544.6	177 030 790 254.6	184 030 790 255.
<b>10224-p5</b>	41 705 724 777.6	4 170 572 477.8	7 507 030 460.0	53 383 327 715.4	230 414 117 970.0	237 414 117 970.
<b>10224-p6</b>	42 223 713 310.6	4 222 371 331.1	7 600 268 395.9	54 046 353 037.6	284 460 471 007.6	291 460 471 008.
<b>10224-p7</b>	42 231 609 835.5	4 223 160 983.6	7 601 689 770.4	54 056 460 589.4	338 516 931 597.0	345 516 931 597.



**Tablo 5.48. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 10424 nolu projedeki kesiti, süneklilik alanı yetersiz elemanlar**

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
20424	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
10424		YOK	YOK	YOK	YOK	S105-S110-S104-S109
10424-m1	1	YOK	YOK	YOK	YOK	S105-S110-S104-S109
10424-m2	2	YOK	YOK	YOK	YOK	S105-S110-S104-S109
10424-m3	3	YOK	YOK	YOK	YOK	S105-S110-S104-S109
10424-m4	4	YOK	YOK	YOK	YOK	S105-S110-S104-S109
10424-m5	5	YOK	YOK	YOK	YOK	S105-S110-S104-S109
10424-m6	6	YOK	YOK	YOK	YOK	S105-S110-S104-S109
10424-m7	7	YOK	YOK	YOK	YOK	S105-S110-S104-S109

Tablo 5.49. 20424 ve 10424 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklilik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar

PROJE NO	KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ	SÜNEKLİK ALANI+KESİTİ YETERSİZ ELEMAN	
	KOLON	KİRİŞ	KOLON
20424	YOK	YOK	YOK
10424	YOK	YOK	YOK
10424-m1	YOK	YOK	YOK
10424-m2	YOK	YOK	YOK
10424-m3	YOK	YOK	YOK
10424-m4	YOK	YOK	YOK
10424-m5	YOK	YOK	YOK
10424-m6	YOK	YOK	YOK
10424-m7	YOK	YOK	YOK

**Tablo 5.50. 20424 ve 10424 nolu projelerde  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$   $T_{z1}$  mod periyodları**

<b>MOD PERİYOD LARI, s</b>				
<b>PROJE NO</b>	<b><math>T_{x1}</math></b>	<b><math>T_{y1}</math></b>	<b><math>T_{z1}</math></b>	<b>MOD NO</b>
<b>20424</b>	0.818	0.839	0.749	1
<b>10424</b>	0.815	0.834	0.752	1
<b>10424-m1</b>	0.800	0.817	0.734	1
<b>10424-m2</b>	0.800	0.817	0.733	1
<b>10424-m3</b>	0.801	0.817	0.734	1
<b>10424-m4</b>	0.802	0.819	0.735	1
<b>10424-m5</b>	0.804	0.821	0.737	1
<b>10424-m6</b>	0.807	0.824	0.739	1
<b>10424-m7</b>	0.810	0.827	0.742	1

Tablo 5.51. 20424 ve 10424 nolu projelerde x yönü ve y yönü mod vektörü genlikleri

MOD VEKTÖRÜ GENLİKLERİ, mm															
PROJE NO	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>16</sub>	x <sub>17</sub>	PROJE NO	y <sub>11</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	y <sub>14</sub>	y <sub>15</sub>	y <sub>16</sub>	y <sub>17</sub>
20424	2.8	6.9	11.4	16.2	20.8	24.9	28	20424	2.8	7.00	11.6	16.30	20.90	24.90	27.90
10424	2.9	7.1	11.5	16.2	20.8	24.8	27.9	10424	2.9	7.10	11.6	16.30	20.90	24.80	27.80
10424-m1	2.3	6.5	11.1	16	20.7	25	28.2	10424-m1	2.4	6.50	11.2	16.10	26.90	25.00	28.10
10424-m2	2.4	6.5	11.1	16	20.7	25	28.2	10424-m2	2.4	6.50	11.2	16.10	20.90	25.00	28.10
10424-m3	2.4	6.6	11.1	16	20.7	25	28.2	10424-m3	2.4	6.50	11.2	16.10	20.80	24.90	28.10
10424-m4	2.4	6.6	11.2	16	20.7	24.9	28.1	10424-m4	2.4	6.50	11.2	16.10	20.80	24.90	28.00
10424-m5	2.4	6.6	11.1	15.9	20.7	24.9	28	10424-m5	2.4	6.50	11.2	16.00	20.80	24.80	27.90
10424-m6	2.4	6.5	11.1	15.9	20.5	24.8	28	10424-m6	2.4	6.50	11.1	16.00	20.60	24.80	27.90
10424-m7	2.4	6.5	11	15.8	20.4	24.6	28	10424-m7	2.4	6.50	11.1	15.90	20.50	24.60	27.90

Tablo 5.52. 20424 ve 10424 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları

MALİYET HESABI												
PROJE NO	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDARI, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	TOPLAM KALIP (M2)	BETON TOPLAM MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 TOPLAM MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 TOPLAM MİKDARI, kg
20424	-	-	-	-	--	-	-	-	-	-	-	-
10424	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10424-m1	142.8	16.4	1 590.8	2 989.1	517.1	193.1	1.5	3 136.7	659.9	209.4	1 592.3	6 125.8
10424-m2	142.8	16.4	1 590.8	2 973.5	517.4	193.5	1.5	3 149.0	660.2	209.9	1 592.3	6 122.5
10424-m3	142.8	16.4	1 590.8	2 973.5	517.7	194.0	1.5	3 166.1	660.5	210.4	1 592.3	6 139.6
10424-m4	142.8	16.4	1 590.8	2 973.5	517.8	194.2	1.5	3 177.1	660.6	210.6	1 592.3	6 150.6
10424-m5	142.8	16.4	1 590.8	2 973.5	518.0	194.5	1.5	3 190.2	660.8	210.8	1 592.3	6 163.7
10424-m6	142.8	16.4	1 590.8	2 973.5	518.6	195.4	1.5	3 219.2	661.4	211.7	1 592.3	6 192.7
10424-m7	142.8	16.4	1 590.8	2 946.4	518.7	195.6	1.5	3 215.1	661.5	211.9	1 592.3	6 161.5

Tablo 5.53. 20424 ve 10424 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri

PROJE NO	KALIP MALZEMESİ	KALIP İŞÇİLİĞİ	KALIP TOPLAM BEDELİ, TL	BETON TOPLAM BEDELİ, TL	Ø6-Ø12 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL	Ø14-Ø50 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL
20424	-	-	-	-	-	-
10424	-	-	-	-	-	-
10424-m1	1 255 859 512.5	780 074 670.0	2 035 934 182.5	13 752 308 551.5	1 353 384 938.8	4 772 151 345.0
10424-m2	0.0	780 429 330.0	780 429 330.0	13 779 886 710.4	1 353 384 938.8	4 769 580 562.5
10424-m3	0.0	780 783 990.0	780 783 990.0	13 812 061 229.1	1 353 384 938.8	4 782 901 890.0
10424-m4	0.0	780 961 320.0	780 961 320.0	13 826 506 931.3	1 353 384 938.8	4 791 471 165.0
10424-m5	0.0	781 138 650.0	781 138 650.0	13 843 579 124.9	1 353 384 938.8	4 801 676 392.5
10424-m6	0.0	781 847 970.0	781 847 970.0	13 902 018 556.8	1 353 384 938.8	4 824 268 117.5
10424-m7	0.0	782 025 300.0	782 025 300.0	13 916 464 259.0	1 353 384 938.8	4 799 954 747.3

**Tablo 5.54. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 10424 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP+BETONARME MALZEME MALİYETİ, TL</b>	<b>%10 NAKLİYE BEDELİ, TL</b>	<b>%18 KDV BEDELİ, TL</b>	<b>KATIN GÜÇLENDİRİLMESİ TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>YIĞIŞIMLI GÜÇLENDİRME TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>ŞANTIYE BEDELİ</b>
<b>20424</b>	-	-	-	-	-	-
<b>10424</b>	-	-	-	-	-	-
<b>10424-m1</b>	21 913 779 017.8	2 191 377 901.8	3 944 480 223.2	28 049 637 142.8	28 049 637 142.8	35 049 637 143.
<b>10424-m2</b>	20 683 281 541.7	2 068 328 154.2	3 722 990 677.5	26 474 600 373.4	54 524 237 516.2	61 524 237 516.
<b>10424-m3</b>	20 729 132 047.9	2 072 913 204.8	3 731 243 768.6	26 533 289 021.2	81 057 526 537.4	88 057 526 537.
<b>10424-m4</b>	20 752 324 355.1	2 075 232 435.5	3 735 418 383.9	26 562 975 174.5	107 620 501 711.9	114 620 501 712.
<b>10424-m5</b>	20 779 779 106.2	2 077 977 910.6	3 740 360 239.1	26 598 117 255.9	134 218 618 967.9	141 218 618 968.
<b>10424-m6</b>	20 861 519 583.1	2 086 151 958.3	3 755 073 525.0	26 702 745 066.3	160 921 364 034.2	167 921 364 034.
<b>10424-m7</b>	20 851 829 245.1	2 085 182 924.5	3 753 329 264.1	26 690 341 433.7	187 611 705 467.9	194 611 705 468.

Tablo 5.55. Betonarme perde eklenecek güçlendirilmiş 10424 nolu projedeki kesiti ve süneklik alanı yetersiz elemanlar

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
20424	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	
10424-p1	YOK	1	YOK	YOK	YOK	S105-S110
10424-p2	YOK	2	YOK	YOK	YOK	S105-S110
10424-p3	YOK	3	YOK	S226	YOK	S105-S110
10424-p4	YOK	4	YOK	YOK	YOK	S105-S110
10424-p5	YOK	5	YOK	YOK	YOK	S105-S110
10424-p6	YOK	6	YOK	YOK	YOK	S105-S110
10424-p7	YOK	7	YOK	YOK	YOK	S105-S110



Tablo 5.56. 14224 ve 07224 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklilik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar

PROJE NO	KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ	SÜNEKLİK ALANI+KESİTİ YETERSİZ ELEMAN	
	KOLON	KİRİŞ	KOLON
20424	YOK	YOK	YOK
10424-p1	YOK	YOK	YOK
10424-p2	YOK	YOK	YOK
10424-p3	YOK	YOK	YOK
10424-p4	YOK	YOK	YOK
10424-p5	YOK	YOK	YOK
10424-p6	YOK	YOK	YOK
10424-p7	YOK	YOK	YOK

**Tablo 5.57. 20424 ve 10424 nolu projelerde  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$ , mod periyodları**

<b>MOD PERYOD LARI, s</b>				
<b>PROJE NO</b>	<b><math>T_{x1}</math></b>	<b><math>T_{y1}</math></b>	<b><math>T_{z1}</math></b>	<b>MOD NO</b>
<b>20424</b>	0.818	0.839	0.749	1
<b>10424-p1</b>	0.753	0.768	0.69	1
<b>10424-p2</b>	0.688	0.702	0.624	1
<b>10424-p3</b>	0.628	0.638	0.563	1
<b>10424-p4</b>	0.572	0.581	0.500	1
<b>10424-p5</b>	0.527	0.536	0.446	1
<b>10424-p6</b>	0.500	0.514	0.409	1
<b>10424-p7</b>	0.496	0.511	0.401	1

Tablo 5.58. 20424 ve 10424 nolu projelerde x yönü ve y yönü 1inci mod vektörü genlikleri

MOD VEKTÖRÜ GENLİKLERİ, mm															
PROJE NO	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>16</sub>	x <sub>17</sub>	PROJE NO	y <sub>11</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	y <sub>14</sub>	y <sub>15</sub>	y <sub>16</sub>	y <sub>17</sub>
20424	2.8	6.9	11.4	16.2	20.8	24.9	28	20424	2.8	7.00	11.6	16.30	20.90	24.90	27.90
10424-p1	0.5	4.6	9.7	15.2	20.6	25.6	29.3	10424-p1	0.5	4.40	9.7	15.30	20.80	25.50	29.20
10424-p2	0.7	1.8	6.9	13.5	20.1	26.2	30.9	10424-p2	0.6	1.70	6.9	13.60	20.30	26.20	30.80
10424-p3	0.9	2.4	4.1	11.1	19	26.5	32.3	10424-p3	0.8	2.30	4.1	11.00	19.20	26.50	32.30
10424-p4	1.1	3.2	5.7	8.6	17.2	26.3	33.5	10424-p4	1.1	3.10	5.7	8.60	17.40	26.30	33.50
10424-p5	1.4	4.1	7.5	11.3	15.3	25.1	33.6	10424-p5	1.3	3.90	7.4	11.40	15.60	25.10	33.50
10424-p6	1.7	4.9	9	13.7	18.6	23.5	32	10424-p6	1.6	4.60	8.7	13.50	18.60	23.70	32.00
10424-p7	1.8	5.1	9.4	14.3	19.5	24.7	29.7	10424-p7	1.6	4.80	9.1	14.00	19.40	24.80	30.10

Tablo 5.59. 20424 ve 10424 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları

MALİYET HESABI												
PROJE NO	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	TOPLAM KALIP (M2)	BETON TOPLAM MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 TOPLAM MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 TOPLAM MİKDARI, kg
20424	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10424-p1	220.5	26.1	1 874.2		430.5	166.1	1 196.6	4 089.3	651.0	192.2	3 070.8	4 089.3
10424-p2	220.5	26.1	1 552.8	2 095.5	426.9	168.2	709.8	6 544.7	647.4	194.3	2 262.6	8 640.2
10424-p3	220.5	26.1	1 614.0	1 880.6	422.4	174.4	721.4	8 356.4	642.9	200.5	2 335.4	10 237.0
10424-p4	220.5	26.1	1 630.0	2 043.7	414.3	187.1	737.7	9 885.5	634.8	213.2	2 367.7	11 929.2
10424-p5	220.5	26.1	1 611.6	2 073.2	411.6	196.0	772.7	11 197.6	632.1	222.1	2 384.3	13 270.8
10424-p6	220.5	26.1	1 620.2	2 126.2	408.0	203.9	793.7	12 006.7	628.5	230.0	2 413.9	14 132.9
10424-p7	220.5	26.1	1 413.4	2 158.9	408.0	204.3	800.7	12 194.3	628.5	230.4	2 214.1	14 353.2

Tablo 5.60. 20424 ve 10424 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri

PROJE NO	KALIP MALZEMESİ	KALIP İŞÇİLİĞİ	KALIP TOPLAM BEDELİ, TL	BETON TOPLAM BEDELİ, TL	Ø6-Ø12 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL	Ø14-Ø50 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL
<b>20424</b>						
<b>10424-p1</b>	1 239 034 782.5	769 624 022.0	2 008 658 804.5	12 618 977 546.9	2 610 027 885.7	3 185 659 142.3
<b>10424-p2</b>	0.0	765 368 102.0	765 368 102.0	12 754 898 472.8	1 923 110 445.6	6 730 931 805.0
<b>10424-p3</b>	0.0	760 048 202.0	760 048 202.0	13 162 661 250.2	1 984 978 742.8	7 974 878 925.0
<b>10424-p4</b>	0.0	750 472 382.0	750 472 382.0	13 995 915 621.5	2 012 440 821.2	9 293 145 030.0
<b>10424-p5</b>	0.0	747 280 442.0	747 280 442.0	14 583 593 054.3	2 026 550 090.8	10 338 284 970.0
<b>10424-p6</b>	0.0	743 024 522.0	743 024 522.0	15 102 325 090.0	2 051 708 788.4	11 009 882 422.5
<b>10424-p7</b>	0.0	743 024 522.0	743 024 522.0	15 127 276 757.5	1 881 887 579.6	11 181 501 630.0

**Tablo 5.61. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 10424 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil, katın güçlendirilmesi toplam maliyeti**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP+BETONARME MALZEME MALİYETİ, TL</b>	<b>%10 NAKLİYE BEDELİ, TL</b>	<b>%18 KDV BEDELİ, TL</b>	<b>KATIN GÜÇLENDİRİLMESİ TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>YIĞIŞIMLI GÜÇLENDİRME TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>ŞANTİYE BEDELİ</b>
<b>20424</b>	-	-	-	-	-	-
<b>10424-p1</b>	20 423 323 379.4	2 042 332 337.9	3 676 198 208.3	26 141 853 925.6	26 141 853 925.6	33 141 853 926.
<b>10424-p2</b>	22 174 308 825.4	2 217 430 882.5	3 991 375 588.6	28 383 115 296.4	54 524 969 222.0	61 524 969 222.
<b>10424-p3</b>	23 882 567 120.0	2 388 256 712.0	4 298 862 081.6	30 569 685 913.6	85 094 655 135.7	92 094 655 136.
<b>10424-p4</b>	26 051 973 854.7	2 605 197 385.5	4 689 355 293.8	33 346 526 534.0	118 441 181 669.6	125 441 181 670.
<b>10424-p5</b>	27 695 708 557.1	2 769 570 855.7	4 985 227 540.3	35 450 506 953.1	153 891 688 622.7	160 891 688 623.
<b>10424-p6</b>	28 906 940 822.9	2 890 694 082.3	5 203 249 348.1	37 000 884 253.3	190 892 572 876.0	197 892 572 876.
<b>10424-p7</b>	28 933 690 489.1	2 893 369 048.9	5 208 064 288.0	37 035 123 826.1	227 927 696 702.1	234 927 696 702.

Tablo 5.62. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 12224 nolu projedeki kesiti, süneklilik alanı yetersiz elemanlar

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
25224	YOK	YOK	YOK		YOK	YOK
12224	YOK	YOK	<u>K117</u>		YOK	YOK
12224-m1	1	YOK	K217-K233-K232-K346-K331-	S308-S314-S317-S320-S408-S420-S423-S132	YOK	YOK
12224-m2	2	YOK	K217-K233-K232-K243-K346-K331-	S308-S314-S317-S320-S408-S420-S423-S132	YOK	YOK
12224-m3	3	YOK	K217-K233-K232-K243-K346-K331-	S208-S308-S314-S317-S320-S408-S420-S423-S132	YOK	YOK
12224-m4	4	YOK	K217-K233-K232-K243-K346-K331-	S208-S308-S317-S320-S408-S417-S420-S423	YOK	YOK
12224-m5	5	YOK	K217-K233-K232-K245-K243-K346-K331-	S208-S308-S317-S320-S408	YOK	YOK
12224-m6	6	YOK	K217-K233-K232-K245-K243-K346-K331-	S208-S308-S317-S320-S408	YOK	YOK
12224-m7	7	YOK	K217-K233-K232-K245-K243-K346-K331-	S208-S308-S317-S320-S408	YOK	YOK

Tablo 5.63. 25224 ve 12224 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklilik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar

PROJE NO	KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ	SÜNEKLİK ALANI+KESİTİ YETERSİZ ELEMAN	
	KOLON	KİRİŞ	KOLON
25224	YOK	YOK	YOK
12224	YOK	YOK	<u>S119-S120-S124-S125</u>
12224-m1	YOK	YOK	<u>S119-S120-S124-S125</u>
12224-m2	YOK	YOK	<u>S119-S120-S124-S125</u>
12224-m3	YOK	YOK	<u>S119-S120-S124-S125</u>
12224-m4	YOK	YOK	<u>S119-S120-S124-S125</u>
12224-m5	YOK	YOK	<u>S119-S120-S124-S125</u>
12224-m6	YOK	YOK	<u>S119-S120-S124-S125</u>
12224-m7	YOK	YOK	<u>S119-S120-S124-S126</u>



Tablo 5.64. 25224 ve 12224 nolu projelerde  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$  mod periyodları

MOD PERİYOD LARI, s				
PROJE NO	$T_{x1}$	$T_{y1}$	$T_{z1}$	MOD NO
25224	0.792	0.768	0.707	1
12224	0.798	0.776	0.713	1
12224-m1	0.778	0.757	0.688	1
12224-m2	0.778	0.757	0.689	1
12224-m3	0.779	0.758	0.689	1
12224-m4	0.780	0.759	0.69	1
12224-m5	0.782	0.761	0.692	1
12224-m6	0.784	0.764	0.694	1
12224-m7	0.787	0.765	0.696	1

Tablo 5.65. 25224 ve 12224 nolu projelerde x yönü ve y yönü 1inci mod vektörü genlikleri

MOD VEKTÖRÜ GENLİKLERİ, mm															
PROJE NO	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>16</sub>	x <sub>17</sub>	PROJE NO	y <sub>11</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	y <sub>14</sub>	y <sub>15</sub>	y <sub>16</sub>	y <sub>17</sub>
25224	3.9	8.8	13.9	18.6	22.4	25	26.3	25224	3.8	8.30	13.2	18.20	22.50	25.40	26.90
12224	4	8.8	13.9	18.6	22.4	25	26.2	12224	3.9	8.40	13.2	18.20	22.50	25.40	26.80
12224-m1	3.2	8.2	13.5	18.5	22.5	25.3	26.6	12224-m1	3.1	7.70	12.8	18.10	22.60	25.60	27.10
12224-m2	3.2	8.2	13.5	18.5	22.5	25.3	26.6	12224-m2	3.1	7.70	12.8	18.10	22.60	25.60	27.10
12224-m3	3.2	8.2	13.5	18.5	22.5	25.2	26.5	12224-m3	3.1	7.80	12.8	18.10	22.50	25.60	27.10
12224-m4	3.2	8.2	13.5	18.5	22.5	25.2	26.5	12224-m4	3.1	7.80	12.8	18.10	22.50	25.50	27.00
12224-m5	3.2	8.20	13.4	18.3	22.4	25.1	26.4	12224-m5	3.1	7.70	12.8	17.90	22.40	25.50	27.00
12224-m6	3.2	8.1	13.4	18.3	22.2	25.1	26.4	12224-m6	3.1	7.70	12.7	17.90	22.20	25.40	26.90
12224-m7	3.2	8.1	13.3	18.2	22.2	24.9	26.3	12224-m7	3.1	7.70	12.7	17.80	22.20	25.20	26.90

Tablo 5.66. 25224 ve 12224 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları

MALİYET HESABI												
PROJE NO	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	TOPLAM KALIP (M2)	BETON TOPLAM MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 TOPLAM MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 TOPLAM MİKDARI, kg
25224	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12224	--	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12224-m1	122.9	12.2	1 625.0	4 817.5	414.1	231.2	1.7	5 844.1	537.0	243.4	1 626.7	10 661.6
12224-m2	122.9	12.2	1 664.4	4 911.7	414.1	231.2	1.7	2 897.5	537.0	243.4	1 666.1	7 809.2
12224-m3	122.9	12.2	1 665.9	4 877.1	414.4	231.8	1.7	5 915.7	537.3	243.9	1 667.6	10 792.8
12224-m4	122.9	12.2	1 666.4	4 871.7	414.9	232.6	1.7	6 010.9	537.7	244.7	1 668.1	10 882.6
12224-m5	122.9	12.2	1 605.2	4 871.7	415.0	232.8	1.7	6 079.8	537.9	245.0	1 606.9	10 951.5
12224-m6	122.9	12.2	1 667.7	4 810.6	415.3	233.4	1.7	6 019.8	538.2	245.6	1 669.4	10 830.4
12224-m7	122.9	12.2	1 665.7	4 777.4	415.3	233.4	1.7	6 058.7	538.2	245.6	1 667.4	10 836.1

Tablo 5.67. 25224 ve 12224 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri

PROJE NO	KALIP MALZEMESİ	KALIP İŞÇİLİĞİ	KALIP TOPLAM BEDELİ, TL	BETON TOPLAM BEDELİ, TL	Ø6-Ø12 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL	Ø14-Ø50 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL
25224	-	-	-	-	-	-
12224	-	-	-	-	-	-
12224-m1	1 022 007 185.0	634 817 756.0	1 656 824 941.0	15 979 573 190.9	1 382 623 425.2	8 305 652 940.0
12224-m2	0.0	634 817 756.0	634 817 756.0	15 979 573 190.9	1 416 111 691.6	6 083 562 030.0
12224-m3	0.0	635 172 416.0	635 172 416.0	16 017 657 315.0	1 417 386 625.6	8 407 861 020.0
12224-m4	0.0	635 704 406.0	635 704 406.0	16 068 217 272.9	1 417 811 603.6	8 477 817 465.0
12224-m5	0.0	635 881 736.0	635 881 736.0	16 084 632 843.7	1 365 794 296.4	8 531 492 287.5
12224-m6	0.0	636 236 396.0	636 236 396.0	16 123 373 590.7	1 418 916 546.4	8 437 144 569.8
12224-m7	0.0	636 236 396.0	636 236 396.0	16 123 373 590.7	1 417 216 634.4	8 441 585 012.3

**Tablo 5.68. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 12224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP+BETONARME MALZEME MALİYETİ, TL</b>	<b>%10 NAKLİYE BEDELİ, TL</b>	<b>%18 KDV BEDELİ, TL</b>	<b>KATIN GÜÇLENDİRİLMESİ TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>YIĞIŞIMLI GÜÇLENDİRME TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>ŞANTIYE BEDELİ</b>
<b>25224</b>	-	-	-	-	-	-
<b>12224</b>	-	-	-	-	-	-
<b>12224-m1</b>	27 324 674 497.1	2 732 467 449.7	4 918 441 409.5	34 975 583 356.3	34 975 583 356.3	41 975 583 356.
<b>12224-m2</b>	24 114 064 668.5	2 411 406 466.8	4 340 531 640.3	30 866 002 775.7	65 841 586 131.9	72 841 586 132.
<b>12224-m3</b>	26 478 077 376.6	2 647 807 737.7	4 766 053 927.8	33 891 939 042.1	99 733 525 174.0	106 733 525 174.
<b>12224-m4</b>	26 599 550 747.5	2 659 955 074.8	4 787 919 134.6	34 047 424 956.8	133 780 950 130.8	140 780 950 131.
<b>12224-m5</b>	26 617 801 163.6	2 661 780 116.4	4 791 204 209.4	34 070 785 489.4	167 851 735 620.2	174 851 735 620.
<b>12224-m6</b>	26 615 671 102.8	2 661 567 110.3	4 790 820 798.5	34 068 059 011.6	201 919 794 631.8	208 919 794 632.
<b>12224-m7</b>	26 618 411 633.3	2 661 841 163.3	4 791 314 094.0	34 071 566 890.6	235 991 361 522.4	242 991 361 522.

Tablo 5.69. Betonarme perde eklenecek güçlendirilmiş 12224 nolu projedeki kesiti ve süneklilik alanı yetersiz elemanlar

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
25224	YOK	YOK	YOK		YOK	
12224-p1	YOK	1	K206-K209-K234-K217-K218-K221-K233-K232-K245-K243-K229-K306-K334-K317-K331-K346-K345-K417-	S202-S207-S208-S209-S211-S214-S217-S219-S220-S222-S223-S230-S302-S303-S304-S305-S308-S309-S310-S311-S312-S314-S315-S316-S317-S318-S319-S320-S321-S322-S323-S324-S325-S326-S327-S328-S329-S330-S408-S409-S410-S411-S414-S415-S416-S417-S420-S422-S423-S428-	YOK	S124-S125
12224-p2	YOK	2	K326-K306-K310-K311-K315-K334-K317-K318-K321-K332-K331-K338-K335-K342-K339-K346-K345-K344-K343-	S301-S305-S322-S329-S426-S508-S509-S510-S511-S512-S513-S514-S515-S516-S517-S518-S519-S520-S521-S522-S523	YOK	<u>S124-S125</u>

Tablo 5.69'un devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
12224-p3	YOK	3	K309-K318-K426-K406-K409-K411-K415-K434-K417-K418-K421-K431-K432-K438-K435-K442-K439-K446-K445-K443-K401-K405-K449-K448-K422-K429-K428-K526-K506-K521--K501-	S401-S402-S403-S404-S405-S406-S407-S408-S409-S410-S411-S412-S413-S414-S415-S416-S417-S418-S419-S420-S421-S422-S423-S424-S425-S426-S427-S428-S429-S430-S502-S503-S504-S505-S507-S508-S509-S510-S511-S512-S513-S514-S515-S516-S517-S518-519-520-521-522-S523-S524-S525-S526-S527-S528-S530	YOK	<u>S124-S125</u>

Tablo 5.69'un devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
12224-p4	YOK	4	K209-K218-K309- K318-K409-K418- K448-K429-K526- K506-K509-K534- K518-K521-K532- K531-K538-K539- K546-K545-K543- K501-K548-K529-	S201-S229-S312- S501-S502-S503- S504-S505-S506- S507-S508-S509- S510-S511-S512- S513-S514-S515- S516-S517-S518- S519-S520-S521- S522-S523-S524- S525-S526-S527- S528-S529-S530- S602-S603-S607- S608-S609-S610- S611-S613-S614- S615-S616-S617- S618-S620-S621- S622-S623-S627- S630	YOK	<u>S124-S125</u>



Tablo 5.69'un devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
12224-p5	YOK	5	K209-K218-K309-K318-K348-K329-K409-K418-K448-K429-K509-K518-K548-K529-K609-K618-K648-K629-	S129-S602-S603-S604-S607-S608-S609-S610-S613-S614-S615-S616-S617-S618-S621-S622-S623-S626-S627-S628-S630-S615-S616-S617-S618-S621-S622-S623-S626-S627-S628-S630	YOK	<u>S125</u>
12224-p6	YOK	6	K209-K218-K309-K318-K348-K329-K409-K418-K448-K429-K509-K518-K548-K529-K609-K618-K648-K629-	S101-S120-S129-S207-S230	YOK	<u>S125</u>
12224-p7	YOK	7	K709-K717-K209-K218-K309-K318-K348-K329-K409-K418-K448-K429-K509-K518-K548-K529-K609-K618-K648-K629-K728-K747	S129-S710-S721-S207-S230	YOK	<u>S125</u>

Tablo. 5.70. 25224 ve 12224 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklilik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar

PROJE NO	KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ	SÜNEKLİK+KESİT YETERSİZ	
	KOLON	KİRİŞ	KOLON
25224	YOK	YOK	YOK
12224	YOK	YOK	YOK
12224-p1	YOK	YOK	S320
12224-p2	YOK	YOK	YOK
12224-p3	YOK	YOK	YOK
12224-p4	YOK	YOK	YOK
12224-p5	YOK	YOK	YOK
12224-p6	YOK	YOK	YOK
12224-p7	YOK	YOK	YOK

**Tablo 5.71. 25224 ve 12224 Nolu Projelerde  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$  mod periyodları**

<b>MOD PERİYODLARI, s</b>				
<b>PROJE NO</b>	<b><math>T_{x1}</math></b>	<b><math>T_{y1}</math></b>	<b><math>T_{z1}</math></b>	<b>MOD NO</b>
<b>25224</b>	0.792	0.768	0.707	1
<b>12224-p1</b>	0.717	0.700	0.632	1
<b>12224-p2</b>	0.634	0.628	0.555	1
<b>12224-p3</b>	0.551	0.559	0.478	1
<b>12224-p4</b>	0.482	0.493	0.407	1
<b>12224-p5</b>	0.441	0.449	0.358	1
<b>12224-p6</b>	0.431	0.441	0.343	1
<b>12224-p7</b>	0.436	0.447	0.348	1

Tablo 5.72. 25224 ve 12224 nolu projelerde x yönü ve y yönü mod vektörü genlikleri

MOD VEKTÖRÜ GENLİKLERİ, mm															
PROJE NO	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>16</sub>	x <sub>17</sub>	PROJE NO	y <sub>11</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	y <sub>14</sub>	y <sub>15</sub>	y <sub>16</sub>	y <sub>17</sub>
25224	3.9	8.8	13.9	18.6	22.4	25	26.3	25224	3.8	8.30	13.2	18.20	22.50	25.40	26.90
12224-p1	0.5	5.8	12.1	18	22.8	26.1	27.7	12224-p1	0.5	5.3	11.2	17.5	22.8	26.50	28.30
12224-p2	0.7	1.7	8.8	16.3	22.5	26.9	28.9	12224-p2	0.6	1.70	8.1	15.80	22.40	27.10	29.40
12224-p3	1	2.6	4.7	13.8	22.3	28.2	31	12224-p3	0.9	2.50	4.6	13.50	22.10	28.30	31.30
12224-p4	1.4	3.9	7.1	10.6	21	28.9	32.7	12224-p4	1.3	3.80	6.9	10.50	20.90	29.00	32.90
12224-p5	1.8	5.1	9.4	14.1	18.9	27.4	31.7	12224-p5	1.7	4.90	9.1	14.00	18.90	27.50	32.00
12224-p6	2	5.6	10.3	15.6	20.9	26.1	30.1	12224-p6	1.8	5.30	9.9	15.30	20.80	26.30	30.50
12224-p7	1.9	5.5	10.1	15.2	20.4	25.4	30	12224-p7	1.7	5.20	9.7	14.90	20.30	25.60	30.50

Tablo 5.73. 25224 ve 12224 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları

MALİYET HESABI												
PROJE NO	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	TOPLAM KALIP (M2)	BETON TOPLAM MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 TOPLAM MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 TOPLAM MİKDARI, kg
25224	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12224-p1	202.4	24.1	1 958.1	1 398.4	331.9	196.5	710.4	5 757.7	534.2	220.6	2 668.5	7 156.1
12224-p2	202.4	24.1	1 852.3	1 452.6	323.1	224.4	762.6	11 236.9	525.4	248.4	2 614.9	12 689.5
12224-p3	202.4	24.1	1 926.0	1 652.3	326.5	231.4	813.1	15 030.7	528.8	255.5	2 739.1	16 683.0
12224-p4	202.4	24.1	2 110.0	1 957.4	329.6	227.7	805.9	16 997.6	532.0	251.8	2 915.9	18 955.0
12224-p5	202.8	24.2	2 187.7	2 193.5	325.6	250.7	890.1	21 174.3	528.4	274.9	3 077.8	23 367.8
12224-p6	202.5	24.2	2 166.5	2 250.5	325.6	250.7	890.1	22 331.5	528.1	274.8	3 056.6	24 582.0
12224-p7	202.5	24.2	2 166.5	2 250.5	325.6	250.7	890.1	22 168.5	528.1	274.8	3 056.6	24 419.0

Tablo 5.74. 25224 ve 12224 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri

PROJE NO	KALIP MALZEMESİ	KALIP İŞÇİLİĞİ	KALIP TOPLAM BEDELİ, TL	BETON TOPLAM BEDELİ, TL	Ø6-Ø12 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL	Ø14-Ø50 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL
25224	-	-	-	-	-	-
12224-p1	1 016 792 280.0	631 578 528.0	1 648 370 808.0	14 483 129 761.3	2 268 107 586.0	5 574 773 012.3
12224-p2	0.0	621 175 168.0	621 175 168.0	16 313 137 588.5	2 222 549 944.4	9 885 437 737.5
12224-p3	0.0	625 194 648.0	625 194 648.0	16 775 400 060.8	2 328 114 479.6	12 996 474 075.0
12224-p4	0.0	628 918 578.0	628 918 578.0	16 535 076 105.1	2 478 386 700.4	14 766 411 084.8
12224-p5	0.0	624 662 658.0	624 662 658.0	18 048 591 728.2	2 615 994 576.8	18 204 092 604.8
12224-p6	0.0	624 307 998.0	624 307 998.0	18 044 651 991.2	2 597 975 509.6	19 149 992 550.0
12224-p7	0.0	624 307 998.0	624 307 998.0	18 044 651 991.2	2 597 975 509.6	19 023 011 475.0

**Tablo 5.75. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 12224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil, katın güçlendirilmesi toplam maliyeti**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP+BETONARME MALZEME MALİYETİ, TL</b>	<b>%10 NAKLİYE BEDELİ, TL</b>	<b>%18 KDV BEDELİ, TL</b>	<b>KATIN GÜÇLENDİRİLMESİ TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>YIĞIŞIMLI GÜÇLENDİRME TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>ŞANTIYE BEDELİ</b>
<b>25224</b>	-	-	-	-	-	-
<b>12224-p1</b>	23 974 381 167.6	2 397 438 116.8	4 315 388 610.2	30 687 207 894.5	30 687 207 894.5	37 687 207 894
<b>12224-p2</b>	29 042 300 438.4	2 904 230 043.8	5 227 614 078.9	37 174 144 561.2	67 861 352 455.7	74 861 352 456
<b>12224-p3</b>	32 725 183 263.4	3 272 518 326.3	5 890 532 987.4	41 888 234 577.2	109 749 587 032.9	116 749 587 033
<b>12224-p4</b>	34 408 792 468.2	3 440 879 246.8	6 193 582 644.3	44 043 254 359.3	153 792 841 392.2	160 792 841 392
<b>12224-p5</b>	39 493 341 567.8	3 949 334 156.8	7 108 801 482.2	50 551 477 206.7	204 344 318 598.9	211 344 318 599
<b>12224-p6</b>	40 416 928 048.8	4 041 692 804.9	7 275 047 048.8	51 733 667 902.5	256 077 986 501.4	263 077 986 501
<b>12224-p7</b>	40 289 946 973.8	4 028 994 697.4	7 252 190 455.3	51 571 132 126.5	307 649 118 627.9	314 649 118 628

Tablo 5.76. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 12424 nolu projedeki kesiti, süneklilik alanı yetersiz elemanlar

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
25424	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
12424	YOK	YOK	<b><u>K132</u></b>	YOK	YOK	YOK
12424-m1	1	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
12424-m2	2	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
12424-m3	3	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
12424-m4	4	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
12424-m5	5	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
12424-m6	6	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
12424-m7	7	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK



Tablo 5.77. 25424 ve 12424 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklilik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar

PROJE NO	KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ	SÜNEKLİK ALANI+KESİTİ YETERSİZ ELEMAN	
	KOLON	KİRİŞ	KOLON
25424	YOK	YOK	YOK
12424	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
12424-m1	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
12424-m2	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
12424-m3	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
12424-m4	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
12424-m5	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
12424-m6	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
12424-m7	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>

**Tablo 5.78. 25424 ve 12424 nolu projelerde  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$  mod periyodları**

<b>MOD PERİYOD LARI, s</b>				
<b>PROJE NO</b>	<b><math>T_{x1}</math></b>	<b><math>T_{y1}</math></b>	<b><math>T_{z1}</math></b>	<b>MOD NO</b>
<b>25424</b>	0.823	0.838	0.755	1
<b>12424</b>	0.825	0.840	0.759	1
<b>12424-m1</b>	0.804	0.819	0.729	1
<b>12424-m2</b>	0.804	0.819	0.73	1
<b>12424-m3</b>	0.805	0.820	0.731	1
<b>12424-m4</b>	0.806	0.822	0.732	1
<b>12424-m5</b>	0.808	0.824	0.733	1
<b>12424-m6</b>	0.811	0.826	0.736	1
<b>12424-m7</b>	0.813	0.828	0.737	1

Tablo 5.79. 25424 ve 12424 nolu projelerde x yönü ve y yönü mod vektörü genlikleri

MOD VEKTÖRÜ GENLİKLERİ, mm															
PROJE NO	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>16</sub>	x <sub>17</sub>	PROJE NO	y <sub>11</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	y <sub>14</sub>	y <sub>15</sub>	y <sub>16</sub>	y <sub>17</sub>
25424	3.9	8.7	13.8	18.3	21.9	25.7	27.5	25424	3.8	8.60	13.8	18.30	21.90	25.70	27.50
12424	4	8.7	13.8	18.3	21.8	25.7	27.4	12424	3.9	8.70	13.8	18.30	21.90	25.70	27.50
12424-m1	3.1	8	13.4	18.1	21.9	26	27.8	12424-m1	3.1	8.00	13.4	18.10	21.90	26.00	27.90
12424-m2	3.2	8	13.4	18.1	21.9	25.9	27.8	12424-m2	3.1	8.00	13.4	18.10	21.90	25.90	27.80
12424-m3	3.2	8.1	13.4	18.1	21.9	25.9	27.8	12424-m3	3.1	8.00	13.4	18.10	21.90	25.90	27.80
12424-m4	3.2	8.1	13.3	18.1	21.8	25.8	27.7	12424-m4	3.1	8.00	13.3	18.10	21.90	25.90	27.70
12424-m5	3.2	8.1	13.3	17.9	21.8	25.8	27.7	12424-m5	3.1	8.00	13.2	17.9	21.8	25.8	27.7
12424-m6	3.2	8	13.2	17.9	21.7	25.7	27.6	12424-m6	3.1	8	13.2	17.9	21.8	25.7	27.6
12424-m7	3.2	8	13.2	17.8	21.7	25.4	27.6	12424-m7	3.1	8	13.2	17.80	21.70	25.40	27.60

Tablo 5.80. 25424 ve 12424 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları

MALİYET HESABI												
PROJE NO	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	TOPLAM KALIP (M2)	BETON TOPLAM MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 TOPLAM MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 TOPLAM MİKDARI, kg
25424	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12424	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12424-m1	118.8	11.4	1 051.0	2 687.7	413.8	207.3	1.5	3 800.5	532.6	218.7	1 052.5	6 488.2
12424-m2	118.8	11.4	1 155.2	2 660.8	414.0	207.5	1.5	3 790.1	532.8	219.0	1 156.7	6 450.9
12424-m3	118.8	11.4	1 155.2	2 681.1	414.1	207.8	1.5	3 813.5	532.9	219.2	1 156.7	6 494.6
12424-m4	118.8	11.4	1 155.2	2 654.2	414.6	208.5	1.5	3 818.4	533.4	220.0	1 156.7	6 472.6
12424-m5	118.8	11.4	1 155.2	2 617.4	414.7	208.8	1.5	3 811.0	533.5	220.2	1 156.7	6 428.4
12424-m6	118.8	11.4	1 155.2	2 552.0	414.9	209.1	1.5	3 780.3	533.7	220.5	1 156.7	6 332.3
12424-m7	118.8	11.4	1 155.2	2 552.0	415.5	209.6	1.5	3 789.1	534.3	221.0	1 156.7	6 341.1

Tablo 5.81. 25424 ve 12424 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri

PROJE NO	KALIP MALZEMESİ	KALIP İŞÇİLİĞİ	KALIP TOPLAM BEDELİ, TL	BETON TOPLAM BEDELİ, TL	Ø6-Ø12 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL	Ø14-Ø50 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL
25424	-	-	-	-	-	-
12424	-	-	-	-	-	-
12424-m1	1 013 670 950.0	629 639 720.0	1 643 310 670.0	14 361 654 537.8	894 578 690.0	5 054 470 005.0
12424-m2	0.0	629 817 050.0	629 817 050.0	14 376 756 862.9	983 144 105.2	5 025 412 372.5
12424-m3	0.0	629 994 380.0	629 994 380.0	14 391 859 187.9	983 144 105.2	5 059 447 974.8
12424-m4	0.0	630 526 370.0	630 526 370.0	14 442 419 145.9	983 144 105.2	5 042 317 215.0
12424-m5	0.0	630 703 700.0	630 703 700.0	14 457 521 470.9	983 144 105.2	5 007 884 310.0
12424-m6	0.0	630 881 030.0	630 881 030.0	14 477 220 155.8	983 144 105.2	4 933 020 007.5
12424-m7	0.0	631 649 460.0	631 649 460.0	14 511 364 543.0	983 144 105.2	4 939 875 427.5

**Tablo 5.82. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmi ş 12424 nolu projelerde kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP+BETONARME MALZEME MALİYETİ, TL</b>	<b>%10 NAKLİYE BEDELİ, TL</b>	<b>%18 KDV BEDELİ, TL</b>	<b>KATIN GÜÇLENDİRİLMESİ TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>YIĞIŞIMLI GÜÇLENDİRME TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>ŞANTIYE BEDELİ</b>
<b>25424</b>	-	-	-	-	-	-
<b>12424</b>	-	-	-	-	-	-
<b>12424-m1</b>	21 954 013 902.8	2 195 401 390.3	3 951 722 502.5	28 101 137 795.5	28 101 137 795.5	35 101 137 796.
<b>12424-m2</b>	21 015 130 390.6	2 101 513 039.1	3 782 723 470.3	26 899 366 899.9	55 000 504 695.4	62 000 504 695.
<b>12424-m3</b>	21 064 445 647.9	2 106 444 564.8	3 791 600 216.6	26 962 490 429.3	81 962 995 124.7	88 962 995 125.
<b>12424-m4</b>	21 098 406 836.1	2 109 840 683.6	3 797 713 230.5	27 005 960 750.1	108 968 955 874.9	115 968 955 875.
<b>12424-m5</b>	21 079 253 586.1	2 107 925 358.6	3 794 265 645.5	26 981 444 590.3	135 950 400 465.1	142 950 400 465.
<b>12424-m6</b>	21 024 265 298.5	2 102 426 529.9	3 784 367 753.7	26 911 059 582.1	162 861 460 047.3	169 861 460 047.
<b>12424-m7</b>	21 066 033 535.7	2 106 603 353.6	3 791 886 036.4	26 964 522 925.7	189 825 982 973.0	196 825 982 973.

Tablo 5.83. Betonarme perde eklenecek güçlendirilmiş 12424 nolu projedeki kesiti ve süneklilik alanı yetersiz elemanlar

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
25424	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
12424-p1	YOK	1	YOK	YOK	YOK	<u>S125-S126-S311-S320</u>
12424-p2	YOK	2	YOK	YOK	YOK	<u>S125-S126-S311-S320</u>
12424-p3	YOK	3	YOK	YOK	YOK	<u>S125-S126</u>
12424-p4	YOK	4	YOK	YOK	YOK	<u>S125-S126</u>
12424-p5	YOK	5	YOK	S613-S618	YOK	<u>S125-S126</u>
12424-p6	YOK	6	YOK	YOK	YOK	S125-S126
12424-p7	YOK	7	YOK	YOK	YOK	S125-S126

Tablo 5.84. 25424 ve 12424 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklilik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar

PROJE NO	KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ	SÜNEKLİK ALANI+KESİTİ YETERSİZ ELEMAN	
	KOLON	KİRİŞ	KOLON
25424	YOK	YOK	YOK
12424-p1	YOK	YOK	YOK
12424-p2	YOK	YOK	YOK
12424-p3	YOK	YOK	YOK
12424-p4	YOK	YOK	YOK
12424-p5	YOK	YOK	YOK
12424-p6	YOK	YOK	YOK
12424-p7	YOK	YOK	YOK



**Tablo 5.85. 25424 ve 12424 nolu projelerde  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$  mod periyodları**

<b>MOD PERİYODLARI, s</b>				
<b>PROJE NO</b>	<b><math>T_{x1}</math></b>	<b><math>T_{y1}</math></b>	<b><math>T_{z1}</math></b>	<b>MOD NO</b>
<b>25424</b>	0.823	0.838	0.755	1
<b>12424-p1</b>	0.744	0.759	0.667	1
<b>12424-p2</b>	0.663	0.667	0.583	1
<b>12424-p3</b>	0.583	0.597	0.507	1
<b>12424-p4</b>	0.523	0.539	0.446	1
<b>12424-p5</b>	0.489	0.507	0.408	1
<b>12424-p6</b>	0.461	0.482	0.373	1
<b>12424-p7</b>	0.465	0.488	0.376	1

Tablo 5.86. 25424 ve 12424 nolu projelerde x yönü ve y yönü linci mod vektörü genlikleri

MOD VEKTÖRÜ GENLİKLERİ, mm															
PROJE NO	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>16</sub>	x <sub>17</sub>	PROJE NO	y <sub>11</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	y <sub>14</sub>	y <sub>15</sub>	y <sub>16</sub>	y <sub>17</sub>
25424	3.9	8.7	13.8	18.3	21.9	25.7	27.5	25424	3.8	8.60	13.8	18.30	21.90	25.70	27.50
12424-p1	0.5	5.7	11.9	17.5	22	26.9	29.2	12424-p1	0.5	5.70	11.9	17.50	22.00	26.90	29.20
12424-p2	0.7	1.8	8.9	15.9	21.7	28.1	31.1	12424-p2	0.7	1.80	8.8	15.90	21.70	28.10	31.20
12424-p3	1	2.7	4.8	13.1	20.7	29.3	33.4	12424-p3	1.0	2.70	4.8	13.00	20.7	29.3	33.4
12424-p4	1.3	3.8	6.8	10	18.8	29.8	35.1	12424-p4	1.3	3.70	6.8	10.20	18.90	29.80	35.00
12424-p5	1.7	4.7	8.5	12.8	17.1	29.1	35	12424-p5	1.6	4.60	8.5	12.90	17.50	29.00	34.90
12424-p6	2	5.7	10.4	15.6	20.9	26.2	32.1	12424-p6	1.8	5.40	10.1	15.40	20.90	26.50	32.10
12424-p7	2	5.6	10.3	15.5	20.8	26.1	31	12424-p7	1.8	5.30	10	15.20	20.70	26.20	31.40

Tablo 5.87. 25424 ve 12424 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları

MALİYET HESABI												
PROJE NO	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	TOPLAM KALIP (M2)	BETON TOPLAM MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 TOPLAM MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 TOPLAM MİKDARI, kg
25424	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
12424-p1	199.1	21.5	1 462.0	1 427.8	340.9	182.6	1 031.7	2 490.4	540.0	204.0	2 493.7	3 918.2
12424-p2	199.1	21.5	1 462.0	1 427.8	350.6	193.2	809.0	6 719.8	549.7	214.6	2 271.0	8 147.6
12424-p3	199.1	21.5	1 439.1	1 585.5	344.0	203.8	795.3	8 582.1	543.0	225.3	2 234.4	10 167.6
12424-p4	199.1	21.5	1 393.2	1 560.9	335.3	222.7	832.2	10 713.8	534.4	244.2	2 225.4	12 274.7
12424-p5	199.1	21.5	1 416.4	1 620.1	333.5	232.6	867.2	12 222.0	532.6	254.1	2 283.6	13 842.1
12424-p6	199.1	21.5	1 442.6	1 667.7	330.8	242.7	895.3	13 356.0	529.9	264.2	2 337.9	15 023.7
12424-p7	199.1	21.5	1 442.6	1 667.7	330.8	243.6	895.3	13 504.7	529.9	265.0	2 337.9	15 172.4

Tablo 5.88. 25424 ve 12424 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri

PROJE NO	KALIP MALZEMESİ	KALIP İŞÇİLİĞİ	KALIP TOPLAM BEDELİ, TL	BETON TOPLAM BEDELİ, TL	Ø6-Ø12 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL	Ø14-Ø50 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL
25424	-	-	-	-	-	-
12424-p1	1 027 678 870.0	638 340 712.0	1 666 019 582.0	13 397 075 600.5	2 119 535 277.2	3 052 375 755.0
12424-p2	0.0	649 808 052.0	649 808 052.0	14 093 095 800.3	1 930 250 076.0	6 347 176 299.8
12424-p3	0.0	641 946 422.0	641 946 422.0	14 791 085 868.6	1 899 141 686.4	7 920 806 799.8
12424-p4	0.0	631 720 392.0	631 720 392.0	16 032 103 017.3	1 891 492 082.4	9 562 298 167.5
12424-p5	0.0	629 592 432.0	629 592 432.0	16 684 129 487.5	1 940 959 521.6	10 783 341 952.5
12424-p6	0.0	626 400 492.0	626 400 492.0	17 345 348 677.3	1 987 112 132.4	11 703 830 102.3
12424-p7	0.0	626 400 492.0	626 400 492.0	17 401 818 240.7	1 987 112 132.4	11 819 678 910.0

**Tablo 5.89. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 12424 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP+BETONARME MALZEME MALİYETİ, TL</b>	<b>%10 NAKLİYE BEDELİ, TL</b>	<b>%18 KDV BEDELİ, TL</b>	<b>KATIN GÜÇLENDİRİLMESİ TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>YIĞIŞIMLI GÜÇLENDİRME TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>ŞANTIYE BEDELİ</b>
<b>25424</b>	-	-	-	-	-	-
<b>12424-p1</b>	20 235 006 214.7	2 023 500 621.5	3 642 301 118.6	25 900 807 954.8	25 900 807 954.8	32 900 807 955.
<b>12424-p2</b>	23 020 330 228.0	2 302 033 022.8	4 143 659 441.0	29 466 022 691.9	55 366 830 646.7	62 366 830 647.
<b>12424-p3</b>	25 252 980 776.7	2 525 298 077.7	4 545 536 539.8	32 323 815 394.2	87 690 646 040.9	94 690 646 041.
<b>12424-p4</b>	28 117 613 659.2	2 811 761 365.9	5 061 170 458.7	35 990 545 483.8	123 681 191 524.7	130 681 191 525.
<b>12424-p5</b>	30 038 023 393.6	3 003 802 339.4	5 406 844 210.8	38 448 669 943.8	162 129 861 468.4	169 129 861 468.
<b>12424-p6</b>	31 662 691 403.9	3 166 269 140.4	5 699 284 452.7	40 528 244 997.0	202 658 106 465.5	209 658 106 465.
<b>12424-p7</b>	31 835 009 775.1	3 183 500 977.5	5 730 301 759.5	40 748 812 512.1	243 406 918 977.5	250 406 918 978.

**Tablo 5.90. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 15224 nolu projedeki kesiti, süneklilik alanı yetersiz elemanlar**

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
30224	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
15224	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
15224-m1	1	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
15224-m2	2	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
15224-m3	3	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
15224-m4	4	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
15224-m5	5	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
15224-m6	6	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
15224-m7	7	YOK	YOK	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>

Tablo 5.91. 30224 ve 15224 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklilik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar

PROJE NO	KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ	SÜNEKLİK ALANI+KESİTİ YETERSİZ ELEMAN	
	KOLON	KİRİŞ	KOLON
30224	YOK	YOK	YOK
15224	<u>S119-S126</u>	YOK	YOK
15224-m1	<u>S119-S126</u>	YOK	YOK
15224-m2	<u>S119-S126</u>	YOK	YOK
15224-m3	<u>S119-S126</u>	YOK	YOK
15224-m4	<u>S119-S126</u>	YOK	YOK
15224-m5	<u>S119-S126</u>	YOK	YOK
15224-m6	<u>S119-S126</u>	YOK	YOK
15224-m7	<u>S119-S126</u>	YOK	YOK

**Tablo 5.92. 30224 ve 15224 nolu projelerde  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$  mod periyodları**

<b>MOD PERYOD LARI, s</b>				
<b>PROJE NO</b>	<b><math>T_{x1}</math></b>	<b><math>T_{y1}</math></b>	<b><math>T_{z1}</math></b>	<b>MOD NO</b>
<b>30224</b>	0.946	0.918	0.875	1
<b>15224</b>	0.948	0.921	0.877	1
<b>15224-m1</b>	0.928	0.900	0.848	1
<b>15224-m2</b>	0.928	0.899	0.848	1
<b>15224-m3</b>	0.929	0.900	0.848	1
<b>15224-m4</b>	0.928	0.901	0.849	1
<b>15224-m5</b>	0.931	0.903	0.851	1
<b>15224-m6</b>	0.933	0.905	0.853	1
<b>15224-m7</b>	0.935	0.907	0.854	1



Tablo 5.93. 30224 ve 15224 nolu projelerde x yönü ve y yönü mod vektörü genlikleri

MOD VEKTÖRÜ GENLİKLERİ, mm															
PROJE NO	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>16</sub>	x <sub>17</sub>	PROJE NO	y <sub>11</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	y <sub>14</sub>	y <sub>15</sub>	y <sub>16</sub>	y <sub>17</sub>
30224	2.9	6.8	11.1	17	22.7	26.9	28.8	30224	3.2	7.40	12.1	17.70	22.80	26.40	28.00
15224	3	6.9	11.2	17	22.7	26.9	28.8	15224	3.2	7.40	12.1	17.70	22.80	26.30	28.00
15224-m1	2.2	6.2	10.7	16.8	22.8	27.2	29.1	15224-m1	2.5	6.70	11.6	17.50	22.80	26.60	28.30
15224-m2	2.3	6.2	10.7	16.8	22.8	27.1	29.1	15224-m2	2.5	6.70	11.6	17.50	22.80	26.60	28.30
15224-m3	2.3	6.3	10.7	16.8	22.7	27.1	29.1	15224-m3	2.6	6.80	11.6	17.50	22.80	26.60	28.30
15224-m4	2.3	6.3	10.9	16.7	22.7	27	29	15224-m4	2.6	6.80	11.7	17.40	22.80	26.50	28.20
15224-m5	2.3	6.3	10.9	16.7	22.6	27	28.9	15224-m5	2.5	6.80	11.7	17.30	22.70	26.40	28.20
15224-m6	2.3	6.3	10.8	16.6	22.3	27	28.9	15224-m6	2.5	6.80	11.7	17.30	22.50	26.40	28.20
15224-m7	2.3	6.3	10.8	16.6	22.3	26.6	29	15224-m7	2.5	6.80	11.7	17.30	22.40	26.10	28.20

Tablo 5.94. 30224 ve 15224 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları

MALİYET HESABI												
PROJE NO	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	TOPLAM KALIP (M2)	BETON TOPLAM MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 TOPLAM MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 TOPLAM MİKDARI, kg
30224	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15224	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15224-m1	116.1	10.9	1 577.5	2 343.7	491.4	205.6	1.9	3 561.7	607.5	216.5	1 579.4	5 905.4
15224-m2	116.1	10.9	1 577.5	2 357.0	491.7	206.1	1.9	3 629.1	607.8	217.0	1 579.4	5 986.1
15224-m3	116.1	10.9	1 577.5	2 357.0	492.0	206.5	1.9	3 667.2	608.1	217.5	1 579.4	6 024.2
15224-m4	116.1	10.9	1 577.5	2 357.0	492.4	207.2	1.9	3 724.2	608.5	218.1	1 579.4	6 081.2
15224-m5	116.1	10.9	1 577.5	2 316.6	492.9	207.9	1.9	3 760.5	609.0	218.8	1 579.4	6 077.1
15224-m6	116.1	10.9	1 577.5	2 249.1	493.2	208.5	1.9	3 759.4	609.3	219.4	1 579.4	6 008.5
15224-m7	116.1	10.9	1 577.5	2 249.1	493.5	208.9	1.9	3 808.9	609.6	219.8	1 579.4	6 058.0

Tablo 5.95. 30224 ve 15224 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri

PROJE NO	KALIP MALZEMESİ	KALIP İŞÇİLİĞİ	KALIP TOPLAM BEDELİ, TL	BETON TOPLAM BEDELİ, TL	Ø6-Ø12 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL	Ø14-Ø50 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL
30224	-	-	-	-	-	-
15224	-	-	-	-	-	-
15224-m1	1 156 205 342.5	718 174 678.0	1 874 380 020.5	14 215 227 646.7	1 342 412 006.8	4 600 446 444.8
15224-m2	0.0	718 529 338.0	718 529 338.0	14 246 745 542.5	1 342 412 006.8	4 663 321 552.5
15224-m3	0.0	718 883 998.0	718 883 998.0	14 278 263 438.4	1 342 412 006.8	4 693 002 405.0
15224-m4	0.0	719 415 988.0	719 415 988.0	14 318 974 053.8	1 342 412 006.8	4 737 406 830.0
15224-m5	0.0	719 947 978.0	719 947 978.0	14 368 877 388.9	1 342 412 006.8	4 734 212 827.5
15224-m6	0.0	720 302 638.0	720 302 638.0	14 405 648 267.4	1 342 412 006.8	4 680 771 712.5
15224-m7	0.0	720 657 298.0	720 657 298.0	14 433 883 049.1	1 342 412 006.8	4 719 333 450.0

**Tablo 5.96. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 15224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP+BETONARME MALZEME MALİYETİ, TL</b>	<b>%10 NAKLİYE BEDELİ, TL</b>	<b>%18 KDV BEDELİ, TL</b>	<b>KATIN GÜÇLENDİRİLMESİ TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>YIĞIŞIMLI GÜÇLENDİRME TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>ŞANTIYE BEDELİ</b>
<b>30224</b>	-	-	-	-	-	-
<b>15224</b>	-	-	-	-	-	-
<b>15224-m1</b>	22 032 466 118.8	2 203 246 611.9	3 965 843 901.4	28 201 556 632.0	28 201 556 632.0	35 201 556 632.
<b>15224-m2</b>	20 971 008 439.9	2 097 100 844.0	3 774 781 519.2	26 842 890 803.0	55 044 447 435.0	62 044 447 435.
<b>15224-m3</b>	21 032 561 848.2	2 103 256 184.8	3 785 861 132.7	26 921 679 165.7	81 966 126 600.7	88 966 126 601.
<b>15224-m4</b>	21 118 208 878.7	2 111 820 887.9	3 801 277 598.2	27 031 307 364.7	108 997 433 965.4	115 997 433 965.
<b>15224-m5</b>	21 165 450 201.2	2 116 545 020.1	3 809 781 036.2	27 091 776 257.6	136 089 210 223.0	143 089 210 223.
<b>15224-m6</b>	21 149 134 624.7	2 114 913 462.5	3 806 844 232.4	27 070 892 319.6	163 160 102 542.6	170 160 102 543.
<b>15224-m7</b>	21 216 285 803.9	2 121 628 580.4	3 818 931 444.7	27 156 845 829.0	190 316 948 371.6	197 316 948 372.

**Tablo 5.97. Betonarme perde eklenecek güçlendirilmiş 15224 nolu projedeki kesiti ve süneklilik alanı yetersiz elemanlar**

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
30224	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
15224-p1	YOK	1	YOK	YOK	YOK	S125-S126
15224-p2	YOK	2	YOK	YOK	YOK	S125-S126
15224-p3	YOK	3	YOK	S407-S411-S420-S424	YOK	S125-S126
15224-p4	YOK	4	YOK	S501-S503-S504-S507-S510-S511-S513-S518-S520-S521-S524-S527-S528-S530	YOK	S125-S126
15224-p5	YOK	5	YOK	S601-S603-S604-S607-S610-S613-S618-S621-S624-S627-S630	YOK	S125-S126
15224-p6	YOK	6	K409-K509-K517-K609-K617-K709	YOK	YOK	S125-S126
15224-p7	YOK	7	K409-K509-K517-K609-K617-K709	YOK	YOK	S125-S126

Tablo 5.98. 30224 ve 15224 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar

PROJE NO	KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ	SÜNEKLİK ALANI+KESİTİ YETERSİZ ELEMAN	
	KOLON	KİRİŞ	KOLON
30224		YOK	YOK
15224-p1	S126	YOK	YOK
15224-p2	S126	YOK	YOK
15224-p3	S126	YOK	YOK
15224-p4	S126	YOK	YOK
15224-p5	S126-S513-S518-S607-S624	YOK	YOK
15224-p6	S126	YOK	YOK
15224-p7	S126-S713-S718	YOK	YOK

**Tablo 5.99. 30224 ve 15224 nolu projelerde  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$  mod periyodları**

<b>MOD PERYOD LARI, s</b>				
<b>PROJE NO</b>	<b><math>T_{x1}</math></b>	<b><math>T_{y1}</math></b>	<b><math>T_{z1}</math></b>	<b>MOD NO</b>
<b>30224</b>	0.946	0.918	0.875	1
<b>15224-p1</b>	0.881	0.849	0.8	1
<b>15224-p2</b>	0.807	0.771	0.719	1
<b>15224-p3</b>	0.735	0.693	0.627	1
<b>15224-p4</b>	0.630	0.598	0.52	1
<b>15224-p5</b>	0.529	0.521	0.429	1
<b>15224-p6</b>	0.479	0.496	0.387	1
<b>15224-p7</b>	0.482	0.502	0.39	1

Tablo 5.100. 30224 ve 15224 nolu projelerde x yönü ve y yönü mod vektörü genlikleri

MOD VEKTÖRÜ GENLİKLERİ, mm															
PROJE NO	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>16</sub>	x <sub>17</sub>	PROJE NO	y <sub>11</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	y <sub>14</sub>	y <sub>15</sub>	y <sub>16</sub>	y <sub>17</sub>
30224	2.9	6.8	11.1	17	22.7	26.9	28.8	30224	3.2	7.40	12.1	17.70	22.80	26.40	28.00
15224-p1	0.3	4.4	9.3	16.1	22.8	27.8	30.1	15224-p1	0.3	4.80	10.2	16.90	23.00	27.30	29.40
15224-p2	0.5	1.1	6.4	14.5	22.7	28.8	31.6	15224-p2	0.5	1.20	7.3	15.30	23.00	28.40	31.00
15224-p3	0.6	1.6	2.8	12.1	22.1	29.7	33.2	15224-p3	0.7	1.9	3.4	12.9	22.5	29.40	32.70
15224-p4	0.9	2.4	4.4	6.7	19.9	30.7	35.7	15224-p4	1.0	2.90	5.4	8.20	20.60	30.30	34.90
15224-p5	1.3	3.8	7.0	10.7	14.6	29.1	36.1	15224-p5	1.4	4.20	7.9	12.30	16.80	28.40	34.30
15224-p6	1.8	5.2	9.7	14.9	20.5	25.9	33.5	15224-p6	1.7	5.10	9.7	15.10	20.80	26.50	32.40
15224-p7	1.9	5.2	9.7	15	20.6	26.2	31.5	15224-p7	1.7	5.00	9.5	14.90	20.60	26.30	31.70



Tablo 5.101. 30224 ve 15224 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları

MALİYET HESABI												
PROJE NO	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	KALIP MİKDARI, m2	C20 BETON MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	TOPLAM KALIP (M2)	BETON TOPLAM MİKDARI, m3	Ø6-Ø12 TOPLAM MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 TOPLAM MİKDARI, kg
30224	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-
15224-p1	196.7	21.0	1 798.9	1 251.7	419.1	206.8	1 172.7	4 123.3	615.8	227.8	2 971.6	5 375.0
15224-p2	196.7	21.0	1 756.9	1 271.3	415.9	209.2	994.8	5 122.1	612.6	230.2	2 751.7	6 393.4
15224-p3	196.7	21.0	1 776.3	1 290.9	412.7	211.6	1 206.9	5 965.0	609.4	232.6	2 983.2	7 255.9
15224-p4	196.7	21.0	1 791.1	1 299.0	409.5	217.0	686.0	7 966.7	606.2	238.0	2 477.1	9 265.7
15224-p5	196.7	21.0	1 767.1	1 372.1	408.3	226.7	724.3	10 661.7	605.0	247.7	2 491.4	12 033.8
15224-p6	196.7	21.0	1 805.8	1 425.6	409.9	236.9	759.0	14 603.1	606.6	257.9	2 564.8	16 028.7
15224-p7	196.7	21.0	1 805.8	1 425.6	409.9	236.9	759.0	14 840.7	606.6	257.9	2 564.8	16 266.3

**Tablo 5.102. 30224 ve 15224 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP MALZEMESİ</b>	<b>KALIP İŞÇİLİĞİ</b>	<b>KALIP TOPLAM BEDELİ, TL</b>	<b>BETON TOPLAM BEDELİ, TL</b>	<b>Ø6-Ø12 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL</b>	<b>Ø14-Ø50 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL</b>
<b>30224</b>	-	-	-	-	-	-
<b>15224-p1</b>	1 171 926 187.5	727 939 650.0	1 899 865 837.5	14 957 211 444.6	2 525 729 249.6	4 187 259 375.0
<b>15224-p2</b>	0.0	724 156 610.0	724 156 610.0	15 114 800 923.8	2 338 823 925.2	4 980 618 435.0
<b>15224-p3</b>	0.0	720 373 570.0	720 373 570.0	15 272 390 403.0	2 535 588 739.2	5 652 527 497.5
<b>15224-p4</b>	0.0	716 590 530.0	716 590 530.0	15 629 593 222.5	2 105 426 007.6	7 218 211 942.5
<b>15224-p5</b>	0.0	715 231 000.0	715 231 000.0	16 263 234 253.4	2 117 580 378.4	9 374 631 045.0
<b>15224-p6</b>	0.0	717 122 520.0	717 122 520.0	16 931 019 671.6	2 179 967 148.8	12 486 758 017.5
<b>15224-p7</b>	0.0	717 122 520.0	717 122 520.0	16 931 019 671.6	2 179 967 148.8	12 671 854 357.5

**Tablo 5.103. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 15224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP+BETONARME MALZEME MALİYETİ, TL</b>	<b>%10 NAKLİYE BEDELİ, TL</b>	<b>%18 KDV BEDELİ, TL</b>	<b>KATIN GÜÇLENDİRİLMESİ TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>YIĞIŞIMLI GÜÇLENDİRME TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>ŞANTIYE BEDELİ</b>
<b>30224</b>	-	-	-	-	-	-
<b>15224-p1</b>	23 570 065 906.7	2 357 006 590.7	4 242 611 863.2	30 169 684 360.5	30 169 684 360.5	37 169 684 361.
<b>15224-p2</b>	23 158 399 894.0	2 315 839 989.4	4 168 511 980.9	29 642 751 864.3	59 812 436 224.8	66 812 436 225.
<b>15224-p3</b>	24 180 880 209.7	2 418 088 021.0	4 352 558 437.7	30 951 526 668.4	90 763 962 893.2	97 763 962 893.
<b>15224-p4</b>	25 669 821 702.6	2 566 982 170.3	4 620 567 906.5	32 857 371 779.3	123 621 334 672.5	130 621 334 673.
<b>15224-p5</b>	28 470 676 676.8	2 847 067 667.7	5 124 721 801.8	36 442 466 146.4	160 063 800 818.9	167 063 800 819.
<b>15224-p6</b>	32 314 867 357.9	3 231 486 735.8	5 816 676 124.4	41 363 030 218.0	201 426 831 036.9	208 426 831 037.
<b>15224-p7</b>	32 499 963 697.9	3 249 996 369.8	5 849 993 465.6	41 599 953 533.2	243 026 784 570.2	250 026 784 570.

Tablo 5.104. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 15424 nolu projedeki kesiti, süneklilik alanı yetersiz elemanlar

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
30424	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
15424	YOK	YOK	<u>K117</u>	YOK	YOK	YOK
15424-m1	1	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
15424-m2	2	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
15424-m3	3	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
15424-m4	4	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
15424-m5	5	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
15424-m6	6	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
15424-m7	7	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK

Tablo 5.105 30424 ve 15424 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklilik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar

PROJE NO	KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ	SÜNEKLİK ALANI+KESİTİ YETERSİZ ELEMAN	
	KOLON	KİRİŞ	KOLON
30424	-	YOK	YOK
15424	YOK	YOK	YOK
15424-m1	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
15424-m2	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
15424-m3	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
15424-m4	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
15424-m5	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
15424-m6	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>
15424-m7	YOK	YOK	<u>S119-S120-S125-S126</u>

Tablo 5.106 30424 ve 15424 nolu projelerde  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$  mod periyodları

1İNCİ MOD PERİYODLARI, s				
PROJE NO	$T_{x1}$	$T_{y1}$	$T_{z1}$	MOD NO
30424	1.04	0.995	0.927	1
15424	1	0.998	0.931	1
15424-m1	1	0.972	0.899	1
15424-m2	1	0.971	0.898	1
15424-m3	1	0.972	0.898	1
15424-m4	1	0.974	0.900	1
15424-m5	1	0.976	0.902	1
15424-m6	1	0.978	0.903	1
15424-m7	1	0.980	0.905	1

Tablo 5.107. 30424 ve 15424 nolu projelerde x yönü ve y yönü mod vektörü genlikleri

MOD VEKTÖRÜ GENLİKLERİ, mm															
PROJE NO	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>16</sub>	x <sub>17</sub>	PROJE NO	y <sub>11</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	y <sub>14</sub>	y <sub>15</sub>	y <sub>16</sub>	y <sub>17</sub>
30424	3.5	7.8	12.4	17.2	22.7	26.4	28.1	30424	3.5	8.20	13.2	18.30	22.70	25.80	27.20
15424	3.5	7.8	12.4	17.3	22.7	26.4	28	15424	3.6	8.30	13.2	18.30	22.70	25.70	27.10
15424-m1	2.6	7.1	11	17	22.8	26.7	28.5	15424-m1	2.7	7.50	12.7	18.10	22.80	26.00	27.60
15424-m2	2.7	7.1	11.9	17	22.8	26.7	28.5	15424-m2	2.8	7.50	12.7	18.10	22.80	26.00	27.50
15424-m3	2.7	7.1	11.9	17	22.7	26.7	28.4	15424-m3	2.8	7.60	12.7	18.10	22.80	26.00	27.50
15424-m4	2.7	7.1	11.9	17	22.7	26.6	28.4	15424-m4	2.8	7.60	12.7	18.00	22.70	25.90	27.40
15424-m5	2.7	7.1	11.9	17	22.6	26.5	28.2	15424-m5	2.8	7.50	12.7	17.90	22.70	25.90	27.40
15424-m6	2.7	7.1	11.9	17	22.3	26.5	28.3	15424-m6	2.8	7.50	12.7	17.90	22.50	25.90	27.40
15424-m7	2.7	7.1	11.9	17	22.3	26.2	28.3	15424-m7	2.8	7.50	12.7	17.90	22.40	25.60	27.40

Tablo 5.108. 30424 ve 15424 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları

MALİYET HESABI												
PROJE NO	KALIP MİKDARI, m <sup>2</sup>	C20 BETON MİKDARI, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	KALIP MİKDARI, m <sup>2</sup>	C20 BETON MİKDARI, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	TOPLAM KALIP, m <sup>2</sup>	BETON TOPLAM MİKDARI, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 TOPLAM MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 TOPLAM MİKDARI, kg
30424	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15424	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15424-m1	106.50	9.14	885.60	2535.80	435.29	144.29	0.70	2925.70	541.79	153.43	886.3	5461.50
15424-m2	106.50	9.14	937.80	2632.00	435.53	144.65	0.70	2971.39	542.03	153.79	938.5	5603.39
15424-m3	106.50	9.14	949.50	2635.20	435.65	144.81	0.70	2975.80	542.15	153.95	950.2	5611.00
15424-m4	106.50	9.14	949.50	2618.40	436.01	145.31	0.70	2991.70	542.51	154.45	950.2	5610.10
15424-m5	106.50	9.14	949.50	2628.20	436.01	145.31	0.70	2991.70	542.51	154.45	950.2	5619.90
15424-m6	106.50	9.14	961.20	2638.00	436.25	145.68	0.70	3042.10	542.75	154.82	961.9	5680.10
15424-m7	106.50	9.14	961.20	2621.30	436.61	146.14	0.70	3068.60	543.11	155.28	961.9	5689.90



Tablo 5.109. 30424 ve 15424 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri

PROJE NO	KALIP MALZEMESİ	KALIP İŞÇİLİĞİ	KALIP TOPLAM BEDELİ, TL	BETON TOPLAM BEDELİ, TL	Ø6-Ø12 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL	Ø14-Ø50 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL
30424	-	-	-	-	-	-
15424	-	-	-	-	-	-
15424-m1	1 031 161 817.5	640 504 138.0	1 671 665 955.5	10 074 564 080.7	753 316 002.8	4 254 645 037.5
15424-m2	0	640 787 866.0	640 787 866.0	10 098 202 502.6	797 683 706.0	4 365 180 894.8
15424-m3	0	640 929 730.0	640 929 730.0	10 108 708 467.9	807 628 191.2	4 371 109 275.0
15424-m4	0	641 355 322.0	641 355 322.0	10 141 539 609.4	807 628 191.2	4 370 408 152.5
15424-m5	0	641 355 322.0	641 355 322.0	10 141 539 609.4	807 628 191.2	4 378 042 597.5
15424-m6	0	641 639 050.0	641 639 050.0	10 165 834 654.1	817 572 676.4	4 424 939 902.5
15424-m7	0	642 064 642.0	642 064 642.0	10 196 039 304.2	817 572 676.4	4 432 574 347.5

**Tablo 5.110. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 15424 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katın güçlendirilmesi toplam maliyeti**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP+BETONARME MALZEME MALİYETİ, TL</b>	<b>%10 NAKLİYE BEDELİ, TL</b>	<b>%18 KDV BEDELİ, TL</b>	<b>KATIN GÜÇLENDİRİLMESİ TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>YIĞIŞIMLI GÜÇLENDİRME TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>ŞANTIYE BEDELİ</b>
<b>30424</b>	-	-	-	-	-	-
<b>15424</b>	-	-	-	-	-	-
<b>15424-m1</b>	16 754 191 076.5	1 675 419 107.6	3 015 754 393.8	25 700 009 615.4	25 700 009 615.4	32 700 009 615.
<b>15424-m2</b>	15 901 854 969.3	1 590 185 496.9	2 862 333 894.5	24 719 555 255.5	50 419 564 870.9	57 419 564 871.
<b>15424-m3</b>	15 928 375 664.1	1 592 837 566.4	2 867 107 619.5	24 759 430 125.0	75 178 994 995.9	82 178 994 996.
<b>15424-m4</b>	15 960 931 275.1	1 596 093 127.5	2 872 967 629.5	24 800 400 184.6	99 979 395 180.4	106 979 395 180.
<b>15424-m5</b>	15 968 565 720.1	1 596 856 572.0	2 874 341 829.6	24 817 806 719.2	124 797 201 899.6	131 797 201 900.
<b>15424-m6</b>	16 049 986 283.0	1 604 998 628.3	2 888 997 530.9	24 968 922 344.7	149 766 124 244.3	156 766 124 244.
<b>15424-m7</b>	16 088 250 970.1	1 608 825 097.0	2 895 885 174.6	25 025 535 589.3	174 791 659 833.6	181 791 659 834.

**Tablo 5.111. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 07224 nolu projedeki kesiti ve süneklilik alanı yetersiz elemanlar**

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
30424	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
15424-p1	YOK	1	YOK	S207-S224	YOK	<u>S125-S126-S211-S220</u>
15424-p2	YOK	2	YOK	S307-S310-S324-S407S408-S410-S414-S417-S421-S423-S502-S503-S505-S507-S508-S509-S510-S511-S512-S514-S517-S520-S521-S523-S524-S526-S527-S528-S529	YOK	<u>S125-S126</u>

Tablo 5.111'in devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
15424-p3	YOK	3	YOK	S401-S402-S403-S404-S405-S406-S407-S408-S409-S410-S412-S413-S414-S415-S416-S417-S418-S419-S421-S422-S423-S424-S425-S426-S427-428-S429-S430-S501-S502-S503-S504-S505-S506-S507-S508-S509-S510-S511-S512-S513-S514-S515-S516-S517-S518-S519-S520-S521-S522-S523-S524-S525-S526-S527-S528-S529-S530	YOK	<u>S125-S126</u>
15424-p4	YOK	4	YOK	S201-S230-S501-S502-S503-S504-S505-S506-S507-S508-S509-S510-S512-S513-S514-S515-S516-S517-S518-S519-S521-S522-S523-S524-S525-S526-S527-S528-S529-S530-S602-S603-S607-S610-S611-S613-S618-S620-S621-S624-S628-S629	YOK	<u>S125-S126</u>

Tablo 5.111'in devamı

PROJE NO	MANTO YAPILAN KAT ADEDİ	PERDE YAPILAN KAT ADEDİ	KESİTİ YETERSİZ ELEMAN		SÜNEKLİK ALANI YETERSİZ	
			KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ	KOLON
15424-p5	YOK	5	YOK	S120-S601-S602- S603-S604-S605- S606-S607-S608- S609-S610-S611- S612-S613-S614- 615-S616-S617- S618-S619-S620- S621-S622-S623- S624-S625-S626- S627-S628-S629- S630	YOK	<u>S125-S126</u>
15424-p6	YOK	6	YOK	S119-S111	YOK	<u>S125-S126</u>
15424-p7	YOK	7	YOK	S119-S111	YOK	<u>S125-S126</u>

Tablo 5.112. 30424 ve 15424 nolu projelerde kuşatılmış kolon, süneklilik alanı ve kesiti yetersiz elemanlar

PROJE NO	KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ	SÜNEKLİK ALANI+KESİTİ YETERSİZ ELEMAN	
	KOLON	KIRIŞ	KOLON
30424	YOK	YOK	YOK
15424-p1	YOK	YOK	YOK
15424-p2	YOK	YOK	S311-S320-S411-S420
15424-p3	YOK	YOK	S411-S420
15424-p4	YOK	YOK	S511-520
15424-p5	YOK	YOK	YOK
15424-p6	YOK	YOK	YOK
15424-p7	YOK	YOK	YOK

**Tablo 5.113. 30424 ve 15424 nolu projelerde  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$  mod periyodları**

<b>MOD PERİYOD LARI, s</b>				
<b>PROJE NO</b>	<b><math>T_{x1}</math></b>	<b><math>T_{y1}</math></b>	<b><math>T_{z1}</math></b>	<b>MOD NO</b>
<b>30424</b>	1.000	0.995	0.927	1
<b>15424-p1</b>	0.955	0.910	0.839	1
<b>15424-p2</b>	0.861	0.81	0.734	1
<b>15424-p3</b>	0.769	0.712	0.636	1
<b>15424-p4</b>	0.671	0.613	0.543	1
<b>15424-p5</b>	0.555	0.536	0.445	1
<b>15424-p6</b>	0.502	0.513	0.399	1
<b>15424-p7</b>	0.505	0.519	0.401	1

Tablo 5.114. 30424 ve 15424 nolu projelerde x yönü ve y yönü mod vektörü genlikleri

MOD VEKTÖRÜ GENLİKLERİ, mm															
PROJE NO	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>	x <sub>15</sub>	x <sub>16</sub>	x <sub>17</sub>	PROJE NO	y <sub>11</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	y <sub>14</sub>	y <sub>15</sub>	y <sub>16</sub>	y <sub>17</sub>
30424	3.5	7.8	12.4	17.2	22.7	26.4	28.1	30424	3.5	8.20	13.2	18.30	22.70	25.80	27.20
15424-p1	0.3	5	10.3	16.2	22.9	27.5	29.6	15424-p1	0.3	5.40	11.3	17.50	23.00	26.80	28.60
15424-p2	0.4	1.1	7.2	14.4	22.8	28.7	31.3	15424-p2	0.5	1.20	8.1	15.90	23.10	28.10	30.40
15424-p3	0.6	1.6	2.9	11.4	22.2	29.9	33.3	15424-p3	0.7	1.90	3.5	13.10	22.60	29.30	32.50
15424-p4	0.8	2.4	4.3	6.5	20.3	30.7	35.5	15424-p4	1.0	3.00	5.6	8.50	20.80	30.20	34.70
15424-p5	1.3	3.9	7.2	11.1	15	29.8	37	15424-p5	1.4	4.40	8.3	12.90	17.60	29.00	34.80
15424-p6	1.8	5.1	9.6	14.7	20	25.3	32.8	15424-p6	1.6	5.00	9.6	14.90	20.50	26.00	31.40
15424-p7	1.8	5.2	9.7	14.9	20.4	25.8	30.9	15424-p7	1.6	5.00	9.5	14.80	20.40	25.80	31.10



Tablo 5.115. 30424 ve 15424 nolu projelerde kalıp, beton, çelik miktarları

MALİYET HESABI												
PROJE NO	KALIP MİKDARI, m <sup>2</sup>	C20 BETON MİKDARI, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	KALIP MİKDARI, m <sup>2</sup>	C20 BETON MİKDARI, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 ÇELİK MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 ÇELİK MİKDARI, kg	TOPLAM KALIP (M2)	BETON TOPLAM MİKDARI, m <sup>3</sup>	Ø6-Ø12 TOPLAM MİKDAR, kg	Ø14-Ø50 TOPLAM MİKDARI, kg
30424	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15424-p1	187.21	19.23	1157.80	1134.40	401.92	128.69	1080.40	2955.39	589.13	147.92	2238.2	4089.79
15424-p2	187.21	19.23	1157.80	1134.40	397.97	132.39	1212.12	4395.40	585.18	151.62	2369.92	5529.8
15424-p3	187.21	19.23	1179.80	1173.50	390.77	142.76	746.59	7.056.50	577.98	161.99	1926.39	8230
15424-p4	187.21	19.23	1189.20	1237.40	384.82	153.88	788.59	8742.40	572.03	173.11	1977.79	9979.8
15424-p5	187.21	19.23	1288.00	1339.80	377.97	169.33	783.80	10858.90	565.18	188.56	2071.8	12198.7
15424-p6	187.21	19.23	1270.09	1573.90	378.67	184.53	862.59	14130.20	565.88	203.76	2132.68	15704.1
15424-p7	187.21	19.23	1288.20	1573.90	378.67	184.53	862.30	14158.80	565.88	203.76	2150.5	15732.7

Tablo 5.116. 30424 ve 15424 nolu projelerde kalıp malzemesi, kalıp işçiliği, kalıp, beton, çelik toplam maliyetleri

PROJE NO	KALIP MALZEMESİ	KALIP İŞÇİLİĞİ	KALIP TOPLAM BEDELİ, TL	BETON TOPLAM BEDELİ, TL	Ø6-Ø12 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL	Ø14-Ø50 ÇELİK TOPLAM BEDELİ, TL
30424	-	-	-	-	-	-
15424-p1	1 121 261 672.5	696 469 486.0	1 817 731 158.5	9 712 764 901.4	1 902 371 519.2	3 186 048 654.8
15424-p2	0.0	691 799 796.0	691 799 796.0	9 955 715 348.5	2 014 327 723.5	4 307 852 445.0
15424-p3	0.0	683 287 956.0	683 287 956.0	10 636 633 223.2	1 637 346 738.8	6 411 375 750.0
15424-p4	0.0	676 253 866.0	676 253 866.0	11 366 797 810.1	1 681 034 477.2	7 774 513 695.0
15424-p5	0.0	668 155 796.0	668 155 796.0	12 381 280 082.5	1 760 938 840.8	9 503 092 267.5
15424-p6	0.0	668 983 336.0	668 983 336.0	13 379 346 784.1	1 812 684 162.1	12 233 886 502.5
15424-p7	0.0	668 983 336.0	668 983 336.0	13 379 346 784.1	1 827 830 378.0	12 256 166 617.5

**Tablo 5.117. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 15224 nolu projedeki kalıp ve betonarme malzeme maliyeti, nakliye bedeli, Kdv dahil katların güçlendirilmesi toplam maliyeti**

<b>PROJE NO</b>	<b>KALIP+BETONARME MALZEME MALİYETİ, TL</b>	<b>%10 NAKLİYE BEDELİ, TL</b>	<b>%18 KDV BEDELİ, TL</b>	<b>KATIN GÜÇLENDİRİLMESİ TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>YIĞIŞIMLI GÜÇLENDİRME TOPLAM MALİYETİ, TL</b>	<b>ŞANTIYE BEDELİ</b>
<b>30424</b>	-	-	-	-	-	-
<b>15424-p1</b>	16 618 916 233.8	1 661 891 623.4	2 991 404 922.1	21 272 212 779.3	21 272 212 779.3	28 272 212 779.
<b>15424-p2</b>	16 969 695 313.0	1 696 969 531.3	3 054 545 156.3	21 721 210 000.6	42 993 422 779.9	49 993 422 780.
<b>15424-p3</b>	19 368 643 668.0	1 936 864 366.8	3 486 355 860.2	24 791 863 895.1	67 785 286 674.9	74 785 286 675.
<b>15424-p4</b>	21 498 599 848.4	2 149 859 984.8	3 869 747 972.7	27 518 207 805.9	95 303 494 480.9	102 303 494 481.
<b>15424-p5</b>	24 313 466 986.8	2 431 346 698.7	4 376 424 057.6	31 121 237 743.1	126 424 732 223.9	133 424 732 224.
<b>15424-p6</b>	28 094 900 784.7	2 809 490 078.5	5 057 082 141.2	35 961 473 004.4	162 386 205 228.3	169 386 205 228.
<b>15424-p7</b>	28 132 327 115.6	2 813 232 711.6	5 063 818 880.8	36 009 378 707.9	198 395 583 936.2	205 395 583 936.

Tablo 5.118. Çelik konstrüksiyon ile güçlendirilmiş projelerin kat yüksekliği, S119, S120, S125, S126 kolonlarının bx ve by boyutları

PROJE NO	KAT YÜKSEKLİĞİ ,CM	S119		S120		S125		S126	
		b <sub>x</sub> , cm	b <sub>y</sub> , cm	b <sub>x</sub> , cm	b <sub>y</sub> ,cm	b <sub>x</sub> , cm	b <sub>y</sub> , cm	b <sub>x</sub> , cm	b <sub>y</sub> , cm
14224	300	45	45	55	50	35	35	40	40
14424	300	45	45	55	50	35	35	40	40
20204	300	45	45	55	50	35	35	40	40
20424	300	44	45	45	45	49	50	44	45
25224	300	40	40	45	45	35	35	35	40
25424	300	35	35	45	45	35	35	35	35
30224	300	35	35	45	45	30	30	35	35
30424	300	30	35	40	40	30	35	30	35

**Tablo 5.119. Çelik konstrüksiyon ile güçlendirilmiş projelerde kiriş boyutları**

<b>PROJE NO</b>	<b>K<sub>1y</sub>, cm</b>	<b>K<sub>2y</sub>, cm</b>	<b>K<sub>3y</sub>, cm</b>	<b>K<sub>4y</sub>, c cm</b>	<b>K<sub>1x</sub>, cm</b>	<b>K<sub>2x</sub>, cm</b>	<b>K<sub>3x</sub>, cm</b>	<b>K<sub>4x</sub>, cm</b>
<b>14224</b>	400	500	400	500	500	350	500	350
<b>14424</b>	400	500	400	500	500	350	500	350
<b>20224</b>	400	500	400	500	500	350	500	350
<b>20424</b>	400	500	400	500	500	350	500	350
<b>25224</b>	400	500	400	500	500	350	500	350
<b>25424</b>	400	500	400	500	500	350	500	350
<b>30224</b>	400	500	400	500	500	350	500	350
<b>30424</b>	400	500	400	500	500	350	500	350

**Tablo 5.120. Çelik konstrüksiyon ile güçlendirilmiş projelerde S119, S120, S125,S126 kolonlarının çevre ölçüleri toplamı**

Proje no	S119			S120			S125			S126		
	b <sub>x</sub> adedi * boyutu cm	b <sub>y</sub> adedi * boyutu cm	Toplam cm	b <sub>x</sub> adedi * boyutu cm	b <sub>y</sub> adedi * boyutu cm	Toplam cm	b <sub>x</sub> adedi * boyutu cm	b <sub>y</sub> adedi * boyutu cm	Toplam cm	b <sub>x</sub> adedi * boyutu cm	b <sub>y</sub> adedi * boyutu cm	Toplam cm
<b>14224</b>	180	90	270	220	200	420	70	70	140	80	160	240
<b>14424</b>	180	90	270	220	200	420	70	70	140	80	160	240
<b>20224</b>	180	90	270	220	200	420	70	70	140	80	160	240
<b>20424</b>	176	90	266	180	180	360	98	100	198	88	180	268
<b>25224</b>	160	80	240	180	180	360	70	70	140	70	160	230
<b>25424</b>	140	70	210	180	180	360	70	70	140	70	140	210
<b>30224</b>	140	70	210	180	180	360	60	60	120	70	140	210
<b>30424</b>	120	70	190	160	160	320	60	70	130	60	140	200

**Tablo 5.121. Çelik konstrüksiyon ile güçlendirilmiş projelerde S119, S120, S125, S126 kolonlarında toplam çelik alanı**

<b>ÇELİK ALANI</b>					
<b>PROJE NO</b>	<b>S119</b>	<b>S120</b>	<b>S125</b>	<b>S126</b>	<b>KOLONLAR İÇİN TOPLAM ÇELİK ALANI</b>
	<b>KOLONDA LEVHA BOYUTU=H/4 =75 CM, CM<sup>2</sup></b>	<b>KOLONDA LEVHA BOYUTU=H/4 =75 CM, CM<sup>3</sup></b>	<b>KOLONDA LEVHA BOYUTU=H/4 =75 CM, CM<sup>4</sup></b>	<b>KOLONDA LEVHA BOYUTU=H/4 =75 CM, CM<sup>5</sup></b>	
<b>14224</b>	20250	31500	10500	18000	80250
<b>14424</b>	20250	31500	10500	18000	80250
<b>20204</b>	20250	31500	10500	18000	80250
<b>20424</b>	19950	27000	14850	20100	81900
<b>25224</b>	18000	27000	10500	17250	72750
<b>25424</b>	15750	27000	10500	15750	69000
<b>30224</b>	15750	27000	9000	15750	67500
<b>30424</b>	14250	24000	9750	15000	63000

**Tablo 5.122. Çelik konstrüksiyon ile güçlendirilmiş projelerde kiriş sayıları**

<b>PROJE NO</b>	<b>K<sub>1y</sub></b>	<b>K<sub>2y</sub></b>	<b>K<sub>3y</sub></b>	<b>K<sub>4y</sub></b>	<b>K<sub>1x</sub></b>	<b>K<sub>2x</sub></b>	<b>K<sub>3x</sub></b>	<b>K<sub>4x</sub></b>
<b>14224</b>	3	3	4	4	3	4	4	4
<b>14424</b>	3	3	4	4	3	4	4	4
<b>20204</b>	3	3	4	4	3	4	4	4
<b>20424</b>	3	3	4	4	3	4	4	4
<b>25224</b>	3	3	4	4	3	4	4	4
<b>25424</b>	3	3	4	4	3	4	4	4
<b>30224</b>	3	3	4	4	3	4	4	4
<b>30424</b>	3	3	4	4	3	4	4	4



Tablo 5.123. Çelik konstrüksiyon ile güçlendirilmiş projelerde çelik levha toplam alanı, çelik levha ağırlığı, çelik levha maliyeti

ÇELİK LEVHA													
PROJE NO	K <sub>1Y,CM</sub>	K <sub>2Y,CM</sub>	K <sub>3Y,CM</sub>	K <sub>4Y,CM</sub>	K <sub>1X,CM</sub>	K <sub>2X,CM</sub>	K <sub>3X,CM</sub>	K <sub>4X,CM</sub>	KIRIŞLER İÇİN TOPLAM ÇELİK ALANI	KIRIŞ+ KOLON İÇİN TOPLAM ÇELİK ALANI, CM <sup>2</sup>	KIRIŞ+ KOLON İÇİN TOPLAM ÇELİK ALANI, M <sup>2</sup>	ÇELİK LEVHA, KG	ÇELİK LEVHA, TL
	KIRISTE LEVHA BOYUTU =200 CM, CM <sup>2</sup>	KIRISTE LEVHA BOYUTU =250 CM, CM <sup>2</sup>	KIRISTE LEVHA BOYUTU= 200 CM, CM <sup>2</sup>	KIRISTE LEVHA BOYUTU =250 CM, CM <sup>2</sup>	KIRISTE LEVHA BOYUTU =250 CM, CM <sup>2</sup>	KIRISTE LEVHA BOYUTU =175 CM, CM <sup>2</sup>	KIRISTE LEVHA BOYUTU =250 CM, CM <sup>2</sup>	KIRISTE LEVHA BOYUTU =175 CM, CM <sup>2</sup>					
14224	600	750	800	1000	750	700	1000	700	6300	86550	8,655	467,37	762.984.329
14424	600	750	800	1000	750	700	1000	700	6300	86550	8,655	467,37	762.984.329
20224	600	750	800	1000	750	700	1000	700	6300	86550	8,655	467,37	762.984.329
20424	600	750	800	1000	750	700	1000	700	6300	88200	8,82	476,28	777.529.958
25224	600	750	800	1000	750	700	1000	700	6300	79050	7,905	426,87	696.867.836
25424	600	750	800	1000	750	700	1000	700	6300	75300	7,53	406,62	663.809.590
30224	600	750	800	1000	750	700	1000	700	6300	73800	7,38	398,52	650.586.291
30424	600	750	800	1000	750	700	1000	700	6300	69300	6,93	374,22	610.916.395

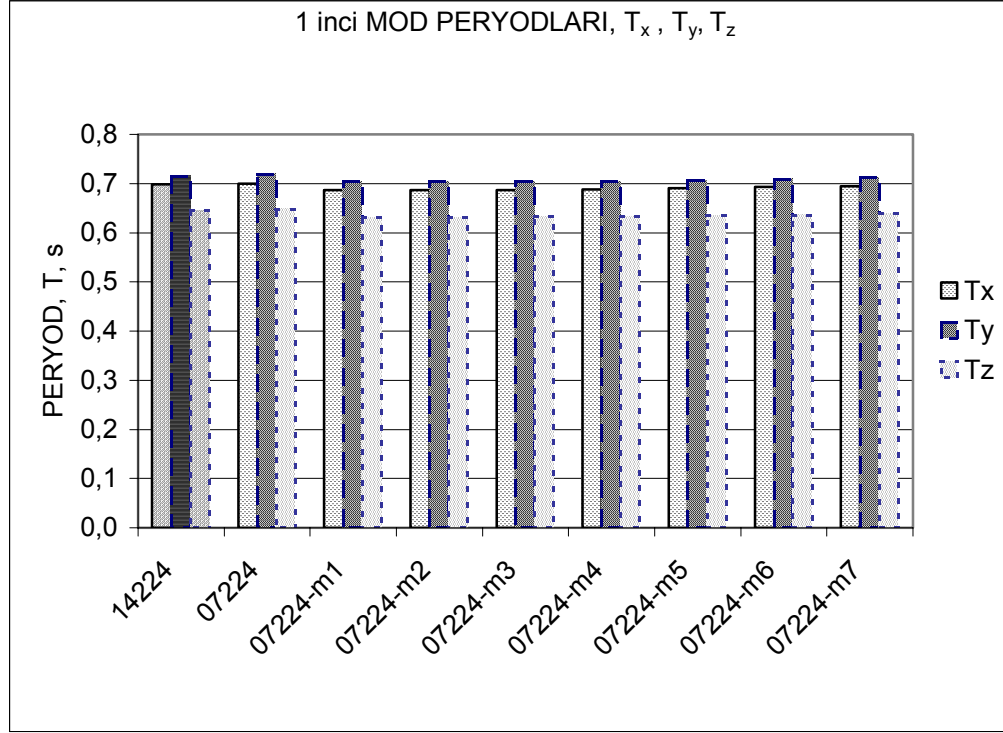
**Tablo 5.124. Çelik konstrüksiyon ile güçlendirilmiş projelerde kolon ve kirişlerdeki bulon adedi, toplam bulon sayısı, toplam bulon maliyeti**

<b>BULON ADEDİ</b>														
<b>PROJE NO</b>	<b>S119</b>	<b>S120</b>	<b>S125</b>	<b>S126</b>	<b>K<sub>1y,cm</sub></b>	<b>K<sub>2y,cm</sub></b>	<b>K<sub>3y,cm</sub></b>	<b>K<sub>4y,cm</sub></b>	<b>K<sub>1x,cm</sub></b>	<b>K<sub>2x,cm</sub></b>	<b>K<sub>3x,cm</sub></b>	<b>K<sub>4x,cm</sub></b>	<b>TOPLAM BULON SAYISI</b>	<b>BULON ADET, TL</b>
<b>14224</b>	48	64	32	48	24	30	24	40	30	28	40	28	436	2.790.400.000
<b>14424</b>	48	64	32	48	24	30	24	40	30	28	40	28	436	2.790.400.000
<b>20204</b>	48	64	32	48	24	30	24	40	30	28	40	28	436	2.790.400.000
<b>20424</b>	48	64	32	48	24	30	24	40	30	28	40	28	436	2.790.400.000
<b>25224</b>	48	64	32	48	24	30	24	40	30	28	40	28	436	2.790.400.000
<b>25424</b>	48	64	32	48	24	30	24	40	30	28	40	28	436	2.790.400.000
<b>30224</b>	48	64	32	48	24	30	24	40	30	28	40	28	436	2.790.400.000
<b>30424</b>	48	64	32	48	24	30	24	40	30	28	40	28	436	2.790.400.000

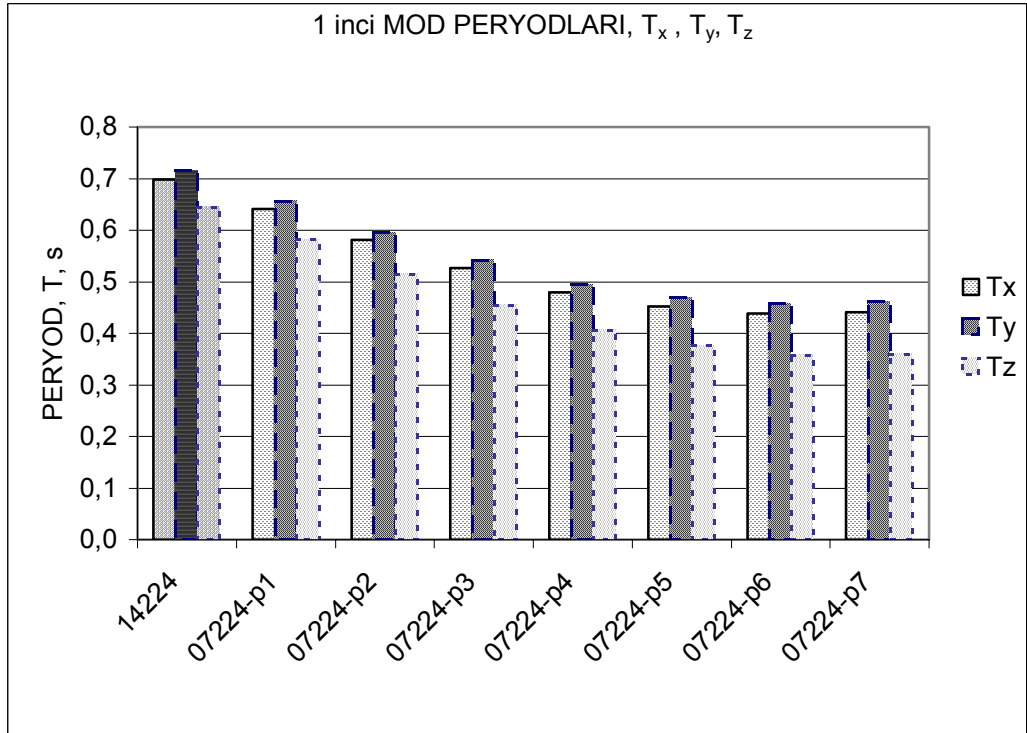
**Tablo 5.125. Çelik konstrüksiyon ile güçlendirilmiş projelerde epoksi enjeksiyon ile bulonları yerleştirme maliyeti, toplam malzeme bedeli, işçilik maliyeti, nakliye bedeli, Kdv bedeli ve toplam maliyeti**

<b>PROJE NO</b>	<b>EPOKSI ENJEKSİYON İLE BULONLARIN YERLEŞTİRİLMELİ MALİYETİ, TL</b>	<b>TOPLAM MALZEME BEDELİ, TL</b>	<b>İŞÇİLİK MALİYETİ, TL</b>	<b>TOPLAM MALZEME VE İŞÇİLİK BEDELİ, TL</b>	<b>%10 NAKLİYE BEDELİ TL</b>	<b>%18 KDV BEDELİ TL</b>	<b>TOPLAM MALİYET TL</b>
<b>14224</b>	1.652.312.269	5.205.696.598	245000000	5.450.696.598	545.069.660	981.125.388	6.976.891.646
<b>14424</b>	1.652.312.269	5.205.696.598	245000000	5.450.696.598	545.069.660	981.125.388	6.976.891.646
<b>20224</b>	1.652.312.269	5.205.696.598	245000000	5.450.696.598	545.069.660	981.125.388	6.976.891.646
<b>20424</b>	1.652.312.269	5.220.242.227	245000000	5.465.242.227	546.524.223	983.743.601	6.995.510.050
<b>25224</b>	1.652.312.269	5.139.580.105	245000000	5.384.580.105	538.458.011	969.224.419	6.892.262.535
<b>25424</b>	1.652.312.269	5.106.521.859	245000000	5.351.521.859	535.152.186	963.273.935	6.849.947.979
<b>30224</b>	1.652.312.269	5.093.298.560	245000000	5.338.298.560	533.829.856	960.893.741	6.833.022.157
<b>30424</b>	1.652.312.269	5.053.628.664	245000000	5.298.628.664	529.862.866	953.753.160	6.782.244.690

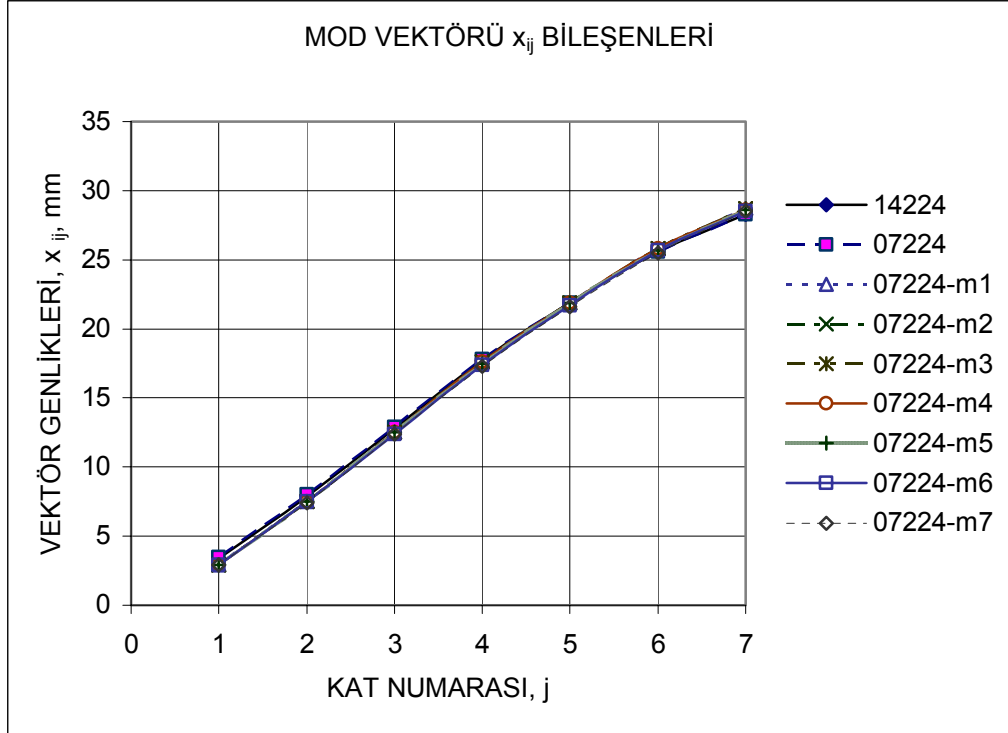
Tablolarda altı çizili olan eleman numaraları beton dayanımı yetersiz olan kesitlerin numaralarıdır.



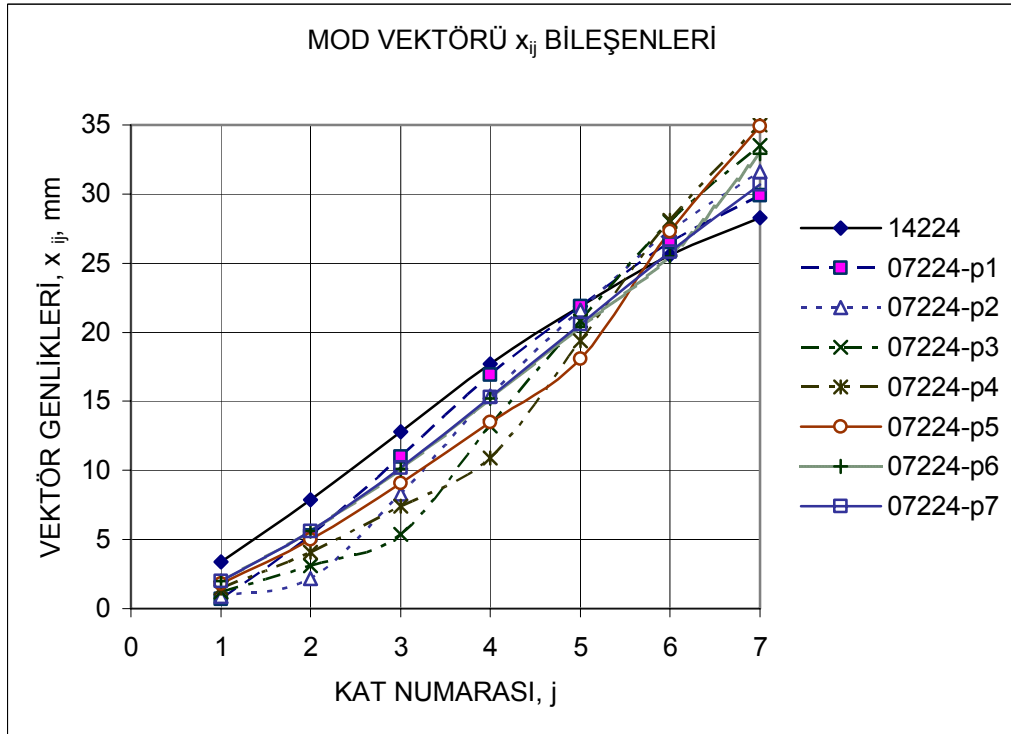
Şekil 5.8. Manto eklenerek güçlendirilmiş 14224 projesinin 1'inci mod periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$



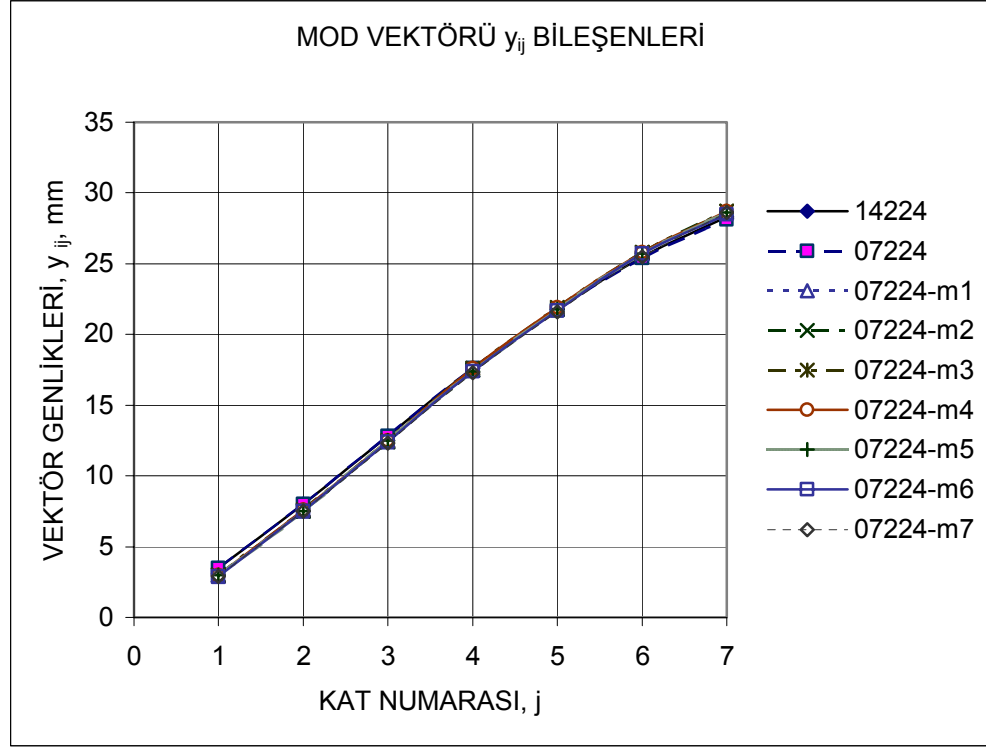
Şekil 5.9. Perde eklenerek güçlendirilmiş 14224 projesinin 1'inci mod periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$



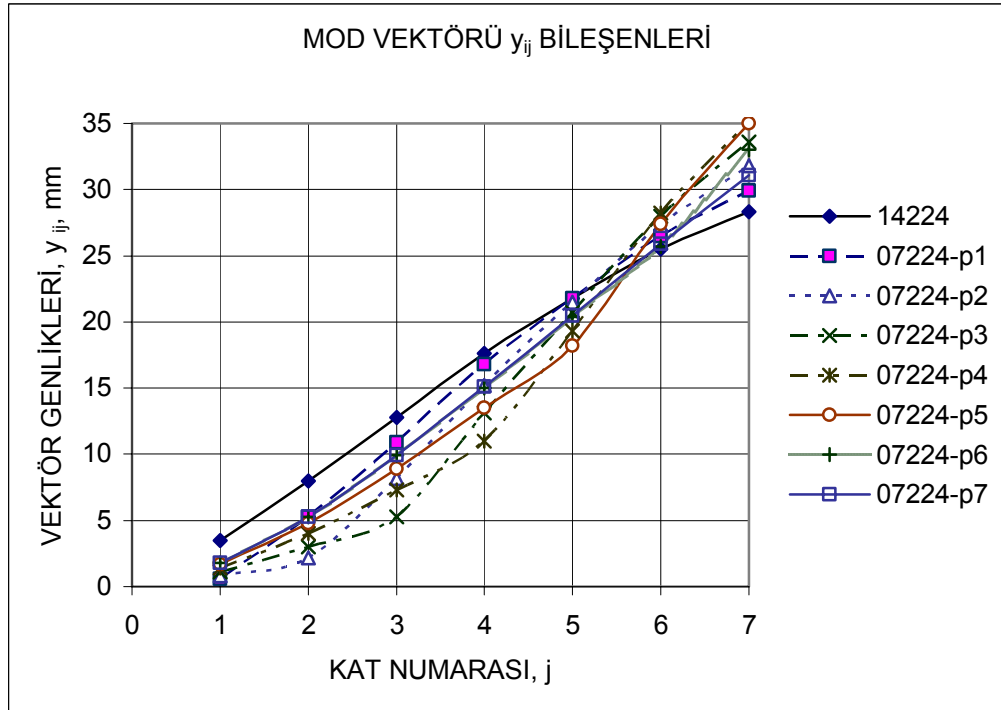
Şekil 5.10. Manto eklenerek güçlendirilmiş 14224 projesinin 1. mod vektörü  $x_{ij}$  genlikleri



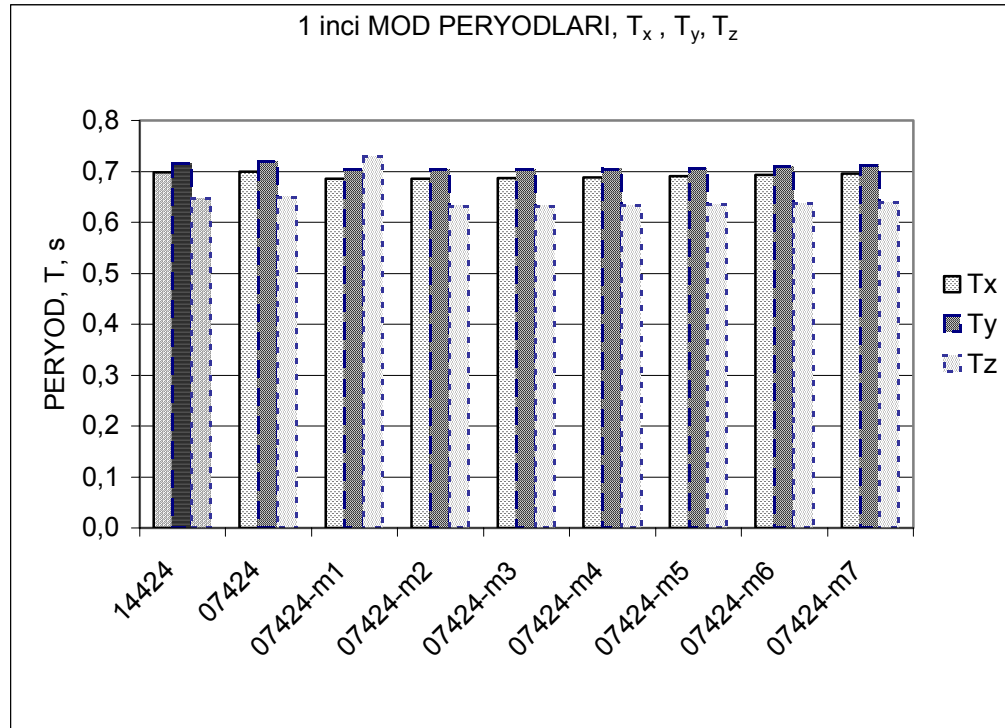
Şekil 5.11. Perde eklenerek güçlendirilmiş 14224 projesinin 1. mod vektörü  $x_{ij}$  genlikleri



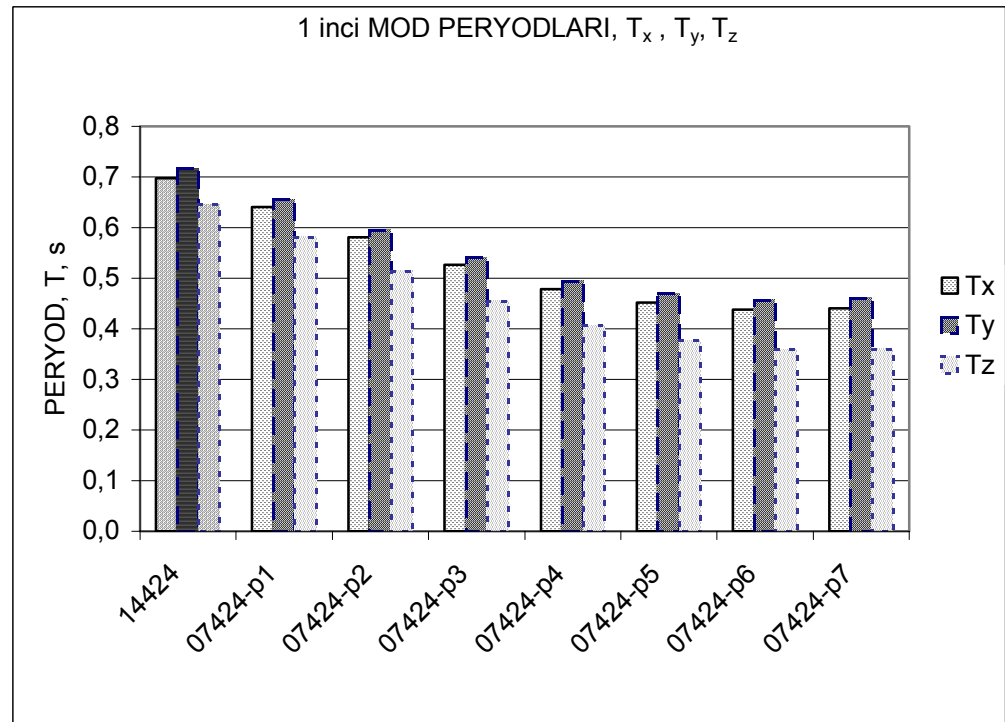
Şekil 5.12. Manto eklenerek güçlendirilmiş 14224 projesinin 1. mod vektörü  $y_{ij}$  genlikleri



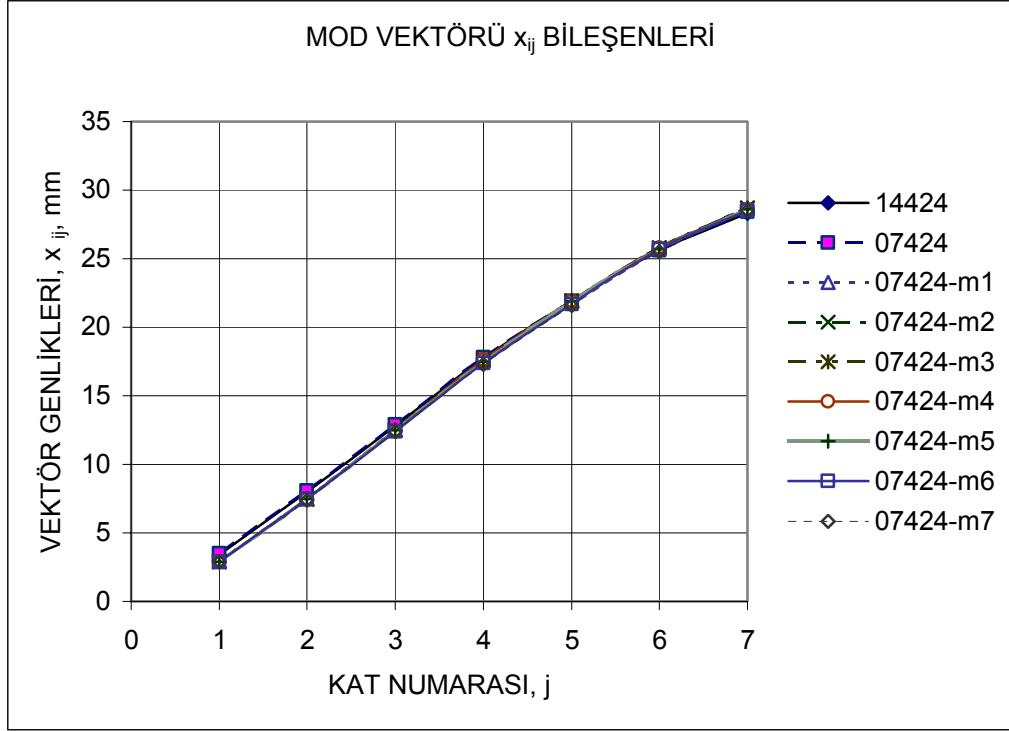
Şekil 5.13. Perde eklenerek güçlendirilmiş 14224 projesinin 1. mod vektörü  $y_{ij}$  genlikleri



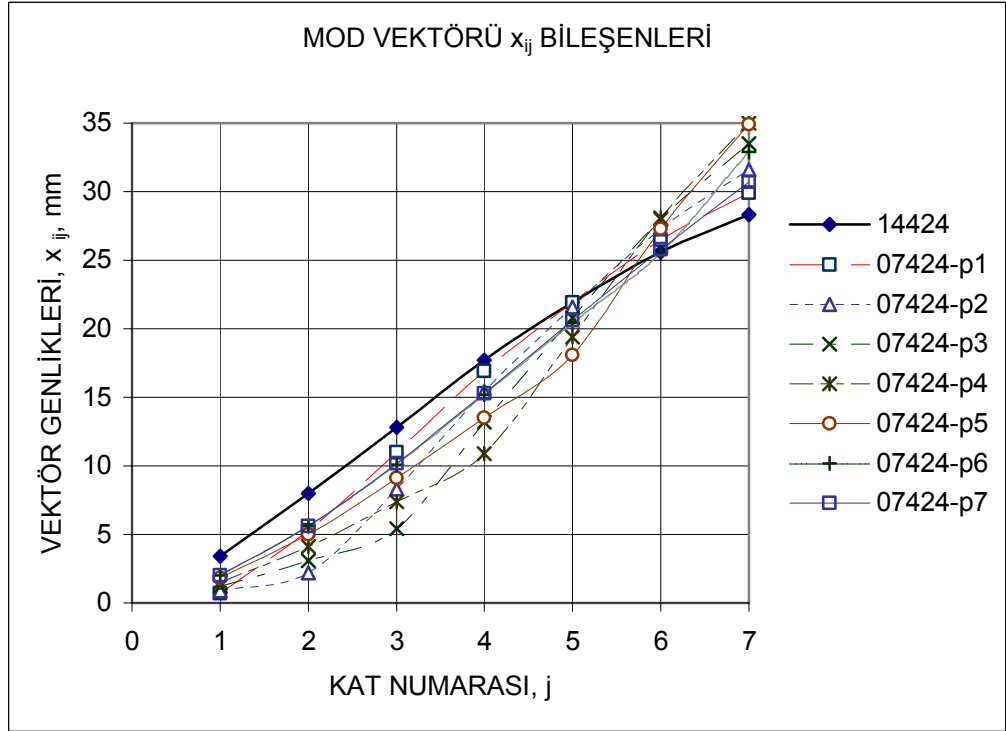
Şekil 5.14. Manto eklenerek güçlendirilmiş 14424 projesinin 1'inci mod periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$



Şekil 5.15. Perde eklenerek güçlendirilmiş 14424 projesinin 1'inci mod periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$

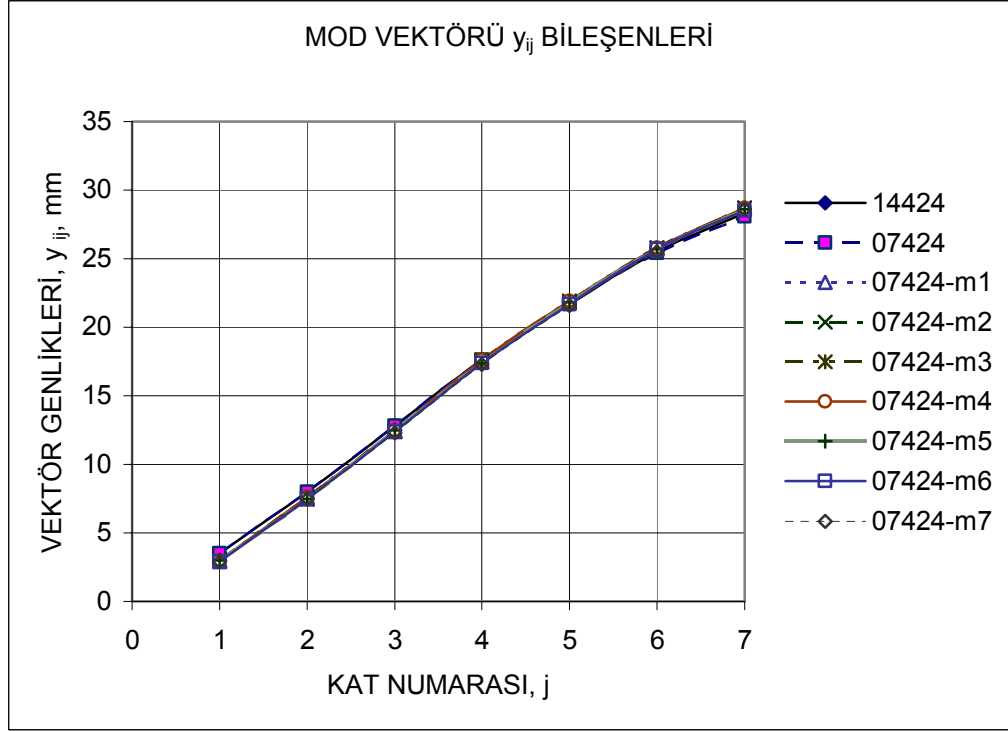


Şekil 5.16. Manto eklenerek güçlendirilmiş 14424 projesinin 1. mod vektörü  $x_{ij}$  genlikleri

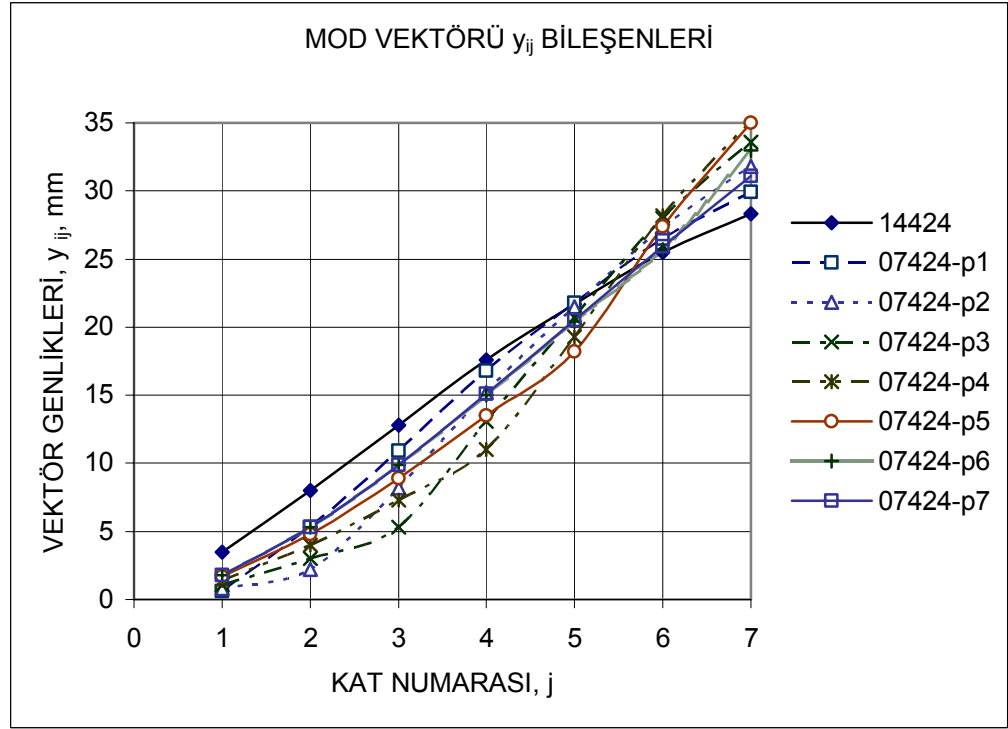


Şekil 5.17. Perde eklenerek güçlendirilmiş 14424 projesinin 1. mod vektörü  $x_{ij}$  genlikleri

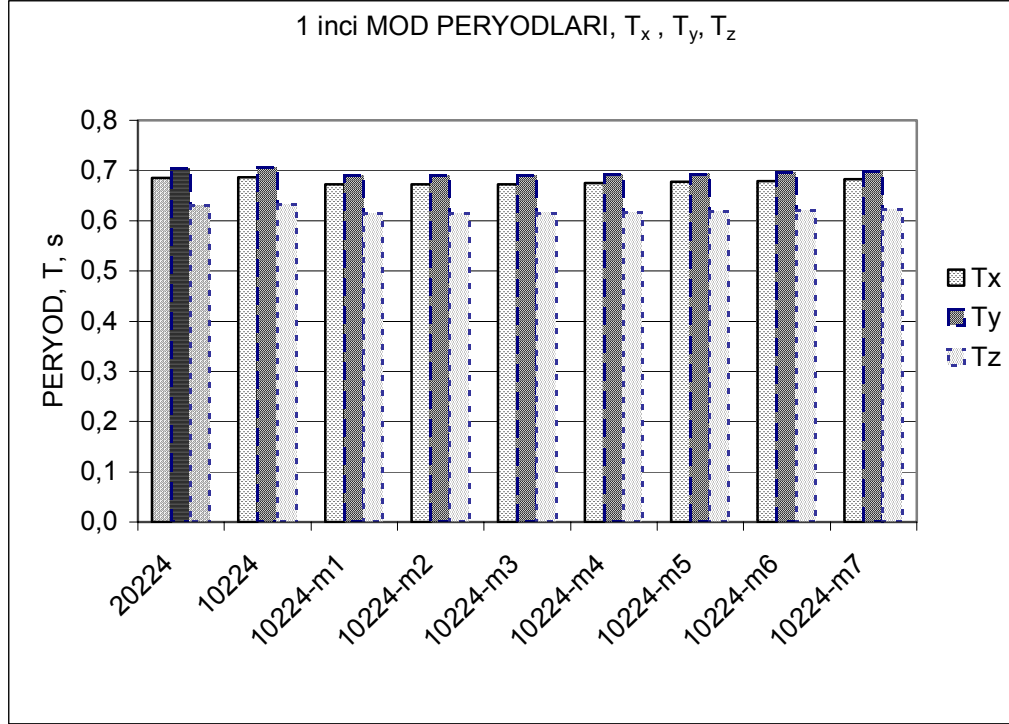




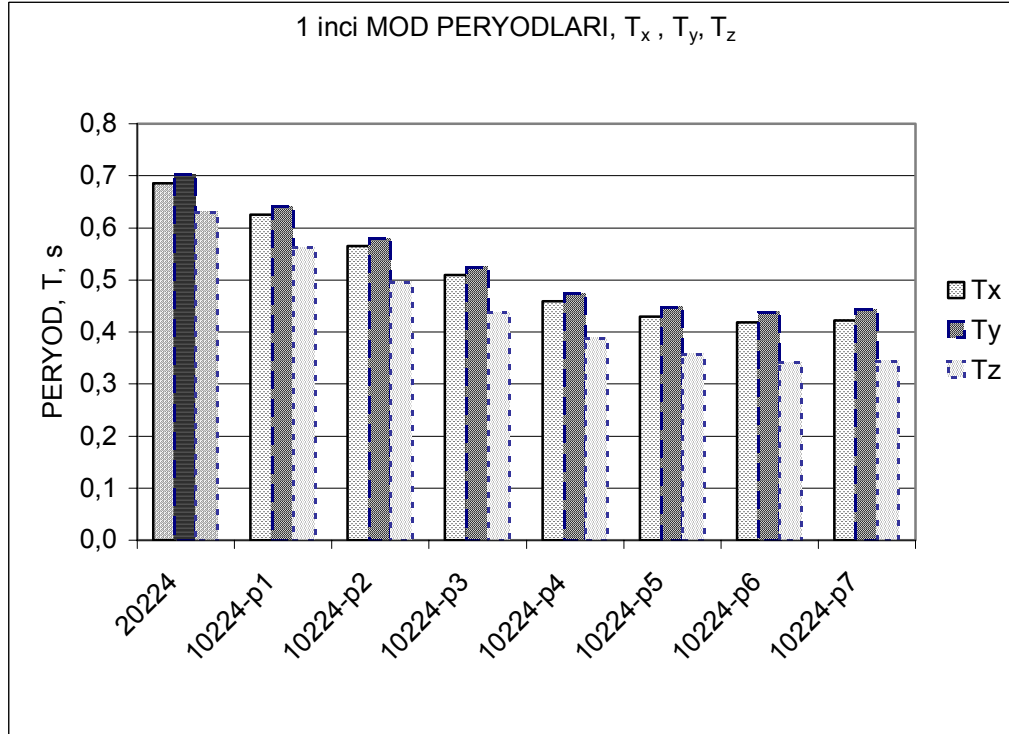
Şekil 5.18. Manto eklenerek güçlendirilmiş 14424 projesinin 1. mod vektörü  $y_{ij}$  genlikleri



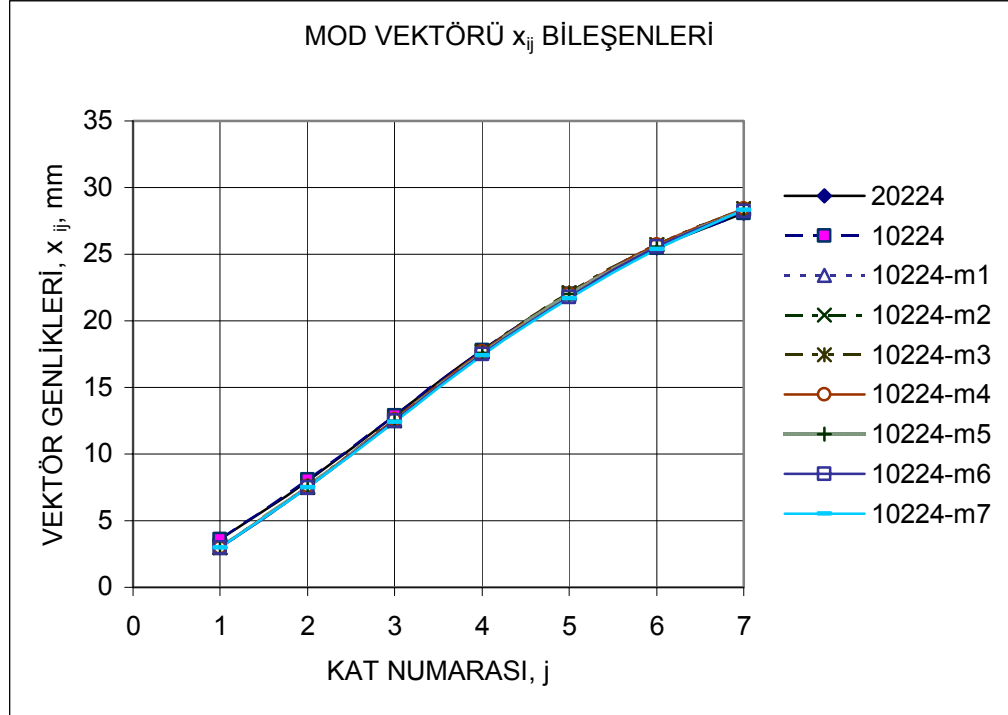
Şekil 5.19. Perde eklenerek güçlendirilmiş 14424 projesinin 1. mod vektörü  $y_{ij}$  genlikleri



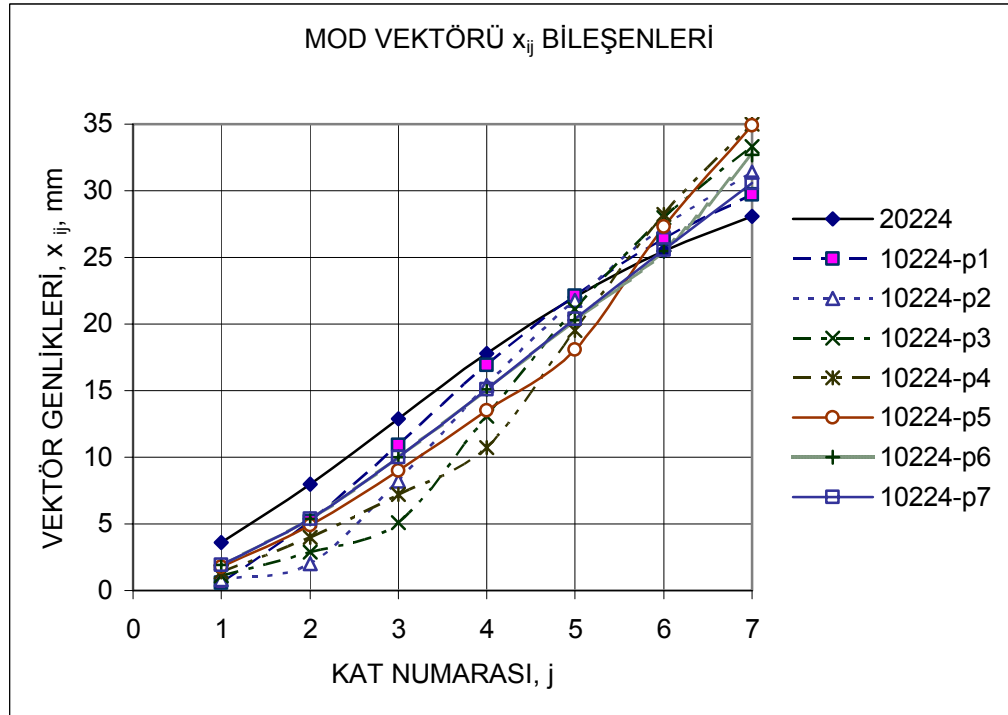
Şekil 5.20. Manto eklenerek güçlendirilmiş 20224 projesinin 1'inci mod periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$



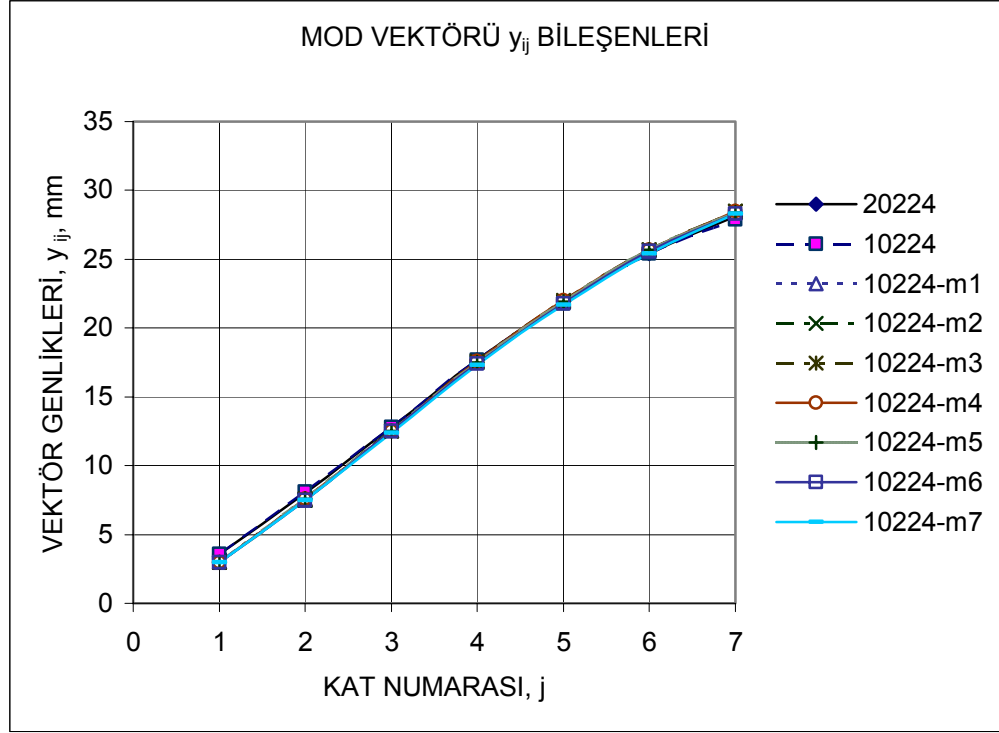
Şekil 5.21. Perde eklenerek güçlendirilmiş 20224 projesinin 1'inci mod periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$



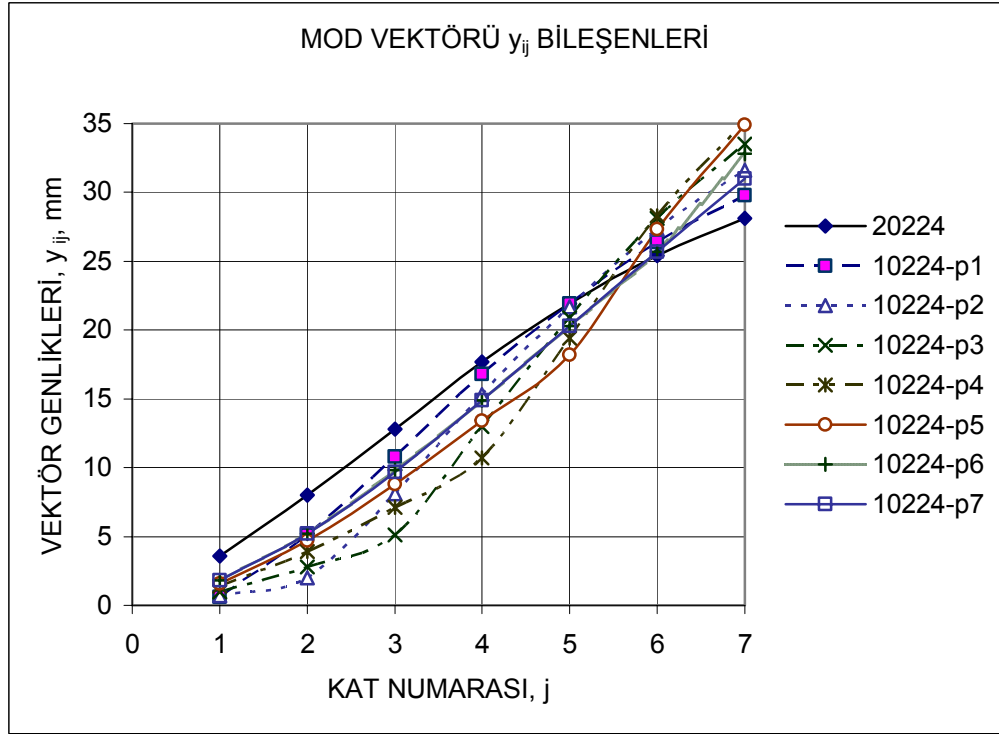
Şekil 5.22. Manto eklenerek güçlendirilmiş 20224 projesinin 1. mod vektörü  $x_{ij}$  genlikleri



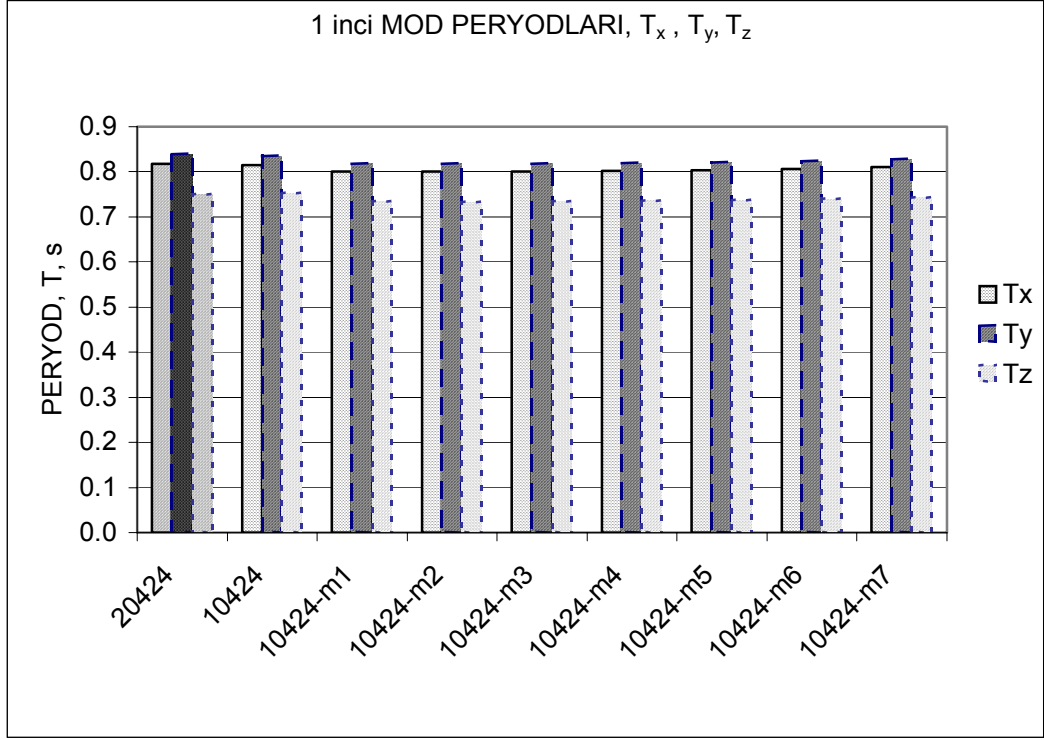
Şekil 5.23. Perde eklenerek güçlendirilmiş 20224 projesinin 1. mod vektörü  $x_{ij}$  genlikleri



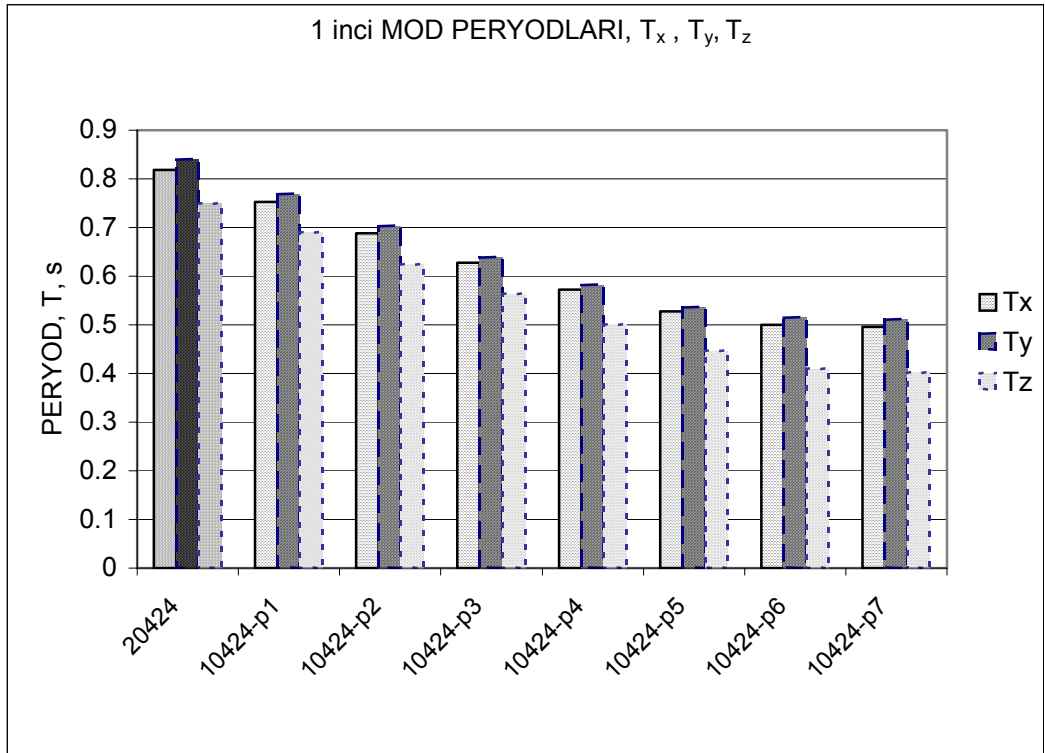
Şekil 5.24. Manto eklenerek güçlendirilmiş 20224 projesinin 1. mod vektörü  $y_{ij}$  genlikleri



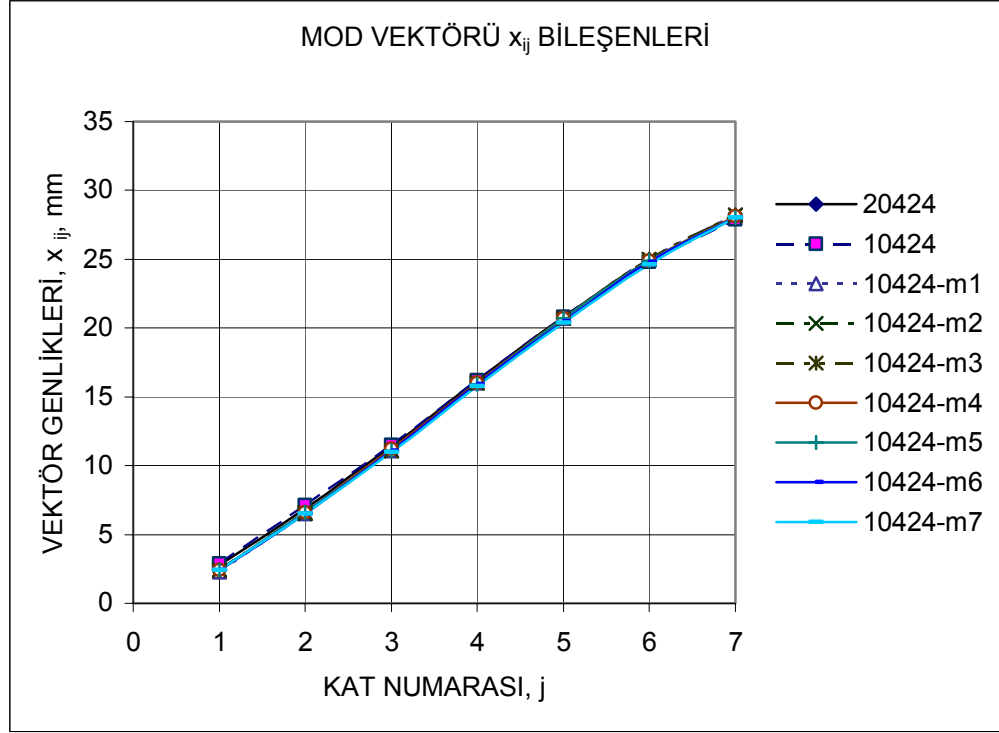
Şekil 5.25. Perde eklenerek güçlendirilmiş 20224 projesinin 1. mod vektörü  $y_{ij}$  genlikleri



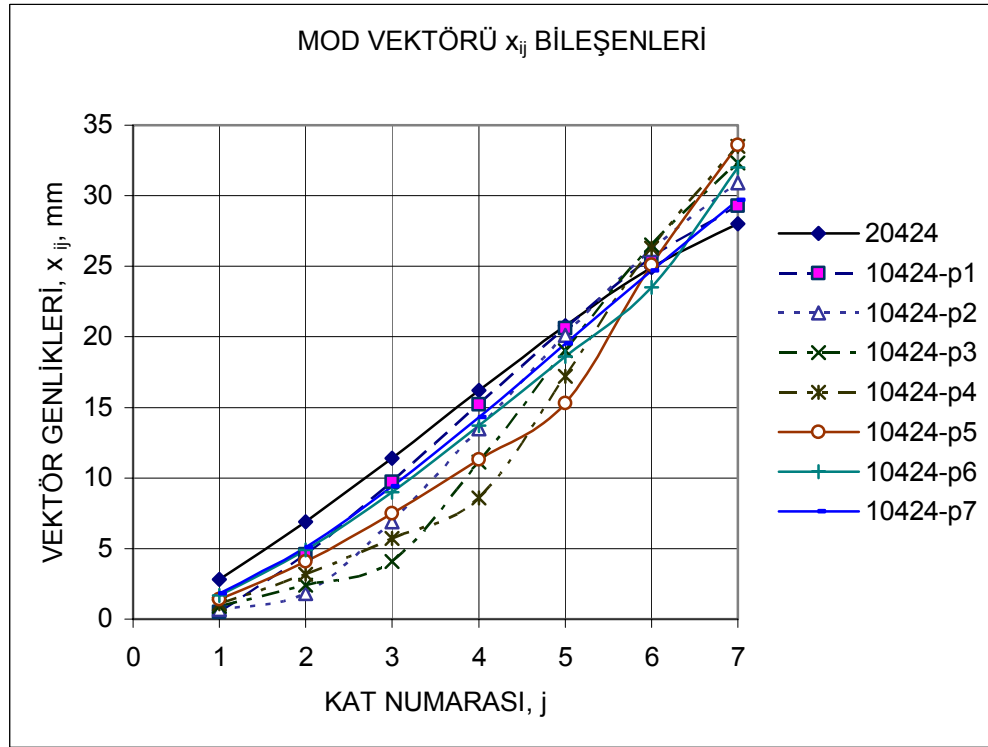
Şekil 5.26. Manto eklenerek güçlendirilmiş 20424 projesinin 1'inci mod periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$



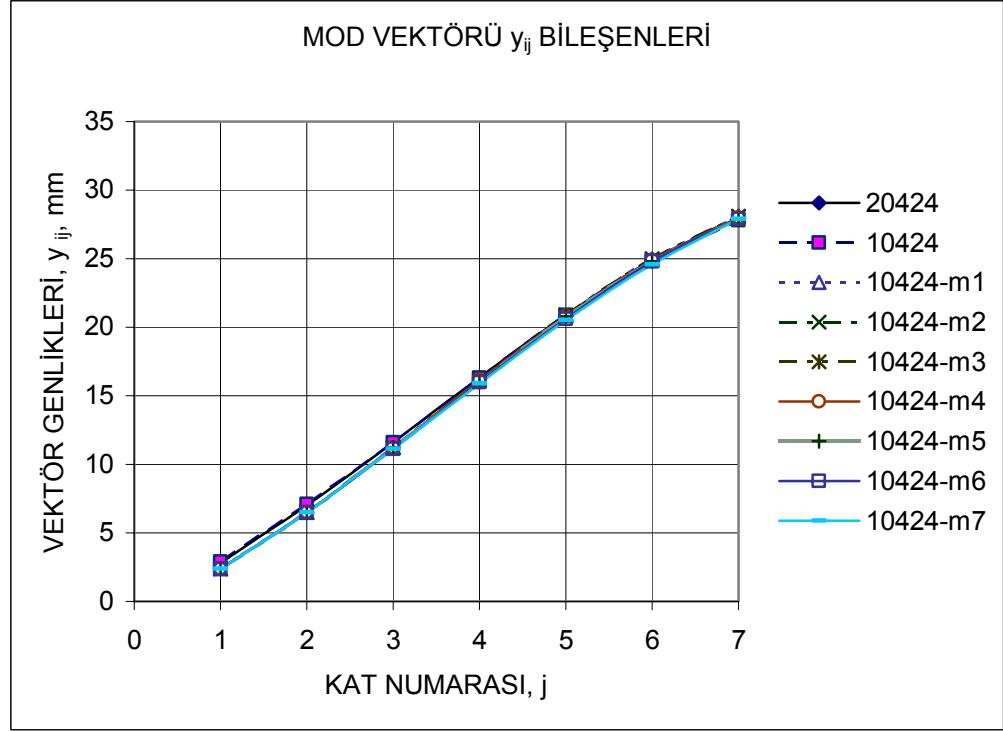
Şekil 5.27. Perde eklenerek güçlendirilmiş 20424 projesinin 1'inci mod periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$



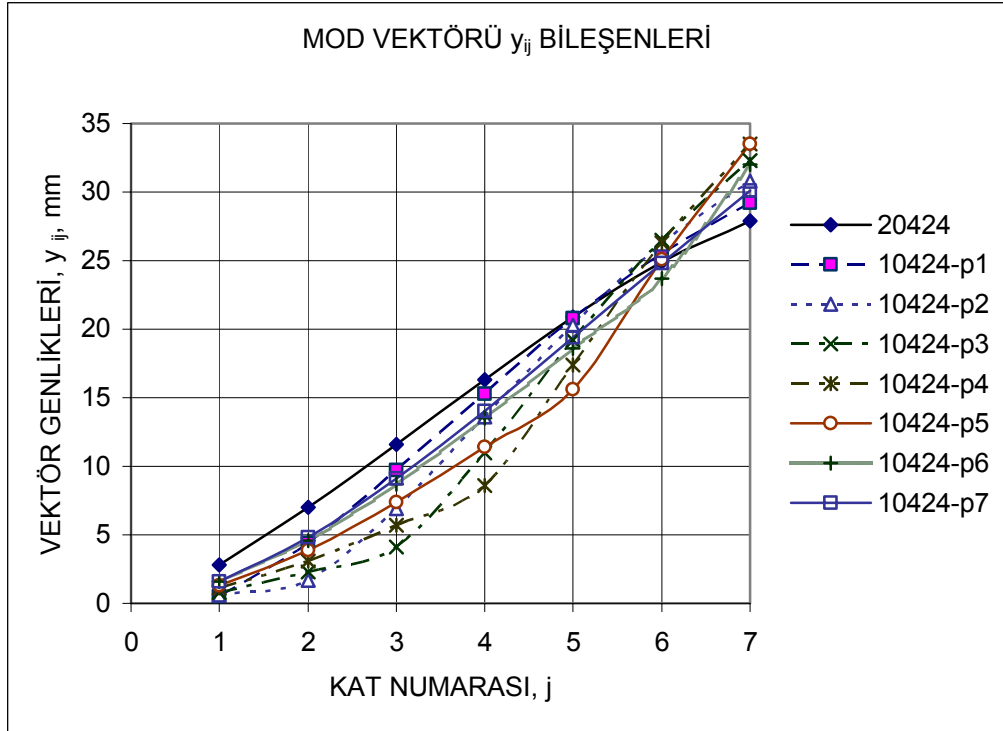
Şekil 5.28. Manto eklenerek güçlendirilmiş 20424 projesinin 1. mod vektörü  $x_{ij}$  genlikleri



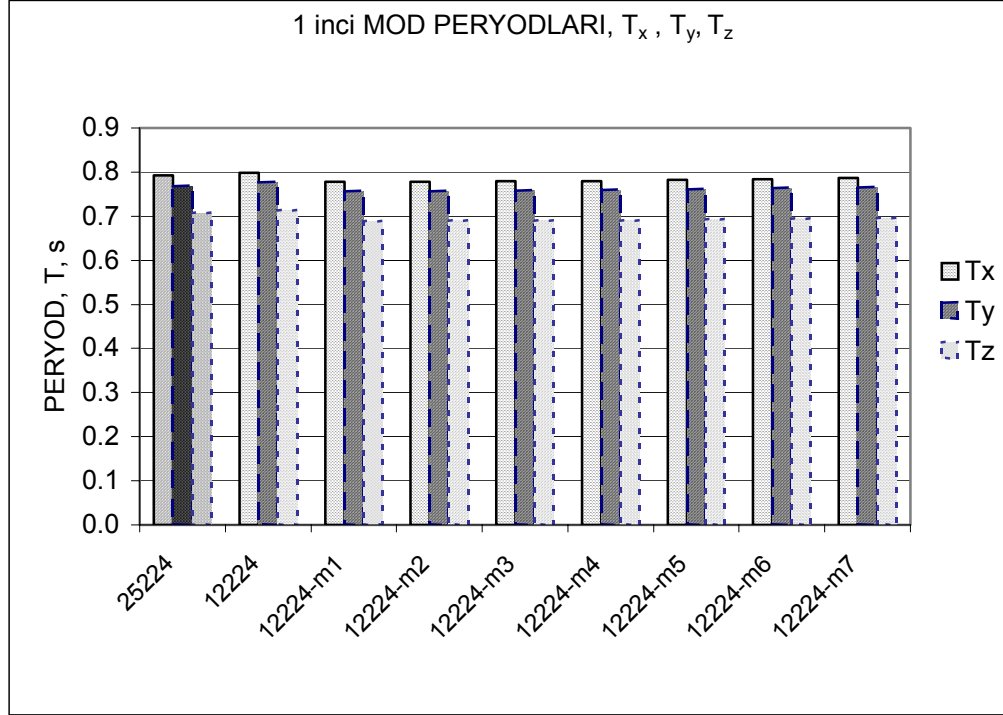
Şekil 5.29. Perde eklenerek güçlendirilmiş 20424 projesinin 1. mod vektörü  $x_{ij}$  genlikleri



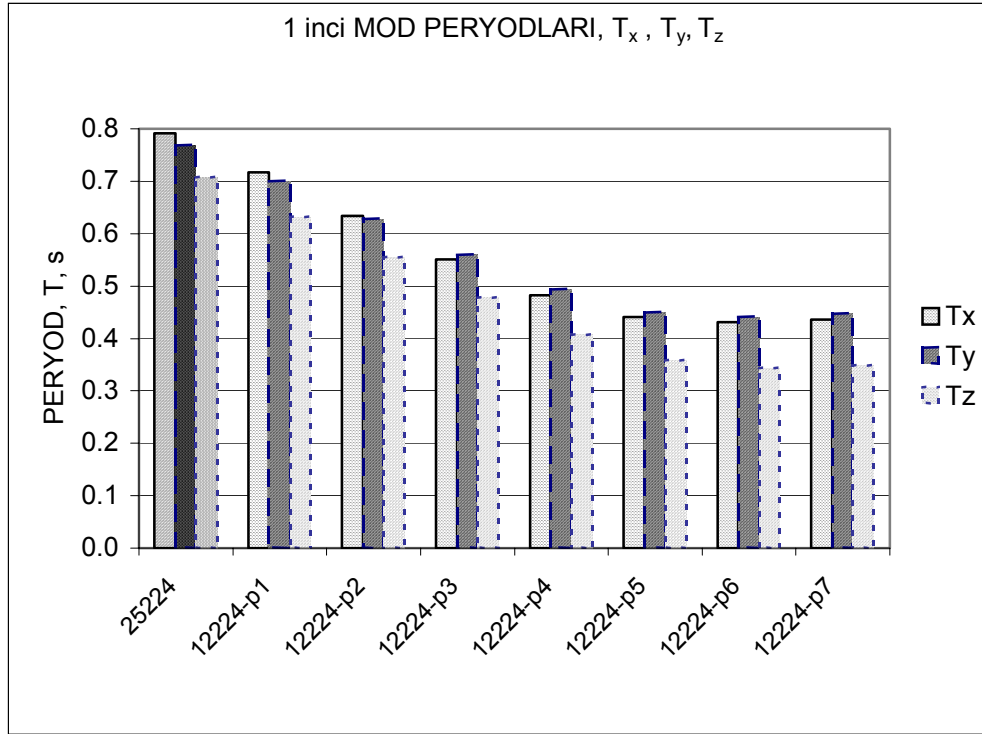
Şekil 5.30. Manto eklenerek güçlendirilmiş 20424 projesinin 1. mod vektörü  $y_{ij}$  genlikleri



Şekil 5.31. Perde eklenerek güçlendirilmiş 20424 projesinin 1. mod vektörü  $y_{ij}$  genlikleri

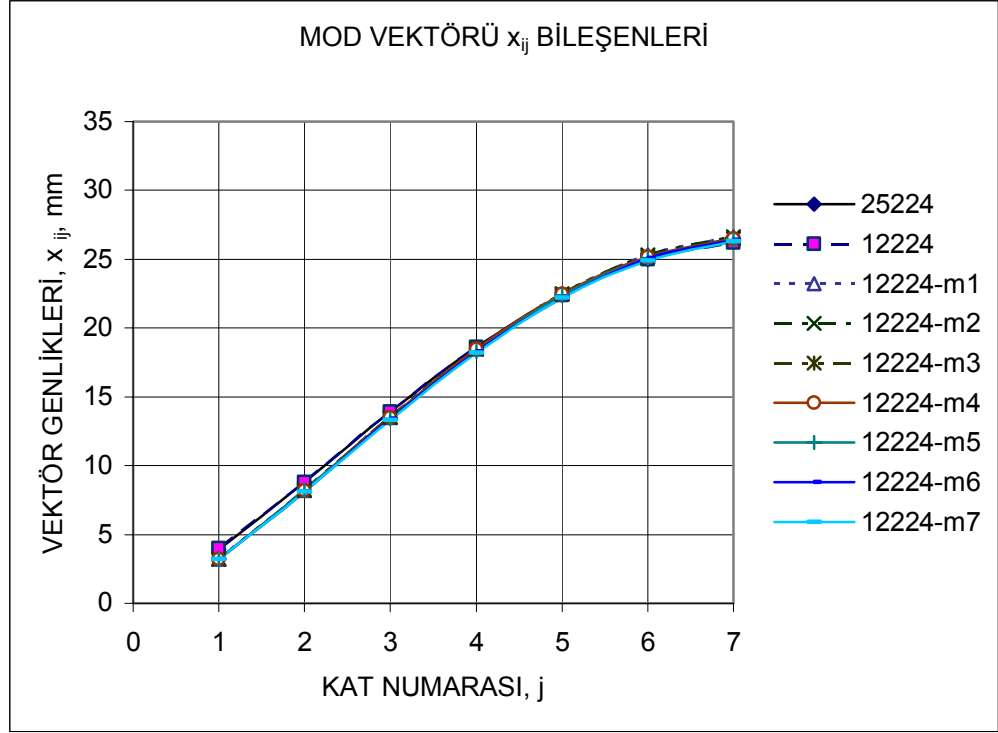


Şekil 5.32. Manto eklenerek güçlendirilmiş 25224 projesinin 1'inci mod periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$

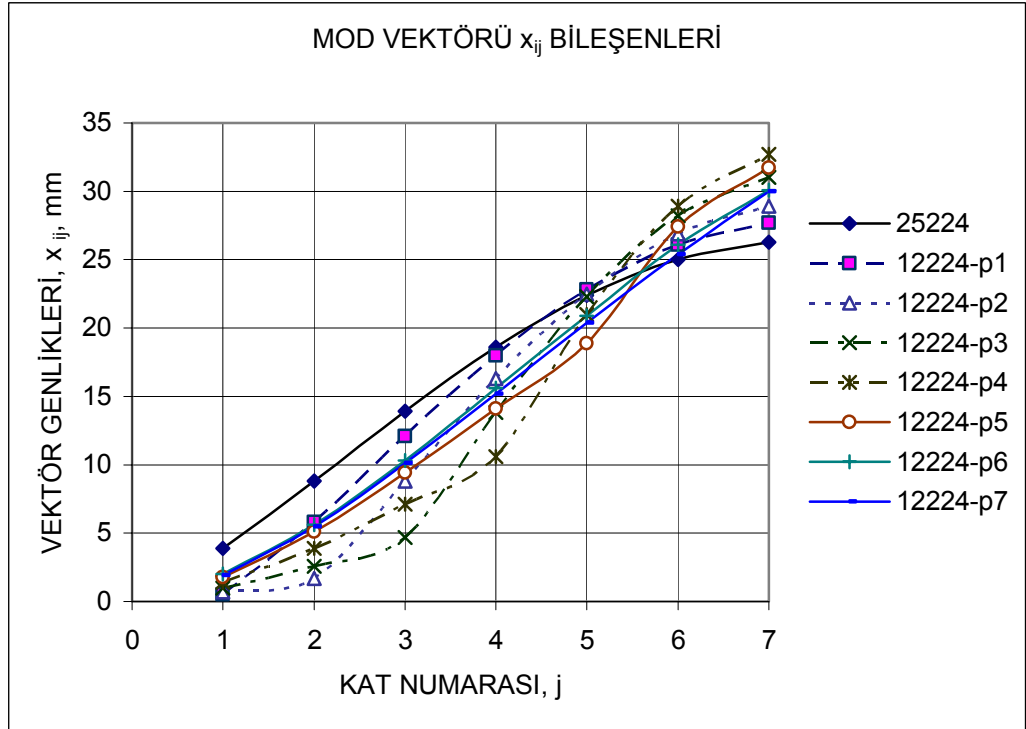


Şekil 5.33. Perde eklenerek güçlendirilmiş 25224 projesinin 1'inci mod periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$

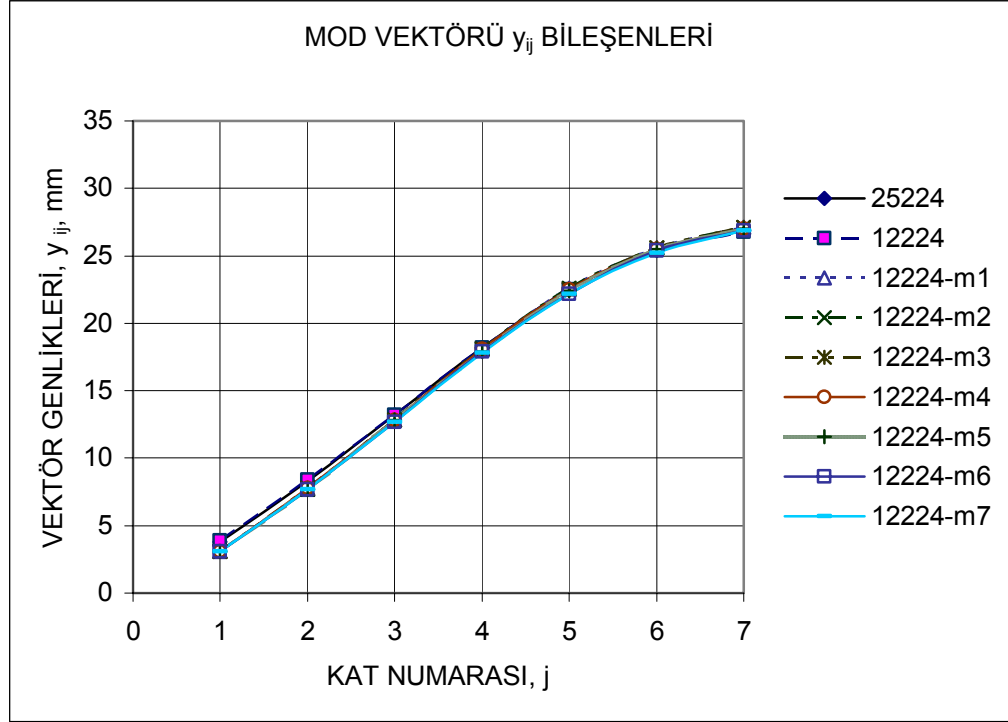




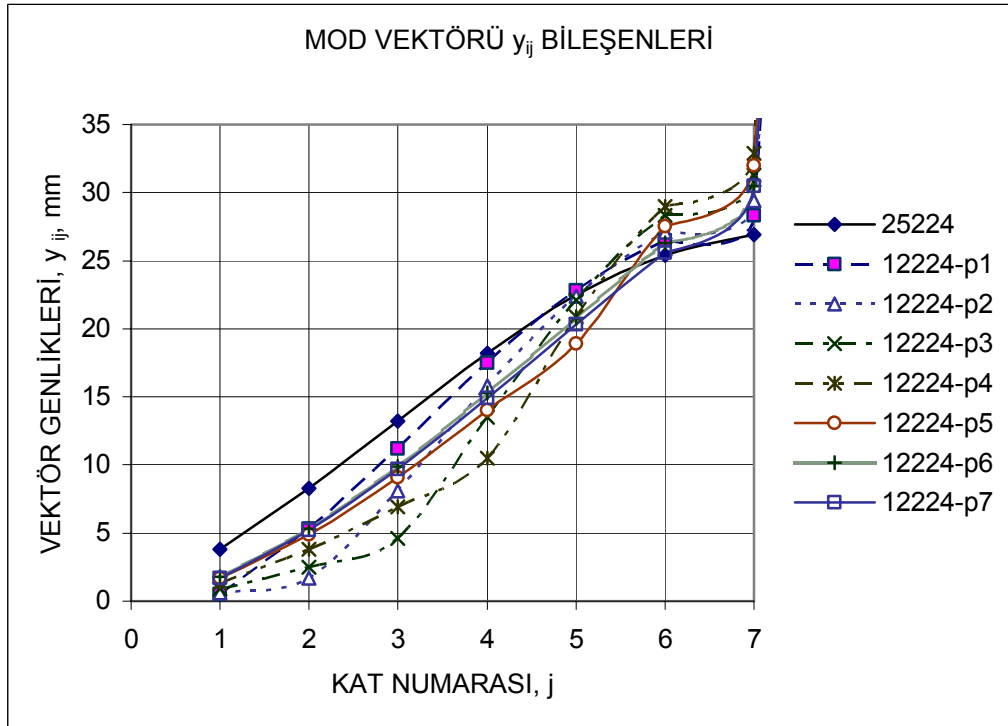
Şekil 5.34. Manto eklenerek güçlendirilmiş 25224 projesinin 1. mod vektörü  $x_{ij}$  genlikleri



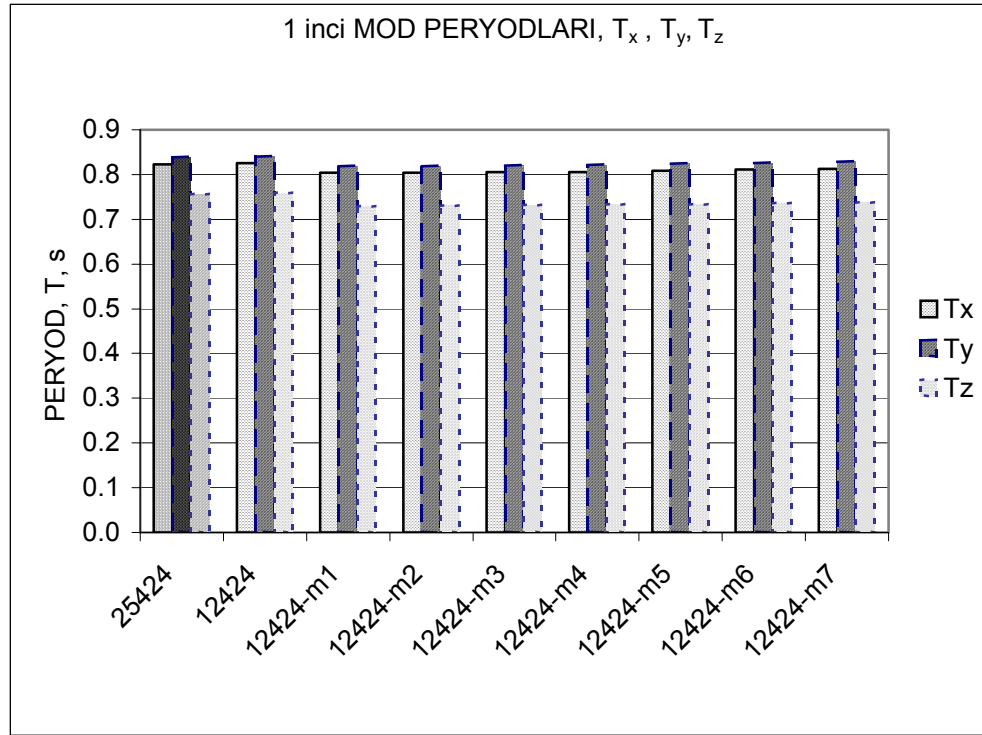
Şekil 5.35. Perde eklenerek güçlendirilmiş 25224 projesinin 1. mod vektörü  $x_{ij}$  genlikleri



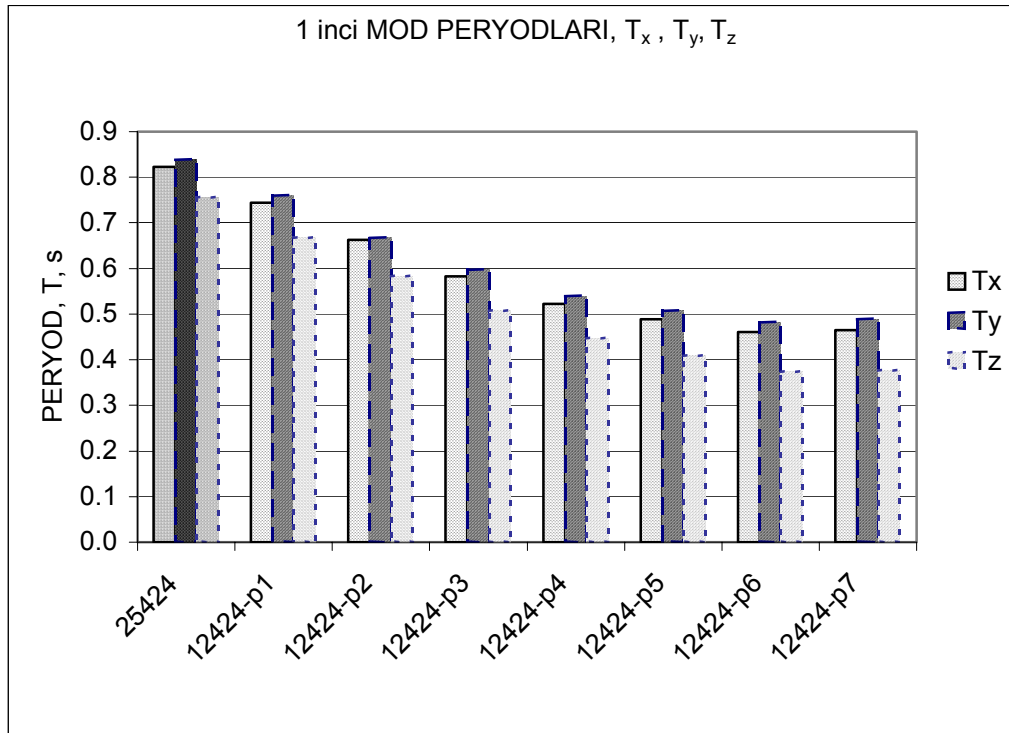
Şekil 5.36. Manto eklenerek güçlendirilmiş 25224 projesinin 1. mod vektörü  $y_{ij}$  genlikleri



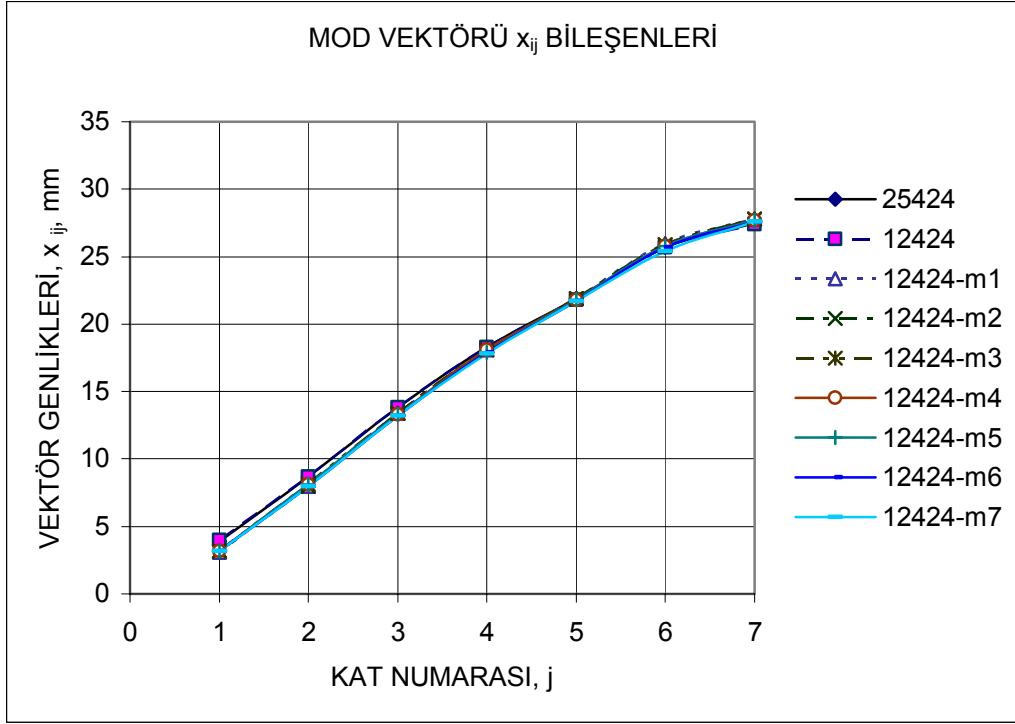
Şekil 5.37. Perde eklenerek güçlendirilmiş 25224 projesinin 1. mod vektörü  $y_{ij}$  genlikleri



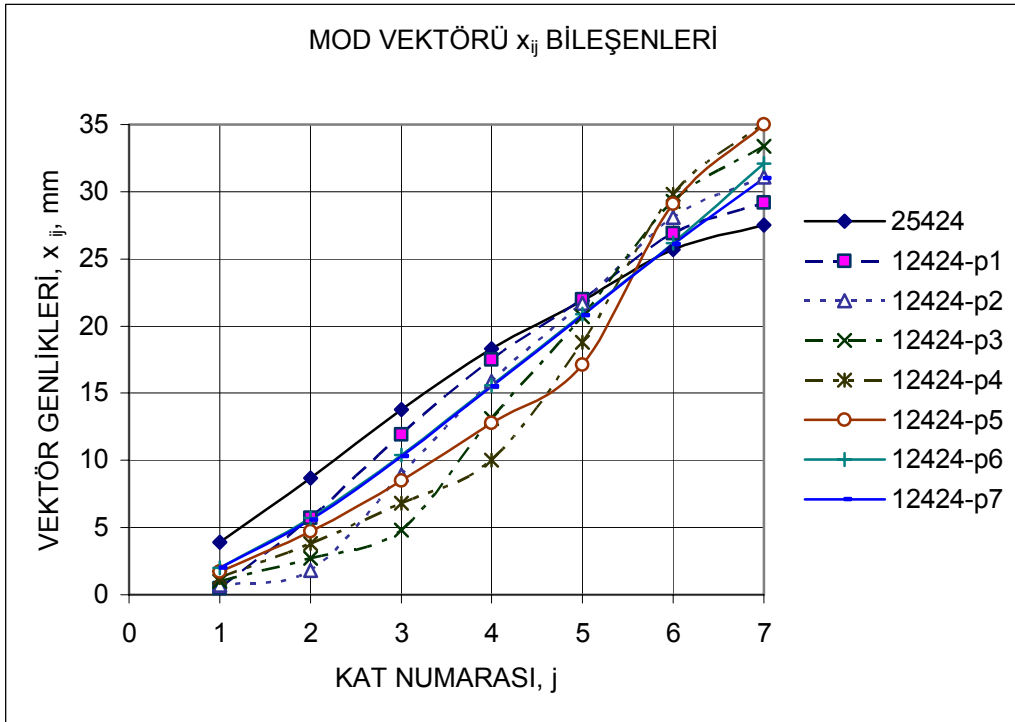
Şekil 5.38. Manto eklenerek güçlendirilmiş 25424 projesinin 1'inci mod periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$



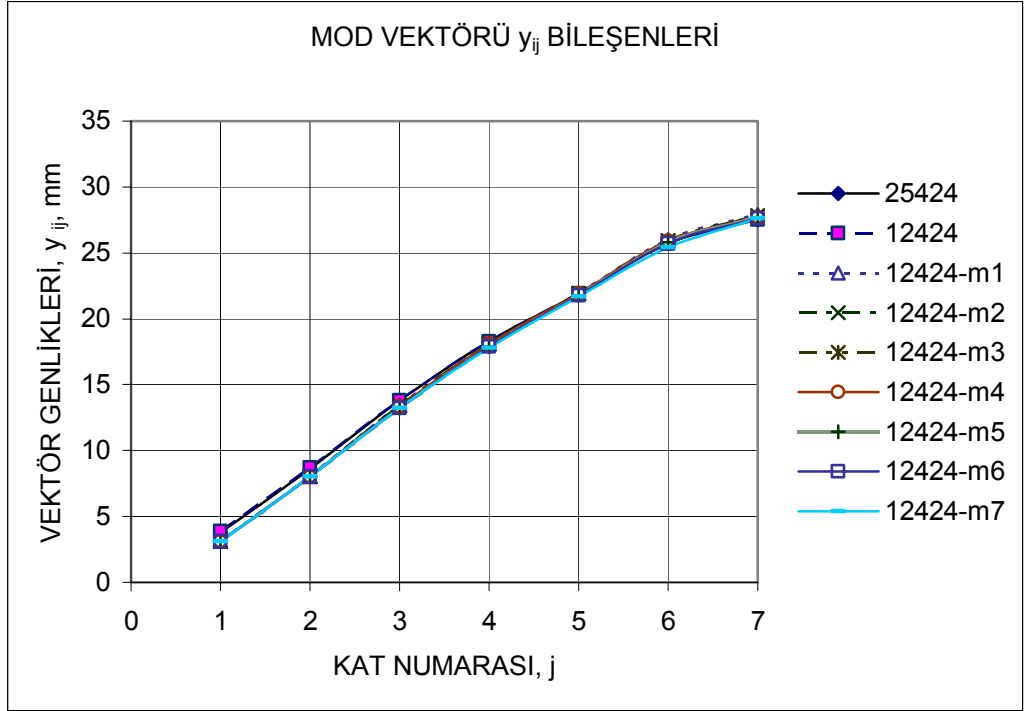
Şekil 5.39. Perde eklenerek güçlendirilmiş 25424 projesinin 1'inci mod periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$



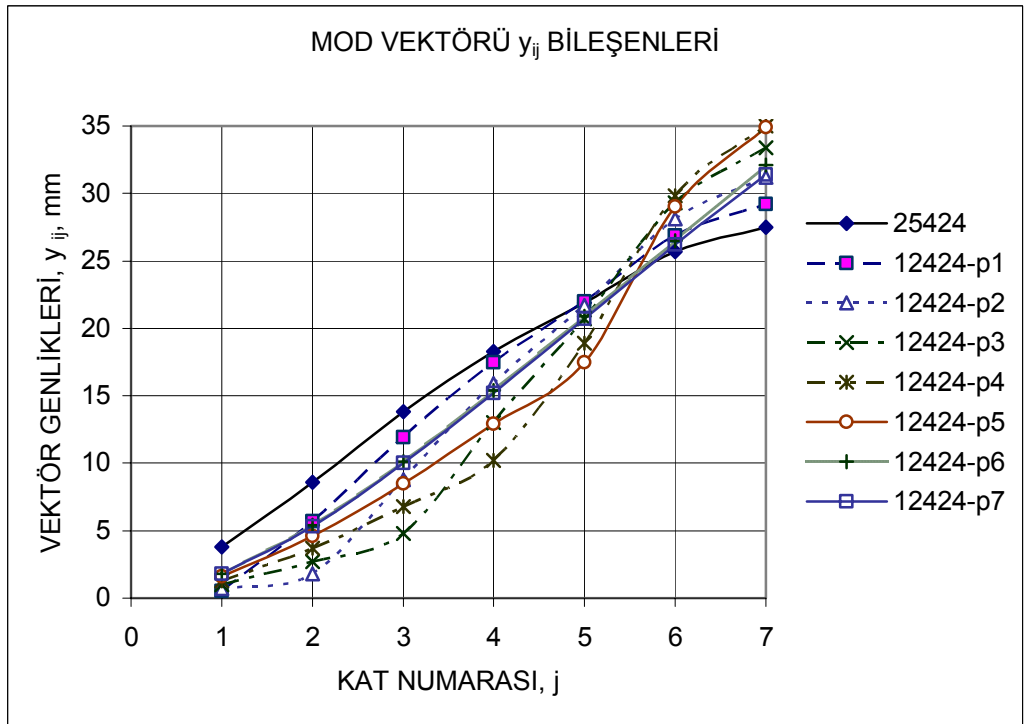
Şekil 5.40. Manto eklenerek güçlendirilmiş 25424 projesinin 1. mod vektörü  $x_{ij}$  genlikleri



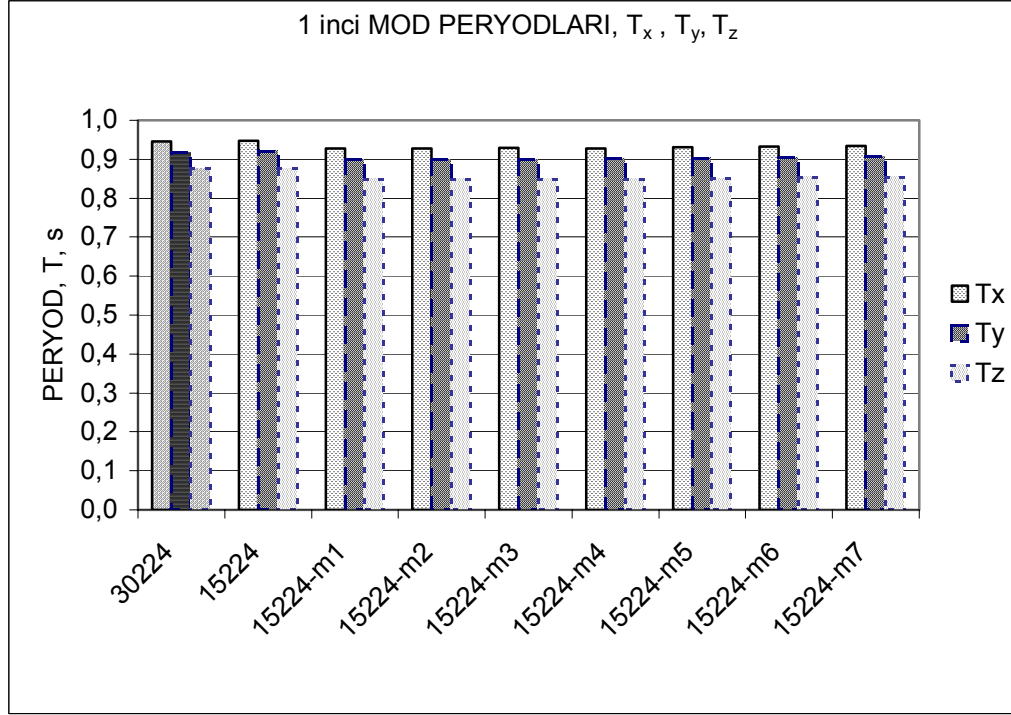
Şekil 5.41. Perde eklenerek güçlendirilmiş 25424 projesinin 1. mod vektörü  $x_{ij}$  genlikleri



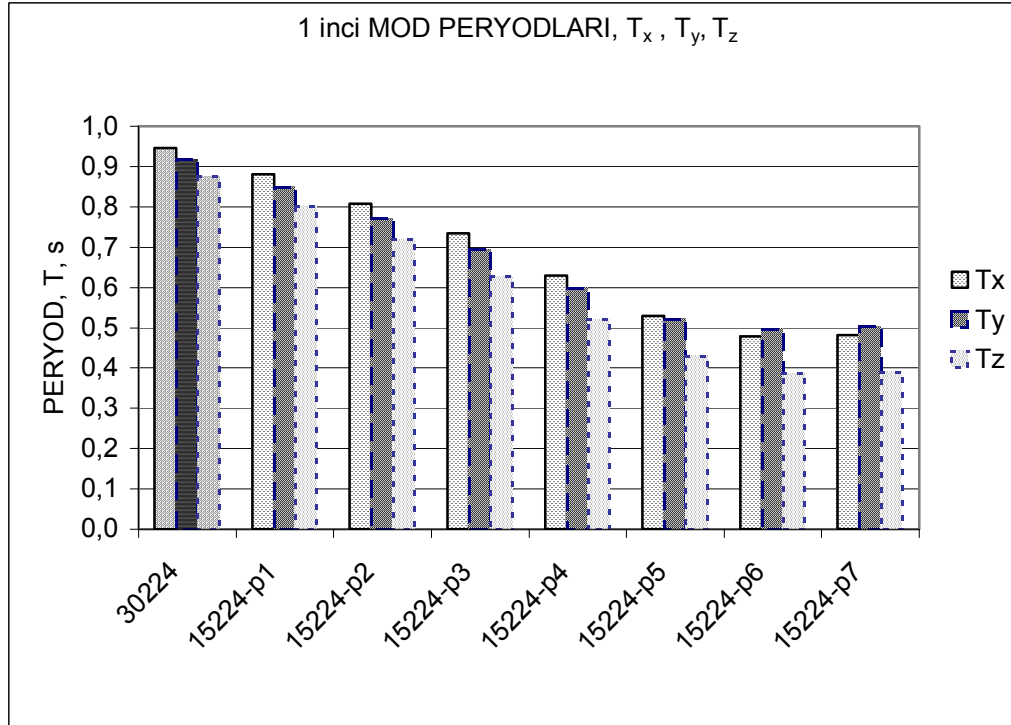
Şekil 5.42. Manto eklenerek güçlendirilmiş 25424 projesinin 1. mod vektörü  $y_{ij}$  genlikleri



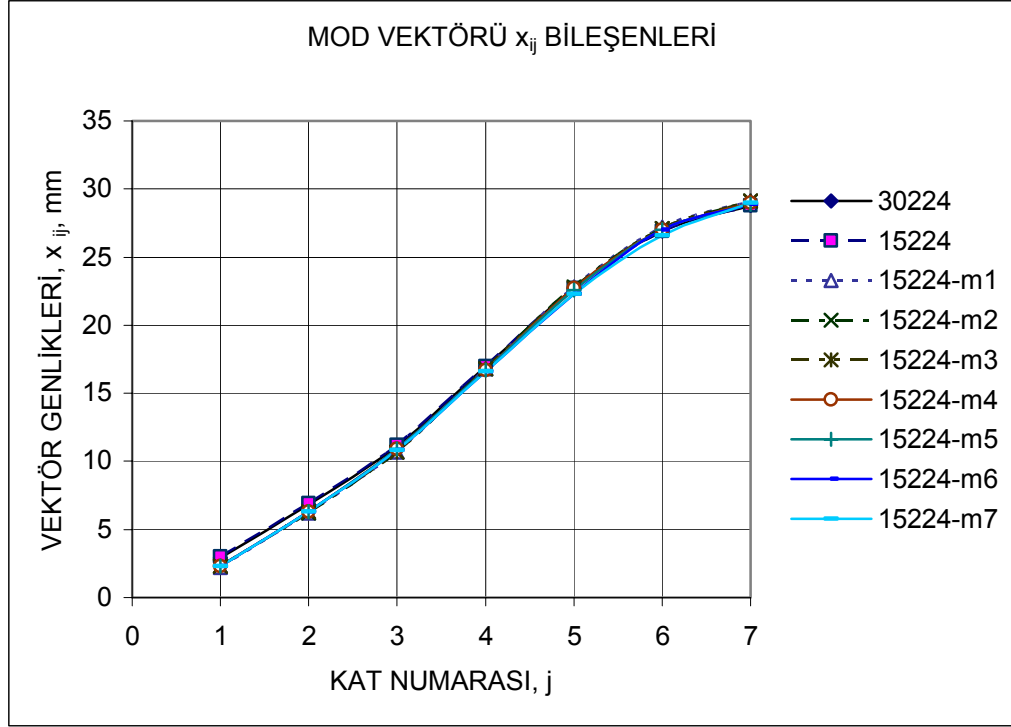
Şekil 5.43. Perde eklenerek güçlendirilmiş 25424 projesinin 1. mod vektörü  $y_{ij}$  genlikleri



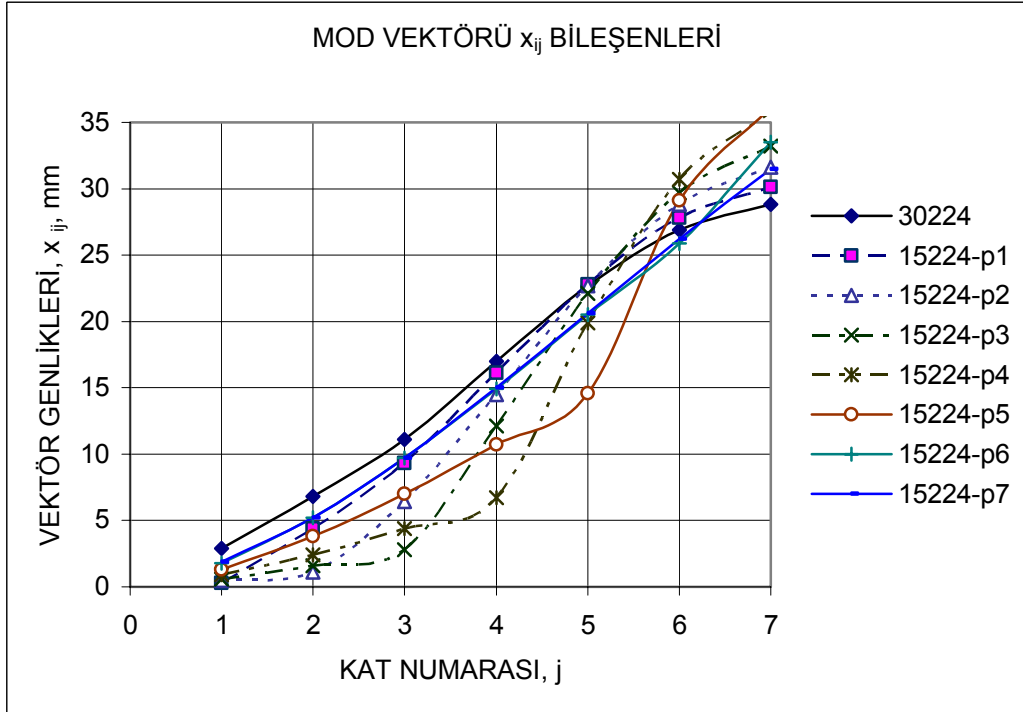
Şekil 5.44. Manto eklenerek güçlendirilmiş 30224 projesinin 1'inci mod periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$



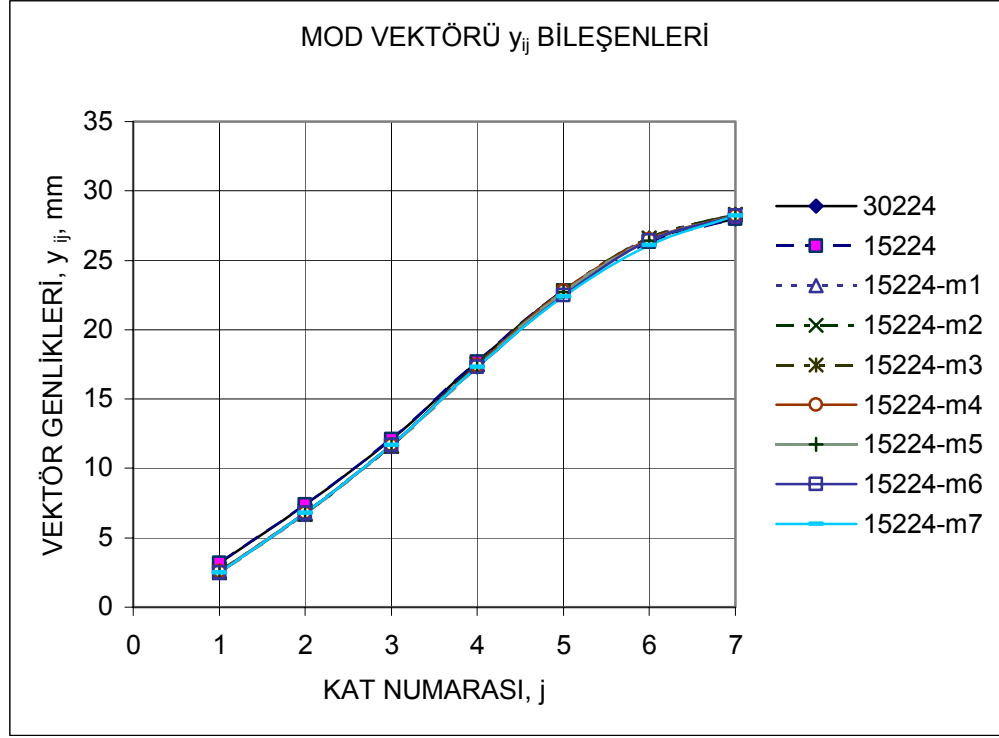
Şekil 5.45. Perde eklenerek güçlendirilmiş 30224 projesinin 1'inci mod periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$



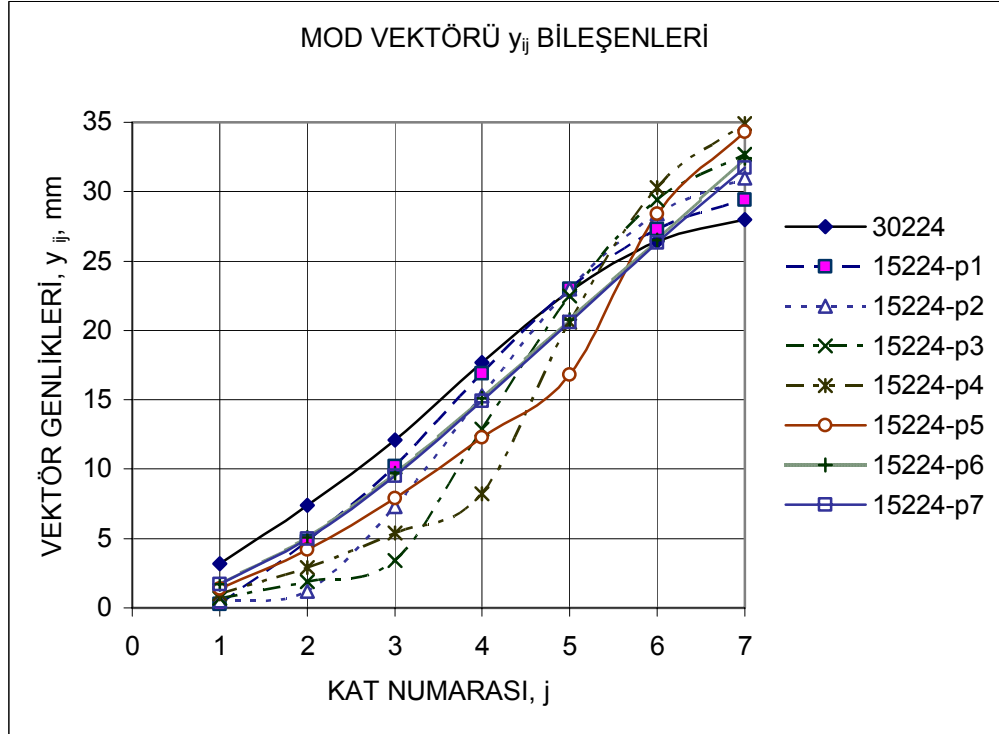
Şekil 5.46. Manto eklenerek güçlendirilmiş 30224 projesinin 1. mod vektörü  $x_{ij}$  genlikleri



Şekil 5.47. Perde eklenerek güçlendirilmiş 30224 projesinin 1. mod vektörü  $x_{ij}$  genlikleri

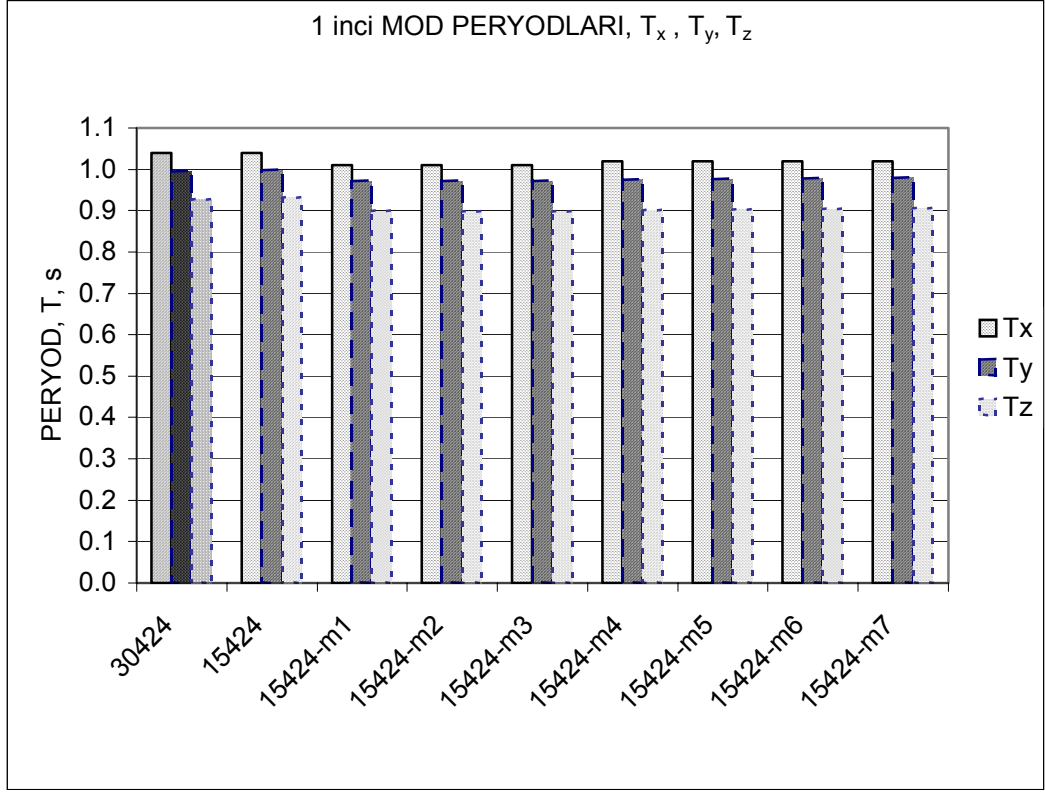


Şekil 5.48. Manto eklenerek güçlendirilmiş 30224 projesinin 1. mod vektörü  $y_{ij}$  genlikleri

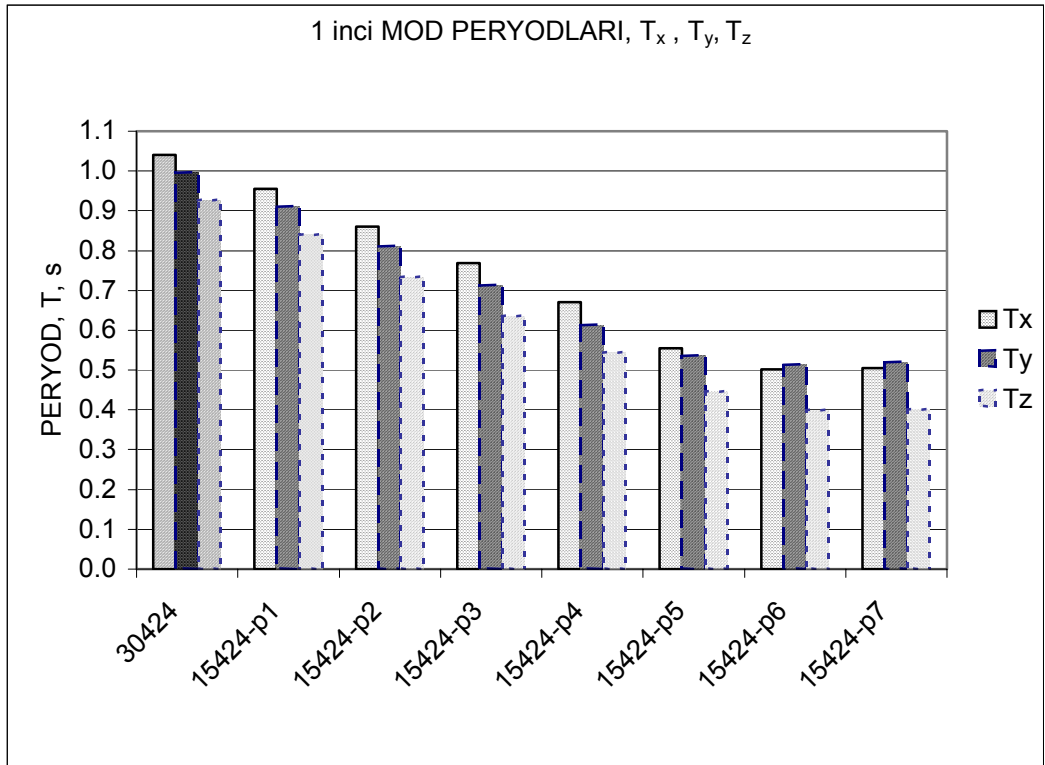


Şekil 5.49. Perde eklenerek güçlendirilmiş 30224 projesinin 1. mod vektörü  $y_{ij}$  genlikleri

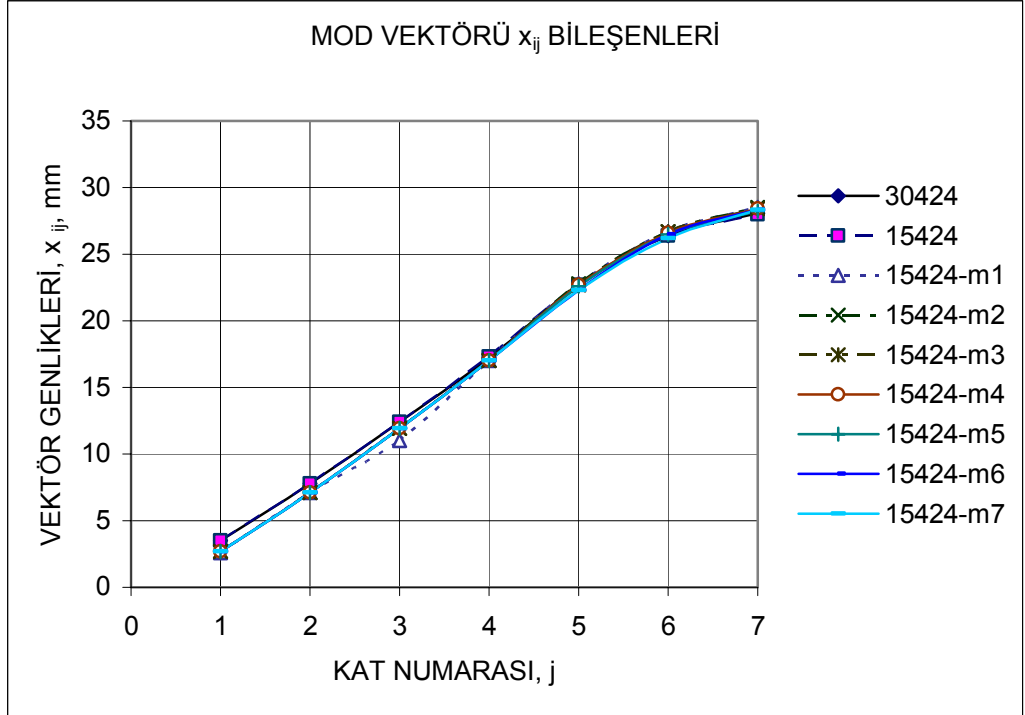




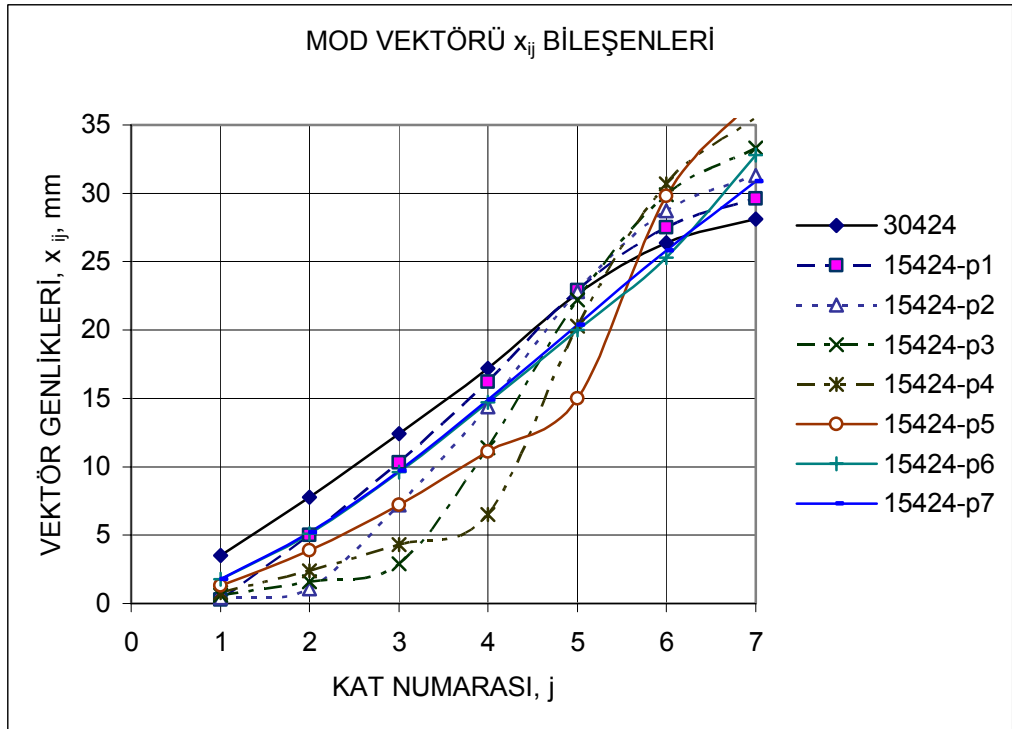
Şekil 5.50. Manto eklenerek güçlendirilmiş 30424 projesinin 1'inci mod periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$



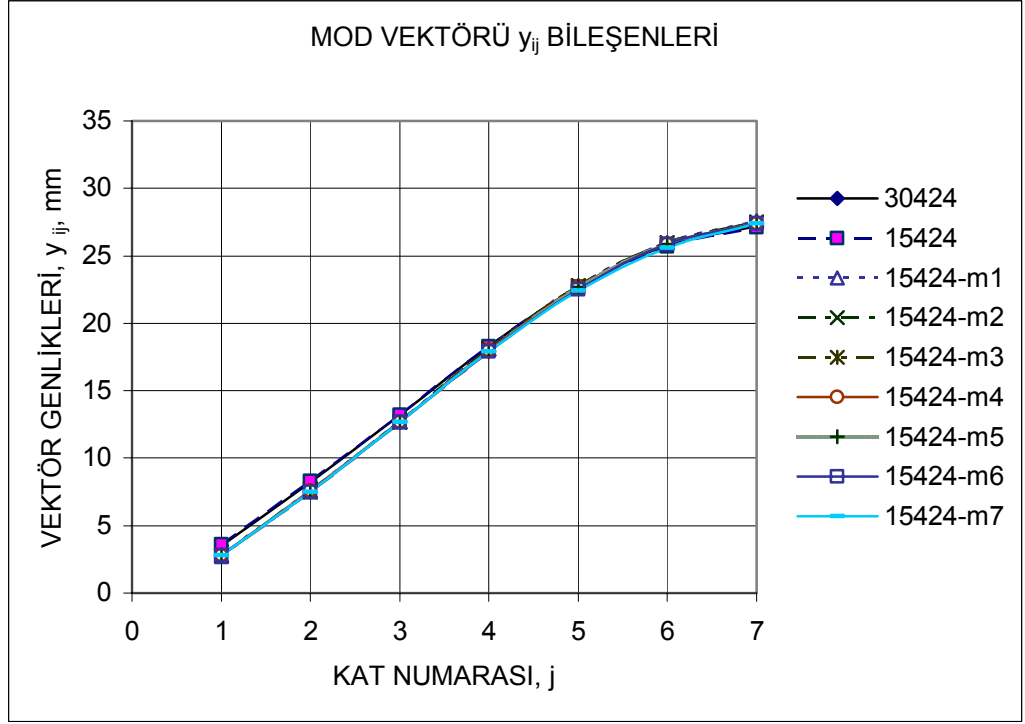
Şekil 5.51. Perde eklenerek güçlendirilmiş 30424 projesinin 1'inci mod periyodları  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$



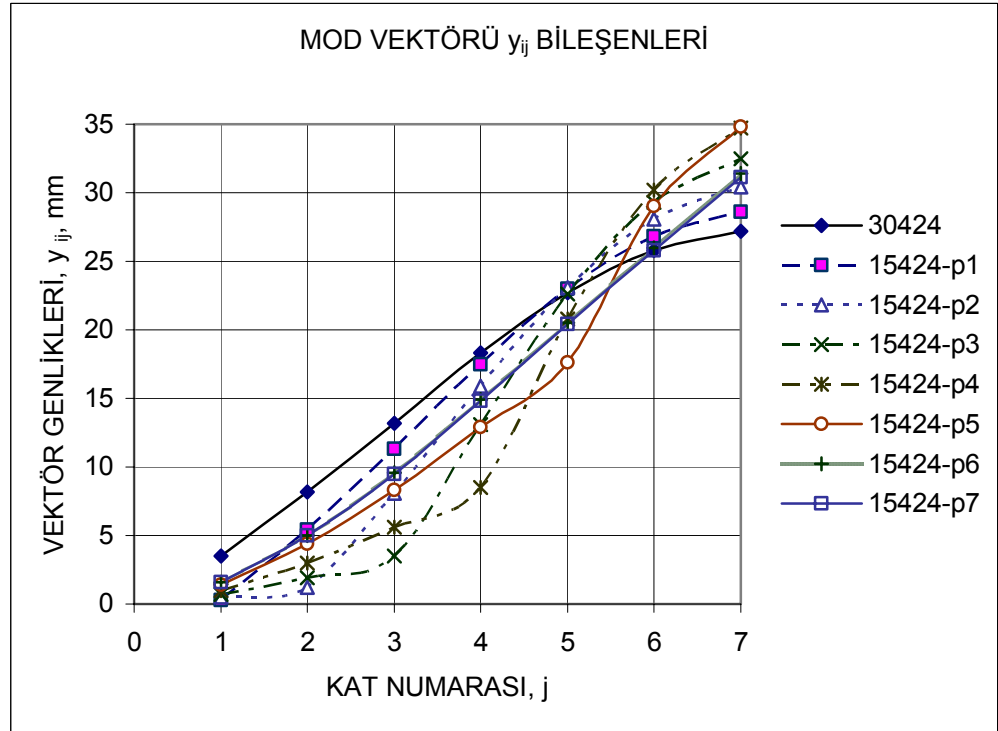
Şekil 5.52. Manto eklenerek güçlendirilmiş 30424 projesinin 1. mod vektörü  $x_{ij}$  genlikleri



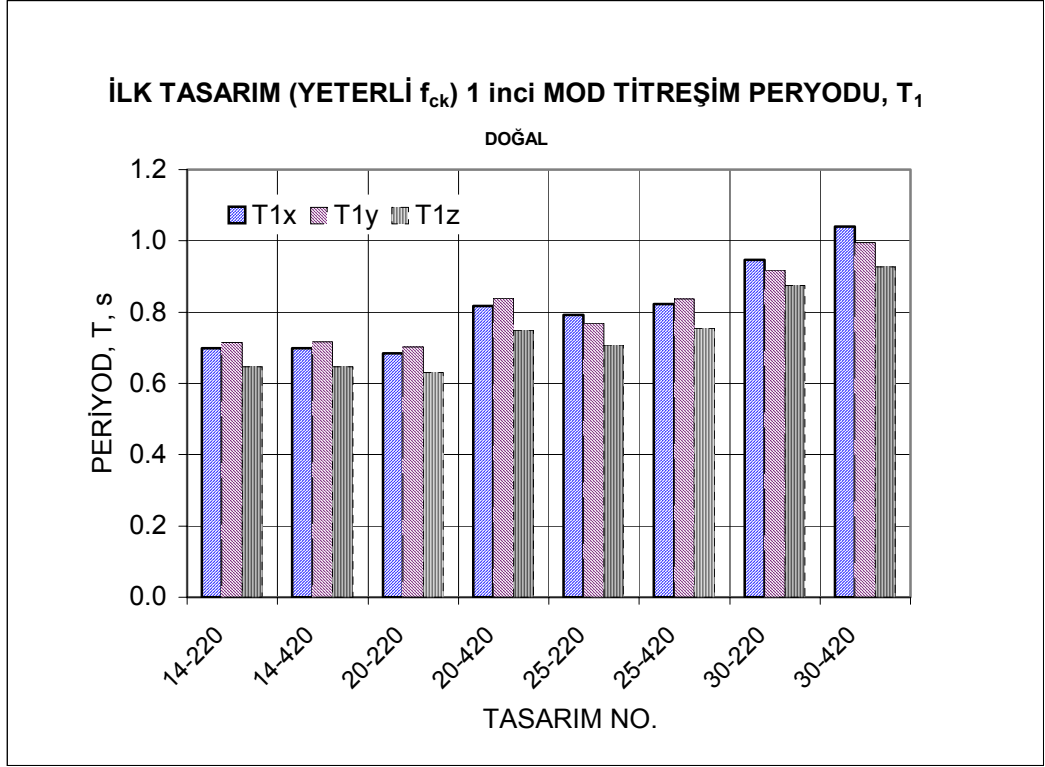
Şekil 5.53. Perde eklenerek güçlendirilmiş 30424 projesinin 1. mod vektörü  $x_{ij}$  genlikleri



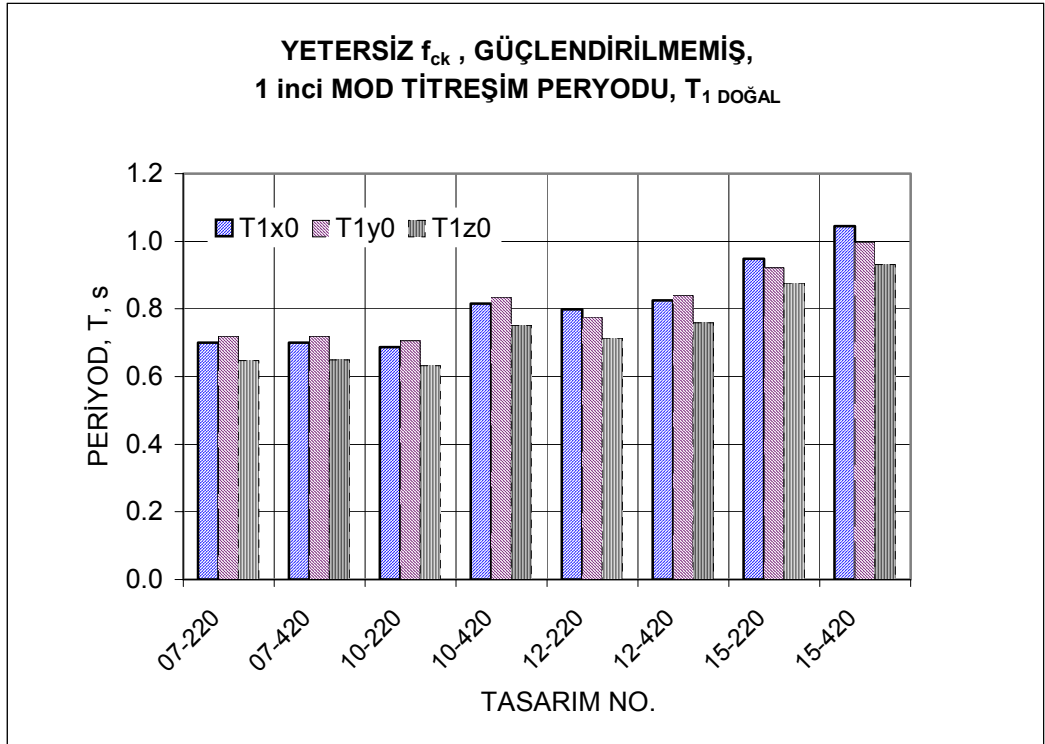
Şekil 5.54. Betonarme manto eklenerek güçlendirilmiş 30424 projesinin 1. mod vektörü  $y_{ij}$  genlikleri



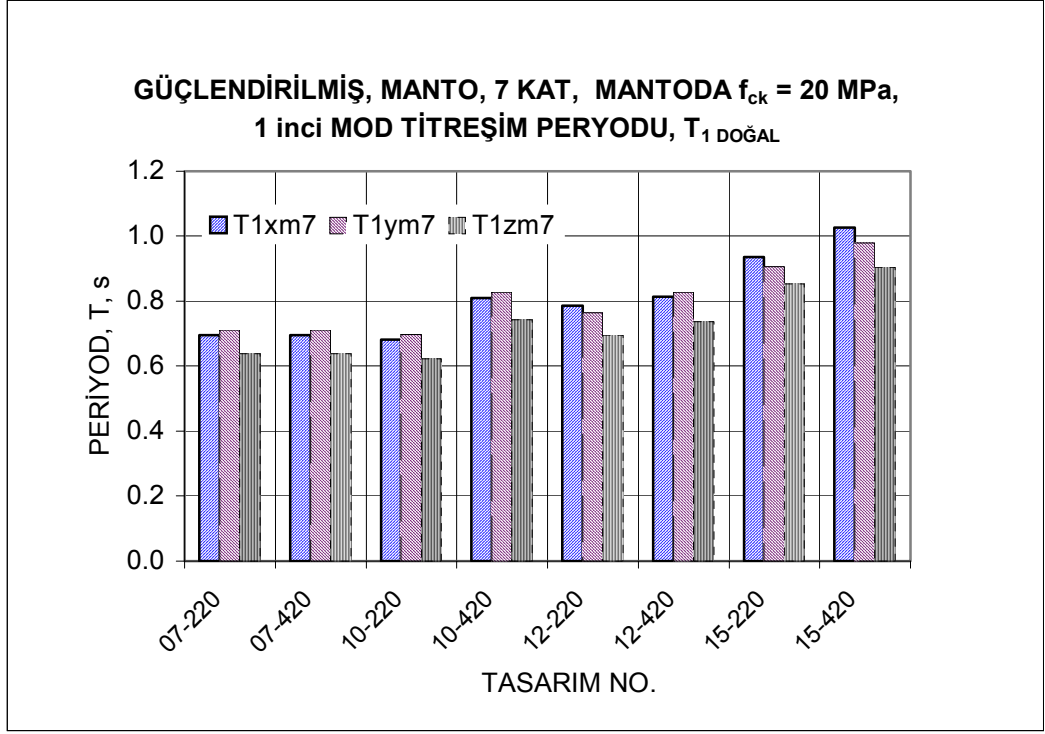
Şekil 5.55. Betonarme perde eklenerek güçlendirilmiş 30424 projesinin 1. mod vektörü  $y_{ij}$  genlikleri



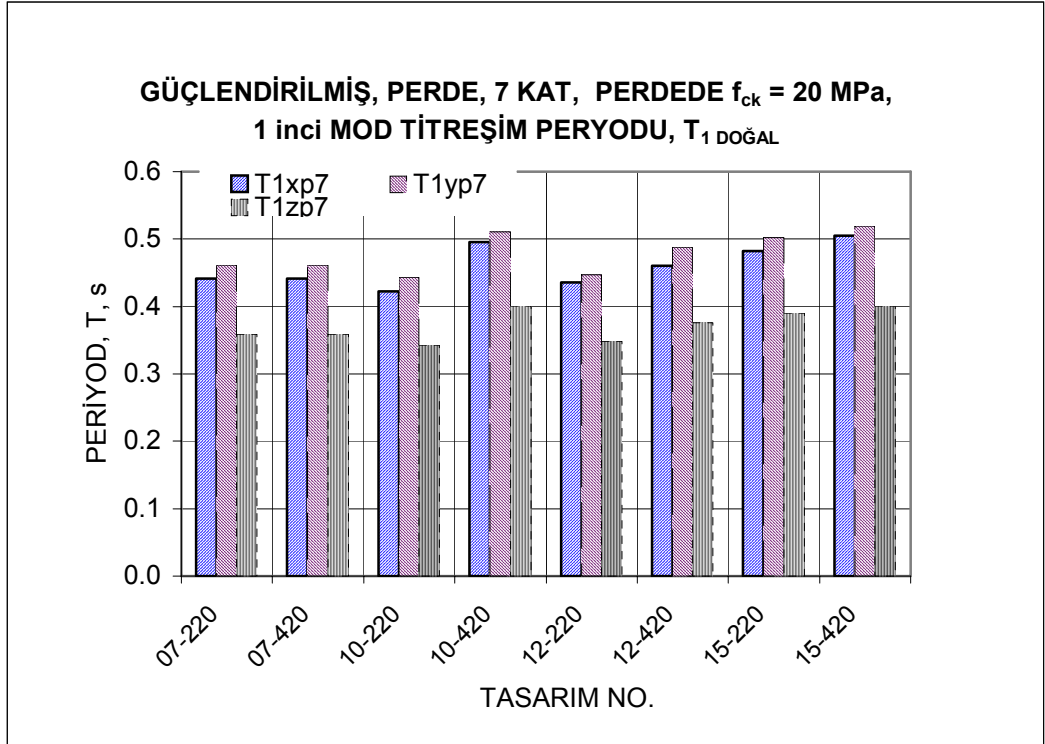
Şekil 5.56. Beton dayanımları yeterli projelerin 1'inci mod titreşim periyodları,  $T_{x1}$ ,  $T_{y1}$ ,  $T_{z1}$



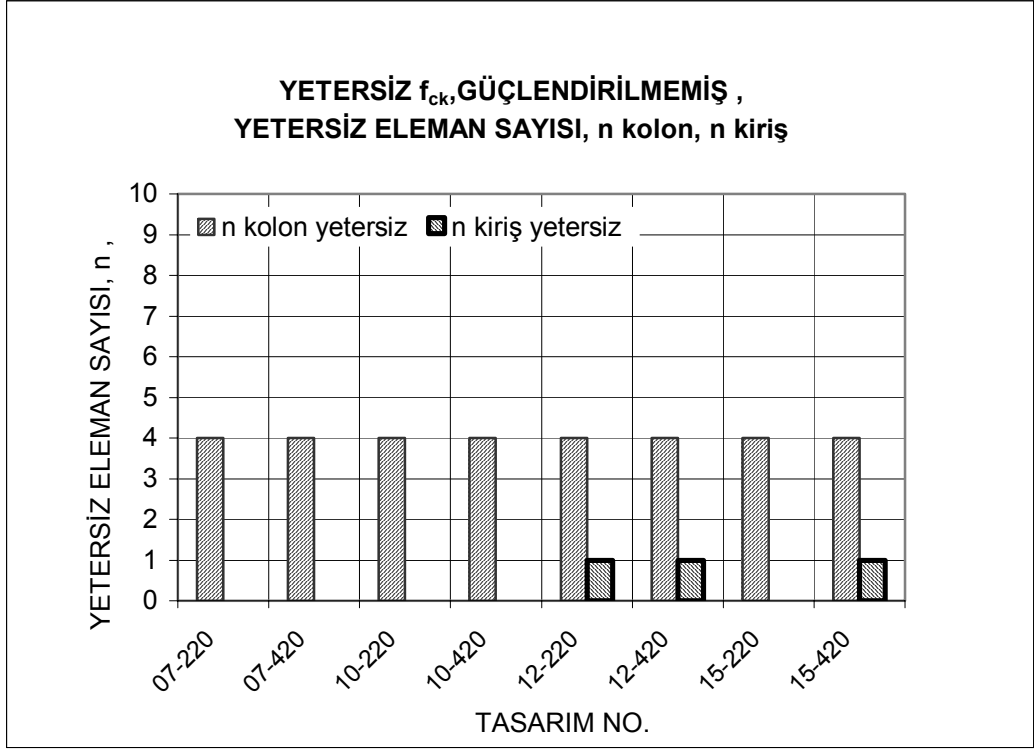
Şekil 5.57. Beton dayanımları yetersiz projelerin 1'inci mod titreşim periyodları,  $T_1$  DOĞAL



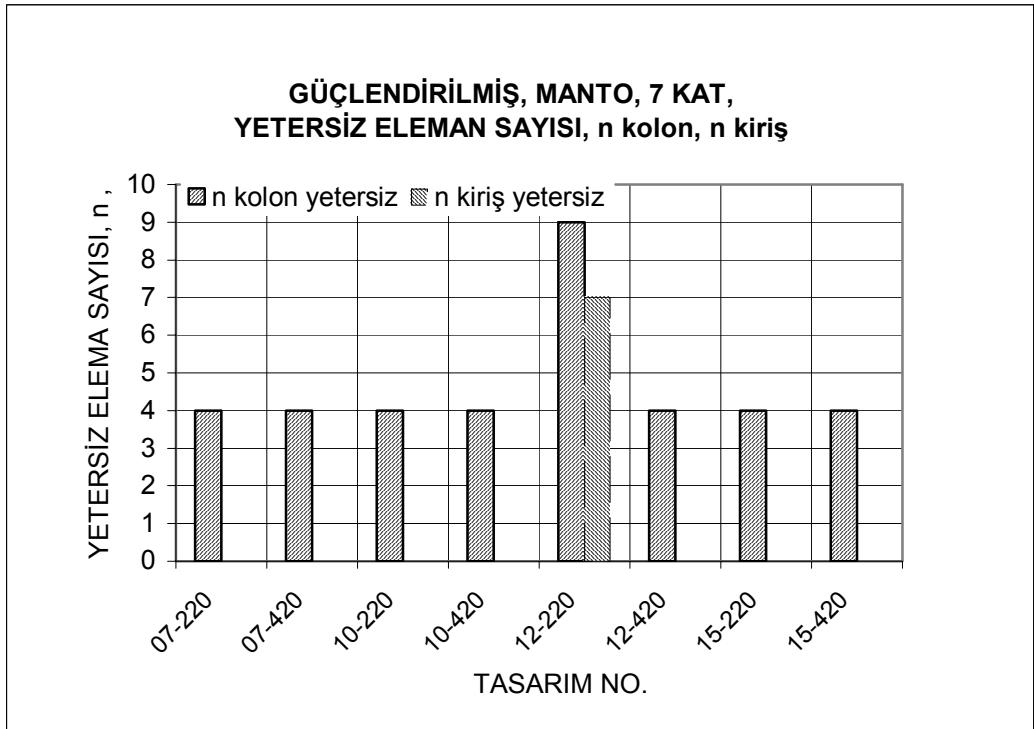
Şekil 5.58. 7 kat manto eklenerek güçlendirilmiş beton dayanımı yetersiz projelerin 1'inci mod doğal titreşim periyodları,  $T_1$  DOĞAL



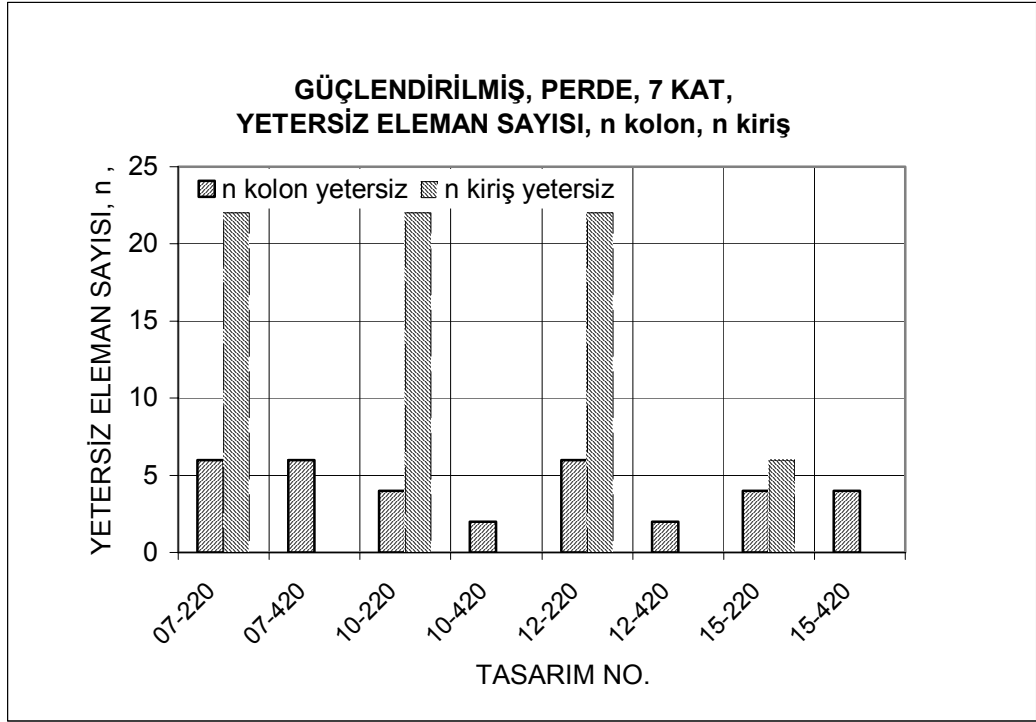
Şekil 5.59. 7 kat perde eklenerek güçlendirilmiş beton dayanımı yetersiz projelerin 1'inci mod doğal titreşim periyodları,  $T_1$  DOĞAL



Şekil 5.60. Beton dayanımı yetersiz projelerde yetersizlik veren kolon ve kiriş sayıları



Şekil 5.61. 7 kat manto eklenerek güçlendirilmiş beton dayanımı yetersiz projelerin yetersizlik veren kolon ve kiriş sayıları



**Şekil 5.62. 7 kat perde eklenerek güçlendirilmiş beton dayanımı bölgesel yetersiz projelerin yetersizlik veren kolon ve kiriş sayıları**

Tablo 5.127’de 100 mm ve 150 mm betonarme manto, 5 mm ve 10 mm çelik levha eklenerek güçlendirilen projelerdeki en küçük ve en büyük kesit boyutlu kesitlerin EI rijitlikleri görülmektedir. Betonarme manto eklenerek güçlendirmede EI değerleri yaklaşık 3 – 14 katına yükseldiği halde güçlendirme sonucunda yapı doğal periyodları ve görelî kat ötelenmeleri anlamlı düzeyde değişmemektedir (örnek olarak Şekil 5.50). Çelik levha eklenerek güçlendirmede ise EI değerleri güçlendirilmemiş kesitin 1,5 – 3 katına yükselmektedir. Bu durum, bilgisayar programında beton dayanımı yetersiz elemanların donatı miktarları artırılarak kesit taşıma güçleri yeterli duruma getirildiğinde başka bir yetersizlik bulunmaması durumu ile paralellik göstermektedir; rijitlikte bölgesel olarak bu mertebede bir değişiklik kesit yetersizliği doğuracak düzensizlikler oluşturmamıştır.

**Tablo 5.126 Kolonlara 100 mm ve 150 mm kalınlıkta betonarme manto ve 5 mm ve 10 mm kalınlıkta çelik levha eklenerek güçlendirilmesi durumlarında rijitlik artışı**

GÜÇLEN DİRİLME MIŞ	GÜÇLENDİRİLMİŞ							
	BETONARME ( $E_c=20$ GPA) MANTO EKLENEREK				ÇELİK LEVHA ( $E_s=200$ GPA) EKLENEREK			
$K_0$	$t=100$ mm		$t=150$ mm		$t=5$ mm		$t=10$ mm	
	$K_{BA100}$	$K_{c100}/K_0$	$K_{c150}$	$K_{c150}/K_0$	$K_{S05}$	$K_{S05}/K_0$	$K_{S10}$	$K_{S10}/K_0$
<b>6834360</b>	29 751 040	3,353	52 734 360	6,716	13 114 876	1,36	19 818 641	1,89
<b>15750000</b>	11 458 320	6,275	23 400 000	13,85	3 699 600	1,34	6 031 933	2,83

Tablo 5.127’de toplam güçlendirme maliyetleri ve oransal maliyetler görülmektedir.

**Tablo 5.127 Güçlendirme toplam maliyetleri**

PROJE NO	7 kat güçlendirme		1 kat güçlendirme		7 kat güçlendirme		1 kat güçlendirme		1 kat güçlendirme	
	$M_{BM7}$ , milyar TL	$M_{BM7}/M_{C1}$	$M_{BM1}$ , milyar TL	$M_{BM1}/M_{C1}$	$M_{BP7}$ , milyar TL	$M_{BP7}/M_{C1}$	$M_{BP1}$ , milyar TL	$M_{BP1}/M_{C1}$	$M_{C1}$ , milyar TL	$M_{C1}/M_{C1}$
<b>14224</b>	247,1	35	42,77	6,130	350,8	50	46,43	6,655	6,977	1,000
<b>14424</b>	216,1	31	46,53	6,669	346,1	50	48,15	6,902	6,977	1,000
<b>20224</b>	248,6	36	42,90	6,148	345,5	50	42,39	6,076	6,977	1,000
<b>20424</b>	194,6	28	35,05	5,010	234,9	34	33,14	4,738	6,996	1,000
<b>25224</b>	243,0	35	41,98	6,090	314,6	46	37,69	5,468	6,892	1,000
<b>25424</b>	196,8	29	35,10	5,124	250,4	37	32,90	4,803	6,850	1,000
<b>30224</b>	197,3	29	35,20	5,152	250,0	37	37,17	5,440	6,833	1,000
<b>30424</b>	181,8	27	32,70	4,821	205,4	30	28,27	4,169	6,782	1,000

Çelik kesit eklenerek güçlendirme birim maliyetleri yüksek olduğundan güçlendirilmesi gereken elemanların sayısının belirli bir düzeyin üstüne çıkması durumunda toplam maliyet binanın betonarme manto veya perde eklenerek güçlendirilmesi maliyetini aşabilir. Güçlendirme yöntemi kararı maliyetler gerçekçi ve ayrıntılı biçimde karşılaştırılarak verilmelidir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 6.1. Kaynak Yayın Değerlendirmesi Sonuçları

Betonarme taşıyıcı sistemin yıkılarak yeniden yapılması veya güçlendirilmesi kararı, öncelikle uyulması yasal yönden zorunlu belgelerde öngörülen taşıma gücü güvenliğinin sağlanması, ve kullanıcı veya mal sahibinin afet sonrasında istediği kullanılabilirlik düzeyinin teknik ve ekonomik ölçütler bakımından sağlanabilirliği değerlendirilerek verilmelidir.

Betonarme yapılar eleman kesitlerinin taşıma gücü artırılarak yerel (bölgesel) güçlendirme ve bütünsel güçlendirme olmak üzere başlıca iki türlü güçlendirilebilmektedir. Taşıyıcı eleman kesitlerinde ve birleşim bölgelerinde taşıma güçlerinin artırılması yerel ve sınırlı bölgesel yetersizliklerin karşılanması yeterli olduğu durumlarda uygun olmaktadır. Yapının bütününde yatay yüklerin büyük bir bölümünün karşılanmasını gerektiren yetersizlik durumunda bütünsel güçlendirme uygun olmaktadır.

Yerel güçlendirme, yapı içerisinde, kritik kesitlerin veya kritik taşıyıcı elemanların taşıma gücü güvenliklerinin (kapasitelerinin) betonarme mantolama, lifli polimer tabaka veya şeritlerle, veya elik kılıfla sarma, mevcut betonarme kesite yeterli biçimde birleştirilmiş levhalar, profiller ve/veya lamalar ekleme, elik tel veya demetle eleman eksenine dik öngerme uygulama yollarıyla yapılmaktadır. Mimari ve kullanım işlevselliğinin yatay yüklerin çerçeve açıklıklarının bir bölümünü kapatmasının istenmediği durum ve yerlerde uygundur.

Bütünsel güçlendirme, genellikle yatay yüklerin büyük ( $\geq 70$ ) bölümünü taşımak (temele aktarmak) üzere, mevcut betonarme yapının çerçeve açıklıklarının içerisine mesnetlendirilerek veya dışına yerleştirilerek bir bölümünü kapatacak betonarme perde, merkezsiz veya dışmerkezli elik çapraz ve kafes sistem (elik konstrüksiyon kiriş) biçiminde yapılmaktadır.

Yerel ve bütünsel güçlendirmede eklenen kesitlerin taşıdıkları kuvvetleri yapıda düzensizlikler oluşturmadan temellere aktarmalarının sağlanması gerekmektedir.

Güçlendirmenin yerel veya bütünsel olması, sağlanması gerekli taşıma gücü güvenliği düzeyine, betonarme veya çelik malzeme ile yapılması kararı ise yine ekonomik açıdan değerlendirmelere dayandırılmalıdır. Bazı durumlarda birden fazla güçlendirme yöntemleri, örnek olarak betonarme manto ve betonarme perde, birleşik olarak ve birlikte kullanılabilirlerdir.

**Betonarme yapıların betonarme manto ve perdelerle bütününe güçlendirilmesinde aşağıdaki önemli hususlar saptanmıştır.**

- Betonarme yapılarda taşıyıcı sistemin tamamının güçlendirilmesinde, yatayda ve düşeyde yapısal düzensizlikler (ABYYHY-1998’de tanımlı A1, B1 ve B2 türü) oluşturmayacak biçimde düzenlenmiş ve süreklilikleri sağlanmış, mevcut yapı ile birlikte çalışacak betonarme perdeler (kayma duvarları) kullanılması en güvenli ve düşük maliyetli seçenektir. Ancak betonarme perdenin sona erdiği kat döşemesinin üstünde rijitlikteki büyük azalma bu kattaki görelî kat ötelemesinin ve kesme kuvvetinin tasarımdaki değerlerin üstüne çıkmasına, B2 türü düzensizliğin oluşmasına yol açtığından betonarme perdelerin bütün katlarda devam etmesi gerekmektedir.
- Betonarme manto ile tekil kolonların güçlendirilmesinde güçlendiren betonarme kesit kalınlığı tek sıra donatılı kesitlerde en az 100 mm, çift sıra donatılı kesitlerde en az 150 mm, boyuna donatı aralığı en fazla 200 mm, sargı donatısı aralığı en fazla 150 mm olmalıdır.
- Betonarme mantolamanın yapının tamamının yatay yüklere karşı güçlendirilmesi için kullanılması mimari açıdan uygun görünebilmekle birlikte, her durumda teknik açıdan yeterli ve ekonomik olmayabilmektedir. Bir kolona betonarme manto eklenerek güçlendirme aşağıdaki durumlarda uygun olmaktadır:

1- Kolonun hasarlı olması.

2- Düşey yükler altında yetersiz olması.

3- İki kolon arasında güçlendirme perdesi yapılması durumunda kolonların perde başlık (uç) bölgesi olarak yetersiz olması.

4- Güçlendirme amacıyla yatay yüklerin %70’ten fazlasını alan deprem perdeleri yapılması halinde de kolonun yetersiz olması.

Betonarme yapıların çelikle güçlendirilmesinde aşağıdaki önemli hususlar saptanmıştır.[3]

- Güçlendiren taşıyıcı çelik yapı elemanlarında minimum kaynak dikişi kalınlığı 3 mm ve minimum et kalınlığı 4.5 mm olarak kullanılmaktadır. Ancak burkulma ve buruşma etkisi ayrıca göz önünde bulundurulmalıdır.
- Şantiyede kaynaklı birleşim ve eklerin sertifikalı kaynakçılar tarafından yapılması ve dikiş kalınlıklarının denetlenmesi zorunludur.
- Çerçevelerin kolon-kiriş birleşimlerinde kolon sürekliliği sağlanmalıdır. Kirişin kolon kesitinin başlığına veya güçlendirme levha veya profillerine bağlanması durumunda kolon gövdesi çelik güçlendirmesi kiriş başlığı seviyesinde berkitme levhaları ile güçlendirilmelidir.
- Birinci ve ikinci deprem bölgelerinde, eğilme momenti aktaran birleşim ve eklerde kaba bulon kullanılmaz; öngermeli yüksek dayanımlı bulonlar ve ankraj bulonları kullanılabilir. Yüksek dayanımlı bulonlar ISO 8.8 veya 10.9 kalitesinde olmalıdır [3].
- Kolon ana güçlendirme elemanlarının ekleri kolon-kiriş birleşim yerinden en az kat yüksekliğinin  $\frac{1}{4}$  ü kadar uzakta yapılmalıdır. Eklerin küt kaynakla yapılması durumunda, kaynak ağzı açılmalı ve derin penetrasyonlu kaynak kullanılmalıdır. Parça kalınlıklarının büyük olduğu kaynaklı birleşimlerde gevrek davranışı önlemek için ön ısıtma uygulanmalıdır.
- Çelik çaprazlı perdelerdeki örgü çubuklarının kolon-kiriş birleşim noktasına veya iki örgü çubuğunun bir kiriş üzerindeki ortak birleşim noktasına göre dışmerkezliği, perde kolonları arasındaki açıklığın  $\frac{1}{5}$ 'i ile  $\frac{1}{10}$ 'u arasında seçilmelidir. Dışmerkez örgü çubuklarının kirişle birleşme noktalarında, kirişin yanal burkulmasının ve ayrıca yerel burkulmaların önlenmesi için gerekli önlemler alınmalıdır. Örgü çubuklarının kolonlara bağlandığı çaprazlı çelik kafeslerde, bağlantı kolon kesitinin başlığına yapılmalı, kolon gövdesine bağlantı yapılmamalıdır.

- Güçlendiren çelik kesitler, bağlantı elemanları ve birleşim araçları korozyon ve yangına karşı korunmalıdır. 150 °C ve üzerindeki sıcaklıklarda epoksi reçinelerinin ve 300 °C ve üzerindeki sıcaklıklarda yapı çeliğinin dayanımlarının tamamını kaybettikleri göz önünde bulundurulmalıdır.

## **6.2. Tez Çalışmasında İncelenen Taşıyıcı Sistem ve Betonarme Manto ve Betonarme Perde Eklenerek Güçlendirme Tasarımları Üzerinde Değerlendirme Sonuçları**

Betonarme manto eklenerek güçlendirmede güçlendirme kat kat eklendiğinde doğal titreşim periyodlarında yaklaşık %1 kadar bir azalma oluşurken, 7 kat perde eklenerek güçlendirme sonucunda, önemli düzeyde rijitlik artışı nedeniyle, %37 civarında bir azalma görülmektedir. Kat ötelenmelerini gösteren mod vektörü şiddetleri incelendiğinde, betonarme manto eklenerek güçlendirme durumunda güçlendirme kat kat eklendikçe deplasman genliklerinde ve görelî kat ötelenmelerinde anlamlı düzeyde değişme olmadığı ( $\leq$ %5-%10), buna karşılık kat kat betonarme perde eklenerek güçlendirme yapıldığında ötelenmelerin -%60 ile +%25 arasında, bağıl ötelenmelerin ise -%80 ile +%250 arasında değiştiği, bunun sonucunda da, —B1, B2 veya B3 türü düzensizlikler bulunmadığı halde— kesiti yetersiz kolon ve kiriş sayısının artabildiği, bu yetersizliklerin en üst kat da dahil betonarme perde eklenerek güçlendirmenin devam ettirilmesi durumunda azaltılıp giderilebildiği görülmektedir.

### **6.3. Tez Çalışmasında İncelenen Taşıyıcı Sistem ve Kesitlerin Taşıma Gücü Kapasitelerinin Çelik Konstrüksiyon Eklenecek Artırılması Yoluyla Güçlendirme Tasarımları Üzerinde Betonarme Manto ve Perde ile Karşılaştırmalı Değerlendirme Sonuçları**

Çelik kılıf ve profiller eklenerek betonarme kesitlerin taşıma gücü kapasitelerinin artırılması için kesitlerde betonarme donatısı artışları bilgisayar programı kullanılarak belirlenmiştir. Ancak bu donatı artışından daha büyük güçlendiren çelik kesitler kullanılmış, fakat bu durum için ayrıca yapının mekanik davranışı üzerinde analizler yapılmamıştır. Bununla birlikte eleman rijitliklerindeki artışların betonarme manto eklenerek güçlendirmedekinden çok daha az olacağı açıktır. Bu nedenle bölgesel beton dayanımı yetersizliği bulunan betonarme yapılarda kesitlerin taşıma güçleri sadece yetersiz betonarme kesitlere çelik levha ve/veya profil eklenerek güçlendirilmeleri durumunda rijitlik veya dayanım süreksizlikleri yoksayılabilir kadar küçük olmaktadır.

Bu çalışmada yalnız bir katta sınırlı bir bölgede beton dayanımı yetersizliği bulunan betonarme taşıyıcı sistemin yeterli beton dayanımlı taşıma gücü güvenliği düzeyine güçlendirilmesi maliyetlerinin çelikle bir katta bölgesel güçlendirme halindeki göre betonarme 7 katta manto kullanılması halinde 27~35 defa daha, 7 katta betonarme perdelerle güçlendirme halinde 28~46 defa daha büyük olduğu görülmektedir. Maliyetlerin bu denli farklı olmasının nedeni betonarme manto veya perde eklenerek güçlendirmenin beton dayanımı yetersiz bölge ile sınırlı kalamayıdır. Betonarme manto veya perde ile yetersiz beton dayanımlı bölgeyle sınırlandırılmış güçlendirmede yapıda oluşan düzensizlikler ve kesit yetersizlikleri en üst kata da devam ettirilmesini gerektirmektedir.

Binanın kat adedi, taşıyıcı sistem biçimi, boyutları ve türü değiştiğinde sonuçların değişeceği bilinmektedir. Ancak yapılan çalışma ve elde edilen sonuçlar güçlendirme tasarımında ve taşıma gücü güvenliğinin sağlanmasında göz önünde bulundurulması gereken düzensizliklerin “Âfet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik – 1998”deki Tablo 6.1’deki B1, B2 ve B3 türü ile sınırlı kalamayacağını, güçlendirme tasarımında mekanik davranışı sınırlayan başka ölçütlerin

de eklenmesi veya mevcut ölçütlerin bu tür yetersizlikleri de kapsayacak biçimde genişletilmesi gerektiğini göstermektedir. Ayrıca maliyet hesaplarının da ayrıntılar yeterli düzeyde göz önüne alınarak yapılması gerekmektedir.

## **EK A STA4CAD PROGRAMI V.9 [8]**

(Bu bölüm STA4CAD Eğitim bölümünden kısaltılarak alınmıştır.)

### **A1. GİRİŞ**

STA4 programı çok katlı betonarme yapıların mekanik analizini ve betonarme tasarımını birlikte yapan bir paket programdır. Program büyük bölümüyle yürürlükteki “Afet Bölgelerinde yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ocak 1998” ve TS 500 / Şubat 2000 Betonarme Yapıların tasarım ve Yapım Kuralları” ilkelerine uygundur ve bazı parametreler kullanıcı tarafından değiştirilebilmektedir.

Hesaplar kuvvet metodu uygulanarak yapılmakta, yatay plaklar düzlemleri içerisinde sonsuz rijit varsayılmaktadır. Plan aplikasyonuna uygun olarak girilen yapı bilgileri ile program otomatik olarak yapısal modelleme yapmakta, eleman rijitliklerini dikkate alarak denge denklemlerini bir defada kurmakta ve çözmektedir. Ayrıca yapı statik hesaplarında, yapı-zemin davranışını dikkate alabilmesi sayesinde, zemin çökme ve dönmelerinin rijit üst yapıdaki etkilerini saptayarak gerçek tesirleri bulmaktadır. Izgara kirişler veya plandaki geometrisi bozuk kirişleri sonlu elemanlar olarak çözülmekte ve sonuçları tek bir kiriş olarak değerlendirilmektedir.

Program yapıdaki en elverişsiz yük kombinasyonlarını dikkate alan 16 adet yükleme biçimini göz önüne alarak çözüm yapmaktadır. Bunlar; 7 adet düşey yük kombinasyonu (ölü, hareketli, damalı, band kombinasyon), 4 adet deprem veya dinamik analiz kombinasyonu (x ve y yönünde, yapı ağırlık merkezinin  $\pm\%5$  dışmerkezliği dikkate alınarak), 4 adet rüzgar kombinasyonu (x ve y yönünde, yapı ağırlık merkezinin  $\pm\%5$  dışmerkezliği dikkate alınarak) ve 1 adet zemin etkilerinin statik olarak yapı tarafından taşınması ile ilgili kombinasyondur.

Yapı modellemesinde eleman rijitliklerinin bulunması ve döşeme yük dağılımlarının vektörel olması nedeniyle, geometrileri bozuk yapılar da dahil yeterli doğrulukta boyut, yükler ve eleman ilişkisi tanımlanmış olmaktadır. Yapılarda çok kullanılan eleman türleri dikkate alınmıştır. Kirişlerin düzgün, prizmatik, guseli ve değişken kesitli olması veya geniş perdelerle oturması rijitlik ve yük matrisinde dikkate alınmaktadır. Ancak eğik (yatayla  $0^\circ$  veya  $90^\circ$  açı yapan) betonarme elemanların tanımlanmasına müsaade edilmemektedir.

Dikdörtgen, prizmatik, daire kesitli kolonlar ve geometrisi bozuk (poligon) kolonlar ayrı ayrı tanımlanmaktadır. Kolon hesap rijitliklerinde, perde kontrolü yapılmakta ve kayma deformasyonları dikkate alınmaktadır.

Geometrisi bozuk, çok parçalı dikdörtgenlerden oluşan ve asmolen döşeme türleri tanımlanabilmektedir. Temeller, temel zemini davranışının Winkler hipotezi ile temsil edildiği sonlu elastik kiriş olarak çözülmektedir. Ancak döşeme plaklarında TS 500/Şubat 2000 ilkelerine uygun narinlik irdelemesi yapılmamaktadır.

Deprem hesapları Yönetmelikte tanımlı “eşdeğer deprem yükü yöntemi” ile yapılabildiği gibi, “mod süperpozisyonu yöntemi” ile de yapılabilmektedir. Dinamik zemin hız spektrumları, bölgelere göre program kütüphanesinde mevcut olup, istenirse kullanıcı tarafından değiştirilebilmekte veya yeni spektrum değerleri girilebilmektedir.

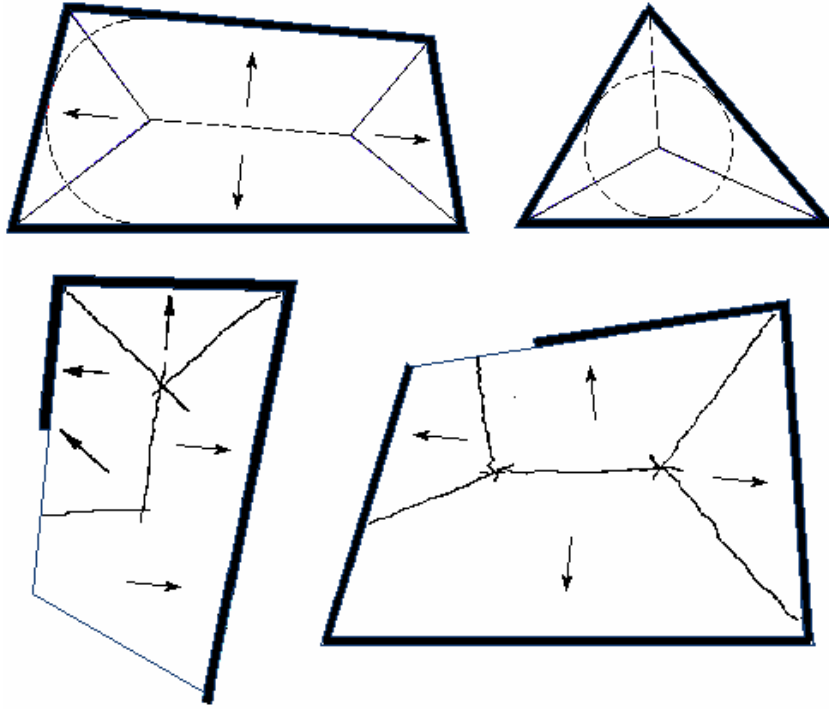
Betonarme kesit hesapları TS 500'e uygun olarak, “Emniyet Gerilmesi” veya “Taşıma Gücü Yöntemi”ne göre yapılmaktadır. Taşıma Gücü deprem, sehim ve düktilite koşullarına göre irdelenmektedir. Program kolon ve kat burkulmalarını dikkate alarak, kolon moment büyütme faktörü ile betonarme hesaplamaları yapmaktadır. Sonuçların değerlendirilmesi, optimizasyon ve eleman donatı düzenlemesi grafik ekran sayesinde görsel olarak yapılabilmekte ve izlenebilmektedir.

## **A2. STA4CAD PROGRAMINDA KURAMSAL İLKELER**

### **A2.1. Döşeme Yüklerinin Kiriş ve Kolonlara Dağıtılması**

Döşeme yükleri, aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi, akma çizgisi (**yield-line**) teorisi uygulanarak kirişlere ve kolonlara dağıtılmaktadır. Enerji denkliği yöntemiyle plak akma doğruları bulunmakta, döşeme yüklerinin doğrudan doğruya kolonların veya perdelerin içindeki kısımlarından gelen yükler, koordinatları tanımlanarak doğrudan kolonlara aktarılmaktadır; kirişler, doğrudan kolonların payına düşen plak alanlarının dışında kalan kısımlardan yük almaktadır.





**Şekil A1 Döşeme plaklarında akma çizgisi yöntemiyle kiriş, kolon ve perdelerle yük aktarımı**

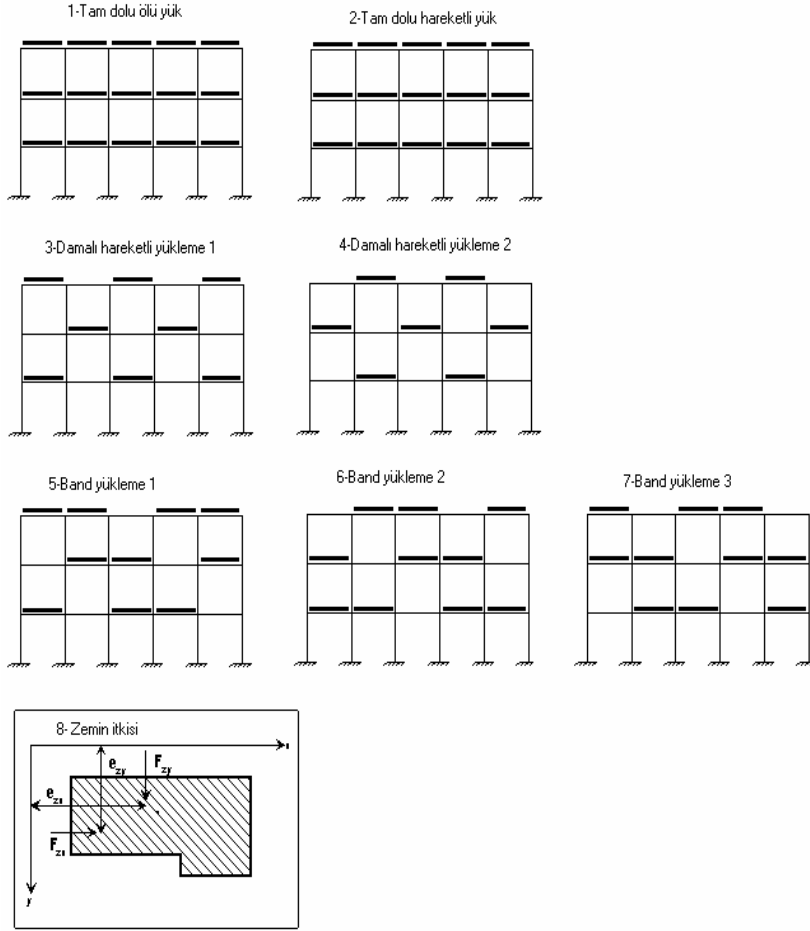
Döşemelerden kirişlere gelen yükler, hem analiz sonuçlarının değerlendirilmesi bölümünde grafik ekrandan, hem de sonuçların yazıcıdan alınması sonrasında çıktı üzerinde, grafik çizim olarak izlenebilmektedir.

## **A2.2. Elverişsiz Yük Kombinasyonları**

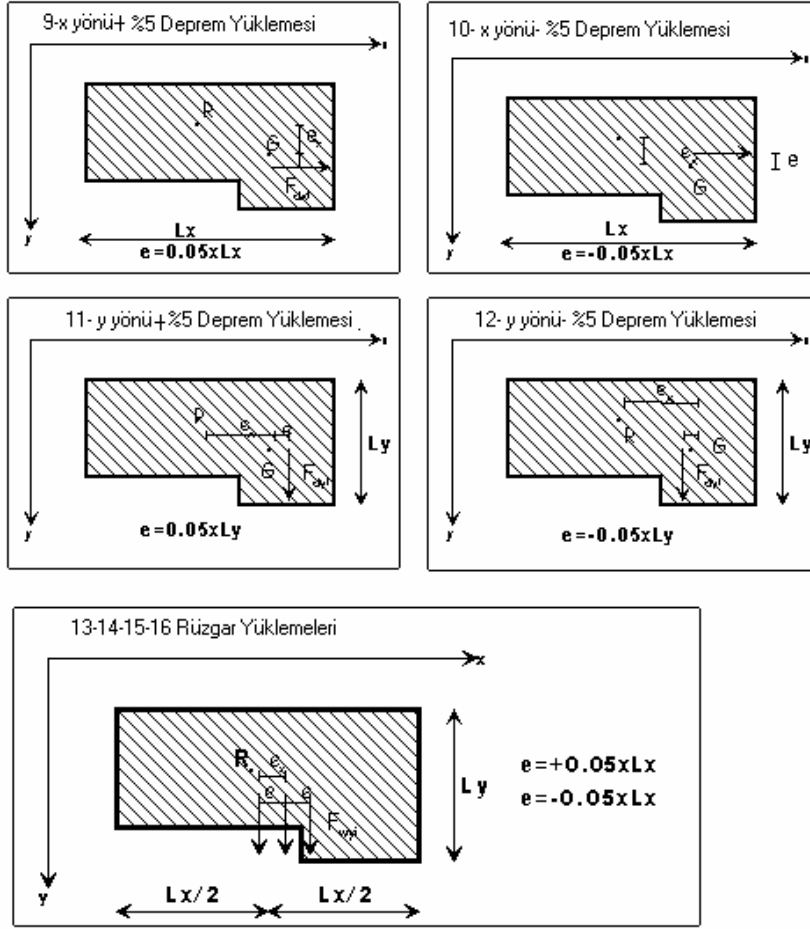
### **A2.2.1. Yatay Yük Kombinasyonları**

Deprem yükleri yürürlükteki yönetmeliğe uygun biçimde göz önüne alınmaktadır. Hareketli yükün depremde %30 ila %80 arası doluluğu dikkate alındığında, hareketli yükün dışmerkezliği sebebiyle, aynı yönde iki ayrı yükleme yapılmaktadır (Şekil A2). Aynı şekilde; 13, 14, 15, 16 yüklemeleri de rüzgar hesapları için burulmalı olarak yapılmaktadır.

DÜŞEY YÜK KOMBİNASYONLARI



Şekil A2 STA4CAD'de yapıya etkililen düşey ve yatay yük kombinasyonları



Şekil A3 Deprem ve rüzgar yüklerinin STA4CAD’de yapıya etkilmesi

Yapıya etkiyen ölü, hareketli düşey ve yatay yükler, yük karakteristik faktörleri ile çarpılmadan denge denklemlerine girilmektedir. Seçilen betonarme hesap (güvenlik gerilmeleri veya taşıma gücü) yöntemine bağlı olarak en büyük değerlerin süperpozisyonla bulunmasında yük çarpanları ile çarpılarak en elverişsiz kombinasyonlar bulunmaktadır.

## **A2.2.2. En Büyük Kesit Tesirlerinin Bulunmasında Esas Alınan Yük Kombinasyonları**

**A2.2.2.1.** Programın opsiyon bölümünde girilen yük çarpanları şunlardır:

$\varphi_G$  : Ölü yük çarpanı = 1.4

$\varphi_Q$  : Hareketli yük faktörü = 1.6

$\varphi_E$  : Deprem yükü faktörü = 1.0

$\varphi_W$  : Rüzgar yükü faktörü = 1.3

**A2.2.2.2.** Taşıma gücü opsiyonuna göre yük kombinasyonları şunlardır;

$$\varphi_G \cdot G + \varphi_Q \cdot Q \rightarrow 1.4 \cdot G + 1.6 \cdot Q$$

$$G + Q + \varphi_E \cdot E \rightarrow G + Q + E$$

$$0.9 \cdot G + \varphi_E \cdot E \rightarrow 0.9 \cdot G + E$$

$$G + Q + \varphi_W \cdot W \rightarrow G + Q + 1.3 \cdot W$$

$$0.9 \cdot G + \varphi_W \cdot W \rightarrow 0.9 \cdot G + 1.3 \cdot W$$

**A2.2.2.3.** Emniyet Gerilmesi Yöntemi seçeneği ile zemin emniyet gerilmesi irdelemesinde ve temel optimizasyonunda uygulanan yük kombinasyonları:

$G + Q$ ,

$(G + Q + E)/1.33$ ,

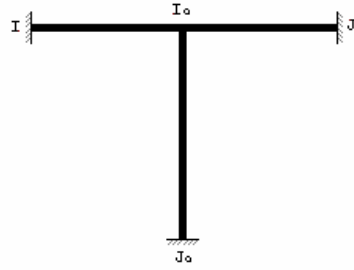
$(G + Q + W)/1.25$

Temeller Winkler zeminine oturan sonlu kiriş teorisi ile nominal yükler esas alınarak tasarlanmaktadır. Zemin gerilmesi kontrolü, emniyet gerilmesi yük kombinasyonuna göre yapılmaktadır. Yapıya gelen kat seviyesindeki zemin itkileri her iki yönde dikkate alınmakta, ölü yük çarpanları kullanılmaktadır. Betonarme hesaplarda ise, emniyet gerilmesi veya taşıma gücü hesap opsiyonuna uygun yük kombinasyonu dikkate alınmaktadır.

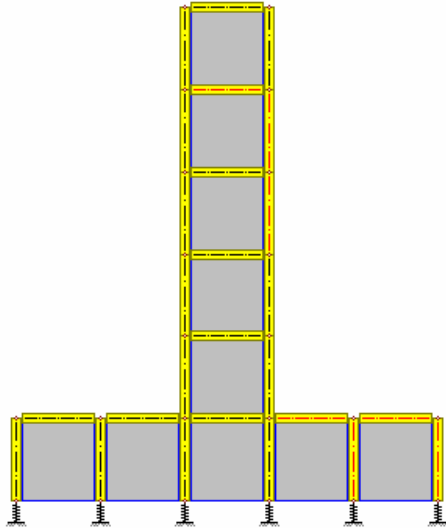
### **A3. KİRİŞLERİN ANKASTRE UÇ KESİT TESİRLERİNİN BULUNMASI STA4CAD**

Kirişlerin kolon içinde kalan kısımlarına gelen yükler, doğrudan kolonlara aktarılmakta ve kolon bölgesindeki rijitliği sonsuz kabul edilerek rijitlik değerleri ve ankastrelik momentleri belirlenmektedir. Bulunan ankastrelik değerleri kolon eksenine taşınmaktadır.

Panel elemanların mekanik davranışı ve ilgili kesit tesirleri Şekil A4 ve A5'te özetlenmiştir.

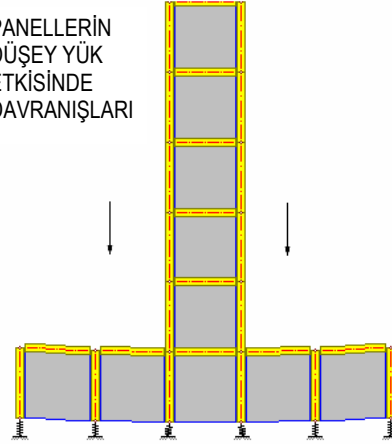


I - I<sub>o</sub> ve I<sub>o</sub> - J elemanlarının rijitlik matrisine yerleştirilmesinde kayma deformasyonu etkisi göz önünde bulundurulur.

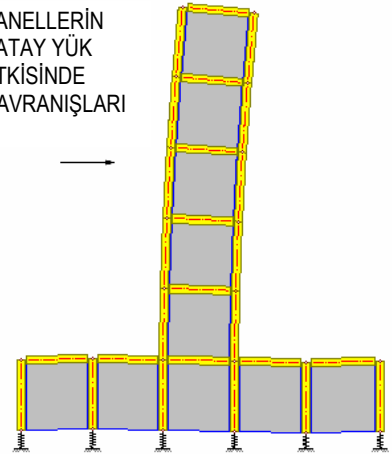


Şekil A4 Çubuk elemanlar panel elemanlar

PANELLERİN  
DÜŞEY YÜK  
ETKİSİNDE  
DAVRANIŞLARI

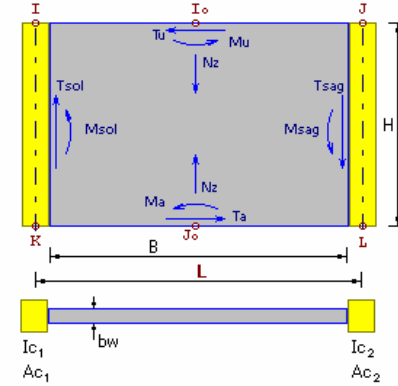


PANELLERİN  
YATAY YÜK  
ETKİSİNDE  
DAVRANIŞLARI



Panel elemanların düşey ve yatay yük etkisinde mekanik davranışları

STA4 PANEL ANALOJİSİ

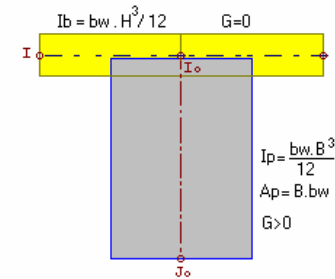


Panelde kayma deformasyonlarının dikkate alınması

$$\alpha = \frac{12 \cdot E \cdot I_p}{H^2 \cdot G \cdot A_r} = \frac{2.5 \cdot B^2}{H^2} \quad EF = E \cdot F / H$$

$$A_i = \frac{[4 + \alpha]}{[1 + \alpha]} \cdot \frac{E \cdot I_p}{H} \quad B_i = \frac{[2 - \alpha]}{[1 + \alpha]} \cdot \frac{E \cdot I_p}{H}$$

$$C_i = (A_i + B_i) / H \quad D_i = 2 \cdot C_i / H$$



Şekil A5 Panel elemanlarda iç kuvvetler

#### A4. STA4 MODAL ANALİZ İLKELERİ

Modal analizle taşıyıcı sistemin titreşim modları ve peryodları bulunmaktadır. Yapının peryodları bulunurken titreşim olmayan yerdeğiştirme ve dönme doğrultusundaki rijitlikleri de dikkate alınmaktadır. Mod süperpozisyonu ile

$$[K] = \text{Sistem rijitlik matrisi} \quad [K]_{KA} = \text{Titreşim yapan doğrultulara indirgenmiş stiffness matrisi}$$
$$[K] = \begin{bmatrix} \text{Titreşim yapmayan doğrultudaki rijitlik matrisi} \\ \text{Titreşim yapan doğrultudaki stiffness matrisi } [K]_{KA} \end{bmatrix}$$
$$[K]_{KA} = \begin{bmatrix} \delta_x & & \\ & \delta_y & \\ & & \theta_x \end{bmatrix}_{3 \times KA, 3 \times KA}$$

STA4 programı, bir yapının temel ve zemin rijitliklerine etkisini de dikkate alarak global rijitlik matrisini oluşturmaktadır.  $[K]$  matrisinin titreşim yapmayan yerdeğiştirme ve dönmelerden oluşan kısmı indirgenerek (yapı ve temel düğüm noktasındaki  $\theta_x, \theta_y, \mathbf{dz}$  bileşenleri)  $[K]_{KA}$  matrisi elde edilir. Bulunan matris, her bir kattaki yerdeğiştirmelerine ait indirgenmiş matristir. Modal analizde yapı-temel etkileşimi göz önüne alınmış olmaktadır.

Özdeğerler

$$[\delta_x] - \omega^2 \times [M] \times [D] = 0 \quad [M] = \text{Kat kütle matrisi}$$

$$\lambda = \frac{\omega^2}{g} \quad T_i = \frac{2 \times \pi}{\sqrt{\lambda_i \times g}}$$

bağıntılarıyla bulunmaktadır

Sadece 1inci mod doğal titreşim periyodu  $T_1$  kullanılarak yürürlükteki yönetmeliğe [10] göre eşdeğer deprem yükü yöntemi bağıntılarından

$$S(t) = 1 + 1.5 \times \frac{T}{T_a} \quad (0 < T < T_a)$$

$$S(t) = 2.5 \quad (T_a < T < T_b)$$

$$S(t) = 2.5 \times \left(\frac{T_b}{T}\right)^{0.8} \quad (T > T_b)$$

$$R_a(t) = 1.5 + (R - 1.5) \times \frac{T}{T_a} \quad (0 \leq T \leq T_a)$$

$$R_a(t) = R \quad (T > T_a) \quad \text{değerleri bulunarak}$$

$$V_t = W \times A_0 \times I \times \frac{S(t)}{R_a(t)} \quad \text{deprem yükleri bulunur.}$$

## **A5. KİRİŞ MAKSİMUM KESİT TESİRİ DEĞERLERİNİN BULUNMASI**

Kiriş uçlarında maksimum moment ve kesme kuvvetleri kendi grupları içinde bulunur.

### **A5.1. Ölü yükleme için (1 Kombinasyonu)**

$M_G$  : Kiriş ölü yük uç momenti

$M_{dG}$  : Kiriş ölü yük hesap azaltma momenti

### **A5.2. Hareketli yükleme için (2-7 Kombinasyonu)**

$M_{pu}$  : Maksimum hareketli yük uç momenti

$M_{dpu}$  : Maksimum hareketli yük hesap azaltma momenti

$M_{pa}$  : Minimum hareketli yük uç momenti

$M_{dpa}$  : Minimum hareketli yük hesap azaltma momenti

### **A5.3. Zemin itkisi için (8 Kombinasyonu)**

$M_Z$  : Zemin itkisi uç momenti

$M_{dZ}$  : Zemin itkisi hesap azaltma momenti

### **A5.4. Deprem yüklemesi (9-12 Kombinasyonları)**

$M_E$  : Deprem yüklemesi uç momenti

$M_{dE}$  : Deprem yüklemesi hesap azaltma momenti



#### **A5.5. Rüzgâr yüklemesi (13-16 Kombinasyonları)**

Aynı şekilde kesme kuvvetleri de bulunur. Bulunan maksimum değerlere ve daha önce belirtilen yük kombinasyonlarına göre bulunur.

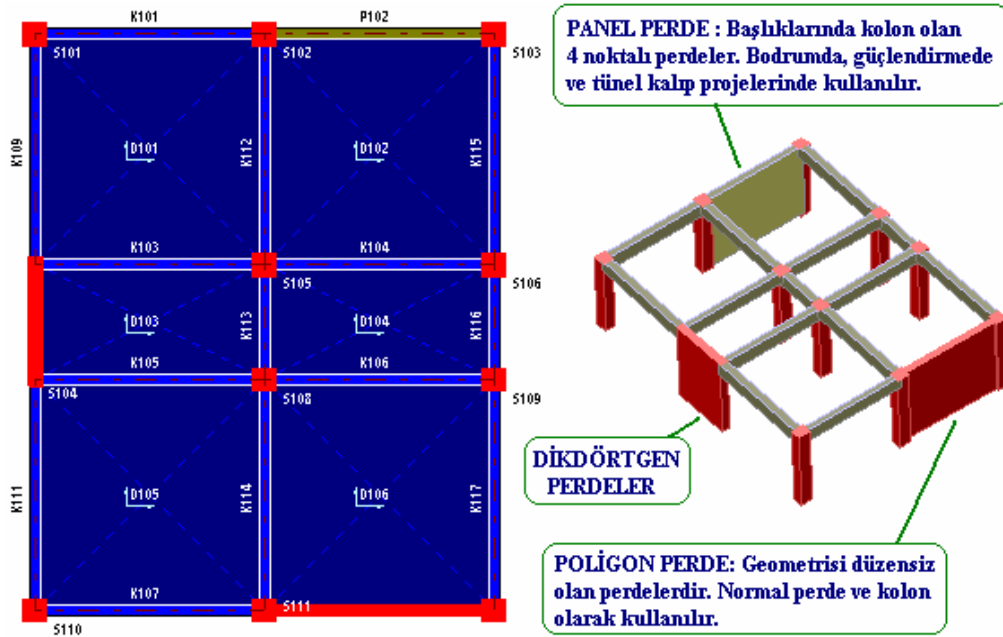
Kiriş elastik ankastre özelliği geniş perdelere perdenin zayıf yönünde bağlanan kirişler için geçerlidir. STA4 genel bilgilerde anlatılan bu konu, kiriş momentinin perdede oluşturduğu lokal deformasyon etkilerinin bulunması ve bu noktadaki elastik ankastreliğin incelenmesini (gerilme yığılmasını) ifade eder.

#### **A6. STA4CAD'DE YAPI TEMEL MODELLEMESİ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER**

Temel modellemesi yapı modeli ve zemin özellikleri dikkate alınarak yapılmalıdır. Yüksek yapılarda geoteknik etüd mutlaka yapılmalı ve zemin özellikleri dikkate alınarak temel ve üstyapı düzenlenmelidir. Taşıma kapasitesi yüksek zeminlerde dikkat edilecek husus, üst yapıdaki perdelere, alt yapıda zemine yük aktaracak temeller oluşturulmasıdır. Deprem bölgelerinde, üst yapıda oluşturulan perdelerin zemine momentleri aktarabilmeleri için mutlaka rijit temeller üzerine oturtulmaları, perde-temel ortak çalışması dikkate alınarak modellenmeleri gerekmektedir. Temel altında bulunan gerilmeler mümkün olduğunca zemin emniyet gerilmesinden küçük, fakat ona yakın değer almalıdır. Zemin konsolidasyon çökmelerinin birbirine yakın olması sağlanırsa, uzun süreçte oluşan oturmalarda üst yapıda çatlaklar oluşmayacaktır.

## A7. STA4CAD'DE PERDE TANIMLANMASI VE DÜZENLENMESİ

STA4 programında perdeler 3 şekilde modellenebilir. Bu perde tipleri kullanım yerine göre seçilebilir. Deprem perdeleri için her üçü de kullanılabilir. Bodrum perdeleri mutlaka panel olarak düzenlenmelidir. Panel perdeler, uçlarında başlık kolonları olan, perdenin gövdesini oluşturan perde tipidir. 4 noktalı olması nedeniyle her yerde kullanılabilir (Şekil A6). Hem yatay davranışta, hemde düşey davranışta sonlu elemanlardan oluşması nedeniyle tüm etkileri dikkate alabilir. Ayrıca hasır çelik seçimi olması nedeniyle, tünel kalıp ve güçlendirmede kullanılabilir. Güçlendirmede iki farklı malzemeden oluşan başlık kolonları ve panellerin davranış ve çizimlerdeki detayları açısından avantaj oluşturmaktadır. Başlık kolonları perdenin en küçük %10'u kadar olmalıdır. Bu kolonlar perdenin eğilme etkisinden dolayı çok büyük aksenal yüke maruz kalacaklardır. Perde kritik bölgesinde %20 koşulunda sağlamalıdır



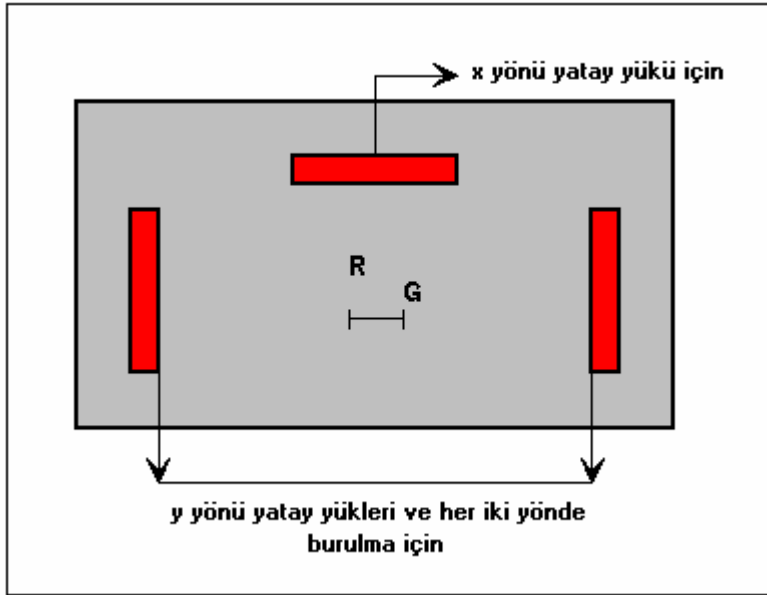
Şekil A6. STA4CAD'de perdelerin yapı içinde yerleştirilmesi ve grafik görünüşleri

Dikdörtgen perdeler normal deprem perdesi olarak kullanılmalı, bodrum perdesi olarak kullanılmamalıdır. Poligon perdeler geometrisi düzensiz olan ve çekirdek tipi perdelerde kullanılabilir. Ancak poligon perdelerde hasır çelik opsiyonu

bulunmamaktadır. Perdenin kolları 3 m veya daha büyük olduğu durumlarda panel perde tercih edilebilir.

## A8. STA4CAD İLE PERDELERİN MODELLENMESİ

Deprem veya rüzgar yüklerini taşıyan perdeler, yapıda en az 3 adet, ve yapıya gelecek burulma etkilerini karşılayabilmek için olabildiğince yapı dış çerçevelerinde, yapı rijitlik merkezi ağırlık merkezine yakın olacak şekilde düzenlenmelidir (Şekil A7). Perde ve kolonların her iki yönde birbirine yakın rijitlik sağlayacak biçimde tasarlanmalıdır. Perde kısa kener/boy oranı 1/7 ve asgari 200 mm · 1400 mm olarak düzenlenmelidir. Ancak aynı bir doğrultuda 200 mm · 1400 mm boyutunda 5 adet perde yerine, bir adet 200 mm · 2400 mm boyutunda perde kullanılması önerilir.



Şekil A7 Güçlendirmede perdelerin yerleşim düzeninin rijitlik merkezinin yerine etkisi

Temeller bölümünde de belirtildiği gibi, perdenin alt momentinin zemine aktarılması da önemlidir. Bu nedenle perdelerin yerleri temeldeki davranışı da dikkate alınarak düzenlenmelidir. Perdelere bağlı kısa kirişlerde, kayma deformasyonundan

dolayı yüksek momentler çıkması durumunda, depremde bu noktalarda oluşacak plastikleşme dikkate alınarak bu kirişlerin perdeye mafsal bağlantılı alınması doğru olur.

Perdeler az sayıda büyük boyutlarda düzenlenmesi durumunda, bu perdelerin ana yönleri çok önemlidir. Özellikle aynı yönde birbirlerine paralel olmayan perdelerde rijitlik merkezini çok etkileyecektir. Ancak bu perdeler paralelliği bozulduğu zaman, rijitlik merkezi, ana doğrultularının kesim noktasına kaymaktadır. Bu bir yapıda tek yönlü ve açılı büyük iki perdeden kaynaklanmakta ve perdelerin major doğrultusunun etkinliğini ortaya koymaktadır. Bunu önlemenin tek yolu diğer doğrultuda rijit perde oluşturulmasıdır.

#### **A9. STA4CAD'DE KOLON-KİRİŞ BİRLEŞİM NOKTALARINDAKİ RİJİTLİKLER**

STA4 programında kolon-kiriş birleşim noktalarındaki rijitliklerin oluşturduğu etkiler moment-alan teorisi ile sayısal entegrasyon ile hesaplanmaktadır. Opsiyonel olan bu etkiler dikkate alınıp, alınmaması statik hesapları ve yapı dinamik davranışını değiştirmektedir. Alınması durumunda yapı daha rijit davranmakta ve periyotlar azalmaktadır. Genel olarak düğüm noktası rijitlikleri, yapı rijitliğini %10 artırmaktadır..

## **A10. STA4CAD İLE KOLONLARDA SÜNEKLİK ALANI VE 3 BOYUTLU YAPISAL ANALİZ**

Kat adedi 4'ten fazla olan yapılar dinamik ve statik olarak her noktada 6 bileşenli olarak çözümlenmesi gerekmektedir. 3 boyutlu çözüm yüksek katlı yapılar için mutlaka yapılmalı, çerçeve düzlemi ile hesaptan kaçınılmalıdır. Çünkü çerçeve düzlem hesabında her ne kadar kolonların aksenal deformasyonu dikkate alınsa bile tek yönden gelen yüklere göre çözülecek, gerçek aksenal yük ve deformasyonlara göre çözülmeyecektir. Halbuki çok katlı yapılarda kolonların aksenal deformasyonundan meydana gelen deformasyonlar aşağı katlarda çok yüksek olacak, bu nedenle üst katlardaki aksenal deformasyonlar aşağıdaki çökmelere tabi olacaktır.

## KAYNAKLAR

---

1. BAYÜLKE, N., “Depreme dayanıklı yapı yönetmelikleri”, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 385, Eylül ’96. s. 13-17.
2. SUCUOĞLU, H. , "Deprem yüklerinin tanımında gerçekçi yaklaşım", Türkiye Mühendislik Haberleri, TMMOB inşaat mühendisleri odası, Cilt No.385, 35309, Ankara. s. 107
3. ----- “Âfet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1998”, Resmi Gazete, 1.1.1998”, (Bayındırlık Bakanlığı, Âfet İşleri Genel Müdürlüğü), (02.07.1998 tarihli değişiklik işlenmiş), Yayınlayan: İMO İzmir Şubesi, Yayın No.: 25, 9. Baskı, İzmir. 89 S.
4. ÇAMLİBEL, N., "Deprem hasarları ve yapıların güçlendirme yöntemleri", Yapıların Taşıma Gücünün İyileştirilmesi, Birsen Yayınevi, 2000, İstanbul. S. 86-134.
5. CELEP, Z., KUMBASAR, N., “Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı”, Beta Dağıtım, İstanbul, 2000. ISBN 975-95405-2-5. s. 504, 596 S.
6. SAATÇIOĞLU, M., "Yapıların Depreme Karşı Güçlendirilmesinde Yeni Yöntemler ", Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi Alanında Gelişmeler , Maya Basın Yayın, 37622, İstanbul. s. 221-244
7. DEREN, H., UZGİDER, E., PİROĞLU, F., “Çelik Yapılar”, Çağlayan Kitapevi, İstanbul 2003. 814 s.
8. AMASRALI, S., “STA4CAD Structural Analysis for Computer Aided Design”, Version 9.0 for Windows, (Çok Katlı Betonarme Yapıların Analizi ve Tasarımı), İstanbul 2003. Eğitim Bölümü.

---

## **ÖZGEÇMİŞ**

İnşaat Mühendisi Çağlar GÖKSU 1977 Bolu doğumludur. Orta ve lise öğrenimini Bolu İzzet Baysal Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden 2000 yılında mezun oldu. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çorlu Mühendislik Fakültesi'nde yüksek lisans eğitimine 2001 yılında başladı. Halen İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Teknik Daire Koordinatörlü'ğünde Teknik Büro Koordinatörü olarak çalışmaktadır.