

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**FARKLI MALZEMEYE SAHİP 7 KATLI BİNADA MALZEME
DAVRANIŞININ YAPININ DAVRANIŞINA ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Caner YILDIRIM

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
İnşaat Mühendisliği Programı

MART, 2023

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**FARKLI MALZEMEYE SAHİP 7 KATLI BİNADA MALZEME
DAVRANIŞININ YAPININ DAVRANIŞINA ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Caner YILDIRIM
(Y2213.090002)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
İnşaat Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi OUIAME CHAKKOR

MART, 2023

ONAY FORMU



ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Farklı Malzemeye Sahip 7 Katlı Binada Malzeme Davranışının Yapının Davranışına Etkisinin Araştırılması” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça ’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.
(.././2023)

Caner YILDIRIM

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans tez çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı şekillendiren sayın Dr. Öğr. Üyesi OUIAME CHAKKOR hocama teşekkürleri bir borç bilirim.

MART, 2023

Caner YILDIRIM

FARKLI MALZEMEYE SAHİP 7 KATLI BİNADA MALZEME DAVRANIŞININ YAPININ DAVRANIŞINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Bu çalışma kapsamında depreme dayanıklı çok katlı yapı üretiminde uzun yıllardan beri en çok tercih edilen malzemeler beton ve çeliktir. Farklı yapı türleri olarak betonarme, çelik ve ahşap yapı üzerine ağırlık verilmiştir. Bu üç farklı malzeme ait yapılar, aynı yüklere maruz bırakılmış ve statik gereklerine uygun inşa edilmiş taşıyıcı elemanlardan en ağır beton, ardından çelik ve ardından ahşap gelir. Yapıların ağırlığının artması deprem yüklerinden olumsuz etkilenme risklerini de o ölçüde artırmaktadır.

Günümüzde, özellikle kalitenin yükselmesine neden olan uygulamalarda gözlenen bir başka husus, yapı üretiminde kullanılan betonların dayanımlarındaki önemli yükselmedir. Bu nedenle, çok katlı yapılar da yüklemeler altında nonlinear davranış modelinin oluşması ve detaylı analizler sonucunda yapı sünekliğinin araştırılması gerekmektedir.

Yapılan tez çalışmasından 7 katlı betonarme, çelik ve ahşap olarak tasarlanan bina modelinin deprem kuvvetleri ve düşey yük altında davranışı incelenmiştir. Analizlerde daha çok kullanılan beton (betonarme) ve çelik yapı, ahşap yapıya oranla daha rijit davranış göstermiştir. Yapının sünekliğine, rijitliğine, kesitlerin akma dayanımına dolaylı yoldan da olsa, malzeme ve işçiliğin büyük etkisi bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Malzeme, Deprem, Rijitlik, Taşıyıcı Sistem Düzensizlikleri.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF MATERIAL BEHAVIOR ON THE BEHAVIOR OF THE BUILDING IN A 7-STOREY BUILDING WITH DIFFERENT MATERIAL

ABSTRACT

Within the scope of this study, concrete and steel are the most preferred materials in the production of earthquake resistant multi-storey buildings for many years. Reinforced concrete, steel and wooden structures are emphasized as different building types. Structures belonging to these three different materials, exposed to the same loads and built in accordance with static requirements, the heaviest of the load-bearing elements is concrete, followed by steel and then wood. The increase in the weight of the structures increases the risks of being adversely affected by earthquake loads to that extent.

Today, another issue observed especially in applications that lead to an increase in quality is the significant increase in the strength of concrete used in building production. For this reason, the formation of a nonlinear behavior model under loads in multi-storey structures and the ductility of the structure should be investigated as a result of detailed analyzes.

In the thesis study, the behavior of the 7-storey building model, designed as reinforced concrete, steel and wood, under earthquake forces and vertical load was examined. Concrete (reinforced concrete) and steel structure, which are mostly used in the analysis, showed a more rigid behavior compared to the wooden structure. Material and workmanship have a great influence on the ductility, rigidity and yield strength of the sections, albeit indirectly.

Keywords: Material, Earthquake, Rigidity, Structural Irregularities.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ONUR SÖZÜ	i
ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
I. GİRİŞ VE AMAÇ	1
A. Yapı Fiziği Açısından Malzemeler ve Sınıflandırılması	3
1. Malzemelerin genel özellikleri	3
2. Maddenin hâline göre malzemelerin incelenmesi.....	3
3. Kimyasal bileşim ve içyapıya göre malzemelerin incelenmesi	4
B. Yapı Fiziği ve Malzeme İlişkisi.....	5
C. Malzeme Seçiminde Ekonomi.....	6
D. Malzeme Seçimini Etkileyen Faktörler	6
II. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	8
III. YAPI MALZEMELERİ.....	10
A. Beton.....	10
1. Genel Bilgiler.....	10
2. Betonda Aranılan Özellikler	15

a. Betonun kürü	17
b. Dar bölgelerde olumsuz sonuçlar	18
c. Beton yerleştirmede dikkat edilmesi gereken hususlar	18
d. Betonda kusmanın kontrolüne ilişkin önlemler.....	19
B. Çelik.....	20
C. Ahşap	21
IV. TAŞIYICI ELEMANLARA GÖRE SINIFLANDIRMA:	24
A. Yığma Yapılar	24
B. Ahşap Yığma Yapılar	24
C. Kâgır Yığma Yapılar	25
D. Ahşap karkas Yapılar.....	25
E. Betonarme Karkas Yapılar	25
F. Çelik Karkas Yapılar:	25
G. Prefabrik Yapılar	26
H. Hafif Prefabrik Yapılar:	26
İ. Ağır Prefabrik Yapılar	26
V. DUVAR TÜRLERİ.....	27
A. Taşıyıcı Duvarlar	27
1. Taş Duvarlar.....	27
a. Duvar Yapımında Kullanılan Taşlar.....	27
b. Taşların Genel Özellikleri	28
c. Taş Duvar Örgüsünde Önemli Hususlar.....	29
d. Taş Duvar Çeşitleri.....	29
B. Beton Duvarlar.....	32
C. Betonarme Duvar	33
D. Karışık Duvarlar	33

1. Kaplamalı Duvarlar.....	33
2. Boşluklu Duvarlar	34
E. Alçı Panel Duvarlar	34
F. Ahşap Duvarlar	34
G. Metal Duvarlar	35
VI. DEPREMLERDE HASARLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	36
A. Giriş	36
VII. DEPREM ETKİSİ ALTINDA BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE TASARIMI İÇİN GENEL ESASLAR.....	41
A. Deprem Yer Hareketi Spektrumları.....	41
1. Harita ve tasarım spektral ivme katsayıları.....	41
2. Yerel zemin etki katsayıları	41
B. Deprem Yer Hareketi Düzeyi ve Deprem Tehlike Haritası	43
1. Deprem yer hareketi düzeyi-1 (DD-1).....	43
2. Deprem yer hareketi düzeyi-2 (DD-2).....	43
3. Deprem yer hareketi düzeyi-3 (DD-3).....	43
4. Deprem yer hareketi düzeyi-4 (DD-4).....	43
5. AFAD ‘dan Veri Alma.....	43
C. Deprem Parametrelerinin Belirlenmesi	43
1. Bina önem katsayıları ve bina kullanım sınıfları (BKS).....	43
2. Deprem tasarım sınıfı (DTS)	44
D. Yapıya Ait Bilgiler	45
1. Betonarme binanın özellikleri.....	45
2. Betonarme binanın malzeme özellikleri	47
3. Betonarme binanın deprem bilgileri	47
VIII. YAPININ MODELLENMESİ.....	48

A. Betonarme Taşıyıcı Sistem	48
1. Malzeme Tanımı	48
B. Çelik Taşıyıcı Sistem	53
C. Ahşap Taşıyıcı Sistem	55
IX. SONUÇ VE ÖNERİ	58
X. KAYNAKÇA	60
ÖZGEÇMİŞ	1



KISALTMALAR LİSTESİ

BKS	: Bina Kullanım Sınıfları
BYS	: Bina Yükseklik Sınıfları
DD-1	: Deprem yer hareketi düzeyi-1
DD-3	: Deprem yer hareketi düzeyi-3
DTS	: Deprem Tasarım Sınıfı
PGA	: En Yüksek Yer İvmesi
SAP 2000	: Yapısal Analiz ve Tasarım
TBDY 2018	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TS-500	: Türk Standard 500
T	: Doğal titreşim periyodu [s]
T_A	: Yatay elastik ivme spektrumu köşe periyodu [s]
T_B	: Yatay elastik ivme spektrumu köşe periyodu [s]

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.	Kısa Periyot Bölgesi İçin Yerel Zemin Etki Katsayıları	41
Çizelge 2.	Saniye Periyot İçin Yerel Zemin Etki Katsayıları.....	42
Çizelge 3.	Yerel Zemin Sınıfları	42
Çizelge 4.	: Bina kullanım sınıfı ve bina önem katsayıları	44
Çizelge 5.	Deprem tasarım sınıfları (DTS)	45
Çizelge 6.	Bina yükseklik sınıfı ve bina yükseklik aralıkları.....	45
Çizelge 7.	7 katlı yapıya ait bilgiler	46

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 7 Katlı Yapıya ait Kat Planı (Tüm katlar için geçerli).....	46
Şekil 2. DD-2 için Deprem Tasarım Parametreleri	47
Şekil 3. Beton Malzeme Tanıtılması.....	48
Şekil 4. Çelik Malzeme Tanıtılması.....	49
Şekil 5. 30x30 cm betonarme kolon.....	49
Şekil 6. 30x50 cm betonarme kiriş.....	50
Şekil 7. Yatay Elastik Tasarım Spektrumu	51
Şekil 8. Betonarme Yapıda Kullanılan Yük Kombinasyonlar	51
Şekil 9. Yapının 1. moduna ait normal kuvvetleri	52
Şekil 10. Yapının 1. moduna ait kesme kuvvetleri.....	52
Şekil 11. Yapının 1. moduna ait eğilme momentleri.....	53
Şekil 12. Çelik Yapıda Kullanılan Yük Kombinasyonlar	53
Şekil 13. Yapının 1. moduna ait normal kuvvetleri.....	54
Şekil 14. Yapının 1. moduna ait kesme kuvvetleri.....	54
Şekil 15. Yapının 1. moduna ait eğilme momentleri.....	55
Şekil 16. Ahşap Malzeme Tanıtılması.....	55
Şekil 17. Kaplama yükünün Sap2000 programına tanıtılması	56
Şekil 18. Yapının 1. moduna ait normal kuvvetleri.....	56
Şekil 19. Yapının 1. moduna ait kesme kuvvetleri.....	57
Şekil 20. Yapının 1. moduna ait eğilme momentleri.....	57

I. GİRİŞ VE AMAÇ

Yapılar pek çok malzemenin fen ve teknik kurallarına göre bir araya gelmesiyle inşa edilir. Yapıyı oluşturan malzemelerin her birinin tek tek niteliklerindeki yeterlik, tüm yapının yeterliği ile doğrudan ilişkilidir. Bu husus o malzemenin veya yapının işlevselliğiyle ölçülebilir. İşlevsellikteki başarı, plan ve detay tasarımları yanında malzemenin özellikleri ile diğer malzemelerle olumsuz etkileşim içinde olup olmamasının bir bütün halinde değerlendirilmesi ile anlaşılır. Bu çalışma, Literatür bilgileri ve uygulamalara dayalı gözlemler ışığında yapılmıştır. İçeriğinde, yapı malzemesi ve elemanlarında deprem ve dayanımla doğrudan ilişkili konular ile su, rutubet ve yangınla ilgili, tasarım, uygulama yöntemi tekniği gibi bazı unsurların yapı malzemelerindeki ve elemanlarındaki fiziksel ve kimyasal etkileri neden ve sonuçlarıyla ortaya konulmuş, problemler geniş bir bakış açısı, çözüm önerileriyle yer almıştır.

İçinde bulunduğumuz çağda yapı fiziği konusu daha bir önem kazanmıştır. Çünkü malzeme çeşitliliği her geçen gün artmakta ve konunun ekonomik boyutu daha fazla sorgulamayı gerektirmektedir. Ekonomik unsurların zorunluluğuna paralel olarak teknoloji ve sistemlerdeki hızlı artışlar, öte yandan estetik, narin, zarif yapı yapma düşüncesi yapı fiziğine ilişkin problemlerin de artmasına neden olmuştur. Örneğin, duvarları kalın, pencereleri küçük yapılar için yazın serin, kışın sıcak tutmak problem değildir. Fakat duvarların incilmesi, pencerelerin büyümesi gürültü kaynaklarının çoğalması söz konusu bakımlardan problem arz etmektedir. Hele apartman tipi konutlarda yan yana, üst üste oturma gibi hususlar yapı fiziğine olan önemi daha da artırmaktadır.

İçinde bulunduğumuz çağda hızlı nüfus artışı ve hızlı endüstrileşme ile göç olgusu insanların yaşam biçimlerine, değer yargılarına dolayısıyla kültürel değişmelerine neden getirmektedir. Bu husus, kontrolsüz ve çarpık yapılaşmayı beraberinde getirmiştir. İnsanlardaki ekonomik sıkıntılarla depreme dayanıklı olarak yapılaşma zorunluluğu arasındaki ilişki, su, rutubet ve yangın gibi bazı teknik karakteristiklerin gözden kaçmasına veya ihmal edilmesine sebep

olmaktadır. Bir yapının mimarî tasarım ve hesaplarının ideal olması o yapının sağlam olması için yeterli değildir. İdeal tasarım ve hesap düzenine sahip olduğu varsayılan bir yapı yanlış malzeme seçimi, yanlış uygulama yöntem ve tekniği sonucu dayanıksız hâle gelebilir.

Bu konularda binaları kullanacak kişilerle mimarların ve mühendislerin değişik önceliklere ve fikirlere sahip olduğu görülür. Bir de bunlara işçilerin kendi doğrularını ve yeteneklerinden gelen olumsuz özellikleri katarsak, bir binanın inşa edilmesinin ne derece karmaşık olduğu ortaya çıkar. Depreme dayanıklılık açısından mühendislerin rolü hesaplamalarla bitmemektedir. Kullanılan malzemelerin ve yapı elemanlarının birbirleriyle olan ilişkisi de önemlidir. Mimarların görevi sadece kullanıcıların isteklerini merkeze alan bir tasarım yapmak olmamalıdır. Binanın kent, çevre ve şehir imar planları ile uyumunu, işin mevcut işçilerle, araç ve gereçlerle yapılıp yapılamayacağını, kullanılacak malzemelerin, fiziksel ve kimyasal özellikleri ile değişik etkiler altında değişimlere uğrayıp uğramayacağını da tahkik etmesi gerekir.

Fiziksel olaylar ve bunlar arasındaki ilişkiler ikiye ayrılır;

Subjektif; bir kimsenin kendi benliğinde, nefsinde tattığı, yaşadığı zevkine vardığı ve varlığı da ancak bu kimse ile sürüp giden izafi bir gerçektir. Fiziksel anlamda objektiflik ise varlığı, onu ya da etkilerini görenlerin benliklerinin dışında (duygu, gözlem, ölçü aletleri ve aklın kuralları gibi) araçların tümünden de bağımsız olarak herkes tarafından aynı tarzda anlaşılan, kabul edilen; aynı koşullar altında çeşitli kimselerin yaptıkları ölçümlerde (muhtemel hata sınırları içinde) hep aynı sonuçları veren bir husustur. Yani, herhangi bir olayı, nesneyi gözleyecek akıl sahibi hiçbir varlık olmasa dahi var olmaya devam edecek evrensel bir gerçektir. Yapı malzemeleri ve yapı elemanlarının değerlendirilmesinde bu iki kavram önemlidir.

Yapılarda kullanılan malzemelerin büyük bir kısmı şantiyeye hazır halde gelmektedir. Bu malzemelerde kullanılan ilkel maddelerin her biri fiziksel veya kimyasal değişikliğe uğrayarak yeni bir yapı oluşturabilmektedir. Bu durumda malzemenin gerekli özelliklere sahip olup olmadığının anlaşılması için çok az da olsa bir denemeye tabi tutulması, kullanılıp kullanılmayacağına karar verilmesi gerekir. Bu bakımdan bir malzeme gerekli bazı fiziksel ve kimyasal özelliklere

sahip olmalı ki, o malzemenin bütününde aynı özellikler aranabilsin. Örneğin; eksi sıcaklıklarda malzeme içine giren su donar, hacim genişmesi yapar ve cismin parçalanmasına sebep olabilir. Bir madde ortamda bulunan diğer maddeler ile kimyasal reaksiyonlara girebilir ve malzeme değişime uğrayabilir. Malzemelerdeki bu özellikler, o malzemenin kullanıldığı yapı bütünü içinde bozukluklara neden olabilir.

Sonuç olarak, yapı fiziği, yapı içindeki önemli fiziksel hareketleri kontrol altına almak, ayarlamak veya önlemek için alınması gerekli tedbirleri kapsayan konuya verilen isimdir. Yapı fiziği, yapıların kalite ve ekonomikliği, mimarî proje, statik ve konstrüktif proje, yapı malzemesi ve işçilik gibi konularla yakından ilgilidir.

A. Yapı Fiziği Açısından Malzemeler ve Sınıflandırılması

1. Malzemelerin Genel Özellikleri

Malzemelerin özellikleri ve kapsamına giren hususlar şunlardır:

- a. Kimyasal özellikler: Bileşim, asit, baz, alkali sülfatlı tuzlar vb.
- b. Fiziksel özellikler: Boyut, ağırlık, özgül ağırlık, birim ağırlık, dayanım ve şekil.
- c. Isıl özellikler: Özgül ısı, iletkenlik ve genişleme katsayısı.
- ç. Elektrik ve manyetik özellikler: İletkenlik, yalıtkanlık, manyetik geçirgenlik vb.
- d. Akustik özellikler: Ses yutma, yansıtma, geçirgenlik vb.
- e. Optik özellikler: Renk, ışık, yansıtma, ışık geçirme vb.
- f. Mekanik özellikler: Malzemenin yük altında deforme oluş şeklini kontrol eden özelliklerdir. Örneğin, elâstisite katsayıları ile viskoz, visko elastik malzeme olup olmadığı bu gruba girer. Beton bu özellikler bakımından hamur hâlinde ise viskoz (yük altında şekil değiştiren) bir malzemedir. Sertleşmiş beton ise viskoelâstik bir malzemedir.

2. Maddenin Hâline Göre Malzemelerin İncelenmesi

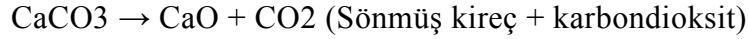
Malzemeler aşağıdaki hâllerde bulunur:

Katılar: Birçok malzeme.

Sıvılar: Su, sıvı, kimyasallar, mineral yağlar.

Yarı katılar: Taze harç (hamur, beton, alçı, çimento harcı, asfalt harcı vb.), boya badanalar, sentetik sıvılar.

Gazlar: Buhar, hava, karbondioksit (CO₂). CO₂ nin kullanımına ait bir örnek verilirse;



Ca(OH)₂ + CO₂ CaCO₃ + H₂O reaksiyonu ile tekrar kireç taşı meydana gelebilir.

Bu reaksiyonda CO₂ nin kimyasal reaksiyonda önemi görülmektedir. Burada havanın taşıyıcı olarak kullanılması da söz konusudur. Örneğin; şişirme seralar yapılabilir. Kapı açılınca otomatik olarak çalışan bir motor sayesinde serada havanın boşalması önlenir.

3. Kimyasal Bileşim Ve İyapıya Göre Malzemelerin İncelenmesi

a. Metaller

Metal, gerilme düzeyine bağlı olarak özellik değiştirir. O halde metal, elâstoplastik bir malzemedir. Metal yavaş ısıtılırsa kristal kısmı büyür, hızlı ısıtılırsa kristal kısmı küçülür. Metallerin özellikleri; dayanım, çekme, basınç, kesme eğilme gibi dinamik yükler altında davranış göstermeleridir.

Metaller, elektro pozitif maddeler olup elektronları 4'ten azdır. Elektronlarını çok çabuk kaybedebilirler. Metal elektronlarında potansiyel farklı olunca akım meydana gelir. Akımda serbest elektronlar bir yerden başka bir yere hareket ederler. İletken bir malzeme (ametaller), ıslatılarak daha aktif hâle getirilebilir. Fakat metaller ısıtılınca iletkenlikleri azalır. Çünkü serbest elektronları gelişigüzel her yöne hareket ederler. Bu durumda elektronlar zaman kaybeder. Metaller, metalik bağlarla bağlı, iletken ve düktil bir malzemedir.

Metaller iki gruba ayrılabilir: 1. Demirli metaller: Çelik, dökme demir (pik) ve dövme demir. 2. Demirsiz metaller: Alüminyum, çinko, bakır ve alaşımlar.

b. Seramikler

Seramiklerin iyon ve atom bağları vardır. Yani, metal + ametal'den (ametal, gevrek, yalıtkan, sert, orta dayanım yüksek sıcaklık ve korozyona dayanıklıdır.) oluşur. Kaba seramikler ($Al_2O_3 + SiO_2 + MgO$), pişirilince önce $500^{\circ}C$ 'ye kadar hacmi artar sonra azalır. Kil pişirilince kristalleri üçgen piramit şeklini alır. Piramit ise birbirine girift yapı oluşturmaktadır. Seramiklerin oluşmasında kimyasal bileşim önemlidir. Kerpiç pişirilince seramik olmaz. "Kuars doğada serbest halde bol miktarda bulunurken, tridimit ve cristabolit bol bulunmaz. Fakat seramik bileşiminin farklı kristal yapısı vardır ve bünyesinde ısı ile dönüşümler olur. Silikanın poliformik yapısı olan cristabolit ve tridimitte genleşme olur. Tridimit cristabolit dönüşümünde kütlede küçülme olur (AKU, 2015).

c. Polimerler

Kelime anlamı olarak poli; çok (amaçlı), mer; birbirine zincirleme meydana gelme demektir. Polimerler; C, H, O, N, Cl içeren "mer" birimlerinin uzun zincir oluşturması sonucu elde edilen hafif, korozyona dayanıklı ve en az iletken bir malzemedir. Bu gruba giren malzemelerden termosetler gevrek, zor şekillenir, doğrudan erir. Termoplastikler sünek (düktil), yumuşar ve kolay şekillenir. Yapay termoplastikler ise plâstikler, lâstiklerdir.

ç. Kompozit malzemeler

Kompozit malzemeler, bir malzemenin iyi olmayan özelliklerinin bir başka malzemenin özellikleriyle iyileştirilmesi sonucu elde edilen malzemelerdir. Kompozit çeşitleri şunlardır:

- * Aglomeralar: Doğal veya yapay taşlar ile betonlar,
- * Tabakalılar: Kontrplâklar ve yalıtkan levhalar,
- * Lifli malzemeler: Çeşitli şekil ve özelliklerdeki liflerin beton yanında çimento, alçı vb. malzemelerle yapılan işlerin içine katılması ile elde edilen malzemelerdir. Lif olarak fiberglas, metal, cam elyaf kullanılabilir.

B. Yapı Fiziği ve Malzeme İlişkisi

Yapı fiziğini oluşturan temeller, döşemeler, duvarlar, kolonlar, kirişler, çatılar ve diğer tüm uygulamaların kalitesi ile malzeme arasında doğrudan ilişki vardır. Kaliteli bir üretim yapabilmek için, o yapı elemanını meydana getiren

malzemelerin her birinin fiziksel, kimyasal ve mekaniksel olarak nitelikli olması gerekir. Bu konu aşağıda şematik olarak şöyle açıklanabilir;

Malzeme Seçimini Etkileyen Faktörler

A. Ekonomi

B. Malzeme Özellikleri

C. Yapı İçin Gerekli Hususlar/Faktörler

* Güvenlik

*Dayanım

* Uzun ömürlülük

*Fonksiyonellik

C. Malzeme Seçiminde Ekonomi

Bir malzemenin ya da yapı elemanının ekonomik yönden irdelenmesi mümkündür. Verilen malzemelerden hangisinin ekonomik olacağı hususunda bir karar vermek gerekirse aşağıdaki yöntem tercih edilebilir. Söz konusu örnekte Asfalt yol ile beton yol arasında bir kıyaslama yapılmıştır. Asfalt yolun artı özellikleri beton yoldan daha fazla olduğu kabul edilebilir.

Bu konuda dikkate alınması gereken hususlar şunlardır: İlk maliyet (yatırım), bakım, tamir aralığı (süre), her bakım için gerekli giderler, faydalı ömür, hurda değeri vb.,

D. Malzeme Seçimini Etkileyen Faktörler

Malzemelerin seçiminde dikkat edilecek hususlar şunlardır:

a) Yüklere ve rijitliğe bağlı faktörler:

Rijit kelime anlamı olarak oynak ve esnek olmayan birleşme demektir. Rijitlik ise, bir strüktürün makaslamaya veya burulmaya karşı direnci anlamına da gelir. Konu elastik, plâstik, viskoz vb. davranışlarla ilgilidir. Elastisite modülleri, kayma modülü, polissen oranı, viskozite, düktilite, gevreklik ve sertlik rijitlikle ilgilidir. Burada dayanım ve birazda güvenlikle ilgili hususlar önem arz etmektedir.

b) Dinamik yükler:

Darbe dayanımı, düktilite (iş enerjisi) ve kopma gerilmesi ile ilgilidir. Gerilme deformasyon eğrisinin altındaki alanın büyüklüğü, o malzemenin daha fazla enerji kabul edebileceğinin göstergesidir.



II. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Malzeme bilimi dayanıklı ve ekonomik malzeme üretimini amaçlamaktadır. Depreme dayanıklı yapıların yapılmasında yapısal malzemeler oldukça önemli rol oynamaktadır. Hafif malzemeler bina yükünü büyük miktarda azaltmaktadır. Gözenekli ve hafif doğal kayalar, inşaat sektöründe hafif yapı elemanları elde etmek amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca hafif, gözenekli malzemeler ısı ve ses yalıtımı açısından da faydalı olduğu gibi ucuz ve fazla işçilik gerekeceğinden tercih edilen yapısal malzemelerdir. İnşaat malzemelerinin seçiminde malzemenin mekanik özellikleri, ısı ve ses yalıtımı, ekonomiklik, sağlamlık, işçilik ve dayanım oldukça önemlidir (Bayülke, 1998).

Anadolu'da hafif yalıtımlı yapı malzemelerini antik çağlarda keşfedilmiştir. Ege ve Akdeniz'deki birçok depremler meydana gelmesine rağmen günümüze kadar gelen tarihî yapılarda kullanılan Horasan harcı, pomza ve kireç karışımından imal edilen hafif çimento olduğu bilinmektedir (Köktürk, 1997).

Pomza, volkanik olaylar sonucunda meydana gelmektedir. Süngerimsi, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, bol gözenekli camsı bir kayadır. Gözenekler arası genelde boşluklu olduğundan permabilitesi düşük, ısı ve ses yalıtımı oldukça yüksektir (Bayülke ve ark., 1989).

Gaz beton malzemesi ile örülen duvarlarda düzgün yüzeyler elde edilerek sıva ve işçilik giderlerinde oldukça büyük tasarruf sağlanmaktadır. Bununla birlikte gaz beton blokların kullanımı inşaat hızını da artırmakta ve daha küçük kesitlerle daha ekonomik sonuçlar elde edilerek beton, kalıp ve donatı giderlerinde önemli miktarda azalma olmaktadır. Gaz beton malzemesi hafif olduğundan, yapıya etki eden kalıcı ve yatay yüklerde önemli azalmalar meydana gelmektedir (Benedetti ve ark., 1998).

Gaz beton ile yığma yapılar inşasında amaç, depreme dayanıklı yapılar meydana getirmektir. Yapılan araştırmalarda, gaz beton ile inşa edilen yığma

yapılarda, meydana gelen depremlerde yatay kuvvetlere karşı rijitlik ve dayanımın korunduğu görülmüştür (Sesigür ve ark., 2005).

Bazı yapıların deprem hasarı, dolgu duvarların dayanıma katıldığını göstermektedir. Dolgu duvarlı ve duvarsız çerçevelerin yatay yükler altında davranışlarını belirleme deneylerinde dolgu duvarlı betonarme çerçevenin yatay yüklere karşı dayanımlarının dolgu duvarsız çerçeveler göre en az iki kat daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ancak dolgu duvar malzemesinin çok boşluklu ve düşük dayanımlı tuğla ve beton briketten olduğu durumlarda dolgulu çerçevenin dayanım artışı, yatay yük taşımaya katkısı, dolgu duvarsız çerçeveye göre en çok %40 kadar daha fazla olmaktadır (Vintzeleou, 1989). Dolgu duvarlı çerçeve deneylerinden çıkarılmış bu katkı miktarı yapının gerçek depremdeki davranışında deprem enerjisi tüketiminde kullanılmaktadır

Beton ve çelik gibi malzeme özellikleri farklı iki yapı malzemesinin bir araya gelmesinden oluşan betonarme yapılarda malzeme modelleri önemli bir yer tutmaktadır. Hem beton hem de çelik için kullanılan birçok malzeme modeli mevcuttur. Bu malzeme modelleri arasındaki ilişki ile çalışmalar çok kısıtlıdır. Bu çalışmada hem beton hem de çelik için değişik araştırmacılar tarafından önerilen malzeme modellerinin birbirleri ile karşılıklı etkileşimi ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan her bir malzeme modeli hakkında bilgiler verilmiştir. Herhangi bir malzeme için gerilme – şekil değiştirme ilişkisinin bilinmesi inşaat mühendisliği tasarım ve değerlendirme esnasında yapı güvenliği hesaplamalarında çok önemlidir. Gerilme – şekil değiştirme ilişkisi genel olarak malzeme modelleri ile ifade edilmektedir. Hem beton hem de çelik için çeşitli malzeme modelleri bulunmaktadır. Beton modelinde Mander modeli (Mander ve ark., 1998), İlki modeli (İlki ve ark., 2003), Chang ve Mander modeli (Chang ve ark., 1994), Kappos- Konstandinis modeli (Kappos ve ark., 1999) olmak üzere dört farklı beton malzeme modeli bulunmaktadır. Çelik malzeme modelleri olarak da iki doğrultulu çelik modeli (Antoniou ve ark., 2003), Menegetto-Pinto çelik modeli (Menegotto ve ark., 1973), Monti-Nuti çelik modeli (Monti ve ark., 1992), Dodd-Restrepo çelik modeli (Dodd ve ark., 1995) olmak üzere dört farklı model tercih edilmektedir. Bu çalışma kapsamında beton modeli olarak Mander ve çelik modeli içinse Menegetto-Pinto modeli tercih edilmiştir.

III. YAPI MALZEMELERİ

A. Beton

1. Genel Bilgiler

Betonarme yapı sistemlerinin tasarımında temel tasarım stratejileri; yapı projesi bütünlüğü içerisinde sistemin boyutsal organizasyonu ve dayanımı ilkeleri üzerine kurulmuştur. Betonarme yapı elemanının sisteme uyumluluğu ile kendisini etkileyen yükler altında boyutsal optimizasyonu detay tasarım hedefleri olarak görülmektedir. Betonarme yapı üretiminde detaylı bir şekilde incelenmesi gereken konulardan birisi de, yapı strüktürünün kalıplanmayı kolaylaştıracak bir şekilde tasarımından sonra, proje bütünlüğü içerisinde strüktür tasarım hedeflerini tamamlayacak ve beton yüzey özelliklerini geliştirecek nitelikte kalıp tasarımı, beton dökümü ve kürü işlemleridir."

Betonarme eleman tasarımında iki temel malzeme faktörü, betonarme çeliği ve betondur. Bunlardan betonarme çeliği tanımlanmış standart özelliklerde fabrikasyon olarak üretilmektedir. Buna karşın betonun, fiziksel ve mekanik özellikler bakımından; kendisini oluşturan (agrega, çimento, su ve katkı maddeleri gibi.) malzemelerin özelliklerinin yanı sıra, beton karışım oranları, betonun hazırlanması, betonun karıştırılması, betonun taşınması, betonun yerleştirilmesi, betonun sıkıştırılması ve betonun kürü gibi temel işlemler ve ortam şartlarından da büyük ölçüde etkilendiği bilinmektedir.

Diğer taraftan, betonarme yapı üretim sistemi içerisinde önemli bir yere sahip olan kalıp, kendisini taşıyabilecek hale gelinceye kadar betonu desteklemek, betona şekil vermek, betonda istenilen yüzey düzgünlüğünü sağlamak gibi temel fonksiyonlara sahiptir. Kalıp bu temel fonksiyonlarının yanı sıra, özellikle brüt (exposed) betonlarda beton yüzeyinin performansı açısından büyük önem taşımaktadır. Kalıp yüzeylerinin malzeme türü, tasarım hataları ve kalıp yağlarının doğru kullanılmamasından dolayı, beton kabuğun (pas payı) fiziksel ve mekanik özelliklerini etkileyen beton yüzey kusurlarının meydana

geldiği bilinmektedir. Diğer taraftan, betonarme elemanlarda donatıyı ve betonu dış tesirlerden koruyan beton kabuğun, elemanın dayanıklılığı üzerinde önemli bir etkinliğe sahip olduğu bilinmektedir. Bu bakımdan, beton yüzeyinde oluşabilecek kusurlar ile beton kabuğun fiziksel ve mekanik özellikleri arasında doğrudan bir ilişki olduğu görülmektedir. Yapı elemanlarının fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gerçekleştirilen strüktürel tasarımlar, normal servis yükleri altında çeşitli gerilmelerin değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu yaklaşımlar, yapı elemanının kullanım sürecindeki performansını gösteren dayanıklılık faktörünün de dikkate alınması ile tamamlanabilir.

İstenilen özellikleri taşıyan bir beton ya da betonarme yapı elemanı üretimi, rasyonel bir tasarım yaklaşımı ile mümkün olabilmektedir. Genel mekanik ve fiziksel özellikler bakımından farklılıkları olmayan, fakat yüzey özellikleri bakımından farklı özellikler beklenen betonların yapımı özel yaklaşımlar gerektirmektedir. Brüt beton olarak adlandırılan bu tür betonların yapımını planlanırken tasarımcı, usta bir yapımcı olmak ve uygulamanın doğru olarak gerçekleştirilmesini sağlamak için strüktürü zihninde tam olarak doğru tasarlanması gerekmektedir. Tasarımcı kendi tecrübelerinin yanı sıra beton yapım teknolojisini iyi bilen yardımcılardan da yararlanmalıdır. Doğal olmayan uygulamalarla şartlar zorlanmamalıdır. Tasarımcı ekip, üretilmesi düşünülen betonu izah etmek için gerekçeleri ile birlikte detaylar geliştirmelidir. Yapımda yer alması planlanan işlemler, tasarım geliştirme süreci ve kontrol dökümanları da ön planda tutularak uygulanmaya çalışılmalıdır. Tasarlanan betonarme elemanların kesit boyutların; betonarmeyi oluşturan donatı, beton gibi unsurların yerleştirilmesine ve yapımda kullanılacak ekipmanların kullanım özelliklerine uygun olmalıdır.

Beton kabuğun (paspayı) hemen altında bulunan donatıda korozyonun oluşması, beton kabuğunun çatlamasına neden olabilecek basınç gerilmelerini oluşturabileceği düşünülmelidir. Bu nedenle, klorür ve diğer korozyona neden olabilecek aktif maddelerin bulunduğu ortamlarda bulunan betonarme elemanlarda beton kabuk daha önemli hale gelmektedir. Bu gibi ortamlarda, normal ortamlardakinden daha iyi özelliklere sahip beton kabuğu tasarlanarak beton karışımında düşük su/çimento oranı esas alınmalıdır. Yapılan araştırmalar, donatı korozyonunu oluşmasında betonun diğer özelliklerinin yanı sıra beton

kabuğunun kalınlığının da önemli olduğunu açıklamaktadır." Betonarme elemanın kabuk (pas payı) kalınlığının ve beton kalitesinin yeterliliğini belirlemekte; beton kabuğun klorür ve karbondioksit gibi aktif maddelerin çevreden betona nüfuz ederek betonarme çeliği seviyesine ulaşmasını önlemekteki performansı bir ölçü olarak alınabilir. Tasarımcı beton kabuk kalınlığı ve beton karışımını öyle seçmelidir ki beton kabuğu; çevreden kaynaklanan aktif maddelerin (karbondioksit gazı ve klorür iyonları gibi.) donatı seviyesine ulaşmasını önleyecek nitelikte olmalıdır. Aktif maddelerin beton içerisindeki donatıya ulaşmasının önlenmesi, betonarme elemanın kullanım ömrünün artırılmasında alınabilecek en önemli tedbirlerden birisi olarak görülebilir."

Beton karışımın tasarımında; agregaların derecelenmesi, tane şekli, tane yapısı ve tane boyutları göz önünde bulundurulmalıdır. Kullanılacak agrega sınıfının maksimum tane çapı seçiminde, kalıplar içerisinde yer alan donatı aralıkları önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, maksimum tane çapı küçük olan granülometrik bileşimlerin maksimum tane çapı büyük olan granülometrik bileşimlerden daha iyi bir vibrasyon imkanı sağladığı göz önünde bulundurulmalıdır."

İstenilen bir beton yüzeyi elde etmek için tasarımcı ve yapımcı, uygun malzeme kullanımının yanında, beklenen yüzey kusurlarını kabul edilebilir limitler içerisinde tutacak tasarım ve yapım tecrübelerini de kullanmalıdır. Yüzey kusurlarının nedenleri; yetersiz tasarım, uygun olmayan malzeme seçimi, yetersiz yerleştirme veya yapım uygulamalarına bağlanabilir.* Proje detaylarında beton dökümüne ara verilecek yerlerin (yapım ek yerleri) ayrıntılı bir şekilde gösterilmesi gerekir. Ek yerleri:

- eski döküm ile yeni dökümün birleşim yerinde oluşacak boşlukları ve çizgi görünüm etkisini,
- ikinci kalıbın yerleştirilmesinden sonra oluşacak sızıntıların (leakage) çirkin görünümünü,
- betonun hidrostatik basıncı ve vibratörün santrifüj kuvvetinin kalıbı esnetmesinden kaynaklanacak kusurları, azaltacak (minimize edecek) şekilde seçilmelidir.

Brüt betonlarda karışım oranları, sadece strüktürel amaçla yapılan normal betonlardan biraz daha özel farklılıklar gerektirir. Bu farklılıklar genel olarak;

- daha yüksek çimento dozajlarının tercih edilmesi,
- daha uzun süre değişmeyecek üniform bir kıvam gereksinimi,
- döküm sırasında kıvamın sürekliliğini sağlamak için, priz geciktiriciler kullanılarak su/çimento oranının daha uzun süre korunması yoluna gidilmesi,
- yüksek oranda su azaltıcılardan yararlanılması, şeklinde özetlenebilir.

Betonarme çeliğini korozyondan korumak için; silis dumanı katkısı, su geçirmez karışımlar veya beton yüzeyi kapaticıları (sealer) kullanılması gibi tedbirler bulunmaktadır. Ancak, bu tedbirlerin uygulanmaları her durumda faydalı olmamaktadır. Örneğin silis dumanı; betonun pH'ını düşürmekte ve klorür iyonlarının bağlanmasına zarar vererek korozyon riskini artırmaktadır. Ayrıca, silis dumanı betonun tuzlu ortamlarda dayanımını da azaltmaktadır.

Beton yapım işlemlerinin en ucuz, en önemli ve çoğu zaman önemsenmeyen süreçlerinden birisi betonun kürüdür. Kür işlemlerinde genel prensip, çimentonun hidrasyonunu yapması ve dolayısı ile betonun potansiyel dayanımını kazanması için rutubetin gerekli süre içerisinde sağlanmasıdır. Bunlarla birlikte, zaman ve sıcaklık da önemli faktör olarak görülmektedir.

Kusursuz ve renk farklılıkları olmayan üniform yapılı kalıplanmış bir yüzey elde etmek çoğu zaman zor olmaktadır. Bozuk bir yüzeyin tamiri ise çok pahalı olmakta ve nadiren tatmin edici sonuçlar vermektedir. Beton yüzeyinin görünümüne doğrudan etki eden faktörleri;

- beton kompozisyonu,
- yerleştirme metodu, sıkıştırma ve katılaşma şartları (ısıt işlemler, özel kür şartları),
- kalıbın rijitliği,
- kalıp yüzey kaplamasının karakteri,
- kalıp yüzey kaplamasının su geçirmezliği,
- kalıp ayırıcılarının tür ve kullanım miktarları.

-kalıbın sökülmesinden sonra yüzey korunması ve hava şartları. olarak sıralayabiliriz.

Beton karışım hesaplarının temel amaçlarından birisi; hedeflenen 28 günlük basınç direnci için gerekli olan en az çimento miktarının belirlenmesidir. Piyasada hazır beton üretiminin hakim olduğunu ve zaman zaman bu üretimin diğer faktörlerini oluşturan agrega endüstrisine bağımlı olduğunu gözden uzak tutmamak gerekmektedir. Beton işlenebilirliğinden taviz vermeksizin karışım suyunun azaltılması konusu üzerinde fazla gayret sarf edilmesi gerekmektedir. Beton yapımında kullanılan su miktarı; öncelikle çimento türü, agrega karakteristikleri, seçilen beton kıvamı ve hava sıcaklığına bağlıdır. Beton içerisinde bulunan serbest su, uygulamada en çok beton elemanın performansı üzerinde etkiye sahiptir. Diğer taraftan su; ister agrega tarafından absorbe edilmiş ister serbest olsun, betonarme elemanın kullanım sürecinde değişik seviyelerde bazı etkilere sahiptir. Su/çimento oranının sınırlandırılması beton dayanıklılığını artırma konusunda her zaman bir ölçüt olarak kullanılamaz. Çünkü, beton karışımı için gerek duyulan su miktarı çimento türü ve diğer malzeme karakteristikleri ile doğrudan ilişkilidir.

Taze beton, kalıplara yerleştirildikten sonra, çimento hamuru ile agrega unsurlarının dengede olmaması nedeniyle karışım suyu dengeyi sağlamak için yukarıya (yüzeye) doğru hareket eder. Yukarıya doğru hareket eden suyun bir kısmı yüzeye kadar ulaşır. Bu süreçte iri agrega taneleri dengeli pozisyona ulaşırken harç oturur ve karışım suyunun (hidratasyona katılmayan miktarı) fazlası iri agrega taneleri ve yatay donatı çubuklarının altında tutulur. Bu olay sonucunda karışımdaki fazla su, beton karışımı içerisinde homojen olarak dağılmaz. Betonun sertleşmesi sürecinde buharlaşan bu su, betonda boşluklu bir yapının oluşmasına neden olur. Ayrıca, betonun içerisine karıştırma ve yerleştirme sürecinde de bir miktar hava girer. Bu hava da beton içerisinde küresel boşluklar oluşturarak betonun boşluk oranını (porozite) artırır. Beton kabuğundaki (paspayı) porozite, esas kitle betondan daha az ya da çok olabilmektedir. Su emici özelliği olmayan kalıp yüzeylerine dökülen betonların kabuk kısmında, yüksek porozite meydana gelmektedir. Çünkü, agrega tanelerinin sıkıştırılmalarına karşı gösterdikleri direnç sonucu meydana gelen sıkışma sınırlanması sonucu olarak bu bölgede fazla miktarda çimento hamuru

birikimi oluşmaktadır. Düşük rutubet ortamına maruz kalma ve kısa süreli kür işlemi, çimento hidratasyon süresinin kısaltılması ve çimento jelinin hızlı kurumasından dolayı yüksek yüzey porozitesi oluşur. Buna karşın, yüksek fırın cürufu içeren çimentolar ile yapılan betonlarda, porozite ve permeabilitenin düşük olduğu görülmüştür.

Agrega tane dağılımı ve karışım suyu dengesizliğinden kaynaklanan "kusma" (bleeding) olarak adlandırılan betonun, karışım suyunun bir kısmını bırakması olayı, her zaman kötü sonuçlar doğurmayabilir. Normal süre içerisinde oluşan aşırı olmayan kusma, su/çimento oranını düşürerek beton yoğunluğunu artırır. Fakat, çok hızlı ve uzun süre su kusan betonda birçok olumsuz sonuçlar ortaya çıkar. Bunlar; beton yüzeyinde ön plana çıkmış yoğun agrega görünümü, yatay birleşim yerlerinde soğuk derz teşekkülü, pullanmalar, toz halinde ufalanmalar ve iç yapıda donatı ve agrega taneleri altında boşluklar olarak görülmektedir.

Sıcak havada beton dökmek, beton ısisının yükselmesi, işlenebilirliğin azalması gibi birçok problemin doğmasına neden olur. Arzu edilen işlenebilirliğin yeniden kazanılabilmesi için betonun su ile yeniden yoğrulması; ilk harmanda (batching) karışım suyunun bir miktarını tutarak (Withholding) harmanın kuru kıvamda hazırlanması ve sonra tutulan suyun beton dökümü sırasında ilave edilmesi bir yöntem olarak uygulanmaktadır. Su katılarak yeniden yoğrulan betonun bütünlüğü (integrity) ve kalitesi konusu, yıllardan beri mühendisler tarafından sorgulanmaktadır. Betonun işlenebilirliği, dayanımı, permeabilitesi ve dayanıklılığı gibi parametreler bu durumdan olumsuz etkilenmektedir. Yapılan deneysel araştırmalarda yeniden su katılıp yoğrulamak suretiyle işlenebilirliği sağlanan betonların, normal betonlara nazaran daha düşük performansta olduğu görülmüştür.

2. Betonda Aranılan Özellikler

Betonda aranılan en önemli özellik, basınç mukavemeti olarak görülmektedir. Özellikle betonarme yapılarda, çelik donatıdan farklı olarak, betonun sadece basınca maruz kalacak şekilde kullanıldığını bilmekteyiz. Betonun çekmeye karşı mukavemeti çok az olduğundan betonarme yapılarda çekme gerilmeleri çelik donatı tarafından karşılanmaktadır. Ancak baraj, hava

mevda ve yol yapımında kullanılan betonların basınç gerilmelerinin yanı sıra çekme, eğilme ve aşınma gibi tesirlere de maruz kaldığı bilinmektedir. Saydığımız bu gerilmelerin mevcut olduğu yapılarda kullanılacak betonun bu gerilmeleri karşılayabilecek özelliklere sahip olması gerekmektedir. Yapılan araştırmalar, betonun basınç mukavemetinin yüksek olduğu oranda diğer (çekme, eğilme ve aşınma gibi) mekanik mukavemetlerinin de yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durumda, basınç mukavemeti yüksek olan beton elde etmekle, bir ölçüde diğer mekanik mukavemetleri de yüksek olan beton elde edildiğini düşünebiliriz. Basınç mukavemetlerine göre beton sınıfları, 28 günlük standart silindir veya küp basınç mukavemetleri (N/mm cinsinden) esas alınarak oluşturulmaktadır.

Beton karışım hesaplarında çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden hemen hemen hiçbirini seçilen kriterlere göre tek kademede kesin sonuç verememektedir. Bunun anlamı, yapılan hesaplamalarda karışım elemanlarının seçilen kriterlere göre takribi miktarlarının belirlendiğidir. Birinci kademede yapılan hesaplamalar sonucunda bulunan beton karışım eleman miktarlarına göre örnek karışım hazırlanır. İkinci kademede, bu örnek karışım üzerinden deneyler yapılarak karışımın hesap esaslarında seçilen kriterlere uygun olup olmadığı test edilir. Üçüncü kademede ise, test edilen karışımın seçilen kriterlerden sapmaları yeniden düzenlenerek karışım yeniden test edilerek kullanıma hazır hale getirilir. Burada, beton karışımının nasıl yapıldığına ilişkin bir yöntemin nasıl kullanıldığını anlatmak amaçlanmamıştır. Sadece sürecin anlatımı hedeflenmiştir. Hazırlık safhasında, beton karışımın malzemelerden olan agregaların TS 706 ya uygunluğu konusunda testlerinin yapılmış olması gerekmektedir. Diğer taraftan beton karışım hesap yöntemi olarak TS 802 de önerilen yöntemin kullanımı mümkündür. Karışım hesabının temel hedefi, başlangıçta seçilen kriterlere uygun betonu en ekonomik şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktır.

Betonun basınç mukavemetini etkileyen faktörlerden en önemlileri; agrega tane dayanımı ve granülometrisi, çimento standart mukavemeti ve dozaj, su/çimento oranı ve betonun kompozitesidir. Bunların dışında; betonun döküm şartları ve kürü de beton mukavemeti üzerinde önemli sayılabilecek etkilere sahiptir.

Betonun kompasesinin büyük olması, onun mukavemetlerinin de yüksek olabileceğini göstermektedir. Beton kompasesinin büyük olması için kaba agreganın miktarının standart dağılım ölçüleri içerisinde mümkün olduğu kadar fazla olması gerekmektedir. Diğer taraftan ince agreganın miktarının da kaba agreganın boşluklarını doldurabilecek miktar ve dağılımda olması gerekmektedir. Diğer bir deyişle gerek kaba agreganın gerekse ince agreganın tane dağılımının (granülometrisinin), maksimum kompaseyi verecek şekilde olması gerekmektedir. Betonda teorik olarak bu şartlar sağlanmış olsa bile, betonun nakli ve yerleştirilmesi sürecinde bu dengenin bozulması beton boşluk miktarını çoğaltır. Kalıplara yerleştirilmiş olan betonun amaçlanan kompaseyi sağlayabilmesi için işlenebilirliğinin de iyi olması gerekmektedir.

Betonun işlenebilirlik özelliği; taze betonun homojenliğini yitirmeden nakledilebilir, yerleştirilebilir ve sıkıştırılabilir olarak açıklanmaktadır. Beton işlenebilirliğinin, sadece beton içerisindeki su miktarına göre değil, betonu meydana getiren malzemelerin özelliklerine, karışım oranlarına, beton yerleştirme ve sıkıştırma ekipmanlarının türüne, kalıp ve donatının durumuna ve ortam şartlarına bağlı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Diğer taraftan, çimento miktarının, ince agreganın miktarının ve su miktarının artması, kaba agreganın miktarının azalması betonun işlenebilirlik özelliğini artırır. Ortam şartlarını dikkate alarak sıcak havalarda beton kıvamını ayarlamak için beton suyunu artırmak, dolayısı ile su/çimento oranını değiştirmek doğru bir uygulama olarak görülmemektedir. Bu şekilde katılacak fazla beton su mukavemetinin düşmesine neden olabileceği gibi, betonda ayrışmanın oluşumunu da kolaylaştırır. Bu gibi durumlarda, suyu soğutmak, çalışma alanını gölge altına almak, beton döküm işlemlerini hızlandırmak, katkı maddeleri kullanmak gibi beton

a. Betonun kürü

Yerleştirilip sıkıştırılan taze betonun su miktarının, çimentonun hidratasyonunu tamamlayabilmesi için yeterli olduğu kabul edilirse, bu suyun buharlaşarak azalması hidratasyonun gerçekleşmesini zorlaştırır ve hatta engel olur. Bu nedenle su kaybını önlemek veya zararsız düzeyde tutmak için yapılacak kür işlemleri beton dökümünün hemen arkasından başlatılmalıdır.

Çimento ve su arasındaki kimyevi reaksiyonun hızı çevre ve bünye ısısına bağlı olarak değişir. Düşük ısılarda bu reaksiyon yavaş, yüksek ısılarda ise hızlıdır. Bu nedenle betonu hem yüksek ısıdan hem de düşük ısıdan koruyup, normal dayanımına ulaşabilmesi için en uygun ısı ve rutubette olgunlaştırmak gerekir.¹³⁵

Kür işlemi, betonun üzerine ıslak çuvallar sarmak, püskürtme membran uygulamak veya su püskürtmek yöntemlerinden bir veya birkaçı birlikte uygulanarak yapılabilir.

Su kürünün basınç dayanımına etkisini araştırmak amacıyla yapılan deneysel bir çalışmada hazırlanan bir dizi beton numunelerinin bir gurubu beton döküldüğü gün su havuzuna yatırılmış, diğerleri ise 1 gün, 2 gün, 3 gün, 7 gün, 21 ve 28 gün sonra su tankına yatırılmıştır. Daha sonra basınç deneyine tabi tutularak dayanımları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar

b. Dar bölgelerde olumsuz sonuçlar

Dar bölgelerde beton döküm işlemlerinin güçlüklerinden kaynaklanabilecek yetersizlikler nedeni ile birçok olumsuz sonuç meydana gelebilmektedir. Bunlardan betonda peteklenme, betonda yoğunluk azalması, temizlik maliyetlerinde artışlar, kalıp maliyetlerinde artışlar, beton yerleştirme maliyetlerinde artışlar en sık karşılaşılan sonuçlar olarak görülmektedir.

c. Beton yerleştirmede dikkat edilmesi gereken hususlar

Dar kalıp alanları ve güç yerleştirme şartları, çoğu zaman beton yerleştirme metotlarında değişiklik yapılmasına neden olur. Böyle durumlarda vinç ve kova ile beton dökümü yerine çok sıklıkla bant (konveyör) veya pompa ile beton döküm metotları kullanılır. Yeterli beton yerleştirmek, betonun mümkün olduğu kadar tasarlanan sonuç pozisyon ve özelliklerine sahip olmasının sağlanması şeklinde açıklanabilir.

Dar kalıplara yerleştirilen betonların büyük bir kısmı, pompa bomları veya 100-125mm çapında çelik donatılı hortumlar kullanılarak dökülür. Betonun iyi bir şekilde pompalanabilmesi için, tasarımcının beton tasarımında kullanılan agrega sınıfının maksimum tane çapını 40mm'nin altında seçmesi uygun görülmektedir.

d. Betonda kusmanın kontrolüne ilişkin önlemler

Beton karışım suyunu azaltarak aşırı kusmadan kaçınılabılır. Betonun yerleştirilmesi sırasında, karışım suyunun fazlası beton tarafından kusularak dışarı atılır. Beton yerleştirilmesinde kazanılan zaman, sızıntı suyunun buharlaşması için beklerken kaybedilebilir. Betonun mümkün olan en düşük slampa dökülmesi gerekmektedir. Eğer betonun hızlı yerleştirilmesi için yüksek slamp değerine ihtiyaç duyuluyorsa, akışkanlığı artırıcı katkı maddesi kullanımı daha uygun olur.

Kusmayı önlemek için beton içerisindeki ince malzeme miktarının artırılması gerekir. Beton içerisinde ince malzeme miktarı, aşağıda belirtilen yöntemler uygulanarak artırılabilir. Çok ince öğütülmüş çimento kullanarak (ilk dayanımı yüksek - çimento (Tip III) ile yapılmış betonlar normal çimentolara (Tip I) nazaran daha ince öğütüldüğü için daha az kismaya neden olurlar), daha fazla çimento kullanarak (aynı miktarda su içeriğinde çimento yönünden zengin karışımlar zayıf karışımlardan daha az kusar), Uçucu kül ve diğer puzolanları kullanarak, eğer beton kumu 50 ve 100 nolu eleklerden geçen malzeme miktarı bakımından yeterli değil ise, karışıma bu eleklerden geçen ince malzeme katarak (ince derecelenmiş kum iç kuma eğilimini azaltacaktır). Aşırı kuma problemi yaşandığı durumlarda bir hava sürükleyici katkı kullanarak, hava katkılı betonlar için mümkün olduğunca fazla hava katılımını sağlayarak, (hava kabarcıkları ilave ince malzeme gibi davranır, hava katkısı istenilen slampa ulaşmak için ihtiyaç duyulan su miktarını azalmasına yardımcı olur.

Düşey kalıp yüzeylerinde, vibrasyon sırasında suyun hareket kabiliyetini azaltıcı kalıp kremi emülsiyonları ve sade kalıp yağları kullanımı kusmayı azaltabilir. Beton döşemelerin absorpsiyon özelliği olmayan kalıba döküleceği veya soğuk havalarda beton döküleceği zaman, kusmayı etkileyecek karışım değişkenlerini daha dikkatli bir şekilde kontrol etmek gerekmektedir. Ayrıca, yukarıda açıklanan tedbirlere ilave olarak daha kuru bir beton karışımın, yüzeyde biriken suyu absorbe etmesi için son tabaka olarak en üste dökülmesi olumlu sonuçlar doğurabilir. Zemin döşeme betonu altında (taban kalıbı olarak) plastik buhar önleyici veya çok sıkıştırılmış kilden oluşan yüzey kuma problemlerini artırmaktadır. Bunun nedeni beton döküldüğü taban su absorbe etmeyecek, dolayısı ile daha fazla karışım suyu yüzeye çıkacaktır.

Beton dökümü sırasında ortam sıcaklığının düşük olması kuma süresini uzatmaktadır. Betonun ısıtılma tabii tutulması durumunda, ısıtılan örtü altındaki beton yüzeyi sıcaklığı artarken yüzeyin altında derinlere doğru beton sıcaklığı daha az olacaktır. Bu durumda, iç kısımlara göre daha hızlı kuruyan beton yüzeyinde kabarma ve pullanmalar meydana gelecektir.

Eğer beton yeni yerleştirilmiş ve çok fazla kuma olayı meydana geliyorsa, fan ile beton yüzeyine hava üflenmesi buharlaşma süresini hızlandırarak erken bitirme imkanı sağlayabilir. Ancak, bu durumda da yüzeyin çabuk kurumamasından dolayı, yüzeyde pullanma meydana gelebilir. Pullanmanın önlenmesi için tedbir alınması uygun olur. Diğer bir çözüm beton yeterince katılaştığı zaman, yüzeyde biriken suyun plastik bir hortum ile alınmasıdır. Ancak, bu durumda betonun yeterince sertleşmiş olması ve sadece suyun alınabilir olması önem taşımaktadır. Küçük yüzeylerde, ahşap malanın keskinliği kırılmış kenarı ile yüzeyden tek bir geçişle birikmiş su uzaklaştırılması da bir yöntem olarak görülmektedir (Erdoğan, 2007).

B. Çelik

Çelik taşıyıcılar, özellikle deprem güvenliği, hafifliği ve kolay uygulanabilirliği nedeniyle yüksek binalarda tercih edilmektedir. Son zamanlarda sadece yüksek yapılarda değil, aynı zaman da az katlı binalarda da çelik konstrüksiyonun tercih edilmeye başlandığı da görülmektedir.

Yapılardaki taşıyıcı sistemin hasar almasına ve ardından sonuçta da çökmeye neden olacak bir sıcaklığa kadar ısınmasına izin verilmez. Örneğin, çelik kirişler için genel başarısızlık sıcaklığı 540°C olarak kabul edilir. Bu sıcaklık mutlak olmayıp, kullanılan çeliğin özelliklerine ve uygulanan yük faktörüne bağlı olarak değişebilir. Isı iletim katsayısı yüksek olan çelik, ısınma durumunda gerilim sınırını çok kolay aşabilir. Gerilim sınırı aşıldığında gerilme esnekliği kaybolur ve kalıcı şekil değişimleri meydana gelir. Çok zayıf olan ve basınç altında bulunan yapı kısımları, yüksek sıcaklıklarda taşıma özelliğini kaybeder. Isınan çelik uzar, birleştiği noktalarda değişiklikler meydana getirir ve bazen bütün konstrüksiyonu yıkabilecek güçte kuvvet oluşturur. Sıcaklıktan dolayı meydana gelen bu hacim değişiklikleri, çelik kiriş ve çelik kolonların taşıma gücünü kaybetmesine ve çökmesine neden olabilir. Kolonlar ise,

genellikle her taraftan ısı geçişine açık oldukları için, çökme olasılığı çok yüksek bir yapı elemanıdır.

Çeliğin çekme dayanımı başlangıçta 150-300°C değerlerinde biraz arttıktan sonra, daha yüksek sıcaklıklarda hızla azalır ve yangınlarda kolayca erişilen 600°C sıcaklığında emniyet gerilmesinin altına düşer. Yüksek sıcaklıklarda bağ kuvvetlerinin azalması, çeliğin elastisite modülünün azalmasına neden olur. Elastisite modülünün değeri 20°C'dekine kıyasla, 400°C'de %15 ve 600°C'de ise % 40 kadar azalır. Çevre sıcaklığına göre mukavemeti ise, sıcaklığı 700°C olduğunda %23'e, 800°C'de % 11'e, 900°C'de % 6'ya düşer ve yaklaşık 1500°C sıcaklıkta erir. Uzun süreli ısıl gerilmelerin oluşmasına ve normal olarak yüksek sıcaklıklarda burkulma yapmayan kolonun burkulmasına ve daha düşük taşıma gücü göstermesine neden olabilir (<https://insapedia.com>, 2023).

C. Ahşap

Ahşabın malzeme özellikleri fiziksel, mekanik, kimyasal, ekolojik, ticari ve teknolojik açıdan incelenebilir.

Ahşap malzemenin fiziksel özelliklerini özgül ağırlığı, ısı iletkenliği, sertlik ve akustiği, su ve nem dayanımı, elektrik iletkenliği oluşturur.

Ahşabın özgül ağırlığı ağaç türlerine göre farklılık gösterir. (Ahşap türleri ve özellikleri) Örneğin çam için bu değer 0.50 gr/cm³ iken, kayın için 0.86 gr/cm³, meşe için 0.89 gr/cm³'tür. Birim ağırlık arttıkça mukavemeti ve ısı iletkenliği artar.

Ahşap, gözenekli bir malzeme olması ve bünyesindeki selüloz nedeniyle sıcak ve soğuğa karşı geçirimsiz bir malzemedir. Isıyı lif doğrultusunda, liflere dik doğrultuya göre daha fazla taşır. Ahşabın ısı iletkenlik değerinin düşük olması ve kömürleşme özelliğiyle yangına 30-90dk. dayanabilmektedir. Bu süre çelik için 10dk'dır.

Kuru ahşap elektriği iletmez bu nedenle alçak gerilimlerde yalıtkan olarak kullanılmaktadır. Ancak tamamen kuru ahşaptan bahsedilemeyeceği gibi rutubetinin artmasıyla malzemenin iletkenliği de belirgin bir şekilde artar.

Ahşap malzeme bünyesinde özsu ve serbest su olmak üzere iki türlü su bulundurur. Ahşabın nemini serbest su oluşturur. Yeni kesilen ağaçta rutubet genelde %40 ile %50 arasında bir değerdedir. Ahşap malzemenin bulunduğu ortamın nemini alması sebebiyle tam kuru halde bulunması olanaksızdır. Ahşabın nem miktarının artmasından ya da azalmasından dolayı hacmi değişir. Büzülme, şişme, çatlama, yarıma gibi deformasyonlar meydana gelir ve bu da ahşabın performansını olumsuz yönde etkiler. Rutubet artışı mekanik mukavemetin düşmesine sebep olur.

Ahşap lifli ve boşluklu yapıda olması nedeniyle hafif, basınca çekmeye, eğilmeye, burulmaya ve kesmeye çalışan bir malzemedir. Ahşabın bu etkilere gösterdiği mukavemet, anatomik yapısına, yoğunluğuna ve rutubet derecesine göre değişir. (Ahşabın Elastisite Modülü, Eğilme Dayanımı ve Emniyet Gerilmeleri) Bu nedenle emniyet gerilmeleri düşüktür. Lifli yapısı metal ve beton gibi aniden çökmesini ve kırılmaya uğramasını engeller. Ahşap hacim değişimleri yüzünden çatlamalara uğrayabileceği için liflere dik yönde çekmeye çalıştırılmaz. Liflerin ayrışması belli bir süre gerektirdiği için diğer malzemelerden farklı bir deformasyon eğrisine sahiptir. Ancak liflere dik doğrultuda zorlandığında, liflere paralel düzlemler boyunca kayma meydana gelir.

Ahşap üretimi ve işlenmesi diğer yapı malzemelerine göre daha az enerji gerektirir. Düşünülenin aksine yapı malzemesi olarak kullanılması ormanların azalmasına değil bilinçli olarak yaşıatılmasına olanak sağlamaktadır. Bilinçli üretim ve kullanımla kaynağı tükenmeyecek geri dönüşümlü bir yapı malzemesidir. Hafifliği, üretimi ve işlenmesi sırasında düşük enerji ihtiyacı, yangın dayanımı, amorf form oluşumlarına imkân vermesi gibi olumlu özellikleri ahşabı büyük açıklıkları geçmede kullanışlı bir yapı malzemesi yapar.

Organik bir malzeme olması nedeniyle ahşap mikroorganizmalara ve atmosferik etkilere karşı korunması gerekir. Havadaki oksijen, nem ve karbon asidi ahşap hücrelerini asitleyerek çürütürler. Bu da liflerin mukavemetinin azalmasına neden olur. Ahşap çürümeye karşı; süblimatlı banyoya batırılabilir, özsuyunun dışarı atılması için kabuklu ağacın uçlarından bakır tuzları şırınga edilebilir ya da su geçirmez hale getirmek için ahşabın gözenekleri kimyasal maddelerle doldurulur.

Bakteri, mantar, böcek ve kurtlar ahşabın yapısındaki selüloz ve ligninle beslenerek ahşabı kimyasal ayrıştırmaya uğratırlar. Ahşabın dokusuna zarar vermeleri nedeni ile önlem alınması gerekir. Mikroorganizmaların zararlı etkilerine karşı su eriticili kimyasal bileşikler (krezot, bitüm, katran, bakır, krom, çinko ve arsenik esaslı bileşikler) ve organik eriticili kimyasal bileşikler (metalik klor naftalinleri, benzen, çam reçinesi, poliester...) kullanılır. (Sinem, 2019).



IV. TAŞIYICI ELEMANLARA GÖRE SINIFLANDIRMA:

A. Yığma Yapılar

Binadaki yükleri döşemelerden alıp duvarın kendi yükü ile birlikte zemine ileten yapılardır. Yani duvarlar birer taşıyıcı elemandır. Bu bakımdan bu tür yapılara masif yapılar da denir. Yapılan bütün düşey elemanlar ve yatay elemanlardan aldıkları yükü kendi ağırlıkları ile birlikte alt katlara iletirler. Alt katlarda hem üst katlardaki, hemde kendi yüklerini zemine iletirler. Yığma yapılar daha ekonomiktirler ancak bu yöntemle çok katlı yapı imlatı yapılması mümkün değildir.

Türkiye'deki yeni deprem yönetmeliğinde, deprem kuşaklarında yığma yapımı yasaklanmıştır. Yığma yapılar ahşap ve kargır olarak sınıflandırılabilir.

B. Ahşap Yığma Yapılar

Eskiden ahşap binalar yaygın olarak yapılan binalardı. Bu binalar çok katlı yapılmayıp bir veya iki katlı yapılarıydı. Duvar ve döşemeleri tamamen ahşaptan geçmeli yapılan bu binalar sağlık açısından en önemli binalardır. Ama ağaçların yok edilmesi nedeniyle ve ahşabın pahalı bir malzeme olması nedeniyle günümüzde bazı villa ve yayla evlerinde yapılmaktan öteye geçmemiştir.

Karadeniz bölgesindeki köy ve yayla evlerinin çoğu ya tamamen ahşap veya taş ahşap karışımı yapılan binalardır. Öyleki çatılarda dahi kaplama malzemesi olarak kullanılan yapı elemanı kiremit değil hartoma denilen çam ağacından özel olarak yarılarak çıkartılan tahtaya benzer tırtırlı bir malzemedir. Boyuna tırtırlar suyun akışına yardım ederler. Çam, reçineli bir malzeme olduğu için doğal olarak kaplanmış gibi olur. Uzun yıllar çatıda kullanılır. Ancak son zamanlarda bu yöreler de betonarme etkisine girmiştir.

C. Kágir Yığma Yapılar

Genellikle duvarları kerpiç tuğla ve briketten yapılmış ve üzerine betonarme hatilla birlikte betonarme döşeme veya duvar üzerine yerleştirilen ahşap kirişler üzerine tahta döşenerek yapılan binalardır. Duvar kalınlıkları en az 20 cm olmalıdır. Bunun için özel üretilen yığma tuğlalar da bulunmaktadır. Duvarlar bahsinde bununla ilgili detaylar verilecektir. Bu tür yapılara iskeletli yapılar da denir. Taşıyıcı elemanları bütün düşey elemanlarda olmayıp belirli yerler de taşıma kapasitesi yüksek ayaklar kullanılır. Bu ayaklara kolon denir. Ayaklara yatay elemanlar bağlanır. Bu elemanlara kiriş denir. Kiriş üzerinde de yatay döşeme elemanı bulunur. Döşemeler üzerine aldıkları yükleri kirişlere aktarır. Kirişler bu yükleri bağlı oldukları kolonlara ve kolonlarda bu yükleri temel vasıtası ile zemine aktarırlar. Bu tür yapılarda duvarlar dolgu elemanı olarak kullanılır, Yığma yapılarda olduğu gibi taşıyıcı değildirler. Duvarlar kiriş üzerine geldiklerinden direkt kirişe etki eden yük olurlar.

D. Ahşap karkas Yapılar

Taşıyıcı elemanları ahşaptan yapılmış yapılara denir. Yani kolon(dikme, sütun) ve kirişler ahşaptan yapılır. Kiriş üstünde kalan boşluklar kutu şeklinde ahşaptan göz göz yapılarak bu gözlerin içi taş ve çamurla doldurulup üzeri tahta ile kaplanabilir. Veya direkt ahşap duvar yapılabilir. Döşemeler de yığma yapılarda olduğu gibi ahşaptan yapılırlar günümüzde kullanım alanı çok azalmıştır.

E. Betonarme Karkas Yapılar

Günümüzde yapılan yapıların beklide tamamına yakını bu metotla yapılmaktadır. Taşıyıcı elemanlar, temel, kolon kiriş ve döşemeler betonarmeden yapılmış binalardır. Bu metotla ve iyi kaliteli betonla yüksek binalar yapılabilir.

F. Çelik Karkas Yapılar:

Taşıyıcı elemanları çelik profillerden yapılmış binalara denir. Çelik betona nazaran daha dayanıklı olduğu için daha küçük ebatlarda taşıyıcı eleman yapmak mümkündür. Bu nedenledir ki dünyanın en yüksek binaları Petronas ikiz kulesi,

Yıkılan Dünya İş Merkezi İkiz Kuleleri, Eyfel kulesi gibi binalar bu metotla yapılmıştır. Taşıyıcı elemanların yüksek yük taşıma kapasiteleri nedeniyle yüzlerce kat bina yapılabilir. Bu metotla.

G. Prefabrik Yapılar

Yapıların taşıyıcı elemanları ile duvarları imalathanelerde önceden yapıp sonra yerine getirilip monte edilerek yapılan yapılara prefabrike yapılar denir. Bu tür yapılarda montaj kolaylığı olması ve uzun açıklıklarda rahatlıkla yatay eleman yapabilme kolaylığı olduğu için fabrika, imalathane gibi yerler için çok kullanışlıdır. Bu konu daha sonra prefabrike yapılar kısmında incelenecektir.

H. Hafif Prefabrik Yapılar:

Birim hacim ağırlığı betona göre daha hafif malzemelerden yapılmış prefabrike yapılar denir. Gazbeton, perlitli beton, hafif agregali beton, gibi malzemeler kullanılır. Bu malzemeler dayanım açısından normal betona göre daha dayanıksız olmasına karşılık demir takviyesi ile taşıyıcı elemanlarda kullanılır. Genellikle küçük evlerde, dubleks (İki katlı) villalarda kullanımı kolaydır. Bu tür malzemelerin ısı ve ses yalıtımı olması nedeniyle tercih sebebi olabilir.

İ. Ağır Prefabrik Yapılar

Taşıyıcı elemanları betonarmeden veya çelikten yapılmış prefabrike yapılardır. Aynen bu elemanlar da imalathanelerde istenilen şekilde yapıldıktan sonra yerine getirilip montaj yapılır. Bu tür yapılarda da taşıyıcı elemanlar yapıldığı gibi panel duvar sistemi ile yığma yapıya benzer şekilde bu duvarların yükü taşıdığı yapılar yapılır. Yapı türleri ileride prefabrike yapılar kısmında incelenecektir.

V.DUVAR TÜRLERİ

Yapılış amacına göre duvarlar;

Taşıyıcı duvarlar: Taşıyıcı duvarlar kendi yüklerinin yanı sıra yapıdan gelen hareketli ve hareketsiz yükleri temeller aktaran duvarlardır. Bunlar da üç ana gruba ayrılırlar.

Bölme duvarlar: Bölme duvarlar iki açık ortamı, iç ortam ile dış ortamı veya iki iç ortam ayıran duvarlardır. Bu tip duvarlar sadece kendi yüklerini taşırlar, taşıyıcılık zellikleri

A. Taşıyıcı Duvarlar

Yığma yapı olarak yapılan binalarda döşeme ve duvar yüklerini duvarlar taşıyarak temele aktarır. Bu nedenle duvarlar ana taşıyıcılarıdır.

1. Taş Duvarlar

a. Duvar Yapımında Kullanılan Taşlar

Duvarlarda kullanılacak taşlar taş ocaklarından çıkarılmalıdır. Akarsu yataklarında çıkarılan taşlar köşeli olmayıp ovallik göstereceklerinden, ayrıca dış yüzeyi cilalı gibi olacağından yapıda bu tür taşlar kullanılmamalıdır.

Ocaklardan taş elde edebilmenin başlıca şartı, patlayıcılarla kırılan taş kütlelerinden elde edilen taşların mümkün mertebe taşıyıcı duvarlarda kullanılmamasıdır. Duvarlarda kullanacak taşla genellikle ocaklardan, kazma, manivela, köşkü gibi el aletleri ile olması istenir.

Ocaklardan ıkarılan taşlar, hiçbir işleme tabi tutulmadan kullanılacağı gibi, balyoz, eki, murç, külünk gibi aletlerle kabaca düzeltilip şantiyelere gönderilebilir. Ocaktan yeni çıkarılmış taş içinde moleküler su bulunur. Bu nedenle işlenmesi kolaydır. Taş, havada kaldıkça içindeki moleküler kaybolacağından kuruyacak ve serleşecektir. Kabaca yapılmış bu düzeltme

işlemine çaplama ve sayalama denir. Çaplama ve sayalama yapılırken şantiyede düzeltme payı olarak kenarlarından 2-3 cm fazlalık bırakılır.

Duvar yapımında kullanılacak taşlar dayanıklı, sert, damarsız çatlaksız, dona dayanıklı ocak suyunu kaybetmiş olmalıdır. Dere taşları yuvarlak olduğundan iyi bağlantı yapamaz. Bu yüzden yapıda kullanılmamalıdır. Yıkıntılardan çıkan taşlar yapıda kullanılacaksa üzeri harçtan iyice temizlenmeli ve yıkanmalıdır. Taşlar harca yapışabilmelidir Taş büyüklükleri duvar yapımına uygun olmalıdır.

Bu bilgiler ışığında duvarlarda kullanılacak taşların isimleri şöyledir

1) Moloz taşı: Suyunu kaybetmiş ocak taşları veya doğada serbest halde bulunan kaya parçaları olduğu gibi kullanılır. Kalınlıkları en az 10 cm, kuyruk kısmı 20 cm olmalıdır. Temel ve bahçe duvarlarında kullanılır.

2) Kaba yonu taş Moloz taşların çekiç ile kabaca yontulup düzeltilmesi ile elde edilir. Yüzü en az 25x25 cm olmalıdır. Kuyruk kısmı en az 30cm olmalıdır. Sıvanmayan taş duvarlarda, bahçe duvarlarında, istinat duvarlarında kullanılır.

3) İnce yonu taş: Yontma inceliği toleransı 1cm olan taştır. Yüz en az 25x25 cm olmalıdır. İnce yonu 15cm yapılmalıdır. Kuyruk en az 30 cm olmalıdır. Yüzleri sıvanmayan duvarlarda, lento ve kemerlerde kullanılır.

4) Kesme taş: Yontma tüm yüzeyde yapılır yontma inceliği toleransı 2 mm dir. Yüz en az 25x25 cm olmalıdır. Kuyruk kısmı en az 25 cm devam etmelidir. Kaplama taşı olarak kemerlerde, lentolarda kullanılır.

b. Taşların Genel Özellikleri

Duvarlarda kullanılan taşların belli başlı özellikleri olmalıdır. Her taş yapıda kullanılmamalıdır. Yapıda kullanılacak taşlarda şu özellikler olmalıdır

a) Kullanılacak taşlarda çatlaklar, damarlar olmamalıdır. İçindeki moleküler suyun kaybolması, dayanımı yüksek olması, hava şartlarına ve dona dayanıklı olması gerekir.

b) Taşların harçla bütünleşmesi gerekir. Çok sert ve kırıldığında parlak sedefimsi görüntü veren taşlar bu amaca uygun değildir

c) İçinde kalker bulunan taşlar ateşle ilgili yerlerde kullanılmamalıdır.

d) Çok kenarlı olacak taşlarda her köşenin açısı en az 60° olmalıdır

e) Önemli ve dayanım gerektiren yapılarda kullanılacak taşların, laboratuvarlarda dayanım testinden geçirilmelidir. Uygun dayanımda olan taşlar kullanılmalıdır.

f) Bir yapıda kullanılacak taşlar mümkün mertebe aynı ocaktan çıkarılan aynı cins taşlardan seçilmelidir.

c. Taş Duvar Örgüsünde Önemli Hususlar

Taşlar birbiri üzerine ve yan yana konurken düzenli bir şekilde yerleştirilmelidir. Derzler üst üste gelmemelidir. Düşey derzler taşın uzunluğundan yüksek olmamalıdır. Yani düşey derzler de üst üste gelmemelidir. Doğal taşlar 50 cm'den yüksek olmamalıdır. Duvar kilit taşları ile iyice bağlanmalıdır. Taş duvarlarda, köşelerde sürekli olarak büyük taşlar kullanılmalıdır. Yüzeyleri kirli, üzeri toprak, yosun gibi malzemelerle örtülmüş taşlar önce iyice temizlenip sonra kullanılmalıdır. Yüklerin düzgün bir şekilde zemine iletilmesi için taş duvarlarda 100-150 cm de bir duvar bitirilmeli, düz bir yüzey elde edildikten sonra tekrar örülmelidir. bu düz yüzeye hatıl denir. Hatıl beton, tuğla, yâda ahşap kullanılarak da yapılabilir. Böylece daha düz yüzeyler elde edilir.

Taşların duvardaki durumlarına göre şu isimleri alırlar.

1) Sıra (Boyuna) Taş: Duvarda kullanılan taşlarda büyük kenarı duvar yüzeyine paralel getirilen taşlara sıra taşı denir. Sıra taşlarının genişlikleri hem yüksekliğinden hemde derinliğinden fazla olan taşlardır.

2.) Kenet Taşı: En büyük boyutu duvar dış yüzeyine denk gelecek olan taşlar olup taş genişliği derinlikten az, yüksekliğinden fazla olan taşlardır.

d. Taş Duvar Çeşitleri

i. Moloz Taş Duvar:

Taşlar ocaktan çıktığı gibi yontulmadan kullanılır. Boşluklar harç ve küçük taşlarla doldurulur. Derzler düzensiz ve çok olduğu için her 100-150 cm. de bir. Duvar kalınlığı ve boyunca düzgün ve yatay bir. Satıh elde edilecek biçimde duvar bitirilir ve tekrar devam edilir.

Moloz taş duvarlarda 1m² ye yaklaşık 15 taştan fazla konmamalıdır.

1m² duvarda en az iki kenet taşı yerleştirilmelidir.

Kullanılacak taşların kalınlıkları 15 cm'den az olmamalıdır.

Derz kalınlıkları 3cm den fazla olmamalıdır.

Sıcaklık +5°C nin altında duvar yapılmamalıdır. Dış yüzeylerde çukurluk bulunmamalı. 5 cm'den fazla çıkıntı bulunmamalıdır.

Duvara yerleştirilen taş bir daha yerinden oynatılmamalı

Duvar içinde kalan bölümler tamamen harçla doldurulmalıdır. Düşey kenarlar dik açı veya dike yakın olmalıdır.

ii. Kaba Yonu Taş Duvar:

Sıvanmayan duvarlar çekiçle kaba olarak yontulmuş taşlarla yapılır. Taşların biri birinin üzerine köşeli olarak oturabilmeleri için yüze yakın kısmı en az 12 cm düzeltilir. Kaba yonu taş duvarlarda dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır.

Taşların yan yüzleri ile alt ve üst kenarları en az 15 cm düzeltilmelidir. Taşların yan ve alt üst kenarlarının ilk 15 cm'sinde daralma olmamalıdır. Bunun arka kısmında en fazla 2cm daralma olabilir.

Taşların aynı sıraya konacak olanlarında ön yüzler aynı yükseklikte olmalıdır. Gerekirse ön yüzeyin çevresi 2 cm genişliğinde tesviye edilebilir. Bu işleme su açma veya çekme denir. Ön cephedeki kabarıklık en fazla 3cm olmalıdır. Yüzeyde çukurluklar bulunmamalıdır.

Taşları yükseklikleri en az 20 cm, genişliği ise en az 30 cm, derinliği ise en az 25 cm olmalıdır. Derz kalınlıkları 2cm yi geçmemelidir.

Taşlar yerine yerleştirildikten sonra murç kalem veya çekiçle düzeltme yapılmamalıdır Alt ve üst sıralardaki derz şaşırtması en az 10 cm olmalıdır

iii. İnce Yonu Taş Duvar:

Birbiri üzerine konan taşların yatak kısmının tamamı, yan yüzlerin 15 cm si düzeltilir. Taşlar düzeltilir. Taşlar her sırada aynı yükseklikte olmalıdır. Derzler birbirlerine dik ve 2-3cm den kalın olmamalıdır.

Taşların yan yüzleri ile alt ve üst kenarları en az 15 cm gönyesinde düzeltilmelidir. Taşların yan ve alt üst kenarlarının ilk 15 cm'sinde daralma olmamalıdır. Bunun arka kısmında en fazla 2cm daralma olabilir.

Taşların aynı sıraya konacak olanlarında ön yüzler aynı yükseklikte olmalıdır. Gerekirse ön yüzeyin çevresi 2 cm genişliğinde çıkıntılı (siklop) yapılabilir.

Taşları yükseklikleri, genişliği, derinliği en az 20 cm olmalıdır. Derz kalınlıkları 1.5cm yi geçmemelidir.

Taşlar yerine yerleştirildikten sonra murç kalem veya çekiçe düzeltme yapılmamalıdır.

En kalın sıra ile en ince sıra arasında 4 cm'den fazla fark olmamalıdır.

Alt ve üst sıralardaki derz şaşırtması en az 10 cm olmalıdır

iv. Kesme Taş Duvarlar:

Taşların tümü köşeleri 90 derece yontulmalı, damar ve yatak yüzleri birbirlerine paralel işlenmelidir. Derzler 4-6mm olmalıdır. Derz arasında boşluk kalmaması için sıvı harç akıtılır. Derzlerin aynı kalınlıkta olması için duvar örülürken çatılar kullanılır. Harç prizini tamamladıktan sonra çatılar derzlerden çıkarılır.

Taşlar el aletleri veya makinelerle gönyesinde kesilip istenilen prizma şekline getirilir (dikdörtgen prizma, küp, çokgen prizmalar olabilir). Taşların kenarlarında hiçbir daralma olmamalıdır. Taşları genişliği, derinliği ile aynı olan duvarlarda taşlar birbirine geçmeli yapılmalıdır.

Geçme yapılmadığı takdirde metal bağlantı elemanları ile bağlanmalı ve sabitlenmelidir. Taşlar yerine yerleştirildikten sonra murç kalem veya çekiçe düzeltme yapılmamalıdır. Derz kalınlıkları 1 cm'yi geçmemelidir. Bu kalınlığı korumak için ahşap çıta veya kurşun levha kullanılır. Alt ve üst sıralardaki derz şaşırtması en az 10 cm olmalıdır Taşların işlendiği yerden kullanılacağı yere götürülürken zedelenmemesi, köşelerin kırılmamasına dikkat edilmelidir.

Özelliği olan yapılarda, kemer, tonoz ve her sırası farklı olan, desenli olabilecek taşlar, projesine göre numaralandırılarak o numaralara göre taşlar

işlenip üzerlerine numaraları yazılarak yapılacak yere gönderilir veya yerinde atölye oluşturarak işlenmesi sağlanır.

İyi bir tuğla şu özellikleri taşımalıdır:

İçi homojen, taneleri ince ve boşluksuz olmalıdır. Tüm tuğlalar birbirine eşit boyutta olmalıdır.

- Sert olmalı, çelik ve demir çubuklarla zor çizilmelidir.
- Birbirine vurulduğunda berrak bir ses çıkarmalıdır.
- Su içerisine 24 saat bırakıldığında ağırlığının 1/5 inden fazla su emmemelidir

Fabrika tuğlaları imalat durumuna göre iki gruba ayrılır.

1) Sinterleşmemiş tuğla:

Bu sıcaklığa yaklaşılmadan normal pişirilen tuğlalara Sinterleşmemiş tuğla denir. Bu tuğlalar kendi aralarında üç ana sınıfa ayrılır;

Düşey delikli tuğla (DDT): Tuğlanın kullanım durumuna göre deliklerin düşey oluşturulduğu tuğlalardır. Genellikle yığma yapılarda taşıyıcı duvar olarak kullanılırlar. Deliklerin düşey olmasının nedeni, bağlayıcı olarak kullanılan harcın delikler içine dolması ile daha sağlam bir birleşimin oluşmasıdır. Ayrıca dayanımın artmasına da neden olur.

Yatay delikli tuğla (YDT): Tuğlanın kullanım durumuna göre deliklerin yatay oluşturulduğu tuğlalardır. Genellikle karkas yapılarda dolgu duvar olarak kullanılırlar.

B. Beton Duvarlar

Beton duvar denilince akla gelen ilk yapı elemanı briketlerdir. Briketler, pişmemiş tuğlalar kısmında anlatılmıştır. Briket gibi çimento bileşimli hafif beton briketler yapılmıştır. Bu tür briketler ısı ve ses yalıtımında kullanılır. Bu tür hafif beton imali yapan firmalar bu elemanlara kendi adlarını vermişlerdir. Bu elemanlarla yapılan örgüler düz örgüdür. Taşıyıcı duvar olarak imal edilebildikleri gibi dolgu ve ayırıcı duvar olarak ta kullanılır. Binaları bahçe duvarlarında temel ve bodrumlarda dolgu duvar olarak kullanılır.

C. Betonarme Duvar

Betonarme duvarlar, genellikle temeller ve bodrumlarda perde duvar olarak en az 20 cm ve genişliği en az 100cm olan duvarlardır. Bu duvarlar yapılırken önce kalıbı alınıp ve projeye uygun donatı yerleştirildikten sonra betonla doldurulur. Kalıplar çıkarıldığında betonarme duvar tamamlanmış olur.

Bu tür duvarlar, şu amaçlar için yapılır

Temel ve bodrumda toprak itkisinin kuvvetini daha iyi karşılamak,

Kolonlar arası fazla mesafe olmadığında iki kolon yerine perde duvar yapılması daha pratik olur

ii. Tünel kalıp sistemi ile yapılan binalarda yapım kolaylığı sağlar.

iii. Hem duvar hem de kolon olarak kullanıldığı için bina yüklerini taşıması bakımında emniyetlidir.

Bu amaçlar için yapılan betonarme duvarlarının bazı sakıncaları da bulunur. Bu sakıncaları şunlardır.

- ❖ Isı geçirgenliği yüksektir.
- ❖ Ses geçirgenliği yüksektir.
- ❖ Maliyeti yüksektir.

D. Karışık Duvarlar

Tuğla duvar ile taş duvarın birlikte kullanılması gibi değişik malzemelerden oluşan yapı elemanlarının bir arada kullanılmasına karışık duvar denir.

Karışık duvarlarda en önemli kombinasyon tuğla ile taş duvarların birlikte yapılmasıdır. Bu birleşimde de esas, köşelerin düzgün çıkarılmasıdır. Bunu için duvar köşelerinde tuğla duvar, aralarda taş duvar kullanılabilir.

Köşelerden başka sıralarda da farklılıklar olabilir. Taş duvarlarda bir veya bir buçuk metre de bir tuğla hatıl yapılabilir.

1. Kaplamalı Duvarlar

Yapılmış bir duvarın üzerine, genellikle estetik bakımından ikinci bir duvarın örülmesi ile meydana getirilen duvarlardır. Bu tür duvarlar genellikle

betonarme perde duvarların çirkin ve soğuk görüntüsünü daha doğal ve sıcak bir görüntüye çevirmek amacı ile yapılır. Betonarme duvar önüne tuğla veya taş duvar yapılarak görüntü değiştirilir.

Bu duvarlar taşıma amacı ile yapılmaz. Kaplama olarak düşünülür.

Betonarme yanında her türlü duvar için aynı işlem yapılabilir. Kaplama işlemi ekstra bir masraf getireceğinden ekonomik olmaz. İç mekânlarda ise genellikle kargir duvarın soğukluğu yanında ahşabın sıcak ve dekoratif görüntüsü için ahşap lambri kaplanır.

2. Boşluklu Duvarlar

Genellikle kış, soğuğu fazla ve yaz çok sıcak olan yerlerde, yapılarda yaşayanların yazın sicağından ve kışın soğuğundan korunmak için en pratik ısı yalıtım şekli aralarında boşluk olan çift duvar örülmesidir.

Tuğla duvarlarda da anlatıldığı gibi günümüzde bu tür duvarların en yaygını ve kullanışlısı sandviç duvarlardır. Duvar arasında boşluk yalıtım malzemesi ile doldurulduğunda, yalıtım daha iyi yapılmış olur. Eski tip tuğlalar yani 190x90x50 mm lik tuğlalarla boşluklu duvar yapabilmek için en az bir buçuk tuğla ile duvar yapılmalıdır.

E. Alçı Panel Duvarlar

Alçıdan imal edilmiş hazır plakalardır. Kalınlıkları 5mm den başlayarak 10-12mm ye kadar değişik kalınlıklarda olabilir Uzunluk ve genişlikleri 50 cm'den başlayarak 67 cm ye kadar küçük ebatlı olanların yanında 1m ye 2m ye kadar büyük boy olanları mevcuttur. Genellikle bölme duvar olarak kullanılır. Tek kullanıldığı gibi iki alçı panel arsına yalıtım malzemesi yerleştirilerek ısı paneli oluşturulabilir. Bu paneller ya geçmeli veya kılavuz bağlantı elemanları ile yan yana eklenebilir.

F. Ahşap Duvarlar

Ahşap karkas yapılarda döşeme ve duvarlar tamamen ahşaptan yapılır. Bazen de dışı taş duvarlı yapılmış bir binanın taban ve duvarları ahşaptan inşa edilir. Bunun için dış duvarlarda taş örgü yapılırken içte bölmeler ahşap duvar

olarak yapılır. Kat seviyesine gelindiğinde ahşap kirişler atılarak döşemelerde yapılmış olur.

Tamamen ahşap yapılmış binalarda yuvarlak kesitli kütükler kullanılacağı gibi enli kalaslarda kullanılabilir aşağıda bunlarla ilgili şekiller verilmiştir. Köşelerdeki birleşimde açılan kirişlerde esas alınacak ölçü tomruğun kesitinin üç eşit parçaya bölünmesidir. Alt ve üst 1/3 kısımlarda kirişler tomruk genişliği kadar açılır. Diklemesine gelen tomrukta da aynı işlem yapılır. Üst üste getirildiğinde birleşim sağlanır.

Taşıyıcı sistemi ahşap karkas olan evler, geçmişten günümüze kadar süregelmiştir. Betonarme ve çelik gibi ahşapta taşıyıcı bir malzemedir. Ama bir çelik ve betonarme kadar yük taşımayabilir. Buna göre bir iki hatta üç katlı ahşap karkas binalar yapılır. Ahşap, çelik ve betonarmeye nazaran çok daha hafif olduğundan bina yükleri de azalacaktır. Esnek, sağlıklı, ayrıca yalıtım özelliği olan ahşap, kullanılması gereken bir malzemedir.

G. Metal Duvarlar

Kargır ve ahşap duvarlar gibi metal duvarlarda oldukça kullanılan duvar çeşididir. Genellikle bölme duvarlarda profillerden faydalanarak yapılabilir. Ahşap duvarlar gibi geçmeler yapılarak bağlanabilir. Metal duvarlarda en çok kullanılan metal alüminyumdur. Alüminyumdan çok değişik profiller üretilmiştir. Levha olarak kullanılmak istendiğinde galvanizli sac en uygunu olur. Metallerin ısı geçirme katsayıları yüksek olduğu için duvar olarak kullanılmak istendiğinde yalıtım kaplamalı olarak kullanılır.

VI. DEPREMLERDE HASARLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

A. Giriş

Deprem büyük can ve mal kaybına neden olabilen doğal bir afettir. Yer kabuğundaki tabakalarda, derinlerde oluşan ısı değişimleri ile birbirlerine göre kaymaları nedeniyle kırılmalar olur. Bu kırılma çizgileri "fay" olarak adlandırılır. Yıkımlarda, genelde bu faylar boyunca oluşan yer değiştirmeler etkilidir. Bu nedenle, dünya üzerinde saptanmış fay hatları boyunca uzanan kuşaklar "deprem kuşağı" olarak adlandırılır. Önemli ve aktif fay hatlarının bulunduğu bir bölgede yer alan Türkiye'nin depremselliği oldukça yüksektir. Bu nedenle yapılacak herhangi bir yapı için en önemli ölçütlerden biri de deprem dayanımıdır.

Hasarlı bir yapının güçlendirilmesi veya herhangi bir yöntemle onarımı gerekebilir. Hasar gören bir yapıda önce hasarın belirlenmesi ve değerlendirilmesi yapılır sonra nasıl onarılması gerektiğine karar verilir. Onarılması veya güçlendirilmesi istenen yapı elemanlarının birbirleriyle uyumlu çalışması temel amaç olmalıdır. Bu nedenle her yapı elemanı için değişik yöntem ve teknikler uygulanabilir. Bu konuda, yapılarda büyük fiziksel değişikliklere neden olan depremlerin meydana getirdiği hasarların nedenleri ve çözüm önerileri işlenmiştir.

Betonarme yapıda betonun yeterliğinin sağlanabilmesi için;

- a. Agrega yıkanmalı ve granülometrik işlemlerden geçirilmeli.
- b. Karışımlara kırma taş tipi agregalar da katılmalı,
- c. Çimentoların cins, miktar ve depolama şartlarıyla son kullanım tarihlerine ve dikkat edilmeli,
- d. Beton iyi sıkıştırılmalı, kürü ve korunması yeterli olmalı.

Betonarme yapıda donatı düzenlenmesinde yapılan yanlış uygulamaları gidermek için;

- a. Mümkünse doğru nervürlü elik donatı kullanılmalđ.
- b. Kolon, kiriş birleşim yerlerinde (sarılma bölgelerinde) enine donatı sıkılaştırılması yapılmalđ,
- c. Bir yapıda, kolon taşıma gücü kiriş taşıma gücünden; tüm elemanlarda kayma dayanımı eğilme dayanımından büyük olmalđdır. Bu bakımdan kolonlarda kesit ölçüleri artırılmalđ ve sarılma bölgelerinde enine donatı aralığı 10 cm'den fazla ve 5 cm'den az olmamalıdır. İlk etriyenin kiriş alt ya da üst yüzüne olan uzaklığı ise 5 cm'den fazla olmamalıdır.

Kirişlerin boyuna donatılarının özellikle dış aks ve köşe kolonlarında, yetersiz boy ankrağı yapılması kolon ve kiriş birleşim yerinde filiz donatıları ile kolon donatılarının yanlış bağlantısı pratik olarak kirişlerin uçlarının "mafsallđ" olarak davranmasına yol açar. Bu durum kolonların yatay stabilitesini de tehlikeye sokmakta ve yapının ötelenme yaparak bir yana doğru yıkılmasına yol açabilmektedir.

- a) Ek yerinde etriye olmadığı için boyuna donatı dışarıya burkulmuştur.
- b) Ucu kancalı kolon donatısı etriye yokluğundan dışarı burkulmuştur.
- c) Ek yerinde etriye yokluğu ve kiriş boyuna donatısının yetersiz ankrağı sonucu düşey basınç az olduğu için ek yerinde kesme çatlakları oluşmuştur.
- d. Kolonda düşey akslar kaık olmamalı.
- e. Büyük kesitli kolonlarda çift etriye yapılmalđ.
- f. Sarılma bölgesindeki etriye kancaları, kendi doğrultusu ile 135° lik bir açı oluşturacak ve dairesel kısmın ucuna (10 Ø) kadar doğrusal bir parça bırakacak şekilde yapılmalđdır.
- g. Etriyelerin apı Ø 8'den küçük olmamalı,

h. Donatılar, arasına beton giremeyecek kadar sık konulması sonucu donatı aralarından beton geçerek yerleştirilemeyecek, iri agregalar buralarda tutularak ayrılacak ve agrega yđılmasının meydana gelecektir. Pas payları yeterli bırakılmalđdır. Demir donatısında pas payını korumak için özel plastik mesafe tutucular kullanılmalđ. Eğer beton dış etkilere maruz değilse pas payı 1-1,5 cm,

dış etkilere maruz ise 2-2,5 cm, toprak altında ve asitli sulara maruz ise 2,5-5 cm olmalıdır.

Yapılarda donatıların bağlanması söz konusudur. Uygulamalarda donatıların tüm birleşim yerlerinden bağlanmaması, aralıklı bağlamalar sık görülen uygulama hataları arasındadır. Tüm donatı birleşmelerinin köşeli çapraz bağlama yerine tek atkılı, çift atkılı veya sargılı yöntemlerden biri ile bağlanması gerekir. Aksi durumda beton dökümü esnasında donatıların birbirlerine göre konumları değişmekte ve donatılar arasında yük aktarımı olamamaktadır.

Yapıların stabilitesinde etken olan faktörlerden biri de donatı aralığı ile beton arasındaki ilişkidir. Donatılar arası mesafe maksimum tane iriliğindeki (D_{max}) agreganın geçmesine uygun olmalıdır. Erzincan ve Marmara depremleri başta olmak üzere yapılan incelemelerde D_{max} in geçemeyeceği sıklıktaki kiriş donatılarının kolon üzerine uzantılarının bir elek görevi görerek iri agregaları aşağılara geçirmediği, kolon kiriş birleşim yerlerinde iri agregaların biriktiği görülmüştür.

Hava basıncı, yerçekimi gibi dış faktörler buhar hâlindeki suyun higroskopik malzeme içine girmesini zorlar. Beton bünyesindeki geçirimli yapı, donatının yüzeyinde su ve oksijenin birleşmesine, korozyon oluşumuna neden olur. Bu çatlaklar betonun zati basınç dayanımını, korozyon ise çeliğin çekme dayanımını düşürerek kolon ve kirişlerde zayıflamalara, balkon ve saçaklarda deformasyonlara hatta göçmelere neden olur.

Betonarmenin kullanıldığı alt veya üst yapılarda, fiziksel ve kimyasal özelliklere göre pas payı bırakılması gerekmektedir. Yapılan incelemelerde görülmektedir ki, kolon ve kirişlerle döşemelerde pas payları çoğunlukla yeterli konulmamakta ve yüzeyden donatılar görünmektedir. Bu durum, çok kaliteli sıva kaplaması çabasında olan ve konunun inceliklerini bilmeyen teknik olan/olmayan insanların, üzerine alçı sıva yapmaları sonucu vahim bir oluşuma neden olmaktadır. Bu sonuç korozyondur. Alçı $Ca(SO)_4 \cdot 2H_2O$ (sülfat) içerikli bir malzeme olduğu için metallerde korozyonu hızlandırır. Benzer etkiyi $Ca(OH)_2$ içerikli kireç sıvalar da meydana getirmektedir.

Donatılarda korozyon, şantiyedeki depolama koşullarının olumsuzluğundan kaynaklanabildiği gibi katlı bina uygulamalarında bırakılan filiz donatılarının

uzun süre bekletilmesinden de kaynaklanabilmektedir. Daha önce kullanılmış, bükülmüş donatıların yapılarda tekrar kullanılması hem korozyona eğilimlerini artırmakta hem de taşıma gücü bakımından sakıncalı olmaktadır.

Betonarme yapı tasarımı yaparken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir;

a. Betonun kalitesi ve rijitliği yeterli olmalıdır. Eş zamanlı dökülen beton katmanları arasındaki birleşmeler, fark edilmeyecek şekilde, homojen olmalıdır. Burada sıkıştırma ön plana çıkmaktadır.

b. Taşıyıcı sistemde büyük kesitli kolonlar veya perde duvarları kullanılmalıdır.

c. Bir yapıda kolon yüksekliklerindeki farklılıklar bazı sakıncalar doğurur. Bu sakıncaları gidermek için diğer kolonlara göre kısa kolon teşkilinden kaçınılmalıdır. Kısa kolonlar (örneğin merdiven sahanlıklarını taşıyan kolonlar ile asma kat kolonları) diğer kolonlara göre yük altında aşırı zorlanırlar.

d. Kolon kiriş birleşim yerinde kiriş uçlarının rijitliğinin azalmaması, kirişte dönmelerin meydana gelmemesi için kolona giren donatılarda dik gönye kanca bırakılmalıdır.

e. Yüksekliği az, ağır ve yassı kirişler kullanılmamalı, özellikle kolonların döşemelerle birleşimleri doğrudan yapılmamalıdır.

f. Ayırık inşa edilen binalarda çatı kalkan duvarı oluşturmayan düzenlemelere gidilmelidir. Kalkan duvarı yapılması durumunda ise, duvarlar yatay, düşey ve eğimli hatıllarla taşıyıcı sisteme bağlanmalıdır.

g. Simetrik olmayan bina planından kaçınılmalıdır. Kolonların boyuna yerleştirilmelerinde P oranında çift istikamet kuralına uyulmalıdır.

h. Yapı elemanlarının sadece düşey yüklere ve devrilmeye karşı güvenliğini sağlamak yeterli değildir. Aynı zamanda yük altındaki deformasyonlarının da kabul edilir sınırlar içinde olmaları gerekir. Deplasman hesabında hafif agregali betonun elastisite modülü (E), normal betonunkinin yarısı olarak kabul edilebilir. Hafif agregali betonlarda deformasyonlar normal betona göre daima büyüktür. Bu nedenle, döşeme ve kirişlere sehim gerektirmeyen kalınlık, yükseklik verilmelidir. Hafif agregali betonlarda, düşük elastisite modülü nedeniyle kırılma yükü normal betona oranla oldukça düşüktür.

1. Depreme dayanıklı düktil çerçeve tasarımı, düğüm noktalarında istenen davranışı sağlamak üzere, narin kiriş kuvvetli kolon prensibine göre yapılmalıdır.

i. Normal betondan imal edilen kolonlarda depreme dayanım için gerekli koşullar hafif agregali kolonlarda da aynen uygulanabilmektedir. Yalnız iyi bir detaylandırma önemlidir. Detaylandırma uygun ise, hafif beton istenilen enerji yutma kapasitesi ve düktilite seviyesine ulaşabilmektedir. Hafif agregali beton kullanılmış yapıların performansı incelendiğinde, hem malzemenin normal betondan farklı davrandığı hem de konstrüksiyonu için farklı yöntemler gerekmediği görülmüştür. Beton ve çeliğin maksimum gerilmeleri, pas payı aderans yanında kayma gerilmeleri ile beton rijitliklerini olumlu etkilemektedir.

j. Düşey taşıyıcı elemanlarda süreklilik sağlanmalıdır.

VII. DEPREM ETKİSİ ALTINDA BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE TASARIMI İÇİN GENEL ESASLAR

A. Deprem Yer Hareketi Spektrumları

1. Harita ve tasarım spektral ivme katsayıları

Boyutsuz harita spektral ivme katsayıları, DD1, DD2, DD3 VE DD4 deprem yer hareketi düzeyi için TDTH kapsamında incelenmiştir.

2. Yerel zemin etki katsayıları

Spektral ivme katsayıları (S_{DS} ve S_{D1}), harita spektral ivme katsayılarının Çizelge 1 ve Çizelge 2’de verilen yerel zemin etki katsayıları (F_S ve F_1) ile çarpılması ile Denklem 6’da verildiği gibi elde edilir.

$$S_{DS} = S_S F_S \quad S_{D1} = S_1 F_1 \quad \text{Denklem 6}$$

Çizelge 1. Kısa Periyot Bölgesi İçin Yerel Zemin Etki Katsayıları (TBDY 2018)

Yerel Zemin Sınıfı*	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_S					
	S_S ≤ 0.25	S_S $= 0.50$	S_S $= 0.75$	S_S $= 1.00$	S_S $= 1.25$	S_S ≥ 1.50
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8

Çizelge 2. Saniye Periyot İçin Yerel Zemin Etki Katsayıları (TBDY 2018)

Yerel Zemin Sınıfı*	1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_1					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0

1.1.1 Yerel zemin sınıfları

ZA, ZB, ZC, ZD, ZE ve ZF olarak tanımlanan yerel zemin sınıflarının belirlenmesi için, bu sınıflara ilişkin özellikler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Yerel Zemin Sınıfları (TBDY 2018)

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 m'de ortalama		
		$(V_s)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe/30 cm]	$(c_u)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	>1500	—	—
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760–1500	—	—
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360–760	>50	>250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180–360	15–50	70–250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \%40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($c_u < 25$ kPa) içeren profiller	<180	<15	<70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaşabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ($PI > 50$) killer, 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer.			

B. Deprem Yer Hareketi Düzeyi ve Deprem Tehlike Haritası

1. Deprem yer hareketi düzeyi-1 (DD-1)

En büyük deprem yer hareketi olarak bilinmektedir. Tekrarlanma olasılığı 2475 yılda bir olan ve 50 yılın içerisinde aşılma olasılığı %2 olan deprem yer hareketidir.

2. Deprem yer hareketi düzeyi-2 (DD-2)

Tasarım deprem yer hareketi olarak bilinmektedir. Tekrarlanma olasılığı 475 yılda bir olan ve 50 yılın içerisinde aşılma olasılığı %10 olan deprem yer hareketidir.

3. Deprem yer hareketi düzeyi-3 (DD-3)

Sık deprem yer hareketi olarak bilinmektedir. Tekrarlanma olasılığı 72 yılda bir olan ve 50 yılın içerisinde aşılma olasılığı %50 olan deprem yer hareketidir.

4. Deprem yer hareketi düzeyi-4 (DD-4)

Servis deprem yer hareketi olarak bilinmektedir. Tekrarlanma olasılığı 43 yılda bir olan ve 50 yılın içerisinde aşılma olasılığı %68 olan deprem yer hareketidir.

5. AFAD ‘dan Veri Alma

TDTH İnteraktif Web Uygulamasına <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml> web sitesi üzerinden girilerek, DD-2 deprem düzeyi yer hareketi için 41.250372° enlem ve 28.61015° boylam koordinatları ve yapının yapılacağı bölgedeki zemin şartlarının ZC olarak bulunarak sisteme girilmiştir.

C. Deprem Parametrelerinin Belirlenmesi

1. Bina önem katsayıları ve bina kullanım sınıfları (BKS)

Bu tez çalışmasında 7 katlı betonarme bina için şekil değiştirmeye tasarıma geçmeden önce TBDY 2019’da bir yapının kullanım fonksiyonu veya amacına göre deprem hesaplarını etkileyecek düzeyde önem arz eden bina önem katsayısı ve bina kullanım sınıfının bulunması gerekmektedir. Yapının kullanım amacına

göre belirlenen bina kullanım sınıfı bir sonraki aşama kullanılmak üzere önem arz etmektedir. Çizelge 4'e bakıldığında konutlar için BKS=3 seçilmiş olup detaylı inceleme sonrasında depremden sonra kullanılması gerekli olan konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb yapılar için I= 1.0 olarak tayin edilmiştir.

Çizelge 4. : Bina kullanım sınıfı ve bina önem katsayıları (TBDY 2018)

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı
BKS=1	Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar(Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları veterminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. Müzeler Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan Maddelerin bulunduğu veya denolandığı binalar	1.5
BKS=2	İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Alışveriş merkezleri, sportesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	1.2
BKS=3	Diğer binalar BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1.0

2. Deprem tasarım sınıfı (DTS)

TBDY 2019'a göre betonarme yapıların deprem etkisi altında analizlere geçmeden önce yapının bulunduğu DTS sınıfı belirlenir, DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için "kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı" SDS değeri 0.751 değeri 0.75 ten büyük olduğundan ve bina kullanım sınıfına bir önceki aşamada BKS-3 olarak seçildiğinden DTS=1 sınıfı olarak tayin edilmiştir. Deprem tasarım sınıfların ait bilgiler Çizelge 5'te verilmektedir.

Çizelge 5. Deprem tasarım sınıfları (DTS) (TBDY 2018)

DD-2 göre Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (SDS)	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS=1	BKS=2
$SDS < 0.33$	DTS=4a	DTS=4
$0.33 \leq SDS < 0.50$	DTS=3a	DTS=3
$0.50 \leq SDS < 0.75$	DTS=2a	DTS=2
$0.75 \leq SDS$	DTS=1a	DTS=1

1.1.2 Bina yüksekliği, bina yükseklik sınıfları (BYS)

TBDY 2019'a göre BYS belirlenirken DTS'den yararlanılarak binanın yüksekliği belirlenir. Bodrum katta en az 3 perde bulunması halinde bina yüksekliği için Bodrum katın, bodrum perdesinin üst katı zemin kat olarak kabul edilir. Çizelge 6'da BYS'na ait bilgiler verilmiştir.

Çizelge 6. Bina yükseklik sınıfı ve bina yükseklik aralıkları (TBDY 2018)

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Aralıkları [m]		
	DTS=1,1a,2,2a	DTS=3,	DTS=4,
BYS =1	$HN > 70$	$HN > 91$	HN
BYS =2	$56 < HN \leq 70$	$70 < HN$	$91 < HN$
BYS =3	$42 < HN \leq 56$	$56 < HN$	$56 < HN$
BYS=4	$28 < HN \leq 42$	$42 < HN \leq 56$	
BYS =5	$17.5 < HN \leq 28$	$28 < HN \leq 42$	
BYS =6	$10.5 < HN \leq 17.5$	$17.5 < HN \leq 28$	
BYS =7	$7 < HN \leq 10.5$	$10.5 < HN \leq 17.5$	
BYS =8	$HN \leq 7$	$HN \leq 10.5$	

7 katlı beton arme binanın yüksekliği 21 metre ve daha önceden belirlenen DTS sınıfı 1 olarak seçilmiş ve çizelgeden BYS=5 olarak tayin edilmiştir.

D. Yapıya Ait Bilgiler

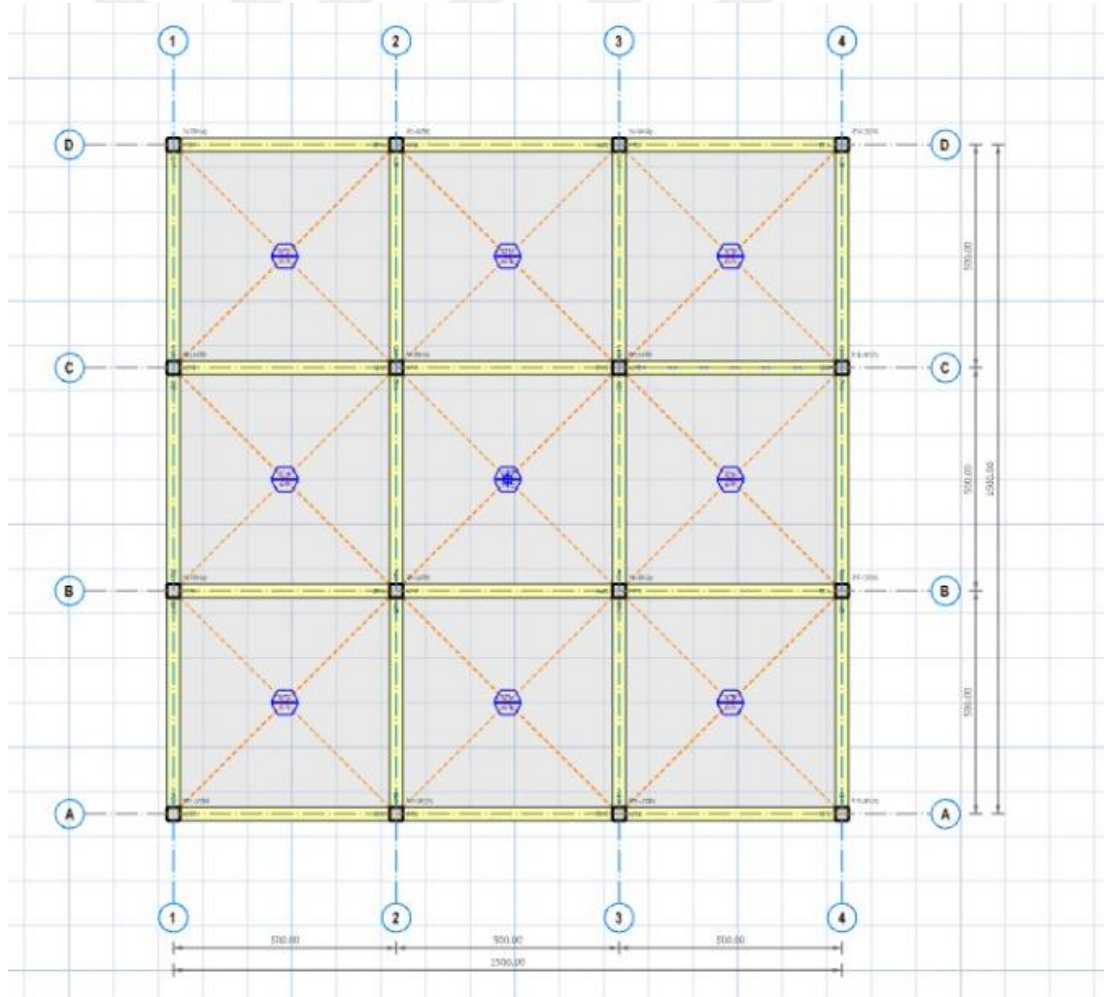
1. Betonarme binanın özellikleri

7 katlı beton arme çerçeve sistemden oluşan yapı X ve Y eksenleri doğrultusundaki açıklıklar benzer şekilde yapılarak taşıyıcı sistem oluşturulmuş ve özellikler Çizelge 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 7. 7 katlı yapıya ait bilgiler (TBDY 2018)

Kat sayısı	7
Kat yüksekliği	3 m
Toplam yapı yüksekliği	21 m
Yapının oturma alanı	225 m ²
Kullanım amacı	Konut
Beton sınıfı	C30
Donatı çeliği	B420C
Beton elastisite modülü (Ec)	31225 MPa
Donatı çeliği elastisite modülü (Es)	200000 MPa
Beton karakteristik basınç dayanımı (fck)	30 MPa
Donatı çeliği karakteristik akma gerilmesi (fyk)	420 MPa

Zemin + 6 Normal Kattan oluşan 7 katlı betonarme yapının kat planları her katta aynı olacak şekilde tasarlanmış olup kat yükseklikleri sabit 3^m toplamda 21 metreden oluşmaktadır. 7 katlı yapıya ait kat planı Şekil 1’de gösterilmektedir. Yapının bulunan kolonlar 0.3^mx0.3^m ve kirişler her yerde aynı 0.3^mx0.5^m dir.



Şekil 1. 7 Katlı Yapıya ait Kat Planı (Tüm katlar için geçerli)

2. Betonarme binanın malzeme özellikleri

Betonarme yapıda kullanılan beton sınıfı C30 için küp dayanımı 30 MPa ve silindirik dayanımı 37 MPa hesaplanmıştır. TS500' e göre nervürlü çelikler B420C seçilerek yapı modeli tasarlanmıştır.

3. Betonarme binanın deprem bilgileri

Şekil 2'de DD-2 için TDTH'dan konum ve zemin bilgileri girilerek binanın bulunduğu yere ait deprem parametreleri aşağıda verilmiştir.

Rapor Başlığı:	istanbul	
Deprem Yer Hareketi Düzeyi:	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı	ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış, çok çatlaklı zayıf kayalar
Enlem:	41.250372°	
Boylam	28.61015°	

Çıktılar

$S_s = 0.595$	$S_1 = 0.177$	$S_{DS} = 0.751$	$S_{D1} = 0.266$
$PGA = 0.249$	$PGV = 15.657$		

S_s : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]

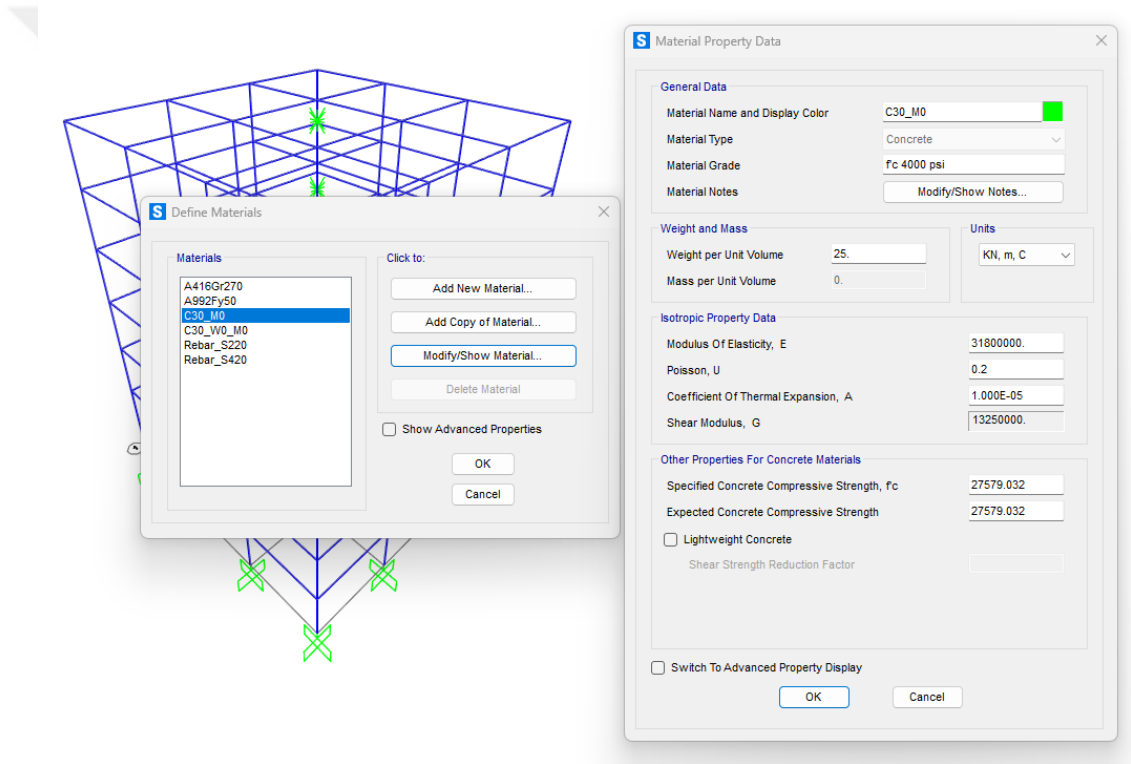
Şekil 2. DD-2 için Deprem Tasarım Parametreleri

VIII. YAPININ MODELLENMESİ

A. Betonarme Taşıyıcı Sistem

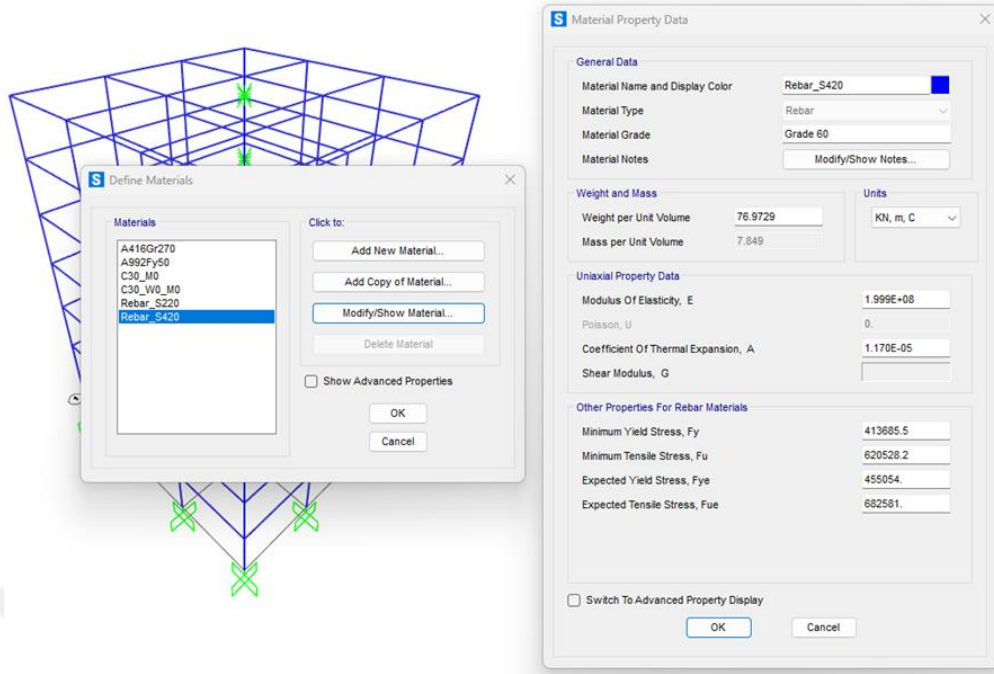
1. Malzeme Tanımı

Şekil 3'te betonarme yapıda kullanılan C30 (Mpa) betonun Sap2000 programına tanıtılması gösterilmektedir.



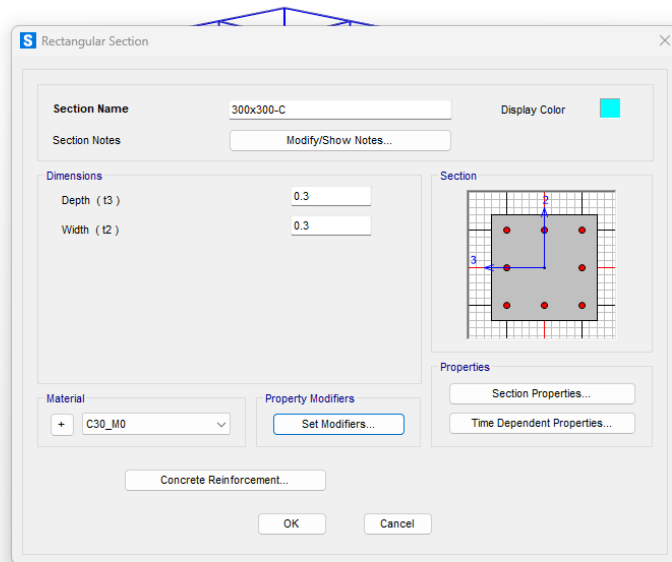
Şekil 3. Beton Malzeme Tanıtılması

Şekil 4'te betonarme yapıda kullanılan S420 (Mpa) çeliğin Sap2000 programına tanıtılması gösterilmektedir.



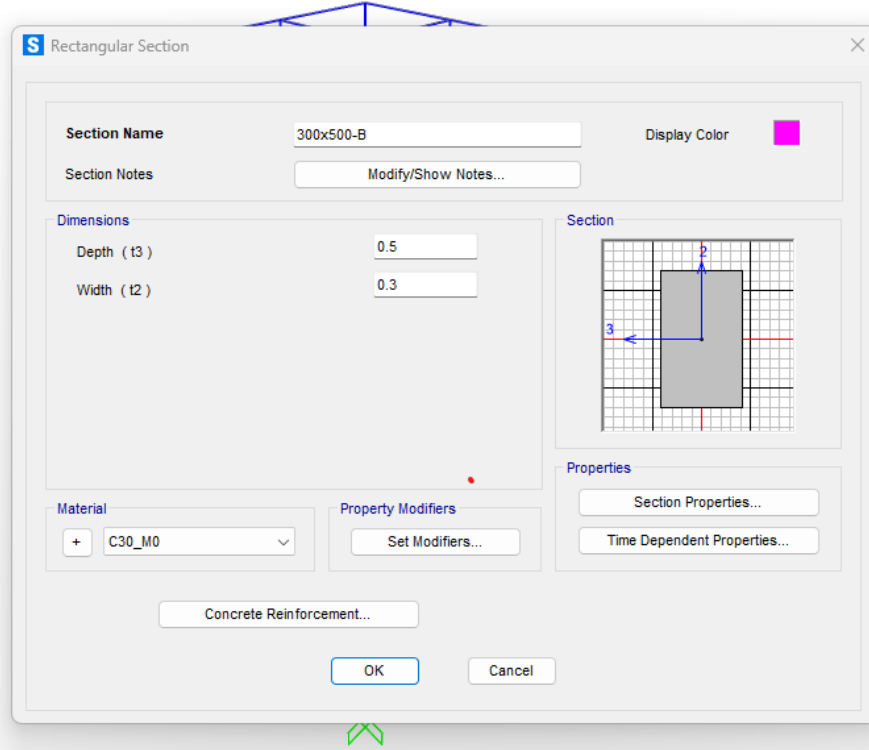
Şekil 4. Çelik Malzeme Tanıtılması

Şekil 5'te betonarme yapıda kullanılan 30x30 cm betonarme kolonun Sap2000 programına tanıtılması gösterilmektedir.



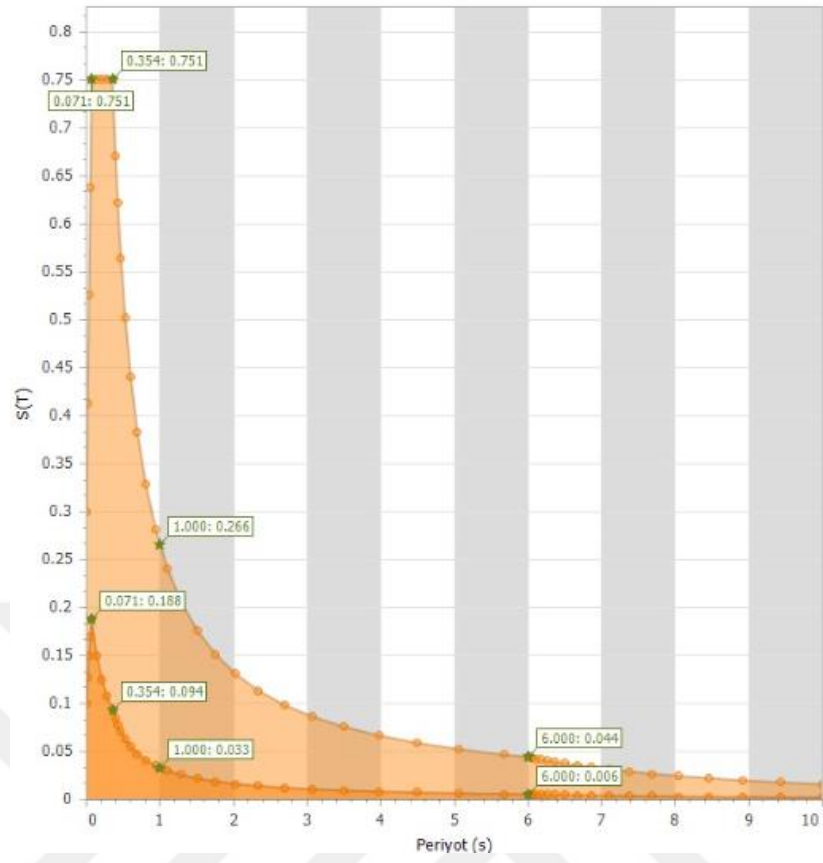
Şekil 5. 30x30 cm betonarme kolon

Şekil 6'da betonarme yapıda kullanılan 30x50 cm betonarme kirişin Sap2000 programına tanıtılması gösterilmektedir.



Şekil 6. 30x50 cm betonarme kiriş

Aşağıdaki şekilde TDTH İnteraktif Web Uygulamasına <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml> web sitesi üzerinden girilerek, DD-2 deprem düzeyi yer hareketi için 41.250372° enlem ve 28.61015° boylam koordinatları ve yapının yapılacağı bölgedeki zemin şartlarının ZC olarak sisteme girilmiş yatay elastik tasarım spektrumu şekil 7’de gösterilmektedir.



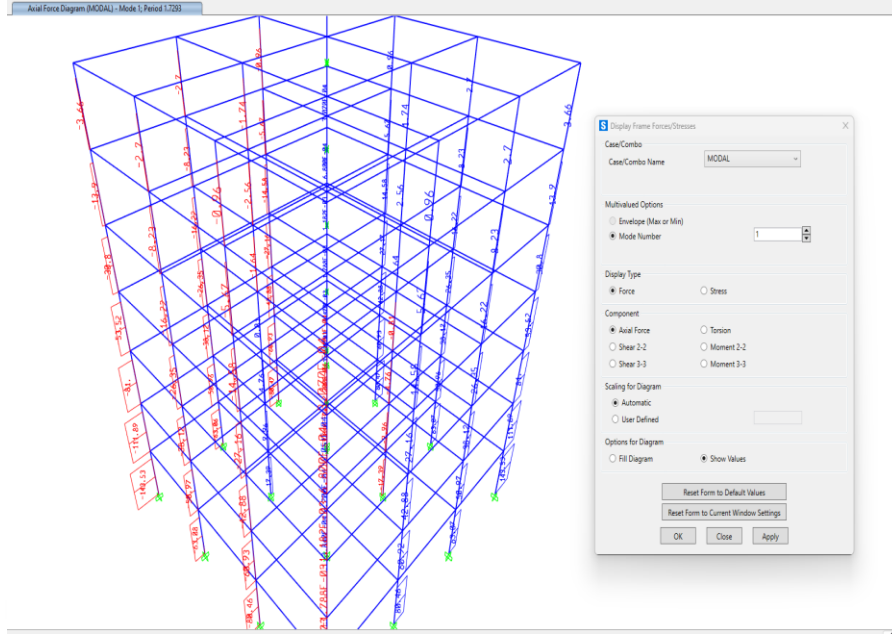
Şekil 7. Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Şekil 8’de betonarme yapıda kullanılan yük kombinasyonları gösterilmektedir.

No	Kombinasyonu	HYA	B/A	Çelik	G	Gc	Q	Qc	Qs1	Qs2	Ez	Ex+	Ex-	Ey+	Ey-
1	G+Q	☒	☒	☒	1.40	0	1.60	0	0	0	0	0	0	0	0
2	G+Qs1	☒	☒	☒	1.40	0	0	0	1.60	0	0	0	0	0	0
3	G+Qs2	☒	☒	☒	1.40	0	0	0	0	1.60	0	0	0	0	0
4	Gc+Qc+Ez+Ex+	☐	☒	☒	0	1.00	0	1.00	0	0	0.30	1.00	0	0	0.30
5	Gc+Qc+Ez-Ex+	☐	☒	☒	0	1.00	0	1.00	0	0	0.30	-1.00	0	0	-0.30
6	Gc+Qc+Ez+Ex-	☐	☒	☒	0	1.00	0	1.00	0	0	0.30	0	1.00	0.30	0
7	Gc+Qc+Ez-Ex-	☐	☒	☒	0	1.00	0	1.00	0	0	0.30	0	-1.00	-0.30	0
8	Gc+Qc+Ez+Ey+	☐	☒	☒	0	1.00	0	1.00	0	0	0.30	0	0.30	1.00	0
9	Gc+Qc+Ez-Ey+	☐	☒	☒	0	1.00	0	1.00	0	0	0.30	0	-0.30	-1.00	0
10	Gc+Qc+Ez+Ey-	☐	☒	☒	0	1.00	0	1.00	0	0	0.30	0.30	0	0	1.00
11	Gc+Qc+Ez-Ey-	☐	☒	☒	0	1.00	0	1.00	0	0	0.30	-0.30	0	0	-1.00
12	0.9Gc+Ez+Ex+	☐	☒	☒	0	0.90	0	0	0	0	-0.30	1.00	0	0	0.30
13	0.9Gc+Ez-Ex+	☐	☒	☒	0	0.90	0	0	0	0	-0.30	-1.00	0	0	-0.30
14	0.9Gc+Ez+Ex-	☐	☒	☒	0	0.90	0	0	0	0	-0.30	0	1.00	0.30	0
15	0.9Gc+Ez-Ex-	☐	☒	☒	0	0.90	0	0	0	0	-0.30	0	-1.00	-0.30	0
16	0.9Gc+Ez+Ey+	☐	☒	☒	0	0.90	0	0	0	0	-0.30	0	0.30	1.00	0
17	0.9Gc+Ez-Ey+	☐	☒	☒	0	0.90	0	0	0	0	-0.30	0	-0.30	-1.00	0
18	0.9Gc+Ez+Ey-	☐	☒	☒	0	0.90	0	0	0	0	-0.30	0.30	0	0	1.00
19	0.9Gc+Ez-Ey-	☐	☒	☒	0	0.90	0	0	0	0	-0.30	-0.30	0	0	-1.00

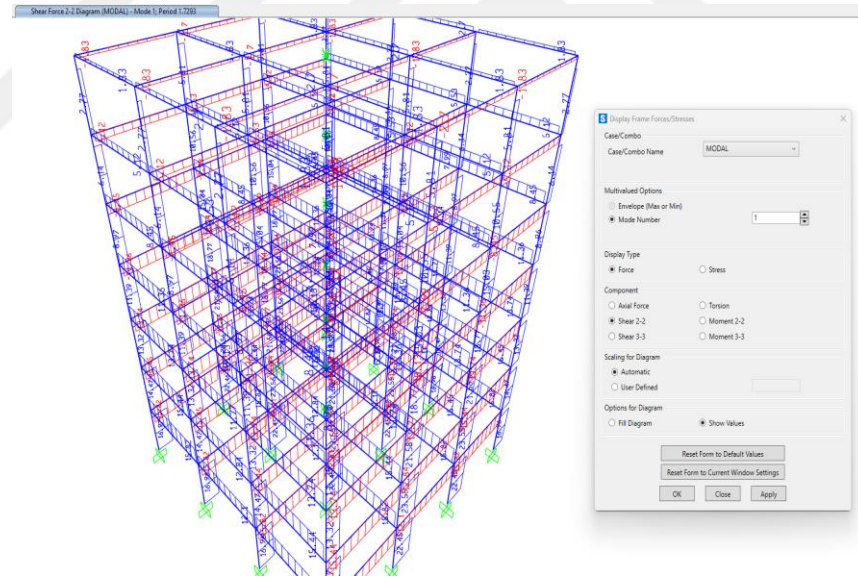
Şekil 8. Betonarme Yapıda Kullanılan Yük Kombinasyonlar

Şekil 9’da betonarme yapının 1. Moduna ait normal kuvvet değerleri gösterilmektedir.



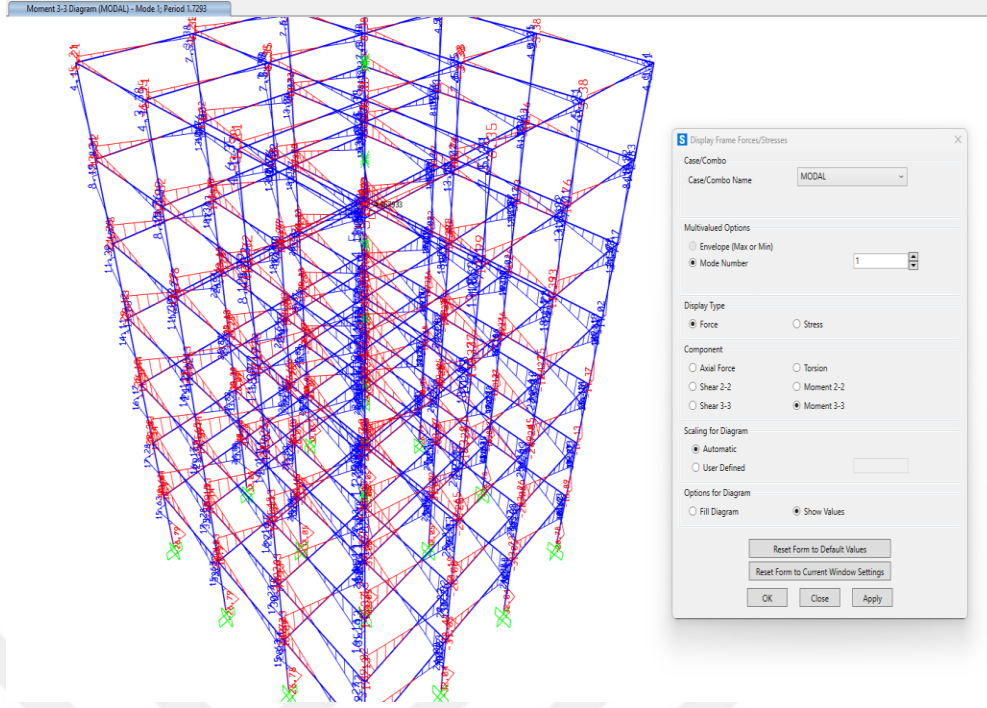
Şekil 9. Yapının 1. moduna ait normal kuvvetleri

Şekil 10'da betonarme yapının 1. Moduna ait kesme kuvvet değerleri gösterilmektedir.



Şekil 10. Yapının 1. moduna ait kesme kuvvetleri

Şekil 11'de betonarme yapının 1. Moduna ait eğilme momentleri değerleri gösterilmektedir.



Şekil 11. Yapının 1. moduna ait eğilme momentleri

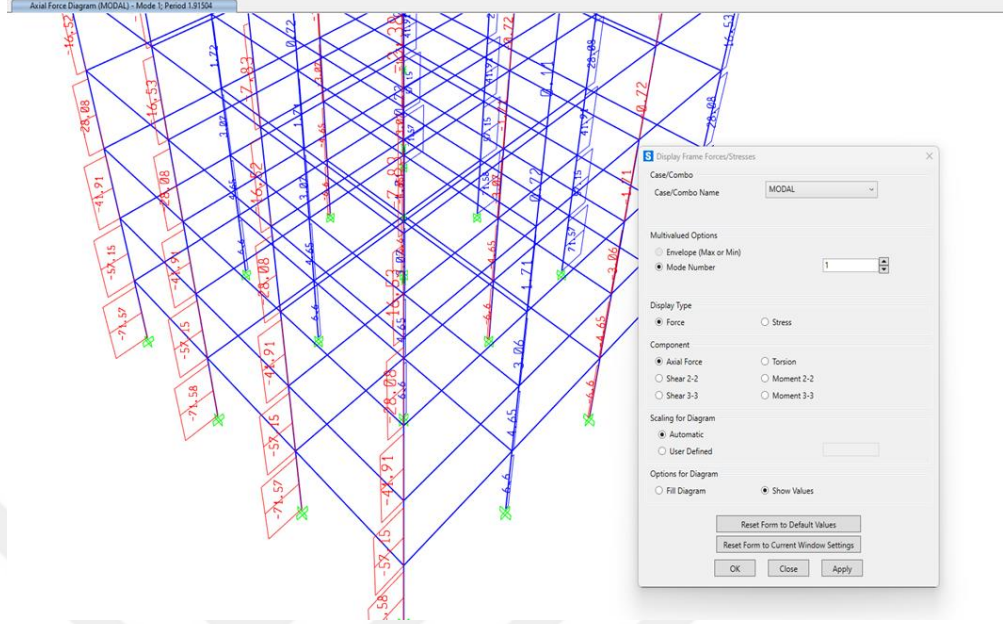
B. Çelik Taşıyıcı Sistem

Şekil 12’de çelik yapıda kullanılan yük kombinasyonları gösterilmektedir.

No	Kombinasyonu	HYA	B/A	Çelik	G	Gc	Q	Qc	Qs1	Qs2	Ez	Ex+	Ex-	Ey+	Ey-
1	G + F	☐	☐	☒	1.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	G + Q	☒	☒	☐	1.40	0	1.60	0	0	0	0	0	0	0	0
3	G + Q1	☒	☐	☒	1.20	0	1.60	0	0	0	0	0	0	0	0
4	G + Qs1	☒	☒	☐	1.40	0	0	0	1.60	0	0	0	0	0	0
5	G + Qs2	☒	☐	☒	1.40	0	0	0	0	1.60	0	0	0	0	0
6	G + Qs12	☒	☐	☒	1.20	0	0	0	1.60	0	0	0	0	0	0
7	G + Qs22	☒	☐	☒	1.20	0	0	0	0	1.60	0	0	0	0	0
8	Gc + Qc + Ez + Ex +	☐	☒	☐	0	1.00	0	1.00	0	0	0.30	1.00	0	0	0.30
9	Gc + Qc + Ez + Ex +	☐	☒	☐	0	1.00	0	1.00	0	0	0.30	-1.00	0	0	-0.30
10	Gc + Qc + Ez + Ey -	☐	☒	☐	0	1.00	0	1.00	0	0	0.30	0	1.00	0.30	0
11	Gc + Qc + Ez + Ey -	☐	☒	☐	0	1.00	0	1.00	0	0	0.30	0	-1.00	-0.30	0
12	Gc + Qc + Ez + Ey +	☐	☒	☐	0	1.00	0	1.00	0	0	0.30	0	0.30	1.00	0
13	Gc + Qc + Ez + Ey +	☐	☒	☐	0	1.00	0	1.00	0	0	0.30	0	-0.30	-1.00	0
14	Gc + Qc + Ez + Ey -	☐	☒	☐	0	1.00	0	1.00	0	0	0.30	0.30	0	0	1.00
15	Gc + Qc + Ez + Ey -	☐	☒	☐	0	1.00	0	1.00	0	0	0.30	-0.30	0	0	-1.00
16	0.9Gc + Ez + Ex +	☐	☒	☒	0	0.90	0	0	0	0	-0.30	1.00	0	0	0.30
17	0.9Gc + Ez + Ex +	☐	☒	☒	0	0.90	0	0	0	0	-0.30	-1.00	0	0	-0.30
18	0.9Gc + Ez + Ex -	☐	☒	☒	0	0.90	0	0	0	0	-0.30	0	1.00	0.30	0
19	0.9Gc + Ez + Ex -	☐	☒	☒	0	0.90	0	0	0	0	-0.30	0	-1.00	-0.30	0
20	0.9Gc + Ez + Ey +	☐	☒	☒	0	0.90	0	0	0	0	-0.30	0	0.30	1.00	0
21	0.9Gc + Ez + Ey +	☐	☒	☒	0	0.90	0	0	0	0	-0.30	0	-0.30	-1.00	0
22	0.9Gc + Ez + Ey -	☐	☒	☒	0	0.90	0	0	0	0	-0.30	0.30	0	0	1.00
23	0.9Gc + Ez + Ey -	☐	☒	☒	0	0.90	0	0	0	0	-0.30	-0.30	0	0	-1.00
24	G + Q + Ez + Ex +	☐	☐	☒	1.20	0	1.00	0	0	0	0.30	1.00	0	0	0.30
25	G + Q + Ez + Ex +	☐	☐	☒	1.20	0	1.00	0	0	0	0.30	-1.00	0	0	-0.30
26	G + Q + Ez + Ex -	☐	☐	☒	1.20	0	1.00	0	0	0	0.30	0	1.00	0.30	0
27	G + Q + Ez + Ex -	☐	☐	☒	1.20	0	1.00	0	0	0	0.30	0	-1.00	-0.30	0
28	G + Q + Ez + Ey +	☐	☐	☒	1.20	0	1.00	0	0	0	0.30	0	0.30	1.00	0
29	G + Q + Ez + Ey +	☐	☐	☒	1.20	0	1.00	0	0	0	0.30	0	-0.30	-1.00	0
30	G + Q + Ez + Ey -	☐	☐	☒	1.20	0	1.00	0	0	0	0.30	0.30	0	0	1.00
31	G + Q + Ez + Ey -	☐	☐	☒	1.20	0	1.00	0	0	0	0.30	-0.30	0	0	-1.00

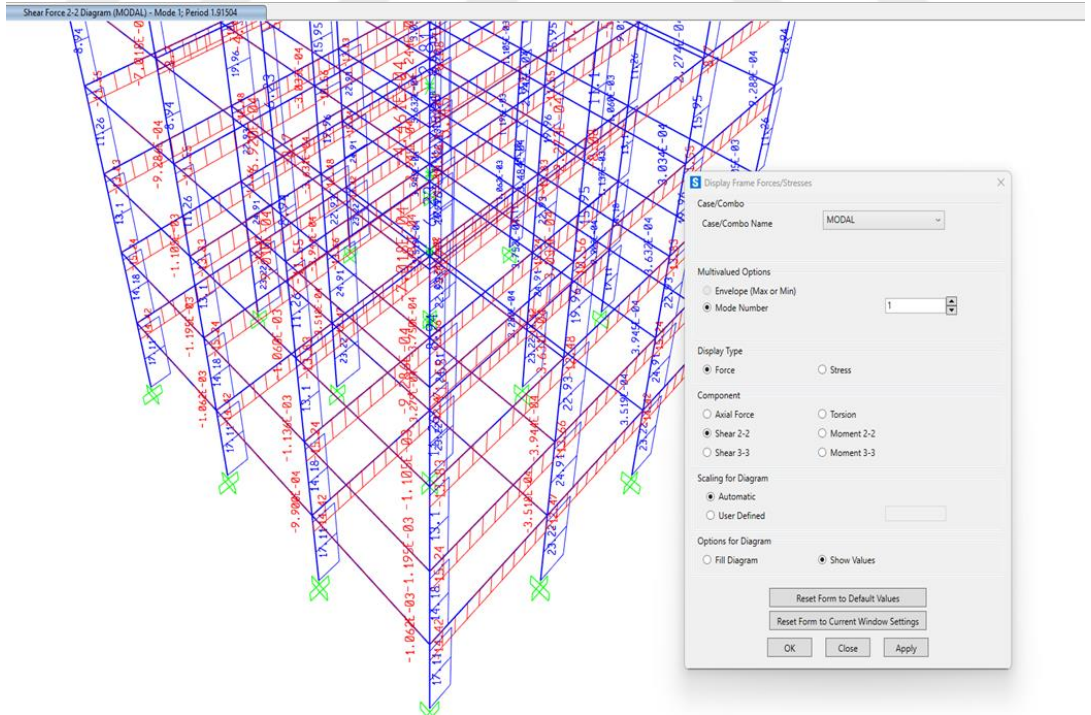
Şekil 12. Çelik Yapıda Kullanılan Yük Kombinasyonlar

Şekil 13'te çelik yapının 1. Moduna ait normal kuvvet değerleri gösterilmektedir.



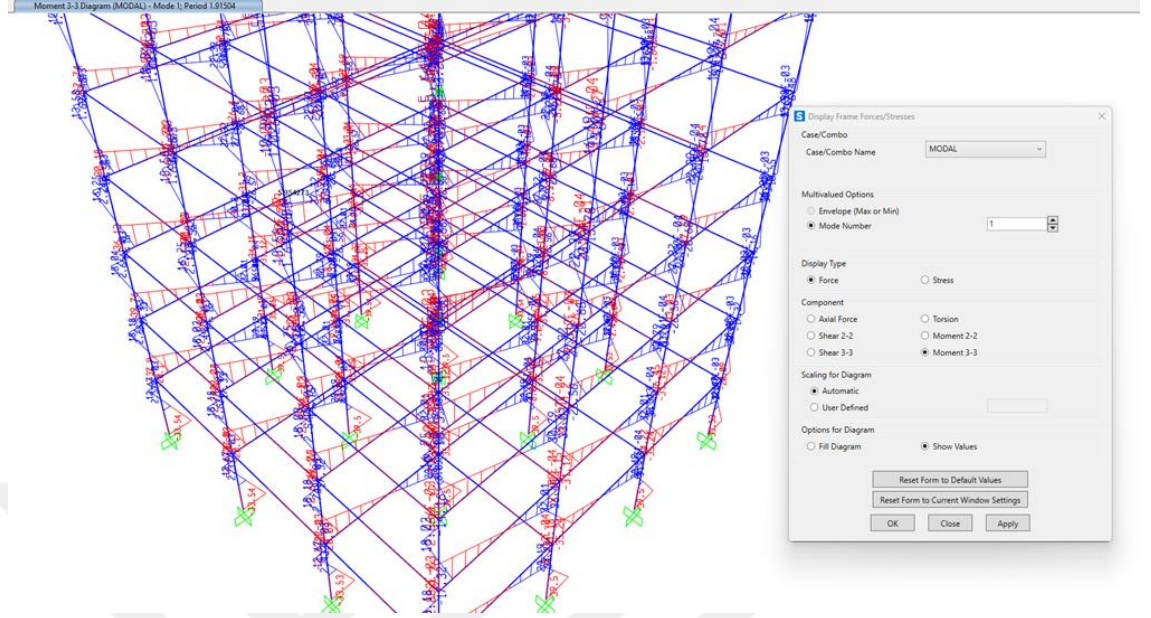
Şekil 13. Yapının 1. moduna ait normal kuvvetleri

Şekil 14'te çelik yapının 1. Moduna ait kesme kuvvet değerleri gösterilmektedir.



Şekil 14. Yapının 1. moduna ait kesme kuvvetleri

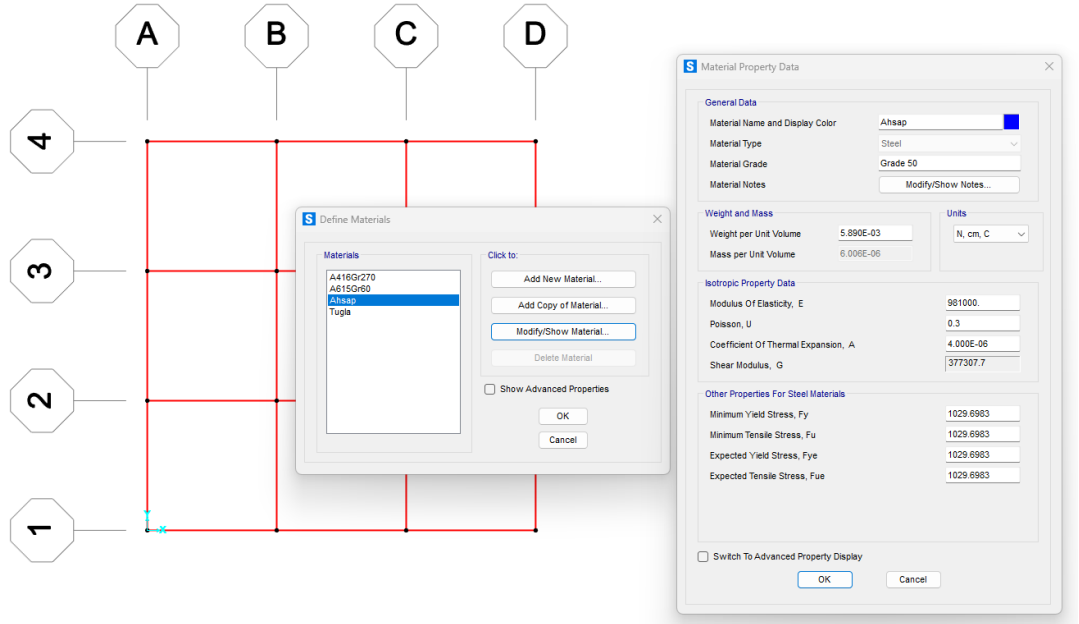
Şekil 15'te çelik yapının 1. Moduna ait eğilme momentleri değerleri gösterilmektedir.



Şekil 15. Yapının 1. moduna ait eğilme momentleri

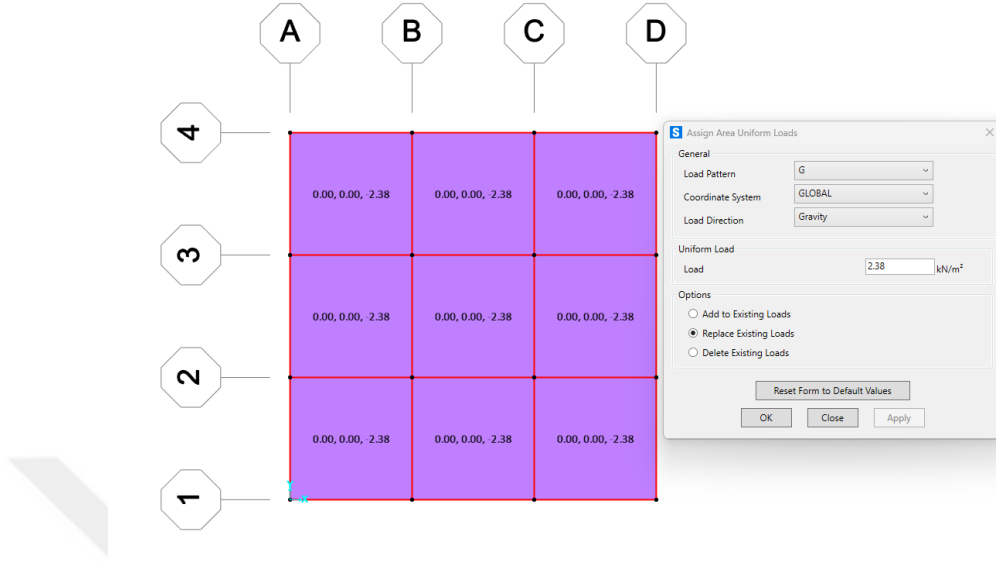
C. Ahşap Taşıyıcı Sistem

Şekil 16'da ahşap yapıda kullanılan malzemenin Sap2000 programına tanıtılması gösterilmektedir.



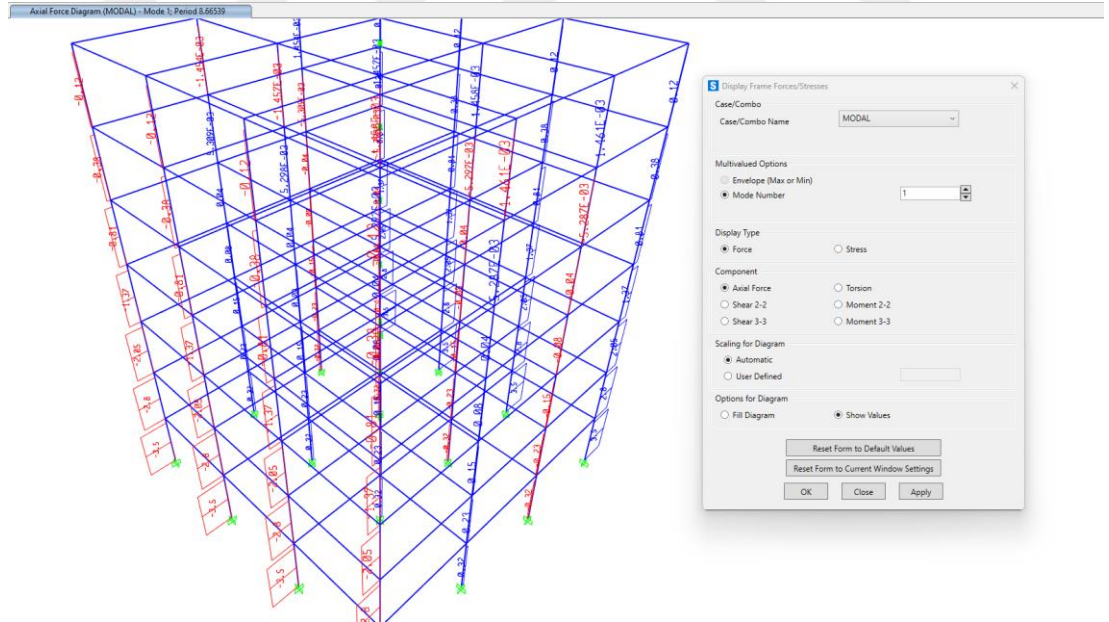
Şekil 16. Ahşap Malzeme Tanıtılması

Şekil 17’de ahşap yapıya etki eden kaplama yükünün tanıtılması gösterilmektedir.



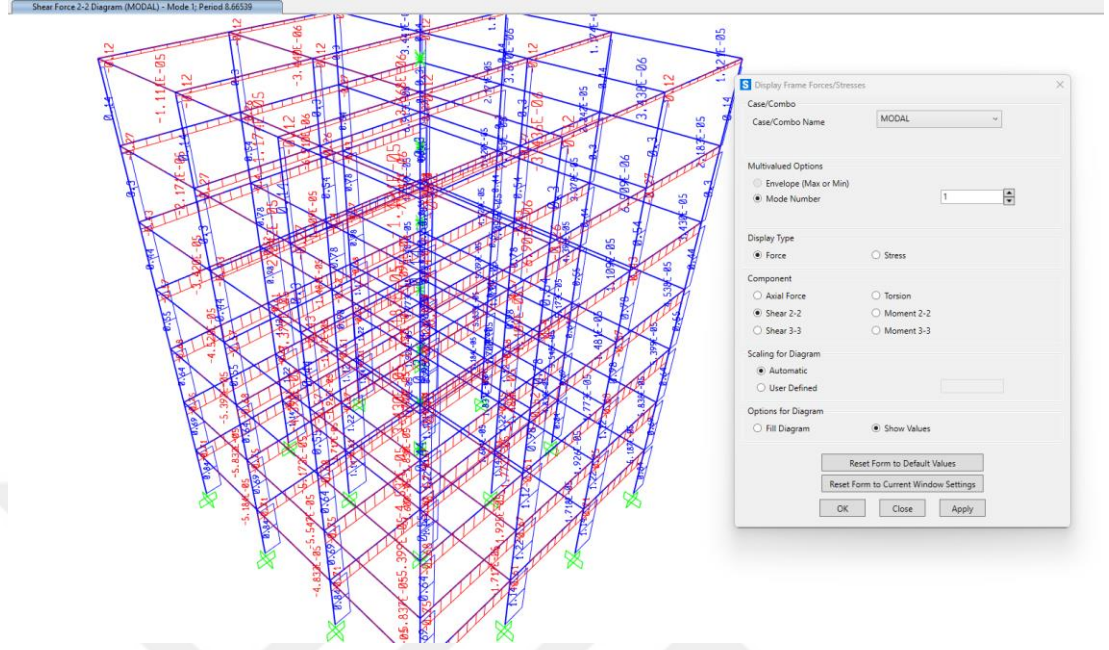
Şekil 17. Kaplama yükünün Sap2000 programına tanıtılması

Şekil 18’de ahşap yapının 1. Moduna ait normal kuvvet değerleri gösterilmektedir.



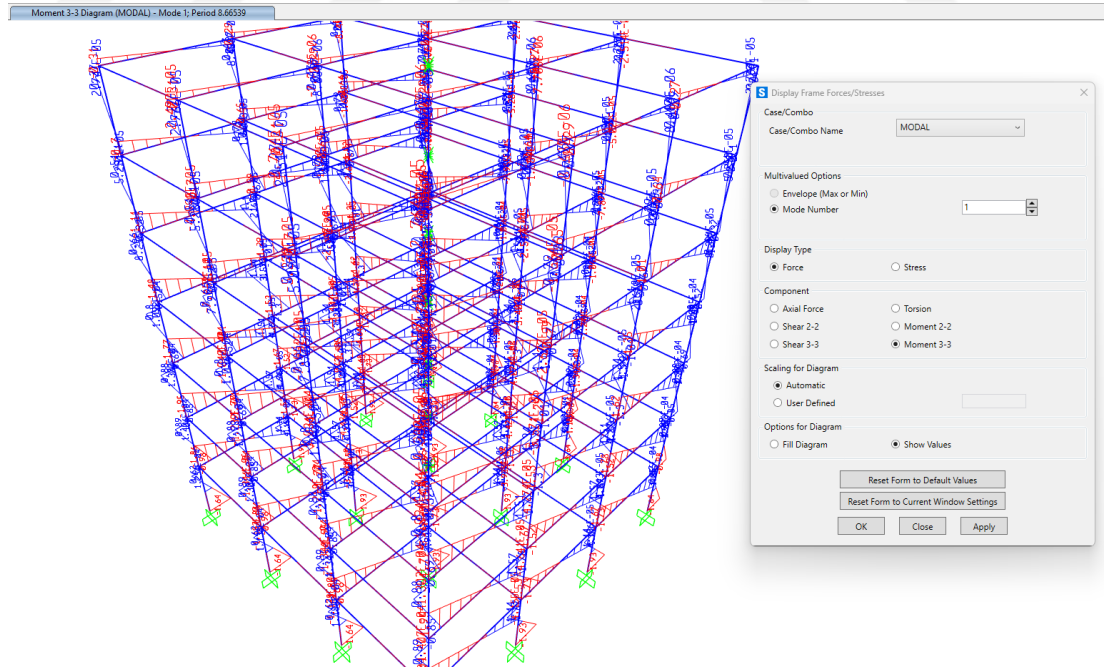
Şekil 18. Yapının 1. moduna ait normal kuvvetleri

Şekil 19’da ahşap yapının 1. Moduna ait kesme kuvvet değerleri gösterilmektedir.



Şekil 19. Yapının 1. moduna ait kesme kuvvetleri

Şekil 20’de ahşap yapının 1. Moduna ait eğilme momentleri değerleri gösterilmektedir.



Şekil 20. Yapının 1. moduna ait eğilme momentleri

IX. SONUÇ VE ÖNERİ

Bu çalışma kapsamında farklı malzemeye ait yapıların periyotları, normal kuvvetleri, kesme kuvveti, eğilme momenti değerleri karşılaştırılmıştır. Betonarme yapıda 1. moda ait periyot 1.73, max normal kuvvet 143.5 Kn, kesme kuvveti 22 ve eğilme momenti değeri 32 kNm çıkmıştır. Çelik yapıda ise periyot 1.91, max normal kuvvet 71.5 Kn, kesme kuvveti 23.5 ve eğilme momenti değeri 39.5 kNm çıkmıştır. Ahşap yapıda ise periyot 8.67, max normal kuvvet 3.5 Kn, kesme kuvveti 1.5 ve eğilme momenti değeri 1.95 kNm çıkmıştır.

Yapılan analiz sonucunda 7 katlı yapıda farklı malzemelerin yapının periyodunda artışa ve azalışa sebebiyet vermektedir. İncelemeler sonucunda periyodu az olan betonarme yapının kullanılması daha kararlı bir sistem oluşturmaktadır. Ancak zemin katta betonarme yapıda kolon kesitlerine gelen yükler 2 kat fark yarattığından çelik yapı olumlu sonuç vermiştir. Ahşap yapının yetersiz kaldığı periyodundan belli olmuştur. Yüksek periyod yapının taşıyıcılığının olmadığı gelen yük karşısında gerekli mukavemet sahip olmadığı ortaya çıkmıştır.

İnşaat maliyeti açısından bakıldığında çok katlı yapılarda standartların öngördüğü tüm şartlar dikkate alınarak hazırlanmış betonarme yapının taşıyıcı sistemin, çelik yapıya göre hiç de ucuz değildir. Aşırı rijit yapılarda ise eğer burkulma boyunu etkileyen, uzun kolonlar ve geniş açıklıklar var ise sadece kolonların atalet momentlerinin büyütülmesi gerekmektedir. Daha küçük kesit olması için çelik çekirdek üzerine betonarme yapı yapılması daha ekonomik sonuçlar verir. Ancak makas genişliği büyük kirişler ile yanal öteleme alıcı perdelerin (çaprazların) çelik yapılması hem yapıyı hafifletecek hemde ekonomik sonuçlar vermesini sağlayacaktır.

Betonarme ve çelik sistemin karşılaştırılmasında varılan en önemli sonuç, özellikle yüksek yapılarda betonarme taşıyıcı sistem yerine, betonarme çekirdekli çelik taşıyıcı sistem veya yalnızca çelik taşıyıcı sistem tercih edilmesinin ilk etapta inşaat maliyetini arttırdığı düşünülse de, çelik taşıyıcı sistem tercih

edilerek hafifletilen yapının azalacak temel ve zemin maliyetleri ile kısalan inşaat süresi ve artabilecek satılabilir alan sebebiyle elde edilecek gelir sayesinde betonarme sistemle inşa edilen yapıya göre daha avantajlı olduğudur.

Statik düşey yüklerin çatıdan zemine kadar aktarılmasında, yük akışı ve yapı davranışı büyük oranda tahmin edilebilmektedir. Bunun için gerekli hesaplamalar da gerçeğine yakın olarak yapılabilir. Ancak deprem sözkonusu olduğunda durum karmaşık bir hal almakta ve zorluklar başlamaktadır. Düşey yükler jem yukarıdan aşağı su gibi akan yükler, deprem durumunda artık yoktur. Yapının altındaki zemin deprem nedeniyle ivmeli bir hareket yapmaktadır. Hiçbir deprem aynı özellikte tekrar meydana gelmemektedir. Dolayısıyla depremin kendinin dikkate alınmasında birçok belirsizlik bulunmaktadır. Diğer taraftan depremin meydana geldiği merkez ile yapı arasındaki zemin de yapıya ulaşacak deprem etkisi üzerinde etkili olmaktadır. Zemin genel olarak homojen olmadığından ve dinamik davranışları da çok fazla parametreden etkilendiğinden, zemin davranışı için de birçok belirsizlik ortaya çıkmaktadır. Yapının temelleri deprem tarafından zemin aracılığı ile harekete zorlanmakta, bu hareketten dolayı yapıda atalet kuvvetleri meydana gelmektedir. Bu kuvvetler kütlenin bulunduğu her yerde meydana gelmektedir. Kütlelerin bulundukları konumlara bağlı olarak deprem esnasında hangi ivmeyle hareket ettiklerini tespit etmek de oldukça zordur. Özetle depremin kendisi, zemin ve yapının depremde davranışları da çok sayıda belirsizlik içermektedir. Ancak mühendis her zaman sorunlara çözüm bulmak ve belirsizlikleri olabildiğince ortadan kaldırarak gerçeğine yaklaştıracak modellemeler ve hesaplamalar yapmak zorundadır.

X.KAYNAKÇA

KİTAPLAR

ERDOĞAN, T. Y. (2007). **“Beton”**, Genişletilmiş 2. Baskı- -ODTÜ Yayıncılık.

MAKALELER

BENEDETTİ, D., CARYDİS, P., PEZZOLİ, P. (1998). **“Shaking Table Tests on 24 Simple Masonry Buildings”**. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, (27), 67-90.

CHANG, GA. MANDER, JB. (1994). **“Seismic Energy Based Fatigue Damage Analysis of Bridge Columns: Part 1 –Evaluation of Seismic Capacity”**, NCEER Technical Report No. NCEER-94- 0006, State University of New York, Buffalo, N.Y.

DODD, L., RESTREPO-POSADA, J. (1995). **“Model for Predicting Cyclic Behavior of Reinforcing Steel”** Journal of Structural Engineering, ASCE, 121(3), 433.

İLKİ, A., FUKUTA, T., ÖZDEMİR, P. (2003). **“Sargılı Beton Davranışı ve Üç Doğrudan Oluşan Gerilme – Şekil Değiştirme Modeli”**, IMO Teknik Dergi, 190: 2853-2871.

KAPPOS, A., KONSTANTİNİDİS, D. (1999). **“Statistical Analysis of Confined High Strength Concrete Materials and Structures”**, 32: 734-748.

MANDER, JB., PRIESTLEY, MJN., PARK, R. (1998). **“Theoretical Stress-strain Model for Confined Concrete. Journal of Structural Engineerings”**, 114 (8): 1804-1825.

MENEGOTTO, M., PINTO, PE. (1973). **“Method of Analysis for Cyclically Loaded RC. Plane Frames Including Changes in Geometry and**

Non-elastic Behavior of Elements under Combined Normal Force and Bending. Symposium on the Resistance and Ultimate Deformability of Structures Acted on by Well Defined Repeated Loads, International Association for Bridge and Structural Engineering’’, Zurich, Switzerland, 15-22.

MONTİ, G., NUTİ, C. (1992). ‘‘Nonlinear Cyclic Behaviour of Reinforcing Bars Including Buckling’’, Journal of Structural Engineering, 118 (12): 3268-3284.

TEZLER

DAĞILGAN, S. (2019). ‘‘Geniş Açıklıkların Örtülmesinde Kullanılan Taşıyıcı Sistem Seçimi için Bir Model Önerisi’’, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık, Adana.

ELEKTRONİK KAYNAKLAR

URL-1 <https://insapedia.com/celik-konstruksuyon-binalar-ve-yangin-dayanimi/>, (Erişim Tarihi: 3 Mart 2023).

DİĞER KAYNAKLAR

ANTONİOU, S., PİNHÖ, R. (2003). ‘‘Seismostruct–Seismic Analysis Program by Seismosoft’’, Technical Manual and User Manual.

BAYÜLKE, N., HÜRATA, A., DOĞAN, A. (1989). ‘‘Düşey Delikli Taşıyıcı Tuğladan Yapılmış Yığma Yapıların Sarsma Tablası Deneyleri’’, Raporu. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, 76s. Ankara.

BAYÜLKE, N. (1998). ‘‘Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı’’. İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Yayın No:27, 245s.

KÖKTÜRK, U. (1997). ‘‘Endüstriyel Hammaddeler’’, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayını, Yayın No:205.

SAP 2000 V22.0 (2011). ‘‘Structural Analysis Program’’, Computers and Structures Inc., Berkeley, California, ABD.

SESİGÜR H., BÜYÜKTAŞKIN H., A., ÇILI F. (2002). ‘‘Gazbeton duvar ve döşeme elemanları ile inşa edilen az katlı konut binalarının deprem güvenliği’’, Kocaeli deprem sempozyumu.

TS 500, (2000). ‘‘Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları’’, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TBDY (2018). ‘‘Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’’, T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara.

VİNTZELEOU, E. (1989). ‘‘Infilling of Reinforced Concrete Frames as a Strengthening Interventio’’ Seminar on the Assesment and Redesign of Reinforced Concrete Structures, İzmir.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad: Caner YILDIRIM

Öğrenim Durumu

Yüksek Lisans: İstanbul Aydın Üniversitesi

