

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MEVCUT OKUL BİNALARININ YAPISAL
ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEYSAM SABRİNEJAD

DENİZLİ, KASIM - 2024

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**MEVCUT OKUL BİNALARININ YAPISAL
ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEYSAM SABRİNEJAD

DENİZLİ, KASIM - 2024

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

MEYSAM SABRINEJAD

ÖZET

**MEVCUT OKUL BİNALARININ YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MEYSAM SABRINEJAD
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR.. ÜYESİ BAYRAM TANIK ÇAYCI)

DENİZLİ, KASIM - 2024

Ülkemiz dünyanın en aktif sismik coğrafyalarından birinde yer almaktadır. Son yüzyılda meydana gelen depremler nedeniyle on binlerce vatandaşımız hayatını kaybetmiştir. Bu nedenle yapıların depreme dayanıklı hale getirilmesi büyük önem arz etmektedir. Eğitim yapılarının hem can ve mal güvenliğinin sağlanması bakımından hem de deprem sonrası kullanılması gereken stratejik binalar olmaları nedeniyle yüksek performans hedef kriterlerini sağlamaları gerekmektedir. Bu nedenle mevcut durumlarının ortaya konması büyük önem arz etmektedir. Gerçekleştirilen tez kapsamında İzmir bölgesinde daha önce depremsellik incelemesi gerçekleştirilmiş 321 eğitim yapısına ait veriler incelenmiştir. Eğitim binalarına ait mevcut malzeme özellikleri, karot deney sonuçları, geometrik boyutlar gibi birçok parametre kullanılarak istatistiksel olarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ayrıca sozen metodu kullanılarak kolon alanlarının kat sayısı ve kat alanına oranla ne düzeyde yeterli olduğu araştırılmıştır. İncelenen 321 eğitim yapısından alınan karot numune sonuçları incelendiğinde ortalama beton dayanımı değeri 11.05 MPa bulunmuştur. Ortalama-standart sapma değeri ise 8.54 MPa'dır. Anadolu formülü ile yapılan hesaplara göre 321 eğitim yapısının 190 tanesinin kolon alanının kat alanı ve sayısına oranla yeterli düzeyde olduğu, 131 adetinin ise yetersiz olduğu tespit edilmiştir. 1964 yılı öncesi inşa edilen eğitim yapıları en yüksek yetersizlik oranına sahiptir. 1970'ten 2000'li yılların başına kadar inşa edilen yapıların önemli bir bölümünde yetersizlik oranı benzerlik göstermektedir. Beklendiği gibi yetersiz bina sayısı ile kat sayısı ve taban alanı artışı ile orantılıdır.

ANAHTAR KELİMELEER: Okul Binaları, Deprem, Beton Dayanımı, Yapı Performansı

ABSTRACT

EVALUATION OF THE STRUCTURAL FEATURES OF EXISTING SCHOOL BUILDINGS

MSC THESIS

MEYSAM SABRİNEJAD

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
CIVIL ENGINEERING**

(SUPERVISOR:ASSOC. PROF. BAYRAM TANIK ÇAYCI)

DENİZLİ, NOVEMBER 2024

Turkey is in one of the seismically active regions in the world. Tens of thousands of people have lost their lives due to earthquakes in the last century. Educational buildings need to meet high performance target criteria both in terms of ensuring life and property safety and because they are strategic buildings that need to be used after an earthquake. Therefore, it is of great importance to reveal their status. Within the scope of the thesis, data belonging to 321 educational buildings that have previously undergone seismic examination in the Izmir region were examined. The results were compared statistically using many parameters such as current material properties of educational buildings, core test results, and geometric dimensions. The adequacy of column areas in proportion to the number of floors and floor area was investigated using the Sozen method. When the core sample results obtained from the 321 educational buildings, the average concrete strength value was found to be 11.05 MPa. The mean-standard deviation value was 8.54 MPa. According to the calculations made with the Anatolian formula, it was determined that 190 of the 321 educational buildings were sufficient in terms of the column area, floor area and number, while 131 were inadequate. Buildings built before 1964 have the highest inadequacy rate. The inadequacy rate is similar in a significant portion of the buildings built from 1970 to the early 2000s. The inadequacy is proportional to the increase in the number of inadequate buildings and the number of floors and floor area.

KEYWORDS: School Buildings, Earthquake, Concrete Strength, Structural Performance

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	v
ÖNSÖZ	vi
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı Ve Kapsamı	4
1.2 Literatür Özeti	5
2. BİNALARA AİT ELDE EDİLEN VERİLER	8
2.1 İncelenen Eğitim Yapılarının Yapım Tarihleri İle İlgili Sayısal Veriler8	
2.1 İncelenen Eğitim Yapılarının Geometrik Özellikleri İle İlgili Sayısal Veriler.....	12
2.2 Kolon ve Perdeler İçin Hesaplanan Toplam Atalet Momenti Değerleri17	
2.3 İncelenen Eğitim Yapılarının Beton Basınç Dayanım Değerleri İle İlgili Bilgiler.....	27
3. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	37
3.1 Beton Dayanım Özelliklerinin İncelenmesi	37
3.2 Yapı Geometrik Özelliklerinin İncelenmesi.....	42
3.3 Anadolu Yöntemi Kullanılarak Eğitim Yapılarının Kolon Alanlarının Yeterliliğinin Araştırılması.....	45
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	50
4.1 Elde Edilen Sonuçlar	50
4.2 Kısıtlar	52
4.3 Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler	52
5. KAYNAKLAR	53
6. ÖZGEÇMİŞ	55

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1:Erzincan Askeri Ortaokul	3
Şekil 1.2:Bingöl Depremi-Çeltik suyu Yatılı İlköğretim Bölge Ortaokulu	3
Şekil 1.3: 6 Şubat 2023 depremi sonrası yıkılan Antakya Lisesi.....	4
Şekil 3.1: Ortalama beton basınç dayanımı değerlerinin yapım yılına göre değişimi	38
Şekil 3.2: Ortalama-standart sapma beton basınç dayanımı değerlerinin yapım yılına göre değişimi	38
Şekil 3.3: Beton basınç dayanımı ve standart sapma değeri arasındaki ilişkinin araştırılması	39
Şekil 3.4: Beton basınç dayanımı değerlerinin 5'er yıllık ortalamaları	40
Şekil 3.5: Beton basınç dayanımı ortalama-standart sapma değerlerinin 5'er yıllık değişimi	40
Şekil 3.6: 0.85*Ortalama beton basınç dayanımı değerlerinin 5'er yıllık değişimi	41
Şekil 3.7: Standart sapma değerlerinin 5'er yıllık değişimi	41
Şekil 3.8: Mevcut yapıların ortalama tarihçe yılı grafiği ile tüm yapıların ortalama taban alan (m ²)	42
Şekil 3.9: Mevcut yapıların ortalama tarihçe yılı grafiği ile tüm yapıların ortalama Kat Satsısı	43
Şekil 3.10: X doğrultusu için toplam atalet momenti değerinin yıllara göre değişimi	44
Şekil 3.11: Y doğrultusu için toplam atalet momenti değerinin yıllara göre değişimi	44
Şekil 3.12: X doğrultusu için toplam atalet momenti değerinin kat sayısına göre değişimi	44
Şekil 3.13: Y doğrultusu için toplam atalet momenti değerinin kat sayısına göre değişimi	45
Şekil 3.14: Kolon yeterlilik oranının değişimi	47
Şekil 3.15: Kolon alanı yeterli ve yetersiz bulunan bina sayıları.....	48
Şekil 3.16: Yetersiz bulunan eğitim binalarının yıllara göre değişimi.....	48
Şekil 3.17: Kolon yeterlilik oranının kat sayısına göre değişimi	49
Şekil 3.18: Kolon yeterlilik oranının taban alanına göre değişimi.....	49

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Table 2.1: Eğitim binalarının yapım tarihlerinin değişimi.....	9
Table 2.2:Eğitim binalarının yapım tarihlerinin değişimi (Devam).....	10
Table 2.3:Eğitim binalarının yapım tarihlerinin değişimi (Devam).....	11
Table 2.4: Eğitim yapılarına ait geometrik bilgiler.....	13
Table 2.5: Eğitim yapılarına ait geometrik bilgiler (Devam).....	14
Table 2.6: Eğitim yapılarına ait geometrik bilgiler (Devam).....	15
Table 2.7: Eğitim yapılarına ait geometrik bilgiler (Devam).....	16
Table 2.8: Eğitim yapılarına ait geometrik bilgiler (Devam).....	17
Table 2.9: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri	18
Table 2.10: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)	19
Table 2.11: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)	20
Table 2.12: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)	21
Table 2.13: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)	22
Table 2.14: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)	23
Table 2.15: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)	24
Table 2.16: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)	25
Table 2.17: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)	26
Table 2.18: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)	27
Table 2.19: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri	28
Table 2.20: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri (Devam).....	29
Table 2.21: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri (Devam).....	30
Table 2.22: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri (Devam).....	31
Table 2.23: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri (Devam).....	32
Table 2.24: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri (Devam).....	33
Table 2.25: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri (Devam).....	34
Table 2.26: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri (Devam).....	35
Table 2.27: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri (Devam).....	36

ÖNSÖZ

Bu tezimi, dünyanın dört bir yanında depremden etkilenenlerin acısına ve bu eseri hazırlamamda bana rehberlik eden, iki yıl boyunca dostum olan kıymetli hocam Dr. Bayram Tanık ÇAYCI'ya ithaf ediyorum. Ayrıca, bu tezimi, benim yüksek mertebelerde bulunmamı arzulayan merhum anneme de armağan ediyorum. Tüm dostlarıma ve çevreme teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Türkiye sismik açıdan oldukça aktif bir coğrafyada yer almaktadır. Geçmişte yaşanan birçok deprem sonucu meydana gelen can ve mal kayıpları yapı stokunun depreme dayanıklı hale getirmenin önemini ortaya koymaktadır. Son 25 yılda meydana gelen şiddetli depremler incelendiğinde;

1999 Yılında Gerçekleşen 7.4 büyüklüğündeki Kocaeli depremi sonucu 17480 kişi hayatını kaybetmiştir. Bu deprem Türkiye Cumhuriyeti tarihindeki en ölümcül deprem felaketlerinden birisidir. 2000 yılında meydana gelen 6.0 büyüklüğündeki Afyon depreminde 89 kişi, 2003 yılında meydana gelen 6.4 büyüklüğündeki Bingöl depreminde 177 kişi hayatını kaybetmiştir. 2010 yılında meydana gelen 6.1 büyüklüğündeki Elazığ depreminde 40 kişi, 2011 Van depreminde 604 kişi, 2020 yılında meydana gelen 6.8 büyüklüğündeki Elazığ depreminde 41 kişi ve Ege Denizi'nde meydana gelen 6.6 büyüklüğündeki depremde 116 kişi hayatını kaybetmiştir.

6 Şubat 2023 Tarihinde merkez üssü Kahramanmaraş Pazarcık ve Elbistan ilçeleri olan 7.8 ve 7.5 büyüklüğünde iyi yıkıcı deprem meydana gelmiştir. Meydana gelen depremler 1939 Erzincan depremi ile birlikte Anadolu coğrafyasında kaydedilen en şiddetli yer sarsıntılarınıdır. Depremler sonrası Türkiye'de resmî rakamlara göre en az 53 bin 537, Suriye'de ise en az 8 bin 476 kişi hayatını kaybetmiş ve toplam 122 binden fazla kişi ise yaralanmıştır. Depremlerin ardından büyüklüğü 6.7'ye kadar varan 45 binden fazla artçı sarsıntı gerçekleşmiştir. 6 Şubat 2023 Maraş Depremlerinden Hatay, Kahramanmaraş, Adıyaman, Malatya, Gaziantep, Osmaniye, Şanlıurfa, Adana, Diyarbakır ve Kilis gibi birçok il etkilenmiştir.

Okul binaları deprem sonrası kullanılmasına ihtiyaç duyulan en önemli devlet yapılarından birisidir. Bunun en önemli nedeni okul binalarının ulaşılması en kolay en yaygın kamu binaları olmasıdır. Ayrıca geniş bir bahçeye sahip olması ve mimari özelliklerinin çok amaçlı olarak kullanılmasına imkân sağlaması diğer stratejik özellikleridir.

Özellikle 6 Şubat 2023 Maraş Depremleri sonrası okul binalarının ne derece önem arz ettiği bir kez daha ortaya çıkmıştır. Eğitim kampüsü bahçeleri doğal toplanma alanları olarak kullanılmıştır. Bu alanlara uygun olması halinde barınma ve diğer amaçlara yönelik çadırlar kurulmuştur. Kullanılabilir durumdaki binalar hem vatandaşların barınması hem de temel ihtiyaçlarının giderilmesi amacıyla hizmet vermiştir. Ayrıca hizmet veren kamu ve özel kurumlar eğitim binalarını operasyon merkezleri olarak kullanmışlardır.

Kent nüfus yoğunluğu arttıkça herhangi bir noktada eğitim alanlarının avantajlarını sunabilecek yapıların sayısı da büyük oranda azalmaktadır. Bu durum eğitim alanlarının afetler sonrası stratejik önemini daha da arttırmaktadır.

Tüm bu gerekçelerle eğitim yapılarının şiddetli bir deprem sonrası öğrencilerin can ve mal güvenliğini sağlamanın yanı sıra, deprem sonrası kullanılabilir durumda olması gerekmektedir. Dolayısıyla ileri performans düzeyi hedeflerini sağlamalıdır.

Ancak ülkemizde 2000 yılından önce inşa edilmiş eğitim yapılarının konut yapıları ile benzer yetersizliklere sahip oldukları bilinmektedir. Elle döküm beton tekniği ile üretilen beton malzemesinin dayanım değerleri ve niteliği beklenen düzeyin çok altındadır. Herhangi bir etkin denetim hizmetinin bulunmaması nedeniyle birçok işçilik-uygulama hataları bulunmaktadır. Genellikle kolon-kiriş birleşim bölgelerinde etriye devam etmemektedir. Etriye uçları 90 derece kıvrılmıştır. Boyuna donatıların kenetlenme düzeyi yetersizdir.

Tüm bu nedenlerle ülkemiz ve ülkemizle benzerlik gösteren gelişmekte olan birçok ülkede geçmişte yaşanan yıkıcı depremler, okul binalarının yetersiz sismik performans gösterdiğini ortaya koymaktadır (OECD 2004). Literatürde okul binalarının geçmiş depremlerdeki performansına ilişkin pek çok araştırma mevcuttur (Özcebe ve diğ. 2004, Hassan ve Sözen 1997, EERT Özel Deprem Raporu 2003, Eshghi ve Naserasadi 2003, Yeh ve diğ. 2006). Birçok okul binası, kalitesiz inşaat, kötü işçilik ve bakım eksikliği nedeniyle yıkıcı depremlerden etkilenmiştir. Son dönemde Türkiye'de meydana gelen depremlerde hasar gören birçok okul yapısı bulunmaktadır. Richter Ölçeğine göre 6.8 büyüklüğünde gerçekleşen 1992 Erzincan Depreminde 9 okul binası tamamen yıkılmış, 38 okul hasar görmüştür (Şekil 1.1).



Şekil 1.1:Erzincan Askeri Ortaokul

17 Ağustos 1999 yılında meydana gelen Richter ölçeğine göre 7.4 büyüklüğündeki Kocaeli depremi 43 okulun tamamen yıkılmasına ve 381 okulun kısmen zarar görmesine neden olmuştur.

Richter ölçeğine göre 6.4 büyüklüğünde meydana gelen 2003 Bingöl depremi, sonrası 13 okul tamamen yıkılmıştır (Şekil 1.4).



Şekil 1.2:Bingöl Depremi-Çeltik suyu Yatılı İlköğretim Bölge Ortaokulu

6 Şubat 2023 Maraş depremleri sonrası ise 24 okul binası tamamen yıkılmış, çok sayıda eğitim yapısı ise ağır hasarlı olarak tespit edilmiştir (Şekil 1.5).



Şekil 1.3: 6 Şubat 2023 depremi sonrası yıkılan Antakya Lisesi

1.1 Tezin Amacı Ve Kapsamı

Gerçekleştirilen tezin amacı mevcut okul binalarının yapısal özelliklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılmasıdır. Bu kapsamda İzmir bölgesinde daha önce depremsellik incelemesi gerçekleştirilmiş 321 okul yapısına ait veriler incelenmiştir. Eğitim binalarına ait mevcut malzeme özellikleri, karot deney sonuçları, geometrik boyutlar, zemin özellikleri gibi birçok parametre parametre kullanılarak istatistiksel olarak incelenmiştir. Ayrıca düşey elemanların atalet momentleri ve kesit alanları hesaplanarak yatay ötelenme dirençleri incelenmiştir. Bu amaçla Sözen Anadolu Formülü kullanılarak kesit alanlarının yeterliliği araştırılmıştır.

Gerçekleştirilen tez kapsamı bakımından literatürde bu düzeyde veri kullanılarak eğitim yapılarının eksikliklerinin araştırıldığı öncü çalışmalardan biridir. Elde edilen verilerle mevcut eğitim yapılarının temel eksikliklerinin ortaya konması ve alınacak önlemler konusunda fikir verici olması beklenmektedir.

1.2 Literatür Özeti

Literatürde mevcut eğitim yapılarının ve konut binalarının performans özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak gerçekleştirilen bazı önemli çalışmalar bu bölümde özetlenmiştir:

- 1) Inel ve diğ. (2015). Bu çalışma, 40351 kolon ve 3128 kirişli 475 düşük ve orta katlı betonarme binayı içeren ayrıntılı bir envanter çalışmasını kullanarak, Türk yapı stokunun yapısal parametrelerinin doğru modelleme için istatistiksel bilgilerini sağlamayı amaçlamaktadır. Mevcut düşük ve orta katlı Türk betonarme yapı stokunun otuz beş farklı parametresi incelenmiştir. Verilen istatistiksel bilgilerin kullanımını ifade etmek için örnek bir uygulama verilmiştir. Mevcut çalışmanın ve önceki çalışmaların sonuçları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma, önceki çalışmaların sınırlı sayıda parametre için rehberliğe sahip olduğunu gösterirken, mevcut çalışma uygun modelleme için oldukça geniş çeşitlilikte yapısal ve eleman parametreleri sunmaktadır.
- 2) Yüzbaşı ve Yerli (2018) yılında yaptığı çalışmada, 1975 Deprem Yönetmeliği'ne göre projelendirilip inşa edilen Adana ili Çukurova Sabancı İlkokulu ile Çukurova Vakıfbank Ortaokulu A Blok binasının performans analizleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular ışığında, yapılar Türk Deprem Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri doğrultusunda değerlendirilmiş, deprem tahkiki ve revizyon kapsamında yeniden hazırlanan güçlendirme projelerinin uygulanıp uygulanmayacağı tartışılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, her iki okul binasının da deprem performanslarının iyileştirilmesi gerektiği belirlenmiştir.
- 3) Mutlu (2015). Bu çalışmada, binalarda -özellikle kamu binalarında- onarım/güçlendirme veya yıkım kararı aşamasında hangi etkenlerin de ekonomik değerlendirme içine alınması gerektiğini yeniden gündeme taşımak, karar alıcıların konuya salt ekonomik olarak yaklaşmalarını gerektiğini vurgulamak, değerlendirmeleri mümkün olduğunca standartlaştırabilmek ve çözüm arayışlarına katkıda bulunabilmek hedeflenmiştir. 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik hükümlerine göre deprem güvenliği çalışmaları yapılan bir binanın güçlendirilmesine ya da yıkılmasına karar verilmesi aşamasında genel bir teamül çerçevesinde çoğu zaman sadece sınırlı bir ekonomik değerlendirme yapılarak bina hakkında karar verilmektedir.

- 4) Işık ve diğ. (2021). Bu çalışmada, farklı malzemelerin mukavemet ve tasarım spektrumlarına göre betonarme yapıların sismik davranışı araştırılmıştır. Dört farklı tasarım spektrumu, beş tip beton ve iki donatı derecesi için uyarlanabilir statik itme ve özdeğer analizi yapılmıştır. Betonun mukavemeti arttıkça yapının daha rijit hale geldiği gözlemlenmiştir. Bu durum periyot değerlerinde artış ve rijitlik değerlerinde azalma ile kendini göstermiştir. Binanın rijitlik değerleri donatıdan bağımsızdır. Beton dayanımı azaldıkça yapının sismik kapasitesi azalırken, yer değiştirmenin öngörülen performans seviyelerine yönelik talebi artmıştır.
- 5) Inel ve diğ. (2017), tarafından yapılan çalışmada Gerçekleştirilen proje kapsamında, mevcut bina stokunu temsil eden ve “referans” olarak adlandırılan binalar ve muhtemel çekiçleme etkisi bulunan binalar ele alınmıştır. Mevcut yapı stokununun büyük bir bölümünü oluşturan, 4 ve 7 katlı betonarme binalar, yapıların performanslarının değerlendirilmesinde uluslararası kabul gören SAP2000 programında üç boyutlu olarak modellenerek Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Dinamik analiz yapılmıştır. Bina modelleri 1975 ve 1998 yönetmelikleri (ABYYHY 1975 ve DBYBHY 1998) esas alınarak oluşturulmuştur.
- 6) Sarı ve Ulutaş (2021), Bu çalışmada, mevcut yapı stokunun önemli bir bölümünü oluşturan konut türü betonarme bir binanın deprem güvenliği 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerine göre incelenmiş, elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Kesitlerin moment eğrilik bağıntıları ile plastik mafsal özelliklerinin belirlenmesi ve statik itme analizleri SAP 2000 yazılımında gerçekleştirilmiştir. Yapılan çözümlerde; yönetmeliklere göre kesit şekil değiştirme üst sınırlarında, doğal titreşim periyotlarında, hedef yer değiştirme istemlerinde, taşıyıcı sistem elemanlarında oluşan hasarlarda ve katların performans düzeylerinde farklı sonuçlar elde edilmiştir. İncelenen bina her iki yönetmeliğe göre de x- doğrultusunda hedef performans seviyesini sağlayamamış, y- doğrultusunda hedef performans seviyesini sağlayabilmiştir.
- 7) Bilgin ve diğ. (2011), 432 adet üç boyutlu bina modelinin kullanıldığı çalışmada artımsal itme analizi ile iki asal yönde 864 kapasite eğrisi elde edilmiştir. Bu eğrilerin her biri tek serbestlik dereceli sisteme indirgenerek farklı yer ivmesi ve özelliğe sahip 264 gerçek deprem ivme kaydı kullanılarak doğrusal olmayan yer değiştirme talepleri hesaplanmıştır. Elde edilen analiz sonuçları ile farklı

özellikteki binaların farklı hasar durumları için (hemen kullanım, can güvenliği ve göçme öncesi) doğrusal olmayan yer değiştirme kapasiteleri, yönetmelik ve gerçek deprem ivme kaydı yer değiştirme talepleri, yatay dayanım değerleri, bunların yapı periyodu ile ilişkisi değerlendirilmiştir.

- 8) Inel ve diğ. (2006), Gerçekleştirilen çalışmada, deprem riski yüksek olan ülkemiz yapı stoğunun büyük bir bölümünü oluşturan orta yükseklikteki betonarme binaların deprem performanslarını Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik esaslarına göre değerlendirilmiştir. Orta katlı yapıları temsil etmesi için 4- ve 7-katlı 14 adet bina seçilmiştir. Çalışmanın sonuçları ışığında, ülkemizdeki orta yükseklikteki yapı stoğunun depreme dayanıklılığının artırılması gerektiği vurgulanmıştır. Yapı denetim sisteminin geliştirilmesi ve mevzuatın sıkılaştırılması yoluyla bu amaca ulaşılmasının mümkün olabileceği ifade edilmiştir.
- 9) Bilgin (2013), Bu çalışmada, 19 Mayıs 2011 Simav (Türkiye) depremi sonrası hızlı değerlendirme yöntemi puanları ile sayısallaştırılmış hasar durumları arasındaki korelasyon incelenerek sismik hasarı tahmin etmek için hızlı değerlendirme yöntemlerinin performansları araştırılmıştır. Toplam 144 betonarme bina, taşıyıcı sistem, mimari yerleşim, beton dayanımı, zemin koşulları ve hasar durumu özellikleri açısından dikkatle incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre hızlı değerlendirme yöntemleri ile gözlenen hasarlar arası korelasyon düşük olmuştur.
- 10) Carofilis ve diğ. (2020), Çalışmada İtalya'daki okul binalarının sismik riskini değerlendirmeye yönelik bir araştırma projesi yürütülmüştür. Çalışmada mevcut okul binalarının yetersizlikleri ortaya konmuş ve güçlendirme stratejileri hakkında bilgilendirmeler yapılmıştır.

2. BİNALARA AİT ELDE EDİLEN VERİLER

Gerçekleştirilen tez kapsamında kullanılan veriler Milli Eğitim Bakanlığı İnşaat ve Emlak Genel Müdürlüğü ile Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü işbirliğiyle İzmir bölgesinde bulunan eğitim yapılarının deprem performanslarının belirlenmesi çalışmasından alınmıştır. Bu araştırma kapsamında, bölgedeki 321 eğitim yapısında detaylı detaylı depremsellik inceleme çalışması gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında detaylı depremsellik incelemesi gerçekleştirilen yapılara ait birçok parametre belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı değerleri yönetmelik kriterlerine uygun sayıda alınan karot numunelerin deney sonuçlarına göre hesaplanmıştır. Donatı özellikleri tahribatlı ve tahribatsız yöntemler kullanılarak belirlenmiştir. Detaylı bir rölöve çalışmasıyla taşıyıcı sistem geometrik özellikleri elde edilmiştir. Zemin özellikleri sondaj numune deney sonuçlarına göre hesaplanmıştır.

Bu bölümde tez kapsamında detaylı depremsellik incelemesi ile yapıdan toplanan bu veriler başlıklar halinde sunulmuştur.

2.1 İncelenen Eğitim Yapılarının Yapım Tarihleri İle İlgili Sayısal Veriler

Gerçekleştirilen tez kapsamında incelenen 321 adet eğitim yapısının önemli bir kısmı 1954-2006 yılları arasında inşa edilmiştir. 1990 yılından sonra inşa edilen eğitim yapısı sayısı 173'tür. İncelenen eğitim yapılarının %46'sı 1990 yılından önce inşa edilmiştir. Eğitim yapıları inşaat tarihleri Tablo 2.1-3'te sunulmuştur.

Table 2.1: Eğitim binalarının yapım tarihlerinin değişimi

Bina.NO	Yapım Yılı	Bina.NO	Yapım Yılı	Bina.NO	Yapım Yılı
001	1970	0010	1987	0019	1993
002	1970	0011	1983	0020	1993
003	1970	0012	2003	0021	1993
004	1977	0013	1989	0022	1977
005	1984	0014	1986	0023	1977
006	1992	0015	1986	0024	1977
007	1985	0016	1985	0025	1981
008	2000	0017	1997	0026	1979
009	2000	0018	1992	0027	1986
0028	1994	0055	1989	0082	1980
0029	1994	0056	1996	0083	1960
0030	1994	0057	1996	0084	1983
0031	1990	0058	1993	0085	1998
0032	1990	0059	1993	0086	2002
0033	1990	0060	1996	0087	1990
0034	1990	0061	1996	0088	1985
0035	1997	0062	1996	0089	1997
0036	1997	0063	1995	0090	1965
0037	1994	0064	1995	0091	1965
0038	1994	0065	1991	0092	1985
0039	1994	0066	1992	0093	1985
0040	1997	0067	1973	0094	1986
0041	1984	0068	2005	0095	1986
0042	1987	0069	2004	0096	1989
0043	1987	0070	1984	0097	1989
0044	1987	0071	1984	0098	1991
0045	1989	0072	1986	0099	1991
0046	1994	0073	1986	00100	1989
0047	1996	0074	1990	00101	1989
0048	1994	0075	1990	00102	1989
0049	1994	0076	1990	00103	1989
0050	1994	0077	1990	00104	1995
0051	1994	0078	1980	00105	1995
0052	1994	0079	1980	00106	1995
0053	1994	0080	1980	00107	1992
0054	2001	0081	1980	00108	1992

Table 2.2:Eğitim binalarının yapım tarihlerinin değişimi (Devam)

Bina.NO	Yapım Yılı	Bina.NO	Yapım Yılı	Bina.NO	Yapım Yılı
00109	1992	00136	1967	00163	1994
00110	1991	00137	1968	00164	1994
00111	1991	00138	1968	00165	1989
00112	1986	00139	1990	00166	1989
00113	1986	00140	1990	00167	1989
00114	1994	00141	1990	00168	1992
00115	1994	00142	1990	00169	1992
00116	1975	00143	1984	00170	1992
00117	1984	00144	1991	00171	1989
00118	1984	00145	2001	00172	1993
00119	1996	00146	1987	00173	1962
00120	1996	00147	2002	00174	1986
00121	1991	00148	2005	00175	2002
00122	1990	00149	1971	00176	1996
00123	2005	00150	1965	00177	1996
00124	1999	00151	1965	00178	1996
00125	1999	00152	2002	00179	2006
00126	1999	00153	2002	00180	1991
00127	1986	00154	2002	00181	1996
00128	1994	00155	2002	00182	1968
00129	1994	00156	2002	00183	1982
00130	1994	00157	1987	00184	1982
00131	1985	00158	1991	00185	1982
00132	1985	00159	2002	00186	1982
00133	1985	00160	2001	00187	1992
00134	1985	00161	2001	00188	1992
00135	1967	00162	1994	00189	1988
00190	1994	00217	1990	00246	1981
00191	1994	00218	1988	00247	1981
00192	1998	00219	1995	00248	1981
00193	1992	00220	1995	00249	1982
00194	1992	00221	1995	00250	1982
00195	1992	00222	1986	00251	1982
00196	1992	00223	1990	00252	1994
00197	1992	00224	1992	00253	1985
00198	1992	00225	1983	00254	1985
00199	1992	00226	1983	00255	1989

Table 2.3:Eğitim binalarının yapım tarihlerinin değişimi (Devam)

Bina.NO	Yapım Yılı	Bina.NO	Yapım Yılı	Bina.NO	Yapım Yılı
00200	1992	00227	1983	00256	1989
00201	1992	00228	1992	00257	1989
00202	1992	00229	1976	00258	1985
00203	1992	00230	1976	00259	1986
00204	1991	00231	1986	00260	1968
00205	1986	00232	1986	00261	1972
00206	1984	00233	1986	00262	1986
00207	1984	00234	1975	00263	1987
00208	1990	00235	1975	00264	1987
00209	2004	00236	1984	00265	1987
00210	1986	00237	1994	00266	1992
00211	1991	00238	1994	00267	1987
00212	1995	00239	1985	00268	1954
00213	1995	00240	1996	00269	1989
00214	1995	00241	1996	00270	1989
00215	1995	00242	1972	00271	1989
00216	1995	00245	1990	00272	1992
00273	1992	00290	1994	00307	1973
00274	1992	00291	1998	00308	1973
00275	1992	00292	1998	00309	1973
00276	1973	00293	1968	00310	1989
00277	1978	00294	1968	00311	2005
00278	1978	00295	2003	00312	1992
00279	1978	00296	1998	00313	1992
00280	1985	00297	1989	00314	1991
00281	1999	00298	1990	00315	1985
00282	2005	00299	1986	00316	1998
00283	2005	00300	1986	00317	2004
00284	1985	00301	1990	00318	1975
00285	1986	00302	1990	00319	1975
00286	1986	00303	1989	00320	1975
00287	1992	00304	1995	00321	1970
00288	1992	00305	1995		
00289	1994	00306	1973		

2.1 İncelenen Eğitim Yapılarının Geometrik Özellikleri İle İlgili Sayısal Veriler

İncelenen toplam 321 okul yapısına ait taban alanı, kat sayısı ve kat yüksekliği ile ilgili sayısal veriler bu bölümde sunulmuştur. İncelenen eğitim yapıların yaklaşık %62'si 300 metrekareden büyük bir alana sahiptir. Yapıların %92.21'inin kat yüksekliği 3 metrenin üzerindedir. Beklendiği gibi yapılara ait kat sayısı ve dolayısıyla bina yüksekliği büyük değişkenlik göstermektedir. Ancak eğitim yapılarının tamamına yakınının düşük ve orta katlı olduğu söylenebilir. Çalışmada dikkate alınan eğitim yapılarına ait geometrik özellikler Tablo 2.4-2.8'de sunulmuştur.

Table 2.4: Eğitim yapılarına ait geometrik bilgiler

Bina No	Taban al. (m²)	Kat Yük. (m)	Bina Yük. (m)	Bina No	Taban al. (m²)	Kat Yük. (m)	Bina Yük. (m)
001	896.76	3.3	13.2	0030	255.36	3.2	11.85
002	1125.58	3.3	7.2	0031	681.21	3.2	12.8
003	241.38	3.3	7.2	0032	237.15	3.2	12.8
004	318.645	3.1	6.2	0033	596.7	3.2	12.8
005	321.93	3.2	9.6	0034	596.7	3.2	12.8
006	733.04	3	12	0035	452.96	3	9
007	163.17	3.1	9.3	0036	324.82	3	9
008	545.26	3.2	20.3	0037	849.06	3.3	13.2
009	1262.38	3.2	20.3	0038	1672.4	3.3	12.65
0010	321.93	3.2	12.8	0039	241.38	3.3	7.75
0011	321.93	3.2	9.6	0040	800.87	3.1	9.7
0012	554.4	3.2	6.4	0041	328.8925	3.1	9.3
0013	321.93	3.2	12.8	0042	260.26	3.4	15.3
0014	321.93	3.2	9.6	0043	1731.84	3.4	15.3
0015	255.36	3.2	11.85	0044	517.575	3.4	15.3
0016	896.76	3.3	13.2	0045	327	3.45	10.35
0017	1125.58	3.3	7.2	0046	201.365	3.4	17.5
0018	241.38	3.3	7.2	0047	374.755	3.4	10.2
0019	318.645	3.1	6.2	0048	480.495	3.4	10.2
0020	321.93	3.2	9.6	0049	711.921	3.2	12.6
0021	733.04	3	12	0050	823.095	3.2	12.6
0022	163.17	3.1	9.3	0051	583.665	3.2	12.6
0023	545.26	3.2	20.3	0052	39.895	3.2	6
0024	1262.38	3.2	20.3	0053	39.895	3.2	6
0025	321.93	3.2	12.8	0054	202.65	3.15	9.45
0026	321.93	3.2	9.6	0055	321.93	3.2	12.8
0027	554.4	3.2	6.4	0056	305.2	3	5.7
0028	321.93	3.2	12.8	0057	351.4	3	5.7
0029	321.93	3.2	9.6	0058	427.57	3.2	9.6
0059	313.17	3.2	9.6	0088	163.905	3.1	6.2
0060	260.26	3.3	9.9	0089	448.4025	2.9	11.6
0061	115.4034	3.3	9.9	0090	401.9675	3	10.5
0062	383.46	3.3	9.9	0091	475.85	3	9
0063	369.265	3.3	13.2	0092	355.825	3.4	10.2
0064	295.75	3.3	13.2	0093	287.97	3.4	10.2
0065	321.93	3.1	9.3	0094	325.605	3.2	6.3

Table 2.5: Eğitim yapılarına ait geometrik bilgiler (Devam)

Bina No	Tabanal. (m2)	Kat Yük. (m)	Bina Yük.(m)	Bina No	Tabanal. (m2)	Kat Yük. (m)	Bina Yük.(m)
0066	162.06	3	9	0095	214.62	3.1	6.3
0067	512.23	3.3	13.2	0096	381.48	3.1	6.2
0068	273.6	3.2	6.4	0097	150.28	3.1	6.2
0069	82.656	2.8	5.7	0098	2194.32	3.5	10.5
0070	321.93	3.1	9.3	0099	228.96	3.5	7
0071	321.93	3.1	9.3	00100	537.8175	2.9	6.9
0072	229.62	3.15	12.6	00101	320.65	3.3	6.6
0073	586.8	3.15	13.7	00102	276.92	3.3	13.2
0074	748.325	3.4	13.6	00103	545.56	3.3	13.2
0075	410.7	3.4	6.8	00104	260.26	3.4	11.9
0076	173.88	3.4	4.55	00105	172.35	3.4	14.6
0077	566.4	3.4	10.35	00106	545.16	3.4	14.6
0078	592.1125	3.25	11.55	00107	395.28	3.4	15.4
0079	195.8425	3.25	11.55	00108	135.27	3.4	17.7
0080	559.24	3.45	6.45	00109	395.28	3.4	13.6
0081	501.4875	3.25	6.7	00110	496	3.6	22.3
0082	441.0875	3.25	6.7	00111	279.2	3.6	22.3
0083	1197.55	4	9.7	00112	320.1025	3.2	9.6
0084	394.42	3.1	12.2	00113	52.675	3.2	6.4
0085	178.12	3.15	12.6	00114	586.25	3.3	16.5
0086	3.25	3.05	12.2	00115	1915.749	3.3	16.5
0087	162.615	3.05	12.2	00116	642.5055	3.5	10.5
00117	475.15	7.6	7.6	00146	319.74	3.2	9.6
00118	131	2.4	5.7	00147	225.09	3.2	9.6
00119	369.265	3.3	13.2	00148	245.7	3.2	9.6
00120	296.595	3.3	13.2	00149	198.45	3.1	9.3
00121	1922.26	3.5	10.5	00150	480.48	3	7.5
00122	321.93	3.1	12.4	00151	399.36	3	9
00123	4.7	3	3	00152	614.385	4	34.1
00124	260.26	3.4	11.9	00153	407.67	4	34.1
00125	172.9134	3.4	13.6	00154	664.3836	4	34.1
00126	16.23	3.4	13.6	00155	558.9675	4	34.1
00127	1190.64	2.8	9.6	00156	514.6725	4	34.1
00128	260.26	3.4	11.9	00157	431.445	3.1	9.3
00129	172.53	3.4	13.6	00158	321.93	3.15	12.6
00130	545.16	3.4	13.6	00159	202.56	3.1	9.3

Table 2.6: Eğitim yapılarına ait geometrik bilgiler (Devam)

Bina No	Taban al. (m2)	Kat Yük. (m)	Bina Yük.(m)	Bina No	Taban al. (m2)	Kat Yük. (m)	Bina Yük.(m)
00131	260.26	3.3	14.85	00160	1355.725	3.3	14.88
00132	172.9134	3.3	14.85	00161	552.05	3.3	14.88
00133	545.16	3.3	13.2	00162	1063.71	3.3	13.2
00134	192.448	2.7	14.5	00163	1322.75	2.2	8.8
00135	400.675	3.05	10.65	00164	241.38	3.2	7.85
00136	468.553	3.05	10.65	00165	257.615	3.3	9.9
00137	531.8775	3	10.5	00166	172.35	3.3	11.6
00138	394.495	3	9	00167	393.47	3.3	11.6
00139	357.48	3.4	10.2	00168	1063.71	3.3	13.2
00140	284.66	3.4	10.2	00169	1246.9	4.3	12.65
00141	361.2	3.4	13.6	00170	241.38	3.4	7.75
00142	292.32	3.4	13.6	00171	321.93	3.2	12.8
00143	351.785	3.1	9.3	00172	198.45	3.2	9.6
00144	160.6	3.1	9.3	00173	321.195	3	9
00145	564.475	3.1	6.4	00174	321.93	3	9
00175	259.2	3.1	6.2	00204	1419.405	3.4	6.8
00176	1036.2	3.4	17	00205	317.55	3.1	9.3
00177	1192.32	3.4	11.25	00206	169.36	3	9
00178	236.67	3.4	11.25	00207	23.165	3	3
00179	572.8	3.3	16.5	00208	446.25	3.1	12.4
00180	315.375	3.05	12.2	00209	607.0575	3.2	6.4
00181	554.4	3.1	9.3	00210	321.93	3.1	9.3
00182	163.17	3	9	00211	321.93	3.1	9.3
00183	659.64	3.2	9.6	00212	544.255	3.1	9.3
00184	573.6	4.5	4.5	00213	260.26	3.4	11.9
00185	304.76	4.5	4.5	00214	172.9134	3.4	13.6
00186	36.55	4.5	4.5	00215	545.16	3.4	13.6
00187	375.7	3	6	00216	998.64	3.2	12.8
00188	326.955	3	7.5	00217	77.38	3.2	3.2
00189	664.29	3.1	12.4	00218	159.14	3.1	9.3
00190	321.93	3.1	9.3	00219	260.26	3.3	14.9
00191	587.2	3.6	7.2	00220	259.1784	3.3	14.9
00192	448.4025	3.2	12.8	00221	545.16	3.3	13.2
00193	743.9025	3.4	10.1	00222	192.06	2.7	14.5
00194	229.46	3.4	10.1	00223	148.5	3.35	10.1
00195	247.66	3.3	9.9	00224	698.41	3.4	7.25

Table 2.7: Eğitim yapılarına ait geometrik bilgiler (Devam)

Bina No	Taban al. (m2)	Kat Yük. (m)	Bina Yük.(m)	Bina No	Taban al. (m2)	Kat Yük. (m)	Bina Yük.(m)
00196	461.727	3	9.2	00225	260.26	3.3	13.2
00197	887.2045	3.4	19.7	00226	172.9134	3.3	13.2
00198	461.727	3.1	6.2	00227	571.34	3.3	11.6
00199	226.3	3	9.2	00228	447.125	3.1	12.4
00200	204.02	2.7	6.75	00229	321.93	3.2	9.6
00201	204.02	2.7	6.75	00230	321.93	3.2	9.6
00202	204.02	2.7	6.75	00231	321.93	3.2	9.6
00203	204.02	2.7	6.75	00232	321.93	3.2	9.6
00233	249.575	3.2	9.6	00262	321.93	3.35	6.45
00234	323.025	3.2	14.9	00263	412.75	3.5	11.5
00235	161.28	3.1	6.2	00264	224.8675	3.5	15
00236	160.95	3.1	9.3	00265	286.485	3.5	14
00237	357.73	3.4	13.6	00266	159.84	3.05	9.6
00238	295.48	3.4	13.6	00267	570.825	3.1	14.45
00239	319.74	3.1	9.3	00268	471.38	3.1	6.2
00240	369.265	3.3	13.2	00269	415.1875	3.1	12.4
00241	296.595	3.3	13.2	00270	321.93	3.2	6.4
00242	889.14	3.5	17.5	00271	546.9775	3.1	6.2
00243	318.28	3.1	9.3	00272	609.7975	3.1	6.2
00244	412.45	3.2	9.6	00273	485.1	2.75	12.05
00245	251.937	3.2	9.6	00274	162.435	2.75	12.05
00246	321.93	3.08	6.16	00275	542.925	2.8	6.1
00247	45.955	3.08	6.16	00276	118.59	2.9	8.35
00248	248.64	3.2	9.6	00277	225.6875	3.5	7
00249	997.983	3.3	9.9	00278	449.955	3.5	3.5
00250	240.2465	3.3	9.9	00279	106.5	3.5	3.5
00251	1238.475	3.3	7.78	00280	321.93	3.1	6.2
00252	570.741	3.1	12.4	00281	273	3.2	9.6
00253	321.93	3.1	9.3	00282	249.6	3.1	9.3
00254	321.93	3.1	9.3	00283	218.5	3.6	3.6
00255	393.9279	3.3	11.4	00284	321.93	3.15	12.6
00256	177.3225	3.3	11.4	00285	316.1	3.1	9.25
00257	257.615	3.3	9.9	00286	313.31	3.1	9.25
00258	193.725	3.1	9.3	00287	257.18	3.4	10.2
00259	463.75	3.15	9.45	00288	170.05	3.4	17.7
00260	130.5	2.95	6.05	00289	42.14	2.8	2.8

Table 2.8: Eğitim yapılarına ait geometrik bilgiler (Devam)

Bina No	Taban al. (m2)	Kat Yük. (m)	Bina Yük. (m)	Bina No	Taban al. (m2)	Kat Yük. (m)	Bina Yük. (m)
00261	966.755	2.5	5.5	00290	38.75	3.85	7.7
00291	326.955	2.85	5.7	00307	177.63	3.35	13.4
00292	392.04	2.85	5.7	00308	383.46	3.35	13.4
00293	162.06	3.25	6.4	00309	200.55	3.35	13.4
00294	201.6	3.2	12.8	00310	358.6	3.1	9.3
00295	689.7	3	19.4	00311	661.92	3.4	13.6
00296	763.11	3.15	9.45	00312	392.84	3.15	6.3
00297	1088.505	3.05	6.1	00313	202.125	3.1	9.4
00298	321.93	3.2	12.5	00314	319.74	3.1	12.4
00299	321.93	3.1	9.3	00315	351.785	2.95	8.1
00230	252.7	3.2	9.6	00316	369.495	2.95	8.85
00231	431.43	3.2	6.4	00317	543.6225	3.05	9.15
00232	209.09	7.75	7.75	00318	248.005	3.6	18
00303	321.93	3	15.45	00319	709.365	3.6	18
00304	633.1	3.05	6.2	00320	184.3	3.4	7.15
00305	262.08	3.1	9.3	00321	313.565	3.1	9.3
00306	255.51	3.35	10.5				

2.2 Kolon ve Perdeler İçin Hesaplanan Toplam Atalet Momenti Değerleri

Bu bölümde İncelenen 321 eğitim yapısına ait kolon ve perdelerin X ve Y doğrultusu için toplam atalet momenti değerleri yer almaktadır. Bir taşıyıcı elemanın ötelenmelere karşı gösterdiği direncin en önemli göstergelerinden birisidir. Bu nedenle yapıların ne düzeyde rijit olduklarına dair önemli bir bilgi sunmaktadır. Elde edilen atalet momenti büyüklükleri perde ve kolon elemanlar için ayrı ayrı ve toplam olarak Tablo 2.9-2.18’de yer almaktadır. Değerlerin büyüklükleri taban alanına oranla anlam ifade edeceği için bu bölümde bir değerlendirme yapılmamıştır. Ancak beklendiği gibi perde elaman kullanılan yapıların toplam atalet momenti büyüklükleri büyük oranda artmaktadır.

Table 2.9: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri

Bina No	Σ Kolon atalet (m^4)		Σ Perde atalet (m^4)		Σ (Kolon,Perde) (m^4)	
	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY
001	0.143	0.250	24.831	0.117	24.974	0.366
002	2.068	0.294	27.064	0.034	29.131	0.328
003	0.055	0.033	0.0	0.0	0.055	0.033
004	0.042	0.049	0.0	0.0	0.042	0.049
005	0.038	0.029	4.900	24.622	4.938	24.651
006	0.408	0.165	0.002	0.058	0.409	0.222
007	0.030	0.022	0.0	0.0	0.030	0.022
008	0.053	0.096	53.204	44.194	53.257	44.290
009	0.147	0.174	93.098	52.457	93.244	52.631
0010	0.036	0.028	10.251	34.208	10.287	34.237
0011	0.037	0.028	5.419	23.433	5.456	23.461
0012	0.540	0.129	0.000	0.000	0.540	0.129
0013	0.048	0.032	5.907	24.620	5.956	24.651
0014	0.038	0.026	5.419	23.433	5.457	23.459
0015	0.121	0.143	0.0	0.0	0.121	0.143
0016	0.012	0.005	0.0	0.0	0.012	0.005
0017	0.078	0.038	3.742	1.928	3.820	1.965
0018	0.051	0.031	6.784	20.723	6.835	20.754
0019	0.052	0.060	11.095	4.583	11.147	4.643
0020	0.027	0.029	9.653	3.004	9.680	3.033
0021	0.111	0.203	3.647	24.046	3.758	24.249
0022	0.174	0.596	37.463	0.864	37.637	1.460
0023	0.764	0.221	6.797	7.656	7.560	7.877
0024	0.078	0.051	0.0	0.0	0.078	0.051
0025	0.041	0.085	0.0	0.0	0.041	0.085
0026	0.066	0.027	0.017	10.974	0.083	11.002
0027	0.040	0.030	6.472	19.901	6.513	19.931
0028	0.060	0.060	12.828	12.503	12.887	12.563
0029	0.060	0.060	0.0	0.0	0.060	0.060
0030	0.083	0.005	12.075	1.391	12.159	1.396
0031	0.209	0.205	17.055	17.470	17.265	17.675
0032	0.103	0.019	25.005	0.057	25.108	0.076
0033	0.274	0.050	25.235	0.058	25.510	0.109
0034	0.050	0.274	0.058	25.235	0.109	25.510
0035	0.059	0.046	8.324	20.094	8.383	20.140

Table 2.10: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)

Bina No	Σ Kolon atalet (m ⁴)		Σ Perde atalet (m ⁴)		Σ (Kolon,Perde) (m ⁴)	
	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY
0036	0.046	0.029	5.560	20.066	5.606	20.095
0037	0.393	0.279	33.504	7.404	33.897	7.684
0038	0.809	0.164	45.147	36.868	45.956	37.032
0039	0.073	0.058	0.0	0.0	0.073	0.058
0040	0.633	0.357	0.0	0.0	0.633	0.357
0041	0.013	0.015	3.673	5.776	3.686	5.792
0042	0.049	0.053	11.250	4.217	11.299	4.270
0043	0.025	0.017	0.041	13.457	0.067	13.474
0044	0.111	0.220	12.694	3.953	12.805	4.173
0045	0.062	0.047	0.0	0.0	0.062	0.047
0046	0.110	0.163	11.280	10.902	11.390	11.065
0047	0.124	0.096	0.0	0.0	0.124	0.096
0048	0.147	0.123	0.0	0.0	0.147	0.123
0049	0.336	0.068	0.0	0.0	0.336	0.068
0050	0.398	0.084	0.0	0.0	0.398	0.084
0051	0.368	0.087	0.0	0.0	0.368	0.087
0052	0.369	0.059	0.0	0.0	0.369	0.059
0053	0.369	0.059	0.0	0.0	0.369	0.059
0054	0.011	0.003	1.191	1.644	1.202	1.647
0055	0.043	0.033	19.606	24.652	19.649	24.685
0056	0.190	0.174	0.0	0.0	0.190	0.174
0057	0.225	0.209	0.0	0.0	0.225	0.209
0058	0.156	0.656	0.0	0.0	0.156	0.656
0059	0.046	0.028	3.758	21.106	3.805	21.135
0060	0.047	0.022	13.560	5.138	13.607	5.160
0061	0.026	0.018	10.151	2.361	10.177	2.379
0062	0.081	0.110	14.800	3.881	14.881	3.991
0063	0.112	0.125	0.983	0.031	1.095	0.156
0064	0.604	0.113	0.0	0.0	0.604	0.113
0065	0.078	0.068	11.121	40.174	11.199	40.242
0066	0.030	0.022	0.0	0.0	0.030	0.022
0067	0.221	0.187	0.0	0.0	0.221	0.187
0068	0.016	0.004	0.466	1.136	0.482	1.140
0069	0.019	0.019	0.0	0.0	0.019	0.019

Table 2.11: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)

Bina No	Σ Kolon atalet (m ⁴)		Σ Perde atalet (m ⁴)		Σ (Kolon,Perde) (m ⁴)	
	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY
0070	0.042	0.033	5.419	23.433	5.461	23.466
0071	0.041	0.030	5.419	23.433	5.460	23.463
0072	0.050	0.114	0.0	0.0	0.050	0.114
0073	0.155	0.207	0.523	0.157	0.678	0.364
0074	0.232	0.222	28.927	19.993	29.159	20.215
0075	0.161	0.110	10.193	15.225	10.354	15.335
0076	0.015	0.015	0.0	0.0	0.015	0.015
0077	0.828	0.110	0.0	0.0	0.828	0.110
0078	0.551	0.121	0.0	0.0	0.551	0.121
0079	0.134	0.068	0.0	0.0	0.134	0.068
0080	0.079	0.183	0.0	0.0	0.079	0.183
0081	0.237	0.075	0.270	0.008	0.507	0.083
0082	0.148	0.068	0.0	0.0	0.148	0.068
0083	0.079	0.301	0.0	0.0	0.079	0.301
0084	0.250	0.175	0.0	0.0	0.250	0.175
0085	0.041	0.041	0.002	0.058	0.042	0.098
0086	0.053	0.129	0.463	0.009	0.516	0.138
0087	0.022	0.035	0.0	0.0	0.022	0.035
0088	0.030	0.022	0.0	0.0	0.030	0.022
0089	0.435	0.172	0.0	0.0	0.435	0.172
0090	0.079	0.106	0.0	0.0	0.079	0.106
0091	0.098	0.094	0.0	0.0	0.098	0.094
0092	1.037	0.106	0.0	0.0	1.037	0.106
0093	0.562	0.095	0.0	0.0	0.562	0.095
0094	0.043	0.034	5.101	21.107	5.145	21.141
0095	0.034	0.036	9.283	21.111	9.317	21.147
0096	0.091	0.035	9.156	21.119	9.246	21.155
0097	0.042	0.012	0.214	0.605	0.255	0.617
0098	0.030	0.030	54.058	0.881	54.087	0.911
0099	0.025	0.009	201.045	13.781	201.070	13.790
00100	0.841	0.107	0.0	0.0	0.841	0.107
00101	0.035	0.037	0.0	0.0	0.035	0.037
00102	0.101	0.064	0.0	0.0	0.101	0.064
00103	0.277	0.260	0.0	0.0	0.277	0.260

Table 2.12: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)

Bina No	Σ Kolon atalet (m^4)		Σ Perde atalet (m^4)		Σ (Kolon,Perde) (m^4)	
	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY
00104	0.030	0.057	11.231	5.055	11.261	5.112
00105	0.025	0.015	0.041	0.015	0.066	0.031
00106	0.111	0.220	11.231	4.737	11.341	4.957
00107	0.068	0.068	19.676	14.420	19.744	14.488
00108	0.083	0.005	12.075	1.187	12.158	1.193
00109	0.060	0.060	0.0	0.0	0.060	0.060
00110	0.381	0.219	26.646	69.231	27.028	69.450
00111	0.423	0.171	13.918	26.048	14.342	26.220
00112	0.047	0.029	5.420	24.623	5.467	24.651
00113	0.001	0.001	0.0	0.0	0.001	0.001
00114	0.340	0.070	2.069	14.642	2.409	14.712
00115	0.197	0.169	0.0	0.0	0.197	0.169
00116	0.197	0.527	0.232	0.005	0.428	0.532
00117	0.050	0.115	0.0	0.0	0.050	0.115
00118	0.012	0.018	0.0	0.0	0.012	0.018
00119	1.200	0.157	0.0	0.0	1.200	0.157
00120	0.666	0.130	0.0	0.0	0.666	0.130
00121	0.173	0.205	2.462	2.367	2.635	2.572
00122	0.047	0.041	5.332	24.627	5.379	24.668
00123	0.008	0.008	0.0	0.0	0.008	0.008
00124	0.047	0.054	12.673	5.056	12.720	5.109
00125	0.028	0.021	9.531	2.920	9.559	2.941
00126	0.119	0.228	11.093	4.737	11.212	4.965
00127	0.345	0.296	5.823	3.690	6.168	3.986
00128	0.043	0.040	0.028	13.531	0.071	13.571
00129	0.022	0.018	10.274	0.412	10.296	0.430
00130	0.120	0.209	10.281	3.951	10.401	4.160
00131	0.047	0.041	12.664	4.218	12.711	4.258
00132	0.026	0.018	4.580	2.379	4.605	2.396
00133	0.111	0.220	11.222	4.217	11.333	4.436
00134	0.018	0.031	2.638	0.209	2.656	0.239
00135	0.088	0.087	0.0	0.0	0.088	0.087
00136	0.103	0.102	0.0	0.0	0.103	0.102
00137	0.130	0.130	0.0	0.0	0.130	0.130

Table 2.13: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)

Bina No	Σ Kolon atalet (m^4)		Σ Perde atalet (m^4)		Σ (Kolon,Perde) (m^4)	
	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY
00138	0.070	0.074	0.0	0.0	0.070	0.074
00139	1.054	0.116	0.0	0.0	1.054	0.116
00140	0.570	0.093	0.0	0.0	0.570	0.093
00141	0.934	0.352	0.252	0.145	1.186	0.496
00142	0.449	0.329	0.252	0.145	0.701	0.474
00143	0.046	0.040	5.399	20.319	5.445	20.359
00144	0.027	0.031	0.0	0.0	0.027	0.031
00145	0.159	0.227	1.852	0.038	2.012	0.265
00146	0.039	0.030	5.242	20.087	5.281	20.117
00147	0.123	0.149	0.0	0.0	0.123	0.149
00148	0.144	0.166	0.0	0.0	0.144	0.166
00149	0.121	0.143	0.0	0.0	0.121	0.143
00150	0.084	0.087	0.0	0.0	0.084	0.087
00151	0.073	0.090	0.0	0.0	0.073	0.090
00152	0.467	0.163	89.293	14.124	89.759	14.287
00153	0.392	0.493	5.324	1.354	5.716	1.847
00154	0.279	0.159	8.296	354.553	8.574	354.711
00155	0.610	0.556	3.199	1.007	3.810	1.562
00156	0.558	0.244	13.887	0.392	14.444	0.636
00157	0.028	0.073	5.419	23.433	5.447	23.506
00158	0.039	0.029	11.394	24.633	11.433	24.662
00159	0.133	0.155	0.0	0.0	0.133	0.155
00160	0.337	0.233	86.162	49.903	86.499	50.136
00161	0.077	0.118	28.125	43.386	28.202	43.505
00162	0.477	0.397	32.293	15.294	32.770	15.691
00163	0.850	0.227	0.0	0.0	0.850	0.227
00164	0.171	0.073	0.0	0.0	0.171	0.073
00165	0.029	0.035	10.681	4.072	10.710	4.107
00166	0.025	0.017	10.677	1.583	10.703	1.600
00167	0.080	0.148	10.680	3.329	10.760	3.477
00168	0.477	0.397	32.250	7.391	32.727	7.788
00169	0.473	0.139	0.0	0.0	0.473	0.139
00170	0.088	0.057	0.0	0.0	0.088	0.057
00171	0.039	0.023	4.900	24.622	4.939	24.645

Table 2.14: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)

Bina No	Σ Kolon atalet (m ⁴)		Σ Perde atalet (m ⁴)		Σ (Kolon,Perde) (m ⁴)	
	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY
00172	0.109	0.153	0.0	0.0	4.939	24.645
00173	0.045	0.031	4.821	24.622	4.865	24.653
00174	0.038	0.029	4.900	24.622	4.938	24.651
00175	0.046	0.151	0.541	0.837	0.587	0.988
00176	0.374	0.308	34.375	7.171	34.749	7.480
00177	1.673	0.281	0.0	0.0	1.673	0.281
00178	0.079	0.057	0.0	0.0	0.079	0.057
00179	0.240	0.044	7.508	4.238	7.748	4.282
00180	0.005	0.040	5.241	19.682	5.247	19.721
00181	0.101	0.094	3.274	1.687	3.375	1.781
00182	0.041	0.023	0.0	0.0	0.041	0.023
00183	0.229	0.209	0.0	0.0	0.229	0.209
00184	0.060	0.038	0.0	0.0	0.060	0.038
00185	1.013	0.041	0.0	0.0	1.013	0.041
00186	0.005	0.005	0.0	0.0	0.005	0.005
00187	0.094	0.171	0.0	0.0	0.094	0.171
00188	0.094	0.125	0.0	0.0	0.094	0.125
00189	0.212	0.207	0.0	0.0	0.212	0.207
00190	0.042	0.031	5.330	21.107	5.373	21.138
00191	0.035	0.020	0.0	0.0	0.035	0.020
00192	0.415	0.172	0.0	0.0	0.415	0.172
00193	0.384	0.219	0.980	6.071	1.364	6.290
00194	0.125	0.102	0.000	0.000	0.125	0.102
00195	0.044	0.096	4.282	12.820	4.326	12.915
00196	0.243	0.182	0.0	0.0	0.243	0.182
00197	0.313	0.163	19.336	14.476	19.649	14.639
00198	0.580	0.515	0.352	0.680	0.933	1.195
00199	0.068	0.068	0.119	11.619	0.187	11.687
00200	0.372	0.126	0.0	0.0	0.372	0.126
00201	0.372	0.126	0.0	0.0	0.372	0.126
00202	0.372	0.126	0.0	0.0	0.372	0.126
00203	0.372	0.123	0.0	0.0	0.372	0.123
00204	0.354	0.387	0.058	0.002	0.412	0.388
00205	0.041	0.027	5.256	21.107	5.298	21.134

Table 2.15: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)

Bina No	Σ Kolon atalet (m^4)		Σ Perde atalet (m^4)		Σ (Kolon,Perde) (m^4)	
	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY
00206	0.030	0.022	0.0	0.0	0.030	0.022
00207	0.013	0.005	0.0	0.0	0.013	0.005
00208	0.467	0.196	0.0	0.0	0.467	0.196
00209	0.089	0.093	3.331	3.331	3.420	3.424
00210	0.044	0.040	4.900	24.622	4.944	24.662
00211	0.045	0.029	4.900	24.622	4.945	24.651
00212	0.072	0.071	0.0	0.0	0.072	0.071
00213	0.050	0.046	12.664	4.218	12.714	4.264
00214	0.035	0.023	9.897	2.456	9.932	2.480
00215	0.113	0.190	11.222	3.952	11.335	4.142
00216	0.062	0.076	62.639	47.997	62.701	48.073
00217	0.021	0.010	0.0	0.0	0.021	0.010
00218	0.030	0.022	0.0	0.0	0.030	0.022
00219	0.050	0.056	11.222	4.217	11.272	4.273
00220	0.028	0.020	9.897	2.389	9.925	2.408
00221	0.111	0.220	11.222	3.952	11.333	4.172
00222	0.045	0.041	4.815	12.857	0.027	0.031
00223	0.063	0.114	0.0	0.0	0.063	0.114
00224	0.052	0.205	0.0	0.0	0.052	0.205
00225	0.049	0.053	13.052	4.223	13.101	4.276
00226	0.086	0.022	4.956	2.376	5.042	2.397
00227	0.123	0.224	11.222	3.952	11.345	4.176
00228	0.430	0.189	0.0	0.0	0.430	0.189
00229	0.042	0.028	5.174	21.107	5.216	21.135
00230	0.041	0.027	5.256	21.107	5.298	21.134
00231	0.045	0.041	5.021	21.107	5.065	21.147
00232	0.041	0.040	5.021	21.107	5.062	21.146
00233	0.294	0.046	0.0	0.0	0.294	0.046
00234	0.041	0.041	11.849	23.168	11.890	23.209
00235	0.028	0.024	0.0	0.0	0.028	0.024
00236	0.027	0.020	0.0	0.0	0.027	0.020
00237	1.069	0.155	0.0	0.0	1.069	0.155
00238	0.606	0.129	0.000	0.000	0.606	0.129

Table 2.16: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)

Bina No	Σ Kolon atalet (m^4)		Σ Perde atalet (m^4)		Σ (Kolon,Perde) (m^4)	
	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY
00239	0.042	0.028	5.256	21.107	5.298	21.135
00240	1.086	0.156	0.0	0.0	1.086	0.156
00241	0.597	0.129	0.0	0.0	0.597	0.129
00242	0.575	0.190	0.0	0.0	0.575	0.190
00243	0.042	0.028	5.174	21.107	5.216	21.135
00244	0.050	0.043	5.754	21.116	5.805	21.158
00245	0.121	0.143	0.0	0.0	0.121	0.143
00246	0.037	0.038	0.0	0.0	0.037	0.038
00247	0.012	0.012	0.0	0.0	0.012	0.012
00248	0.010	0.051	0.954	1.408	0.964	1.459
00249	0.455	0.320	34.295	20.838	34.750	21.158
00250	0.074	0.050	0.0	0.0	0.074	0.050
00251	2.045	0.305	0.064	7.033	2.109	7.337
00252	0.201	0.137	0.058	0.002	0.259	0.138
00253	0.042	0.030	6.115	21.116	6.157	21.147
00254	0.042	0.030	6.115	21.116	6.157	21.147
00255	0.084	0.155	11.093	4.737	11.177	4.892
00256	0.024	0.018	9.777	2.745	9.801	2.762
00257	0.032	0.037	12.823	4.895	12.855	4.933
00258	0.070	0.136	0.0	0.0	0.070	0.136
00259	0.076	0.060	6.571	5.518	6.647	5.578
00260	0.021	0.025	0.0	0.0	0.021	0.025
00261	0.089	0.089	0.0	0.0	0.089	0.089
00262	0.042	0.033	4.565	17.591	4.608	17.624
00263	0.289	0.030	14.868	4.106	15.157	4.136
00264	0.032	0.009	99.155	7.392	99.187	7.401
00265	0.271	0.048	50.891	1.530	51.162	1.579
00266	0.055	6.612	7.025	6.612	7.080	13.224
00267	0.233	0.051	46.156	12.040	46.390	12.091
00268	0.041	0.033	5.160	17.591	5.201	17.624
00269	0.230	0.170	0.0	0.0	0.230	0.170
00270	0.044	0.035	0.0	0.0	0.044	0.035
00271	0.123	0.877	2.778	0.057	2.901	0.933
00272	0.107	0.254	1.871	0.964	1.978	1.218

Table 2.17: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)

Bina No	Σ Kolon atalet (m ⁴)		Σ Perde atalet (m ⁴)		Σ (Kolon,Perde) (m ⁴)	
	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY
00273	0.042	0.028	52.173	8.007	52.215	8.035
00274	0.022	0.030	0.0	0.0	0.022	0.030
00275	0.097	0.073	0.0	0.0	0.097	0.073
00276	0.044	0.064	2.019	5.898	2.064	5.962
00277	0.034	0.062	0.006	0.507	0.040	0.569
00278	0.037	0.045	0.0	0.0	0.037	0.045
00279	0.009	0.011	0.0	0.0	0.009	0.011
00277	0.034	0.062	0.006	0.507	0.040	0.569
00278	0.037	0.045	0.0	0.0	0.037	0.045
00279	0.009	0.011	0.0	0.0	0.009	0.011
00280	0.041	0.033	4.921	16.741	4.962	16.774
00281	0.011	0.003	1.191	1.644	1.202	1.647
00282	0.121	0.121	0.0	0.0	0.121	0.121
00283	0.019	0.015	0.0	0.0	0.019	0.015
00284	0.034	0.053	80.358	0.978	80.393	1.031
00285	0.044	0.040	4.950	21.107	4.994	21.147
00286	0.093	0.069	0.0	0.0	0.093	0.069
00287	0.031	0.043	12.524	4.007	12.555	4.050
00288	0.020	0.020	10.121	10.049	10.141	10.069
00289	0.006	0.006	0.0	0.0	0.006	0.006
00290	0.011	0.009	0.0	0.0	0.011	0.009
00291	0.053	0.053	0.0	0.0	0.053	0.053
00292	0.006	0.001	28.494	2.580	28.500	2.581
00293	0.026	0.026	0.0	0.0	0.026	0.026
00294	0.003	0.005	8.773	170.682	8.775	170.687
00295	0.438	0.398	0.091	0.115	0.528	0.513
00296	0.149	0.136	0.0	0.0	0.149	0.136
00297	0.090	0.092	0.089	0.105	0.180	0.198
00298	0.043	0.028	6.115	21.116	6.158	21.144
00299	0.043	0.028	6.115	21.116	6.158	21.144
00300	0.121	0.143	0.0	0.0	0.121	0.143
00301	0.045	0.036	5.160	17.591	5.204	17.627
00302	0.026	0.026	0.000	0.000	0.026	0.026
00303	0.043	0.034	4.470	21.110	4.513	21.144

Table 2.18: Kolon ve perde elemanlara ait her bir doğrultu için hesaplanan atalet momenti değerleri (Devam)

Bina No	Σ Kolon atalet (m^4)		Σ Perde atalet (m^4)		Σ (Kolon,Perde) (m^4)	
	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY	ΣX	ΣY
00304	0.245	0.126	0.000	0.000	0.245	0.126
00305	0.011	0.003	1.191	1.644	1.202	1.647
00306	0.035	0.041	9.239	4.071	9.274	4.112
00307	0.018	0.014	4.787	3.338	4.806	3.352
00308	0.079	0.146	12.822	4.004	12.900	4.150
00309	0.065	0.033	0.006	0.520	0.071	0.553
00310	0.347	0.244	0.0	0.0	0.347	0.244
00311	0.132	0.136	2.797	0.983	2.929	1.119
00312	0.084	0.060	0.0	0.0	0.084	0.060
00313	0.120	0.142	0.0	0.0	0.120	0.142
00314	0.058	0.065	4.925	17.327	4.984	17.392
00315	0.041	0.025	5.580	21.540	5.620	21.565
00316	0.054	0.033	8.612	21.551	8.666	21.585
00317	0.154	0.788	3.241	0.090	3.395	0.878
00318	0.027	0.023	6.406	1.520	6.433	1.542
00319	0.189	0.146	4.297	0.016	4.486	0.162
00320	0.082	0.042	0.0	0.0	0.082	0.042
00321	0.041	0.036	4.424	17.590	4.466	17.626

2.3 İncelenen Eğitim Yapılarının Beton Basınç Dayanım Değerleri İle İlgili Bilgiler

Bu projede, 321 okul binası yapısı analiz edilmiştir. Bu bölümde, beton örneklerinin ortalama, standart sapma ve diğer istatistiksel analizleri çıkarılmaktadır. Ortalama kısmında, verilerin %44.24'ü beton örneklerine ait olup 10'un üzerinde sonuçlar kaydedilmiştir; ve standart sapma kısmında, verilerin %63.86'sı beton örneklerine ait olup 2'nin üzerinde sonuçlar kaydedilmiştir. İstatistiksel sonuçlar **Tablo 3.5**'te aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

Table 2.19: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri

Bina No	Ort. Dayanım (MPa)	Std. Sapma (MPa)	Ort.-Std.Sapma (MPa)	0.85*Ortalama (MPa)
001	15.148	3.410	11.739	12.876
002	14.168	2.680	11.489	12.043
003	12.159	3.224	8.935	10.335
004	3.613	1.094	2.519	3.071
005	5.999	1.569	4.430	5.099
006	9.830	0.896	8.934	8.356
007	8.093	1.765	6.328	6.879
008	15.952	1.704	14.249	13.560
009	18.079	3.192	14.887	15.367
0010	8.130	1.049	7.081	6.911
0011	6.063	2.353	3.710	5.154
0012	20.098	2.425	17.673	17.083
0013	4.492	1.341	3.151	3.818
0014	7.231	1.807	5.424	6.146
0015	9.388	2.984	6.404	7.980
0016	8.981	0.924	8.057	6.107
0017	5.880	1.042	4.838	7.634
0018	9.898	2.734	7.164	4.998
0019	10.675	2.979	7.696	8.414
0020	7.818	4.196	3.622	9.074
0021	8.171	2.782	5.390	6.645
0022	8.093	2.161	5.931	6.946
0023	7.051	2.083	4.968	6.879
0024	6.230	2.526	3.704	5.993
0025	9.164	1.423	7.741	5.296
0026	12.844	1.394	11.450	7.790
0027	6.691	2.279	4.412	10.918
0028	7.924	2.004	5.920	5.687
0029	9.620	1.131	8.489	6.74
0030	8.842	2.546	6.296	8.18
0031	10.144	1.554	8.590	7.52
0032	9.871	3.012	6.859	8.62
0033	8.748	2.273	6.475	8.39
0034	12.479	1.764	10.715	7.44
0035	10.936	2.068	8.867	10.61
0036	6.939	1.977	4.962	9.30

Table 2.20: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri (Devam)

Bina No	Ort. Dayanım (MPa)	Std. Sapma (MPa)	Ort.-Std.Sapma (MPa)	0.85*Ortalama (MPa)
0037	12.994	1.978	11.016	5.90
0038	6.974	1.975	5.000	11.04
0039	9.173	1.871	7.303	5.93
0040	8.981	0.924	8.057	7.80
0041	30.191	2.187	28.004	25.66
0042	11.495	2.367	9.128	9.77
0043	9.837	1.964	7.873	8.36
0044	9.808	2.753	7.054	8.34
0045	10.527	1.993	8.534	8.95
0046	5.682	2.261	3.420	4.83
0047	8.901	0.994	7.907	7.57
0048	9.012	0.583	8.429	7.66
0049	8.040	1.418	6.622	6.83
0050	7.565	0.826	6.739	6.43
0051	11.162	0.517	10.645	9.49
0052	8.845	2.751	6.094	7.52
0053	11.230	0.113	11.117	9.55
0054	9.925	2.276	7.649	8.44
0055	5.161	1.274	3.886	4.39
0056	11.400	2.140	9.260	9.69
0057	10.915	1.816	9.099	9.28
0058	7.228	1.638	5.590	6.14
0059	6.821	2.174	4.647	5.80
0060	8.949	2.349	6.600	7.61
0061	6.864	2.476	4.388	5.83
0062	8.512	2.141	6.370	7.23
0063	8.678	3.224	5.453	7.38
0064	8.536	3.038	5.497	7.26
0065	8.686	1.759	6.927	7.38
0066	5.606	1.567	4.039	4.76
0067	9.118	2.359	6.760	7.75
0068	20.120	2.164	17.956	17.10
0069	6.777	3.172	3.604	5.76
0070	6.229	2.078	4.151	5.29
0071	6.069	3.063	3.006	5.16
0072	13.710	2.252	11.458	11.65

Table 2.21: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri (Devam)

Bina No	Ort. Dayanım (MPa)	Std. Sapma (MPa)	Ort.-Std.Sapma (MPa)	0.85*Ortalama (MPa)
0073	13.276	2.465	10.811	11.28
0074	8.420	2.840	5.580	7.16
0075	7.110	2.002	5.108	6.04
0076	7.147	2.157	4.990	6.07
0077	10.503	2.083	8.419	8.93
0078	8.909	2.648	6.262	7.57
0079	12.352	3.496	8.856	10.50
0080	13.320	1.351	11.969	11.32
0081	10.786	3.779	7.007	9.17
0082	13.812	3.346	10.466	11.74
0083	12.111	3.274	8.837	10.29
0084	9.459	1.942	7.517	8.04
0085	19.804	4.316	15.488	16.83
0086	24.645	2.528	22.117	20.95
0087	5.836	2.086	3.749	4.96
0088	12.770	4.979	7.791	10.85
0089	9.522	2.727	6.795	8.09
0090	8.204	2.488	5.716	6.97
0091	6.204	2.329	3.875	5.27
0092	8.633	1.223	7.410	7.34
0093	8.906	2.497	6.409	7.57
0094	7.969	1.815	6.154	6.77
0095	6.361	2.249	4.112	5.41
0096	8.465	1.308	7.157	7.20
0097	7.965	1.184	6.781	6.77
0098	8.811	2.445	6.366	7.49
0099	10.208	3.229	6.979	8.68
00100	9.723	1.873	7.850	8.26
00101	7.940	1.285	6.655	6.75
00102	16.924	2.916	14.008	14.39
00103	14.592	3.610	10.982	12.40
00104	9.528	5.253	4.276	8.10
00105	10.700	4.158	6.542	9.10
00106	8.763	3.021	5.742	7.45
00107	6.960	2.415	4.545	5.92
00108	11.853	2.662	9.192	10.08

Table 2.22: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri (Devam)

Bina No	Ort. Dayanım (MPa)	Std. Sapma (MPa)	Ort.-Std.Sapma (MPa)	0.85*Ortalama (MPa)
00109	7.211	2.600	4.610	6.13
00110	8.336	3.845	4.492	7.09
00111	8.251	3.044	5.207	7.01
00112	6.666	1.889	4.777	5.67
00113	9.035	1.633	7.402	7.68
00114	18.496	8.972	9.524	15.72
00115	18.063	6.841	11.222	15.35
00116	8.008	2.287	5.721	6.81
00117	11.748	0.714	11.034	9.99
00118	7.740	2.373	5.367	6.58
00119	6.297	2.022	4.275	5.35
00120	5.533	1.365	4.167	4.70
00121	8.811	2.426	6.386	7.49
00122	3.775	1.453	2.322	3.21
00123	9.070	1.216	7.854	7.71
00124	13.738	2.826	10.912	11.68
00125	17.620	2.383	15.237	14.98
00126	14.006	4.520	9.487	11.91
00127	10.318	5.395	4.923	8.77
00128	10.068	3.381	6.688	8.56
00129	11.183	2.467	8.717	9.51
00130	7.491	1.343	6.148	6.37
00131	5.371	1.769	3.602	4.57
00132	7.540	1.620	5.920	6.41
00133	5.314	1.394	3.920	4.52
00134	8.996	3.276	5.720	7.65
00135	9.572	2.755	6.817	8.14
00136	9.360	3.069	6.291	7.96
00137	5.813	1.774	4.039	4.94
00138	9.001	2.958	6.043	7.65
00139	6.033	1.769	4.265	5.13
00140	5.030	1.336	3.694	4.28
00141	9.227	2.692	6.534	7.84
00142	7.540	2.271	5.269	6.41
00143	7.071	2.335	4.737	6.01
00144	11.853	3.756	8.098	10.08

Table 2.23: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri (Devam)

Bina No	Ort. Dayanım (MPa)	Std. Sapma (MPa)	Ort.-Std.Sapma (MPa)	0.85*Ortalama (MPa)
00145	7.950	3.213	4.737	6.76
00146	8.812	2.691	6.121	7.49
00147	10.818	3.383	7.435	9.20
00148	14.963	5.064	9.899	12.72
00149	10.573	2.362	8.212	8.99
00150	7.056	1.384	5.672	6.00
00151	6.334	2.590	3.744	5.38
00152	8.780	1.590	7.190	7.46
00153	8.666	1.982	6.684	7.37
00154	7.756	2.236	5.520	6.59
00155	11.622	4.669	6.954	9.88
00156	12.091	1.981	10.110	10.28
00157	10.903	2.572	8.330	9.27
00158	7.504	1.470	6.034	6.38
00159	25.146	2.870	22.276	21.37
00160	15.584	3.410	12.175	13.25
00161	16.182	1.580	14.602	13.75
00162	9.341	1.788	7.553	7.94
00163	10.538	1.223	9.315	8.96
00164	9.694	0.958	8.736	8.24
00165	12.696	2.472	10.223	10.79
00166	11.100	3.195	7.905	9.44
00167	13.746	2.915	10.831	11.68
00168	5.077	2.152	2.925	4.32
00169	7.786	4.712	3.074	6.62
00170	3.920	1.208	2.712	3.33
00171	10.372	1.927	8.444	8.82
00172	9.854	1.772	8.083	8.38
00173	9.254	3.617	5.637	7.87
00174	8.787	1.398	7.389	7.47
00175	7.113	2.094	5.019	6.05
00176	10.196	2.043	8.153	8.67
00177	8.181	1.340	6.841	6.95
00178	10.810	2.989	7.821	9.19
00179	10.826	4.375	6.451	9.20
00180	6.323	1.887	4.436	5.37

Table 2.24: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri (Devam)

Bina No	Ort. Dayanım (MPa)	Std. Sapma (MPa)	Ort.-Std.Sapma (MPa)	0.85*Ortalama (MPa)
00181	10.968	6.077	4.891	9.32
00182	7.270	2.861	4.409	6.18
00183	6.868	2.279	4.589	5.84
00184	8.126	2.111	6.015	6.91
00185	7.735	1.410	6.325	6.57
00186	8.126	2.111	6.015	6.91
00187	9.533	3.027	6.506	8.10
00188	12.082	2.683	9.399	10.27
00189	3.481	1.267	2.214	2.96
00190	6.217	1.386	4.831	5.28
00191	9.061	1.208	7.853	7.70
00192	8.584	2.331	6.253	7.30
00193	13.331	3.298	10.033	11.33
00194	11.298	1.904	9.393	9.60
00195	10.651	1.930	8.721	9.05
00196	12.566	3.129	9.437	10.68
00197	8.154	1.959	6.195	6.93
00198	7.922	1.587	6.334	6.73
00199	12.288	3.385	8.903	10.44
00200	6.896	2.374	4.522	5.86
00201	8.384	1.543	6.841	7.13
00202	6.129	1.374	4.755	5.21
00203	10.972	2.548	8.424	9.33
00204	14.124	1.894	12.231	12.01
00205	7.827	1.754	6.073	6.65
00206	7.740	1.752	5.988	6.58
00207	10.665	2.609	8.056	9.07
00208	10.128	3.183	6.945	8.61
00209	15.528	3.457	12.071	13.20
00210	6.047	2.672	3.375	5.14
00211	7.541	4.231	3.310	6.41
00212	5.467	0.843	4.624	4.65
00213	5.538	0.928	4.609	4.71
00214	5.420	2.126	3.294	4.61
00215	5.906	1.972	3.934	5.02
00216	5.098	2.317	2.780	4.33

Table 2.25: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri (Devam)

Bina No	Ort. Dayanım (MPa)	Std. Sapma (MPa)	Ort.-Std.Sapma (MPa)	0.85*Ortalama (MPa)
00217	3.775	1.453	2.322	3.21
00218	10.391	2.516	7.875	8.83
00219	11.091	1.492	9.598	9.43
00220	9.211	3.301	5.910	7.83
00221	10.692	2.207	8.485	9.09
00222	9.896	4.479	5.417	8.41
00223	20.897	4.187	16.710	17.76
00224	16.556	2.711	13.844	14.07
00225	17.685	5.589	12.096	15.03
00226	16.002	6.785	9.216	13.60
00227	15.117	4.526	10.592	12.85
00228	5.196	1.695	3.501	4.42
00229	10.827	3.221	7.606	9.20
00230	11.136	2.136	9.000	9.47
00231	5.609	1.790	3.819	4.77
00232	8.084	2.575	5.509	6.87
00233	13.187	2.024	11.162	11.21
00234	7.053	2.695	4.358	5.99
00235	9.814	3.072	6.742	8.34
00236	6.894	2.077	4.817	5.86
00237	6.298	1.764	4.533	5.35
00238	8.872	1.044	7.828	7.54
00239	10.476	3.334	7.142	8.90
00240	9.565	0.958	8.607	8.13
00241	10.043	3.081	6.962	8.54
00242	10.412	3.530	6.882	8.85
00243	7.514	1.485	6.029	6.39
00244	7.282	2.272	5.010	6.19
00245	14.380	3.694	10.686	12.22
00246	7.535	2.118	5.417	6.40
00247	5.503	1.259	4.245	4.68
00248	14.208	2.116	12.092	12.08
00249	13.886	2.987	10.899	11.80
00250	9.703	3.205	6.499	8.25
00251	10.698	2.209	8.489	9.09
00252	15.178	2.563	12.615	12.90

Table 2.26: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri (Devam)

Bina No	Ort. Dayanım (MPa)	Std. Sapma (MPa)	Ort.-Std.Sapma (MPa)	0.85*Ortalama (MPa)
00253	17.559	1.684	15.875	14.93
00254	17.851	2.250	15.601	15.17
00255	7.103	3.049	4.054	6.04
00256	5.978	4.319	1.659	5.08
00257	5.083	3.674	1.410	4.32
00258	34.833	4.394	30.439	29.61
00259	7.504	1.963	5.542	6.38
00260	9.269	3.385	5.883	7.88
00261	15.403	1.715	13.689	13.09
00262	10.378	4.191	6.187	8.82
00263	17.876	6.849	11.027	15.19
00264	20.267	4.275	15.992	17.23
00265	18.755	2.040	16.715	15.94
00266	9.371	1.905	7.466	7.97
00267	11.706	2.223	9.483	9.95
00268	12.061	2.959	9.102	10.25
00269	15.618	1.960	13.658	13.28
00270	14.778	2.155	12.623	12.56
00271	25.870	2.104	23.766	21.99
00272	35.376	3.214	32.161	30.07
00273	13.719	3.759	9.960	11.66
00274	10.852	3.288	7.563	9.22
00275	31.011	2.108	28.903	26.36
00276	19.261	5.654	13.607	16.37
00277	7.099	1.859	5.240	6.03
00278	14.196	3.092	11.104	12.07
00279	12.318	2.302	10.015	10.47
00280	3.390	1.460	1.930	2.88
00281	16.942	1.245	15.697	14.40
00282	18.992	1.841	17.151	16.14
00283	16.660	1.475	15.185	14.16
00284	30.445	3.505	26.940	25.88
00285	21.273	4.000	17.273	18.08
00286	15.242	2.295	12.947	12.96
00287	11.588	3.719	7.869	9.85
00288	12.178	4.540	7.638	10.35

Table 2.27: Eğitim yapılarının beton basınç dayanım değerleri (Devam)

Bina No	Ort. Dayanım (MPa)	Std. Sapma (MPa)	Ort.-Std.Sapma (MPa)	0.85*Ortalama (MPa)
00289	9.895	0.926	8.969	8.41
00290	9.545	1.406	8.139	8.11
00291	18.072	2.707	15.365	15.36
00292	14.726	1.808	12.918	12.52
00293	13.492	2.277	11.215	11.47
00294	27.917	6.758	21.158	23.73
00295	37.431	6.538	30.894	31.82
00296	8.912	2.390	6.522	7.58
00297	14.299	2.911	11.388	12.15
00298	13.010	3.106	9.904	11.06
00299	23.847	5.648	18.198	20.27
00230	33.247	4.032	29.215	28.26
00231	12.062	3.205	8.857	10.25
00232	34.230	2.708	31.522	29.10
00303	9.571	2.130	7.442	8.14
00304	17.047	2.031	15.016	14.49
00305	20.526	1.784	18.742	17.45
00306	16.118	2.844	13.273	13.70
00307	11.127	1.827	9.300	9.46
00308	8.638	2.038	6.599	7.34
00309	6.316	2.041	4.274	5.37
00310	5.729	1.504	4.225	4.87
00311	33.635	2.960	30.675	28.59
00312	15.284	5.244	10.040	12.99
00313	21.418	3.898	17.520	18.21
00314	6.400	1.070	5.330	5.44
00315	8.210	1.792	6.418	6.98
00316	7.261	1.049	6.212	6.17
00317	33.417	3.316	30.100	28.40
00318	7.156	1.670	5.486	6.08
00319	7.283	1.610	5.673	6.19
00320	5.470	0.938	4.532	4.65
00321	8.356	1.603	6.752	7.10

3. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

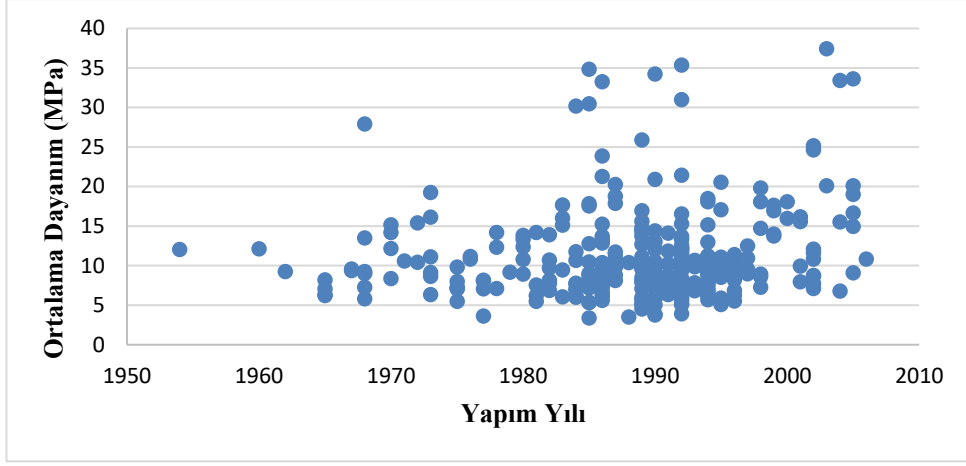
3.1 Beton Dayanım Özelliklerinin İncelenmesi

Bu bölümde incelenen binalardan alınan karot örneklerine ait veriler binaların yapısal özellikleri ile karşılaştırılmıştır. Hesaplanan ortalama beton basınç dayanım değerleri ile ortalama-standart sapma değerlerinin yapım tarihlerine göre değişimi Şekil 3.1 ve 3.2’de verilmiştir.

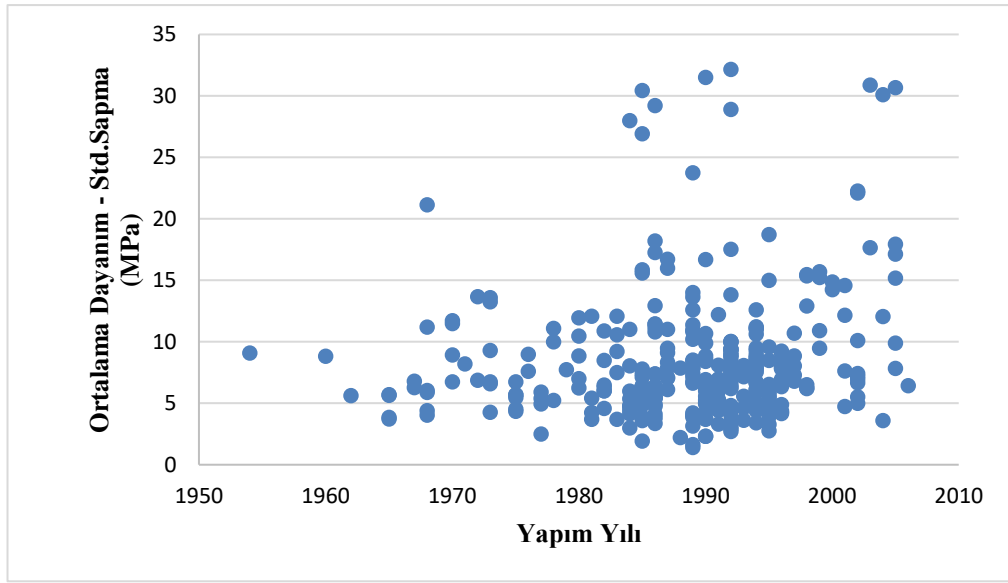
Tüm binalar için ortalama beton basınç dayanımı değeri 11.05 MPa hesaplanmıştır. Beton basınç dayanımı değerlerinin yıllara göre anlamlı bir değişkenlik göstermediği anlaşılmaktadır. 2000 yılından önce inşa edilen yapıların önemli bir kısmı elle beton döküm tekniği ile üretilmiştir. Bu nedenle beton basınç dayanımı değerlerinde anlamlı bir değişkenlik bulunmamaktadır. Tüm binalar için hesaplanan ortalama-standart sapma değeri ise 8.54 MPa’dır.

İncelenen binalar 1975 Afet yönetmeliğine göre projelendirilmiştir (ABYYHY, 1975). Yapıların proje bilgilerine ulaşamamakla birlikte tasarım beton sınıfının BS16 ve üzerinde olduğu tahmin edilmektedir. Yapıların hesap beton basınç dayanımı değeri olarak ortalama-standart sapma değerinin dikkate alınması durumunda beklenen basınç dayanımından %57 daha düşük değer elde edildiği görülmektedir. 0.85*Ortalama değeri de 9.39 MPa’dır ve beklenen değer çok altındadır.

Elle döküm tekniği ile üretilen beton standartının çok düşük olduğu anlaşılmaktadır. Beton kalitesi bakımından 2000 yılından önce inşa edilen konut ve eğitim yapıları arasında belirgin bir fark bulunmamaktadır ve yetersiz düzeydedir.

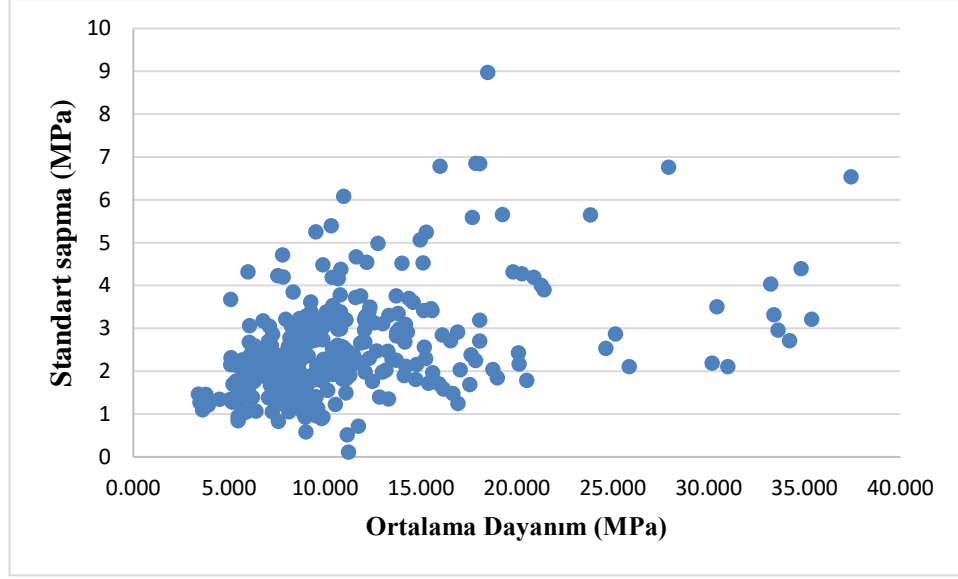


Şekil 3.1: Ortalama beton basınç dayanımı değerlerinin yapım yılına göre değişimi



Şekil 3.2: Ortalama-standart sapma beton basınç dayanımı değerlerinin yapım yılına göre değişimi

Şekil 3.3'te ortalama beton basınç dayanımı değerlerinin standart sapma değerleri ile ilişkisi araştırılmıştır. Beton basınç dayanımı ile standart sapma değeri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. Ancak dayanım artışı ile birlikte numuneler arası saçılımın bir miktar arttığı gözlenmektedir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY, 2018) kriterlerine göre ortalama-standart sapma ve $0.85 \times$ ortalama değerlerinden büyük olanı hesap beton basınç dayanımı olarak kabul edilmektedir. Ancak binaların önemli bir kısmında saçılımın %15'ten daha yüksek olduğu görülmektedir. Dolayısıyla ortalama-standart sapma değerinin gerçek beton basınç dayanımının yansıtmakta daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.



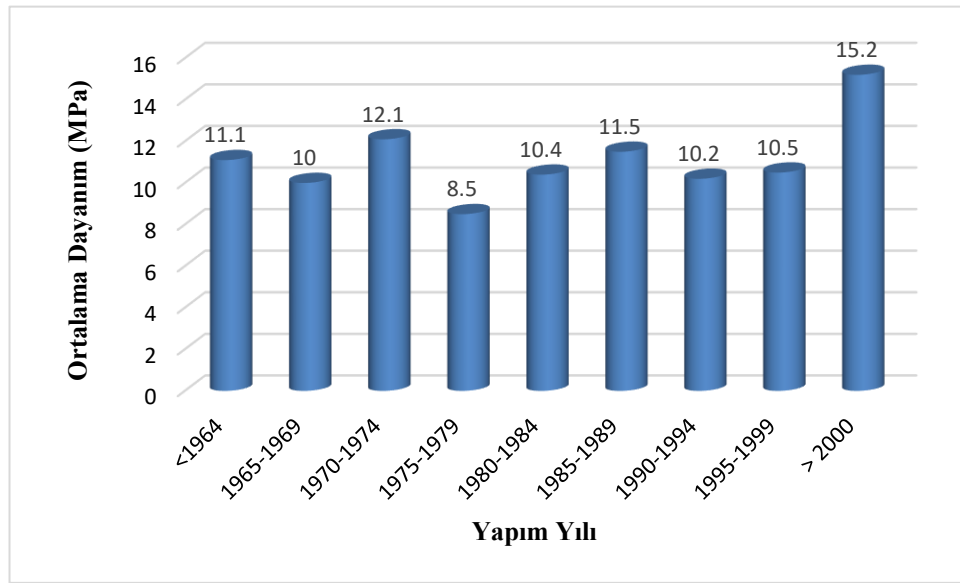
Şekil 3.3: Beton basınç dayanımı ve standart sapma değeri arasındaki ilişkinin araştırılması

Beton basınç dayanımı değerlerinin yıllara göre nasıl değiştiğinin daha iyi anlaşılması için binaların yapım tarihleri 5'er yıllık gruplar oluşturularak karşılaştırılmıştır. 1964 yılından önce inşa edilen ve 2000 yılından sonra inşa edilen yapılar gruplandırılmamıştır.

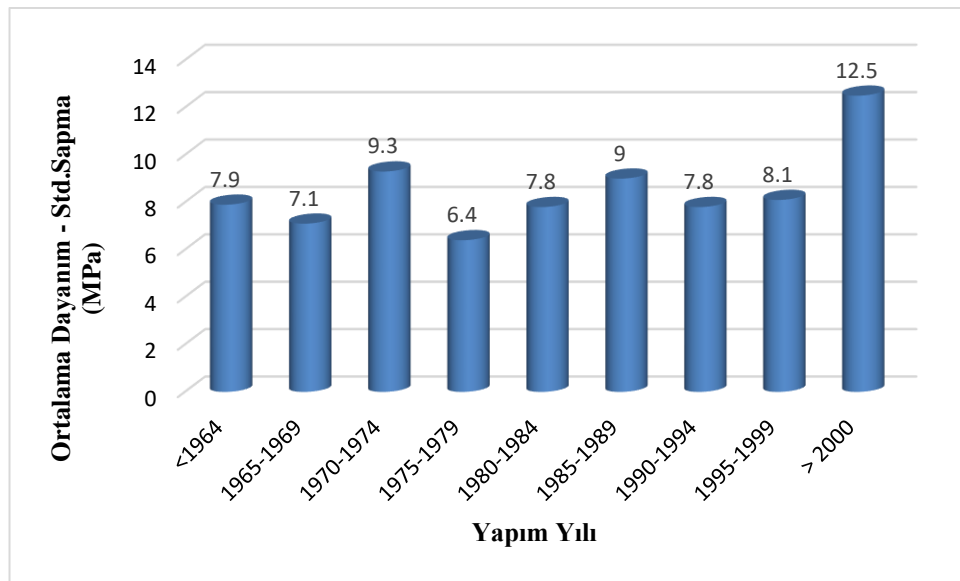
Sırasıyla ortalama, ortalama-standart sapma, $0.85 \cdot \text{ortalama}$ ve standart sapma değerlerinin 5'er yıllık değişimini gösteren grafikler Şekil 3.4-3.7'de yer almaktadır. Elde edilen grafikler incelendiğinde beklendiği gibi 2000 yılından sonra inşa edilen eğitim yapıları beton basınç dayanımı değerlerinde anlamlı bir artış olduğu görülmektedir. Bu dönem için hesaplanan ortalama beton basınç dayanımı değeri 15.2 MPa, ortalama-standart sapma değeri ise 12.5 MPa'dır.

Eğitim yapılarının inşa tarihleri konusunda her durumda sağlıklı verilerin elde edilmesi mümkün olmamaktadır. Eğitime açılış tarihleri yapım tarihi verisi ile karşılabilmektedir. Ya da inşa süresi uzun süren eğitim yapıları için tek bir yapım tarihi değeri mevcut durumu tam olarak yansıtmamaktadır. Dolayısıyla 2000 yılı sonrası inşa edilen eğitim yapılarının bir bölümünün 2000 yılı öncesiyle benzer özellikler gösterdiği ve elle döküm beton tekniği ile üretildiği düşünülmektedir. Bu nedenle dayanım artış oranı daha sınırlıdır.

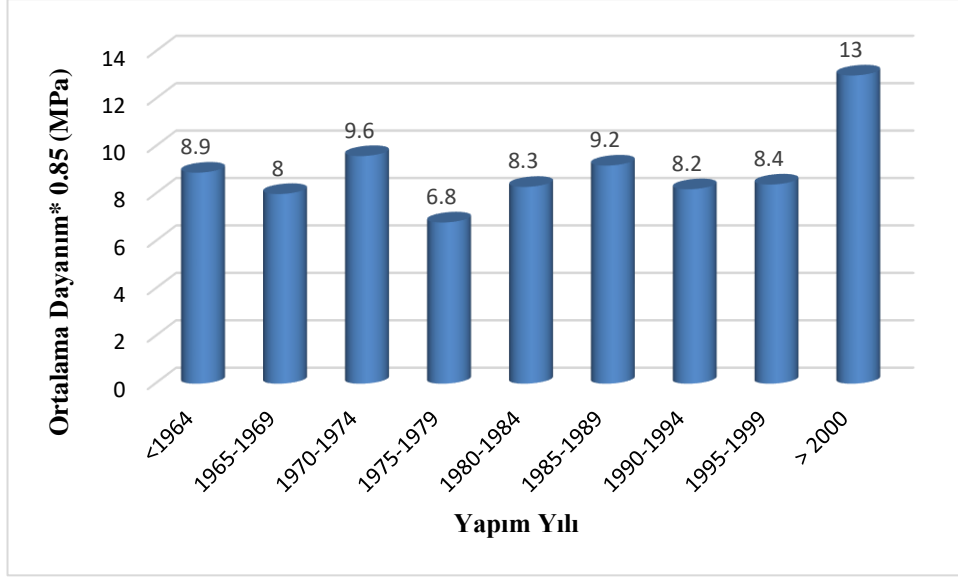
Grafiklerden elde edilen dikkat çekici bir başka sonuç ise 5 yıllık ortalama, ortalama-standart sapma ve standart sapma değerleri açısından 2000 yılı öncesi eğitim binalarının malzeme kalitesinde anlamlı bir değişim olmamasıdır. Ancak sınırlı farklar olmakla birlikte en düşük basınç dayanımı değeri 1975-1979 yılları arası inşa edilen eğitim yapılarında gözlemlenmektedir. Verilerden elde edilen bir diğer önemli sonuç ise yaklaşık 40 yıllık süreçte malzeme üretim teknikleri açısından hiçbir iyileşme olmamasıdır.



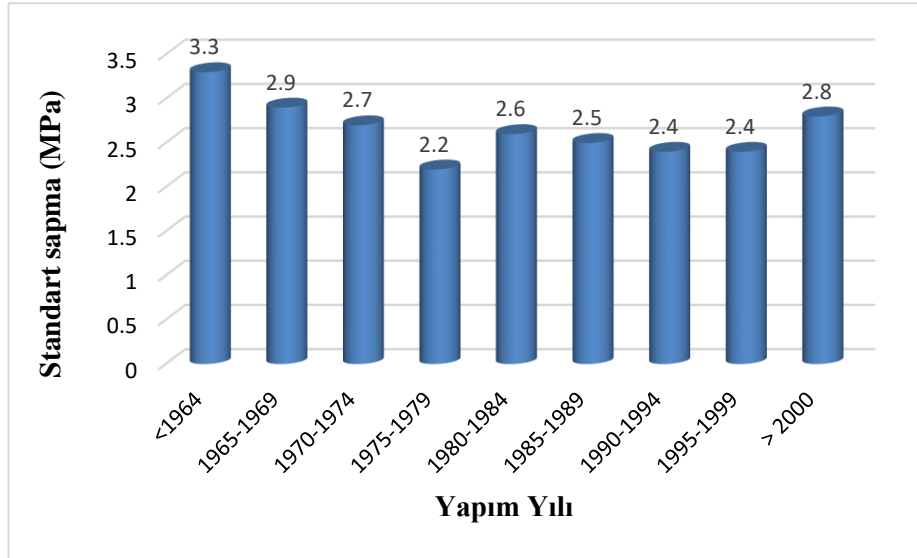
Şekil 3.4: Beton basınç dayanımı değerlerinin 5'er yıllık ortalamaları



Şekil 3.5: Beton basınç dayanımı ortalama-standart sapma değerlerinin 5'er yıllık değişimi



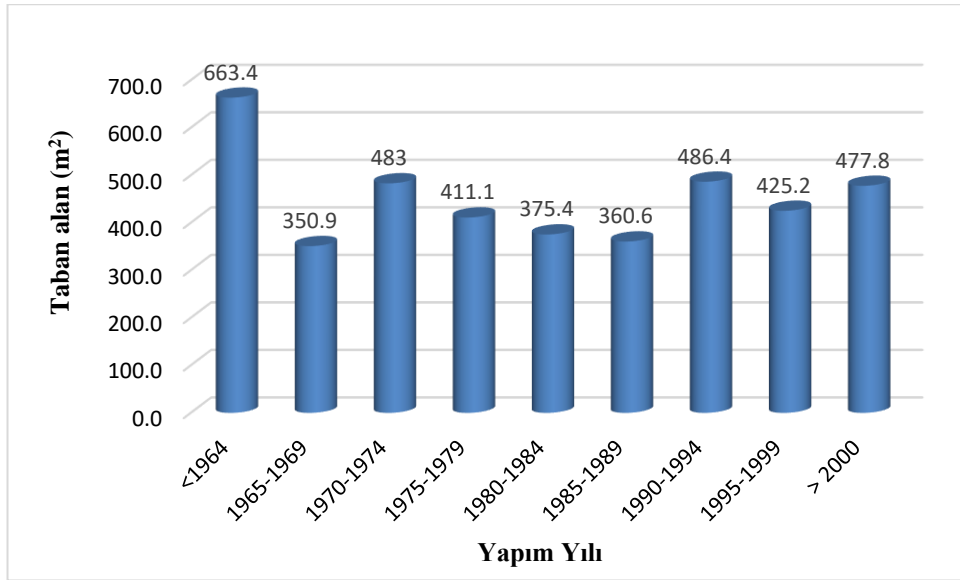
Şekil 3.6: 0.85*Ortalama beton basınç dayanımı değerlerinin 5'er yıllık değişimi



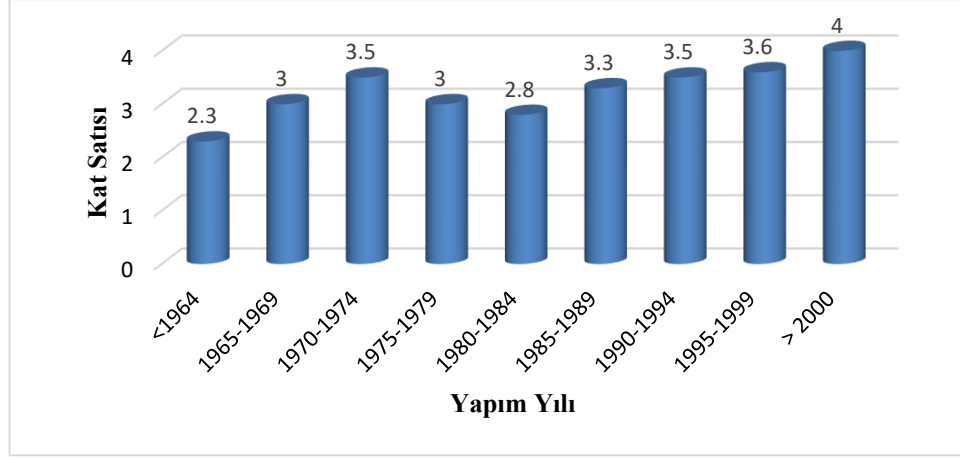
Şekil 3.7: Standart sapma değerlerinin 5'er yıllık değişimi

3.2 Yapı Geometrik Özelliklerinin İncelenmesi

Bu bölümde eğitim yapılarına ait geometrik özellikler detaylı olarak incelenmiştir. Şekil 3.8’de eğitim yapıları ortalama taban alanlarının 5’er yıllık değişimleri görülmektedir. 1964 öncesi ve 2000 sonrası binalar için gruplandırma yapılmamıştır. 1964 öncesi eğitim yapıları taban alanı diğer yıllara oranla belirgin ölçüde daha yüksektir. Bunun temel nedeninin kat sayısının az olması ve yeterli servis alanının oluşturulması çabası olduğu tahmin edilmektedir. Kat sayılarının 5’er yıllık değişimleri incelendiğinde beklendiği gibi 1964 öncesi eğitim yapıları en düşük kat sayısına sahiptir. Diğer yıllarda inşa edilen binaların kat sayıları ortalama olarak 3 ve 4 arasında değişmektedir.



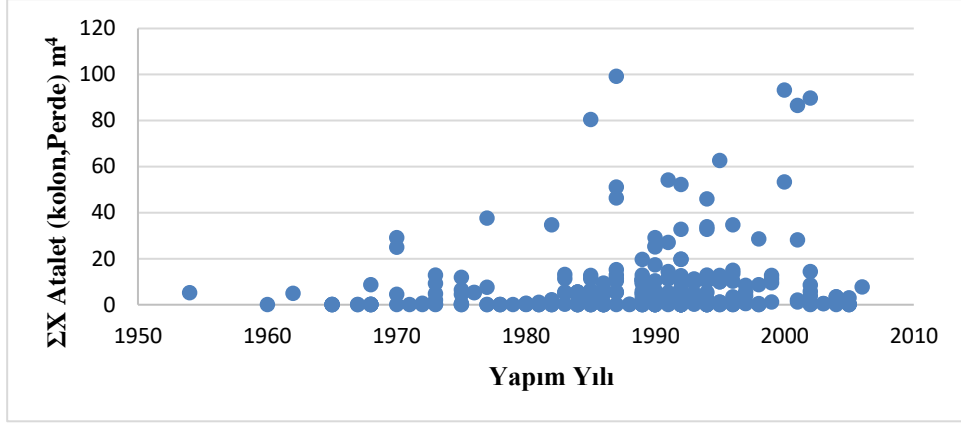
Şekil 3.8: Mevcut yapıların ortalama tarihçe yılı grafiği ile tüm yapıların ortalama taban alan (m²)



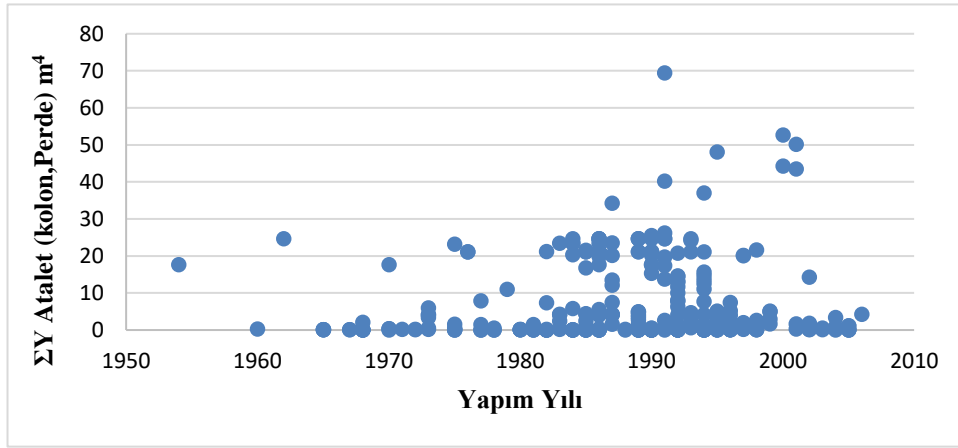
Şekil 3.9: Mevcut yapıların ortalama tarihçe yılı grafiği ile tüm yapıların ortalama Kat Sayısı

Taşıyıcı elemanların geometrik özelliklerinin iyi anlaşılabilmesi için tüm kolon ve perde elemanların her bir doğrultu için atalet momentleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Atalet moment değerleri kolon ve perdelerin toplamı olarak hesaplanmıştır. Şekil 3.10 ve 3.11’de X ve Y doğrultusu için hesaplanan atalet momentlerinin yıllara göre değişimi yer almaktadır. Atalet momenti değerinin büyüklüğünün tek başına bir anlamı olmamakla birlikte 1975 yönetmeliğinden kriterleri sonrası perde kullanımının artması ile artış gösterdiği anlaşılmaktadır. 1970 öncesi tip projelerde perde kullanımı olmaması nedeniyle atalet momenti büyüklükleri büyük oranda düşmektedir.

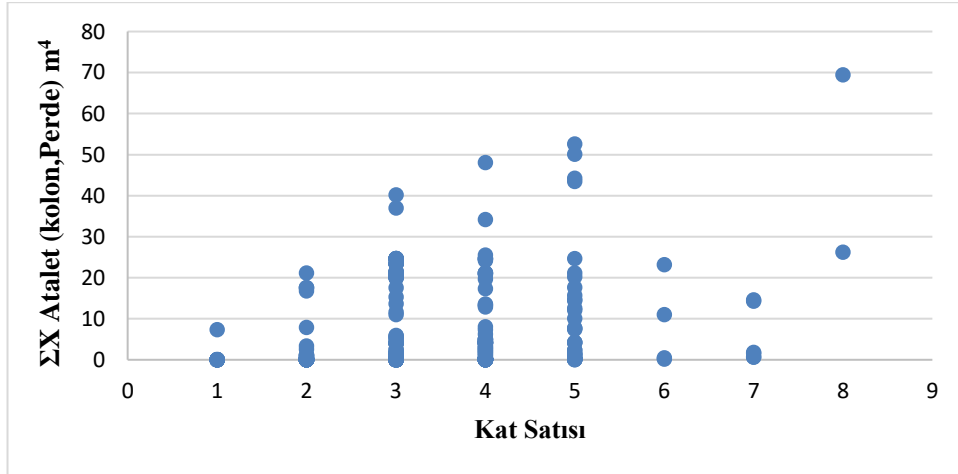
Toplam atalet momenti değerinin kat sayısına göre değişimi incelendiğinde ise 5 kata kadar kat yüksekliği arttıkça düzenli bir artış gösterdiği ancak 5’ten büyük kat sayısına sahip okullarda trendin bozulduğu görülmektedir. Ülkemizde tip proje olarak inşa edilen eğitim yapılarının çok büyük bölümü 5 ve daha düşük kat sayısına sahiptir. Dolayısıyla 5’ten büyük sınırlı sayıda eğitim yapısının önemli kısmının başka amaçlarla inşa edildiği ve sonradan eğitim amaçlı kullanıldığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle yapısal özellikleri olumsuz ayrılmaktadır (Şekil 3.12-13).



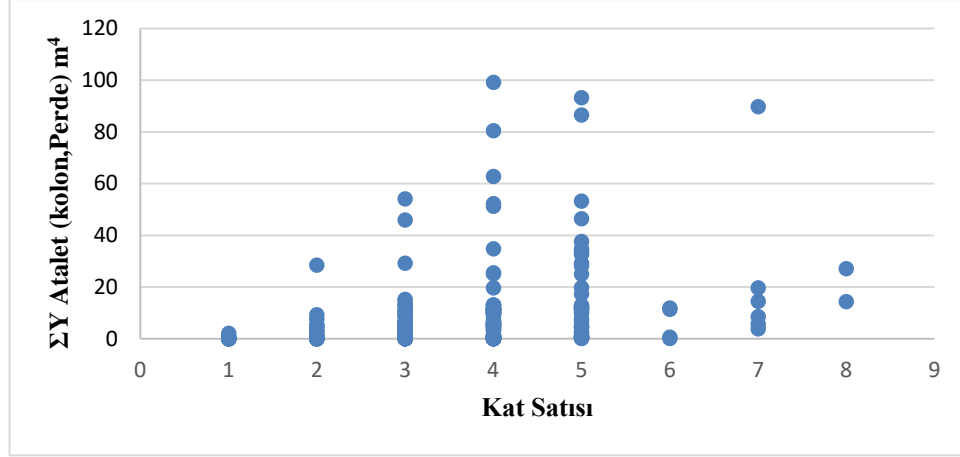
Şekil 3.10: X doğrultusu için toplam atalet momenti değerinin yıllara göre değişimi



Şekil 3.11: Y doğrultusu için toplam atalet momenti değerinin yıllara göre değişimi



Şekil 3.12: X doğrultusu için toplam atalet momenti değerinin kat sayısına göre değişimi



Şekil 3.13: Y doğrultusu için toplam atalet momenti değerinin kat sayısına göre değişimi

3.3 Anadolu Yöntemi Kullanılarak Eğitim Yapılarının Kolon Alanlarının Yeterliliğinin Araştırılması

Bu bölümde incelenen 321 eğitim yapısının kolon alanlarının atalet momentinden bağımsız olarak ne düzeyde yeterli olduğu araştırılmıştır. Bu amaçla Anadolu Yöntemi formülasyonu kullanılmıştır. Anadolu Yöntemi (veya Anadolu Formülü), Mete SÖZEN tarafından geliştirilen (Sözen 1997) Anadolu'daki deprem hasarı deneyimlerine dayanarak geliştirilen, düşük katlı betonarme binaların depreme dayanıklı ön tasarımı için basit bir yöntemdir.

Yöntemin temel amacı, depreme dayanıklı düşük katlı betonarme bina yapılarında ön tasarım aşamasında eleman boyutlarının seçimini kolaylaştırmak ve bilimsel yöntemlerle belirlenen yapısal boyutlar için bir referans çerçevesi sağlamaktır. Yöntem, özellikle toplam duvar ve kolon kesit alanlarının, bina taban üstü toplam kat alanına oranına odaklanmaktadır. Kolonlar için bu oran yaklaşık %0.25, her yöndeki duvarlar için ise %0.125 olarak önerilmektedir. Bu yöntem, tamamen deneyime dayalı bir yaklaşımdır. Sonuç olarak elde edilen yapı, uygulanabilir yapı yönetmeliğinin gereksinimlerini, özellikle belirtilen donatı detaylarını, karşılamalıdır.

Anadolu Formülü denklem 3.1’de tanımlanmıştır.

$$WI + CI \geq K \quad (3.1)$$

Burada:

WI = Yapının tabanındaki belirli bir yöndeki betonarme duvarların kesit alanları toplamının, binadaki desteklenen toplam kat alanına oranı.

CI = Yapının tabanındaki kolon kesit alanları toplamının yarısının, binadaki desteklenen toplam kat alanına oranı.

K = Boyutsuz bir kalibrasyon faktörü.

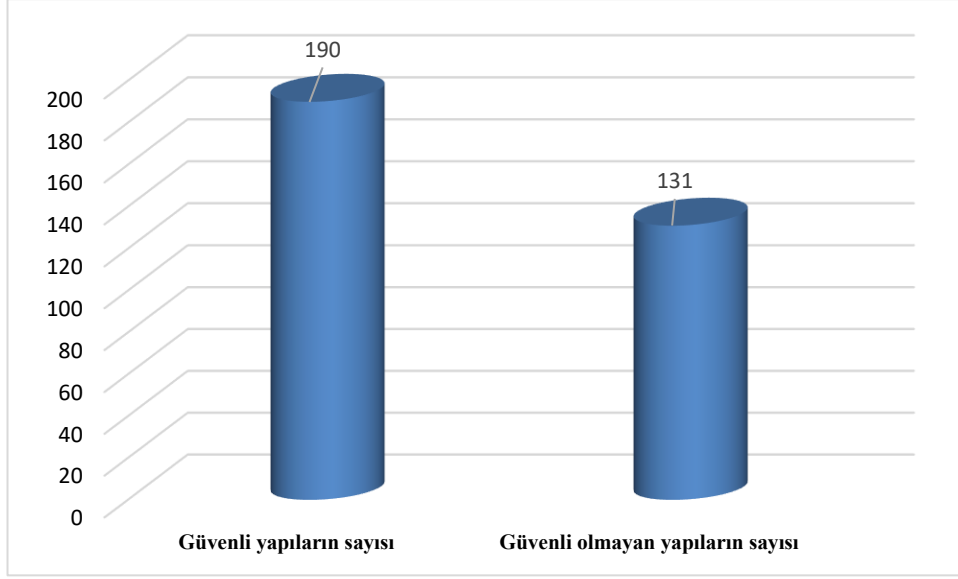
Tasarım aracı olarak kullanıldığında, WI + CI toplamının K değerinden büyük veya eşit olması hedeflenir. Bu, binanın yeterli duvar ve kolon alanına sahip olmasını sağlamayı amaçlar. Bu formül, özellikle düşük katlı (yedi kata kadar) betonarme binaların ön tasarımında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. CI değeri denklem 3.2’ye göre hesaplanmaktadır.

$$CI = \frac{AC}{(2 * Af)} \quad (3.2)$$

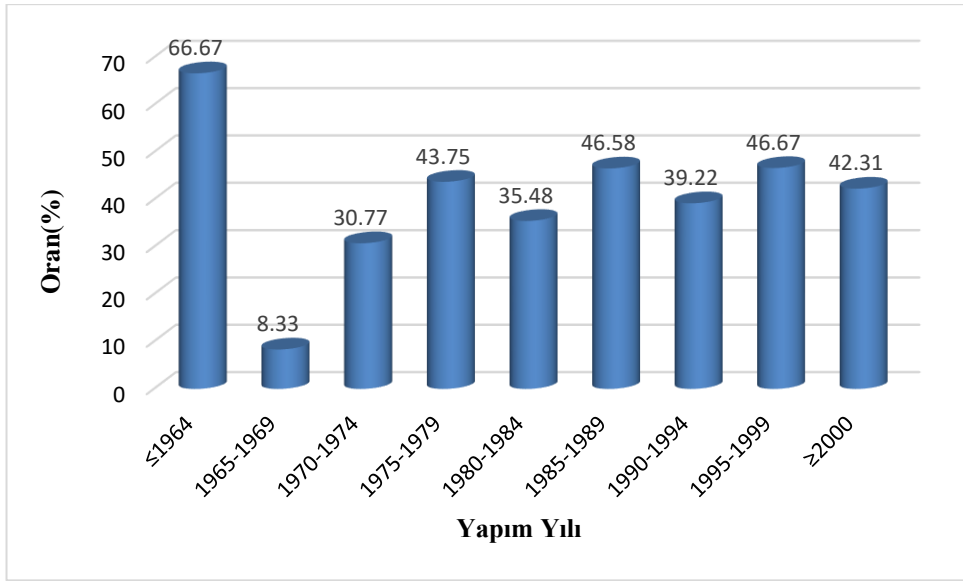
Denklemden Ac zemin kat k*olon alanını, Af ise tüm katlarda hesaplanan taban alanının toplamını ifade eder. Anadolu yöntemine göre kolon alanının yeterli olabilmesi için Denklem 3.3 şartının sağlanmış olması gerekir;

$$\sum AC \geq \frac{2 * \sum Af}{750} \quad (3.3)$$

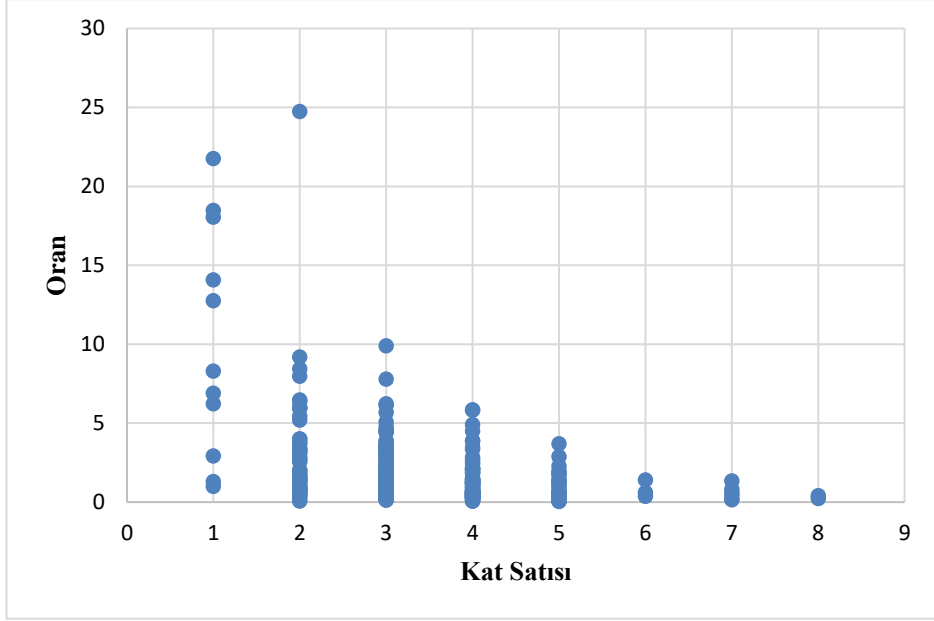
Tez kapsamında incelenen tüm eğitim yapılarının zemin kat kolon alanı toplamı ve her bir kat alanı hesaplanarak denklem 3.3. şartını sağlayıp sağlamadığı hesaplanmıştır. Şekil 3.14’te denklem 3.3’e göre hesaplanan oranlar büyükten küçüğe sıralanarak sunulmuştur. Oranın 1’den küçük olması kolon alanının yetersiz olduğu durumu ortaya koymaktadır. Şekil 3.15’te ise yeterli ve yetersiz binaların sayıları sunulmuştur.



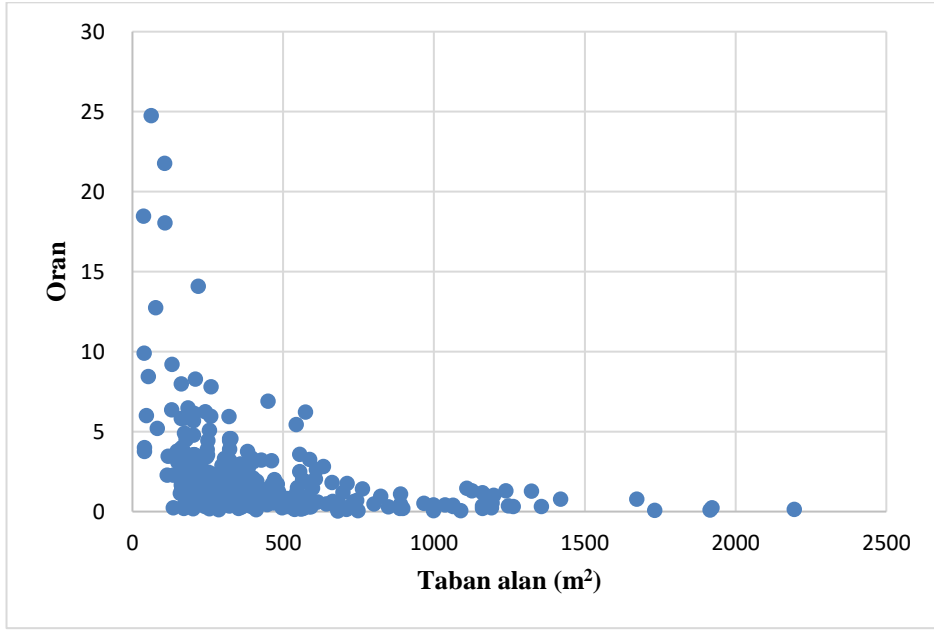
Şekil 3.15: Kolon alanı yeterli ve yetersiz bulunan bina sayıları



Şekil 3.16: Yetersiz bulunan eğitim binalarının yıllara göre değişimi



Şekil 3.17: Kolon yeterlilik oranının kat sayısına göre değişimi



Şekil 3.18: Kolon yeterlilik oranının taban alanına göre değişimi

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1 Elde Edilen Sonuçlar

Gerçekleştirilen tez kapsamında İzmir bölgesinde daha önce depremsellik incelemesi gerçekleştirilmiş 321 eğitim yapısına ait veriler incelenmiştir. Eğitim binalarına ait mevcut malzeme özellikleri, karot deney sonuçları, geometrik boyutlar gibi birçok parametre kullanılarak istatistiksel olarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ayrıca sozen metodu kullanılarak kolon alanlarının kat sayısı ve kat alanına oranla ne düzeyde yeterli olduğu araştırılmıştır.

Çalışma dikkate alınan eğitim yapısı sayısı bakımından eğitim yapıları için gerçekleştirilen en kapsamlı araştırmalardan birisidir. Elde edilen verilerin literatüre ve pratik mühendislik uygulamalarına katkı sağlaması ümit edilmektedir. Elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur:

- İncelenen 321 eğitim yapısından alınan karot numune sonuçları incelendiğinde ortalama beton dayanımı değeri 11.05 MPa bulunmuştur. Ortalama-standart sapma değeri ise 8.54 MPa'dır. İncelenen eğitim binalarının önemli bir kısmı 2000 yılından önce inşa edilmiştir. Bu nedenle elle döküm beton tekniği kullanılarak düşük nitelikte inşa edilmiştir. Bu nedenle elde edilen beton basınç dayanım değeri beklenen düzeyin çok altındadır.
- Karot numuneleri arası hesaplanan değişkenlik çoğu durumda %20'nin üzerindedir. Bu nedenle $0.85 \cdot$ Ortalama değeri 9.19 MPa bulunmuştur. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde tanımlı olan $0.85 \cdot$ Ortalama değerinin mevcut karot numuneleri arasındaki değişkenliği tam olarak yansıtmadığı, $0.80 \cdot$ ortalama değerinin daha gerçekçi olduğu değerlendirilmiştir.
- Yıllara göre bakıldığında elle döküm tekniği ile üretilen binalarda malzeme kalitesi açısından yıllara bağlı olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir. Başka bir ifadeyle yaklaşık 60 yıllık bir dönemde beton üretiminde beton kalitesinde hazır beton tekniğine geçildiği döneme kadar (2000 yılı) herhangi bir iyileşme olmamış olması dikkate çekicidir.

- İncelenen eğitim yapılarının taban alanları çoğunlukla 500m²'nin altındadır. Sadece 1964 yılından önce inşa edilen eğitim binalarının taban alanı ortalama 663.4 m² hesaplanmıştır. Bu dönemde inşa edilen binaların az kat sayısına sahip olması nedeniyle ihtiyaçların karşılanabilmesi için daha büyük taban alanına sahip oldukları değerlendirilmektedir. 1964 sonrası inşa edilen eğitim yapılarının çok büyük kısmı 3 ya da 4 katlı inşa edilmiştir.
- Düşey eleman atalet momenti toplamları karşılaştırıldığında 1975 Afet yönetmeliği sonrası perde kullanımının artmasının etkisi açıkça görülebilmektedir. Perde kullanılmayan eğitim yapılarının toplam atalet değeri büyük oranda düşmektedir. Toplam atalet momenti değeri kat sayısı arttıkça büyümektedir. Ancak 6 ve daha fazla kat sayısına sahip yapılarda bu oran bozulmaktadır. Bu tür yapıların eğitim yapısı olarak projelendirilmemiş olduğu sonradan eğitim yapısı olarak kullanıldığı düşünülmektedir.
- Anadolu formülü ile yapılan hesaplara göre 321 eğitim yapısının 190 tanesinin kolon alanının kat alanı ve sayısına oranla yeterli düzeyde olduğu, 131 adetinin ise yetersiz olduğu tespit edilmiştir. 1964 yılı öncesi inşa edilen eğitim yapıları en yüksek yetersizlik oranına sahiptir. 1970'ten 2000'li yılların başına kadar inşa edilen yapıların önemli bir bölümünde yetersizlik oranı benzerlik göstermektedir. Beklendiği gibi yetersiz bina sayısı ile kat sayısı ve taban alanı artışı ile orantılıdır.

Sonuç olarak 2000 öncesi inşa edilen eğitim yapılarının hem malzeme özellikleri bakımından hem de taşıyıcı sistem geometrisi bakımından yetersizlikler içerdiği görülmektedir. Bu yapıların detaylı bir şekilde incelenmesi ve risk düzeylerinin düşürülmesi büyük önem arz etmektedir. Okul binalarının şiddetli depremler sonrası can ve mal güvenliğini sağlamanın yanı sıra afet sonrası kullanılabilir durumda olmasının stratejik açıdan büyük önem arz ettiği unutulmamalıdır. Bu nedenle eğitim yapılarının dönüşümü ile ilgili çalışmalar bu bağlamda önceliklendirilmelidir.

4.2 Kısıtlar

Gerçekleştirilen çalışmanın en önemli kısıtını eğitim yapılarının rastgele seçilmemiş olması oluşturmaktadır. Başka bir ifade ile, detaylı depremsellik incelemesine ihtiyaç duyulan eğitim yapılarının risk düzeyinin de yüksek olması beklenmektedir. Bu nedenle dikkate alınan binaların risk düzeyi yüksek grupta olan eğitim yapıları olduğu unutulmamalıdır. Ayrıca incelenen eğitim yapıları belirli bir bölge ile sınırlıdır. Özellikle malzeme dayanımı açısından bölgeler arasında değişkenlikler olabileceği tahmin edilmektedir.

4.3 Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler

Eğitim yapılarının mevcut özelliklerinin ortaya konmasına yönelik gelecekte yapılması planlanan çalışmalara yönelik öneriler aşağıda maddeler halinde sunulmaktadır,

- Eğitim yapılarının mevcut durumlarının daha detaylı incelenebilmesi için performans analizi sonuçlarının da dikkate alınması gelecek çalışmalar için önerilebilir.
- Diğer bölgelerde yer alan eğitim binalarının mevcut özellikleri ile ilgili benzer çalışmalar yürütülerek okulların mevcut durumu ile ilgili daha kapsamlı genelleştirmeler yapılabilir.
- 2000 yılı sonrası eğitim yapıları ile ilgili kapsamlı çalışmalar yürütülebilir.

5. KAYNAKLAR

Özmen, H. B., Inel, M., Şenel, Ş.M. ve Kayhan, A. H.,” Load carrying system characteristics of existing Turkish RC building stock”, *International Journal of Civil Engineering, Transaction A: Civil Engineering*, 13(1), (2015).

Yüzbaşı, j. ve Yerli, H. R.,” Betonarme yapıların deprem etkisi altında performans analizlerinin yapılması ve güçlendirilmesi”, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33(2), 273-286,(2018).

Mutlu, A.H.,” Mevcut yapıların güçlendirilmesi ya da yıkılmasına karar verilmesi aşamasında göz önüne alınması gereken kriterler”, *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, İzmir , 14-16(2015).

Işık, E., Harirchian, E., Bilgin, H. and Jadhav, K.,” The effect of material strength and discontinuity in RC structures according to different site-specific design spectra”, *Res. Eng.Struct.Mater*,7(3),413-430, doi: 10.17515/resm2021.273st0303 , (2021).

Inel, M., Çaycı, B. T. ve Kamal, M.,” Düşük ve orta yükseklikteki binalarda çekiçleme etkisi”,*Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*,Eskişehir,11-13,(2017).

Sarı, O., Ulutaş, H.,” Mevcut konut türü betonarme bir binanın deprem güvenliğinin incelenmesi”, 11(4),1129-1144,DOI:10.17714/gumusfenbil.906844,(2021).

Bilgin, H., Inel, M. ve Şenel, Ş.M.,” Mevcut türk betonarme yapı stoğu dayanım ve deformasyon özellikleri”, *Yedinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, (2011).

Inel, M., Bilgin, H. ve Özmen, H. B.,” Orta yükseklikteki betonarme binaların deprem performanslarının afet yönetmeliğine göre tayini”, *Journal of Engineering Sciences*, Denizli 81-89,(2006).

Bilgin, H.,” Relation between the rapid evaluation method scores and the damage states of buildings”, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci*, 13, 763–770, (2013).

Carofilis, W., Perrone, D., O'reilly, G., Monteiro, R. and Filiatrault, A.," Seismic assessment of school buildings in italy: Retrofit and risk classification", *17th World Conference on Earthquake Engineering*, Japan , (2020).

Sözen, M., "Seismic vulnerability assessment of low-rise buildings in regions with infrequent earthquakes",*ACI Structural Journal* ,94(1), 31-39,(1997).

TBDY, "Afet ve acil durum yönetim başkanlığı, türk bina deprem yönetmeliği", Ankara, (2018).

ABYYHY, "Bayındırlık ve iskan bakanlığı, afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik", Ankara,(1975).