

1975-2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Modellenen Yapıya ait Karşılaştırmalı Maliyet Analizi

^{*1}Ahmet Hamdi Serdar, ¹Aysu Aslankılıç

^{*1}İnşaat Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya

Özet

Bu çalışmada, 2023 yılında Kahramanmaraş merkezli depremde yıkılan ve 1975 Deprem Yönetmeliği'ne uygun olarak tasarlanan ve inşa edilen bir betonarme yapının, 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne uygun olarak yeniden projelendirilmesi, eski-yeni durum maliyet analizinin yapılması amaçlanmaktadır. İlk olarak, yıkılan binanın mevcut durumu ve hasar analizi incelenmiş, yapı elemanlarının durumu, malzeme özellikleri ve taşıyıcı sistemin zayıf noktaları teknik raporlarla belgelenmiştir. Bu analizler, binanın yıkılma sebeplerini belirlemek ve yeni tasarımda bu eksiklikleri gidermek açısından önemlidir.

Yeniden projelendirme aşamasında, IdeCAD Statik Tasarım Programı kullanılarak bina 2018 Deprem Yönetmeliği'ne uygun olarak yeniden tasarlanmıştır. Yönetmeliğin getirdiği yenilikler ve zorunluluklar doğrultusunda yapının deprem dayanıklılığı artırılmış, malzeme seçimleri, yapı elemanlarının boyutlandırılması ve deprem yüklerinin doğru aktarılması gibi kritik noktalar ele alınmıştır.

Maliyet analizi kapsamında, yeniden projelendirilen binanın inşaat maliyetleri hesaplanmış ve orijinal binanın maliyetleri ile karşılaştırılmıştır. Malzeme ve işçilik maliyetlerinin yanı sıra, yönetmeliğe uygun yapılan ek takviyeler ve güçlendirme maliyetleri de değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları, deprem yönetmeliklerine uygun yapı tasarımının hem güvenlik hem de ekonomik açıdan değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Gelecekteki yapı tasarımlarında deprem dayanıklılığını artırmak ve ekonomik sürdürülebilirliği sağlamak için önemli bilgiler sunmaktadır. Bu tez, deprem dayanıklılığı ve maliyet analizi konularında kapsamlı bir kaynak oluşturmayı hedeflemektedir.

Anahtar kelimeler: Deprem, betonarme yapı, IdeCAD, metraj, maliyet

Cost Comparison of a Reinforced Concrete Structure Modeled According to TBDY 2018 for DD-1 and DD-2 Scenarios

Abstract

In this study, it is aimed to re-design a reinforced concrete building, which was designed and constructed in accordance with the 1975 Earthquake Code and collapsed in the earthquake centred in Kahramanmaraş in 2023, in accordance with the 2018 Turkey Building Earthquake Code, and to make a cost analysis of the old-new situation. Firstly, the existing condition and damage analysis of the collapsed building were analysed and the condition of the structural elements, material properties and weak points of the structural system were documented with technical reports. These analyses are important to determine the reasons for the collapse of the building and to overcome these deficiencies in the new design.

In the redesign phase, the building was redesigned in accordance with the 2018 Earthquake Code using IdeCAD Static Design Programme. In line with the innovations and requirements of the regulation, the earthquake

resistance of the building has been enhanced, and critical points such as material selection, sizing of structural elements and correct transfer of earthquake loads have been addressed.

Within the scope of cost analysis, the construction costs of the redesigned building were calculated and compared with the costs of the original building. In addition to material and labour costs, additional reinforcements and retrofitting costs in accordance with the regulations were also evaluated.

The results of this study show that building design in accordance with earthquake codes should be evaluated from both safety and economic perspectives. It provides important information to improve earthquake performance and economic sustainability in future building designs. This study aims to provide a comprehensive resource on earthquake resilience and cost analysis.

Keywords - Earthquake, reinforced concrete structure, IdeCAD, quantities, cost.

1. Giriş

Türkiye, jeolojik yapısı itibarıyla dünyanın en aktif deprem kuşaklarından biri üzerinde yer almakta ve bu durum, yapı güvenliği açısından hayati bir sorumluluk yüklemektedir. Özellikle son yıllarda yaşanan büyük depremler, yapı güvenliği ve dayanıklılığının sadece mühendislik meselesi olmaktan çıkıp, sosyal ve ekonomik bir öncelik haline geldiğini göstermiştir. Bu bağlamda, yapıların deprem yönetmeliklerine uygun olarak tasarlanması ve inşa edilmesi, yalnızca can ve mal güvenliğini sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirliğe de doğrudan katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, farklı dönemlere ait deprem yönetmeliklerine göre tasarlanmış betonarme yapıların hem yapısal performans hem de maliyet açısından karşılaştırmalı analizini yapmaktır. Bu analizde, 1975 Deprem Yönetmeliği'ne göre inşa edilmiş bir yapının, 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018) esas alınarak yeniden modellenmesi ve bu iki yapısal sistemin mühendislik, ekonomik ve sürdürülebilirlik kriterleri açısından değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Böylece elde edilecek bulgular, gelecekteki yapı tasarımlarında hem mühendislik dayanıklılığı hem de ekonomik verimlilik bakımından yol gösterici olacaktır.

Çalışmanın önemli bir yönü, yalnızca teknik farklılıkları değil, aynı zamanda bu farklılıkların sahadaki etkilerini de değerlendirmesidir. Yapı elemanlarının boyutlandırılması, kullanılan beton ve donatı sınıfları, zemin etkileri, deprem performans hedefleri ve tasarım spektrumları gibi birçok parametre, yönetmeliklerin yapıya olan etkisini doğrudan belirlemektedir. Ayrıca yönetmelikler arasında yer alan performans temelli tasarım anlayışı, mühendislik uygulamalarında yeni bir dönemin başladığını göstermektedir. 1975 yönetmeliğinde bu anlayış yer almazken, 2018 TBDY ile performansa dayalı değerlendirme yöntemleri, mod birleştirme ve zaman tanım alanında hesap gibi ileri analiz teknikleri zorunlu hale gelmiştir.

Deprem güvenliği yalnızca statik hesaplarla sağlanabilecek bir olgu değildir; bu süreçte çevresel, sosyal ve ekonomik faktörler de dikkate alınmalıdır. Özellikle gelişen ve değişen deprem yönetmeliklerinin eksik ya da yetersiz yönleri, bu çalışmada açık bir şekilde gözlemlenmekte ve değerlendirme altına alınmaktadır. Yanlış malzeme seçimi, eksik boyutlandırma, yetersiz temel tasarımı ve zayıf denetim süreçleri gibi faktörler, yapıların yıkılmasına yol açan başlıca nedenler arasında yer almaktadır. Bu nedenle, doğru mühendislik uygulamaları ve statik hesapların sahada tam anlamıyla uygulanması, hem yapıların ömrünü uzatacak hem de can güvenliğini artıracaktır.

Çalışma kapsamında kullanılan standartlar arasında, yalnızca 1975 ve 2018 tarihli deprem yönetmelikleri değil, aynı zamanda TS 500 (Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları) ve TS 498 (Yük Hesapları) gibi temel mühendislik standartları da bulunmaktadır. TS 500, yapı elemanlarının dayanım ve süreklilik esaslarına uygun şekilde tasarlanmasını sağlarken, TBDY 2018 ise yapının genel performans hedeflerine ulaşması için zemin sınıfları, deprem bölgeleri ve tasarım ivme katsayıları gibi birçok parametreyi sistematik bir biçimde ele almaktadır.

Yönetmeliklerin sunduğu bu teknik altyapı, mühendislik hesaplarında gerçekçi kısıtların belirlenmesini ve bu doğrultuda yapıların optimize edilmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada da daha önce modellenmiş ve uygulanmış bir yapının mümkün olan en az değişiklikle güvenli hale getirilmesi amaçlanmıştır; zemin sınıfı, kat yüksekliği, yapı kullanım amacı gibi parametreler sabit tutularak, yalnızca taşıyıcı sistemin yönetmeliklere göre yeniden değerlendirilmesi sağlanmıştır. Günümüzde inşaat mühendisliği uygulamaları sadece yapıların taşıyıcı sistemlerini optimize etmekle sınırlı kalmamakta; aynı zamanda sağlık, çevre ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine hizmet edecek şekilde şekillenmektedir. Yapı tasarımında doğru malzeme seçimi, çevresel etkiyi azaltan ve enerji verimliliği sağlayan yaklaşımlar, artık birer zorunluluk haline gelmiştir. Bu bağlamda çalışma, yalnızca üstyapı değil, altyapı sistemleri açısından da sürdürülebilirlik ilkelerini teşvik etmekte; doğru kesit tasarımları ve uygun inşaat teknikleri ile maliyetleri optimize etmeyi hedeflemektedir.

Betonarme yapıların tarihsel gelişimi de bu noktada önemli bir zemin oluşturmaktadır. Modern anlamda betonarme yapılar 19. yüzyılda Joseph Monier'in çalışmalarıyla ortaya çıkmış; François Hennebique'in sistematize ettiği tasarım yaklaşımı ile birlikte endüstriyel anlamda yaygınlaşmıştır. 20. yüzyılda yangına ve çevresel etkilere karşı dayanım sağlayan betonarme yapılar, köprüler, barajlar, viyadükler, sanayi tesisleri ve gökdelenler gibi büyük ölçekli projelerin vazgeçilmez taşıyıcı sistemleri haline gelmiştir. Betonarmenin bu kadar yaygın ve çok yönlü kullanılabilirliği, onun yalnızca bir yapı malzemesi değil, aynı zamanda stratejik bir mühendislik çözümü olduğunun da kanıtıdır. Deprem sonrası yapılan incelemelerde, düşük kaliteli beton ve çelik kullanımı binaların dayanıklılığını azaltmıştır [1]. Kolon-kiriş birleşimlerinde mühendislik hataları ve eski yönetmeliklere uygun tasarımlar, yapısal zayıflıklara neden olmuştur [2, 3]. Zemin sıvılaşması ve zemin koşullarına uygun olmayan temel tasarımı, yapıların çökmesine neden olmuştur [4, 5]. Yetersiz denetim ve inşaat kalitesizliği, projelerin yönetmeliklere uygun tamamlanamamasına neden olmuştur [6, 7]. Eski yönetmeliklere göre inşa edilmiş binalar, yapısal özelliklerini yitirmiştir [8]. Güçlendirme çalışmalarının yapılmaması veya yetersiz yapılması, yapıların depreme karşı savunmasız kalmasına neden olmuştur [9].

Sonuç olarak bu çalışma, geçmiş ve günümüz yönetmelikleri arasındaki farkları yalnızca teorik düzeyde değil, pratik uygulamalarla da irdeleyerek, mühendislik, maliyet ve sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sunmayı amaçlamaktadır. Böylece hem mühendislik öğrencileri hem de profesyoneller için yol gösterici bir kaynak niteliği taşımaktadır.

2. Gereç ve Yöntem

Bu çalışmada, Kahramanmaraş merkezli 2023 depreminde yıkılan ve 1975 Deprem

Yönetmeliği'ne göre inşa edilmiş, oldukça eski ve yetersiz dayanım sergileyen bir betonarme yapının yeniden modellenmesi ve kapsamlı maliyet analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı doğrultusunda, hem tarihsel hem de teknik olarak farklı iki dönem yönetmeliği karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

İlk olarak, 1975 Deprem Yönetmeliği'ne göre tasarlanmış orijinal yapının mimari ve statik projeleri detaylı biçimde analiz edilmiştir. Yapının mevcut durumu, taşıyıcı sistem elemanlarının zayıflıkları, beton ve donatı sınıfı gibi önemli parametreler titizlikle değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme, sahadan elde edilen gerçek veriler ve yapı inceleme raporları ışığında yapılmıştır.

Ardından yapı, 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne (TBDY 2018) uygun şekilde yeniden tasarlanmış; bu süreçte IdeCAD (v10) statik analiz ve tasarım programı kullanılmıştır. Program aracılığıyla yapının deprem yüklerine karşı dayanımı, rijitlik dağılımı, eleman boyutlandırmaları ve temel sistemi yeniden hesaplanmıştır. Malzeme dönüşümleri gerçekleştirilmiş; C12-S220 sınıfındaki beton ve donatı, C30 beton ve S420 donatı ile değiştirilerek yeni modele entegre edilmiştir. Ayrıca temelde radye genel temel tercih edilerek, sürekli temele göre avantajları mühendislik bakış açısıyla değerlendirilmiştir.

Maliyet analizinde, her iki modele ait beton ve donatı metrajları büyük bir hassasiyetle çıkarılmış; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın 2023/2 sayılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyet Tebliği esas alınarak maliyetler ayrıntılı şekilde hesaplanmıştır. İnşaat maliyetleri, işçilik giderleri ve ek güçlendirme maliyetleri, detaylı tablolar halinde karşılaştırılmıştır. Böylece, yönetmelik değişiminin yapısal güvenlik üzerindeki etkisi kadar ekonomik yansımaları da somut biçimde ortaya konulmuştur.

Bu yöntem bilimsel yaklaşım sayesinde, sadece teorik bilgi değil, aynı zamanda pratik mühendislik verileriyle desteklenmiş güçlü bir analiz sunulmuştur. Yapı performansı, maliyet etkinliği ve sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda kapsamlı bir karşılaştırma elde edilmiştir.

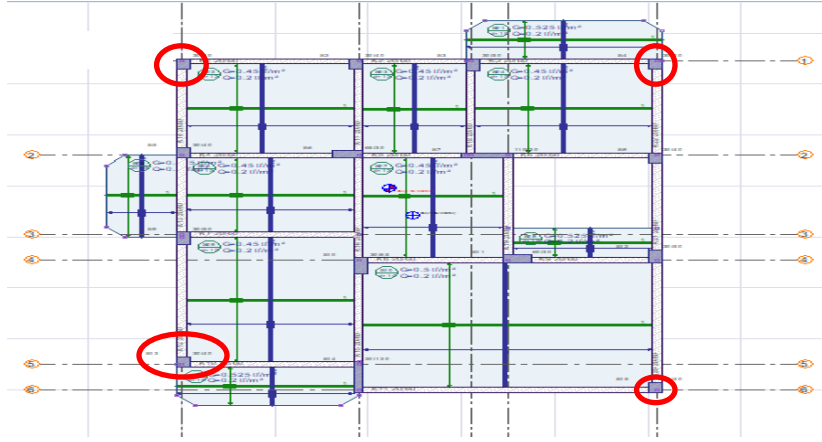
2.1. IdeCAD (V10) paket programı ve sayısal çalışma

IdeCAD paket programı, yapı sistemlerinin yürürlükteki yönetmeliklere uygun şekilde modellenmesi, analizi ve tasarımının gerçekleştirilmesi için kullanılan kapsamlı bir mühendislik yazılımıdır. Bu program, yapıların sonlu elemanlar yöntemiyle analiz edilmesi, TBDY 2018 ve TS500 yönetmeliklerine uygun tasarım kontrollerinin yapılması, performans değerlendirmelerinin gerçekleştirilmesi ve güçlendirme çalışmalarının planlanması gibi çok yönlü işlemleri desteklemektedir. Ayrıca, rijit diyaframlı, rijit diyaframsız veya kısmen rijit diyaframlı yapıların analizine olanak tanıyarak, farklı yapı türleri için esnek çözümler sunmaktadır.

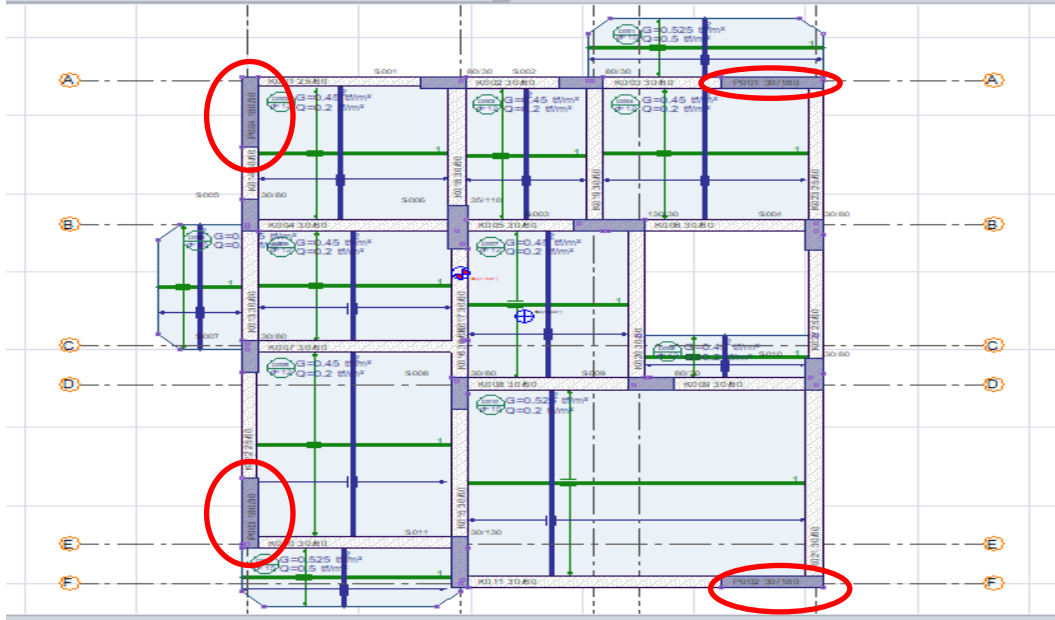
Program, taşıyıcı sistem elemanları olan perde, kolon, kiriş, döşeme ve temel gibi tüm yapı elemanlarının analizini entegre bir şekilde gerçekleştirme kapasitesine sahiptir. Bu bütünlük yaklaşım, yapıların genel performansını değerlendirirken yapı elemanları arasındaki etkileşimleri de dikkate almayı mümkün kılmaktadır. Modelleme aşamasında, donatı malzemesi olarak B420C nervürlü inşaat çeliği kullanılmış, beton malzemesi olarak ise betonarme yapıların inşasında yaygın

bir şekilde tercih edilen C30 sınıfı beton seçilmiştir. Bu seçimler, pratikte sıklıkla kullanılan malzemeleri temel alarak analizlerin gerçekçi sonuçlar üretmesini sağlamaktadır.

Şekil 1’de 1975 ve Şekil 2’de 2018 yönetmeliklerine göre oluşturulan modellere ait kalıp planları göstermektedir. Bu görseller, yapıların analitik ve geometrik özelliklerinin görselleştirilmesi açısından önemli bir katkı sunmaktadır. IdeCAD’in sağladığı bu bütünleşik çözüm, yapı mühendisliğinde tasarım süreçlerinin hızlandırılmasını ve yönetmeliklere uyumun sağlanmasını destekleyen güçlü bir araç olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 1. Yapının eski haline ait projenin kalıp planı



Şekil 2. Revize Proje ait kalıp Planı

Yapı modelleri oluşturulurken gerekli malzeme dönüşümlerine ek olarak, yapı mimarisi korunarak taşıyıcı sistem elemanlarında revizeler gerçekleştirilmiştir (Şekil 1, Şekil 2). Bu sebeple mevcut

yapıda beton sınıfı C12 donatı sınıfı S220 olan yapı, C30 beton sınıfı ve S420 donatı sınıfı ile modellenmiştir. Bu doğrultuda yapının köşe noktalarında bulunan taşıyıcılar perde elemanlara dönüştürülmüştür. Bazı kolon boyutları revize edilmiş, ve giriş elemanlar yönetmeliğin minimum koşullarını sağlayabilecek boyutlara çekilmiştir. Üst yapıya ek olarak temel tasarımı revize edilmesi gerektiğinden, temel tasarımı da revizeler gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda sürekli temel ve radye general temel karşılaştırılmıştır. Radye general temelin, sürekli temele karşı avantajları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- **Yük Dağılımı ve Oturma Kontrolü:** "Radye temel, tüm bina alanı boyunca yükleri yaydığı için zemin üzerindeki gerilmeleri azaltır ve bu sayede zeminin oturma riskini minimize eder. Bu durum, özellikle heterojen zemin koşullarında ve yüksek yapı yüklerinin bulunduğu bölgelerde büyük avantaj sağlar" [10].
- **Yapısal Dayanıklılık ve Sismik Performans:** "Radye temeller, sismik yükler altında sürekli temellere göre daha iyi performans gösterirler. Radye temelin geniş yüzey alanı, deprem yüklerini daha etkin bir şekilde dağıtarak yapının stabilitesini artırır ve çatlak oluşumunu engeller" [11].
- **Yapısal Bütünlük:** "Radye temel, monolitik yapısıyla yapısal bütünlük sağlar ve bu nedenle binalarda meydana gelebilecek farklı oturma problemlerini en aza indirir. Sürekli temellere kıyasla, yapının her noktasında aynı yük taşıma kapasitesine sahiptir" [12].
- **İnşaat Kolaylığı ve Hızlı Uygulama:** "Radye temellerin inşaatı, sürekli temellere göre daha hızlı ve ekonomik olabilir. Çünkü tüm bina alanı tek bir dökümle kaplanabilir, bu da inşaat süresini kısaltır ve işçilik maliyetlerini azaltır" [13].
- **Ekonomik ve Malzeme Verimliliği:** "Radye temel sistemleri, yapı yüklerini geniş bir alana yaydığı için, malzeme kullanımını optimize eder ve özellikle büyük bina projelerinde ekonomik avantajlar sunar. Beton ve çelik kullanımı açısından daha verimli olan bu temel tipi, uzun vadede maliyet tasarrufu sağlar" [14].

3. Sonuçlar

Sonuç olarak yapı bütünlüğü ve kullanım alanları korunacak şekilde yapı tekrar modellenmiştir. Eski ve yeni durum karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Sonuçlar tablolar halinde sunulmuş ve yorumlanmıştır.

Günümüz dünyasında maliyetler değerlendirme kriterlerinde çok önemli yer tutmaktadır. Gerçekleştirilen çalışma kapsamında değerlendirilen yapının maliyet analizi yapılmış ve mevcut ve güncel durum ekonomik olarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablolar halinde verilmiştir. Tablo 1’de 2 modele de ait beton metrajları, Tablo 2’de donatı metrajları verilmiştir. Son olarak elde edilen bu veriler ile, resmi gazetede yayımlanan birim fiyatlar dikkate alınarak maliyet tabloları hazırlanmış ve bu veriler Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 1. Mevcut ve Güncel yapılara ait beton metrajları tablosu

	Mevcut Proje	Güncel Proje	
Yapısal Eleman	Beton Metrajı (m3)		Metraj Farkı (m3)
Döşemeler	96.11	91.99	-4.12
Kirişler	55.69	69.08	13.39
Perdeler	0	38.88	38.88
Kolonlar	29.25	55.5	26.25
Temel	34.31	112.33	78.02
TOPLAM	215.36	367.78	152.42

Tablo 2. Mevcut ve Güncel yapılara ait donatı metrajları tablosu

	Mevcut Proje	Güncel Proje	
Yapısal Eleman	Donatı Metrajı (kg)		Metraj Farkı (kg)
Döşemeler	4806	4922	116
Kirişler	4006	15191	11185
Perdeler	0	8199	8199
Kolonlar	5609	12974	7365
Temel	1271	14742	13471
TOPLAM	15692	56028	40336

Tablo 3. Metraj-Maliyet Tablosu

Maliyet Karşılaştırma Tablosu		
	Mevcut Proje	Revize Proje
Beton Metraj	215.36	367.78
Birim Fiyat	2400	2750
Maliyet	516864	1011395
Donatı Metraj	15692	56028
Birim Fiyat	25	25
Maliyet	392300	1400700
TOPLAM	909164	2412095
FARK		1502931

Sonuç olarak elde edilen bu bulguların gerçek değerlemeler karşısında nasıl bir etkisi ve payının olduğunu tespit etmek amacıyla saha incelemesi yapılmış ve değerlendirme kapsamında bulunan yapının güncel değeri tespit edilmiştir. Yapılan çalışma sonucu elde edilen ilave maliyet bu değer karşısında oranlanmış ve yapının güncel yönetmeliğin göstermiş olduğu doğrultuya göre güvenli bir şekilde inşa edilmiş olması halinde maliyetin ne kadar etkileneceği oransal olarak tespit edilmiştir.

12 Ağustos 2023 CUMARTESİ

Resmî Gazete

Sayı : 32277

TEBLİĞÇevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığından:

**MİMARLIK VE MÜHENDİSLİK HİZMET BEDELLERİNİN HESABINDA
KULLANILACAK 2023/2 YILI YAPI YAKLAŞIK BİRİM
MALİYETLERİ HAKKINDA TEBLİĞ**

Yapı yaklaşık birim maliyetleri

MADDE 1- (1) 16/7/1985 tarihli ve 85/9707 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe konulan Mimarlık ve Mühendislik Hizmetleri Şartnamesinin 3.2 nci maddesi gereğince, mimarlık ve mühendislik hizmet bedellerinin hesabında kullanılacak 2023/2 yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri, yapının mimarlık hizmetlerine esas olan sınıfı dikkate alınarak; KDV hariç, genel giderler (%15) ile yüklenici kârı (%10) dâhil edilerek aşağıda gösterilmiştir.

Şekil 3.Yapı yaklaşık birim maliyetleri (Resmi Gazete)

A GRUBU YAPILAR.....	7.500,00
1. Okul ve mahalle spor tesisleri (Temel eğitim okullarının veya işletme ve tesislerin spor salonları, jimnastik salonları, semt salonları)	
2. Katlı garajlar	
3. Ticari amaçlı binalar (üç kata kadar üç kat dâhil - asansörsüz - 3/7/2017 tarihli ve 30113 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinin 34 üncü maddesinin birinci fıkrasına göre asansör yeri bırakılacak)	
4. Alışveriş merkezleri (semt pazarları, küçük ve büyük hal binaları, marketler ve benzeri)	
5. Basımevleri, matbaalar	
6. Soğuk hava depoları	
7. Konutlar (üç kata kadar- üç kat dâhil - asansörsüz - 3/7/2017 tarihli ve 30113 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinin 34 üncü maddesinin birinci fıkrasına göre asansör yeri bırakılacak)	
8. Akaryakıt ve gaz istasyonları	
9. Kampingler	
10. Semt postaneleri	
11. Sanayi tesisleri (Donanımlı atölyeler, imalathane, dökümhane)	
12. Kreş ve gündüz bakımevleri, hobi ve oyun salonları	
13. Bu gruptakilere benzer yapılar.	
B GRUBU YAPILAR.....	9.000,00
1. Entegre tarımsal endüstri yapıları, büyük çiftlik yapıları	
2. Gençlik merkezleri, halk evleri	
3. Lokanta, kafeterya ve yemekhaneler	
4. Temel eğitim okulları	
5. Küçük kitaplık ve benzeri kültür tesisleri	
6. Jandarma ve emniyet karakol binaları	
7. Sağlık ocakları, kamu sağlık dispanserleri	
8. Ticari amaçlı binalar (Yapı yüksekliği 21,50 m'ye kadar olan)	
9. 150 kişiye kadar cezaevleri	
10. Fuarlar	
11. Sergi salonları	
12. Konutlar (Yapı yüksekliği 21,50 m'den az yapılar)	
13. Marınalar	
14. Gece kulübü, diskotekler	
15. Misafirhaneler, pansiyonlar	
16. Bu gruptakilere benzer yapılar.	

Şekil 4. Yapı yaklaşık birim maliyetleri kapsamları (Resmi Gazete)

Döşeme toplam kalıp metrajı = 698,75 m²

Bina genel toplamına bakıldığında işçilik maliyetleri üzerinden 698,75 m² toplam metraj gözükmektedir.

698,75 m² x 9000 tl / m² = 6.288.750 tl inşaat genel yapım maliyeti

	ER-TAŞ'TAN ŞEHİR MERKEZİNDE 1720 M2 ARSA 📌	1.720	10.000.000 TL	5.814 TL/m ²	06 Haziran 2024	Pazarcık Ahmet Bozdağ Mh.
	Muhtesem havadar .. Uygun fiyata arsa	1.013	235.000 TL	232 TL/m ²	03 Haziran 2024	Pazarcık Büyüknacar Fatih Mh.
	YUKARIPAZARCİK TOKİ BİNALARI YANINDA BARAJ MANZARALI BÜYÜK ARSA	1.400	7.750.000 TL	5.536 TL/m ²	28 Mayıs 2024	Pazarcık Mehmet Emin Arıkoğlu Mh.
	NEVA'dan pazarcık da 653m ² satılık konut arsası 📌	653	3.600.000 TL	5.513 TL/m ²	24 Mayıs 2024	Büyükapalak Menderes Mah.

Şekil 5. Arsa fiyat örnekleri

Arsa maliyetlerine bakıldığında ortalama olarak minimum değerden 5.513 tl/m² fiyat baz alınabilir. Mevcut bölgenin % 30 imarlı olduğu kabul edilir.

Temel oturma alanı = 12,40 x 15,10 = 187,24 m²

5513 tl / m² x 187,24 x 10 / 3 = 3.440.847.07 tl

Bina yaklaşık maliyeti = 3.440.847.07 + 6.288.750 = 9.729.579 tl

Fiyat farkının yaklaşık maliyete oranı = 1502931 / 9729579 = 0,154

Fiyat farkının yaklaşık maliyete oranı = % 15.4

Depreme dayanıklı yapıların önemi, Türkiye gibi aktif fay hatları üzerinde bulunan ülkeler için hayati derecede büyüktür. 2018 Deprem Yönetmeliği'ne uygun yapıların inşası, sadece %15.4 oranında bir fiyat farkıyla mümkündür. Bu küçük maliyet farkı, yapıların depreme karşı dayanıklılığını artırarak birçok canın kurtarılmasını sağlar.

Depreme dayanıklı yapıların inşası için ödenecek olan %15.4'lük ek maliyet, gelecekte yaşanabilecek büyük kayıpların önüne geçmek için yapılacak küçük ama etkili bir yatırımdır. Bu yatırım, hem can kayıplarını önler hem de toplumsal güvenliği sağlar. Güvenli ve dayanıklı yapılara yatırım yapmak, bugünkü ve gelecek nesillerin korunması açısından çok önemlidir.

4.Tartışma

Bu çalışmada, 1975 Deprem Yönetmeliği'ne göre inşa edilen ve 2023 Kahramanmaraş depreminde yıkılan bir yapının, 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne uygun şekilde yeniden modellenmesiyle elde edilen yapısal ve ekonomik veriler karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar,

yapı güvenliği açısından yeni yönetmeliğin daha kapsamlı ve performansa dayalı bir yaklaşım sunduğunu açıkça göstermektedir. Özellikle taşıyıcı sistemde yapılan değişiklikler, beton ve donatı metrajındaki ciddi artışa rağmen, toplam maliyetin bina yaklaşık değerine oranla yalnızca %15.4 düzeyinde kaldığını ortaya koymuştur. Bu oran, güvenli yapı inşası için ekonomik açıdan makul bir maliyet farkı olarak değerlendirilebilir.

Ayrıca, temel sisteminde sürekli temelden radye temele geçilmesinin, deprem performansı üzerinde olumlu etkiler yarattığı görülmüştür. Yeni yönetmeliğin zemin özelliklerini dikkate alması ve performans hedefleri belirlemesi, mühendislik uygulamalarında kaliteyi artırmıştır. Ancak sahada yapılan incelemeler, yetersiz denetim, düşük kaliteli malzeme kullanımı ve hatalı boyutlandırmanın halen ciddi sorunlar oluşturduğunu da ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, yönetmeliklerin sadece kâğıt üzerinde değil, uygulamada da titizlikle hayata geçirilmesi gerektiği açıktır.

Sonuç olarak, yapı güvenliğini artırmak için yönetmeliklerin güncellenmesi kadar, bu yönetmeliklerin sahada etkin şekilde uygulanması ve denetlenmesi de hayati önemdedir. Çalışma, depreme dayanıklı yapılaşmanın yalnızca teknik değil, aynı zamanda ekonomik olarak da sürdürülebilir olduğunu göstermiştir.

Kaynaklar

- [1] Doğangün A, Kaya M, Yılmaz S. Kahramanmaraş depremi sonrası yapıların hasar analizi. Afet ve Acil Durum Yönetimi Dergisi 2023;11(2):95-110.
- [2] Çetin E., Yılmaz O, Tuncel H. Kolon-kiriş birleşim bölgesinde görülen hasarlar ve mühendislik hataları. Deprem Mühendisliği Dergisi 2023;18(1):55-69.
- [3] Öztürk M, Demirtaş E, Arslan H. Eski deprem yönetmeliklerinin yapısal zayıflıklara etkisi. Yapı ve Deprem Mühendisliği Dergisi 2023;19(2):88-103.
- [4] Karakus M. Zemin mekaniği uygulamaları. Ankara: Teknik Kitabevi;2015.
- [5] Bozkurt M, Kaya R, Aydın E. Zemin sıvılaşmasının yapı performansına etkileri. Jeoteknik Dergisi 2023;29(2):134-148.
- [6] Şahin A. Temel mühendisliğinde tasarım esasları. İstanbul: Akademik Yayıncılık; 2017.
- [7] Erdik M. Deprem mühendisliğine giriş. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınları; 2013.
- [8] Gülkan P. Radye temel sistemlerinin ekonomik ve yapısal avantajları. Zemin ve Temel Mühendisliği Dergisi 2014;22(1):45-60.
- [9] Celep Z, İyican, M. Betonarme yapıların deprem güvenliğinde güçlendirme çalışmalarının rolü. Yapı Teknolojileri Dergisi 2023;41(3):201-216.

- [10] Karakus M, Yıldırım T. Zemin koşullarının yapı dayanımı üzerindeki etkisi. Zemin ve Geoteknik Dergisi 2023;15(3):204-220.
- [11] Erdik M, Şahin A. İnşaat süreçlerinde denetim eksikliklerinin etkisi. Yapı Denetimi ve Güvenliği Dergisi 2023;24(4):310-325.
- [12] Doğan M. Zemin mekaniği ve temel mühendisliği. İstanbul: İnşaat Yayınları; 2016
- [13] Şahin A, Erdik M. İnşaat kalitesi ve yapı denetimi üzerine güncel değerlendirmeler. Mühendislik Bilimleri Dergisi 2023;27(3):180-195.
- [14] Gülkan P, Demir A. Eski yönetmeliklerle inşa edilen yapıların performans değerlendirmesi. Deprem Riskleri ve Dayanıklılık Araştırmaları 2023;9(1):77-90.