

**BİNALARIN YETERSİZ DEPREM PERFORMANSI SEBEBİYLE YIKIM-GÜÇLENDİRME KARARLARINDAKİ İNŞAAT MALİYETİ PARAMETRELERİNE YÖNELİK İNCELEMELER**

**INVESTIGATIONS ON CONSTRUCTION COST PARAMETER IN DEMOLITION-STRENGTHENING DECISIONS DUE TO INSUFFICIENT EARTHQUAKE PERFORMANCE OF BUILDINGS**

***Tarhan Tuğşah GÜLERDİ***

*Master Degree Student, Bilecik Seyh Edebali University, Engineering Institute, Department of Civil Engineering, 11000 Bilecik, Turkey*

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-5347-8811>

***Dr. Öğr. Üye. Özlem ÇALIŞKAN***

*Assoc. Dr. Civil Engineer, Bilecik Seyh Edebali University, Civil Engineering Faculty, Structural Engineering Department, 11000 Bilecik, Turkey.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5272-9552>

***Dr. Kerem PEKER***

*Ph.D Structural Engineer, Erdemli Proje ve Müşavirlik Ltd. Şti, İstanbul, Türkiye*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0760-6964>

**ÖZET**

Deprem öncesinde ve sonrasında mevcut zayıf yapıların yıkılıp yeniden inşa edilmesi veya güçlendirilmesi kararı pek çok parametreye bağlıdır; bunlardan biri de gerçekçi yeniden inşa maliyetinin tahminidir. Sunulan bildiri kapsamında Türkiye'de yaklaşık bina ve inşaat maliyetlerinin yıllık tahmin süreçleri anlatılacak, bakanlıklar tarafından yayınlanan bina maliyetlerinin belirlenmesi süreci incelenecek ve yıllık bina inşaat maliyetlerinin değişimi yayınlanacak. 1995-2023 yılları arası incelenecektir. Bu amaçla 28 yıllık veriler derlenmiş, ilgili yılın döviz bazında tercümesi yapılmış, bugün döviz (\$) ve yerel para birimi (TL) yapılmış, analiz edilmiş ve gerekli düzeltmeler yapılarak grafiklere yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda inşaat sektöründeki maliyet değişimlerinden sonuçlar çıkarmak, yeniden inşa veya güçlendirme kararlarının alınmasında tahmin araçları önermek amaçlanmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** inşaat maliyet mühendisliği, deprem performansı, onarım takviyesi maliyeti

**ABSTRACT**

Before and after the earthquake, the decisions of the existing weak structures to demolish and rebuild or strengthened, depends on many parameters one of which is "the estimation of the realistic reconstruction cost". Within the scope of the paper presented, the yearly estimation processes of the approximate building and construction costs in Turkey will be explained, the process of the determination of the building costs published by the ministries will be examined and the change of annual building construction costs published between 1995 and 2023 will be investigated. For this purpose, 28 years of data were compiled, translated into foreign exchange basis of the relevant year, foreign exchange (\$) and local currency (TL) were made today, analyzed and interpreted to the graphics by making necessary corrections. The objective is to extrapolate outcomes from cost fluctuations within the construction industry, intending to propose forecasting mechanisms for guiding decisions on reconstruction or reinforcement.

**Keywords:** construction cost engineering, earthquake performance, repair strengthening cost

## GİRİŞ

Depremler, dünya çapında milyonlarca insanın yaşamını etkileyen doğal afetlerdir. Özellikle şehirlerde, depremler binalara ve altyapıya zarar vererek toplumları büyük ölçüde etkileyebilir. Bu nedenle, depreme dayanıklı binaların ve şehir dirençliliğinin önemi giderek artmaktadır.

Depreme dayanıklı binaların inşa edilmesi, yapısal mühendislik, malzeme seçimi ve yapı standartlarının gözden geçirilmesini gerektirir. Özellikle deprem bölgelerinde, binanın temel tasarımından çatısına kadar her aşamada depreme karşı dayanıklılığı sağlamak önemlidir.

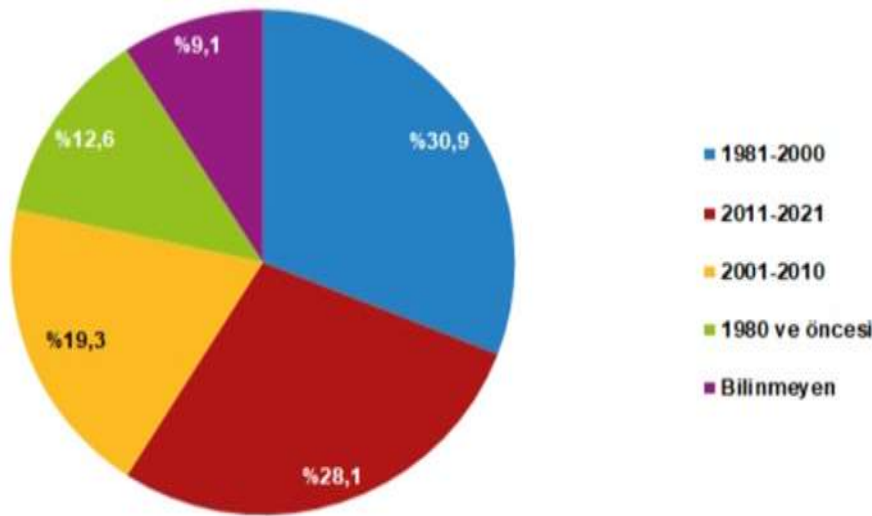
Bina dayanıklılığına ek olarak, şehirlerin deprem sonrası etkilerle başa çıkabilme yeteneği de büyük bir önem taşır. Acil durum planlaması, altyapı güçlendirme çalışmaları ve toplumun bilinçlendirilmesi gibi faktörler, şehirlerin depremlere dirençli olmasını sağlar.

Depreme dayanıklı binaların inşa edilmesi ve şehirlerin dirençliliğinin artırılması, toplumların doğal afetlerle başa çıkma kabiliyetini güçlendirebilir. Bu, sadece mühendislik açısından değil, aynı zamanda toplumsal bilinç ve planlama açısından da büyük önem taşımaktadır.

Türkiye’de, çeşitli dönemlerde farklı yapı standartlarına göre inşa edilmiş birçok bina bulunmaktadır. Özellikle eski yapılar, modern yapı standartlarına uygun olmayabilir ve depreme karşı daha az direnç gösterebilirler.

Milat olarak kabul edilen ve büyük değişikliklerin gerçekleştiği 1998 Türk Deprem Yönetmeliği’nden önce yapıyı tamamlanan binalar depreme karşı daha az direnç göstereceği tahmin edilmektedir. TÜİK’in “Bina ve Konut Nitelikleri Araştırması, 2021” [4] da binalar yapım yıllarına göre gruplandırılmıştır.

**Grafik 1.** Mevcut Yapı Stokları[4]



TÜİK’in bu çalışmasından da görüleceği gibi halkın yaklaşık %43,5 lik kısmı 2000 yılı öncesinde imalatı tamamlanan binalar olarak gösterilmiştir. Bilinmeyen %9,1 kısımda da 2000 yılı öncesi yapıların olacağı tahmin edildiğinde Türkiye’deki yapı stoğunun büyük bir kısmının 2000 yılı öncesi yapıldığı görülmüştür.

Yine benzer bir çalışma 2017 yılında İBB tarafından İstanbul için yapılmış “2017 Yılı Mahalle Bazlı Bina Sayıları” ve ilçe ilçe bina yaşları tespit edilmiştir. Bu çalışma il genelinde toplanmış ve aşağıdaki grafikteki gibi gruplandırılmıştır.

**Grafik 2.** İstanbul İli Bina Yapım Yıllarına Göre Mevcut Bina Durumları[3]



Bu çalışmada da görüldüğü üzere 2017 yılındaki verilere göre İstanbul ilinde bulunan yapı stoğunun yaklaşık %69'u 2000 yılı öncesi yapıldığı görülmüştür.

Eski binalar, genellikle eski yapı standartlarına uygun olarak inşa edilmiş olabilirler. Bu durum, deprem dayanıklılığı açısından ciddi sorunlara yol açabilir. Yıkıcı depremler sonrası yapılan incelemelerde, eski binaların deprem etkilerine karşı yetersiz kaldığı ve güçlendirme gerektiği sıkça görülmektedir.

Bu durumun son örneği 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş Depremlerinde de görülmüştür. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının paylaştığı tablodan da görüldüğü gibi yıkılan binaların yaklaşık %97'sinin 2000 yılı öncesi yapıldığını göstermiştir.

**Tablo 1.** Kahramanmaraş Depremi Yıkılan Binaların Yaşları İle İlgili Çalışma[2]

DEPREM AFETİ | 06 ŞUBAT 2023

**1999 ÖNCESİ İNŞA EDİLEN HASARLI VE YIKIK YAPILAR**

DEPREMDE YIKILAN BİNALAR ÜZERİNDEN YAPILAN ÇALIŞMA (18 ŞUBAT 2023)									
İl Adı	Toplam yapı sayısı	1999 Sonrası İnşa Edilen Yapı Sayısı	1999 Sonrası İnşa Edilen Toplam Yapı Sayısı (% yüzde)	Yıkık Bina Sayısı	Eski Olan Yapı Sayısı	Yeni Olan Yapı Sayısı	Eski Yapı (% yüzde)	Yeni Yapı (% yüzde)	Binalardaki Nüfus
Adana	430.827	139.368	32,3	18	17	1	94,4	5,6	894
Adıyaman	119.307	60.911	51,1	2.742	2.610	132	95,2	4,8	22.934
Diyarbakır	222.463	121.364	54,6	174	174	0	100,0	0,0	1.130
Elazığ	122.386	59.391	48,5	1	1	0	100,0	0,0	6
Gaziantep	307.841	130.875	42,5	2.665	2.571	94	96,5	3,5	12.109
Hatay	351.029	150.280	42,8	5.885	5.755	130	97,8	2,2	45.396
K. Maraş	172.581	76.350	44,2	3.746	3.582	164	95,6	4,4	32.570
Kilis	245.205	112.615	45,9	289	289	0	100,0	0,0	569
Malatya	381.746	250.783	65,7	2.335	2.299	36	98,5	1,5	12.397
Osmaniye	37.501	21.970	58,6	232	227	5	97,8	2,2	1.710
Şanlıurfa	144.452	67.276	46,6	63	63	0	100,0	0,0	341
<b>TOPLAM</b>	<b>2.535.238</b>	<b>1.191.183</b>	<b>%48,4</b>	<b>18.150</b>	<b>17.688</b>	<b>562</b>	<b>%96,9</b>	<b>%3,1</b>	<b>130.056</b>

Yapılarda güçlendirme ihtiyacı, genellikle bina yapısal bütünlüğünü veya dayanıklılığını etkileyen çeşitli faktörlerden kaynaklanır. Bunlar, çevresel etkenler, yapısal kusurlar, eskiyen yapılar veya deprem gibi doğal afetlerin etkileri olabilir.

Bina güçlendirme sebepleri aşağıda kabaca gruplandırılmıştır;

- Yapının Yaşlanması: Eski binaların zamanla yapısal bütünlüklerini kaybetmesi veya malzemelerin dayanıklılığının azalması, güçlendirme gerektirebilir.
- Deprem Riski: Deprem bölgelerinde bulunan yapılar, deprem etkilerine karşı dayanıklı olmayabilir. Bu nedenle, deprem riskini azaltmak için yapısal güçlendirme yapılabilir.
- Kötü İnşaat Kalitesi: Yapım sırasında hatalı malzeme seçimi, yanlış tasarım veya uygulama hataları, yapısal zayıflıklara neden olabilir ve güçlendirme gerektirebilir.
- Yapısal Kusurlar: Yapılan incelemeler sonucunda belirlenen yapısal kusurlar, binanın dayanıklılığını tehlikeye atabilir ve güçlendirme gerektirebilir.

Yapı güçlendirme maliyetleri, birçok değişkene bağlı olarak değişebilir. Güçlendirme maliyetleri, yapının büyüklüğü, yapının mevcut durumu, güçlendirme yöntemi ve kullanılacak malzemeler gibi faktörlere göre değişiklik gösterebilir. İşte yapı güçlendirme maliyetlerini etkileyen bazı ana faktörler:

- Yapının Durumu: Yapının mevcut durumu ve yapılacak güçlendirme miktarı maliyeti belirler. Eğer yapısal hasarlar varsa veya güçlendirme gerektiren belirli bölgeler varsa, bu durum maliyeti artırabilir.
- Güçlendirme Yöntemi: Farklı güçlendirme yöntemleri farklı maliyetlere sahiptir. Bazı yöntemler daha pahalı malzemeler veya işçilik gerektirebilirken, diğer yöntemler daha uygun maliyetli olabilir.
- Malzeme Seçimi: Kullanılacak malzemelerin kalitesi ve maliyeti, toplam güçlendirme maliyetini etkiler. Örneğin, çelik, karbon fiber veya polimer takviyeli malzemeler farklı fiyat aralıklarına sahiptir.
- İşçilik: Güçlendirme sürecinde çalışacak işçilerin sayısı ve kalitesi, maliyeti belirleyen önemli bir faktördür. Uzman ekiplerin ve deneyimli işçilerin işe dahil olması, maliyeti artırabilir.
- Projelendirme ve Tasarım: Güçlendirme projesi ve tasarımı için profesyonel mühendislik hizmetleri alınması maliyetleri artırabilir.
- İzinler ve Denetimler: Güçlendirme süreci sırasında alınması gereken izinler, resmi denetimler ve ilgili kuruluşlarla yapılacak olan iş birlikleri de maliyeti etkileyebilir.

Genel olarak, yapı güçlendirme maliyetleri, yapının durumuna, yapılan güçlendirme miktarına ve kullanılan malzemelere göre değişkenlik gösterir. Her projenin farklı ihtiyaçları ve gereksinimleri olduğundan, yapı güçlendirme maliyetlerinin kesin bir rakam vermek yerine, projenin spesifik özelliklerine göre belirlenmesi daha doğru olacaktır.

2014 yılında Naja, Baytiyeh çalışmalarında farklı yapı güçlendirme yöntemlerine göre ortalama maliyetleri tablo haline getirmişlerdir.

**Tablo 2.** Ortalama Güçlendirme Maliyetleri[5]

Güçlendirme Yöntemi	Maliyet / m <sup>2</sup> (\$)	Açıklama
Çelik çapraz takviye	81	En düşük maliyetli yöntemdir. Bina, uygulama sürecinde kullanılmaya devam edilebilir.
Kolonların genişletilmesi	103	Mimari açıdan görünümü hoş değildir ve uygulama sürecinde binanın kullanımını engeller.
Perde duvar	123	Maliyet açısından avantajlıdır, ancak uygulama sürecinde binanın kullanımını engeller.
Çelik mantolama	154	Pahalı bir yöntemdir. Estetik açıdan avantajlıdır, ancak uygulama sürecinde binanın kullanımını engeller.
Kolonların lifli polimer sargı ile sarılması	196	En pahalı ve estetik olarak en çok tercih edilen yöntemdir. Uygulama sürecinde binanın kullanımını engellemez.

Kaynak: Naja, Baytiyeh, 2014: 163.

Bir yapının güçlendirme veya yıkım kararının alınmasında maliyet belirleyici bir değişkendir. Yapıda deprem hasarı veya güçlendirme ihtiyacı var ise yapı güçlendirme maliyetleri ve yapım maliyetleri hesaplanmalıdır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki felaket yardım çabalarını koordine etme sorumluluğu resmi olarak 1979 yılında Federal Acil Durum Yönetimi Ajansı'nın (FEMA) düzenlemeleri aracılığıyla yasal olarak belirlendi. Bu düzenlemeler, bir felaket tarafından etkilenen herhangi bir tesisin onarılması veya yenilenmesi konusunda bilinen %50 Kuralı'nı [1] açıklar.

FEMA'nın %50 Kuralı'nın [1] ve ilgili düzenlemelerinin özeti şu şekildedir:

Onarımların maliyeti, tesisin yerine koyma maliyetinin yarısından az veya eşitse ve bina kodları ve standartlarında belirtilen zorunlu inşaat gereksinimleri gerekmiyorsa, sadece felaket tarafından oluşan hasar onarılacaktır.

Onarımların maliyeti, yerine koyma maliyetinin yarısından az veya eşitse ve bina kodları ve standartlarında zorunlu inşaat gereksinimleri belirtilmişse, felaket tarafından oluşan hasarın yanı sıra bu zorunlu inşaatlar da, toplam maliyetin yerine koyma maliyetinin %50 ile %100 arasında olması durumunda gerçekleştirilecektir.

Onarımların maliyeti yerine koyma maliyetinin yarısından fazla olmamakla birlikte, bina kodları ve standartlarında belirtilen zorunlu inşaat gereksinimleri bulunuyorsa ve toplam maliyet yerine koyma maliyetinin %100'ünü aşıyorsa, yukarıda belirtilen ikinci durum veya yapıyı tamamen yenileme/değişirme seçeneklerinden herhangi biri seçilebilir. Ancak her iki durumda da maliyetler yerine koyma değerini aşmayacak şekilde sınırlı olacaktır.

Bu yönergeler, onarım maliyetlerine ve gerekli inşaat gereksinimlerine dayalı olarak uygun adımların atılmasını sağlarken, hasar görmüş tesislerin yerine konmasıyla ilgili masrafları da göz önünde bulundurur.

Eğer tamir maliyeti yerine koyma maliyetinin yarısını aşarsa, yapıyı yenilemek mümkün olacaktır. Başvuru sahibi, 2. durumda açıklanan senaryoyu seçme seçeneğine sahiptir. Bu durumda, yenileme veya tamir için hangi maliyetin daha düşük olduğu, o maliyet olarak kabul edilecektir.

Yine aynı şekilde Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği bakanlığı tarafından belirlenen onarım/yenileme maliyet oranı mevcuttur. Bu oran bakanlık tarafından %40 olarak belirlenmiştir.

Yapının onarım/yenileme kararı verilirken hesaplanması gereken en önemli değişken yeniden yapım maliyetleridir. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği bakanlığı her sene bina sınıflarına göre m2 maliyetlerini yayınlamaktadır. Bu çalışmada ise birim maliyetler TÜFE ve CPI enflasyonlarına göre yıllara safi karşılaştırmalar yapılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Öncelikle 1995 yılından itibaren TL/USD oranları yılın başında, ortasında ve sonunda olmak üzere belirlenmiş ve bir sonraki yıla bağlı olarak her yıl için ortalama bir değer hesaplanmıştır.

# INTERNATIONAL CONGRESS ON ADVANCED RESEARCH AND APPLICATIONS

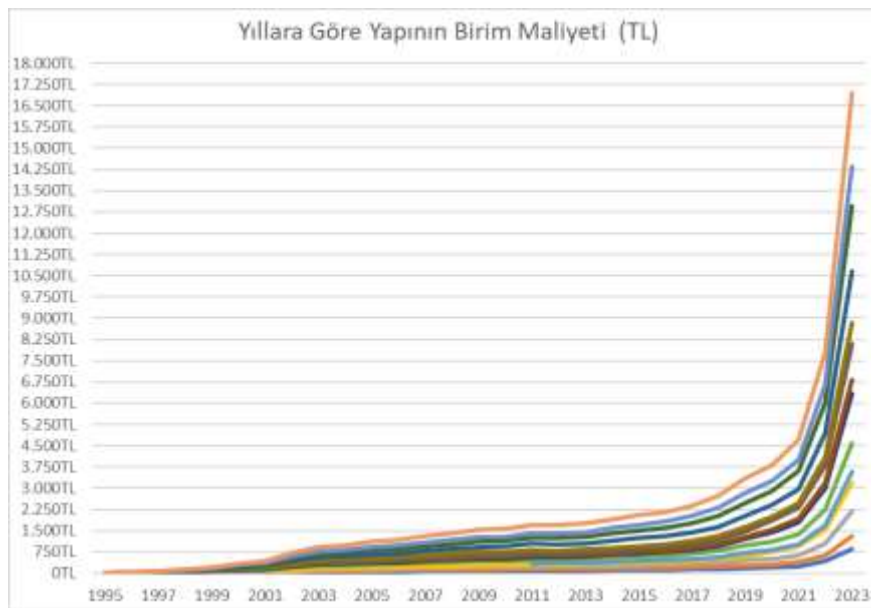
**Tablo 3. Yıllık Ortalama TL/USD Oranları**

YILLIK ORTALAMA TL/USD HESABI											
1995		2000		2005		2010		2015		2020	
1 OCAK	38.765,00	1 OCAK	543.401,00	1 OCAK	1,35	1 OCAK	1,49	1 OCAK	2,35	1 OCAK	5,95
1 HAZİRAN	42.740,00	1 HAZİRAN	617.665,00	1 HAZİRAN	1,36	1 HAZİRAN	1,58	1 HAZİRAN	2,68	1 HAZİRAN	6,82
ORTALAMA	45.952,00	ORTALAMA	626.712,00	ORTALAMA	1,35	ORTALAMA	1,50	ORTALAMA	2,72	ORTALAMA	7,02
HESAPLANAN ORT	49.282,50	HESAPLANAN ORT	606.695,00	HESAPLANAN ORT	1,35	HESAPLANAN ORT	1,52	HESAPLANAN ORT	2,64	HESAPLANAN ORT	6,69
ALINAN DEĞER	45.952,00	ALINAN DEĞER	626.712,00	ALINAN DEĞER	1,35	ALINAN DEĞER	1,50	ALINAN DEĞER	2,72	ALINAN DEĞER	5,95
1996		2001		2006		2011		2016		2021	
1 OCAK	59.800,00	1 OCAK	675.004,00	1 OCAK	1,35	1 OCAK	1,55	1 OCAK	2,92	1 OCAK	7,43
1 HAZİRAN	78.161,00	1 HAZİRAN	1.162.108,00	1 HAZİRAN	1,54	1 HAZİRAN	1,60	1 HAZİRAN	2,96	1 HAZİRAN	8,52
ORTALAMA	81.795,50	ORTALAMA	1.231.322,05	ORTALAMA	1,44	ORTALAMA	1,68	ORTALAMA	3,02	ORTALAMA	8,87
HESAPLANAN ORT	83.922,50	HESAPLANAN ORT	1.060.757,00	HESAPLANAN ORT	1,38	HESAPLANAN ORT	1,73	HESAPLANAN ORT	3,22	HESAPLANAN ORT	10,40
ALINAN DEĞER	59.800,00	ALINAN DEĞER	675.004,00	ALINAN DEĞER	1,35	ALINAN DEĞER	1,55	ALINAN DEĞER	2,92	ALINAN DEĞER	7,43
1997		2002		2007		2012		2017		2022	
1 OCAK	108.045,00	1 OCAK	1.446.510,00	1 OCAK	1,41	1 OCAK	1,91	1 OCAK	3,53	1 OCAK	13,36
1 HAZİRAN	140.390,00	1 HAZİRAN	1.419.708,00	1 HAZİRAN	1,33	1 HAZİRAN	1,84	1 HAZİRAN	3,57	1 HAZİRAN	16,44
ORTALAMA	152.804,88	ORTALAMA	1.513.102,41	ORTALAMA	1,31	ORTALAMA	1,80	ORTALAMA	3,65	ORTALAMA	16,58
HESAPLANAN ORT	157.072,50	HESAPLANAN ORT	1.544.447,00	HESAPLANAN ORT	1,29	HESAPLANAN ORT	1,85	HESAPLANAN ORT	3,65	HESAPLANAN ORT	16,05
ALINAN DEĞER	108.045,00	ALINAN DEĞER	1.446.510,00	ALINAN DEĞER	1,41	ALINAN DEĞER	1,91	ALINAN DEĞER	3,53	ALINAN DEĞER	13,36
1998		2003		2008		2013		2018		2023	
1 OCAK	206.100,00	1 OCAK	1.642.384,00	1 OCAK	1,17	1 OCAK	1,79	1 OCAK	3,78	1 OCAK	18,73
1 HAZİRAN	257.170,00	1 HAZİRAN	1.434.096,00	1 HAZİRAN	1,22	1 HAZİRAN	1,87	1 HAZİRAN	4,49	1 HAZİRAN	19,99
ORTALAMA	262.232,98	ORTALAMA	1.500.269,07	ORTALAMA	1,30	ORTALAMA	1,91	ORTALAMA	4,82	ORTALAMA	19,13
HESAPLANAN ORT	260.165,00	HESAPLANAN ORT	1.522.475,50	HESAPLANAN ORT	1,34	HESAPLANAN ORT	1,96	HESAPLANAN ORT	4,53	HESAPLANAN ORT	
ALINAN DEĞER	206.100,00	ALINAN DEĞER	1.642.384,00	ALINAN DEĞER	1,17	ALINAN DEĞER	1,79	ALINAN DEĞER	3,78	ALINAN DEĞER	18,73
1999		2004		2009		2014		2019			
1 OCAK	314.230,00	1 OCAK	1.402.567,00	1 OCAK	1,52	1 OCAK	2,14	1 OCAK	5,29		
1 HAZİRAN	404.493,00	1 HAZİRAN	1.492.502,00	1 HAZİRAN	1,54	1 HAZİRAN	2,10	1 HAZİRAN	5,93		
ORTALAMA	422.152,48	ORTALAMA	1.429.201,65	ORTALAMA	1,55	ORTALAMA	2,19	ORTALAMA	5,68		
HESAPLANAN ORT	428.466,50	HESAPLANAN ORT	1.375.583,50	HESAPLANAN ORT	1,52	HESAPLANAN ORT	2,23	HESAPLANAN ORT	5,62		
ALINAN DEĞER	314.230,00	ALINAN DEĞER	1.402.567,00	ALINAN DEĞER	1,52	ALINAN DEĞER	2,14	ALINAN DEĞER	5,29		

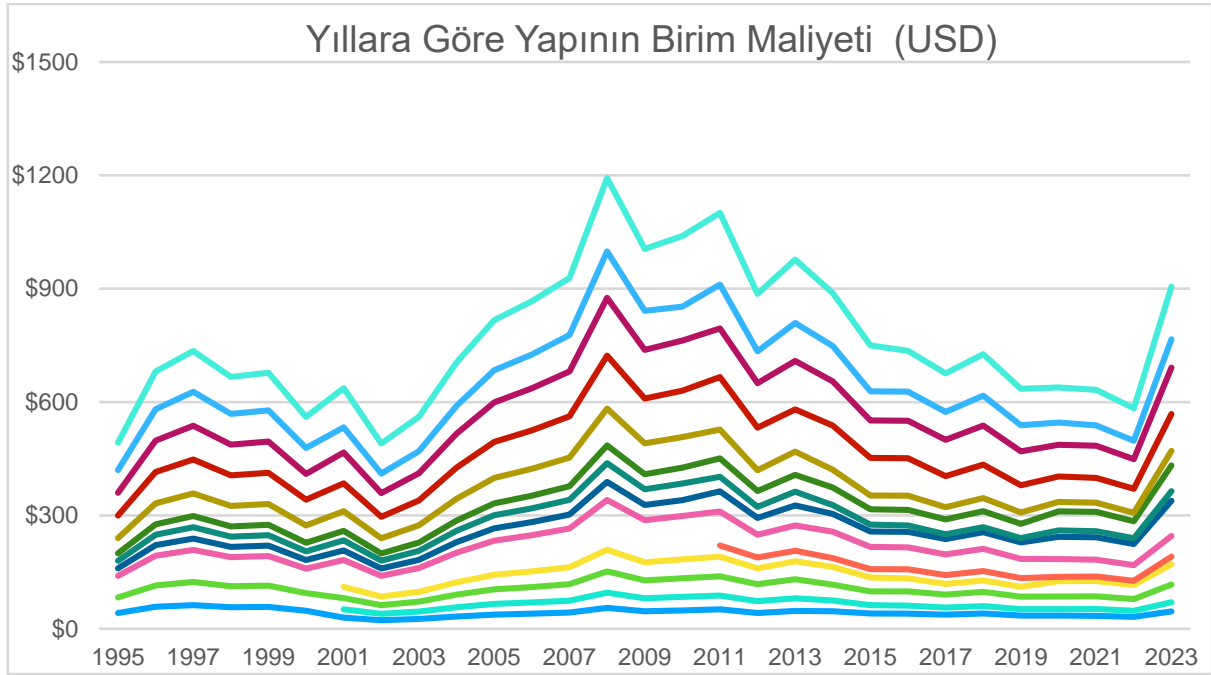
Daha sonra Bakanlık tarafından her yıl açıklanan yapı birim fiyatları, önceki aşamada alınan TL/USD değeri üzerinden USD'ye çevrilmiştir.

Yıllara göre yapıların yapım maliyetleri verileri hem TL hem de USD cinsinden grafik haline getirilmiştir.

**Grafik 3. Yıllara Göre Yapı Birim Maliyetleri(TL)**

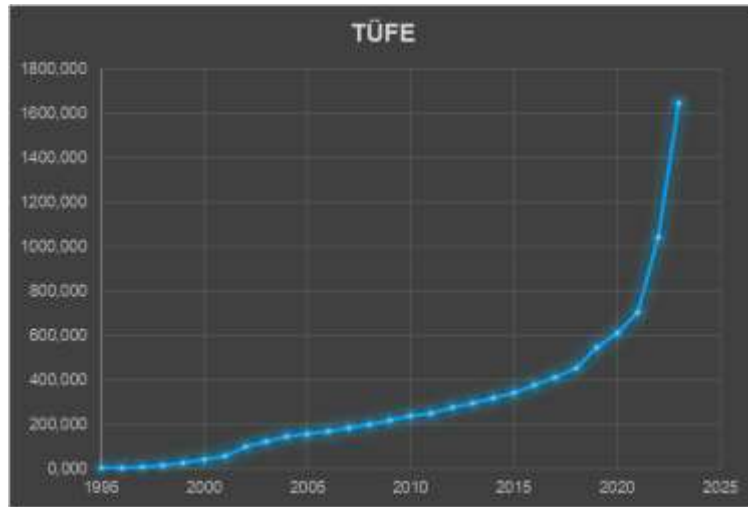


Grafik 4. Yıllara Göre Yapı Birim Maliyetleri(USD)

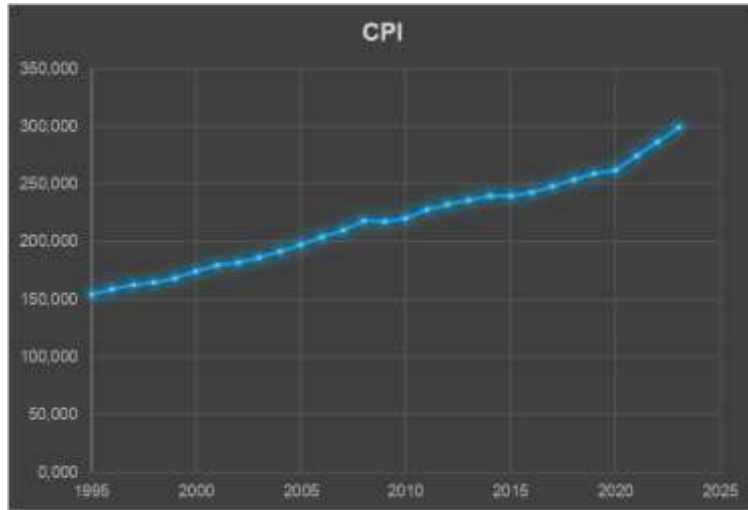


Bu birim maliyet değişimleri malzeme veya işçilik fiyatlarının değişmesinden kaynaklı olduğu düşünüldüğünden yıllara bağlı TL değer değişimini ifade eden TÜFE ve doların değişimini ifade eden CPI değerlerinin yıllara bağlı değişimleri incelemiştir.

Grafik 5. Yıllara Göre TÜFE Endeksi Değişimi

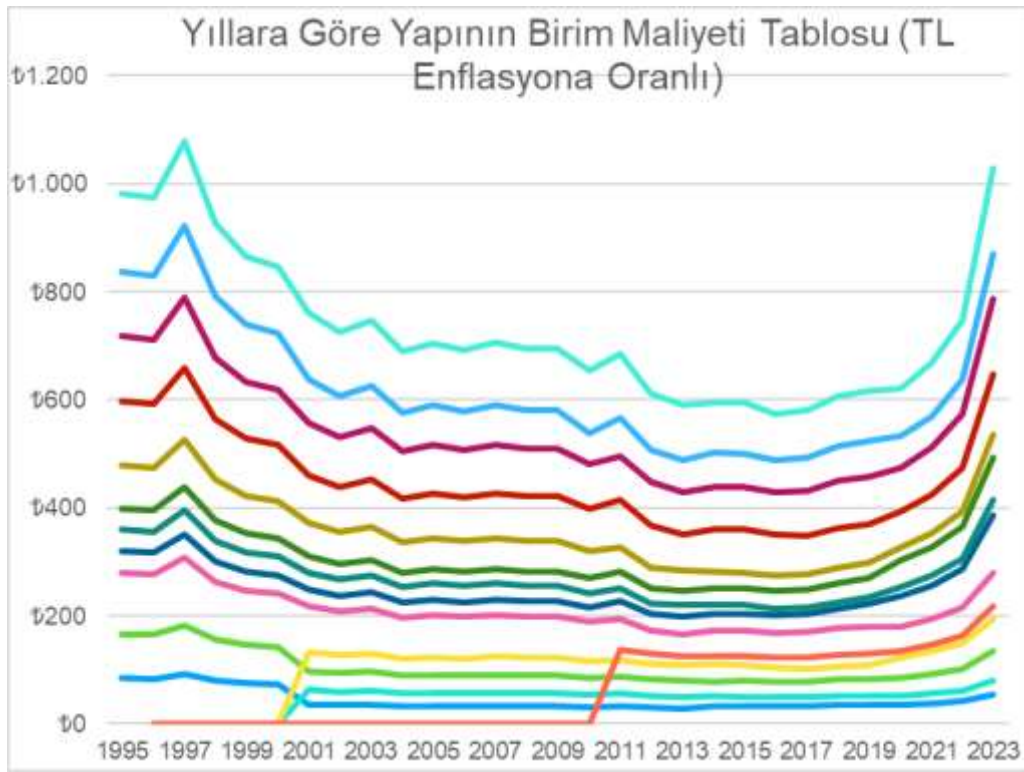


Grafik 6. Yıllara Göre CPI Endeksi Değişimi

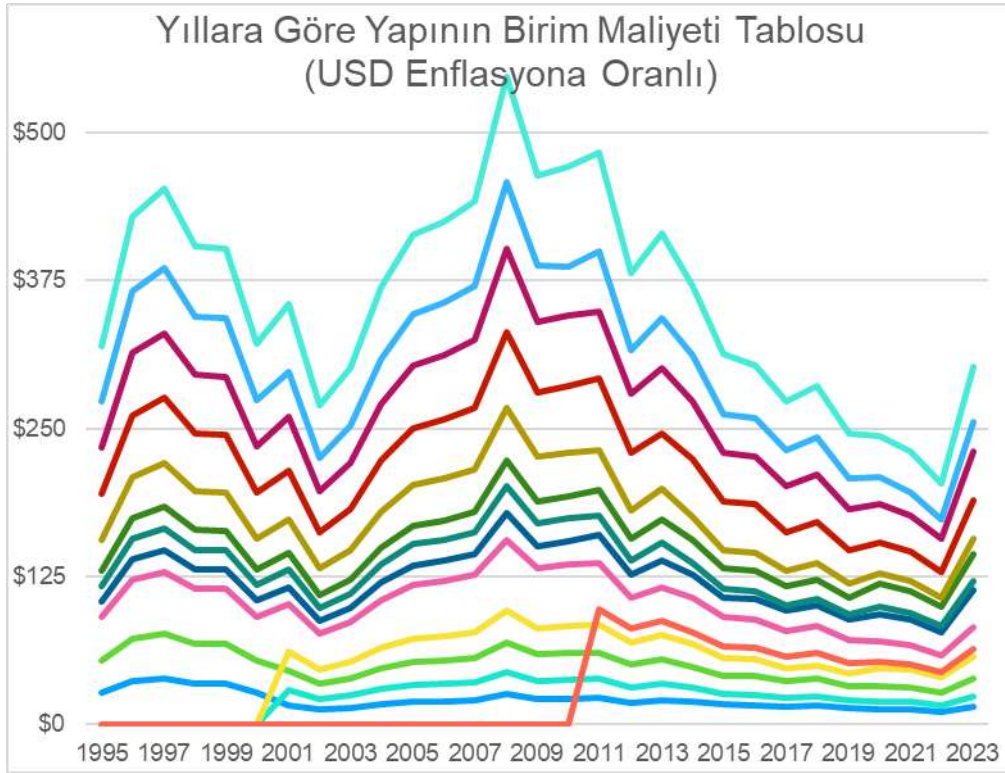


Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği bakanlığı tarafından yayınlanan yapı birim maliyetleri Türk lirası ve dolar cinsinden kendilerine ait TÜFE ve CPI değerlerine oranlanmış ve ilgili grafikler oluşturulmuştur.

Grafik 7. Yıllara Göre Yapının Birim Maliyeti Tablosu (TL Enflasyona Oranlı)



Grafik 8. Yıllara Göre Yapının Birim Maliyeti Tablosu (USD Enflasyona Oranlı)



Yapının yapım veya yıkılma kararı için tutan maliyetin sadece baştaki maliyeti değil, yaşam boyu maliyeti göz önüne alınmalıdır. Örneğin bugün alınacak bir FRP ile güçlendirme kararının 10 yıl sonra oluşabilecek olası bir bakım maliyeti de o günkü değerinin bugünkü maliyetine eklenmesiyle değerlendirilmelidir.

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Yukardaki tablolarda 29 yıllık verinin Türk Lirası ve Dolar bazında yapısal maliyetin değişimi gösterilmiştir. Bu verilere ilk bakıldığında değişimin ani ve dengesiz olduğu görülmüştür. Bu değerler enflasyondan arındırıldığında saçılımının azaldığı ve belirli bir değer çevresine yerleştiği görülmüştür. Bu da yıllara bağlı maliyetlerin bu tip maliyet analizlerinde kullanılabileceğini göstermektedir.

İlerleyen aşamalarda bu maliyetlerin ortalama değerleri çıkartılmalı ve saçılım değerleri dikkate alınarak belirli güvenlik oranlarıyla birlikte örneğin %95 güvenlikli değer şeklinde öneri değerler ortaya konulmalıdır. Yapı sınıfına bağlı olarak yapılacak fayda-maliyet analizlerinde bu değerler esas alınmalıdır.

Güçlendirme-Yıkım kararı bu çalışmadaki süzölmüş veriler ile birlikte Fayda-Maliyet analizi yapıldıktan sonra verilmelidir. Örneğin deprem riski olmayan bir bölgede yıkım veya güçlendirme gereken bir durumda alınacak kararda riskler değerlendirilmeli ve buna göre bir karar alınmalıdır.

Sonuç olarak, Fayda-Maliyet Analizi, deprem güçlendirmesi için karar vermede faydalı bir yöntemdir. Farklı güçlendirme alternatiflerinin, yıkım ve yeniden inşa seçeneğinin maliyetlerini ve faydalarını değerlendirmeye ve karşılaştırmaya yardımcı olabilir. Fayda-Maliyet Analizi ayrıca belirsizlik ve risk analizini, hassasiyet ve senaryo analizini içerebilir, böylece gelecekteki olayların ve sonuçların değişkenliği ve öngörülemezliğini dikkate alabilir.

Bu çalışmadaki süzölmüş veriler ile birlikte Fayda-Maliyet Analizi 'nin uygulanmasıyla, yapıların deprem güçlendirmesi için en ekonomik ve toplumsal açıdan tercih edilen alternatif seçilebilir.

Güncel yönetmelik ve standartlar gereği yeniden yapımda kullanılan %40 [2] veya FEMA tarafından önerilen %50 kurallarıma[1] bir alternatif olarak Fayda-Maliyet Analizi yöntemi kullanılabilir.

Güçlendirilmesine karar verilen bir binada sonradan ekstra maliyetle karşılaşma riski bu yöntemle birlikte ortadan kalkmış olacaktır.

Özetle doğru karar alabilmek için doğru bir maliyet analizi yapılmalıdır. Bu çalışmada maliyet analizlerinin bazını oluşturacak kamu inşaat yapım maliyetlerinin yıllara bağlı değişimi incelenmiş ve veri olarak süzülerek bu veriler işlenmiştir.

## KAYNAKLAR

[1] FEMA, 9524.4 Repair vs. Replacement of a Facility Under 44 CFR §206.226(f) (The 50% Rule), 2009.

[2] <https://csb.gov.tr/>

[3] <https://data.ibb.gov.tr/dataset/mahalle-bazli-bina-analiz-verisi>

[4] <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bina-ve-Konut-Nitelikleri-Arastirmasi-2021-45870>

[5] Naja, Baytiyeh, 2014:163.

Tankut, T., Ersoy, E., Özcebe, G. ve Canbay, E., Betonarme Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi İçin Kullanılan Yöntemler (Kitapta Bölüm), Bizim Büro Basımevi, Ankara, 2008.

A. H. Mutlu, Mevcut Yapıların Güçlendirilmesi ya da Yıkılmasına Karar Verilmesi Aşamasında Göz Önüne Alınması Gereken Kriterler, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, İzmir, 2015.

M. Arıkan, H. Sucuoğlu, ve G. Macit, Economic assesment of these is mic-retrofitting of low-cost apartment buildings, Journal of Earthquake Engineering 9:4, 577-584, 2005