



Farklı Taşıyıcı Sistemlerin Kaba İnşaat Maliyetine Etkisi

Murad Khalaf^{1*}, Abdulhalim Karasin², İbrahim Baran Karasin^{3*}

¹ Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-9882-3889), muradkhalaf93@gmail.com

² Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü, Diyarbakır, Türkiye (ORCID: 0000-0002-8802-0588), karasin@dicle.edu.tr

^{3*} Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü, Diyarbakır, Türkiye (ORCID: 0000-0001-5990-1215), barankarasin@gmail.com

(3rd International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences ICAENS 2022, July 20-23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1144421)

ATIF/REFERENCE: Khalif, M., Karasin, A. & Karasin, I.B. (2022). A Cost Examination of Different Structural Systems for Low-Rise Building Construction. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (39), 21-25

Öz

Yapı maliyetinin yapı güvenliği gibi her proje için temel hedeflerden biri olduğu söylenebilir. Ekonomiklik, tasarlanan binanın planlanmış sonuçlarına ya da çıktılara ulaşmak için uygun düzeydeki kalitenin de gözetilerek kullanılan kaynakların maliyetinin en aza indirilmesidir. Diğer bir ifadeyle, en uygun girdinin en düşük maliyetle temin edilmesidir. Bina maliyeti bina üretim sürecinin farklı aşamalarından oluşmaktadır. Bu çalışma ile deprem bölgesinde olduğu varsayılan bir binanın farklı sistemlere göre yapısal tasarımı ve ilk kaba inşaat maliyeti açısından karşılaştırma araştırması yapılmıştır. Bu çalışmada iki katlı, müstakil, 566 metrekare toplam alanı olan, bodrumsuz referans bir binaya ait bir mimari proje esas alınmıştır. Referans alınan projeye göre yapısal olarak binanın yığma ve betonarme olmak üzere iki ayrı alternatifi oluşturulmuştur. İlk alternatif kuşatılmış yığma olan yapının taşıyıcı duvarları kesme bazalt taşından olup yatay ve düşey betonarme hatıllarla çevrilmiş ve 12 cm kalınlığında plak döşeme sistemi kullanılmıştır. İkincisinde ise betonarme yapıda yapılmış olup ilk yapı ile mimari açıdan aynı özelliklere sahiptir. Bu alternatiflerin ayrı ayrı metraj hesabı ve malzemenin kaynaklı maliyet hesabı çıkarılmıştır. Söz konusu alternatiflere ait maliyet değerleri sadece kaba inşaat birim maliyeti betonarme ve yığma modellere için sırasıyla 752,9 TL/m² ve 553,51 TL/m² olarak tespit edilmiştir. Betonarme yapı modelindeki donatı ve beton miktarının yığma modeline göre göreceli olarak fazla olması birim maliyete önemli bir etken olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Maliyet, Yapısal analiz, Metraj.

A Cost Examination of Different Structural Systems for Low-Rise Building Construction

Abstract

Economy reduces the cost of the resources used to achieve the planned results or outputs of the designed building, considering the appropriate level of quality. In other words, it is to provide the most appropriate input at the lowest cost. The construction cost consists of various stages during the building process. In this study, a comparative study was made in terms of the structural design and initial construction cost of a building assumed to be located in an earthquake zone according to the regulations. A Building which belongs to a reference building of two floors, detached (not surrounded by any building in any side), total area of 566 square meters, without basement. According to this project, which considered as a reference, two different structural alternatives to the building were created. The first alternative is of the masonry building type (besieged masonry building). The supporting walls of these structures are made of cut basalt stone and are surrounded by horizontal and vertical reinforced concrete beams. In this building solid concrete slab system with a thickness of 12 cm was considered. In the second, reinforced concrete considered with the same architectural features as the first structure. Based on TBYD 2018, these two alternatives are taken as the ZB floor class. For each alternative, the quantity cost-based calculation and the material-based calculation were calculated separately. As a result the cost values of the mentioned alternatives have been determined as 752.9 TL/m² and 553.51 TL/m², respectively, for the rough construction unit cost for reinforced concrete and masonry models, respectively. The fact that the amount of reinforcement and concrete in the reinforced concrete structure model is relatively higher than in the masonry model has been an important factor in the unit cost.

Keywords: Cost Estimation, Structural Analysis, construction quantity.

* Sorumlu Yazar: barankarasin@gmail.com

1. Giriş

İnşaat teknolojisi, malzeme seçimini ve inşaatte kullanılan araç ve teknikleri içerip toplam bina maliyeti, teknoloji seçiminden önemli ölçüde etkilenmektedir. Bu çerçevede dayanıklı ve bakımı ucuz olan yerel malzeme ve teknolojiler ile binaların inşaa, bakım ve yaşam döngüsü maliyetlerini azaltan önemli faktörlerdendir[1]. Ayrıca inşaat maliyetlerinin düşürülmesi, inşaat endüstrisi için değişmez bir hedeftir. Binaların yapım maliyetini düşürmenin bir yolu, verimliliği artıracak bina teknolojilerini geliştirmektir. Şantiyede azaltılmış inşaat süresi ve malzeme ve kaynak sarfiyatının azaltılması, maliyetlerin daha da düşmesine katkıda bulunur[2].

Endüstriyel bir malzeme olarak beton, kullanıma hazır nihai ürünü oluşturmak için çeşitli bileşenlerden oluşur. Çağlar boyunca insanlar binaları, sokakları ve çeşitli yapıları inşa etmek için çeşitli yapı malzemeleri kullanmışlardır. Antik çağlardan beri taş, kamyş gibi malzemeler kullanılmıştır. Her alanda olduğu gibi inşaat alanında da öncelik takdirlere göre ölçüm ve değerlendirmeler yapılır. Tesisin veya binanın tasarımı sırasında, göz önünde bulundurulmuş ana faktörün güvenlik olduğu ve daha sonra ikinci önceliğin ekonomik fizibilite olduğu açıktır, çünkü modern mühendislik çalışmalarında güvenli olmayan çalışma kabul edilemez, başarılı çalışma ise ekonomik olan çalışmadır.

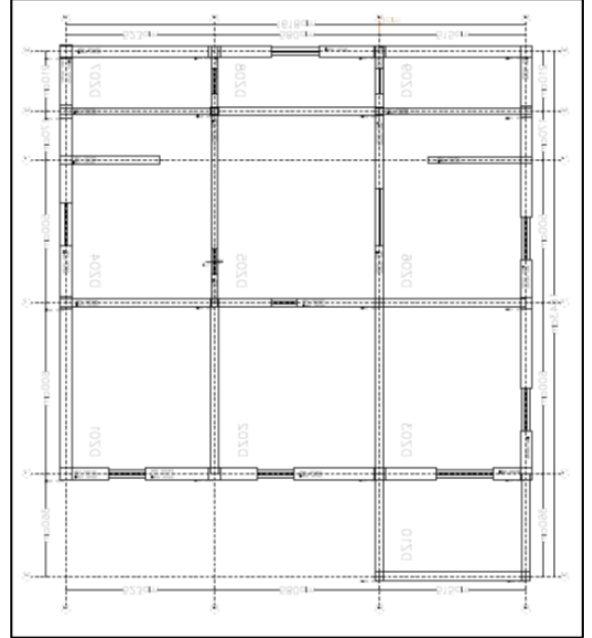
Malzemelerinin çeşitli inşaat sistemlerinin gelişmiş uygulama otomasyonlarının ve hem vakit hem de çalışmadan tasarruf etmek için yüksek hızda çalışmaların keşfedilmiş olması ve yine taş yünü, plastik maddeler, alüminyum plaklar ve Nano teknolojisi malzemeleri gibi bazı yeni yapı malzemelerinin keşfedilmesi ile bu aşamalar gün geçtikçe gelişmiştir. Mimari tasarım, özellik, mimari tesisler gibi konularda bu büyük teknolojik gelişmeler genel olarak etki alanına sahip olmuştur[3]. Binalarda yapım tekniği, döşeme tipi, malzeme özellikleri gibi etkenlerin karşılaştırılması sıkça yapılan çalışmalardır[4,9].

İnşaat koşullarına, inşaat tipine ve işletme amacına göre farklılık gösteren bu iki diğer faktörü takip ederek ekonomik koşullara ulaşır. Kentsel alanlarda inşaat, birçok ve birbiriyle örtüşen kriterlere tabiyken, mevcut alanın optimum kullanımı, dikkate alınması gereken ilk faktör olarak kendisini gösterir ve bu nedenle yapısal yöntemlerinin seçimi bu faktörlerle sınırlı kalırken, kırsal alanlarda yapısal seçenekler daha fazladır. Bu seçenekler içerisinde çevresel etki, işletme ömrü, estetik, çevreye uygunluk gibi diğer faktörler dikkate alınması gereken ek faktörlerdir. Bu bağlamda farklı yapım teknikleri düşünülebilir, yaygın olan yapı teknikleri ele alınarak yapılan çalışmada, iki katlı dört cephesi açık bir binanın yapım durumu ve ilk maliyeti incelenmiştir. Diyarbakır'daki geleneksel bir yapıya benzer şekilde, yığma taş betonarme döşemeli ile inşa edilmiştir. Daha sonra aynı mimariye sahip bina betonarme yapı kullanılarak yeniden tasarlanmıştır. Yapı teknikleri ve ek faktörler yapılandırılarda önemli faktörler iken bir diğer önemli faktör de maliyettir. İnşaat teknolojisi seçimi genellikle maliyetle ilişkilendirilir ve karar verme aşamasında çok önemli bir role sahiptir. Yapı teknikleri ve maliyet göz önüne alınarak yapılan bu çalışmada; ayrı ayrı tasarlanmış, dört cephesi açık toplam 566 m² alana sahip iki katlı konut binası. betonarme döşemeli yığma yapı ve betonarme yapı sistemleri kullanılarak inşa edilmesi durumunda oluşacak ilk yatırım maliyetleri hesabı ve metrekare başına maliyetlerin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, öncelikle betonarme ve yığma yapıların tasarımı için yöntemsel inceleme TBDY-2018 [10]'e göre yapılmıştır. Seçilen 2 katlı betonarme ve yığma yapı modellerinin şartname koşullarını sağlayan ilgili konstrüktif kurallar çerçevesinde uygulduğu kontrol edilmiştir. Daha sonra uygulamadaki durumları incelemek üzere; proje iki ayrı yapısal sistem ile tasarlanmıştır. Projenin genel bilgileri şu şekildedir; 566 m² inşaat alanı, iki kat, kat yüksekliği 3 m, zemin kat boyutları 18m × 16m iken alanı 310m² birinci kat boyutları 15m × 16m iken alan 256 m²'dir.

Söz konusu yığma yapı modeli kuşatılmış olup taşıyıcı sistem elemanı olarak taş duvar kullanılmıştır. Bu duvarların kalınlıkları 30-40 cm arasında olup yükseklikleri 270 cm olarak alınmıştır. Bununla beraber yatay ve düşey hatlar kullanılmıştır. Yatay hatların yüksekliği 30 cm olup kalınlıkları ise atlarındaki taş duvarların kalınlığıyla aynıdır. Düşey hatların boyutları 30-40 cm arasında değişmektedir. Her iki hatlı türünde de C25-S420 betonarme malzemesi kullanılmıştır. Referans kat planları; zemin kat planı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Referans zemin kat planı

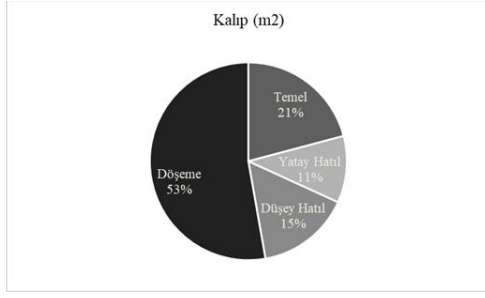
3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bu parametrik çalışmada yapılan her bir analiz sonucunda BDYY (betonarme döşemeli yığma yapı) ve BAY (betonarme yapı) imalatları için gerekli olan malzeme metrajları çıkartılmış. Her bir malzeme için yapı elemanları üzerinde malzeme oranı elde edilmiş 2022 kurumları tarafından verilen fiyat listelerine göre malzeme metrajları bulunmuş, farklı yapı sistemlerinin maliyetleri belirlenmiş ve grafikler yardımıyla kıyaslamalar yapılmıştır.

3.1. A. Betonarme döşemeli yığma yapı metraj değerlendirmesi

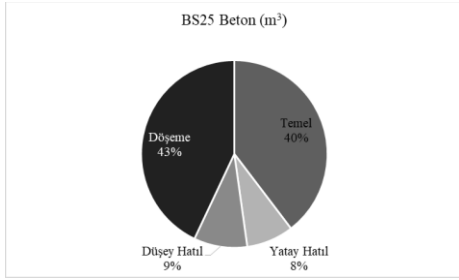
Betonarme döşemeli yığma yapıda alınan metraj kalemleri: kalıp, beton, donatı olarak değerlendirilmiştir. Kalıp metrajı dört yapı elemanları Şekil 2'te görüldüğü gibi bölünmüştür; Döşemeler

(371,03 m² / 53%), Temel (146,77m² / 21%), Yatay Hatlı (76,74m² / 11%), Düşey Hatlı (108,41 m² / 15%).



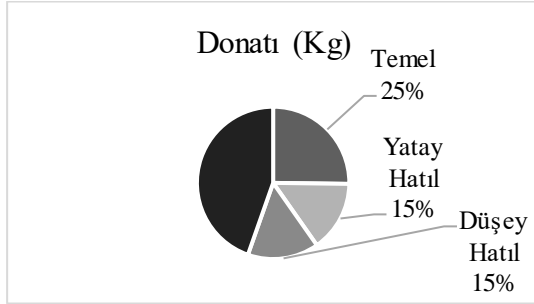
Şekil 2 BDYY kalıp metraj detayları

Hazır beton metraji dört yapı elemanı Şekil 3'de görüldüğü gibi bölünmüş olup Döşemeler (55,72 m³ / 43%), Temel (51,37 m³ / 40%), Yatay Hatlı(10,6 m³ / 8%), Düşey Hatlı (12,02 m³ / 9%).



Şekil 3. BDYY beton metraj detayları

Betonarme donatı metraji dört yapı elemanı Şekil 4'de görüldüğü gibi bölünmüş Döşemeler (2,2 Ton / 45%), Temel (1,2Ton / 25%), Yatay Hatlı (0,7 Ton/ 15%), Düşey Hatlı (0,7Ton / 15%).



Şekil 4. BDYY donatı metraj detayları

Kalıp, hazır beton ve donatı metrajları ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı ait İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları 2022 göre birim maliyetlerle çarpılarak Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. BDYY kalıp, beton ve donatı maliyet detayları

Kalıp (M2)			
Poz Adı	Miktar	Birim Fiyat(Tl)	Toplam
Temel	146,77	× 124,3	= 18249, (Tl)

Yatay Hatlı	76,74	× 124,3	= 9542,4 (Tl)
Düşey Hatlı	108,41	× 124,3	= 13480 (Tl)
Döşeme	371,03	× 124,3	= 46134, (Tl)
Genel Toplam	703	× 124,3	= 87411 (Tl)

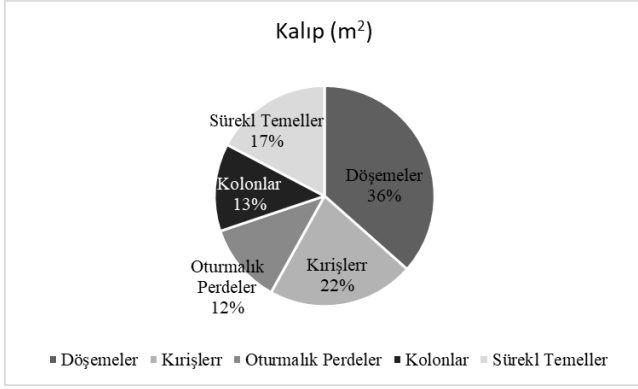
BS25 Beton (m3)

Poz Adı	Miktar	Birim Fiyat(Tl)	Toplam
Temel	51,36	× 500	= 25684 (Tl)
Yatay Hatlı	10,59	× 500	= 5298 (Tl)
Düşey Hatlı	12,02	× 500	= 6010,8 (Tl)
Döşeme	55,71	× 500	= 27857 (Tl)
Genel Toplam	129,70	× 500	= 64851, (Tl)
Toplam Donatı (kg)	4898,537	× 9,1	= 44576 (Tl)
Toplam Taş Duvar (m3)	125,555	× 927,4	= 116446 (Tl)

Yığma yapı modeli için taş duvarı metraji Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığına ait 2022 Yılı Birim Fiyat Listesine göre birim maliyetlerle çarpılarak elde edilmiştir.

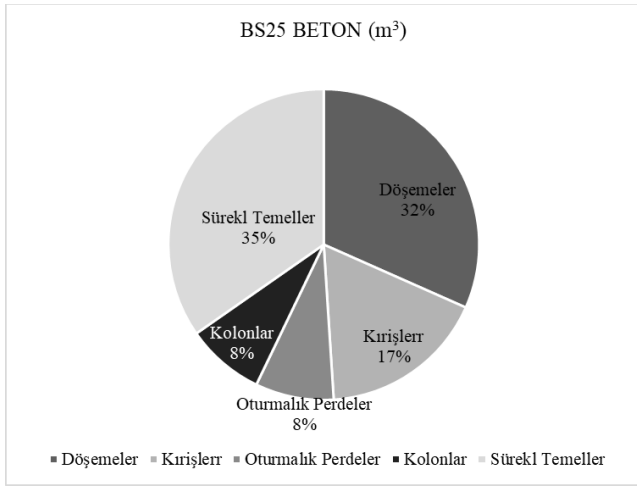
3.2. Betonarme yapı metraj değerlendirmesi

Betonarme yapıda alınan metraj kalemleri: Kalıp, beton, donatı olarak değerlendirilmiş. Kalıp metraji beş yapı elemanı Şekil 5'te görüldüğü gibi bölünmüş Döşemeler (413,28m² /36,5%), kirişler (243,77 m² /21,6%), perdeler (133,12m²/11,8%) kolonlar (145,37m²/12,9%) sürekli Temel (195,64 m²/ 17,3%).



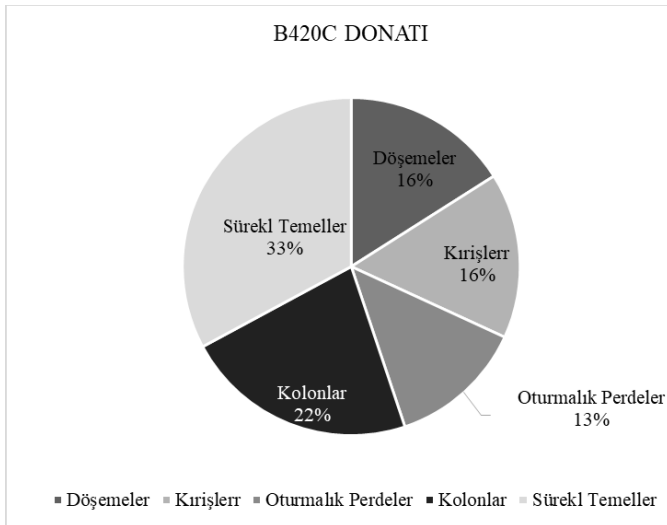
Şekil 5. BAY kalıp metraj detayları

Hazır beton metrajı beş yapı elemanları Şekil 6'da görüldüğü gibi bölünmüş Döşemeler (62m³ / 31,6%), kirişler (34 m³ / 17,2%), perdeler (15,8m³/8,1%) kolonlar (16,1m³/8,2%) sürekli Temel (68 m³/34,9 %).



Şekil 6. BAY beton metraj detayları

Betonarme donatı metrajı beş yapı elemanları Şekil 7'de görüldüğü gibi bölünmüş Döşemeler (3,03Ton/16%), kirişler (3 Ton/15,9%), perdeler (2,46Ton / 13%) kolonlar (4,22Ton / 22,3%) sürekli Temel (6,22 Ton / 32,9%).



Şekil 7. BAY donatı metraj detayları

3.3. Maliyet Değerlendirmesi

Toplam kaba inşaat maliyeti için kalıp, Hazır Beton ve Donatı metrajları ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı ait İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları 2022 göre BDYY kalıp, beton ve donatı maliyetleri birim maliyetlerle çarpılarak Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. BDYY toplam Maliyeti

Poz Adı	Miktar	Birim Fiyat (TL)	Toplam
Beton Kalıp	703 m ²	124,3	87411,0 (TL)
Bs25 Beton	129,7 m ³	500	64850 (TL)
Donatı	4898,56 Kg	9,1	44576,9 (TL)
Kesme Taş	125,55 m ³	927,4	116446 (TL)
Genel Toplam			313284 (TL)

Betonarme yapı maliyet (BAY) değerlendirilmesi de benzer biçimde Kalıp, Hazır Beton ve Donatı metrajları ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı ait İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları 2022 göre birim maliyetlerle çarpılarak Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. BAY toplam Maliyeti

Poz Adı	Miktar	Birim Fiyat(TL)	Toplam
Beton Kalıp	1131, 2 m ²	124,34	140650 TL
Bs25 Beton	196 m ³	500	98019 TL
Donatı	18922 Kg	9,1	172190 TL
Genel Toplam			410861 TL

Yapısal olarak betonarme karkas bina modeli için 2022 yılına ait yapı yaklaşık birim maliyetleri ve hesaplanan BDYY ve BAY modelleri 2 katlı 566 m² inşaat alanı için toplam maliyet karşılaştırmıştır. Bu kapsamda sadece beton, kalıp, duvar ve donatı için sözkonusu yapıda kaba inşaat için maliyet karşılaştırılmasında yığma yapı modeli yaklaşık %25 oranında daha ekonomik sonuç elde edilmiştir.

4. Sonuç

Günümüzde Türkiye'de inşaat alanında en fazla kullanılan betonarme sistemlerin yanında yığma sistemlerin de tasarım ilkelerini ve uygulanma teknikleri önem kazanmaya başlamıştır. Aynı kat sayısı ve kat planına sahip ancak iki farklı taşıyıcı sistem ile tasarlanacak olan örnek bir yapı için elde edilen sonuçlar

doğrultusunda sadece kaba inşaat maliyetleri göz önüne alınmış olup yapısal ve maliyet analizi yapılmıştır. Çalışmanın ana sonuçları olarak 2 katlı aynı mimariye sahip iki yapı tipinin maliyet karşılaştırılmasında daha az beton, kalıp ve donatı miktarı gereksiniminden dolayı yığma modeli yaklaşık %25 daha az maliyetli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum özellikle kırsal alanda gerek taş duvar için lokal yapı malzemeleri temininde gerekse daha ekonomik olması nedeniyle yığma yapı inşaatı daha çok tercih edilmektedir.

Kaynakça

- [1] Warszawski, A. (1984). Construction management program, Journal of Construction Engineering and Management, 110(3), pp. 297–310
- [2] Ayyıldız, D. “Deprem ve Döşeme Parametrelerinin Yapı Maliyetine Etkilerinin Yönetmeliklere Göre Karşılaştırılarak İncelenmesi,” Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2009.
- [3] Nesbitt, N. “Theorizing a New Agenda for Architecture: An Anthology of Architectural Theory,” 1965-1995, Princeton Architectural Press, 1996.
- [4] Işık, E., Harirchian, E., Bilgin, H., & Jadhav, K. (2021). The effect of material strength and discontinuity in RC structures according to different site-specific design spectra. Res. Eng. Struct. Mater, 7, 413-430.
- [5] K. Phaobunjong, “Parametric Cost Estimating Model for Conceptual Estimating of Building Construction Projects,” Faculty of Graduate School of Texas at Austin, USA, 2002.
- [6] Yapısal.net. (2014). Erişim: <http://forum.yapisal.net/dosemeler/30472-asmolen-doseme-plakdoseme-maliyet-farki.html> .
- [7] Işık E., Karasin, İ.B., & Ulu, A.E. (2020). Eğimli Zeminlerde İnşa Edilen Betonarme Binaların Deprem Davranışlarının İncelenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (20), 162-170.
- [8] Özbek, O., Akyıldız, M. H., Karaşın, A. H., Öncü, M. E., & Çetin, S. Y. (2017). Assessment of multi-storey masonry buildings in Sur region according to Turkish Seismic Code 2007. DUMF Journal of Engineering, 8(2), 395-402.
- [9] Dilek, Y., & Karasin, A. (2021). Examination of Structures Built with Tunnel Formwork in Terms of Strength and Cost according to the Earthquake Regulations of 2007 and 2018. Advances in Civil Engineering, 2021.
- [10] TBDY2018. “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği,” Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, (2018)