



HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY JOURNAL of ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının İnşaat Kaynak Analizlerinin Değerlendirilmesi

Evaluation of Construction Resource Analysis of the Turkish Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change

Yazar(lar) (Author(s)): Talha Furkan AYYARKIN¹, Savaş BAYRAM²

¹ ORCID ID: 0000-0001-9520-1654

² ORCID ID: 0000-0002-0153-6750

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Ayyarkın T.F., Bayram S., “Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının İnşaat Kaynak Analizlerinin Değerlendirilmesi”, *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 8(3): 179-187 (2023).

DOI: 10.46578/humder.1363461



Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının İnşaat Kaynak Analizlerinin Değerlendirilmesi

Talha Furkan AYYARKIN¹, Savaş BAYRAM^{2,*}

¹ Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 38039, Melikgazi/KAYSERİ

^{2,*} Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 38039, Melikgazi/KAYSERİ

Öz

Türk inşaat sektöründe ön keşif ve iş programı hazırlanırken; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının (ÇŞİB) kaynak analizi istatistikleri kullanılmaktadır. Fakat bu istatistikler, uygulamada farklı şekilde gerçekleşebilmektedir. Çalışmanın amacı, ilgili istatistiklerin gerçekçiliklerini araştırmaktır. Çalışma kapsamında, Kayseri ilinin Develi ilçesinde gerçekleştirilen bir konut inşaatı kapsamında 13 kalem kaba inşaat imalatının gerçekleşen kaynak analizleri, ÇŞİB istatistikleri ile kıyaslanmıştır. ÇŞİB istatistiklerinin gerçekleşen verilere göre sapma oranları hesaplanmış olup, bu oranların farklı performans göstergeleri kapsamında kabul edilebilir düzeyde olup olmadıkları değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar; sadece malzeme türü kaynak için kabul edilebilir farklılıklar bulunduğunu, işgücü ve makine/teçhizat türü kaynaklar içinse önemli farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. İstatistiksel analizlerin kısıtlı olduğu Türk inşaat sektöründe gerçek verilerle çalışılmış olunması, farklı nitelikteki şantiyelerde yapılan benzer/farklı imalatlar için bu çalışmadaki yollar izlenerek daha kapsamlı değerlendirmeler yapılmasına imkân sağlayacaktır.

Makale Bilgisi

Başvuru: 20/09/2023
Yayın: 31/12/2023

Anahtar Kelimeler

İnşaat sektörü
Kaynak analizi
Poz analizi
İstatistik

Keywords

Construction industry
Resource analysis
Pose analysis
Statistics

Evaluation of Construction Resource Analysis of the Turkish Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change

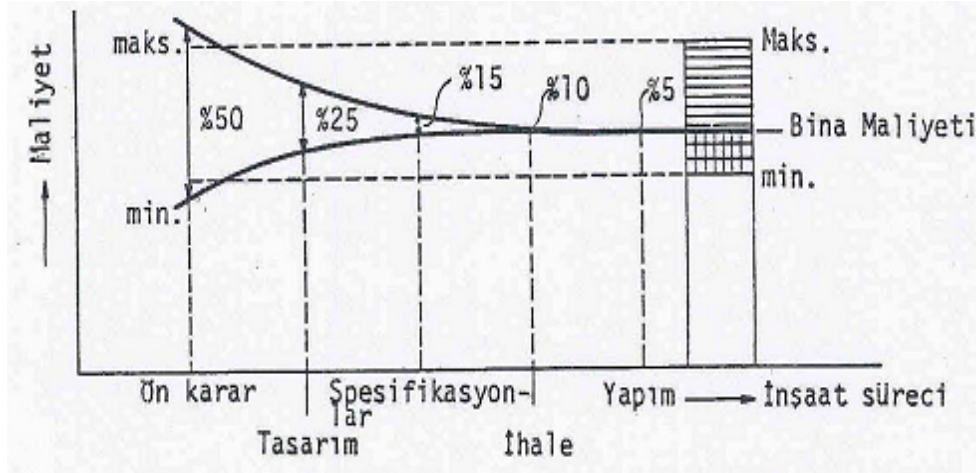
Abstract

The Turkish construction industry uses the resource analysis statistics of the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change (MEUC) when preparing the preliminary cost estimation and scheduling. However, these statistics may occur differently in practice. The purpose of this study is to investigate the realism of these statistics. In this study, the actual resource analyses of 13 rough construction works in a residential construction project in the Develi district of Kayseri province, were compared with the MEUC statistics. The deviation rates of the MEU statistics were calculated in reference to the actual data. It was evaluated whether these rates are at an acceptable level using different performance criteria. The results indicated that there are acceptable differences only for material type resources. However, significant differences were observed for labor and machine/equipment type resources. In the Turkish construction industry, where statistical analysis is limited, working with actual data will allow more comprehensive evaluations to be made for similar/different productions made in different construction worksites by following the paths in this study.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde her sektörde artmakta olan rekabet ortamı, inşaat sektörü projelerinde de kar paylarının düşmesine yol açmaktadır [1]. Bu durum, sektörde maliyet ve bütçe planlamasının önemini artırmaktadır. Bu noktada temel amaç; sınırlı kaynakların etkin olarak kullanılarak yapım maliyetinin belirlenmesidir [2]. Yapım süreçleri açısından, ön karar (ön tasarım) evresinde maliyetin oldukça kritik olduğu kabul edilmektedir [3]. Şekil 1’de sunulduğu üzere, ön karar aşamasında %50’lere varan maliyet değişkenliği, süreç ilerledikçe azalmaktadır. Yapım sürecinde ise maliyetin değişim oranı neredeyse değişmemektedir.

Türk inşaat sektörü, gayrisafi yurtiçi hâsıla (GSYH)’da önemli bir paya sahip olmakla birlikte, üretimde kullanılan kaynaklardan alınan verim genellikle düşük olmaktadır. Bu noktada, ön tasarım evresinde maliyet tahmininin doğru yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır.



Şekil 1. Yapım sürecinde maliyetin değişimi [3].

Geçmişten günümüze kadar inşaat sektöründe yaklaşık maliyetin/proje süresinin istatistiksel olarak ifade edilmesi hakkında çalışmalar yapılmıştır. Konu ile ilgili yapılan literatür taraması kronolojik sıraya göre aşağıda sunulmuştur.

Türkiye’de yapılan öncü çalışmalardan birisi Öcal ve diğerleri’ne aittir [4]. Bu kapsamda, eski adı ile Bayındırlık ve İskân Bakanlığı’nın birim fiyat analizlerinde yer alan işgücü süreleri, gerçekleşen süreler ile karşılaştırılarak süresel sapma düzeyleri belirlenmiştir. Toplam 18 inşaat kalemi üzerinde çalışma yapılmış olup, yapılan ölçümler şantiye ortamında gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak; iş ölçümleri sonucunda elde edilen işgücü kullanım süreleri ile Bayındırlık ve İskân Bakanlığı analizlerinde öngörülen süreler arasında önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Akınbingöl ve Gültekin [5]; karar, haberleşme, kaynaklar, risk faktörleri, yürütme gibi alt sistemlerden oluşan bir maliyet yönetim modeli oluşturmuşlardır. 20x45x4m. boyutlarında ve 900 metrekare alana sahip olan tek katlı bir sanayi yapısının Ankara ilinin Çubuk ilçesindeki inşaatında ilgili model denenmiştir. Modelin işlerliği açısından verilerin detay içermesi gerektiği ifade edilmiştir. Ulu [6], ön maliyet tahmin yöntemlerini endüstriyel yapılar özelinde değerlendirmiştir. Endüstriyel yapı inşaatlarında maliyet analizi, 10 adet farklı proje kapsamında, gerçek maliyete göre sapmaları hesaplanarak yapılmıştır. Sonuç olarak, makul kabul edilebilecek bir yakınsamayla maliyetin belirlenemediği saptanmıştır. Tokalakoğlu ve Taş [7], yaklaşık maliyet şartnamesi oluşturulmasının gerekli olup olmadığını incelediği çalışma kapsamında, kurumların yaklaşık maliyet hesabı ile ilgili karşılaştıkları zorluklar üzerinde durarak, yönetmeliklerin yetersiz kaldığı hususları belirlemiştir. Kuruoğlu ve diğerleri [8], ön maliyet tahmin yöntemlerinin karşılaştırılması ve değerlendirilmesini yapmışlardır. Bu kapsamda Türk inşaat sektöründe kullanılan ön maliyet tahmin yöntemleri hakkında bir anket çalışması yapılmıştır. Anket sonucunda maliyet hesaplanması için 22 adet farklı yöntem kullanıldığı ifade edilmiştir. Ayrıca çalışılan projelerde hedeflenen maliyeti tutturma oranı sorulduğunda katılımcıların sadece %25’i projelerin %90-100’ünde hedeflenen maliyetin tutturulduğunu belirtmişlerdir. Pramen ve diğerleri [9], Clark Country Bayındırlık Departmanı, Nevada, ABD verilerine göre kamu yol projelerinin tahmini maliyetleri ile teklif maliyetlerini kıyaslamışlardır. Toplam dört proje

için kıyaslama yapılmış ve maksimum farkın %15 olduğu gözlemlenmiştir. Aksoy [10], kamu işlerinde yaklaşık maliyeti belirleme usulünün sözleşme bedeline ve etkin kaynak kullanımına etkisini araştırmıştır. Yapım ihalelerinin %92'sinde yaklaşık maliyetinin kamu birim fiyatları kullanılarak hesaplandığı, hesaplanan yaklaşık maliyetlerin üçte biri için kamu kaynağı kullanılmadığı belirlenmiştir. Bayram ve diğerleri [11], kamu ihalelerindeki gerçek yapı maliyetleri ile tahmini yapı maliyetlerinin karşılaştırılmasını hedeflemiştir. 420 kamu yapım işi ele alınarak yapılan çalışmada, gerçekleşen yapım maliyetleri ile öngörülen yapı maliyetlerini karşılaştırma kriteri olarak; ortalama mutlak göreceli hata (MAPE), karekök ortalama karesel hata (RMSE) ve determinasyon katsayısı (R^2) kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları, birim fiyat yönteminin birim alan yöntemine kıyasla daha gerçekçi olduğunu göstermiştir [11]. Seyfi ve diğerleri [12], konut tipi yapıların dört-dokuz kat aralığı için yapım maliyeti analizini gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak, o zamanki adıyla Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayımladığı pozların ve birim fiyatların güncellenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Son beş yılda yapılan çalışmalarda; Sağır [13], kamu birim fiyatları artışının piyasa fiyatlarının altında kalıp kalmadığını değerlendirmeyi hedeflemiştir. Birim fiyatlar kullanılarak, 750 kişilik öğrenci yurdu binası ve 12 dairelik bir lojman binasının projeleri üzerinden yaklaşık maliyetler hesaplanmıştır. Yaklaşık maliyetler 2014-2019 yılları arasındaki birim fiyatlar değiştirilerek güncellenmiş ve tüketici fiyat endeksi (TÜFE), üretici fiyat endeksi (ÜFE), Dolar/TL ve Euro/TL pariteleri gibi farklı parametrelerle karşılaştırma yapılmıştır. Sonuç olarak, kamu birim fiyatlarının artış oranı ile diğer fiyat endekslerinin artış oranı arasında önemli farklar olduğu saptanmıştır. Alboğa [14], gerçek iş gücü verileri ile ÇŞİB iş gücü verilerini kıyaslamıştır. Bina yapım işlerinde kullanılan 11 adet iş kaleminin adam-saat değerleri hesaplanmıştır. İş ölçümü ve alt yüklenici deneyimleri sonucu hesaplanan işgücü verimlilikleri, o zamanki adıyla Çevre ve Şehircilik Bakanlığı verileri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, Bakanlık verileri ile ölçüm verileri arasında önemli farklar olduğu saptanmıştır. Zheng-Xun ve Seung-Ho [15], kamu yapı işlerinin yapım maliyetinin uygunluğunu analiz etmek için Güney Kore Arazi, Altyapı ve Ulaştırma Bakanlığı Standartlarını incelemiştir. Araştırma kapsamında 10 milyar KRW (Güney Kore Wonu) tutarında inşaat işi ele alınmıştır. Standartlar ile ilgili sorunlar göz önüne çıkarılarak orta ve uzun vadeli bir revizyon planı önerilmiştir. Ahmed ve Lamiaa [16], Mısır'da bulunan üç inşaat projesi kapsamında tahmini maliyet ve fiili maliyet verilerini karşılaştırmışlardır. Tahmini maliyet doğruluklarını önceden belirlemek için geliştirilen bir model kapsamında, doğruluklar %58, %81 ve %83 şeklinde hesaplanmıştır. Eren [17] ise yaklaşık maliyet hesaplanırken yapılan hatalar kapsamında beş farklı kamu kurumuna ait 2020 ve 2021 yıllarına ait yapım işlerini incelemiştir. Poz tariflerinin dokümanda bulunmaması, tüm ihalelerde aynı şartnamenin kullanılması temel hatalar olarak gösterilmiştir. Başgün ve Bulut [18], Elazığ'da 2010–2022 yılları arasında gerçekleştirilen yapım işleri kapsamında birim fiyat ve poz analizlerini incelemiştir. Kamu ihalelerinde yaşanabilecek fiyat problemlerinin önüne geçilebilmesi için birim fiyat kitabında yayınlanan formüllerden yararlanılarak yeni fiyatlar oluşturulması tavsiye edilmiştir.

Literatür çalışmasından elde edilen bulgular, yapılan çalışmalarda özellikle yaklaşık maliyet kavramına odaklanıldığını göstermektedir. Yaklaşık maliyet çalışmaları da genellikle daha önce yayımlanmış istatistikler göz önüne alınarak gerçekleştirilmiştir. Ancak, bahsi geçen yaklaşık maliyet istatistiklerinin geçerli olup olmadıkları sorgulanmamıştır. Yüksek lisans tezi olarak yürütülmekte olan bu çalışmada [19], ÇŞİB istatistikleri, üretime doğrudan katılan kaynaklar (malzeme, işgücü, makine/teçhizat) bazında ele alınarak bu istatistiklerin doğrulukları örnek bir yapım işi projesi üzerinde irdelenecektir.

2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL AND METHOD)

Çalışma kapsamında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİB) tarafından yayımlanan poz analizi istatistikleri incelenmiştir. Bu kapsamda;

- İlk olarak, projeleri hazırlanmış olan örnek bir yapının inşası için gerekli olan kaynak miktarları, ilgili kurumun poz analizleri ile hesaplanacaktır.
- Daha sonra, bu yapının inşa aşamasına geçilecektir. Yapının inşa aşamasında kullanılan kaynaklar günlük olarak gözlemlenecektir.
- Son olarak, ÇŞİB istatistiklerinden hesaplanan sonuçlar ile gözlem sonuçları kıyaslanacaktır.

Kıyaslamaya esas olacak ve elde edilen sonuçlar, aşağıda sunulan performans ölçütleri dikkate alınarak değerlendirilecektir:

- RMSE-observations standard deviation ratio / RMSE-gözlem standart sapma oranı (RSR),
- Nash-Sutcliffe efficiency / Nash-Sutcliffe verimliliği (NSE).

RSR ve NSE ölçütleri Eşitlik (1) ve (2)'de verildiği şekilde hesaplanır [20].

$$RSR = \frac{RMSE}{\sigma_{obs}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N (o_i - f_i)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (o_i - \bar{o})^2}} \quad (1)$$

$$NSE = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (o_i - f_i)^2}{\sum_{i=1}^N (o_i - \bar{o})^2} \right] \quad (2)$$

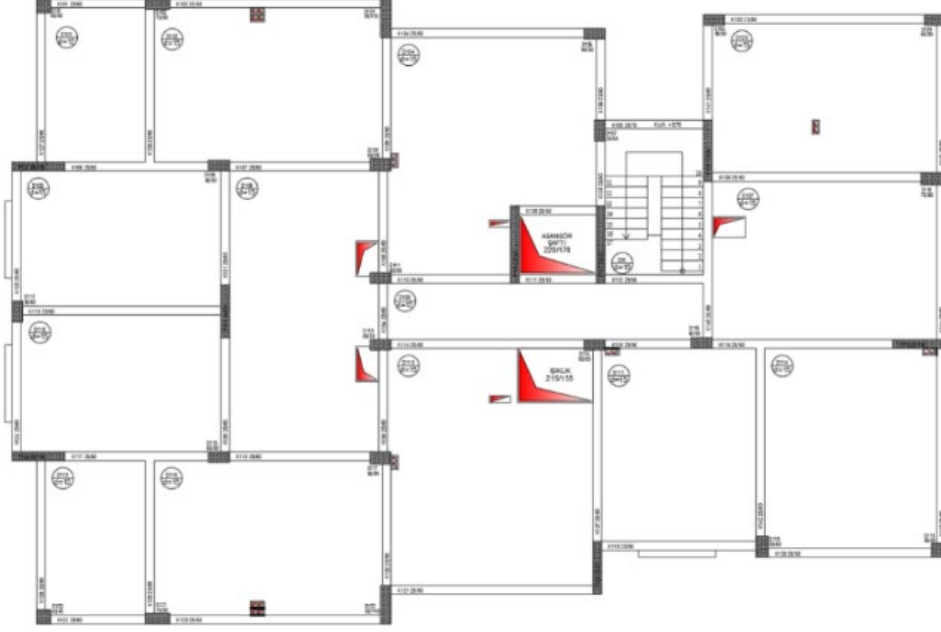
Burada; RMSE: Karekök ortalama karesel hatayı, σ_{obs} : Gözlenen standart sapmayı, N: veri sayısını, f_i ve o_i : tahmin edilen (forecasted) ve gözlenen (observed) verileri, \bar{f} ve \bar{o} tahmin edilen ve gözlenen verilerin ortalamalarını, temsil etmektedir. RSR ölçütü, gözlenen değerlerin standart sapmasını kullanarak RMSE'yi standartlaştırır [21]. NSE ölçütü ise gözlemlenen ve tahmin edilen değerler arasındaki büyük farklılıklara karşı hassastır [22]. Bir başka ifadeyle yüksek RSR düşük performansı ifade ederken, yüksek NSE yüksek performansı ifade eder. Çalışmanın uygulaması kapsamında, bahsi geçen iki performans göstergesi kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Çalışmaya konu olan proje; Kayseri ilinin Develi ilçesinde yapımı tamamlanan, toplam 4 kattan oluşan, toplam inşaat alanı 1.749,66 metrekare olan 12 dairelik bir konut projesidir. Konut projesinin iki boyutlu mimari ve statik projeleri, Şekil 2 ve 3'de sunulmuştur.



Şekil 2. Mimari proje detayları.



Şekil 3. Statik proje detayları.

Çalışma kapsamında dikkate alınan 13 kalem kaba inşaat imalatı aşağıda sıralanmıştır.

- | | |
|-------------------|-------------------------|
| 1- Kazı | 8- Kalın donatı |
| 2- Dolgu | 9- C25/30 beton |
| 3- Kalıp iskelesi | 10- Grobeton |
| 4- Ahşap kalıp | 11- Temel su yalıtımı |
| 5- Plywood kalıp | 12- Ahşap çatı |
| 6- Sac kalıp | 13- Döşeme ısı yalıtımı |
| 7- İnce donatı | |

Sıralanan 13 kalem kaba inşaat imalatının tamamlanabilmesi için gerekli olan kaynak miktarları, ilk olarak ÇŞİB'nin yayımladığı poz analizleri kullanılarak hesaplanmıştır. Daha sonra da 15 ay boyunca şantiye ortamında günlük gözlem yapılarak, bahsi geçen imalatların gerçekte tamamlanabilmeleri için gereken kaynak miktarları elde edilmiştir. Kaynak miktarları, üretime doğrudan katılan kaynaklar olan;

- Malzeme,
- İşgücü,
- Makine/teçhizat,

Olarak sınıflandırılmış ve ayrı ayrı kıyaslanarak elde edilen fark oranları (%) malzeme için Tablo 1'de, işgücü için Tablo 2'de ve makine/teçhizat için Tablo 3'de sunulmuştur. Malzeme türü kaynaklarda hacim ve ağırlık türü ölçü birimleri dikkat çekerken, işgücü ve makine-teçhizat türü kaynaklarda saatlik çalışma süreleri görülmektedir.

Tablo 1. Malzeme kaynağı için kıyaslama tablosu

S. No	Malzeme Tanımı	Brm.	Poza Göre Mik.	Uyg. Mik.	Poza Göre Fark (%)
1	Kum (İnce Agregası)	m ³	584,37	585,00	-0,11
2	Beton Çelik Çubuğu-ince	kg	37.726,50	37.600,00	0,34
3	Beton Çelik Çubuğu-kalın	kg	20.553,30	20.400,00	0,75
4	C25/30 Beton	m ³	554,55	560,50	-1,07
5	C16/20 Beton	m ³	110,32	113,50	-2,88
6	Sıvı Membran	kg	727,28	625,00	14,06
7	Çam Kerestesi	m ³	22,99	22,00	4,31
8	Çivi	kg	229,89	200,00	13,00
9	Başlık Demiri	kg	68,97	50,00	27,50
10	3 cm. XPS	m ³	44,91	43,20	3,81
ORTALAMA					5,97

Tablo 2. İşgücü kaynağı için kıyaslama tablosu

S. No	İşgücü Tanımı	Brm.	Poza Göre Saat	Uyg. Saati	Poza Göre Fark (%)
1	İskele Kurulum Elemanı	saat	1.186,48	224,00	81,12
2	Kalıpçı Ustası	saat	567,35	312,00	45,01
3	Düz İşçi	saat	378,23	232,00	38,66
4	Kalıpçı Ustası	saat	1.121,40	392,00	65,04
5	Düz İşçi	saat	764,59	288,00	62,33
6	Kalıpçı Ustası	saat	1.029,16	360,00	65,02
7	Düz İşçi	saat	1.029,16	352,00	65,80
8	Demirci Ustası	saat	898,25	288,00	67,94
9	Düz İşçi	saat	898,25	256,00	71,50
10	Demirci Ustası	saat	383,80	120,00	68,73
11	Düz İşçi	saat	422,18	112,00	73,47
12	Betoncu Ustası	saat	83,18	64,00	23,06
13	Düz İşçi	saat	166,37	126,00	24,27
14	Betoncu Ustası	saat	16,55	10,00	39,58
15	Düz İşçi	saat	33,10	20,00	39,58
16	Yalıtımcı Ustası	saat	339,40	80,00	76,43
17	Düz İşçi	saat	169,70	40,00	76,43
18	Dülger Ustası	saat	459,77	216,00	53,02
19	Düz İşçi	saat	459,77	216,00	53,02
20	Yalıtımcı Ustası	saat	213,84	64,00	70,07
ORTALAMA					58,00

Tablo 3. Makine/Teçhizat kaynağı için kıyaslama tablosu

S. No	Makine/Teçhizat Tanımı	Brm.	Poza Göre Saat	Uyg. Saati	Poza Göre Fark (%)
1	Ekskavator (Paletli)	saat	4,07	8,00	-96,56
2	Kazıcı Yükleyici	saat	1,45	2,00	-37,93
3	Greyder	saat	5,84	8,00	-36,99
4	Titreşimli Silindir	saat	9,93	8,00	19,44
5	Ahşap Atelyesi	saat	9,20	8,00	13,04
6	Demir Kesme Bükme Makinesi	saat	71,86	152,00	-111,52
7	Demir Kesme Bükme Makinesi	saat	38,38	72,00	-87,60
8	Beton Pompası	saat	5,55	33,00	-494,59
9	Beton Vibratörü	saat	27,73	33,00	-19,00
10	Beton Pompası	saat	1,10	10,00	-809,09
ORTALAMA					-166,08

Çalışma kapsamında, imalatları 13 Nisan 2021 tarihinde başlayıp 6 Temmuz 2022 tarihinde tamamlanan ve 450 takvim günü süren, detayları ise bir önceki bölümde sunulan apartman tipi bir konut projesindeki 13 kalem kaba inşaat imalatı kapsamında kullanılan kaynakların (malzeme, iş gücü ve makine/teçhizat) miktarları gözlemlenmiştir. Bu kapsamda; 10 kalem malzeme, 20 kalem işgücü ve 10 kalem makine/teçhizat olmak üzere toplam 40 kalem kaynak kullanılmıştır. Elde edilen bulgular kaynak bazında değerlendirilecek olursa;

- ÇŞİB'nin öngördüğü malzeme miktarları ile gerçekte kullanılan malzeme miktarları arasında, ortalama olarak %6 oranında fark olduğu görülmüştür. Bu durum, uygulamada kullanılan malzeme miktarının poz analizine göre gerekli olan malzeme miktarından daha az olduğunu göstermektedir. Şantiyede ± 2 'lik bir fark normal kabul edilirse; özellikle başlık demiri, sıvı membran, çivi vb. malzemelerde oluşan farklılıklar dikkat çekicidir.
- ÇŞİB'nin öngördüğü işgücü miktarları ile gerçekte kullanılan işgücü miktarları arasında, ortalama olarak %58 oranında fark olduğu görülmüştür. Bu durum, uygulamada kullanılan işgücü miktarının poz analizine göre gerekli olan işgücü miktarından daha az olduğunu göstermektedir. Özellikle iskele kurulum elemanı, yalıtımcı ustası/düz işçi, demirci ustası/düz işçi vb. işgücünde oluşan farklılıklar dikkat çekicidir.
- ÇŞİB'nin öngördüğü makine/teçhizat miktarları ile gerçekte kullanılan makine/teçhizat miktarları arasında, ortalama olarak %166 oranında fark olduğu görülmüştür. Bu durum, uygulamada kullanılan makine/teçhizat miktarının poz analizine göre gerekli olan makine/teçhizat miktarından daha fazla olduğunu göstermektedir. Özellikle beton pompası, demir kesme bükme makinesi, ekskavatör vb. makine/teçhizatın oluşan farklılıklar dikkat çekicidir.

Üretime doğrudan katılan üç farklı kaynaktan elde edilen sapma oranları, bu çalışmanın ikinci bölümünde tanımlanan RSR ve NSE performans göstergeleri açısından, Moriasi ve diğerleri'nin çalışması referans alınarak değerlendirilmiştir [23]. Referans alınan göstergeler Tablo 4'te, elde edilen performanslar ise Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 4. RSR ve NSE performans göstergeleri

Tahmin Performansı	RSR	NSE
Çok iyi	0,000 < RSR < 0,500	0,750 < NSE < 1,000
İyi	0,500 < RSR < 0,600	0,650 < NSE < 0,750
Tatmin edici	0,600 < RSR < 0,700	0,500 < NSE < 0,650
Yetersiz	RSR > 0,700	NSE < 0,500

Tablo 5. Kaynaklardan elde edilen performanslar

Kaynak Türü	RSR	NSE
Malzeme	0,006	0,999
İşgücü	3,276	-9,734
Makine/teçhizat	0,946	0,106

RSR değeri ne kadar düşük olursa, RMSE de o kadar düşük olur ve performans o kadar iyi olur [21]. NSE ölçütü ise $-\infty$ ile $+1$ arasında değişmekle birlikte, yüksek pozitif NSE değeri yüksek performansa işaret eder [22]. Elde edilen sonuçlar, sadece malzeme türü kaynak için RSR ve NSE performanslarının 'çok iyi' olduğunu, işgücü ve makine teçhizat türü kaynaklar içinse 'yetersiz' olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın birinci bölümünde sunulduğu üzere, konu ile ilgili yapılan çalışmalarda daha çok süresel ve parasal uygulamalar yapılmış olup, ÇŞİB işgücü sürelerinin ve birim fiyatlarının uygulamada gerçekleşenler ile farklılıklara sahip oldukları ifade edilmiştir. Örneğin; Öcal ve diğerleri (2004) [4] ile Alboğa (2019) [14], ÇŞİB tarafından yayımlanan çalışma sürelerinin gerçekleşen çalışma süreleriyle uyuşmadığını gözlemlenmişlerdir. Aksoy (2015) ÇŞİB birim fiyatlarının gerçekleşen birim fiyatlardan %11 daha fazla olduğunu [10]; Seyfi ve diğerleri (2017) ise ÇŞİB birim fiyatlarının gelişen teknolojiye uygun olarak güncellenmesi gerektiğini savunmuşlardır [12]. Mevcut çalışma ise, imalat bazlı bakış açısını daha da derinleştirerek malzeme, işgücü ve makine/teçhizat, yani kullanılan kaynak miktarı temelli bir perspektif sunmaktadır.

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışma kapsamında; kaba inşaat imalatları kapsamında gerekli olan malzeme, işgücü ve makine/teçhizat türü kaynak miktarları, hem ÇŞİB poz analizi istatistiklerinden yararlanılarak hem de şantiyedeki gerçek kullanımlarına göre hesaplanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, ele alınan 13 kalem imalat kapsamında, sadece malzeme türü kaynak için istatistiklerin ve uygulamadaki miktarların birbirine yakın olduğunu, işgücü ve makine/teçhizat türü kaynaklar içinse istatistikler ve uygulamadaki kullanımlar arasında ciddi farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. Bu nedenle, kıt kamu kaynaklarının maksimum fayda edilecek şekilde kullanılabilmesi için ÇŞİB poz analizi istatistiklerinin mutlaka güncellenmesi gerekmektedir.

Diğer yandan, şantiyede günlük gözlem yapabilmek olanağının her imalat için mümkün olmaması ve mevcut çalışmanın 13 kalem kaba inşaat imalatı içermesi, çalışmanın kısıtlı olarak değerlendirilmektedir.

Çalışma kapsamında veri toplama süreci, önceki bölümlerde de ifade edildiği üzere, yaklaşık 450 takvim gününde tamamlanmıştır. Şantiyeden gerçek veri elde etmenin zorlukları düşünüldüğünde, bu çalışmanın özgünlüklerinden birisi de gerçek verilerle çalışılmış olmasıdır. Bundan sonraki çalışmalar açısından, farklı nitelikteki şantiyelerde yapılan benzer/farklı imalatlar için bu çalışmadaki yollar izlenerek daha kapsamlı değerlendirmeler yapılması ve istatistikler çıkarılarak uygulamaya yönelik daha gerçekçi yaklaşımlar sunulması mümkündür.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Ö. Bisen ve S. Ü. Dikmen, “Üst yapı inşaat projelerinde öngörülemeyen maliyetlerin belirlenmesine yönelik bir karar destek modeli”, *5. Yapı İşletmesi/Yapım Yönetimi Kongresi*, Eskişehir, 2009.
- [2] M. Sueri and M. Erdal, “Early estimation of sewerage line costs with regression analysis”, *Gazi University Journal of Science*, 35(3): 822-832, 2022. <https://doi.org/10.35378/gujs.949726>.
- [3] İ. Göktürk, “İnşaat sektöründe fizibilite aşamasında maliyet tahmini yapmakta karşılaşılan zorluklar ve çözüm önerileri üzerine bir değerlendirme”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2007.
- [4] M. E. Öcal, A. Tat ve E. Erdiş, “Bayındırlık işleri birim fiyat analizlerindeki işgücü verimliliklerinin irdelenmesi”, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(2): 207–217, 2004.
- [5] M. Akınbingöl ve A. T. Gültekin, “Bina üretimi yapım evresinde maliyet planlama ve denetimine yönelik bir maliyet yönetim modeli önerisi”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20(4): 499-505, 2005.
- [6] A. Ulu, “Endüstriyel yapılarda kullanılan ön maliyet tahmin yöntemlerinin değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2009.
- [7] D. Tokalakoğlu ve E. Taş, “Kamu inşaat sektöründe yaklaşık maliyet hesabı şartnamesi oluşturulmasına yönelik bir çalışma”, *1. Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi*, Ankara, 2010.
- [8] M. Kuruoğlu, L. Y. Çelik, E. Topkaya ve E. Yönez, “İnşaat sektöründe kullanılan ön maliyet tahmin yöntemlerinin karşılaştırılması”, *6. İnşaat Yönetimi Kongresi*, Bursa, 2011.
- [9] P. S. Pramen, P. Nipesh and M. Nirajan, “Correlating the quantity and bid cost of unit price items for public road projects”, *KSCE Journal of Civil Engineering*, 18(6): 1590-1598, 2014. <https://doi.org/10.1007/s12205-014-0445-y>.

- [10] M. Aksoy, “Yapım işi kamu alımlarında yaklaşık maliyet belirleme usulünün sözleşme bedeli ve etkin kaynak kullanımına etkisi”, *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(1): 65-88, 2015.
- [11] S. Bayram, M. E. Öcal, E. Laptalı Oral ve C. D. Atış, “Yapım maliyeti tahmininde birim fiyat yöntemi – yapı yaklaşık maliyetleri kıyaslaması”, *Politeknik Dergisi*, 19(2): 175–183, 2016.
- [12] S. Seyfi, F. Haznedaroğlu, M. Kuruoğlu, S. Kollak, M. Bozdemir, M. Sönmez ve E. Şahin, “Konut fonksiyonlu dört kattan dokuz kata kadar apartman tipi yapılarda yapım maliyetinin analizi”, *İnşaat Yönetimi Kongresi*, Samsun, 2017.
- [13] M. Sağır, “Kamu birim fiyatlarıyla yapılan yapı yaklaşık maliyetlerindeki son 5 yıllık değişimin farklı piyasa parametrelerine göre karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2019.
- [14] Ö. Alboğa, “Betonarme bina inşaatlarında iş ölçümü ile verimlilik analizi yapılması”, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2019.
- [15] J. Zheng-Xun and B. Seung-Ho, “Identification of primary activity and management plan for construction standard unit price”, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 21(10): 589-601, 2020.
- [16] H. İ. Ahmed and M. E. Lamiaa, “Assessment of construction project cost estimating accuracy in Egypt”, *The Open Civil Engineering Journal*, 15(1): 290-298, 2021. <https://doi.org/10.2174/1874149502115010290>.
- [17] F. Eren, “Yapım işi ihalelerinde yaklaşık maliyet hesaplama hataları ve teknik şartnamelerdeki uyumsuzluklar üzerine bir araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya. 2022.
- [18] Ö. F. Başgün ve Y. Bulut, “Kamu ihalelerinde yapısal peyzaj işlerinde doğal taşların kullanımında yaşanan sorunlar: Elazığ örneği”, *PLANARCH - Design and Planning Research*, 7(1), 76-86, 2023. <https://doi.org/10.5152/Planarch.2023.22099>.
- [19] T. F. Ayyarkın, “Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının birim fiyat ve iş gücü istatistiklerinin analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri. 2022.
- [20] C. Chen, Q. Zhang, M. H. Kashani, C. Jun, S. M. Bateni, S. S. Band, S. S. Dash and K. W. Chau, “Forecast of rainfall distribution based on fixed sliding window long short-term memory”, *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, 16(1): 248-261, 2022. <https://doi.org/10.1080/19942060.2021.2009374>.
- [21] M. U. Yılmaz, “Ölçümü olmayan akarsu havzalarında akım tahminlerinin iyileştirilmesi”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2020.
- [22] J. E. Nash and J. V. Sutcliffe, “River flow forecasting through conceptual models part I—A discussion of principles”, *Journal of Hydrology*, 10(3): 282-290, 1970. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(70\)90255-6](https://doi.org/10.1016/0022-1694(70)90255-6).
- [23] D. N. Moriasi, G. Arnold, M. Kuyjk, R. Bingner, R. D. Harmel and T. Veith, “Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulation”, *Transactions of the ASABE*, 50(3): 885–900, 2007. <https://doi.org/10.13031/2013.23153>.