

BETONARME BİNA İNŞAATLARINDA VERİMLİLİK ANALİZİ

Özge ALBOĞA * 

Gözde TANTEKİN ÇELİK * 

Alınma: 20.11.2019; düzeltme: 10.12.2019; kabul: 25.01.2020

Öz: İnşaat sektöründe yapı yaklaşık maliyeti belirlenirken ve iş programı hazırlanırken pratik olması amacıyla Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait Birim Fiyat Analizleri sıklıkla tercih edilen bir kaynak olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında betonarme bina inşaatlarında yaygın olarak kullanılan 11 adet iş kaleminin iş ölçüm yöntemi ile adam saat değerleri hesaplanmış ve bu çalışmaya ek olarak taşeronlardan deneyimlerine bağlı olarak adam saat değerleri ile ilgili bilgi toplanmıştır. İş ölçümü ve taşeron deneyimleri sonucu hesaplanan işgücü verimlilikleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı verileri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı verilerinin güncel teknolojiye göre revize edilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İş ölçümü, işgücü verimliliği, birim fiyat analizleri

Productivity Analysis in Concrete Building Construction

Abstract: Unit Price Analysis of the Ministry of Environment and Urbanization is often used as a preferred resource in determining the approximate cost of construction and in preparing the work schedule. Within the scope of this study, man hour values 11 work items, which are widely used in construction of reinforced concrete buildings, are calculated by work measurement and related information was collected from subcontractors. Man hour values calculated as a result of work measurement and subcontractor experiences are compared with the Ministry of Environment and Urbanization unit price analysis data. As a result of the study, it is concluded that the Ministry of Environment and Urbanization data should be revised according to current technology.

Keywords: Work measurement, labor productivity, unit price analysis

1. GİRİŞ

Son yıllarda yaşanan ekonomik dalgalanmalara rağmen Türkiye’de inşaat sektörü, 2019 İN- TES raporuna göre Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH)’deki payı ile ülkenin lokomotif sektörlerinden biri olmaya devam etmektedir. İnşaat sektörünün 200’ün üzerinde bağlı olduğu alt sektör ile beraber istihdama katkısı da önemli bir boyuta ulaşmaktadır. 2018 Ekim dönemi verilerine göre inşaat sektörünün tarım dışı istihdam içerisindeki payı %8,38 olmuştur (İntest Raporu 2019). Ulusal anlamda ekonomide önemli role sahip inşaat yatırımlarının sektörde başarılı şekilde devam etmesi ekonomik dengelerin korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. İnşaat projelerinde başarı; proje ömrü boyunca, zaman, kalite ve maliyet üçgeninde dengeli bir yol izlenerek sağlanmaktadır. İnşaat işlerinde kalitenin ve verimliliğin artırılması amacıyla mesleki yeterlilik sistemi oluşturulmuş ve 16 Aralık 2010 tarihli ve 27787 sayılı Resmi Gazete ile yayımlanan “Yapı Müteahhitlerinin Kayıtları ile Şantiye Şefleri ve Yetki Belgeli Ustalar Hakkında Yönetmelik” ile 01 Ocak 2012 tarihinden itibaren yapıda inşaat ve tesisat işlerinde çalışan ustaların yaptıkları işe

* Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana.
İletişim Yazarı: Özge ALBOĞA (albogaozge@gmail.com)

uygun yetki belgelerinin bulunması zorunluluğu gelmiştir. (İnşaat Sanayi Dergisi 2017 raporu; Aydın, 2019).

İnşaat projelerindeki diğer iki kritik başarı faktörü zaman ve maliyettir. İnşaat projelerindeki kaynakların doğru yönetimi zaman ve maliyet konusunda önemli tasarruflar sağlamaktadır (Shehata ve El-Gohary, 2011). Emek yoğun üretimin hakim olduğu inşaat projelerinde işgücü maliyetleri toplam proje maliyetlerinin % 30-50 arasında değişmektedir (Karim ve diğ., 2013). İşgücü maliyetlerinin proje bütçesi üzerindeki etkisi düşünüldüğünde inşaat projelerinde işgücü verimliliğinin önemli bir başarı faktörü olduğu görülmektedir (Chuan ve Pheng, 2006; Ibroke ve diğ., 2013; Ikediashi ve diğ., 2013).

İşgücü verimliliği proje başarısında süreyi ve maliyeti birlikte etkilemektedir (Alboğa, 2019). Aynı zamanda işgücü verimliliği, iş programı hazırlama ve ön keşif aşamalarında da kritik öneme sahiptir. Türkiye’de tüm kamu kurumları ihaleye katılan yüklenicileri değerlendirebilmek için yapı yaklaşık maliyetlerini Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Birim Fiyat Sistemi’ne göre hazırlamaktadır. Özel sektörde ise kendi istatistiklerini oluşturan büyük firmalar (Kazaz ve Ulubeyli, 2004) dışında kalan küçük ve orta ölçekli firmaların geneli teklif aşamasında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Birim Fiyat Sistemi’nden yararlanmaktadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı birim fiyatlarının ülke genelinde kullanılan tek başvuru kaynağı olması kullanılan istatistiklerin önemini arttırmaktadır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde; işgücü verimliliğinin ölçülmesi yoluyla yapılan çalışmalar (Tat, 2000; Tufan, 2007) ve inşaat firması istatistiklerinin değerlendirilmesi sonucu ulaşılan işgücü verimlilik değerleri (Kuruoğlu ve Bayoğlu, 2001; Kazaz ve Ulubeyli, 2004) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Analizleri’nin uygulamayı yansıtmadığını ve bazı iş kalemlerinde % 50’nin üstünde (Hazır Çelik Çubuğun Projesine Göre Bükülüp Yerine Konması (hazır çelik çubuğun yerine konması), kaba ve ince sıva yapılması, seramik duvar kaplaması yapılması, beton pompasıyla hazır beton basılması ve tuğla duvar yapılması vs.) dramatik farklar olduğunu göstermiştir.

Türkiye’de işgücü verimliliği ile ilgili ulaşılabilen çalışmaların az sayıda olması, çalışmaların inşaat işlerinde mesleki yeterlilik sistemi oluşturulmadan önce yapılmış olması ve değişen teknolojilerin varlığı sebebiyle bu çalışmada, şantiyelerde işgücü verimliliğinin incelenerek Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İnşaat ve Tesisat Birim Fiyat Analizleri (ÇŞBİTBFA) ile karşılaştırılması hedeflenmiştir. Ayrıca bu çalışmada uygulama ile ÇŞBİTBFA arasında ortaya çıkan farkın maliyete etkisini ölçebilmek için Adana ilinde aktif olarak çalışan taşeronlar ile Nisan 2019’da görüşülerek işgücü maliyetleri ile ilgili veriler elde edilmiş ve ÇŞBİTBFA ile karşılaştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

İşgücü verimliliğinin incelenmesinin hedeflendiği bu çalışmada, betonarme yapılarda yaygın olarak kullanılan iş kalemlerine ait işgücü sürelerinin bulunması ve bulunan sonuçların literatür sonuçlarıyla ve ÇŞBİTBFA ile karşılaştırılması hedeflenmiştir. Gözlem sonucu bulunan değerlerin uygulama ile beraber değerlendirilebilmesi için her bir iş kalemine ait işgücü verimlilikleri taşeron deneyimlerine bağlı olarak da belirlenmiştir. Gözlem sonuçları ve taşeron görüşmelerinden elde edilen sonuçlar da karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Çalışma, özel sektörde faaliyet gösteren yüksek katlı konut şantiyelerinde gerçekleştirilmiştir. Şantiyelerde adam saat değerlerini elde edebilmek amacıyla toplanan verileri kayıt altına alabilmek için günlük iş ölçümleri yapılmıştır. Formlar yardımıyla kayıt altına alınan adam saat değerlerinden yararlanılarak her bir iş kalemi için verimlilik analizi yapılmıştır.

Çalışma kapsamında incelenen iş kalemleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışma kapsamında incelenen iş kalemleri

İncelenen İş Kalemleri		
Sıra	Poz No	İş Kalemi
1	15. 810.1002	Ahşaptan düz yüzeyli beton veya betonarme kalıp yapılması
2	15. 810.1003	Plywood ile düz yüzeyli beton veya betonarme kalıp yapılması
3	15. 230.1005	17,5 cm kalınlığında bims beton duvar blokları ile duvar yapılması
4	15. 275.1101	200/250 kg kireç/çimento karışımı kaba ve ince harçla sıva yapılması
5	15. 280.1008	Hazır makine sıvası kullanılarak alçı sıva yapılması
6	15. 380.1055	Seramik duvar karoları ile duvar kaplaması yapılması
7	15. 160.1003/ 15. 160.1004	Hazır çelik çubuğun (Nervürlü)projesine göre bükülmesi ve yerine konması
7.a	15. 160.1003	Çapı 8-12 mm lik ince beton çubuğunu
7.b	15. 160.1004	Çapı 14-28 mm lik ince beton çubuğunu
8	15. 150.1006	Beton santralinde üretilen veya hazır alınan ve beton pompasıyla basılan C30/37 basınç dayanım sınıfında betonun dökülmesi
9	15. 540.1304	Silikon esaslı dış cephe boyası yapılması
10	15. 220.1001	85mm kalınlığında yatay delikli tuğla ile duvar yapılması
11	15. 225.1007	15cm kalınlığında gaz beton blokları ile duvar yapılması

Ayrıca bu çalışma kapsamında, uygulama ile ÇŞBİTBFA arasında ortaya çıkan farkın işgücü maliyetine etkisini ölçebilmek için Adana ilinde aktif olarak çalışan taşeronlar ile Nisan 2019 itibariyle görüşülerek işgücü maliyetleri ile ilgili veriler elde edilmiş ve ÇŞBİTBFA ile karşılaştırılmıştır.

2.2. Yöntem

Yaygın kullanılan iş kalemlerinin verimlilik analizlerinin yapılmasının hedeflendiği bu çalışmada; belirlenen her bir iş kalemi için şantiyelerde yapılan gözlemler yoluyla iş ölçümü yapılmıştır. Çalışma kapsamında; şantiyelerde gözlem yapılırken elde edilen adam saat değerleri, ekip kompozisyonu ve ölçüm günü ortam koşulları ile ilgili faktörler, hazırlanan zaman ölçüm formlarına işlenmiştir.

Verimlilik analizi kapsamında yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

2.2.1. Ölçüm Sayısının Bulunması

Öncelikle her iş kalemi için şantiye ortamında, 5 adet ölçüm yapılmış ve Denklem 1 yardımıyla istatistiksel güvenilirlik sağlayan ölçüm sayısına ulaşıncaya kadar ölçüme devam edilmiştir. Gözlem sayısı, hedeflenen duyarlılık derecesi ve güven sınırına göre değişmektedir. Güven sınırı için gereken gözlem sayısı olan N' aşağıdaki Denklem 1 ile hesaplanmaktadır (Kobu, 1998; Tufan, 2007). "N" örneklem sayısı kadar gözlem yapıldığında, elde edilen bu gözlem sonuçlarının istatistiksel analizi yapılarak istenilen adam saat değerlerine ulaşılmaktadır.

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{(N * \sum X^2 i) - (\sum X i)^2}}{\sum X i} \right]^2 \quad (1)$$

N: O ana kadar yapılmış olan gözlem sayısı

X_i: Söz konusu faaliyetin i. gözleminden çıkarılan birim imalat süresidir.

2.2.2. İş Ölçümlerinin Yapılması

Bu aşamada belirlenen iş kalemlerine ait adam saat değerleri, “Zaman Ölçüm Formu” yardımıyla kayıt altına alınmıştır (Şekil 1). Çalışmada kullanılan Zaman Ölçüm Formu; Tufan (2007)’nin REFA(1985)’dan (Alman İş Etüdü ve İşletme Organizasyonu) uyarlayarak kullandığı Zaman ölçüm formundan yararlanılarak oluşturulmuştur. Tufan (2007)’nin oluşturduğu Zaman ölçüm formu, bu çalışmada incelenen iş kalemlerine göre revize edilerek kullanılmıştır.

ZAMAN ÖLÇÜM FORMU:1						
POZ NO/İMALAT ADI						
İMALAT SÜRECİ						
FORM NO						
ÖLÇÜM BİLGİLERİ	ÖLÇÜM NO	ÖLÇÜM TARİHİ			ÖLÇÜM SÜRESİ	
		BAŞLANGIÇ	BİTİŞ			
İMALAT	ŞANTIYE NUMARASI					
	İMALAT BÖLGESİ					
	İMALATIN DEVAM EDEN SÜRESİ/İMALAT TOPLAM					
ÇALIŞMA TEKNİĞİ VE YÖNTEM	KULLANILAN EKİPMANLAR					
	KULLANILAN MALZEMELER					
	İMALATIN ÇALIŞMA YÖNTEMİ					
	İLAVE AKIŞ					
EKİP	İSİM	GÖREV		YAŞ	EĞİTİM DURUMU	ÇALIŞMA SÜRESİ
		USTA	İŞÇİ			BENZER GÖREV
						BU GÖREV
ÇALIŞMA KOŞULLARI	HAVA DURUMU					
	ÇALIŞMA ORTAMI	<input type="checkbox"/> GÜRÜLTÜ DURUMU				
		<input type="checkbox"/> ORTAMDAKİ KOKU DURUMU				
		<input type="checkbox"/> AŞIRI SICAK/SOĞUK DURUMU				
		<input type="checkbox"/> DURUŞ POZİSYONU				
		<input type="checkbox"/> BEDENSEL ÇABA YORĞUNLUĞU				
		<input type="checkbox"/> DÜŞÜNSEL ÇABA YORĞUNLUĞU				
		<input type="checkbox"/> GÖZ YORĞUNLUĞU				
<input type="checkbox"/> AÇIK/KAPALI ORTAM						
ÖLÇÜM SONUÇLARI	ÖLÇÜM SÜRESİ SONUNDA YAPILAN İMALAT MİKTARI					
	ÖLÇÜM SIRASINDA MEYDANA GELEN AKSAKLIK VE DURAKSAMALAR	<input type="checkbox"/>				
		<input type="checkbox"/>				
NOT						
ÖLÇÜMÜ YAPAN:			ÖLÇÜMÜ DENETLEYEN:			

Şekil 1:

Zaman ölçüm formu

2.2.3. Taşeron Bilgi Formu

Zaman ölçüm formları dışında; imalatların ne kadar sürede yapıldığının deneyime bağlı olarak belirlenmesi amacıyla Tat (2000)’in çalışmasından uyarlanan Taşeron formu kullanılmıştır. Taşeronların deneyim sürelerinin belirlenmesi amacıyla forma ek bir sütun eklenmiştir (Şekil 2). Her bir iş kalemi için işlerinde en az 10 yıl deneyime sahip 3 farklı taşeronla görüşülerek veri alınmış ve birim imalatın gerçekleşmesi için gereken süreler hesaplanmıştır. Görüşülen taşeronların deneyim sürelerine ait değerler Tablo 2 'de sunulmuştur. Elde edilen veriler en az 10 yıllık deneyim süresine sahip taşerondan elde edildiği için ve asıl çalışmanın odak noktasını iş ölçümleri oluşturduğu için her iş kalemi için üç taşeronun yeterli olduğu düşünülmüştür.

TAŞERON FORMU								
POZ NO:								
TAŞERON NO	BİR GÜNDE YAPILAN İMALAT MİKTARI	BİRİMİ	BİR GÜNDE ÜRETİM YAPAN ELEMAN SAYISI VE NİTELİĞİ	SÖZ KONUSU İMALAT KALEMİNDE Kİ DENEYİM SÜRESİ(YIL)	USTA		İŞÇİ	
					BİRİM İMALATTA KULLANILAN İŞGÜCÜ (GÜN*8 SAAT*İŞÇİLİK)	BİRİM İMALATIN GERÇEKLEŞTİRİLMİŞ SÜRESİ	BİRİM İMALATTA KULLANILAN İŞGÜCÜ (GÜN*8 SAAT*İŞÇİLİK)	BİRİM İMALATIN GERÇEKLEŞTİRİLMİŞ SÜRESİ
1								
2								
3								
ORTALAMA SÜRE								

Şekil 2:
Taşeron bilgi formu

Tablo 2. Taşeron formu ile işgücü verimliliklerinin belirlendiği taşeronlara ait deneyim süreleri

İş Kalemleri	Deneyim Süresi (Yıl)		
	Taşeron 1	Taşeron 2	Taşeron 3
Bims Duvar Yapılması	15	16	13
Kaba ve İnce Sıva Yapılması	20	43	13
Alçı Sıva Yapılması	13	43	15
Seramik ile Duvar Kaplaması Yapılması	10	16	15
Silikon Dış Cephe Boyası Yapılması	15	43	15
Tuğla Duvar Yapılması	27	16	15
Gaz Beton Duvar Yapılması	27	16	15
Hazır Çelik Çubuğun Projesine Göre Bükülüp Yerine Konması	20	15	16
Ahşaptan Düz Yüzeyle Beton veya Betonarme Kalıp Yapılması	20	15	16
Plywood ile Düz Yüzeyle Beton veya Betonarme Kalıp Yapılması	20	15	16
Beton Pompasıyla Hazır Betonun Basılması	43	36	20

2.2.4. Güncel İşgücü Maliyetlerinin Karşılaştırılması

Çalışmada verimlilik analizlerinde ortaya çıkan farkların uygulamada maliyetlerde de yaşanıp yaşanmadığının tespit edilmesi amacıyla pilot bir çalışmanın, asıl çalışma konusu olan verimlilik çalışmasına eklenmesine karar verilmiştir. Çalışma kapsamında işgücü verimliliklerine ek olarak uygulamada güncel olarak kullanılan işgücü maliyetlerinin de karşılaştırılabilmesi amacıyla seramik yapımı, bims duvar yapımı, tuğla duvar yapımı, gaz beton duvar yapımı, kaba ve ince sıva yapımı, alçı sıva yapımı ve silikon esaslı dış cephe boyası iş kalemleri için Adana ilinde faaliyet gösteren, işlerinde tecrübeli 3 farklı taşeronla Nisan 2019 itibarıyla görüşülmüş ve işgücü maliyetleri ile ilgili veriler elde edilmiştir. Konularında en az 12 yıllık iş tecrübesi olan 3 farklı

taşeronla görüşülerek(Taşeron 1: 12yıl; Taşeron 2: 15yıl; Taşeron 3: 20 yıl) güncel işgücü maliyetleri toplanmıştır. Elde edilen değerlerin ortalaması alınarak ÇŞBİTBFA'daki değerlerle karşılaştırılmıştır. Çalışma kapsamında incelen; ahşap ile düz yüzeyli beton ve betonarme kalıp yapımı, plywood ile düz yüzeyli beton ve betonarme kalıp yapımı, beton pompasıyla hazır beton basılması ve hazır çelik çubuğun yerine konması iş kalemleri için ise uygulamada kabala (götürü) usulü olarak fiyatlandırma yapılmaktadır. ÇŞBİTBFA'da bu iş kalemlerinin birim maliyetleri her bir kaynak için ayrı ayrı verildiğinden bu iş kalemleri için karşılaştırılma yapılamamıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

İnşaat yapım işlerinde uygulamada yaygın olarak kullanılan iş kalemleri göz önünde bulundurularak belirlenen 11 adet iş kaleminin birim imalatlarının gerçekleşmesi için gereken süreler, şantiye ortamında yapılan gözlemler yoluyla tespit edilmiştir. Günlük olarak yapılan ölçümler Şekil 1’de verilen Zaman Ölçüm Formları yardımıyla kayıt altına alınmıştır. Her bir iş kalemi için 5 adet ölçüm yapıldıktan sonra Denklem 1 yardımıyla gerekli gözlem sayıları hesaplanmıştır. Gözlem sayıları hesaplanırken hesaplamalar ekip bazında yapılmıştır. Hesaplanan ideal gözlem sayıları (N’) ve yapılan ölçüm sayıları Tablo 3’de verilmiştir. Yeterli gözlem sayısına ulaşıldığında imalat sürelerinin bir birimi için gerekli sürelerin ortalaması alınmıştır. Seçilen iş kalemleri arasında Hazır Çelik Çubuğun Projesine Göre Bükülüp Yerine Konması (Hazır çelik çubuğun yerine konması) iş kalemi için N’ değeri 283,69 olarak hesaplanmıştır. Fakat ülkede yaşanan ekonomik dalgalanmalar sebebi ile özel sektörde aktif çalışan şantiye sayısının az olması ve şantiyelerde işlerin yavaşlamış olması sebebiyle sadece bu iş kaleminde 284 yerine 15 adet ölçüm yapılmıştır. İş kalemleri arasından sadece demir imalatı için gerekli gözlem sayısının yüksek çıkması, demir imalatında farklı donatı çaplarının kullanılması, farklı imalat yerlerinin imalat sürelerini etkilemesi ve diğer iş kalemlerine göre daha yoğun işgücü gerektirmesi gibi sebeplerden dolayı süresel sapmalara elverişli olabileceğini göstermektedir (Ghoddousi ve Hasseini, 2012).

Günlük iş ölçümleri ve bu ölçümlere ek olarak taşeron formları sonucunda elde edilen usta ve işçi verimlilikleri Tablo 4’ de verilen karşılaştırma tablosu aracılığıyla Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’na ait adam saat değerleri ve literatür bulguları ile karşılaştırılmıştır. Tablo 4’de % olarak yer alan satır; karşılaştırılan çalışmaya ait değer ile çalışma sonucunda bulunan değerlerin farkı alınarak çalışma sonucunda bulunan değere yüzdesel olarak oranlanmasıyla elde edilmiştir.

Tablo 3: İş kalemlerine ait hesaplanan N’ değerleri ve yapılan ölçüm sayıları

Poz No	İş Kalemi	Hesaplanan Ölçüm Sayısı (N')	Yapılan Ölçüm Sayısı
15. 810.1002	Düz yüzeyli betonarme kalıbı (ahşap)	15,96	16
15. 810.1003	Düz yüzeyli betonarme kalıbı (plywood)	8,44	9
15. 230.1005	Bims duvar yapılması	7,13	8
15. 275.1101	Kaba ve ince sıva yapılması	1,14	5
15. 280.1008	Makine ile alçı sıva yapılması	11,16	12
15. 380.1055	Seramik ile duvar kaplaması yapılması	5,36	6
15. 160.1003/ 15. 160.1004	Hazır çelik çubuğun yerine konması	283,69	15
15. 150.1006	Beton pompasıyla hazır beton basılması	1,89	5
15. 540.1304	Silikon dış cephe boyası yapılması	5,08	6
15. 220.1001	Tuğla duvar yapılması	4,27	5
15. 225.1007	Gaz beton duvar yapılması	4,23	5

Tablo 4. İşgücü verimlilikleri karşılaştırma tablosu

Verimlilikler		İş Kalemleri										
		Düz Yüzeyle Beto- narne Kalıbı(Ahşap)	Düz Yüzeyle Beto- narne Ka- lını(Plywood)	Bims Duvar Yapıl- ması	Kaba Ve İnce Sıva Yapılması	Makine İle Alçı Sıva Yapılması	Seramik İle Duvar Kaplama Yapılması	Hazır Çelik Çubuğun Yerine Konması	Beton Pompasıyla Hazır Beton Basıl- ması	Silikon Dış Cephe Bo- yası Yapılması	Tuğla Duvar Yapıl- ması	Gaz Beton Duvar Ya- pılması
Çalışma Sonucu	Usta	0,45	0,67	0,38	0,28	0,26	0,28	12,39	0,07	0,19	0,41	0,45
	İşçi	0,18	0,27	0,19	0,14	0,09	0,28	6,20	0,04	—	0,14	0,15
	Top.	0,63	0,94	0,57	0,42	0,35	0,56	18,59	0,11	0,19	0,55	0,60
Taşeron Formu So- nucu	Usta	0,48	0,67	0,27	0,27	0,21	0,38	13,33	0,05	0,20	0,33	0,33
	İşçi	0,19	0,27	0,27	0,13	0,11	0,38	6,67	0,03	—	0,33	0,33
	Top.	0,67	0,94	0,54	0,40	0,32	0,76	20,00	0,08	0,20	0,66	0,66
	%	6	0	-5	-5	-9	36	8	-27	5	20	10
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	Usta	0,75	1,10	0,69	0,90	0,50	0,70	9,00	0,15	0,88	0,60	0,67
	İşçi	0,50	0,75	0,69	0,55	0,20	0,50	13,50	0,30	0,44	1,20	0,67
	Top.	1,25	1,85	1,38	1,45	0,70	1,20	22,50	0,45	1,32	1,80	1,34
	%	98	97	142	245	100	114	21	309	595	227	123
Tufan (2007)	Usta	0,71	—	—	0,79	—	0,81	20,63	0,14	—	0,26	—
	İşçi	0,75	—	—	0,47	—	0,50	9,31	0,29	—	0,63	—
	Top.	1,46	—	—	1,26	—	1,31	29,94	0,43	—	0,89	—
	%	132	—	—	200	—	134	61	291	—	62	—
Tat (2000)	Usta	0,56	—	—	0,63	—	0,84	12,26	0,74	—	0,38	—
	İşçi	0,62	—	—	0,43	—	0,68	12,15	2,43	—	0,56	—
	Top.	1,18	—	—	1,06	—	1,52	24,41	3,17	—	0,94	—
	%	87	—	—	152	—	171	31	2782	—	71	—
Kuruoğlu ve Bayoğlu (2001)	Usta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	İşçi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Top.	—	—	—	1,63	—	—	48,77	—	—	1,54	—
	%	—	—	—	288	—	—	162	—	—	180	—
Kazaz ve Ulubeyli (2004)	Usta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	İşçi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Top.	—	—	—	—	—	—	53,00	—	—	1,44	1,14
	%	—	—	—	—	—	—	185	—	—	162	90

İş ölçümü sonucunda hesaplanan işgücü verimliliklerinin; uygulama ile tutarlı olup olmadığının karşılaştırılması amacıyla deneyim süreleri en az 10 yıl olan taşeronlardan elde edilen işgücü verimlilikleri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılan üç iş kalemi (tuğla duvar yapılması, seramik duvar kaplaması yapılması ve beton pompasıyla hazır beton dökümü) haricinde iş ölçümü ile hesaplanan işgücü verimlilikleri ile taşeron deneyimleri sonucunda hesaplanan değerler arasında % 10 ve altında fark olduğu görülmüştür. İş ölçümü sonucu hesaplanan işgücü verimlilikleri ile taşeron sonuçlarının paralel çıkması çalışmada kullanılan yöntemin ve hesaplanan gözlem sayılarının uygulamayı doğru yansıttığını kanıtlar niteliktedir. İş ölçümü sonucu elde edilen adam saat değerlerinin taşeron sonuçları ile paralel çıkması aynı zamanda uygulamanın direkt içinde olan taşeronların deneyimlerini doğru yansıttığını da kanıtlamaktadır. Taşeron deneyimlerine dayalı olarak oluşturulan işgücü verimlilik analizlerinin aynı zaman diliminde, benzer imalat yöntemleri göz önünde bulundurularak ve özel sektördeki çalışmalar baz alınarak yapılması karşılaştırmanın daha objektif yapılabilmesine olanak sağlamıştır. İmalat kalemlerinin toplam verimliliklerinde oluşan farkların genel olarak imalat bölgesinden ve çalışma koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir (Olaoluwa ve Adesanya, 2015).

15.810.1003 poz numaralı plywood ile beton ve betonarme kalıp yapılması işine ait ölçüm sonuçları taşeron deneyimleri yardımıyla belirlenen işgücü verimlilikleri ile aynı çıkmıştır.

Ayrıca karşılaştırma sonuçlarına göre en az fark (%5) 15.540.1304 poz numaralı silikon esaslı dış cephe boyası işi, 15. 230.1005 poz numaralı bims duvar yapılması işi ve 15.275.1101 poz numaralı kaba ve ince sıva yapılması işi olmak üzere 3 farklı iş kaleminde görülmüştür. En fazla fark (%36) ise 15.380.1055 poz numaralı seramik ile duvar kaplaması işinde görülmüştür. Seramik imalatı işinin süresini; çalışma koşulları, imalat bölgesi ve mimari sebepler etkilemektedir.

Yapılan çalışmada verilerin elde edildiği şantiyelerin tamamı özel sektöre ait çok katlı konut şantiyelerinden oluşmaktadır. Çalışma sonucunda bulunan işgücü verimlilikleri, iş ölçüm yöntemleri ile işgücü verimliliğinin hesaplandığı çalışmalardan (Tat, 2000; Tufan, 2007) daha yüksek bulunmuştur. İncelenen çalışmalar (Tat, 2000; Tufan, 2007) kamu sektörüne ait şantiyelerde gerçekleştirilmiştir. Özel sektörde tüm masraflar yükleniciler ve taşeronlar tarafından karşılandığından kamuda yapılan işlere göre, aynı miktarda işin daha az çalışanla, daha kısa sürede ve daha az maliyetle yapılması hedeflenmekte ve işlerin hızla tamamlanarak satış aşamasına geçilmesi ya da yeni işler için anlaşılması amaçlanmaktadır. Özel sektörün; kar odaklı çalışması, piyasa koşulları ve rekabet ortamı gibi sebeplerle işlerin daha az çalışanla daha hızlı gerçekleşmesi gerekmekte bu da usta ve işçi verimliliklerini etkilemektedir. Bunlara ek olarak, çalışmalarda kullanılan iş ölçüm teknikleri arasındaki farklılıklar, çalışma koşulları, işçilerin motivasyonu, işçilerin fiziksel ve demografik özellikleri, tecrübeleri, imalatların özellikleri ve çalışma koşulları gibi pek çok unsur çalışan verimliliklerini etkileyebilmektedir (Oral ve diğ., 2011; Olaoluwua ve Adesanya, 2015).

Kazaz ve Ulubeyli (2004) ve Kuruoğlu ve Bayoğlu (2001)'na ait çalışmalar özel sektördeki orta ve büyük ölçekli firma çalışanlarına anket yolu ile uygulanmış; veriler kişisel deneyim ve firma istatistiklerine göre elde edilmiştir. Bu çalışma kapsamında yapılan iş ölçümleri ve derlenen taşeron verileri sonucu elde edilen değerler ile Kazaz ve Ulubeyli (2004) ve Kuruoğlu ve Bayoğlu (2001)'nin çalışmalarına ait sonuçlar arasında %90 ve üzerinde farklar bulunmuştur. İşgücü verimlilik hesaplamalarında ortaya çıkan bu büyük farklar iş ölçümlerinin şantiye ortamında detaylı yapılması gerektiğini kanıtlar niteliktedir. Bu çalışma ile her iki çalışma arasında işgücü verimliliklerinde yüksek farkların çıkmasının; her iki çalışmanın da şantiyede mesleki yeterliliğin zorunlu hale getirilmesinden önce yapılması ve söz konusu çalışmalarda daha eski teknolojilerin kullanılmasından dolayı olduğu düşünülmektedir (Ghoddousi ve Hasseini, 2012).

Çalışma sonucunda bulunan işgücü verimliliklerinin ÇŞBİTBFA sonuçlarından daha yüksek çıktığı görülmektedir (Tablo 4). Bu sonuçlar literatür (Tat, 2000; Kuruoğlu ve Bayoğlu, 2001; Kazaz ve Ulubeyli, 2004; Öcal ve diğ., 2005; Oral ve diğ., 2006; Tufan, 2007; Ulubeyli ve diğ., 2014; Alboğa, 2019) ile paralel çıkmıştır. Literatürde inşaat sektöründe işçi verimlilikleri ile ilgili yapılan tüm çalışmalar, farklı zamanlarda ve farklı şantiyelerde olmasına rağmen ÇŞBİTBFA'nın uygulamayı yansıtmadığını göstermektedir. Bu durum; ÇŞBİTBFA'nın gelişen teknolojiye ve ekonomik şartlara göre güncellenmemesinden kaynaklanmaktadır.

Hesaplanan işgücü verimlilik değerleri ile ÇŞBİTBFA arasında çıkan farklar tespit edildikten sonra maliyetlerin de karşılaştırılabilmesi için pilot bir çalışma daha yapılarak güncel işgücü maliyetleri de çalışmaya dahil edilmiştir. Seçilen bazı iş kalemlerinin (bims duvar, gaz beton duvar ve tuğla duvar yapılması, kaba ve ince sıva yapılması, alçı sıva yapılması, silikon esaslı dış cephe boyası yapılması ve seramik ile duvar kaplaması yapılması) işgücü maliyetleri de belirlenmiş ve ÇŞBİTBFA ile kıyaslanmıştır.

Güncel işgücü maliyetlerinin belirlenmesi amacıyla 3 farklı taşeron ile görüşülerek Tablo 5'deki veriler elde edilmiştir

Tablo 5. Birim İşçilik Maliyetleri Karşılaştırılması

Poz No	Açıklama	Birim	Taşeron Formu 1	Taşeron Formu 2	Taşeron Formu 3	Ort.	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	
			Tutar (TL)	Tutar (TL)	Tutar (TL)		Tutar (TL)	%
15. 230.1005	Bims duvar yapılması	m ²	9,00	8,50	10,00	9,20	18,80	104
15. 275.1101	Kaba ve ince sıva yapılması	m ²	13,50	10,00	15,00	12,80	23,20	81
15. 280.1008	Alçı sıva yapılması	m ²	9,00	9,00	10,00	9,30	10,20	10
15. 380.1055	Seramik ile duvar kaplaması yapılması	m ²	13,50	13,00	14,00	13,50	16,70	24
15. 540.1304	Silikon dış cephe boyası yapılması	m ²	7,00	5,00	5,50	5,80	18,90	226
15. 220.1001	Tuğla duvar yapılması	m ²	10,00	10,00	10,00	10,00	23,20	132
15. 225.1007	Gaz beton duvar yapılması	m ²	9,00	10,00	10,00	9,70	18,20	88

Yapılan bu hesaplama sonucunda Nisan 2019 itibari ile taşeronlardan alınan işgücü maliyetlerinin de ÇŞBİTBFA'dan düşük çıktığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan karşılaştırmalara göre işgücü maliyeti açısından en düşük farklar alçı sıva yapılması ve seramik ile duvar kaplaması yapılması iş kalemlerinde görülmüştür (%50'nin altındadır). En yüksek fark ise %226 ile silikon esaslı dış cephe boyası yapılması iş kaleminde görülmüştür. Dolayısıyla incelenen iş kalemleri içinden en fazla bu iş kaleminin işgücü maliyetinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Taşeronlar ile yapılan görüşmelerde; işgücü maliyetlerinin ekonomik kriz sebebiyle 2018 yılına oranla %30-50 arasında düştüğü belirtilmiştir. Ayrıca ÇŞBİTBFA'nın tüm Türkiye'de geçerli olduğu ve işgücü maliyetlerinin şehir bazında bile değişkenlik gösterebildiği de unutulmamalıdır. Bu sebeple taşeronlardan elde edilen işgücü maliyetlerinin ÇŞBİTBFA'da verilen işgücü maliyetlerinden daha düşük çıkması şaşırtıcı bir sonuç değildir. Ayrıca, ÇŞBİTBFA'nda yer alan ekip kompozisyonlarında işçi sayıları uygulamaya kıyasla daha fazladır. Bu nedenle işgücü verimliliklerinde olduğu gibi uygulamada bu iş kaleminin birim maliyeti hesaplanırken de yalnızca usta üzerinden fiyatlandırma yapılmıştır. Bu durumun da sonuçların düşük çıkması üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

İşgücü maliyetlerinin karşılaştırılması amacıyla yapılan piyasa araştırması sonucunda bulunan işgücü verimlilik ve maliyet değerleri yardımı ile bir konut şantiyesinde bir blokta yapılması gereken tüm duvar seramiği imalatı işi için gerekli olan işgücü verimliliği ve maliyeti aşağıda örneklenmiştir.

- Çalışma sonuçlarına göre 1 usta 1 m² duvar seramiği işini 0,281 saatte yaparken; 1080 m² seramik işini 303,48 saatte (38 gün) yapacaktır. Bu değerler işgücü verimliliği aynı olan işçi için de aynı çıkmaktadır. 1 usta 1 işçi ekip kompozisyonuna sahip bir seramik ekibinin 1080 m² seramik işini 38 günde yapacağı öngörülmektedir.
- Çalışma kapsamında taşeronlardan alınan verilerin ortalamasına göre 1 m² duvar seramiğinin maliyeti 13,50 TL'dir. 1080 m² seramik işi için işgücü maliyeti 14.850,00 TL olarak hesaplanmıştır.
- Aynı konut şantiyesi için ÇŞBİTBFA'da verilen işgücü verimlilik ve maliyet değerleri yardımıyla bir blokta yapılması gereken tüm duvar seramiği imalatı işi için gerekli olan işgücü verimliliği ve maliyeti ise aşağıda verilmiştir.

- ÇŞBİTBFA'ya göre 1 usta 1 m² duvar seramiği işini 0,700 saatte yaparken 1 işçi için bu süre 0,500 saattir. Ekip kompozisyonları oluşturulurken kritik kaynağa göre oluşturulmaktadır. Genel işleyişte, inşaat işlerinde kritik kaynak usta olarak alınmaktadır. Bu durumda, 1 usta 1 m² duvar seramiği işini 0,700 saatte yaparken; 1080 m² duvar seramiği işini 756,00 saatte (95 gün) yapacaktır. 1usta 1 işçi ekip kompozisyonuna sahip bir seramik ekibinin 1080 m² seramik işini 95 günde yapacağı öngörülmektedir.
- ÇŞBİTBFA'ya göre bu iş kalemi için işçilik maliyeti 16,70 TL'dir. 1080 m² seramik işi için işgücü maliyeti 18.036,00 TL olarak hesaplanmıştır.
- Çalışma kapsamında bulunan işgücü verimliliği değerleri yardımıyla yapılan hesaplamada 10 katlı 20 dairelik bir konut şantiyesinde bulunan değerler ile ÇŞBİTBFA'da kullanılan değerlere göre işgücü süreleri arasındaki fark % 149 olarak bulunmuştur. İşgücü maliyetleri için ise bu farkın %21,5 olduğu gözlenmiştir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada inşaat yapım işlerinde yaygın olarak kullanılan iş kalemleri göz önünde bulundurularak belirlenen işgücü maliyetini ve süresini doğrudan etkileyen 11 adet iş kaleminin (ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması, plywood ile düz yüzeyli beton ve betonarme kalıp yapılması, hazır çelik çubuğun yerine konması, beton pompasıyla hazır betonun basılması, kaba ve ince sıva yapılması, alçı sıva yapılması, seramik duvar kaplaması yapılması, silikon esaslı dış cephe boyası yapılması, gaz beton duvar yapılması, tuğla duvar yapılması ve bims duvar yapılması) adam saat değerleri ölçülmüştür. Çalışma sonuçları ÇŞBİTBFA, literatür çalışmalarına ait sonuçlar ve taşeron deneyimlerine bağlı olarak elde edilen veriler ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın ana konusunu iş ölçümü yöntemi ile hesaplanan işgücü verimlilik değerleri oluşturmaktadır. Bu sonuçların uygulama ile karşılaştırmasının yapılabilmesi için ise hem literatürden hem de güncel taşeron deneyimlerinden yararlanılmıştır. Çalışmada hesaplanan işgücü verimlilik değerleri ile ÇŞBİTBFA arasında çıkan farklar tespit edildikten sonra maliyetlerin de karşılaştırılabilmesi için pilot bir çalışma daha yapılarak güncel işgücü maliyetleri de çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışmanın gerçekleştirildiği 2019 yılında yaşanan ekonomik krizin etkileri çalışmanın kapsamını ve toplanan verileri etkilemiş ve çalışmayı etkileyen bazı kısıtların ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu kısıtlar ve sebepleri aşağıda özetlenmiştir.

Ülkenin içinde bulunduğu ekonomik kriz; DİSK-AR (Türkiye Devrimci İşçi Sendikaları Konfederasyonu Araştırma Dairesi) Şubat 2019 raporuna göre ipotekli konut satışlarındaki düşüş ile 2018 yılında inşaat sektöründe hissedilmeye başlanmıştır. Ekonomik krizden en çok etkilenen sektörler arasında ise emek yoğun çalışan sektörler gelmektedir. İstihdam oranları incelendiğinde ekonomik krizin inşaat sektörü istihdam oranlarını etkilediği de görülmektedir. Ekonomik krizden dolayı konkordato ilan eden inşaat firması sayısı da dikkat çekicidir. Faaliyete devam eden firmalar ise kriz dönemlerinde; işten çıkarma, işçi ücretlerinde kesintiye gitme ya da üretimi yavaşlatma eğilimine girmektedir. Çalışmanın ekonomik krizin yaşandığı bir dönemde gerçekleştirilmesi aktif olarak devam eden şantiye sayısının az olması, devam eden bazı şantiyelerin ise işleri yavaşlatmış olması, şantiyede gözlem yapmak için izinlerin alınmasında yaşanan güçlükler ise çalışmanın kısıtları arasında yer almaktadır. Veri toplamada yaşanan bu sıkıntılar sebebiyle; hazır çelik çubuğun yerine konması iş kalemi için hesaplanan N' (gözlem sayısı) değeri 283,69 bulunmasına rağmen ilgili iş kaleminin verimliliği hesaplanırken 15 adet gözlem yapılabilmektedir. Bununla beraber; hazır çelik çubuğun yerine konması iş kaleminde hesaplanan işgücü verimlilik değeri ile bu iş kalemi için taşeron deneyimlerine göre elde edilen verimlilik değeri arasında ise sadece % 8 oranında bir fark olduğu görülmüştür. Dolayısıyla iş ölçümü sonucu hesaplanan işgücü verimlilikleri ile taşeron sonuçlarının paralel çıkması; çalışmada kullanılan yöntemin ve yapılan ölçüm sayısının uygulamayı yansıttığını aynı zamanda da taşeronların deneyimlerini doğru yansıttığını kanıtlar niteliktedir. Diğer 10 adet iş kaleminde formül sonucunda hesaplanan gözlem sayılarına

ulaşılabilmiştir. Ayrıca, çalıştırılan işgücü sayısının azaltılması ya da kriz etkisiyle işçilik ücretlerinin bir önceki yıla göre %30-50 arasında azalması da sonuçlara yansımıştır.

Hesaplanan işgücü verimliliklerinin genelinde ÇŞBİTBFA ile yüksek farklar (%100'ün üzerinde) bulunduğu belirlenmiştir. İncelenen iş kalemlerinden sadece hazır çelik çubuğun yerine konması iş kaleminde, bu çalışma ile bakanlık verileri arasında fazla fark (%21) çıkmamıştır. Bu değerlerin ÇŞBİTBFA değerlerine yakın çıkmasının sebebinin; bu iş kaleminin imalatı için kullanılan yöntemlerde ve teknolojik olanaklarda fazla değişiklik olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışma kapsamında incelenen iş kalemleri arasında hazır çelik çubuğun yerine konması işinin, işgücü verimliliği açısından güncelliğini en fazla koruyan iş kalemi olduğu söylenebilir.

Mesleki yeterlilik için Aile, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından Ulusal Meslek Standartları belirlenmiş ve bu standartlar göz önünde bulundurularak Mesleki Yeterlilik Kurumu tarafından düzenlenen sınavlar aracılığıyla başarılı olan kişilere mesleki yeterlilik belgesi verilmeye başlanmıştır. 01.01.2012 tarihinden itibaren de şantiyede yetki belgeli usta çalıştırılma zorunluluğu getirilmiştir. Bu durum da işçilik kalitesini ve verimliliği olumlu yönde etkilemektedir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin literatür ile karşılaştırması sonucu ortaya çıkan farklar üzerinde; 2012 yılı öncesi yapılan çalışmalar için, çalışanların mesleki yeterlilik eğitimine sahip olmamalarının da etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca şantiyelerde görev alan işçilerin mesleki yeterlilik belgesi alma zorunluluğunun olması ve teknolojinin her geçen gün gelişmesi buna karşılıklı ÇŞBİTBFA'nda yer alan ekip kompozisyonlarındaki işçi sayısının ve adam saat değerlerinin güncellenmemesinden dolayı uygulama ile bakanlık analizleri arasında literatürde de belirtildiği üzere farklar ortaya çıkmıştır. Bu farklar, yaşanan ekonomik kriz sebebiyle taşeronların işçi sayılarını azaltma eğiliminde olmasının da etkisiyle daha da artmıştır.

İnşaat işlerinde teklif hazırlanması, iş programı yapılması, kamuda ihaleye katılan yüklenicilerin değerlendirilmesi (yapı yaklaşık maliyetinin hesaplanması) gibi işler için kullanılan işgücü verimlilikleri (adam saat değerleri), çoğunlukla Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan kaynak analizlerindeki değerler baz alınarak belirlenmektedir. Fakat bu çalışma sonucunda elde edilen adam saat değerleri ile ÇŞBİTBFA'nda bulunan değerler karşılaştırıldığında görülen büyük orandaki farklara göre ÇŞBİTBFA'da güncellemeler yapılmadığı takdirde bu değerlerin baz alınarak yapıldığı hesaplamalarda (keşif çalışmaları, ekip kompozisyonu oluşturma, iş programı hazırlanması) tam olarak doğru sonuçlara ulaşılamayacağı görülmektedir.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, iş ölçümü yapılan şantiye sayısı artırılmalı; farklı iş ölçüm yöntemleri kullanılarak sonuçlar kıyaslanmalı ve hareket ekonomisi prensipleri göz önüne alınarak alternatif metotlar geliştirilmelidir. ÇŞBİTBFA'ya güncel uygulamalar takip edilerek yeni çıkan iş kalemleri de eklenmelidir. İnşaat işlerinde kaynak analizleri periyodik olarak gözden geçirilmeli ve değişen teknolojiye göre güncellenmelidir. Bu güncellemeler yapılırken aktif olarak iş yapan firmalar tarafından oluşturulabilecek istatistikler de göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, yeni kaynak analizlerine göre rayiç bedeller revize edilmelidir.

Özel sektörde aktif olarak iş yapan firmaların kendi istatistiklerini oluşturmaları ve bunu bir veri tabanında paylaşmaları ekip verimliliklerinin ve rayiç bedellerin şehir bazında ve işin çeşidine göre kıyaslanmasına olanak sağlayacaktır. Firmalar tarafından açık erişimli bir platformun oluşturulması ihaleye katılacak yüklenicilerin tekliflerini tutarlı oluşturmalarına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Alboğa, Ö. (2019) Betonarme Binalarda İş Ölçümü ile Verimlilik Analizi Yapılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi.
2. Aydın, M.K. (2019)http://www.mustafakemalaydin.com/wp-content/uploads/2014/08/In-saat_Projelerinde_Kalite_Yonetimi_Uygulamalari.pdf, Erişim tarihi: 15.08.2019, Konu: *İnşaat Projelerinde Kalite Yönetimi Uygulamaları*.
3. Chuan,Q.T, Pheng,L.S. (2006)Environmental Factors and Work Performance of Project Managers in the Construction Industry, *International Journal of Project Management*, 24, 24-37. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.06.001>
4. Ghoddousi,P., Hosseini,M.R. (2012) A Survey Of The Factors Affecting The Productivity Of Construction Projects in Iran, *Technological And Economic Development of Economy*, 18,1, 99–116. <https://doi.org/10.3846/20294913.2012.661203>
5. https://portal.myk.gov.tr/index.php?option=com_meslek_std_taslak&view=taslak_listesi_yeni&msd=2, Erişim Tarihi:12.12.2019, Konu: *Ulusal Meslek Standartları*.
6. <http://disk.org.tr/wp-content/uploads/2019/02/DISK-AR-Krizde-Emeg%CC%86in-Durumu-Arastirmasi-SON.pdf> , Erişim Tarihi: 18.12.2019, Konu: *Krizde Emegi Durumu Araştırması*.
7. <https://intes.org.tr/wp-content/uploads/2019/01/%C4%B0N%C5%9EAAT-SEKT%C3%96R%C3%9C-RAPORU.pdf> , Erişim tarihi: 15.08.2019, Konu: *İnşaat Sektörü Raporu (2019)*.
8. http://intes.admind.com.tr/wp-content/uploads/2017/12/sayi_134.pdf, Erişim tarihi:16.08.2019, Konu: *İnşaat Sanayi Dergisi, 2017 raporu*.
9. Ibroke,O.T., Oladinrin,T.O., Adeniyi,O., Eboreime,I.V. (2013) Analysis of Non-Excusable Delay Factors Influencing Contractors' Performance in Lagos State, Nigeria *Journal of Construction in Developing Countries*, 18,1,53–72.
10. Ikediashi,D.I., Ogunlana,S.O., Alotaibi,A. (2014) Analysis of Project Failure Factors for Infrastructure Projects in Saudi Arabia: A Multivariate Approach, *Journal of Construction in Developing Countries*, 19,1,35–52.
11. Karim,N.A., Hassan,S.H., Yunus,J.N., Hashim,M.Z. (2012) Factors Influence Labour Productivity and the Impacts on Construction Industry, *Awam International Conference on Civil Engineering & Geohazard Information Zonation*.MALEZYA.
12. Kazaz, A.,Ulubeyli, S. (2004) A different approach to construction labour in Turkey: comparative productivity analysis,*Building and Environment*,39,93 – 100. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2003.08.004>
13. Kobu, B. (1998) *Üretim Yönetimi*, Beta Yayınları, İstanbul.
14. Kuruoğlu,M., Bayoğlu,F.İ. (2001)Yapı Üretiminde Adam saat Değerlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma Ve Sonuçları. *XVI İnşaat Mühendisliği Teknik Kongresi*. ANKARA.
15. Olaoluwua,O., Adesanya,D.A. (2015) Productivity of Concrete Placement by Dumpers in Nigeria, *International Journal of Engineering Research and Development* ,11, 03,15-28. <http://dx.doi.org/10.7492/IJAEC.2015.004>
16. Oral,E., Mıstıkoğlu,G., Tufan,D. (2006)Zaman Etüdü İle Yapım İşlerinde Adam Saat Değerlerinin Belirlenmesi. *7.Uluslararası İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler Kongresi*,İstanbul.

17. Oral, M., Oral, E., Aydın, A. (2011) Supervised vs. Unsupervised Learning for Construction Crew Productivity Prediction, *Automation in Construction*, 22, 271-276. doi:10.1016/j.aut-con.2011.09.002
18. Öcal, M.E, Tat, A., Erdiş, E. (2005) Bayındırlık İşleri Birim Fiyat Analizlerindeki İşgücü Verimliliklerinin İncelenmesi. 3. *Yapı Kongresi*, İzmir.
19. REFA. (1985) *İş Etüdü ve Yöntem Bilgisi*. Cilt: 1-2-3, MPM Yayınları, Yayın no: 544, Ankara.
20. Shehata, M.E., El-Gohary, K.M. (2011) Towards improving construction labor productivity and projects' performance, *Alexandria Engineering Journal*, 50, 321-330. doi:10.1016/j.aej.2012.02.001
21. Tat, A. (2000) Bayındırlık İşleri Birim Fiyat Analizlerindeki İşgücü ve Makine Gücü Verimliliklerinin İrdelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi.
22. Tufan, D. (2007) Bina İnşaatlarında Adam Saat Değerlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Uygulama Örneği, *Yüksek Lisans Tezi*, Mustafa Kemal Üniversitesi.
23. Ulubeyli, S., Kazaz, A., Er, B. (2014) Planning Engineers' Estimates on Labor Productivity: Theory and Practice, *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 119, 12 - 19. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.004>

