



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy  
2012, Volume: 7, Number: 2, Article Number: 1A0324

**NWSA-ENGINEERING SCIENCES**

Received: January 2012

Accepted: April 2012

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

**Dostcan Sevim**

**Murat Kuruoğlu**

Istanbul Technical University

dostcan@gmail.com

kuruoglu@itu.edu.tr

Istanbul-Turkey

**VERİMLİLİKLERİN MEVSİME GÖRE DEĞİŞİMİNİN ANALİZİ**

**ÖZET**

İnşaat projelerinde verimlilik, birim zamanda yapılan birim imalat olarak tanımlanmaktadır. Projelerin toplam süresinin belirlenmesinde uygulanan süresel planlama için projede yer alan bütün faaliyet sürelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Faaliyet süreleri ise eldeki verimlilik değerlerine bağlıdır. İnşaat sektörünün emek yoğun bir sektör olmasından ve birçok faaliyetin hala insan gücüne dayalı olmasından dolayı verimlilik değerleri mevsimlere göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu çalışmada verimliliklerin mevsim değerlerine göre değişiminin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu nedenle Türkiye’de inşaat sektöründe oldukça büyük bir paya sahip olan konut sektöründe yer alan köklü bir inşaat firmasının projelerindeki verimlilik değerleri ile mevsimsel değerler arasındaki ilişki regresyon analizi yöntemiyle bulunmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İnşaat Proje Yönetimi, Süresel Planlama, Verimlilik, Mevsime Göre Değişim, Regresyon Analizi

**ANALYSIS OF PRODUCTIVITY VALUES DUE TO SEASONS**

**ABSTRACT**

Productivity in construction projects, is defined as unit work done at unit time. In order to make scheduling which is used for determining the total project time of constructions, time of each activity in that project must be assigned at the design phase. Determining activity times depends on productivity values. Construction sector is kind of labour intensive sector and a lot of activities at production is still based on manpower, so productivity values can vary from season to season. In this article, investigation of variability of productivity due to different seasons is aimed. To do so, relationship between climate conditions and productivity values which are obtained from construction projects of the Turkish firm which has well-established place at building sector in Turkey, was investigated by regression analysis.

**Keywords:** Construction Management, Time Planning, Productivity, Change Due to Seasons, Regression Analysis

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Planlama, inşaat sektörü için çok önemli ve vazgeçilmez bir unsurdur. Gerek ulusal gerekse uluslararası düzeyde giderek artan rekabetçi ortam, malzeme fiyatlarındaki artış, her bir projenin kendine has özelliklere sahip olması, risk payının yüksek olması ve projelerin çevresel koşullardan kolayca etkilenmesi, inşaat projelerinde planlamanın önemini daha da arttırmaktadır. Şüphesiz ki, inşaat projelerinde planlama açısından en çok üzerinde durulması gereken konu süresel planlamadır. İnşaat projelerinin karmaşık yapısı, maliyet ve kalite gibi unsurların süresel planlamaya bağlı olması, yaşanan anlaşmazlıklarının çoğunun projenin teslim süresiyle ilgili olması gibi nedenler bu sonucu doğurmuştur. Kuruoğlu ve diğ. [1] tarafından yapılan bir çalışmada süresel planlamayı etkileyen faktörler araştırılmış ve çizelge haline getirilmiştir. Tablo 1’de faktörler değişik gruplar tarafından önem sırasına konulmuştur. Çalışma sonrası elde edilen bulgulara göre hazırlanan çizelgenin bir kısmı aşağıdaki gibidir:

Tablo 1. Süresel planlamayı etkileyen faktörler [1]  
(Table 1. Factors affecting time planning [1])

Süresel Planlamayı Etkileyen Faktörler	Teknik Ofis	Saha Uygulama	Yönetim	Planlama	Katılımcı
Malzemenin zamanında teslimi	1	11	2	1	2
İşgücü Verimliliği	2	2	7	5	3
Etkin bir iş programının kullanımı	3	4	2	2	1
Proje-Yapım Koordinasyonu	4	13	6	9	9
İşgücü temini	5	4	6	5	6
Projede yapılan değişiklikler	6	24	7	11	24
Planlama yapılırken dikkate alınması gereken stratejik aktiviteler	7	17	4	6	17
Yönetim personelinin sayısının yeterliliği ve deneyimi	7	9	1	3	5
Alt yüklenicilerin seçimi	8	15	13	15	19
Proje tipi ve özellikleri	9	15	6	7	18
Efektif organizasyon yapısı	9	18	16	18	25
Firma bazlı finansal problemler	10	2	3	6	4

Saha uygulama kısmında süresel planlamayı etkileyen faktörler açısından birinci sırada “İşin sürekliliğinin sağlanması” yer almaktadır.

Bu çalışmada da görüldüğü gibi, işgücü verimliliği süresel planlamayı etkileyen faktörler arasında üst sıralarda yer almaktadır. Burada mevsimsel faktörler işgücü verimliliği bağılı altında incelendiğinden ayrı bir şekilde yer almamıştır.

Süresel planlama için projelerde CPM, PERT, Monte-Carlo Simülasyonu gibi birçok teknik geliştirilmiştir. Bu tekniklerin kullanılması için yapım başlangıcı öncesi faaliyetlerin, faaliyetler arası ilişkilerin ve her bir faaliyet için gereken süresinin

belirlenmesi gerekmektedir. Faaliyetlerin süreleri belirlenirken her bir faaliyet türü için ortalama bir verimlilik değeri kullanılır ve bu değerler proje süresince genellikle değiştirilmez. Fakat bu durum proje için süre açısından büyük bir risk oluşturmakta ve projenin toplam süresini belirlemede hata yapılmasına neden olmaktadır. Çünkü inşaat faaliyetleri, özellikle kaba işler, çevresel koşullardan etkilenebilmektedir. Çevresel koşullar arasında ise en etkili faktör hava şartlarıdır. Hava şartlarının mevsime göre değişiklik göstermesi, verimlilik değerlerinin de değişiklik göstermesine sebep olması muhtemeldir. İnşaat projelerinde, mevsime göre verimlilik değerlerinin belirlenmemesinden dolayı faaliyet süreleri sabit kabul edilmektedir. Fakat gerçekte durum daha farklı olmaktadır. Özellikle kritik faaliyetlerin, belirlenen süreden daha uzun zamanda bitirilmesinden dolayı projeler genellikle tam zamanında bitirilememektedir. Aynı şekilde, planlama yapılırken faaliyet süreleri için belirlenen süre, risk payının düşürülmesi amacıyla çok uzun hesap edilmekte ve bu da firmaların iş veya ihale kazanmalarındaki rekabet gücünü azaltmaktadır. Bu çalışmanın amacı da değişen verimlilik değerlerinin proje başlangıcında yapılan süresel planlamayı ne ölçüde etkilediğini göstermek ve çeşitli çözüm önerilerinde bulunmaktır.

## **2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)**

Projelerin toplam süreleri hesaplanması gerçekleştirilen faaliyetlerdeki verimlilik değerlerine bağlıdır. Bu değerler çoğu zaman proje yöneticilerinin ve planlamacıların tecrübelerine dayanmaktadır ve süresel planlamada kullanılan verimlilik değerlerinin mevsim şartları gibi faktörlerden etkisi göz ardı edilmektedir. Günümüzde ise verimliliğin özellikle inşaat sektörü gibi insan gücüne dayanan sektörlerde mevsim şartlarından etkilenebileceği fikri yaygınlaşmıştır. Ayrıca giderek artan rekabet ortamında firmaların rekabet güçlerini arttırabilmeleri için işçilerini en verimli şekilde kullanmaları gerekmektedir. Bu da ancak verimliliğin hangi şartlarda etkilendiğini ölçmekle mümkün olur. Bu nedenlerden dolayı yapılan bu çalışma inşaat sektörü açısından önemli bir yere sahip olmuştur.

## **3. ANALİTİK ÇALIŞMA (ANALYTICAL STUDY)**

### **3.1. Literatür Özeti (Literature Review)**

İnşaat projelerinde verimlilik en kısa ifadesiyle birim zamanda yapılan birim iş olarak tanımlanmaktadır. Daha geniş ifadesiyle "Verimlilik, bir üretim ya da hizmet sisteminin ürettiği çıktı ile, bu çıktıyı yaratmak için kullanılan girdi arasındaki ilişkidir. Bu nedenle verimlilik, çeşitli mal ve hizmetlerin üretimindeki kaynakların emek, sermaye, arazi, malzeme, enerji, bilgi-etken kullanımınıdır." [2] Verimlilik değerlerine birçok faktör etki etmektedir. "İnşaat projelerinde verimliliğe etki eden 4 ana faktör şu şekilde sıralanabilir: Örgütsel, ekonomik, fiziksel ve sosyo-politik faktörler. Bu çalışmanın da temasını oluşturan fiziksel faktörler; yüksek hızlı rüzgarlar, düşük ve yüksek sıcaklıklar, kar birikmesi, yüksek veya düşük hava basıncı, yüksek nem oranları, sağanak yağmurlar veya bunların herhangi bir kombinasyonu, işçi verimliliği açık şekilde etkileyen en bilinen faktörlerdir." [3]

Her ne kadar inşaat projelerinde mevsim şartlarının verimlilik değerine etkisi ülkemizde yeteri kadar incelenmemişse de yurtdışındaki çalışmalar 1960'lara dayanmaktadır. 1966 yılında Clapp [4] tarafından yapılan çalışmada konut üretimindeki verimlilikler incelenmiş ve sıcaklık ve bağıl nem değerleri ile arasındaki ilişki ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Daha sonrasında, soğuk havanın verimliliğe etkisini değerlendirilmediği için eleştirilen ve Grimm ve Wagner [5] tarafından ortaya konan çalışmada duvar işlerindeki verimliliğin hava

koşullarıyla arasındaki bağlantı kurulmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada sadece sıcaklık ve bağıl nem, yapılan analizde bağımsız değişken olarak yer almıştır. A.B.D’de Ulusal Elektrik İşleri Yüklenicileri Birliği’nin (NECA) [6] yaptığı bir çalışmada verimlilik değerlerinin nemden etkilendiğini belirtmiştir. Bu çalışmaya göre özellikle yüksek sıcaklıkta nem değerlerindeki değişim verimliliği göreceli olarak daha fazla etkilemektedir.

Konuyla ilgili 1985 yılında Koehn ve Brown [7] tarafından yapılan çalışmada hava koşulları ile verimlilik değerleri arasında doğrusal olmayan bir ilişki olduğu gözlemlendiği belirtilmektedir. Yapılan bu çalışmanın sonuçları Thomas ve Yiakoumis [8] tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir. Fakat bu çalışmaların sıcaklıktaki azami limitinin 28 °C ile sınırlanmış olması daha ileri bir çalışmayı gerektirmiştir. Bu nedenle Oglesby ve diğ. [9] tarafından 1989 yılında verimliliği etkileyen çevresel faktörler konusunda bir çalışma yapılmış ve bu çalışmada “thermal comfort zone (termal rahatlık bölgesi) kavramı ortaya atılmıştır. Bu kavrama göre, en yüksek verimlilik değerleri değişik bağıl nem değerlerinde 10 ile 21 °C arasında gözlemlenmiştir. Srinavin ve Mohamed [10] tarafından Tayland’da yapılan bir çalışmada inşaat projelerindeki verimlilik değerlerinin mevsime göre değişimi incelenmiştir. Bu çalışmada Uluslararası Standart Organizasyonu (ISO) tarafından ortaya konan ve işçilerin termal olarak ne kadar rahat olduğunu gösteren “Productivity Mean Vote” (PMV) katsayısı ele alınmaktadır. PMV katsayısı sadece hava şartlarını ele almamaktadır. Bunun yanında işçilerin giydiği kıyafet ve iş yükü de dikkate alınmakta ve PMV katsayısı, insan vücudunun bu değişkenlere verdiği tepki olarak tanımlanmaktadır.

Bu çalışmalara rağmen, İngiltere’de Reading Üniversitesi’nde 3 sene boyunca yapılan çalışmanın sonuçları Bilhaif [11] tarafından 1990 yılında bildirilmiştir. Bu çalışmaya göre verimlilik ve sıcaklık arasında bir bağlantı vardır ama bu bağlantı tutarlı değildir. Bilhaif’e göre çalışmanın tutarlı olması için yapılan işlerin sınıflandırılması gerekmektedir.

### 3.2. Amaç ve Kapsam (Objective and Scope)

Bu çalışmanın esas amacı, mevsimlere göre değişebileceği düşünülen işçi verimliliklerinin işin yapıldığı zaman dilimindeki hava şartlarıyla arasında ilişki bulmak amacıyla regresyon analizi yapılmasıdır. Regresyon analizi sonucunda elde edilen veriler ışığında daha doğru planlama yapılması sağlanmış olacaktır.

Bu çalışmanın kapsamını, konut projelerinden elde edilen çeşitli işçi verimlilik değerlerinin işin yapıldığı zaman dilimdeki hava şartlarına göre regresyon analizi oluşturmaktadır. Türk inşaat sektöründe önemli bir yere sahip olan, çoğunlukla konut projesi yapan köklü bir inşaat firmasının 2006 - 2009 yıllarında İstanbul ilinde yapımına devam ettiği 6 farklı projedeki imalat ve yevmiye bilgileri temin edilmiştir. Bu bilgiler haftalık rapor halinde hazırlanmış ve her iş kalemi için o hafta yapılan imalat miktarı ve imalat miktarına denk gelen yevmiye (bir güne denk gelen mesai) miktarları raporda yer almıştır. Hava şartlarının direkt olarak etkileyeceği düşünülen kaba yapı iş kalemlerinden **konvansiyonel kalıp, demir donatı, beton ve duvar işlerinin** imalat ve yevmiye değerleri regresyon analizinde kullanılmıştır. Ayrıca iş kalemlerinin yapıldığı zaman dilimindeki hava durumunu gösteren veriler Kandilli Rasathanesi Meteoroloji Bölümü’nden temin edilmiştir. Sıcaklık, **bağıl nem ve rüzgar hızı değerleri** hava durumunu gösteren en önemli faktörler olarak belirlenmiş ve regresyon analizinde bu veriler kullanılmıştır. Sıcaklığın birimi °C, bağıl nemin birimi % ve rüzgar hızının birimi metre/saniye (m/sn)’dir. Yapılan analiz her bir iş kalemi için

(konvansiyonel kalıp, demir donatı, beton ve duvar işleri) ayrı yapılmış ve sonuçlar ayrı şekilde sunulmuştur.

### 3.3. Varsayımlar ve Sınırlılıklar (Assumptions and Restrictions)

Her çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da bazı varsayımlar yapılmıştır ve bazı sınırlılıklar mevcuttur. Öncelikle sıcaklık, bağıl nem ve rüzgar hızı değerlerinin işin yapıldığı tarihteki hava durumunu yansıttığı varsayılmıştır. Herhangi bir yağış olduğunda üretim yapılmayacağı varsayılarak yağış miktarı, regresyon analizde bağımsız değişken olarak yer almamıştır. Bunun yanında çalışmada bazı sınırlılıklar mevcuttur. Öncelikle verimlilik değerleri tek bir inşaat firmasından alınmıştır. Ayrıca 2006 - 2009 yılları arasındaki değerlere ulaşılmıştır. Bu değerler projede yer alan planlama mühendisleri tarafından tutulmuştur. Günlük olarak saat 14:00'daki hava durumu değerleri alınmış ve verimlilik değerleri haftalık raporlandığından hava şartlarının da haftalık ortalaması alınmıştır. Bu duruma göre bütün iş kalemleri için sıcaklık değerleri 3,29 - 32,31 °C arasında, bağıl nem değerleri %36,86-88,57 arasında, rüzgar hızı ise 1,61 - 7,21 m/sn arasında değişmektedir.

### 3.4. Yöntem ve Uygulama (Method and Application)

#### 3.4.1. Analiz Modelinin Belirlenmesi

##### (Determining the Type of Analysis)

Çalışma öncesi yapılan literatür taramasında görülmüştür ki, bu konuyla ilgili en iyi yöntem korelasyon ve regresyon analizidir. "Korelasyon, olasılık kuramı ve istatistikte iki rassal değişken arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü ve gücünü belirtir. Genel istatistiksel kullanımda korelasyon, bağımsızlık durumundan ne kadar uzaklaşıldığını gösterir. Farklı durumlar için farklı korelasyon katsayıları geliştirilmiştir. Bunlardan en iyi bilineni **Pearson çarpım-moment korelasyon katsayısıdır.**" [12] Bu korelasyon katsayısının esas alınması için bütün değişkenlerin dağılımlarının normal dağılım olması gerekmektedir.

"**Regresyon analizi**, iki ya da daha çok değişken arasındaki ilişkiyi ölçmek için kullanılan analiz metodudur. Eğer tek bir değişken kullanılarak analiz yapılıyorsa buna tek değişkenli regresyon, birden çok değişken kullanılıyorsa çok değişkenli regresyon analizi olarak isimlendirilir. Regresyon analizi ile değişkenler arasındaki ilişkinin varlığı, eğer ilişki var ise bunun gücü hakkında bilgi edilebilir." [12] Analiz sonucu bulunan "**düzenlenmiş en küçük kareler toplamı (adjusted R<sup>2</sup>)**" bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni ne ölçüde etkilediğini göstermektedir. Hava şartları 3 ayrı bağımsız değişken olarak, verimlilik değerleri ise bağımlı değişken olarak yer almaktadır. Her bir iş kalemi için ayrı korelasyon ve regresyon analizi yapılacaktır. Analiz, istatistik çalışmalarında çoğunlukla kullanılan SPSS 15.0 programında yapılmıştır.

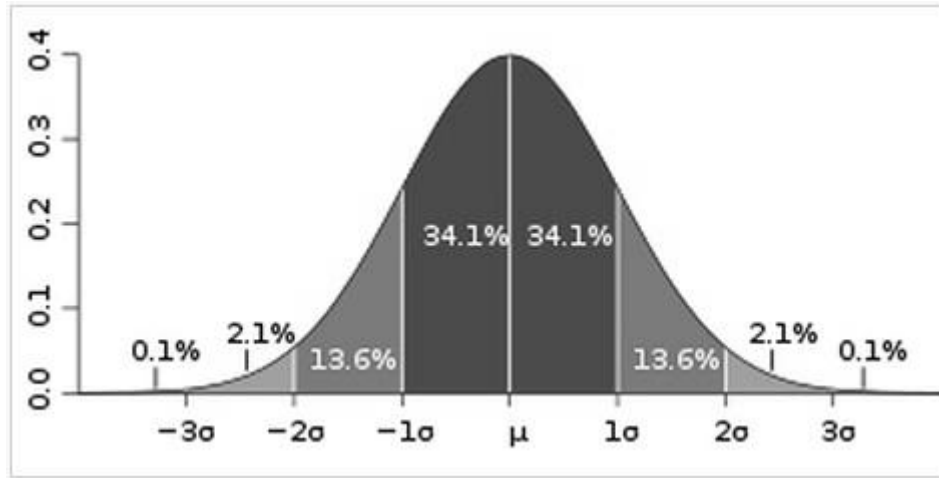
#### 3.4.2. Verilerin Toplanması (Collecting the Data)

Öncelikle İstanbul'da konut sektöründe yer alan köklü bir inşaat firmasından 2006 - 2009 yılları arasında devam ettiği projelerdeki imalat ve yevmiye değerleri alınmıştır. Bundan dolayı bu çalışmada verimlilik, imalat/yevmiye olarak kabul edilip, bir işçinin yevmiye başına düşen imalat miktarı elde edilmek istenmektedir. Bu değerler haftalık değerlerdir. Bundan dolayı Kandilli Rasathanesi Meteoroloji Bölümü'nden elde edilen saatlik hava şartları verilerinin haftalık ortalaması alınması zorunlu olmuştur. Kalıp işleri için 180, donatı işleri için 168, beton ve duvar işleri 119'ar veri bulunmaktadır. Bu değerler de tutarlı bir sonuç bulunması için istatistiksel olarak yeterli kabul edilmektedir. Kalıp işlerinin verimlilik birimi

(m<sup>2</sup>/yev), donatı işlerinin verimlilik birimi (kg/yev), beton işlerinin verimlilik değeri (m<sup>3</sup>/yev) ve duvar işlerinin verimlilik değeri (m<sup>2</sup>/yev) olarak belirlenmiştir.

### 3.4.3. Verilerin Çözümü ve Yorumlanması (Analysis and Interpretation of data)

Öncelikle değişkenler arasında ilişki olup olmadığını anlamak amacıyla korelasyon analizi uygulanmıştır. Daha öncesinde Pearson çarpım-moment korelasyon katsayısının kullanılabilmesi için eldeki verilerin normal dağılım olması gerekmektedir. Normal dağılım, **merkezi limit teoremine göre**, dağılımda yer alan verilerin %68,2'sinin pozitif ve negatif birinci standart sapma değerlerinin içerisinde kalması gerekmektedir. Aşağıdaki şekil merkezi limit teoremini göstermektedir ve buna göre bütün verilerin normal dağılım olmadığına bakılmıştır.



Şekil 1. Merkezi limit teoremi [12]  
(Figure 1. Central limit theorem [12])

MS Excel paket programında yapılan analizde eldeki bütün verilerin normal dağılım gösterdiği ve Pearson çarpım-moment katsayısının kullanılabileceği görülmektedir. Aşağıdaki çizelgede her bir iş kalemi için ayrı bir şekilde verilerin ortalaması, standart sapması ve birinci standart sapma sınırları içerisinde % kaç veri kaldığı görülmektedir:

Tablo 2. Değişkenlerin dağılım değerleri  
(Table 2. Distribution values of variables)

	Verimlilik Değeri	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Rüzgar Hızı (m2/sn)	
Kalıp İşleri (m2/yev)	Ortalama	12, 58	19,4	62,91	4,17
	Standart Sapma	6,52	7,41	10,17	1,03
	(+) ve (-) Standart Sapma Arasındaki % Veri	68,26%	68,26%	68,26%	68,26%
Donatı İşleri (kg/yev)	Ortalama	473	19,7	62,02	4,21
	Standart Sapma	226	7,61	10,24	1,09
	(+) ve (-) Standart Sapma Arasındaki % Veri	68,26%	68,26%	68,26%	68,26%
Beton İşleri (m3/yev)	Ortalama	15,72	18,6	63,24	4,15
	Standart Sapma	7,09	7,8	11,24	1,07
	(+) ve (-) Standart Sapma Arasındaki % Veri	68,26%	68,26%	68,26%	68,26%
Duvar İşleri (m2/yev)	Ortalama	17,26	19,4	62,53	4,06
	Standart Sapma	8,86	7,51	11,94	1,12
	(+) ve (-) Standart Sapma Arasındaki % Veri	68,26%	68,26%	68,26%	68,26%

Yapılan korelasyon analize göre şu sonuçlar elde edilmiştir:

Tablo 3. Verimlilik ve hava şartları arasındaki korelasyon  
(Table 3. Correlation between productivity and climate conditions)

	Sıcaklık	Bağıl Nem	Rüzgar Hızı
Kalıp Verimlilik	0,134	-0,069	-0,072
Donatı Verimlilik	0,144	0,026	-0,081
Beton Verimlilik	-0,203	0,361	-0,175
Duvar Verimlilik	0,126	-0,114	0,084

Her ne kadar korelasyon analizi değişkenler arasındaki ilişki hakkında bilgi verse de, kesin sonuca ulaştırmamaktadır. Kesin sonuç için yapılan regresyon analizindeki anlamlılık seviyesine (significance level) bakılması gerekmektedir. "Bir olayın ortaya çıkma şansının olasılığının çok küçük olduğunu kabul etmek için gereken kanıtların miktarı '**anlamlılık seviyesi**' veya kritik p-değeri olarak isimlendirilir." [13] İstatistik biliminde p değerinin 0,05'ten küçük olması yapılan analizin en az %95 seviyesinde anlamlı olması anlamına gelmektedir. Bu çalışmada "çoklu doğrusal regresyon analizi" model olarak seçilmiştir. Her bir iş kalemi için yapılan regresyon analizi ve anlamlılık seviyesi sonuçları aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 4. Kalıp işleri regresyon analizi  
 (Table 4. Regression analysis of formwork)

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	$\beta$	t	p	F	Model (p)	R <sup>2</sup>
Verimlilik (Y)	Sabit	6,037	0,936	0,351	1,964	0,121	0,016
	Sıcaklık (X1)	0,212	1,983	0,049			
	Bağıl Nem (X2)	0,070	0,922	0,358			
	Rüzgar Hızı (X3)	-0,647	-1,437	0,153			

Bu analizde modelin p değeri 0,05'ten büyük olduğu için yapılan regresyon analizi anlamlı bulunmamış ve bundan dolayı bir sonuca ulaşılamamıştır.

Tablo 5. Donatı işleri regresyon analizi  
 (Table 5. Regression analysis of reinforcement bar works)

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	$\beta$	t	p	F	Model (p)	R <sup>2</sup>
Verimlilik (Y)	Sabit	-278,254	-1,219	0,225	5,737	0,001	0,078
	Sıcaklık (X1)	14,988	3,995	0,000			
	Bağıl Nem (X2)	9,187	3,356	0,001			
	Rüzgar Hızı (X3)	-27,802	-1,901	0,059			

Bu analizde p değerinin 0,05'ten küçük olduğu belirlenmiş ve modelin regresyon için anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Modelin anlamlılığını tespit edildikten sonra bağımsız değişkenin de anlamlılığına bakılmakta ve anlamlılık gösteren değerler dikkate alınmaktadır. Yapılan regresyon analizine göre bağımsız değişkenlerin verimlilik değerini %8 seviyesinde etkilediği gözlemlenmiştir. Analiz sonucu bulunan fonksiyon şu şekildedir:

$$\text{Verim (Y)} = 228,252 + ( 14,988 * \text{Sıcaklık} ) + ( 9,187 * \text{Nem} ) \quad (1)$$

Tablo 6. Beton işleri regresyon analizi  
 (Table 6. Regression analysis of concrete pouring works)

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	$\beta$	t	p	F	Model (p)	R <sup>2</sup>
Verimlilik (Y)	Sabit	-9,019	-1,151	0,252	8,480	0,000	0,160
	Sıcaklık (X1)	0,271	2,055	0,042			
	Nem (X2)	0,369	4,082	0,000			
	Rüzgar Hızı (X3)	-1,045	-1,961	0,052			

Bu analizde p değerinin 0,05'ten küçük olduğu belirlenmiş ve modelin regresyon için anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Yapılan regresyon analizine göre bağımsız değişkenlerin verimlilik değerini %16 seviyesinde etkilediği gözlemlenmiştir. Analiz sonucu bulunan fonksiyon şu şekildedir:

$$\text{Verim (Y)} = 7,833 + ( 0,271 * \text{Sıcaklık} ) + ( 0,369 * \text{Nem} ) \quad (2)$$



Tablo 7. Duvar işleri regresyon analizi  
(Table 7. Regression analysis of masonry works)

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	$\beta$	t	p	F	Model (p)	R <sup>2</sup>
Verimlilik (Y)	Sabit	16,628	2,051	0,043	0,817	0,487	0,005
	Sıcaklık (X1)	0,077	0,496	0,621			
	Nem (X2)	-0,048	-0,505	0,615			
	Rüzgar Hızı (X3)	0,472	0,650	0,517			

Bu analizde modelin p değeri 0,05'ten büyük olduğu için yapılan regresyon analizi anlamlı bulunmamış ve bundan dolayı bir sonuca ulaşılamamıştır.

#### 4. SONUÇLAR (RESULTS)

Yapılan bu çalışmada hava şartlarıyla konut üretimindeki kaba işler arasındaki ilişki regresyon analiziyle gösterilmek amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kalıp ve duvar işleri sıcaklık, bağıl nem ve rüzgar hızından dikkate alınacak şekilde etkilenmemekte, donatı ve beton işleri sırasıyla %8 ve %16 seviyelerinde etkilenmektedir. Bu sonuçlar İstanbul'da konut sektöründe çalışan işçilerin hava şartlarından çok fazla etkilenmediğini ve verimliliklerin mevsime göre çok fazla değişkenlik sağlamadığını göstermektedir. Bu sonucun birçok nedeni olabilir. Öncelikle analizde kullanılan hava şartları değerleri ortalama olarak alınmış ve bu değerler çok uç noktalarda olmamıştır. (Örneğin, sıcaklık değerlerinin 3 - 32 °C arasında değişmesi gibi) Bunun yanında, bu sonuçlardan işçi verimliliklerinin, ekonomik, örgütsel ya da sosyo-politik faktörler gibi farklı faktörlerden etkilenebildiği sonucuna varılabilir. Örneğin işçinin maaşının ödenmemesi verimliliğini daha fazla düşürülebilir hipotezi ortaya atılabilir. Bunun için yapılacak daha kapsamlı bir çalışma işgücü verimliliklerinin hangi faktörlerden ne kadar etkilendiğini gösterebilir.

#### NOT (NOTICE)

"Bu makale, 25-26-27 Kasım 2011 tarihleri arasında TMMOB Bursa İMO Şubesi tarafından düzenlenen "6.İnşaat Yönetimi Kongresi"nde sözlü bildiri olarak sunulan, Kongre Oturum Başkanları ve Bilim Kurulu tarafından "Başarılı" bulunan ve hakemlik sürecinden geçirilen çalışmanın yeniden yapılandırılmış versiyonudur."

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Kuruoğlu, M., Sevim M., Şaşmaz H., Ezcan V. ve Işıksağ Ü., (2009). İnşaat Projelerinde Süresel Planlamayı Etkileyen Faktörler ve Etki Derecelerinin Türkiye Koşullarında Belirlenmesi. 5. Yapı İşletmesi Kongresi, Bildiriler Kitabı, s. 17-18.
2. Kırankaya, T., (2007) Rusya Federasyonu'nda İnşaat İşçiliği Verimliliğinin ve Proje Karlılığına Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi. İTÜ Yapı İşletmesi Yüksek Lisans Tezi.
3. Ulubeyli, S., (2004) İnşaat Sektöründeki İş gücü Verimliliğinin Proje Süresine Etkisi ve Maliyet Analizi. Akdeniz Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.
4. Clapp, M.A., (1966) The effect of adverse weather conditions on productivity on five building sites. Building Research Establishment. Watford Construction series current paper No. 21.

5. Grimm, C.T., (1974) Wagner N.K. Weather effects on mason productivity. *Journal of the Construction Division*, s.35.
6. NECA, (1974), The effect of temperature on productivity.
7. Koehn, E. and Brown, G., (1985) Climatic effects on construction. *Journal of Construction Engineering and Management ASCE*, s.37.
8. Thomas, H.R. and Yiakoumis, I., (1987) Factor model of construction productivity. *Journal of Construction Engineering and Management*. s.39.
9. Oglesby, C.H., Parker, H.W., and Howell, G.A., (1989) *Productivity improvement in construction*. New York: McGraw-Hill, Inc.
10. Srinavin, K. and Mohamed, S., (2003) Thermal environment and construction workers' productivity: some evidence from Thailand.
11. Bilhaif, A., (1990) *The Influence of High Temperatures on the Productivity of Construction Workers*, University of Reading.
12. Soong, T.T., (2004) *Fundamentals of Probability and Statistics For Engineers*, Wiley, s. 204, 335-357.
13. Newbold, P., (2000) *İşletme ve İktisat için İstatistik*, Literatür Yayınları, Çeviren: Ümit Şenesen.