

# Bina Bakım Onarım Ödeneklerinin Etkin Kullanımı Maksadıyla İhale Bedelini Etkileyen Faktörlerin Yapay Sinir Ağları ve Linear Regresyon Yöntemleri ile Belirlenmesi

Mustafa YILMAZ<sup>1\*</sup>, Recep KANIT<sup>2</sup>, Mürsel ERDAL<sup>2</sup>, Serkan YILDIZ<sup>1</sup>, Adem BAKIŞ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kara Harp Okulu, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Türkiye

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Türkiye

(Geliş / Received : 24.04.2016 ; Kabul / Accepted : 08.07.2016)

## ÖZ

Kısıtlı mali kaynaklar nedeniyle kamu binaları bakım - onarım işleri için planlanan ödeneklerin planlama döneminde kullanılması büyük önem arz etmektedir. Ancak, personelin iş yükü, bakım onarım işlerinin bünyesinde pek çok belirsizlik barındırması gibi nedenlerle sağlıklı yapılan birinci keşif bedelleri üzerinden tahsis edilen ödenekler, çoğunlukla yaklaşık maliyetin altında kalmakta, bu ise ilave ödenek tahsisi için işlerin geciktirilmesine veya işin tamamen yapılamayarak ödeneğin bütçeye iade edilmesine neden olmaktadır. Öte yandan, çoğu zaman sözleşme bedellerinin yapılan ihale indirimleri nedeniyle genellikle ilk ödenek sınırları içerisinde kaldığı görülmektedir. Bu çalışmada, kısıtlı bakım onarım ödeneklerinin etkin kullanımını sağlamak maksadıyla, teklif vermeyi etkileyen yaklaşık maliyet bedeli, işin yapıldığı il, idare, onarımın tipi, ihale tarihi, işin süresi ve geçerli teklif sayısı gibi parametreler etkisinde ihale bedellerinin tahminine çalışılmıştır. Bu kapsamda bir kamu kurumunun 2015 yılında gerçekleştirdiği muhtelif bakım onarım faaliyetlerine ait 211 ihale verisi regresyon-korelasyon yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemiyle de test edilerek karşılaştırmalar yapılmıştır. Çalışma sonuçlarının, kamu binalarının bakım onarımı için planlanan ödeneklerin daha etkin ve verimli kullanılabilmesinde, ilgili kamu görevlilerine yol göstereceği değerlendirilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** İnşaat Sektörü, Kamu Binaları, Regresyon Analizi, Yapay Sinir Ağları.

## Determination of The Factors Effecting The Tender Price by way of Artificial Neural Networks and Linear Regression Analyses in order to Utilize Maintenance and Repair Funds More Effectively

### ABSTRACT

The funds allocated for the maintenance and repair of the public buildings must be spared as scheduled, because of the limited financial resources. However, because of the uncertainties embodied within the very nature of the maintenance and repair works, and the working load, most of the time, the funds based on the untruth-worthy bill of quantities remain below the approximate cost and this causes delays in the works or a complete collection of projects and returning the allocated funds back to the budget eventually. On the other hand, due to discounts, the tender prices usually remain within the limits of the funds allocated at the very beginning. In this paper, for the purpose of using the limited funds allocated for the maintenance and repair works effectively, by taking the factors effecting the bidding into consideration such as; approximate cost, and the city where the work is to be done, and contracting authority, and repair type, and bidding date, and duration of the work, and number of accepted bids, the correct estimates of contract prices have been studied. In this regard, the 211 bidding data concerning various maintenance and repair projects carried out by a public institute in 2015 have been analyzed using regression-correlation method. The results of the analysis have been tested by way of Artificial Neural Networks (ANN) and some comparisons made. It has been shown that the results of the study will lead the way for public officials in utilizing the funds allocated for the maintenance and repair of public buildings more effectively and efficiently.

**Keywords:** Construction Sector, Public Buildings, Regression Analyses, Artificial Neural Network.

### 1.GİRİŞ (INTRODUCTION)

Türkiye’de kamu yapı stoğu gün geçtikçe yaşlanmakta ve mevcut binaların bakım - onarım ve idamesi için her

geçen gün analitik bütçenin “03.8 Gayrimenkul Mal Bakım Onarım Giderleri” Ekonomik Sınıflandırma Kodu (ESK)’ndan daha fazla kaynak aktarılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ödenek yetersizliği nedeniyle onarım ihtiyaçları zamana yayılmakta, zamanında giderilemeyen onarım ihtiyaçları nedeniyle de her geçen gün ilave hasarlar oluşmakta ve onarım maliyetleri gün geçtikçe

\*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)

e-posta: myilmaz@kko.edu.tr

Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/2016.19.4 461-470

artmaktadır. Diğer taraftan çeşitli nedenlerle tahsis edilen ödeneklerin zaman zaman kullanılmadığı ve bütçeye geri iade edildiği de görülmektedir. Ödeneklerin etkin kullanılmama nedenlerinin başında ödenek planlamasına esas keşiflerin doğru ve eksiksiz hazırlanmaması sonucunda yaklaşık maliyetlerin tahsis edilen ödenegin üzerinde çıkması ve ilave ödenek tahsis edilemediği veya tahsis süreçleri uzadığı için mali yıl içinde ihaleye çıkılmaması olduğu görülmektedir. Bazen de ödenek sınırları içerisinde kalabilmek maksadıyla ihtiyaç olmasına rağmen bazı imalat kalemlerinin proje kapsamından çıkarıldığı ve onarım sonrasında problemin tam anlamıyla çözüme kavuşturulmadığı durumlarla karşılaşmaktadır. Öte yandan edinilen tecrübeler, yaklaşık maliyeti tahsisli ödenegini aşan birçok bakım onarım işinde ilave ödenek temin edilerek gerçekleştirilen ihale sonrasında ilk ödenek sınırları dâhilinde bir bedel üzerinden sözleşme akdedildiğini göstermektedir.

Bu çalışmada bakım onarım ödeneklerinin daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak maksadı ile bakım onarım işlerinde ihale bedellerinin tahminine odaklanılmıştır. Literatür taramasıyla elde edilen inşaat ihalelerinde teklif verme kararına etki eden ve kâr marjını etkileyen faktörlerden hareketle; yaklaşık maliyet bedeli, işin yapıldığı il, idare, onarımın tipi, ihale tarihi, işin süresi ve geçerli teklif sayısı gibi parametrelerin bakım-onarım projelerinde ihale bedelleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmada kullanılmak üzere Kamu İhale Kurumu (KİK)'nin resmi internet sitesinden, Milli Savunma Bakanlığı (MSB) tarafından Bütçe Masraf Planı (BMP) 2015 kapsamında gerçekleştirilen kamu binalarının muhtelif bakım onarım faaliyetlerine ait 211 ihale verisi temin edilmiştir. Elde edilen veriler SPSS-21 (Statistical Packages for the Social Sciences/Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi) programı yardımıyla regresyon-korelasyon yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Bulunan sonuçlar MatlabR2013b (Matrix Laboratory/Çok Paradigmalı Sayısal Hesaplama Yazılımı) programında “nntool” modülü yardımıyla da Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemiyle de test edilmiş ve karşılaştırmalar yapılmıştır.

## 2. KAMU BİNALARI BAKIM – ONARIM FAALİYETLERİ (MAINTENANCE AND REPAIR WORKS FOR PUBLIC BUILDINGS)

### 2.1. Yasal Düzenlemeler (Legislative Regulations)

Mevcut kamu binalarının bakım - onarım faaliyetleri; “bunların ekonomik ömürlerini ve değerlerini arttırmaya yönelik olmayan yenileme amaçlı bakım onarımlar dışında kalan ve doğrudan işletmeye yönelik düzenli olarak yapılması gereken bakım onarımlar” ile sınırlandırılmıştır[1]. Bu tanım kapsamında yapılan harcamalar belli bir limit dâhilinde bütçenin “cari harcamalar” kalemine gider kaydedilmiş, limiti geçen tutardaki bakım onarım harcamaları ise “sermaye” kalemine işlenmiştir. Analitik bütçenin 03.8 ESK'sı altında, yapı cinslerine göre bir takım alt kodlar

oluşturmak ve lojman, sosyal tesisler gibi bazı yapı cinsleri için yıl içinde sarf edilebilecek ödenekleri sınırlandırmak suretiyle mevcut binaların bakım onarımına yapılan harcamalar bütçe kanunu ile disiplin altına alınmıştır.

Modernizasyon bütçelerinin rahatlatılması amacıyla mevcut kamu yapılarının periyodik bakım - onarım harcamalarına ayrılan payın azaltılması bu ödenegin planlanmasını daha da önemli hale getirmiştir. Envantere kayıtlı bir bina için kullanıcı kamu kurum/kuruluşu tarafından yapılan bakım onarım talebi üzerine bina, uzman teknik personel tarafından yerinde incelenerek onarım ihtiyacı tespit edilmekte ve bu aşamada konu hakkında teknik rapor ve ödenek planlamasına esas “Birinci Keşif” tanzim edilmektedir. Yerinde yapılan ölçümlere veya röleve projelerine istinaden çıkarılan metraj değerleri üzerinden yapılan kuruşlandırmaya “Birinci Keşif” veya “Ön Keşif” denilmektedir. Bu keşif tahmin, varsayım ve kabullere dayanılarak hazırlanmakta ve dolayısıyla planlama, projelendirme ve ihale hazırlık aşamalarında bilgi seviyesi değiştikçe keşif değeri de değişebilmektedir. Bakım onarım ödeneklerinin yerinde ve etkin kullanılması, ödenek planlamasına esas teşkil eden birinci keşiflerin doğru ve eksiksiz hazırlanmasıyla ilişkili görülmektedir. Ancak; ödenek tahsisine esas birinci keşifler belirsizliğin hüküm sürdüğü bir ortamda hazırlandığından maliyet tahmininin tutarlılığı keşfi yapan teknik personelin tecrübesiyle de yakından ilgili olmaktadır. Diğer taraftan onarım keşfi talep edilen bina sayısının çok fazla olması nedeniyle aşırı işgücü ihtiyacının ortaya çıkması, birinci keşiflerin hassas bir şekilde yapılmasını neredeyse imkânsız hale getirmektedir. Kısacası onarım işlerinde birinci keşfe dayalı ödenek tahsisi, bünyesinde pek çok belirsizliği barındıran ve doğası gereği isabet yüzdesi pek yüksek olmayan bir husus olarak ortaya çıkmaktadır. Böyle olmasına rağmen pek çok bakım onarım işinin ihale sonrası birinci keşfe göre tahsis edilen ödenegini aşmayan bir bedel üzerinden sözleşmeye bağlandığı görülmektedir.

Tahsis edilen ödenek ile ihale neticesi sözleşmeye bağlanan onarım işinin ihale bedeli arasındaki fark ne kadar az olursa, onarım işlerindeki performans o kadar yüksek olmaktadır. Ancak; 4734 sayılı Kamu İhale Kanununun “Temel İlkeler” başlıklı 5'nci maddesinin “Ödenegin bulunmayan hiçbir iş için ihaleye çıkılamaz” hükmü bu etkin kullanıma engel olarak algılanmaktadır. Bundan dolayı ihaleye esas yaklaşık maliyetin tahsisli ödenegini aşması durumunda, ya ilave ödenek talebinde bulunulmakta ya da onarım konusu işin bir kısmından sarf-ı nazar edilerek işin kapsamı daraltılmaktadır. Ülkenin o anki ekonomik durumuna ve rekabet şartlarına bağlı olarak her ihalede değişen oranlarda indirim yapılmakta ve sonuçta bir taraftan tahsisli ödenegin ihale indirimine denk gelen kısmı harcanmadan iade edilme diğer taraftan da ihtiyacın bir kısmı ödenek yetersizliği sebebiyle ihale kapsamından çıkarılma gibi çelişkili bir durumla karşı karşıya kalınmaktadır. Her ihale sonrası artan ödenekler sıradaki onarıma tahsis edilerek yeniden

harcanmaya çalışılmakta ve mevcut binaların bakım onarımları etkin ve ekonomik olarak zamanında yapılamamaktadır.

## 2.2. İhale Stratejileri (Bidding Strategies)

Bir taraftan ödeneğin yetersiz kalması nedeniyle o yılın bütçesinde ödenek planlanan bazı bakım onarım işlerinin ertelenmesi ve zaten kısıtlı olan ödeneğin harcanmayarak bütçeye iade edilmesi söz konusu iken, diğer taraftan ilave ödenek temin edilerek gerçekleştirilen birçok işte ihale sonrasında ilk ödenek sınırları dâhilinde bir bedel üzerinden sözleşme akdedildiği görülmektedir. Buradan yola çıkılarak, ödeneği yaklaşık maliyetin altında kalan işlerde ihaleye çıkılıp çıkılmama kararının verilebilmesini etkileyecek olan ihale bedeline etki eden faktörlerin belirlenmesine çalışılmıştır. Literatürde inşaat ihalelerinde teklif vermeye etki eden faktörler incelendiğinde; teklif vermeye etki eden ve kar marjını etkileyen faktörlerin yeni yapı ya da onarım ayrımı

etkileyen faktörleri belirlenmiştir [4]. Shash ve Hadi (1993) yaptıkları bir başka çalışmayla Suudi Arabistan'da yüklenicilerinin kar marjını etkileyen faktörleri belirlemişlerdir[5]. Türkiye için teklif verme kararına etki eden faktörler Dikbaş (1995) tarafından araştırılmıştır[6]. Jarkas ve arkadaşları (2014) tarafından Katar'lı yüklenicilerin ihaleye teklif verme kararlarını etkileyen faktörler 5 ana faktör altında toplanarak önem derecelerine göre sıralanmıştır[7]. Oo ve arkadaşları (2010) yaptıkları çalışmada tasarladıkları karma modelle teklif stratejisi için önemli olan faktörleri belirlemişlerdir[8]. Bunların dışında da ihaleye teklif verme kararını etkileyen faktörlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmış ve tespit edilen faktörler farklı ana faktörler altında toplanmıştır [9-11]. Hwang ve Kim (2015) tarafından yapılan bir çalışmada uluslararası ihalelerde teklif vermeye etki eden faktörler belirlenmiştir [12]. Bu parametrelerden öne çıkanlar Çizelge-1'de verilmiştir.

**Çizelge-1.** Teklif Vermeye ve Kar Marjına Etki Eden Faktörler

FAKTÖRLER	Ahmed ve Minkarah (1988) [2]	Ahmed (1990) [3]	Shash (1993) [4]	Shash ve Hadi (1993) [5]	Clough ve Sears (1994) [9]	Dikbaş (2007) [6]	Bagies ve Fortune (2006) [10]	Oo ve ark. (2010) [8]	Mübarek ve Means (2012) [11]	Jarkas ve ark. (2014) [7]	Hwang ve Kim (2015) [12]
Yaklaşık Maliyet Bedeli (İşin Büyüklüğü)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
İşin Yapıldığı İl (Şantiyenin Yeri)	√	√	√		√	√	√		√	√	
İdare (Müşteri/İşveren)	√		√		√	√	√				√
Onarımın Tipi (İşin Tipi)	√		√		√	√	√	√	√	√	√
İhale Tarihi (İhale Zamanı)							√				√
İşin Süresi (Süre)	√		√	√			√			√	√
Geçerli Teklif Sayısı (Rakiplerin Katılma Durumu/Katılan Rakip Sayısı)	√	√	√				√	√		√	√

yapılmaksızın inşaat ihaleleri geneli için belirlendiği, isteklilerin çeşitli kategoriler altında toplanan farklı ancak birbiriyle bağlantılı parametreleri eşzamanlı değerlendirerek teklif verdikleri görülmektedir. Teklif vermeye etki eden faktörlerin belirlenmesine yönelik ilk çalışmalar Ahmed ve Minkarah (1988) tarafından ABD'de yapılmıştır [2]. Ayrıca Ahmed (1990) tarafından teklif verme mekanizmasını anlamaya yönelik yapılan bir çalışmada deterministik (proje, boyutu ve konumu) ve olasılık (riskler ve rekabet) boyutlu bir ihale metodolojisi önermiştir[3]. Daha sonra Shash (1993) tarafından İngiltere'de yapılan bir çalışmada teklif kararlarını

Yapılan çalışmaların bir kısmı bölgesel olmakla birlikte inşaat sektörünün karakteristik yapısından dolayı farklı çalışmalarda benzer faktörlerin dikkate alındığı görülmüştür. Bu çalışmalar; gelişen teknoloji, değişen sistemler, yenilenen kanun ve yönetmelikler, ülkelerin politik ve coğrafi konumu, anket ya da veri alınan kişilerin geneli yansıtmadaki göreceliği ve yıllara göre insanların bakış açılarındaki değişimin faktörlerin önemini belirleme etkili olduğunu göstermektedir.

### 3.MATERYAL VE METOD (MATERIAL AND METHOD)

Araştırmada kullanılmak üzere KİK'in resmi internet sitesinden, MSB tarafından BMP 2015 kapsamında gerçekleştirilen kamu binalarının muhtelif bakım onarım faaliyetlerine ait ihale verileri temin edilmiştir. Örneklem için, ilgili bakanlığa bağlı farklı kurum/kuruluşlarda gerçekleştirilen 211 onarım faaliyeti, tamamen rastgele seçilmiştir. Bu onarım işlerine ait ihale numarası, işin

kodları, MSB Bölge Başkanlıkları sorumluluk bölgelerinde (Şekil-2) bizzat ilgili Bölge Başkanlığınca gerçekleştirilen ihaleler için idare bilgisine Bölge Başkanlığının konulu olduğu ilin plaka kodu (toplam 63 ad. onarım işi), bizzat kullanıcı kurum/kuruluş marifetiyle gerçekleştirilen ihaleler (148 ad. onarım işi) için de 99 girilmiştir. İhale tarihi olarak ihalenin gerçekleştirildiği ay girilmiştir.

Çizelge-2 (a). İhale Bedelleri

İhale Bedelleri (bin TL)	10-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-1.000	1.000-2.000
İhale Sayısı	90	59	26	10	11	14	1

Çizelge-2 (b). İhale Tarihleri

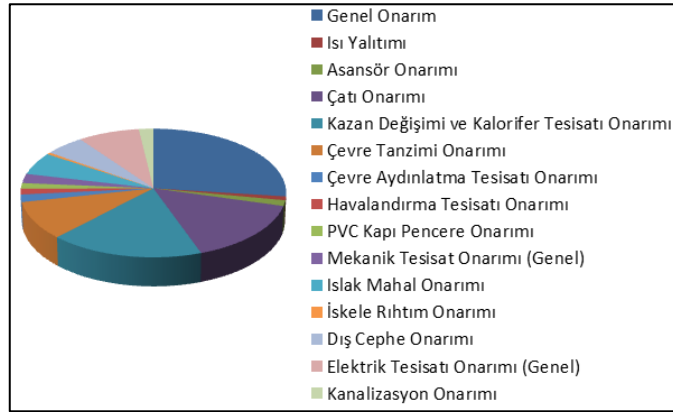
İhale Tarihi (Ay)	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
İhale Sayısı	14	42	59	52	41	3	-

Çizelge-2 (c). İşlerin Süreleri

İşin Süresi (Takvim Günü)	10-30	31-45	46-60	61-75	76-90	91-120	121-150
İhale Sayısı	48	44	49	25	35	9	1

Çizelge-2 (d). Geçerli Teklif Sayıları

Geçerli Teklif Sayısı	1	2	3	4	5	6-10	11-15
İhale Sayısı	43	45	47	23	19	33	11



Şekil-1. Onarım Tipleri

yapıldığı yer (il), idare, işin adı, ihale tarihi, yaklaşık maliyeti, sözleşme bedeli, işin süresi, ihale dokümanı satın alan firma sayısı, toplam teklif sayısı ve geçerli teklif sayısı gibi ihale bilgilerine ulaşılmıştır. Söz konusu ihalelere ilişkin genel bilgiler Çizelge-2(a-d)'de sunulmuştur. İhale kapsamını incelenerek onarım tiplerine göre gruplandırılan işlerin dağılımları Şekil-1'de gösterilmiştir.

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS-21 analiz programı kullanılmıştır. Veriler programa aktarılırken işin yapıldığı yer (il) bilgisine illerin plaka



Şekil-2. Bölge Başkanlıklarının Sorumluluk Alanları ve İhale Sayıları

MSB tarafından BMP 2015 kapsamında gerçekleştirilen kamu binalarının muhtelif bakım onarım faaliyetlerine ait veriler, SPSS-21 programı yardımıyla regresyon-korelasyon yöntemi kullanılarak istatistiki yönden analiz edilmiştir. Bulunan sonuçlar Matlab R2013b programında “nntool” modülü yardımıyla da YSA yöntemiyle de test edilmiştir. Bu analizlerde kullanılan bağımsız parametrelerin belirlenmesinde teklif verme kararına etki eden ve kâr marjını etkileyen faktörlerden yararlanılmıştır [1-12].

Yurt dışı ve yurt içinde inşaat ihalelerinde teklif verme kararına etki eden ve kâr marjını etkileyen Çizelge-1’deki faktörlerden hareketle MSB’nin BMP 2015 ihale verilerinden; yaklaşık maliyet bedeli (işin büyüklüğü), işin yapıldığı il (şantiyenin yeri), idare (müşteri/işveren), onarımın tipi (işin tipi), ihale tarihi (ihale zamanı), işin süresi (süre) ve geçerli teklif sayısı (rakiplerin katılma durumu/katılan rakip sayısı) parametrelerinin ihale bedelini etkileyen bağımsız değişken olarak atanması uygun görülmüştür.

### 3.1. Lineer Regresyon Analizi (Linear Regression Analyses)

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 ve gücü hakkında bilgi edinilebilmektedir. Değişkenler arasındaki ilişkiler regresyon analizi ile ölçülmektedir. Regresyon analizi ile tanımlayıcı istatistikler yanında çıkarımsal istatistikler de yapılabilmektedir. Normal dağılımlı iki değişken arasında doğrusal ilişki olup olmadığı “Basit Lineer Regresyon Analizi” ile test edilmektedir. Ancak birbirleriyle de etkileşim içinde olan birden fazla değişkenin bir değişkeni etkilediği durumlarda tek değişkenli regresyon analizi yerine çok değişkenli regresyon analizi yapılmaktadır.

Çok değişkenli regresyon analizinde, bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasında doğrusal ilişki matematiksel olarak aşağıdaki şekilde modellenmektedir.

$$Y = \alpha + \beta_1\chi_1 + \beta_2\chi_2 + \beta_3\chi_3 + \dots + \beta_n\chi_n \quad (1)$$

### 3.2. Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Network)

YSA; insan beyninin sinir hücrelerinden oluşmuş katmanlı ve paralel olan yapısının tüm fonksiyonlarıyla beraber sayısal dünyada gerçeklenmeye çalışılan modellenmesidir. YSA tahminleme, sınıflandırma, kümeleme gibi birçok karmaşık problemin çözümünde kullanılan oldukça etkili bir yöntem olarak bilinmektedir. YSA’nın en önemli özelliği karmaşık sistemlerin geçmiş bilgilerinden yola çıkarak örnek üzerinde öğrenme yolu ile probleme çözüm getirebilmesidir [13]. YSA, paralel olarak bağlanmış biyolojik sinir sistemine benzeyen basit elemanlardan oluşmaktadır. Ağın fonksiyonunu bu elemanlar arasındaki büyük çaplı bağlantılar oluşturmaktadır. Elemanların birbirleriyle bağlandıkları

ağırlık değerlerinin ayarlanarak belirli bir fonksiyonun gerçekleştirilmesi için ağız eğitilmesi sağlanmaktadır. Böylece belirli bir girdiye karşılık ağ bir çıktı üretmektedir [14].

YSA yardımıyla birçok probleme çözüm bulunabilmektedir. Her problemin çözümüne dönük farklı ağ yapıları kullanılmaktadır. Bu çalışmada özellikle sınıflandırma, tahminleme gibi problemlerde oldukça sık kullanılan [15] Çok Katmanlı Algılayıcı Modeli (ÇKA) kullanılmıştır.

### 3.3. Korelasyon (Correlation)

4734 sayılı kanunla ödeneği olmayan işlerin ihale edilmesini yasaklayan hükmün ihale bedelini karşılayacak yeterli ödeneği bulunmayan işleri kapsamı gerektiği gerçeğinden hareketle bu çalışma kapsamında mevcut bütçe dâhilinde gerçekleştirilebilecek maksimum onarım tutarının belirlenmesi ve bu şekilde onarım faaliyetlerindeki etkinliğin artırılması hedeflenmiştir.

Bunun için ihale bedeli, yaklaşık maliyet, idare, ihale tarihi, işin süresi, yeri, tipi ve geçerli teklif sayılarının birbirleriyle ilişkileri incelenmiş ve ihale bedeli ile yaklaşık maliyet, işin süresi, idare, ihale tarihi ve geçerli teklif sayısı arasında anlamlı; onarımın tipi ile de aralarında daha zayıf bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. İhale bedeli ile onarımın yeri arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir (Çizelge-3).

Çizelge-3’deki korelasyon matrisi, bağımlı değişken olan ihale bedeli ile yaklaşık maliyet, işin süresi, idare, ihale tarihi, geçerli teklif sayısı, işin yeri ve onarım tipi değişkenlerinin her biri arasındaki korelasyonu gösterdiği gibi aynı zamanda, bağımsız değişkenlerin birbiriyle olan korelasyonunu da göstermektedir. Bağımsız değişkenler arasında korelasyon değerinin yüksek olması, değişkenlerin aynı türden bilgiler içerdiği ve bu her bir değişkenin salt etkisinin belirlenmesinin zor olacağı anlamına gelmektedir. Regresyon analizi sonuçlarının daha doğru olması için bağımsız değişkenler arasında düşük korelasyon tercih edilmektedir[16]. Çizelge 3’e bu açıdan bakıldığında, yaklaşık maliyet ile diğer tüm bağımsız değerler arasında düşük de olsa korelasyon olduğu, onarım tipi ve geçerli teklif sayısı ile diğer bağımsız değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olmadığı ancak idare, işin süresi ve ihale tarihi arasında belirli bir oranda korelasyon olduğu görülmektedir. İhale bedeli üzerinde yaklaşık maliyetin çok büyük pozitif (aynı yönlü) bir etki yarattığı, ihale makamı ile ihale tarihinin negatif (ters yönlü), işin süresi ile geçerli teklif sayısının pozitif yönlü ancak çok sınırlı bir etkisinin olduğu, onarım tipinin ise anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Yapılacak regresyon analizi için ihale bedeli bağımlı değişken onarımın yeri dışındaki diğer değişkenler de (yaklaşık maliyet, işin süresi, idare, ihale tarihi, geçerli teklif sayısı ve onarım tipi) bağımsız değişken olarak belirlenmiştir.

Çizelge-3. Örneklem Korelasyon Matrisi

	İhale Bedeli	Yaklaşık Maliyet	İdare	İhale Tarihi	İşin Süresi	Geçerli Teklif	Onarımın Tipi	Onarımın Yeri
İhale Bedeli	1	,983**	-,365**	-,271**	,466**	,209**	-,138*	-,099
Anlamlılık (Pearson)		,000	,000	,000	,000	,002	,046	,151
N	211	211	211	211	211	211	211	211
Yaklaşık Maliyet	,983**	1	-,351**	-,291**	,459**	,241**	-,122**	-,082
Anlamlılık (Pearson)	,000		,000	,000	,000	,000	,077	,237
N	211	211	211	211	211	211	211	211
İdare	-,365**	-,351**	1	,332**	-,560**	-,107	-,081	,417**
Anlamlılık (Pearson)	,000	,000		,000	,000	,123	,239	,000
N	211	211	211	211	211	211	211	211
İhale Tarihi (Ay)	-,271**	-,291**	,332**	1	-,499**	-,085	-,006	,159*
Anlamlılık (Pearson)	,000	,000	,000		,000	,220	,928	,021
N	211	211	211	211	211	211	211	211
İşin Süresi	,466**	,459**	-,560**	-,499**	1	,117	,035	-,341**
Anlamlılık (Pearson)	,000	,000	,000	,000		,091	,615	,000
N	211	211	211	211	211	211	211	211
Geçerli Teklif	,209**	,241**	-,107	-,085	,117	1	-,012	,014
Anlamlılık (Pearson)	,002	,000	,123	,220	,091		,862	,839
N	211	211	211	211	211	211	211	211
Onarımın Tipi	-,138*	-,122	-,081	-,006	,035	-,012	1	-,018
Anlamlılık (Pearson)	,046	,077	,239	,928	,615	,862		,796
N	211	211	211	211	211	211	211	211
Onarımın Yeri	-,099	-,082	,417**	,159*	,341**	,014	-,018	1
Anlamlılık (Pearson)	,151	,237	,000	,021	,000	,839	,796	
N	211	211	211	211	211	211	211	211

\*\* Korelasyon 0.01 seviyesinde anlamlı (Çift taraflı).

\* Korelasyon 0.05 seviyesinde anlamlı (Çift taraflı).

#### 4. UYGULAMA VE BULGULAR (APPLICATION AND FINDINGS)

##### 4.1. Lineer Regresyon Analizi (Linear Regression Analyses)

MSB tarafından BMP 2015 kapsamında gerçekleştirilen kamu binalarının muhtelif bakım onarım faaliyetlerine ait 211 verinin örneklem olarak alındığı regresyon analizinde ihale bedeli bağımlı değişken; yaklaşık maliyet, işin süresi, idare, ihale tarihi, onarım tipi ve geçerli teklif sayısı bağımsız değişken olarak alınmıştır.

Regresyon analizinin sonuçları Çizelge 5’de verilmiştir. Seçilen %5 anlamlılık seviyesinde, işin süresi ( $P=0,198>0,05$ ), idare ( $P=0,103>0,05$ ) ve onarım tipi

( $P=0,096>0,05$ ) değişkenlerinin istatistiki açıdan anlamlı olmadığı anlaşılmaktadır. İhale tarihi ( $P=0,040<0,05$ ) ve geçerli teklif sayısı ( $P=0,024<0,05$ ) değişkenlerinin regresyona çok sınırlı katkısı bulunmaktadır. Buna karşın, yaklaşık maliyet ( $P=0,0005<0,05$ ) değişkeninin regresyona önemli katkıda bulunduğu görülmektedir.

İhale bedelindeki değişimi tahmin etmek için yaklaşık maliyetin bağımsız değişken olarak alındığı yeni bir model oluşturulmuş ve regresyon analizi tekrarlanmıştır. Analiz sonuçları Çizelge-6’da verilmiştir. Sonuçlar beklendiği gibi ihale bedeli ile yaklaşık maliyet bağımsız değişkeni arasında güçlü bir korelasyona ( $R=0,983$ ) işaret etmektedir.

Çizelge-5. Katsayılar<sup>a</sup>

Model	Standartlaştırılmamış Katsayılar		Standart Katsayılar	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
1 (Sabit)	-16009,4	21705,664		-,738	,462
Yaklaşık Maliyet	,820	,012	,977	65,965	,000
İşin Süresi	150,979	116,943	,022	1,291	,198
İdare	-111,961	68,297	-,025	-1,639	,103
İhale Tarihi (Ay)	4072,096	1969,125	,030	2,068	,040
Geçerli Teklif	-2117,268	929,099	-,029	-2,279	,024
Onarım Tipi	-806,730	482,377	-,021	-1,672	,096

<sup>a</sup> Bağımlı Değişken: İhale Bedeli

Çizelge-6. Katsayılar<sup>a</sup>

Model	Standartlaştırılmamış Katsayılar		Standart Katsayılar	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
1 (Sabit)	-5493,526	2928,225		1,876	,062
Yaklaşık Maliyet	,824	,011	,983	76,295	,000

<sup>a</sup> Bağımlı Değişken: İhale Bedeli

Ŷ: İhale bedeli, a: Sabit değeri ve X<sub>1</sub>: yaklaşık maliyeti göstermek üzere, gerçek doğrusal ilişkinin matematiksel modelini gösteren ifade (1) aşağıda denkleme dönüşmüştür.

$$\hat{Y} = a + bX_1 \quad (2)$$

Bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkende meydana gelen değişimleri açıklama gücü “Tanımlayıcılık (determinasyon) katsayısı” olarak adlandırılmakta ve R<sup>2</sup> ile ifade edilmektedir. Çizelge 7’deki R<sup>2</sup> (=0,965) değeri; yaklaşık maliyetin ihale bedelindeki değişimin %97’sini açıklayabildiğini göstermektedir. Çizelge 7’de 30,926.40 TL olarak hesaplanan “Standart Hata Tahmini” örneklerden elde edilen sonuçlar ile gerçek değerler arasındaki farkı yani başka bir ifadeyle fiili Y değerlerinin regresyon yüzeyi etrafındaki dağılımını göstermektedir[17].

Çizelge-7. Özet

Model	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Standart Hata Tahmini
1	,983 <sup>a</sup>	,965	,965	30,926.39901

<sup>a</sup> Tahmin Unsurları: (Sabit), Yaklaşık Maliyet

Bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki korelasyon H<sub>0</sub> ve H<sub>1</sub> hipotezleri ile test edilmiştir.

H<sub>0</sub>: Bağımlı değişken (ihale bedeli) ile bağımsız değişken (yaklaşık maliyet) arasında doğrusal bir ilişki yoktur.

$$[H_0: b_1=0]$$

H<sub>1</sub>: Bağımlı değişken (ihale bedeli) ile bağımsız değişken (yaklaşık maliyet) arasında doğrusal bir ilişki vardır.

$$[H_1: b_1 \neq 0]$$

Çizelge 8’deki açıklanan (regresyon) değişiminin açıklanamayan (residual) değişime oranını gösteren (mean karelerin oranı) F (=5820,95) değeri istatistikî açıdan önemli (P=0,0005) bulunmuştur. H<sub>0</sub> hipotezi

Çizelge-8. Anova<sup>b</sup>

Model	Kareler Toplamı	df	Mean Kare	F	Anlamlılık
1 Regresyon	5,6E+012	1	5,567E+011	5820,95	,000 <sup>a</sup>
Rezidal	1,9E+011	209	956442155,6		
Toplam	5,8E+012	210			

seçilen %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmiş ve böylelikle H<sub>1</sub> hipotezi yani modeldeki bağımsız değişken ile ihale bedeli arasında doğrusal bir ilişki olduğu hipotezi kabul edilmiştir.

<sup>a</sup> Tahmin Unsurları: (Sabit), Yaklaşık Maliyet

<sup>b</sup> Bağımlı Değişken: İhale Bedeli

Çizelge 6 B sütununda bulunan kısmi regresyon katsayıları kullanılarak, ihale bedeli ile ilgili tahmin edilen denklem (2),

$$\hat{Y} = -5493,526 + 0,824X \quad (3)$$

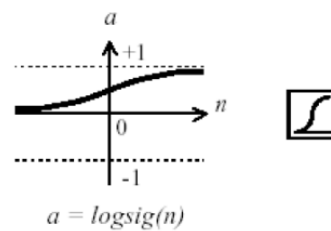
olarak elde edilmiştir.

#### 4.2. Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Network)

Regresyon Analizi ile ulaşılan sonuçları test etmek amacıyla aynı veri kümesi öncelikle;

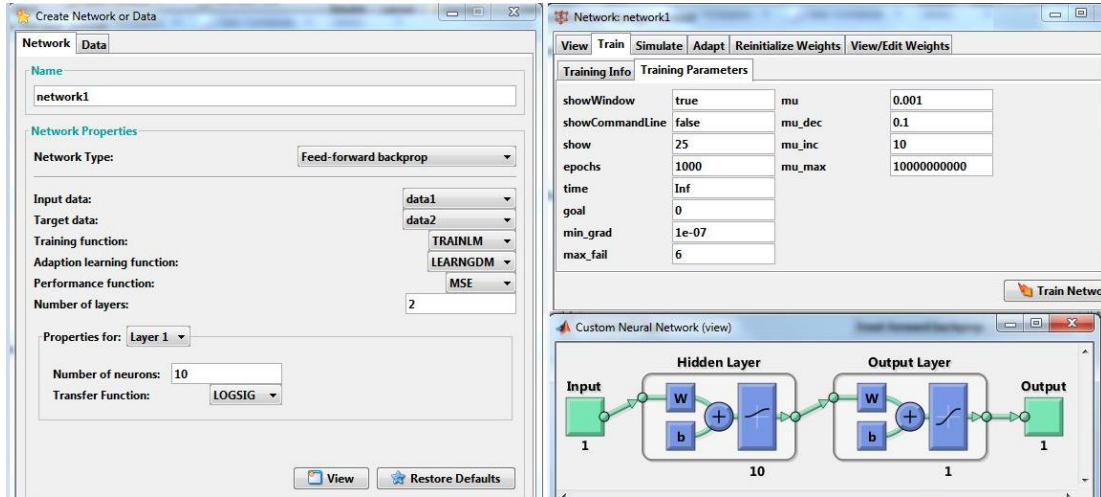
$$0.8 * [(X - \text{Min}) / (\text{Maks} - \text{Min})] + 0.1 \quad (4)$$

Formülüyle 0.0 ile 0.9 arasında normalize edilmiştir. Tüm sonuçların pozitif olduğundan transfer fonksiyonu olarak Log-Sigmoid Transfer Fonksiyonu (Şekil-3) kullanılmıştır. Biri gizli diğer çıktı katmanını olmak üzere iki katmanlı olarak oluşturulan ağı eğitim parametreleri, eğitim fonksiyonu ve gizli katman özelliklerine ait bilgiler Şekil-4’de özetlenmiştir.

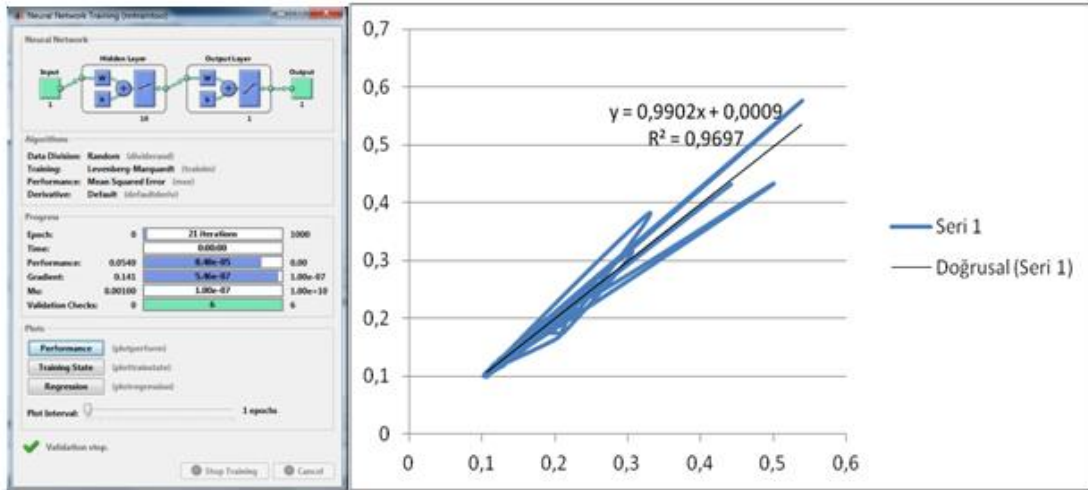


Şekil-3. Log-Sigmoid Transfer Fonksiyonu

Normalize edilen verilerden 5’in katlarına denk gelen satırlar test için (42 adet) ayrılmış ve geriye kalan 169 veri de YSA’larının eğitiminde kullanılmak üzere MatlabR2013b programında “nntool” modülüne girilmiştir



Şekil-4. Ağ Parametreleri

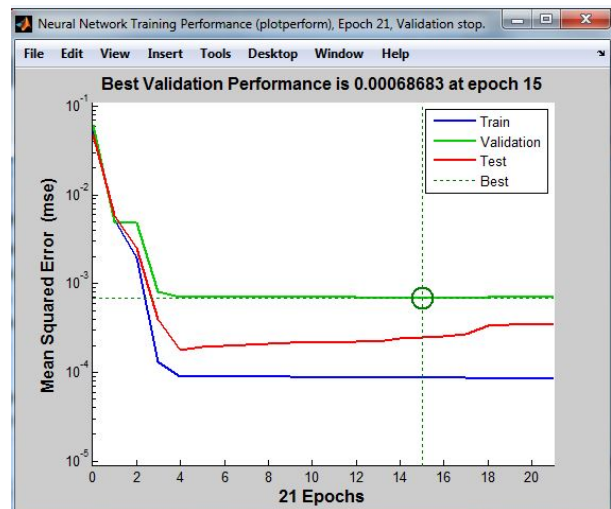


Şekil-5. YSA Eğitimi ve Sonuç-Tahmin Uyum Grafiği

Ağın eğitilmesini müteakip elde edilen sonuçlar Şekil-5’de, eğitim performans grafikleri Şekil-6’da verilmiştir. Ağın eğitimden sonra programın test verilerini kullanarak tahmin ettiği sonuçlar ile gerçek değerler excel ortamına aktarılır sonuçları karşılaştırmak üzere  $R^2$  uyum grafiği çizilmiştir (Şekil-5).

Regresyon analizinden elde edilen denklem (3) ile YSA analizinden elde edilen sonuçların gerçek ihale bedeli ile karşılaştırılması amacıyla onarımı planlanan 2015/68784 İhale kayıt numaralı “Kazan Dairesi Onarımı” işine ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

$X_1$ :Yaklaşık Maliyet	: 200 092,24 TL
$X_2$ :İşin Süresi (gün)	: 100 gün
$X_3$ :İdare Md.lüğü	: 6 (Ankara Bölge)
$X_4$ :İhale Tarihi (ay)	: 6 (22.06.2015)
$X_5$ :Geçerli Teklif Sayısı	: 3
$X_6$ :Onarım Tipi ve Kalorifer Tesisatı Onarımı)	: 5 (Kazan Değişimi)



Şekil-6. Performans Grafiği

Gerçek ihale bedelini tahmin etmek amacıyla her iki analizde de bağımsız değişken olarak sadece yaklaşık maliyet bedeli kullanılmıştır. Yaklaşık maliyet bedelinin denklem (3)’de yerine konması ve YSA analiz



sonucunun denklem (4)'e eşitlenerek bu ifadeden ihale bedelinin çekilmesi suretiyle her iki analizden de ayrı ayrı elde edilen ihale bedel tahminleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Formül	YSA
$\hat{Y} = -5493,526 + 0,824X$	$0,2=0,8(\hat{Y}-16\ 000) / (1\ 244\ 500 - 16\ 000) + 0,1$
$\hat{Y} = 159\ 382,48\ TL$	$\hat{Y} = 169\ 562,50\ TL$

Gerçekte  $\hat{Y} = 178\ 000,00\ TL$ 'ye ihale edilen işin ihale bedeli regresyon analizi sonucu elde edilen ifade ile % 90 oranında ve YSA ile % 95 oranında tahmin edilebilmektedir.

## 5. SONUÇ VE ONERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

MSB tarafından BMP 2015 kapsamında gerçekleştirilen kamu binalarının muhtelif bakım onarım faaliyetlerine ait 211 verinin örneklem olarak alındığı regresyon analizinde, yaklaşık maliyet ile bağımlı değişken ihale bedeli arasında korelasyon katsayısı 0,824 olan ve bu değişimi % 97 oranında açıklama gücüne sahip, istatistiksel olarak anlamlı ve kuvvetli bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. İhale bedeli ile yaklaşık maliyet arasındaki ilişkiye ait denklem, X: yaklaşık maliyet olmak üzere;

$$\hat{Y} = -5493,526 + 0,824X$$

şeklinde elde edilmiştir. YSA analizi de regresyonda olduğu gibi yaklaşık maliyetin bağımsız değişken olarak kullanılabilirliğini göstermiş, aynı veri kümesiyle gerçekleştirilen YSA analizi ile daha hassas bir yaklaşıklıkla ihale bedelinin tahmin edilebileceği görülmüştür. Öte yandan onarımı planlanan bir işin ihale bedelinin YSA'ya göre daha pratik olan regresyon analizi ile elde edilen denklem (3) ile yeterli hassasiyette tahmin edilebildiği görüldüğünden, bu aşamada YSA analizi sadece regresyon analizi sonuçlarını test etmek amacıyla ikinci bir yöntem olarak kullanılmıştır.

4734 sayılı Kamu İhale Kanununun, ödeneği olmayan işin ihale edilmemesi hükmünün, ödeneği yaklaşık maliyetin değil de ihale bedelinin altındaki işleri kapsamı gerektiğinden hareketle, çalışmada elde edilen ihale bedeli ile yaklaşık maliyet arasındaki ilişki;

$$X = (\hat{Y} + 5493,526) / 0,824$$

şeklinde düzenlenerek ihale öncesi ödeneğin ne kadar üstündeki yaklaşık maliyetli işler için ödenek endişesi duymadan ihale işlemlerine devam edilebileceği hesaplanabilecektir. Emniyetli tarafta kalmak için denklemdeki sabit taraf ihmal edildiğinde, yaklaşık maliyeti, tahsisli ödeneğin % 21'i üstündeki işlerin ihale bedellerinin % 95 güven aralığında bütçesi içinde ihale edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Diğer taraftan, onarım işlerinde ihale bedeli ile işin süresi, işi ihale eden idare ve onarım tipi arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. İhale tarihi ve geçerli teklif

sayısı değişkenlerinin regresyona katkısının çok sınırlı olduğu, yaklaşık maliyetin ihale bedelini tek başına % 97 oranında açıklayabildiği görülmüştür (Çizelge-5).

Bu çalışmada geçerli teklif sayısındaki artışın ihale bedelinde belirgin bir azalmaya sebep olmadığı ve yılın ilerleyen zamanlarında yapılan ihalelerin ihale bedelini az da olsa arttırdığı görülmüştür. Buradan yetersiz katılım nedeniyle ihaleyi tekrarlamının fiyat avantajı sağlamadığı sonucuna ulaşmak mümkündür. İşin yapıldığı il ile ihale bedelinin arasında anlamlı bir ilişki olmamasının, onarım işlerinin genellikle mahalli yükleniciler tarafından üstlenilmesinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Benzer şekilde ihale bedeli ile idare arasında anlamlı bir ilişki kurulamamasının, onarım işlerinin genellikle sürekli tedarikçiler tarafından üstlenilmesi ve bu firmaların farklı idarelerle çalışmamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

MSB.lığına ait verilerin değerlendirildiği bu çalışmada; farklı bakanlıkların onarım işlerine ait ülke genelini temsil edecek yeterli sayıda örnek ve güvenilir veri temin edilebilirse, yaklaşık maliyet verileriyle ihale bedeli hakkında güçlü bir tahmin yapılabileceği sonucuna varılmıştır. Doğruluğu ispatlanan bu tip bir yöntemin, ihale bedelini önceden gerçekçi bir şekilde tahmin etmede kullanılabilir ve bu yolla yaklaşık maliyeti ödeneğini aşan ancak ihale sonrası ilave ödeneğe ihtiyacı kalmayacak onarım işlerinde olası kayıpların önüne geçilebilecektir.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] MY 319-1 (A) "Türk Silahlı Kuvvetleri İnşaat Emlak Yönergesi", (2005).
- [2] Ahmad I., and Minkarah I., "Questionnaire Survey on Bidding in Construction" *Journal of Management in Engineering*, 10.1061/(ASCE). 9742-597X(1988)4:3(229), 229–243, (1988).
- [3] Ahmad I., "Decision-Support System for Modelling The Bid/no bid Decision Problem", *Journal of Construction Engineering and Management*, 116(4), 595–607, (1990).
- [4] Shash A.A., "Factors Considered in Tendering Decisions by Top UK Contractors", *Construction Management and Economics*, 11.2 (1993): 111-118, (1993).
- [5] Shash A. A., and Abdul-Hadi, N. H., "The Effect of Contractor Size on Mark-up Size Decision in Saudi Arabia", *Construction Management and Economics*, 11(3), 421–429, (1993).
- [6] Dikbaş H.A., "Türk İnşaat Firmalarının Teklif Verme Sürecinde Karar Vermelerini Etkileyen Faktörlerin Analizi", Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (1995).

- [7] Jarkas A. M., Saleh A. M., and Charles Y. K., "Critical Factors Determining Bid/No Bid Decisions of Contractors in Qatar" *Journal of Management in Engineering*, 30(4): 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000223, 05014007, (2014).
- [8] Oo B., Drew D., and Lo H. "Modeling the Heterogeneity in Contractors' Mark-Up Behavior." *Journal of Construction Engineering and Management*, 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000186, 720-729, (2010).
- [9] Clough R. H., and Sears G. A., "Construction Contracting", *John Wiley & Sons*, (1994).
- [10] Bagies A., and Fortune C., "Bid/no bid Decision Modelling for Construction Projects", *In Procs 22nd Annual ARCOM Conference*, Birmingham, UK, Association of Researchers in Construction Management (pp. 511-521), (2006).
- [11] Mubarak S. and Means R. S., "How to Estimate with RS Means Data: Basic Skills for Building Construction", 4th Ed., *Wiley, Hoboken*, NJ, (2012).
- [12] Hwang J. S., and Kim Y. S., "A Bid Decision-Making Model in the Initial Bidding Phase for Overseas Construction Projects", *KSCCE Journal of Civil Engineering*, 1-12, (2015).
- [13] Efendigil T., Önüt S., and Kahraman C., "A Decision Support System for Demand Forecasting with Artificial Neural Networks and Neuro Fuzzy Models: A Comparative Analysis", *Expert Systems with Applications*, 36(3-2): 6697-6707, (2009).
- [14] İşeri A., and Karlık B., "An Artificial Neural Network Approach on Automobile Pricing", *Expert Systems with Applications*, 36(3-1): 2155-2160, (2009).
- [15] Smith K., and Jatinder N.D. Gupta, "Neural Networks in Business: Techniques and Applications for The Operations Researcher", *Computers & Operations Research*, 27(11-12): 1023-1044,(2000).
- [16] Akgül A., ve Çevik O., "İstatistiksel Analiz Teknikleri SPSS'te İşletme Yönetimi Uygulamaları", *Emek Ofset*, 975-96359-3-3, Ankara. (2003).
- [16] Köksal B.A., "İstatistik Analiz Metotları", *Çağlayan Kitapevi*, İstanbul (1985).