ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/334084866

Topsis Methodology for Turkish Construction Industry and Risk-Based Subcontractors Selection Assessment / Türkiye İnşaat Endüstrisinde Risk Tabanlı Alt Yüklenici Seçiminde TOPSIS M...

Article · June 2019

CITATIONS
0

READS
148

2 authors, including:



Yagmur Toprakli
Gazi University
97 PUBLICATIONS **96** CITATIONS

SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Yagmur Toprakli on 28 June 2019.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

Araştırma Makalesi
Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi
Cilt 2, Sayı 1

Geliş Tarihi: 17.01.2019
Kabul Tarihi:26.05.2019

dergipark.gov.tr/bufbd

Türkiye İnşaat Endüstrisinde Risk Tabanlı Alt Yüklenici Seçiminde TOPSIS Metodolojisi ve Değerlendirmesi

Orhan ERDOĞAN*, Yağmur TOPRAKLI

Gazi Üniversitesi, Mimarlık, Ankara, Türkiye

Keywords:

TOPSIS, Subcontractor, Risk, RiskAnalysis, Construction

Özet

Günümüz inşaat endüstrisinde faaliyet gösteren firmaların hayatlarını sürdürebilmeri için, diğer piyasa aktörleri ile rekabet edebilmeleri gerekmektedir. Çalışmamızdaki ana hedef, firmaların piyasa koşullarında oluşabilecek risklerini öncelikli olarak tespit etmek, sonrasında bu riskleri minimize edip uygun ve verimli çalışma alanları oluşturmaktır. Yapılan çalışmada, inşaat endüstrisi içerisinde en etkin olan şantiye inşaat faaliyetleri incelenerek risk faktörleri tespiti yapılmıştır. Belirlenen risk fökterleri içerisinde de inşaat imalât sürecini doğrudan etkileyen alt yüklenici (taşeron)seçimi üzerinde çalışılmıştır. Alt yüklenici firma kullanımına en fazla ihtiyaç duyulan sektörlerden birisi de inşaat sektörüdür. Bu amaçla Ankara ilinde faaliyet gösteren bir inşaat ve proje şirketinin anahtar teslim resmi kurum binası yapım işi için taşeron firma seçim problemi ele alınmıştır. Çalışma kapsamında, uzman kişilerle sahada yapılan anket ve değerlendirme sonrası elde edilen veriler, sayısal kriterlere dönüştürülerek, alt yüklenici(taşeron) seçim aşamasında TOPSIS (Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution) metodolojisi kullanılarak, sonrasında elde edilen verilerle en ideal alt yüklenici seçimi yapılmıştır. Yaptığımız çalışma sonrası gözlemlenen, taşeron seçiminde her zaman sadece fiyat endeksli çalışmaların en uygun ve en ideal çözümü vermediğidir. Taşeron seçiminde, teklif fiyat oluşumu dışında diğer yan kriterlerinde titizlikle değerlendirilmesinin önemli olduğu tespit edilmiştir.

Topsis Methodology for Turkish Construction Industry and Risk-Based Subcontrcators Selection Assessment

Anahtar Kelimeler:

TOPSIS, Alt Yüklenici, Risk, Risk Analizi, İnşaat,

Abstract

Companies operating in today's construction industry should be able to compete with other market actors in order to maintain their lives. In our study, the main objective is to create appropriate and efficient working areas by minimizing the risks that may arise in market competitive conditions . In this context, site construction activities were examined in the construction industry and risk factors were determined. A study was carried out on the selection risk of sub-contractor, which is among the risk factors identified and directly affects the construction manufacturing process. One of the sectors most needed for the use of sub-contractor firms is the construction sector. For this purpose, the subcontractor company selection problem has been addressed for the construction work of a construction and project company operating in Ankara.
In the solution of the sub-contractor selection problem, numerical criteria obtained after the survey with the experts were discussed and the technique for order preference by simularity to an ideal solution technique was used in the sub-contractor (partner) selection phase and the best sub-contractor selection was made with the data obtained afterwards. Observed after our work, in the selection of subcontractors is not always the most appropriate and ideal solution for the studies only with price index. In the sub-contractor selection, it has been determined that it is important to carefully evaluate the other side criteria apart from the proposal price formation.

*e-Posta: erdogan.or@gmail.com

1. GİRİŞ

Günümüzde inşaat ve yapı sektöründe gelişen teknolojilerle birlikte uzmanlık gerektiren işlemlerin artması, firmaları güç birliğine zorlamıştır.Yüksek bütçeli ihalelerde konsorsiyumların oluşması bu güç birliğinin sonucudur.Böylece firmalar güçleri ve uzmanlık alanları boyutunda işleri paylaşmaktadır.Konsorsiyum kurulamayan projelerde ise alt yüklenici uygulamaları firmaların işlerinin çözümüne katkı sağlamaktadır.Gelişen ve farklı mimarî boyutlara dönüşen inşaat endüstrisi içerisinde alanlarında uzmanlaşmış alt yüklenici (taşeron) firmalar, imalât süreçlerindeki bu çok farklı uzmanlık isteyen dallarda ileri teknolojiler ve tekniklerde kullanarak oluşan karmaşık taleplere, uzmanlık seviyeleri boyutunda partner olarak katkı sunmakta, sorunlara çözüm bulmaktadır (Akintan ve Morledge, 2013).

Tüm bu süreçlerin yanında birde firmaları etkileyen finansal faktörler vardır. Finansal etki nedeniyle ve sırt bu etkiyi minimize etmek adına alt yüklenici kullanan firmalar bulunmaktadır. Dolayısıyla, alt yüklenicilerin belirlenmesindeki süreçler kurumsal olmayan veya tek karar vericiler tarafından yönetilen firmalarda gözlemlenen yöntemler (kişi veya firmalara doğrudan verme) haricinde aslında çok basite indirgenemeyecek boyutta olan önemli bir süreçtir. Bu süreçte, duygusal verilerden çok matematiksel verilerle sonuca gitmek her zaman şirketlere zaman ve kar sağlamıştır.

Yapılan çalışmada odaklanılan ana hedef, sayısal olan veya olmayan kriterlerin aynı anda kullanılması ile ortaya çıkan çok seçenekli karar verme süreçleri içerisinden en uygun olan alternatifin seçilmesidir. Çalışma kapsamında karar verme sürecleri ile ilgili alt yüklenici karar kriterleri oluşturulmuş,elde edilen kriterler değerlendirilmiş ve sonrasında TOPSIS metodoloji uygulanarak ana yüklenici firma için en uygun ve en ideal alt yüklenici seçimi yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

1.1. Literatür Araştırması

Tez çalışması kapsamında birçok ulusal ve uluslararası literatürler incelenmiş, okumalar yapılmıştır. Yapılmış olan literatür taraması içerisinde, incelemesi yapılan konular ve çalışmaları yapan araştırmacıların bazıları aşağıda ana içerikleri ile sunulmuştur.

Tao, Z. Feng, W.[1] .Tedarik zinciri risk yönetimi içerisinde, tedarikçi seçimi, doğru tedarikçinin doğru zamanda, doğru miktarlarda, doğru kalitede bulma süreç çalışmasında TOPSİS uygulaması yapılmıştır.

Kabak, M. Sağlam, F. Aklaş, A. [2].Farklı uzaklık hesaplama yaklaşımlarının TOPSIS üzerinde kullanılabilirliğinin incelenmesi üzerine yapılmış bir çalışma. Bu çalışmada, pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak karar alternatifini belirlemeye çalışan bir ÇKKV (çok kriterli karar verme) yaklaşımı olan TOPSIS yöntemi ile çözümü ele alınmıştır.

Birgönül, T.M. Dikmen, İ.[3].İnşaat sektöründe olası risk yönetimi, risk ve risk analiz yönetim sistemleri üzerinde yapılmış bir çalışma.

Sabuncuoğlu, O.A. Görener, A.[4] .İnşaat projesinde istenilen özellikte alt yüklenici seçiminde kullanılan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Bulanık İdeal Çözüme Dayalı Sıralama (TOPSIS) metodlarını içeren çalışma uygulaması.

Soba, M. Şimsek, A. Bayhan, M.[5].Bir alışveriş merkezi inşaatı ile ilgili yer tespitinde (yatırım maliyetleri, müşteri potansiyeli, rakip durumu, sahanın fiziksel şartları… gibi) değerlendirmelerin bulanık TOPSİS yöntemi kullanılarak ideal yer tespit çalışması.

Aydın, H. Okul, B. Ayvaz, B. Kuşakçı, A.O. Kaçtı oğlu, S. [6].İnşaat sektörü içerisinde imalat sürecindeki risklerle alakalı alt yüklenici seçiminde uygulanan seçim kriter değerlendirmeleri ve bu kriterler içerisinde TOPSIS ve VIKOR sistemlerinin kullanımına dönük yapılan çalışma.

Kabak, M. Uyar, Ö.O. [7]. Ulaştırma sektöründe faaliyet gösteren lojistik firmasında ağır ticari araç seçim problem ile ilgili çok ölçütlü analitik ağ süreci (ASS) ile belirlenmiş araçların, PROMETHEE ile sıralaması yapılmış çalışma.

Çetin, İ. E. Akil, Y. Güler, I. A. [8].İnşaat projelerinde yatırım kararları gibi işletmelerin hayati kararları sürecinde bulanık analitik hiyerarşi süreci ile karar verme üzerine yapılan bir çalışma. Bu çalışmada, Antalya merkezli bir inşaat firmasının konut çalışması öncesinde arsa yer seçimi probleminin bulanık analitik hiyerarşi

süreci ile çözümü hedeflenmiştir.

Boran, F. E. Genç, S. Kurt, M. Akay. D., [9].TOPSIS yöntemi ile etkin tedarikçi zinciri oluşturulması ile ilgili sezgisel bulanık kümeyle birleştirilmiş,TOPSIS yöntemi kullanımı ile tedarikçi seçimi üzerine yapılan çalışma. Özdemir, M.[10].TOPSIS, operasyonel, yönetsel ve stratejik problemlerin çözümünde çok kriterli karar verme yöntemi (TOPSIS) ile çalışmanın içeriğinde, TOPSIS çok kriterli karar verme sürecinin yöntemlerinin ve örneklemesinin anlatıldığı çalışma... TOPSIS çok kriterli karar verme süreç içerisinde elde edilen kriterlerin değerlendirilmesi.

Yurdakul, M.İç, Y.T. [11].TOPSIS çok kriterli karar verme yöntemi kullanılarak, Türk Otomotiv Firmalarının performans ölçümü ve analizine yönelik yapılan bir çalışmayı içermektedir.

Wang, J.Y. Lee, S. H.[12].TOPSIS çözüm kriterlerdeki adımların geneli, ideal bir çözüm ve negatif ideal çözüme ulaşmak için elde edilen maksimum ve minimum değerlerin bulanık ortam süreçleri içerisinde kolayca genellenmesi üzerine yapılan araştırma.

Çiftçioğlu, B., [13].İnşaat sektöründe AHP yöntemiyle yüklenici seçimi. Bir konut projesinde uygulamada örnek alınan ile bu çalışmada inşaat sektöründe ana yüklenicilik hizmeti veren işletmelerin üstlendikleri projelerde en uygun alt yüklenicileri seçmelerini sağlamak amacıyla, AHP yöntemi kullanılarak bir karar destek modeli geliştirmek amaçlanmıştır.

2. İNŞAAT ENDÜSTRİSİNDE RİSK VE RİSK YÖNETİMİ

2.1. Risk Tanımları

Çalışmamız da, inşaat endüstrisinin en büyük çalışma alanını oluşturan şantiye uygulamaları incelenmiştir. Bu alanda oluşabilecek riskler ele alınmıştır. Yapılan her çalışmanın başarı şansı, çalışmaya başlamadan henüz hazırlık safhasında iken karşınıza çıkabilecek olası risklerin önceden tespit edilip edilememesi ile doğru orantılıdır. Yapılan bu çalışmada öncelikli olarak saha şantiye yönetiminin en fazla karşılaşılabileceği risklere ait tespitler yapılmıştır. Sonrasında da bu risk faktörleri içerisinde en önemli ve en etkin risk faktörü bulunarak TOPSIS metodolojisi ile çözüm aranmıştır.

Risk, genel anlamda belirsizlik(olayların gerçekleşme olasılığının bilinmediği durum. krş. Risk) ifadesidir. TDK'ya göre risk ; niteliği hakkında tam bir bilgi edinilemeyen faktörlerin genel toplamıdır. Riskin önceden belirlenmesi, riskten etkilenmemenin en önemli aşamasıdır. Dolayısıyla, belirlenmiş bir risk artık genel anlamda risk olma niteliğinden çıkarak, çözülmesi gereken bir problem ve sonrasında da bu problemi çözecek bir yönetim sorunu haline dönüşmektedir.

Risk değerlendirme ve yönetim süreci; projenin kapsadığı sorunlar ile olası problemler arası dengenin sağlandığı ve doğru stratejik kararların uygulanması ile bu dengenin korunduğu olumlu getirilerin ağırlıklı olarak ortaya çıkmasını sağlayan bir yaklaşım olarakta ifade edilebilmektedir(İMO Teknik Dergisi, 97,1307-1326,1996).

2.2. Risk Tespiti

Hazırlık safhasında, ana firmanın işverene teklifini sunmadan önce yapılması gerekli olan çalışmaları kapsamaktadır. Özellikle günümüz ekonomilerinde hızla değişen parametrelere bağlı olarak risk tespiti yapılmamış veya gerekli opsiyonel tedbirler alınmamış ise, sonrasında yaşanacak olası dalgalanmalardan şirketlerin vede projelerin etkilenmemesi mümkün değildir.

Olası risk faktörleri içerisinde gözlemlenen ve çalışmaları en fazla etkileyen risk faktörlerinin dağılımı (tablo-1.)aşağıda sunuluştur.

Tablo 1. Risk faktörleri

Sıra No:	Riskler	Tanımlar
1	Finansal Riskler:	Enflasyon , döviz kurlarındaki ani yükselmeler, kredi maliyetlerinin artması,hak edişlerin zamanında ödenememesi, vergi-kanunlarındaki değişiklikler,taşeronların belirlenen sürede işi bitirememesine bağlı genel gider harcamaların artması…vb
2	Yapım İşlerinden Kaynaklanan Riskler:	Çevresel etkiler, hava şartlarına bağlı çalışılamayan günler, yönetim ve organizasyon hataları, seçilen alt yüklenicinin tecrübe eksikliğinin ve teknik yetersizliğinin bulunması, iş kazaları,İşçilerin başlattığı grev-iş durdurma, hırsızlık,…vb.
3	Tasarım Kaynaklı Riskler:	Uygulama projelerde yaşanan eksiklikler, uyumsuzluklar,…vb
4	Politik Riskler:	Hükümet politikalarının değişimi, yönetmelikler, kanunlar ve şartnamelerin idarece değiştirilmesi, bölgesel savaşlar, ambargolar, devlet ödemelerindeki değişiklikler, ödemelerin geciktirilmesi, seçimler,…vb
5	Doğal Afetler:	Sel,toprak kayması,deprem,yangın,…vb

2.3. Risk Yönetimi:

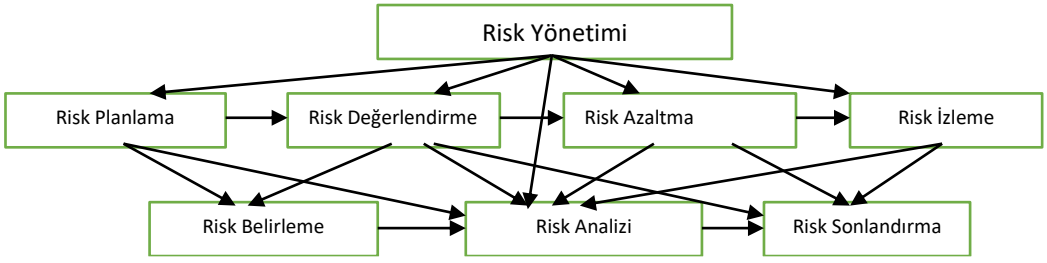
Risk değerlendirme ve yönetimi; genel anlamda bir projede oluşması olası risk faktörlerinin önceden öngörülerek tanımlanmasını, çalışma üzerindeki olumlu veya olumsuz etkilerinin önceden saptanmasını, oluşabilecek belirsizliklerin etkilerini de göz önünde bulundurarak, gerekli düzenlemeleri yapmak, yapılan bu düzenlemeler sonrasında oluşabilecek risklerin gerçekleşmesi durumunda da alınabilecek önlemlerin önceden belirlenmesini ve planlamasını yaparak oluşabilecek tüm gerekli önlem ve yöntemi kapsayan yöntem ve uygulama tekniğidir (İMO Teknik Dergisi, 97,1307-1326,1996).

Proje uygulayıcılarının genel olarak üstlendikleri çalışmalarda olası risklerin etkilerini önceden tahmin edememeleri veya önemsememeleri sonrasında yaşanan süreçler her zaman projeleri uygulanamaz hale getirmiştir. Her uygulayıcı, çalışma yapacağı işin maliyet hesaplamasını yaptığı gibi olası risk faktörlerinize hesaplamak durumundadır. Aksi durumda olası risklerden birinin bile gerçekleşmesi durumunda yönetici ve uygulayıcılarla birlikte projecinde zor durumda kalması kaçınılmazdır.

Dolayısıyla, her çalışmanın ilk ayağında tasarım ve maliyet hesaplamaları içerisinde kurgulanmış ve projenin tüm süreçlerinde düzenli olarak güncelleştirilmiş ve takip edilmiş bir risk yönetim süreci, tüm çalışma hayatında yöneticilerin başarılarına olumlu katkı sağlayan bir yönetim tekniğidir.

Yönetilebilir risk karar aşamaları, genel anlamda (tablo-2) aşağıdaki ifade edildiği gibidir. Riksler arası geçişler çok sıklıkla olabildiği gibi çözümleri de birbirleri ile doğru orantılıdır.

Tablo 2. Risk Yönetim İle İlgili Karar Aşamaları



Çalışmamız da; yönetilebilir risk faktörleri arasında bulunan ve yapım işlerinden kaynaklı riskleri oluşturan alt yüklenici risk problemi incelenerek, karar verme süreçleri içerisinde olası riskleri önleme, risk yönetme kapsamında TOPSIS metodolojisi kullanılarak, alt yüklenici risk faktörünün yönetilebilir sorununa çözüm aranmıştır.

3. İNŞAAT ENDÜSTRİSİNDE ALT YÜKLENİCİ TANIM VE KRİTERLERİ

3.1. Alt Yüklenici ve Tanımı

Alt yüklenici, işveren ile imzalanan sözleşmenin tarafı olan asıl yüklenici ile yaptığı anlaşma kapsamında işin bir kısmını gerçekleştiren kişi olarak tanımlanabilir. Nitekim'' Yapım İşleri İhaleleri Uygulama Yönetmeliği''nin ekinde yer alan 'Yapım İşleri Genel Şartnamesinin' 4 üncü maddesinde de alt yüklenici,"sözleşme konusu işin nev'i itibariyle bir kısmını yüklenici ile yaptığı sözleşmeye dayalı olarak gerçekleştiren gerçek veya tüzel kişi"şeklinde tanımlanmıştır. TDK'da ise; alt yüklenici tanımına yer verilmediği, bunun yerine günlük kullanımda sıklıkla yer verilen "taşeron" kelimesinin kullanıldığı görülmektedir.

TDK'ya göre taşeron;"Büyük bir işin bir bölümünü yaptırmayı, asıl müteahhitten kendi üzerine alan ikinci müteahhit"olarak tanımlanmaktadır. Alt yüklenici tanımı bazı araştırmacılara göre de (Mbachu,2008), 'bir projede sözleşmenin bir parçası olarak belirtilen görevleri ifa etmek için ana yüklenici tarafından parayla tutulan uzman kişi' olarakta ifade edilmektedir.

3.1.1. Alt Yüklenici Özellikleri Nelerdir

Alt yükleniciler, yaptıkları iş, mevcut takım ve personel kapsamında farklı özelliklere sahiptirler. Özellikle alt yüklenicilik faaliyeti, yapılan işlerin uzmanlık derecesine göre çeşitli sınıflandırmalar altında incelenmektedir. Genel anlamda alt yükleniciler 4 ana başlık altında uzmanlaştığı görülmektedir. Bunlar;

- Hafriyat ve alt yapı (kazı)işleri ile ilgili alt yükleniciler;
- Kaba (demir-beton-kalıp) işlerle ilgili alt yükleniciler;
- Teknik uzmanlık isteyen (mekanik-elektromekanik- elektrik -elektronik, vb)işlerle ilgili alt yükleniciler;
- Sanatsal uzmanlık isteyen (el becerisi sıva-seramik-kaplama, vb)işlerle ilgili alt yükleniciler;

3.2. Alt Yüklenici Uygulaması

3.2.1. Uygulama Avantajları

İnşaat endüstrisinin bu denli karmaşık ve karışık bir yapısı olması nedeniyle, oluşan süreçleri doğru ve düzgün, zamanında ve karlılık içerisinde sürdürülebilir kılınmasının en büyük etkenlerinden biriside alt yüklenicilerdir. Ana yüklenici firmaların, alt yüklenici kullanımındaki kazanımları arasında;

- Farklı coğrafî bölgelerde iş yapabilme olanağı sağlar.
- Yönetimde kolaylık sağlar.
- Talepteki düzensizliğe karşı bir önlemdir.
- Ekonomiklik sağlar.
- Farklı yapı sistemleri ve teknolojilerinin kullanılmasına olanak sağlar.
- Ana yüklenici için esneklik sağlar.
- Çalışmalarda verimlilik artırır.
- Ürünün kalitesini arttırır.
- İmalatlarla ilgili servis ve ekipman bakım süreci sağlar.
- İşin maliyet kontrolünü sağlar.
- İşin süresini kısaltır.
- Personel maliyetini düşürür.
- İmalât risklerini azaltır.
- Ekipman masraf ve giderlerini azaltır.
- Çalışma sürecinde oluşabilecek olası dış riskleri paylaşır.

3.2.2. Uygulama Dezavantajları

Tüm bu süreç içerisinde alt yüklenici uygulaması, her zaman fayda sağlamayabilir. Kendi içerisinde olumsuzluklar da barındırır. Bazen bu olumsuzluklar işin ilerleyişini, kalitesini, maliyetini ve hatta güvenliğini bile riske atabilecek boyutlara gelebilmektedir.Alt yüklenici uygulamalarının sahada oluşturabileceği olumsuzluklar ;

- Kontrol sorunu oluşması,
- İşinde uzman olmama,
- Denetimsizlik,
- Planlama sorunu,

- İstenilen kalitede iş yapamama,
- Performans düşüklüğü,
- Koordinasyon ve güvenlik eksikliği,
- Çalışanları ile alâkalı malî riskler:
- Eğitim ve uzmanlık ile ilgili yeni gelişmeleri takip etmeme,
- İş güvenliğini umursamama,
- Teknolojik yenilenmeya yatırım yapmama,
- Atıkları kontrol altına almama sonrası çevreye verilen olası hasarlar.

3.3. Alt Yüklenici Uygulama Seçim Kriterleri

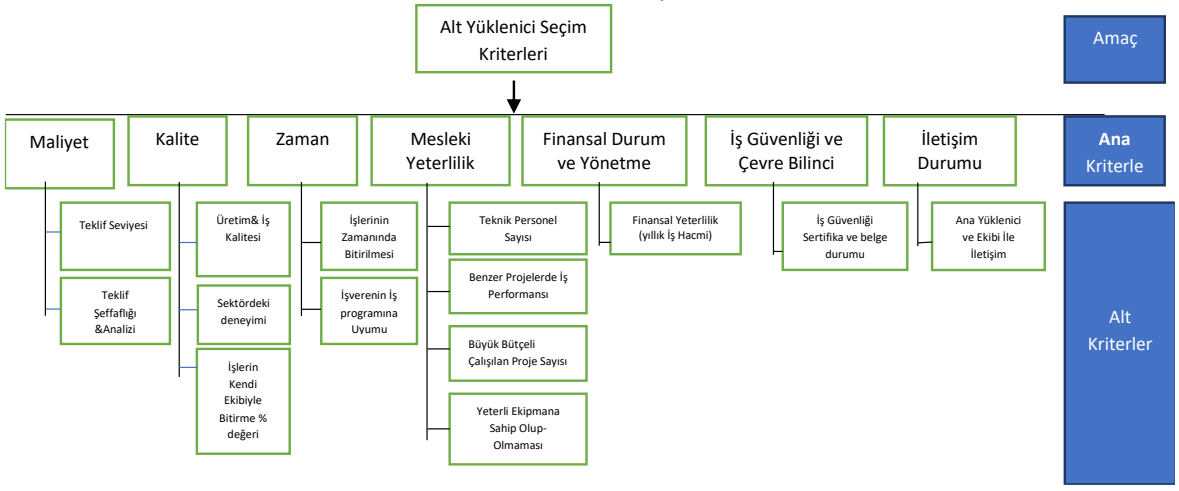
Bütün bu olumlu ve olumsuz süreçlerin irdelenmesinden sonra, inşaat endüstrisi içerisinde alt yüklenici uygulaması önemli bir aktör olarak ortaya çıkmaktadır. Alt yüklenici kullanımının inşaat sektörüne sağladığı yararlar, olumsuzluklarına göre daha fazladır. Özellikle maliyet, nitelik, risk paylaşımı ve işin süresi açısından yüklenici firmanın kararlarına büyük esneklik getirir.

Alt yüklenicilerin doğru kriterlerle seçilmesi, proje yönetiminin genel başarısını arttıran en önemli öğedir. Ancak inşaat endüstrisinde alt yüklenicilerin belirlenme sürecinin önem ve değeri çoğu zaman önemsenmemekte veya ihmal edilebilmektedir.

Alt yüklenicilerin performansları ile alakalı genelleştirilmiş bir kriterler zinciri olmamasına rağmen, karar sürecinde genel bazı kriterlerinde göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Bu kriterler, benzer üretimin kalitesi, etkinliği, niteliği, uzman kişilerin istihdamı, şirketin sektörde tanınmışlığı, şirkete erişilebilirliği, işlerin süresinde tamamlanması. vb kriterlerden oluşur(Arslan ve diğ.2008).

Bu kriterlerle ilgili‘Amaç-Ana Kriter-Alt Kriter ‘ (tablo-3.)kapsamında veriler toplanarak değerlendirme yapılır.

Tablo 3. Alt Yüklenici Seçim Kriterleri



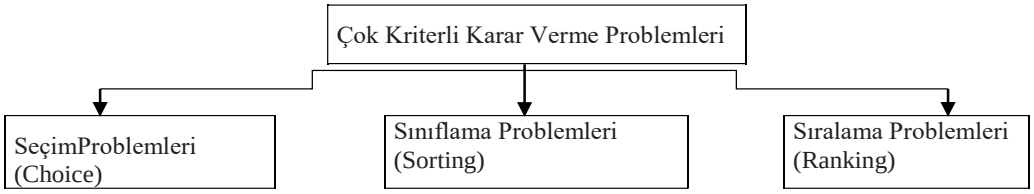
4. ALT YÜKLENİCİ SEÇİMİNDE ÇOKLU KRİTERLERLE KARAR VERME YÖNTEMLERİ

4.1. Çok Seçenekli Karar Verme Problemleri

Çoktan seçmeli veya diğer bir deyişle çok seçenekli karar verme süreci, karar verme konulu bilim içerisinde bir alt daldır. Karar verme süreçleri, genel anlamda seçeneklere göre analiz veya modelleme yapma süreclerine dayanır. Çok kriter veya seçenekli karar verme süreçleri, genel olarak üç başlık içerisinde incelenebilir(Vassilev, M. ve diğerleri 2005) .

Bunlar (tablo-4.);
1-Seçim,
2-Sınıflama,
3-Sıralama problemleridir.

Tablo 4. Çok Kriterli Karar Verme Problemleri



4.1.1. Seçim Problemleri

Seçim problemlerinde amaç, en iyi alternatifin belirlenmesiyada birçok alternatifin bulunduğu birileri ile kıyaslaması zor veya eşit ağırlıklara sahip bir küme içerisinden iyi bir seçim yapılmasıdır. Bir yöneticinin çok özel bir proje için seçeceği çalışan, bu tür problemlere bir örnek olarak gösterilebilir. Buradaki amaç oradaki problem için, doğru alternatifin, alternatif kümesi içerisinden seçilmesinden ibarettir(Turan, G. 2015).

4.1.2. Sınıflama Problemleri

Bu tür problemlerde alternatifler, belirli kriter veya tercihlere göre sınıflanırlar. Buradaki ana amaç, benzer özellikleri ve davranışları gösteren alternatiflerin tekrar bir araya getirilmesidir.
Örneğin, bir iş yerinde çalışanların performanslarını, güçlü, ortalama ve zayıf olarak tasnif edip, buna göre çalışanların değerlendirilmesi bir sınıflama problemidir (Turan, G. 2015).

4.1.3. Sıralama Problemleri

Sıralama problemlerinde, alternatifler iyiden kötüye doğru ölçülebilir yada tanımlanabilir bir şekilde sınıflanırlar. Bu tasnif işlemi çeşitli şekillerde çok parçalı olabilir.
Örneğin, dünyadaki üniversitelerin sıralamasında dikkate alınan kriterler bu çok parçalı yapıya örnek olarak verilebilir (Turan, G. 2015).

4.2. Çok Kriterli Karar Verme Süreçleri

Çok seçenekli veya kriterli karar verme süreçleri ile ilgili problemlerin çözümünde kullanılan çok fazla sayıda teknik bulunmakla birlikte, gelişen teknoloji sayesinde bu tekniklerin uygulaması için geliştirilen bilgisayar programları problem çözmeye çalışan araştırmacılara, yöneticilere ve karar vericilere oldukça büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

Geliştirilen bu karar verme teknikleri, üzerinde belirtilen problem tiplerine göre geliştirilerek, sınıflandırılmıştır. Aşağıda (tablo-5.) ifade edildiği gibi sınıflandırmalarla ilgili çalışmalarda, hangi yöntemlerin hangi problem çözümünde kullanıldığı açıklanmıştır.

Tablo 5. Çok Kriterli Karar Verme Problemleri ve Teknikleri(Ishizaka,A., ve diğerleri.2013)

Seçim Problemleri	Sınıflama Problemleri	Sıralama Problemleri
AHP	AHP	AHPSport
ANP	ANP	UTADIS
MAUT/ UTA	MAUT/UTA	FlowShort
MACBECTH	MACBECTH	ELECTRE III
PROMETHEE	PROMETHEE	
ELECTRE I	ELECTRE III	
TOPSIS	TOPSIS	
Hedef Proğramlama		

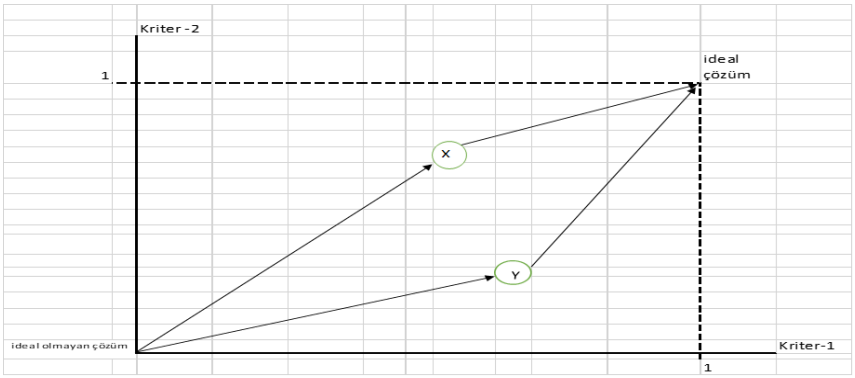
Çalışmamız içerisinde, seçim problemleri ve sınıflama problemleri kapsamında TOPSIS metodolojisi kullanılarak ‘inşaat endüstrisi için risk tabanlı alt yüklenici seçim değerlendirmesi’ yapılmıştır. TOPSIS metodolojisinin kullanılmasındaki ana amaç sonucun hızlı elde edilmesi ve anlaşılır olması, çözüme en yakın değerlerin bulunmasıdır.

4.2.1. TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Süreci

4.2.1.1. TOPSIS Uygulaması

TOPSIS (Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution)ilk olarak Hwang and Yoon (1980) tarafından geliştirilmiştir.Araştırmacıların geliştirdiği bu tekniğin en önemli özelliği,belirlenen kriterlerle oluşturulan verilerden elde edilen değerler içerisinde en iyi çözüme, en uygun olan ile olumsuz çözüme en uzak olan değerlerin seçilmesi ana amaçtır.TOPSIS yöntimi uygulamasının en önemli özelliği ; kullanıcının az sayıda girdi verisi kullanımı ve sonrasında oluşan çıktılarının son derece anlaşılır olmasıdır.

Örnek olarak (Grafik-1.)aşağıdaki şekilde de görüleceği üzere,X ve Y iki farklı alternatif içerisinde X'in değeri ideal çözüme yakın olurken,negatif çözüme uzak olmasından dolayı Y değerine göre daha uygun X değeri kullanılır.



Grafik 1. TOPSIS grafiksel tanımı

TOPSIS uygulamasının ana prensibi; belirlenen kriterin değerlendirilmesi sonrasında,eldeki alternatifler arasında en uygun olanının seçilerek değerlendirilmedir. Bu uygulaması ilk etap çalışmanın, karar matrislerinin oluşturulma aşamasıdır.
Sonrasın da ise, oluşturulan karar matrislerinden hareketle, formilizasyonlarla normalize edilmiş karar matrisi elde edilerek, ağırlıklandırılmış matris değerleri bulunur.Bu süreçten sonra,en uygun çözüme ve uygun olmayan negatif çözüme olan uzaklıklar hesaplanır.
Elde edilen bu değerler sonrası her bir farklı değerlerin göreceli puanları hesaplanarak,elde bulunan farklı alternatiflerin değer sıralaması yapılır.

4.2.1.2. TOPSIS Metodolojisinin Uygulama Adımları

Metodolojiye ait uygulama adımları ve kullanılan formüller aşağıda ifade edilmektedir.

4.2.1.2.1. Karar Matrisi Oluşturulması

Karar matrisleri oluşumunda, satır tabir edilen kısımlarda alternatiflere ait üstünlüklerin sıralanması ile ilgili karar noktaları, sütun tabir edilen noktalar da karar vermede kullanılan değerlendirme faktörleri bulunmaktadır.
Karar vericilerce oluşturulan (D) matrisi, çalışmanın başlangıç matrisi olarak tanımlanır (Yıldırım, F, B. Önder, E.(2015)).
Karar matrisi tablosundaki satırlarda i değerleri; i=1,2,3,….....,m
Oluşturulan alternatif dediğimiz sütunlarda ise j değerleri ise; j=1, 2,3,…....., n olarak yer almaktadır.
D_{ij}Matrisi, karar vericler tarafından düzenlenerek başlangıç matrisini oluşturur ve genel anlamda aşağıdaki gibi gösterilir.

$$D_{ij} = \begin{matrix} \text{Faktörler} \\ \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdot & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdot & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdot & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \text{Kriterler} \quad (1)$$

D_{ij} ile oluşturulan matriste,(m) karar nokta sayısını,(n) değeri de oluşturulan değerlendirmelere ait faktör sayısını göstermektedir.

4.2.1.2.2. Normalize Edilmiş Karar Matrisin Elde Edilmesi

Oluşturulan matrislerle alakalı, normalize edilmiş matris işleminin oluşturulmasında farklı uygulamalar mevcuttur. Genelde araştırmacılar tarafından en fazla tercih edilenler;

1- Doğrusal normalizasyon,
2- Monoton olmayan normalizasyon,
3- Vektör normalizasyondur.

1) Doğrusal Normalizasyon;
Ayrıca, doğrusal Normalizasyon kendi içerisinde de 3 farklı çözümsel değerler sunmaktadır.

1.1 Doğrusal Normalizasyon(a) (2)

$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^*}$, i =1, 2, . . .,m;
j = 1, 2, … n;$x_j^* = max_i$(x_{ij})(değer için en uygun durum maksimizasyonu ise)
$r_{ij} = \frac{x_j^-}{x_{ij}}$, i = 1, 2, . . .,m;j= 1, 2, . . . m;
j = 1, 2,…, n;$x_j^- = \min_i$ (x_{ij})(değer için en uygun durum maksimizasyonu ise)
$r_{ij=1} - \frac{x_{ij}}{x_j^*}$,i = 1,2,…., m;j= 1, 2, …,
N ; = max_i(x_{ij})(değer için en uygun durum maksimizasyonu ise)

1.2 Doğrusal Normalizasyon(b) (3)

$r_{ij} = \frac{x_{ij}-x_j^-}{x_j^*-x_j^-}$, i = 1, 2, …,m;j =1, 2, …, n;
x_j^*=max_i(x_{ij});x_j^- =min_i(x_{ij}) (değeriçin en uygun durum maksimizasyonu ise)
$r_{ij} = \frac{x_{ij}-x_{ij}}{x_j^*-x_j^-}$,i = 1, 2, ….,m;j = 1, 2, …., n;
x_j^* = max_i (x_{ij}) ;x_j^- = min_i(x_{ij}) (değeriçin en uygun durum maksimizasyonu ise)

1.3 Doğrusal Normalizasyon(c) (4)

$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}}$,i= 1, 2, …m;j= 1, 2, …. n.

2.)Monoton Olmayan Normalizasyon; (5)

$e^{\frac{z^2}{2}}$,z = $\frac{X_{ij}^* - X_j^0}{\sigma_j}$, X_j^0,j ölçütleri ile ilgili en ideal değer ile σ_j, j ölçütüne ait en ideal değerlerin standart sapmasını içermektedir.

Çalışmalarda, durağan olmayan normalizasyon işlem süreci, elde edilen literatür bilgilerine göre çok daha az kullanıldığı tespit edilmiştir.

3.) Vektör Normalizasyon:
Çalışmalarda elde edilen verilerde göstermiştir ki;''Normalize Edilmiş Karar Matrisi''(D) matrisine ait veriler, en ideal olan aşağıda ifade edilen formüller (***Vektör Normalizasyon***) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}}$, (İ = 1,2, m;) ve (j=1,2, 0, . . ., n) (6)

Vektörel formilizasyon ile elde edilen ''Normalizasyon Matris Uygulaması'' olan (R) değeri aşağıdaki gibi elde edilir.

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & . & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & . & r_{2n} \\ . & . & . & . \\ r_{m1} & r_{m2} & . & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

4.2.1.2.3. Ağırlıklandırılmış Normalize Matrisin Elde Edilmesi

Çalışma sürecinin başlangıcında ilk hedef, değerlendirme faktörlerine ait ağırlık değerleri (w_i) belirlenmesidir. Bu değer formülü ile bulunur ;

$$(\sum_{i=1}^{n} w_i = 1) . \quad (8)$$

Sonrasında ise; bulunan(R) matrisine ait olan her bir sütün elemanları ile(w_i) değerleri çarpılarak oluşturulmak istenen (Y) matris değeri bulunur. Böylece elde edilen (Y) matris değeri tablosu aşağıda ifade edilmiştir.

$$Y_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & w_n r_{2n} \\ w_1 r_{31} & w_2 r_{33} & w_n r_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & w_n r_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{13} & \cdot & \cdot & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & y_{23} & \cdot & \cdot & y_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ y_{m1} & y_{m2} & y_{m3} & \cdot & \cdot & y_{mn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

4.2.1.2.4. İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerlerinin Elde Edilmesi

İdeal çözüm tablosunun hazırlanabilmesi için (Y) matrisine ait ağırlıklandırılmış ölçüt değerlerinin yani sütunlara ait değerlerin en büyüğü seçilir.

4.2.1.2.4.1. Pozitif İdeal Çözüm Değerleri

$$A^{+} = \{(max_i y_{ij} | j \in J)\}, \{(min_i y_{ij} | j \in J')\} \quad (10)$$

Eşitlik yardımıyla hesaplanacak olan set;

$A^{+} = \{y_1^{+}, y_2^{+}, y_{3,}^{+} . . , y_n^{+}\}$ Şeklinde gösterilebilir.(maksimum değerler) (11)

4.2.1.2.4.2. Negatif İdeal Çözüm Değerleri

(Y) matrisi ile elde edilmiş ağırlıklandırılmış ölçütler, başka bir anlatımla sütun değerlerine ait verilerin en küçük değeri alınarak oluşturulur. Uygun olmayan ideal çözüm değerinin bulunması aşağıdaki formülde gösterilen işlem ile sağlanmaktadır.

$$A^{-} = \{(min_i y_{ij} | j \in J)\}, \{(max_i y_{ij} | j \in J')\} \quad (12)$$

Eldeki veriler yardımıyla oluşturulacak olan set$A^{-} = \{y_1^{-}, y_2^{-}, \cdot \cdot, y_n^{-}\}$Şeklinde formilizasyon şeklinde gösterilebilir. (minimum değerler)

4.2.1.2.5. İdeal ve Negatif İdeal Noktalara Olan Uzaklık Değerlerinin Elde Edilmesi

TOPSIS yönteminde, belirlenenler bir alternatife ait değerlerinin pozitif uygun çözüm ve negatif uygun çözüm setine olan uzaklıklarının belirlenmesinde'Öklidyen Uzaklık Değer Yaklaşımından' faydanılmaktadır. Koordinat düzleminde (X) ve (Y) koordinatları ile bilinen iki nokta arasında mesafelerin bulunması ile ilgili uzaklığın hesaplanmasında;

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^{n} (y_{ik} - y_{jk})^2} \quad (13)$$

Formülünden faydanılnaktadır. Formilazyondaki değerler;
$y_{ij=}$ İ gözlemin j değişken değerini,
$y_{j=}$ J gözlemin değişken değerini,
N =değişken sayısını göstermektedir.

Formülle elde edilen alternatiflere ait uzaklık değerleri, pozitif(olumlu) uygun çözüme uzaklık (s_i^{+}) ve negatif (olumsuz)uygun çözüme uzaklık(s_i^{-})olarak adlandırılmaktadır.

Pozitif(Olumlu) uygun çözüme uzaklık(s_i^+) değerlerinin hesaplanması ile ilgili;

$$s_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(y_{ij} - y_j^+\right)^2} \text{ i= 1,2,3,…..,m} \quad (14)$$

Negatif (Olumsuz)İdeal çözüme(s_i^-)uzaklığın hesaplanması ile ilgili değerler eşitlikteki gibidir.

$$s_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(y_{ij} - y_j^-\right)^2} \text{ i= 1,2,3,…..,m} \quad (15)$$

Hesaplanacak(s_i^+) ile (s_i^-) değerleri, karşılaştırılan alternatif (karar noktası) sayısı kadar olmalıdır.

4.2.1.2.6. En İdeal Çözüme Göreceli Yakınlığın Hesaplanması

Çalışmada oluşturulan her bir farklı değerin uygun çözüme göreceli yakınlığının(C_i^+)hesaplanmasında pozitif (olumlu) ve negatif (olumsuz) uygun ölçüt değerleri kullanılmaktadır. Burada kullanılan değerler, negatif (olumsuz) uygun çözüme uzaklık değerlerinin, pozitif(olumlu) uygun çözüme uzaklık değerleri ile negatif (olumsuz) uygun çözüme uzaklık değerlerinin toplamına oranıdır.

Dolayısıyla, en uygun çözüme olan göreceli çözüme uygun değerinin hesaplanması ise aşağıdaki formülle bulunur.

$$C_i^+ = \frac{s_i^-}{s_i^- + s_i^+} \quad (16)$$

C_i^+ Değeri $0 \leq C_i^+ \leq 1$ aralığında bir değer alır ve $C_i^+ = 1$ ilgili alternatifin pozitif (olumlu) çözüm noktasında buluştuğunu, $C_i^+ = 0$ ilgili alternatifin negatif (olumsuz) çözüm noktasında bulunduğunu gösterir.

5. UYGULAMA

5.1. Alt Yüklenici Seçiminde Belirlenen Kriterler

Alt yüklenici(taşeron) seçiminde uygulama karar verme süreç kriterlerin tespit ve belirlenmesi, yapılan literatür araştırmaları ve sonrasında şantiye uygulamaları konusunda uzman mühendis ve mimarlar ile yapılan anket çalışmasından çıkan sonuçların analiziyle elde edilmiştir.

Bu sektörde uzun yıllar çalışmış, bu süreçleri hem saha mühendisi hem de yönetici konumunda çalışarak gözlemlemiş ve sonrasında yönetmiş 28 uzman mühendis- mimar yönetici görüşleri ile oluşturulan anket çalışmasının verileri değerlendirilmiştir.

Ankete verilen cevapların değerlendirilmesi sonrasında belirlenen ana kriter başlıkları ve bunların önem sıralaması 2 ana başlık altında gruplanmıştır. Bunları da, kendi içerisinde alt başlıklara ayırmak mümkündür. Ana ve alt kriterler;

1- İşin yapımı ile ilgili (fiyatlandırma çalışmaları)çalışmalar; Ana Kriter
- 1.1. İnşaat, Alt Kriterler
- 1.2. Mimari,
- 1.3. Elektrik,
- 1.4. Mekanik ve sıhhı,

2- Şirkete ait bilgi ve belgeler ; Ana Kriter

2.1. Finansal kapasite, Alt Kriterler
2.2. Teknik kapasite,
2.3. İş bitirme (benzer deneyim),
2.4. Tamamlanan iş hacmi,
2.5. Devam eden proje sayısı,
2.6. Kalite süreç ve sertifikaları,
2.7. Ekipman liste ve yeterliliği,
2.8. İş güvenlik sertifikaları,
2.9. İşi tamamlama (taahhüt edilen) süresi,
2.10.İş ile ilgili avans talebi,

5.2. Kriterlere Ait Değerlendirmeler

Bilgileri alınarak değerlendirme kriterleri oluşturulur. Çalışmamızda da, kullanılan kriterler ve kriterlere ait matematiksel değerlendirmeler (tablo-6.)verilmiştir. Buradaki kriter değerlendirmeleri, sayısal rakamlarla kod'landırılmıştır.

Tablo 6. Alt Yüklenici Kriter Değerlendirme (Teknik&İdari&Finans)

Kriter No:	Alt Yüklenici Özellikleri	A1-Alt Yüklenici Firması	A2-Alt Yüklenici Firması	A3-Alt Yüklenici Firması	A4-Alt Yüklenici Firması	A5-Alt Yüklenici Firması	Önem Skalası
K1.	İnşaat Keşfi	3	4	1	2	3	Minimum
K2.	Mimari İşler Keşfi	4	5	1	2	3	Minimum
K3.	Elektrik İşler Keşfi	5	3	4	1	2	Minimum
K4.	Mekanik & Sıhhi İşler Keşfi	4	2	5	1	3	Minimum
K5.	Finansal Kapasite	1	2	3	5	4	Maksimum
K6.	Teknik Kapasite	1	3	2	4	5	Maksimum
K7.	İş Bitirme Deneyimi	1	3	2	4	5	Maksimum
K8.	Tamamlanan iş Hacmi	1	3	2	4	5	Maksimum
K9.	Devam Eden Proje Sayısı	4	2	3	1	5	Maksimum
K10.	Kalite Sertifikaları	3	1	2	4	5	Maksimum
K11.	Ekipman Listeleri	3	2	4	5	5	Minimum
K12.	İSG Belge ve Sertifikaları	3	2	1	5	4	Maksimum
K13.	İş Süre Taahhütnamesi	4	4	4	5	5	Maksimum
K14.	Avans Talep İsteği	1	3	2	4	5	Maksimum

Alt Yüklenici Değerlendirme Kriterleri:
1-Çok Zayıf , 2-Zayıf , 3-Orta , 4-İyi, 5-Çok İyi, şeklinde derecelendirme yapılmıştır.

5.3. Değerlendirilen Kriterlerin Uygulanması

TOPSIS uygulamasında elde edilen kriterlerin, AHP yöntemi ile bu kriterlere ait ağırlık değerleri bulunmuş ve bu değerler aşağıda (tablo-7.) gösterilmiştir.

Tablo 7. Ağırlıklandırılmış Karar Matrisinin Oluşturulması:

	Ağırlıklar(AHP) İle oluşturulmuş	0,35000	0,15000	0,15000	0,15000	0,00550	0,00550	0,00550	0,00550	0,00550	0,00550	0,00550	0,00550	0,00550	0,00550
	Önem derecesi	Min.	Min.	Min.	Min.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.
Sıra No:	Kriterler → / Alt Yüklenici Özellikleri ↓	K1-İnşaat Keşfi	K2-Mimari İşler Keşfi	K3-Elektrik İşler Keşfi	K4-Mekanik &Sıhhi İşler Keşfi	K5-Finansal Kapasite	K6-Teknik Kapasite	K7-İş Bitirme	K8-Tamamlanan İş hacmi	K9-devam Eden Proje	K10-Kalite Sertifikaları	K11- Ekipman	K12-İSG Belgeleri	K13-İş Süre Taahhütnamesi	K14-Avans Talep İsteği
1.	A1 Alt Yüklenici Firması	3	4	5	4	1	1	1	1	4	3	3	3	4	1
2.	A2 Alt Yüklenici Firması	4	5	3	2	2	3	3	3	2	1	2	2	4	3
3.	A3 Alt Yüklenici Firması	1	1	4	5	3	2	2	2	3	2	4	1	5	2
4.	A4 Alt Yüklenici Firması	2	2	1	1	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4
5.	A5 Alt Yüklenici Firması	5	3	2	3	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5

Alt yüklenici seçimi için elde edilen veriler, excel uygulaması ile tablolar oluşturularak *Karar Matrisi* elde edilir. Elde edilen karar matrisine ait bu kriterlerin önem ve öncelik sırasına göre ağırlık tespiti yapılır.Bu ağırlık oranların toplamı %100 'ü geçemez .

Belirlenen kriterler, TOPSIS metodolojisinde yer alan formülerin, excel uygulaması ile oluşturulan karar matrisi sonrasında , yukarıda tanımlanan formüllerin işlemleri sonrasında TOPSIS metodolojisinin diğer uygulamaları ile değerlendirmeler yapılır. Değerlendirmelerde elde edilen veriler ile probleme ait pozitif ideal ile negatif ideal olan uzaklık değerleri bulunur. (tablo-8.)

Tablo 8. İdeal Ve Negatif İdeal Çözüm Değer Tablosu

Alternatif Firmalar	A S_J^+	B S_j^-
A1 -Alt Yüklenici Firması	0,1202238	0,0425815
A2 -Alt Yüklenici Firması	0,0973139	0,0663677
A3 -Alt Yüklenici Firması	0,0986615	0,0830669
A4 -Alt Yüklenici Firması	0,0344191	0,1244442
A5 -Alt Yüklenici Firması	0,0716757	0,1044771

Bulunan ideal çözüm ve negatif ideal çözüm uzaklık değerleri sonrası, elde edilen verilerin kullanılması ile oluşturulan ideal çözüm (sonuç) değerler sıralaması (tablo-9)da sunulmuştur.

Tablo 9. Göreceli Yakınlıkların Hesaplanması ve Sonuç Tablosu

$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}$	Sonuçlar: S_i^+	Sırala: S_i^-
A1 -Alt Yüklenici Firması	0,2615488643	5
A2 -Alt Yüklenici Firması	0,4054682494	4
A3 -Alt Yüklenici Firması	0,4570936916	3
A4 -Alt Yüklenici Firması	0,7833415994	1
A5 -Alt Yüklenici Firması	0,5931050107	2

Bulunan sonuçların analiz edilmesi sonrası, yüklenicinin çalışabileceği ideal alt yüklenici modeli, yapılan çalışmalar sonrasında elde edilen verilere göre en yüksek (pozitif ideal) değere sahip(***C_{if}^* değeri: 0,7833415994***) **A4** olarak tanımlı alt yüklenici firma olduğu gözlemlenmiştir.

6. DEĞERLENDİRME

Yaptığımız saha çalışması kapsamında ele alınan kriterin değerlendirilmesi sonrasında, alt yüklenici seçiminden en önemli etkenin, en düşük maliyet (fiyat) sunumu olduğu görünse de, işin sürdürülebilirliği açısından düşük fiyat sunumu her zaman olumlu sonuç vermemektedir.

Zira işin yapılabilirliği ile alakalı düşük fiyat sunumu, hem işin kalitesinin düşmesine hem de imalatların ilerki safhalarında istenilen hızda yapımına ve işin teslim süreçlerine olumsuz etki edebilmektedir.

Yapılan bu çalışmada gözlemlenen bir başka olguda, alt yükleniciye ait olası riskleri kontrol altında tutarak uygulamada sorun yaratmayacak düzeye veya oluşabilecek etki alanını daraltma düzeyine çekebilmek, işin yapılabilirliğini arttırdığı gözlemlenmiştir.

7. SONUÇ

Ankara ili içerisinde yapılan araştırmada, uluslararası iş yapan büyük bir firmanın anahtar teslim proje çalışması kapsamında alt yüklenici (taşeron) seçim problemi üzerinde çalışılmıştır. Çalışmamız kapsamında elde edilen kriterlerin değerlendirilmesi sonrasında, halen uygulamada çalışılan alt yüklenici değerlendirmeleri yapılmış ve TOPSIS metodolojisi uygulanarak bulunan çözümler, mevcut saha çalışması ile karşılaştırılmıştır.Yapılan karşılaştırmalar sonrasında TOPSIS metodolojısı ile elde edilen verilerin doğruluğu birkez de saha da teyid edilmiştir.

Kaynakça

[1] Tao, Z., Feng, W. ‘’TOPSİS time variat decision fusion model evaluation for internet of public service things’’, 489-496, 2018.

[2] Kabak, M., Sağlam, F., Aktaş. A., ‘’Farklı uzaklık hesaplama yaklaşımlarının TOPSIS üzerinde kullanılabilirliğinin incelenmesi ‘’, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, Cilt 32,(1), 35-43, 2017.

[3] Birgönül, T.M., Dikmen, İ.,‘’ inşaat projelerinin risk yönetim ‘’, *İMO Teknik Dergisi*, 97,1305-1326, 1996.

[4] Sabuncuoğlu, O.A., Görener, A.,‘’ Decision Making Through the Fuzzy TOPSİS Method: Contractor Selection in Construction Projects’’,5(2),71-82, 2016.

[5] Soba, M., Şimsek, A., Bayhan, M., ‘’ Choosing The Place Of The Shopping Centre With Fuzzy TOPSIS Method: An Application in The City ,Uşak ‘’3(2),103- 131, 2014.

[6] Aydın, H., Okul, B., Ayvaz, B., Kuşakçı, A.O., Kaçtıoğlu, S., ’’Subcontractor Selection With Multi Criteria Decision Making Methods: An Application in Construction *Sector’’Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F dergisi*,7(14),29- 44, 2016.

[7] Kabak, M., Uyar, Ö.O., ‘’Lojistik sektöründe ağır ticari araç seçim problemine çok ölçütlü bir yaklaşım konulu araştırma’’, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, Cilt 25,(1), 115- 125, 2013.

[8] Çetin, İ. E., Akil, Y., Güler, I. A., ‘’ Decision making with fuzzy analytic hierarchy process in construction projects’’*uluslararası Yönetim İktisat ve işletme Dergisi*, Cilt 10, 173-190, 2014.

[9] Boran, F. E., Genç, S., Kurt, M., Akay, D., ‘’A multi-criteria intuitionisic fuzzy group decion making for supplier selection with TOPSIS metdod’’*Uygulamalarla uzmanlık sistemleri dergisi*, 36(8),11363- 11368, 2009.

[10] Özdemir, M., TOPSIS,‘’ Operasyonel Yönetsel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri’’ ile ilgili çalışma ,133-153, 2014.

[11] Yurdakul, M., İç, Y.T., ‘’ Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü ve Analizine Yönelik TOPSIS Yöntemi Kullanılan Örnek Bir Çalışma*’’Gazi Üniv. Müh.Mim.Fak. Dergisi*, Cilt 18,(1), 1-18, 2003.

[12] Wang, J.Y., Lee,S. H., ‘’Generalizing TOPSIS for fuzzy multiple -criteria group decision-making’’*Computers and Mathematics with Applications* 53,1762-1772, 2007.

[13] Çiftçioğlu, B.,‘’İnşaat Sektöründe AHP Yöntemiyle Yüklenici seçimi. Bir Konut Projesinde Uygulama’’ .(Contractor selection by AHP method in construction sector. Application in a Housing Project) *İTÜ FBE Yüksek Lisans Tezi* .1-35, 2013,

[14] Mateusz, P., Danuta, M., Malgorzata, L., Mariusz, B., Kesra, N., ‘’TOPSIS and VIKOR methods in study of sustainable development in the EU countries.’’126, 1683-1692, 2018.

[15] Zyoud, H. S., Kaufmann, G.L., Shaheen, H., Samhan, S., Hanusch, F- D., ‘’ A Framework For Water Loss Management İn Developing Countries Under Fuzzy Environment : Integration Of Fuzzy AHP with Fuzzy TOPSIS ‘’Expert Systems with Applications, 61, 86-105, 2016.

[16] Dağdeviren, M.,‘’Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Personel Seçimi ve Bir Uygulama ‘’ *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*,22(4), 791-799, 2007.

[17] Tekçe, I., Dikbaş, A.,‘’ Yüklenici İnşaat Firmaları İçin Çok Kriterli Performans Ölçme Modeli Geliştirilmesi. ‘’ İTÜ Dergisi, 10(1), 151-164, 2011.

[18] Wang, Y- M., Luo, Y., Zhongsheng, H.,‘’ On The Extent Analysis Method for Fuzzy AHP and its Applications’’. *European Journal of Operational Research* ,186, 735-757, 2008.

[19] Wu, C- R., Lin, C- T., Chen, H- C., ‘’ Optimal selection of location for Taiwanese hospitals to ensure a competitive advantage by using the AHP and sensitivity analysis.’’ *Building and Environment,* 42(3), 1431-1444, 2007.

[20] Kabak, M., Kazançoğlu, Y., ‘’Bulanık analitik hiyerarşi yöntemiyle (BAHP) öğretmen seçimi ve bir uygulama‘’ Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF dergisi, Cilt 14, (1), 2012.

[21] Zyoud, H. S., Hanusch, F. D., ‘’A Bibliometric -Based Survey on AHP and TOPSIS Techniques ‘’ Expert Systems With Applications, 78,158-181, 2017.

[22] Öztürk, A., Ertuğrul, İ., Karakaşoğlu, N.,'Nakliye firması seçiminde bulanık AHP ve TOPSIS yöntemlerinin karşılaştırılması*' MÜ. İİBF Dergisi,* Cilt 25(2), 785-824, 2008.

[23] Kaplan, R.,''AHP yönetiminde tedarikçi şeçimi: Perakende sektöründe bir uygulama.*''İstanbul Teknik Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü*, (yüksek lisans tezi) 52-58, 2010.

[24] Kasapoğlu, E.,'' İnşaat sektöründe alt yüklenici kullanımı *''İstanbul Kültür Üniversitesi*, Mimarlık Bölümü,45-55, 2004.

[25] Shih, H, S., Shyur, H. J., Lee, E. S., ''An Extension of TOPSIS for group decision Marking ''Mathematical and Computer Modelling , Cilt 45(7-8), 801-813, 2007.

[26] Ravi, V., ''Selection of Third -Party Reverse Logistics Providers for end-ofLife Computers using TOPSIS-AHP Based Approach .''*İnternational Journal of Logistics Systems and Management* , Cilt 11(1), 24-37, 2012.

[27] Özcan, E. C., Ünlüsoy, S., Eren, T., ''ANP ve TOPSIS Yöntemleri ile Türkiye 'de Yenilebilir Enerji Yatırım Alternetiflerinin Değerlendirilmesi,'' *S.U,Jpurnal of Engineering,Science and Technology*, 5(2),204-219, 2007.

[28] Özder, E., Gür, Ş., Eren, T., '' İşletmelerde Yönetim Etkinliğini Arttırmak için ANP ve TOPSIS Yöntemleri ile Muhasebe Paket Proğram Seçimi, '' *The 13th International Accounting Conference* -İzmir, 13-14,20-21, 2016.

[29] Fong, P.S-W., Choi, S. K-Y.,''Final Contractor Selection Using The Analytical Hierarchy Process (AHP)'',*Construction Management and Economics*, 18(5), 547-557, 2000.

[30] Chang, D. Y., '' Applications of The Extent Analysis Method of Fuzzy AHP'', *European Journal of Operational Research,* 95, 649-655, 1996.

[31] Rençber, Ö. F., Kazan, H.,'' Choosing A Subcontractor Company For Lange Scale Projects Proposal Evaluation : Decision Making With Analytic Hierarchy Process Method', *İnternational Journal of Social Sience Research* , 3(1), 11-24, 2014.

[32] Singh, D., Tiong, R. L., ''A Fuzzy Decision Framework for Contractor Selection. '' *Journal of Contruction Engineering and Management* , 131(1), 62-70, 2005.

[33] Wittstruck, D. Teuteberg F. '' Integrating The Consept of Sustainability İnto. The Partner Selection Process a Fuzzy AHP- TOPSIS Approach.''*İnternational Journal Logist Systems Management,* 12(2), 195-226, 2012.

[34] Mahmoodzadeh, S., Shahrabi, S. J., Pariazar, M., Zaeri, M.S., '' Project Selection by Using Fuzzy AHP and TOPSIS Technique'', *Word Academy of Science, Engineering and Technology*, 30, 333-338, 2007.

[35] Demireli, E., '' TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Sistemi : Türkiye'deki Kamu Bankaları Üzerine bir uygulama'', *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, Cilt 5(1), 101-112, 2010.

[36] Uygurtürk, H., Korkmaz, T., '' Finansal Performansın TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi İle Belirlenmesi : Ana Metal Sanayi İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama '', *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, Cilt 7(2), 95-115, 2012.

[37] Kabak, M., 'A Fuzzy Approach to Determination of a Unit's Air Defense Priorities' *Savunma Bilimleri Dergisi*, Cilt 10 ,(2), 1-17, 2011.

[38] Topçu, Y. I. '' A Decision Model Proposal for Construction Contractor Selection in Turkey ''. *Building and Environment,* 39(4),469-481, 2004.

[39] Singh, D. Tiong, R. L. '' A Fuzzy Decision Framework for Contractor Selection '' *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(1), 62-70, 2005.

[40] Ulubeyli, S., Manisalı, E. Kazaz, A., '' Subcontractor Selections Practices in İnternational Construction Projects. *''Journal of Civil Engineering and Manegement*,Cilt 16(1), 49-51, 2010

[41] Okoroh, M. I., Torran, V. B.,''A model for subcontractor selection in refurbishment projects'' *Construction Management and Economics*,17(3), 325, 2010.

[42] Jahanshahloo, G.R., Hosseinzadeh, L.F., Izadikhah, M., " Extension of the TOPSIS method for Decision Making Problems with Fuzzy Data", *Applied Mathematics and Computation*, 181(2), 1544-1551, 2006.

[43] Ecer, F., Vurur, N.S, Özdemir L.,“ Bulanık Bir Modelle Firmaları Değerlendirme ve Optimal Portföy Oluşturma : Çimento Sektöründe Bir Uygulama”, *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(11), 478-502, 2009.

[44] Wang Y. M., Elhag, T. M. S., ‘Fuzzy TOPSIS Method Based on Apha Level Sets With An Application to Bridge Risk Assessment,’ *Expert Systems With Applications*, 31, 309-319, 2006.

[45] Fong, P. S. W., Choi, S. K. Y., ‘ Final Contractor Selecion Using The Analytical Hierarchy Proces (AHP).*’Construction Management and Economics*, 18(5), 547-557, 2000.

[46] Yıldırım, F. B., Önder, E., ‘ Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ’ *Dora Yayınları Araştırma ve Kaynak Kitabı* , 03- 337, 2015.

[47] Arslan, V., Kazaz, A., Ulubeyli, S.,‘ Decision Criteria For Subcontractor Selection in İnternational Construction Projects’ *Nevşehir Bilim Ve Teknoloji Dergisi*,6,397-406, 2017.

[48] Mbachu,J., ’Conceptual framework for the assessment of subcontractors eligibility and performance in the construction industry’. Cilt 26(5) ,471-484, 2008.

[49] Vassiliev, V., Genova, K., Vassileva, M., ‘ A Brief Survey of Multicritoria Decision Making Methods’. *Bulgarian Academey of Sciense Cybernetics an information Technologies* ,5(1), 4 , 2005.

[50] Ishizaka, A., Nemery, P.,‘ Multi -Criteria Decision Analysis Methods and Software Wiley ’.2.165-174, 2013.

[51] Lai, ve Diğerleri. ’’ TOPSIS for MODM . ‘’*Europen Journal of Operational Research* 76,486-500, 1994.

[52] Choudhry, R. M., Hinze, J. W., Arshad, M., Gabriel, H. F.,‘ Subcontracting Practices in The Construction İndustry of Pakistan’. *Journal of Constraction Engineering and Management ASCE*.,138, 1353-1359, 2012.

[53] Ohnuma, D.K., Pereira, S. R., Cardosa, F. F.,’ The Role of Subcontractors in The Competitiveness of Building Companies and The İntegration df Value Chains.’ *Proceding of The CIB W92 Procurement System Symposium,Santiago,Chile* ., 201-217, 2000.

[54] Eccles, R. G.,‘ The Quasifirm in The Construction İndustry ‘ *Journal Of Economics Behaviour And Organization* , 2, 335-338, 1981.

[55] Constantino, N., Pıetroforte, R., Hamıl, P., ‘Subcontracting in Commercial and Residential Construction An Emperical İnvestigation’ *Construction Management And Economics*,19,439-450, 2001.

View publication stats