

ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ TEKNİĞİ İLE BİR PROJE YÖNETİMİ UYGULAMASI

Umman Tuğba ŞİMŞEK¹, Özlem Akçay KASAPOĞLU²

¹İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, Araştırma Görevlisi

²İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Üretim Yönetimi Anabilim Dalı, Araştırma Görevlisi

A PROJECT MANAGEMENT APPLICATION WITH THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

Abstract: The construction sector is one of the most rapidly growing sectors. In this sector, selection of an appropriate contractor is a key factor in assuring the success of a construction project. The success of a construction project depends on the effective use of the time and resources. In this research by applying the AHP to the contractor selection, important criteria for contractor selection are identified. These criteria are; management capability, construction capability, financial situation, commercial background and experience. Then criteria are ranked according to their priorities and best contractor according to these criteria are selected. It is suggested that; choosing the contractor with the highest qualifications, time and cost values could be most efficiently obtained. "Expert Choice" professional software is used to implement the AHP procedures.

Keywords: Project Management, Analytic Hierarchy Process, Contractor Selection

ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ TEKNİĞİ İLE BİR PROJE YÖNETİMİ UYGULAMASI

Özet: İnşaat sektörü hızla büyümekte olan sektörlerden biridir. Bu sektörde bir projeyi gerçekleştirecek uygun müteahhit firmanın seçimi, projenin başarısını da etkileyecektir. Projenin başarısı zaman ve kaynakların en etkili şekilde kullanılması ve en iyi işin en uygun maliyette yapılmasına bağlıdır. Bu çalışmada Analitik Hiyerarşi Prosesi Tekniği kullanılarak çok amaçlı bir problem olan müteahhit seçimi bir hiyerarşik yapı dahilinde ele alınmış, müteahhit seçiminde önemli olan kriterler, yönetim kabiliyeti, inşaat kabiliyeti, finansal durum, ticari geçmiş ve deneyim olarak belirlenmiştir. Daha sonra kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış ve bu ağırlıklar ile projeyi en iyi uygulayacak olan müteahhit firmanın seçimi gerçekleştirilmiştir. En iyi özellikteki müteahhit firmanın seçimi sonucunda, zaman ve maliyet konularında tasarruf sağlanabileceği önerilmiştir. Uygulamada "Expert Choice" profesyonel yazılımı kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Proje Yönetimi, Analitik Hiyerarşi Prosesi, Müteahhit Seçimi

I. GİRİŞ

Proje yönetiminde zaman ve kaynakların en etkili şekilde kullanılması ve en iyi işin en uygun maliyette yapılması esastır. İnşaat projeleri bu kriterlerin dikkatle göz önüne alınmasını gerektiren kapsamlı projelerdir. Bu projelerin en önemli unsurlarından biri de yapılacak proje için uygun müteahhitin seçimidir.

İnşaat projelerinde, müteahhit firmaların seçimindeki genel uygulamalarda, fiyat kriteri önemli görülmektedir. Oysa ki yalnızca fiyat kriterine önem verilmesi, kalite problemlerine ve proje teslimat problemlerine sebep olmaktadır. Bu durum rasyonel olmaktan uzaktır. Etkili bir seçim yaklaşımı, birden çok kriterin eş zamanlı göz önüne alınmasıyla mümkündür. Bu çalışmada uygun müteahhit firmanın seçimi için çok amaçlı karar verme tekniklerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılmıştır. Çalışmada çok amaçlı bir problem olan müteahhit seçimi bir hiyerarşik yapı dahilinde ele alınmış, firma seçiminde önemli olan kriterler belirlendikten sonra, AHP tekniği ile kriterlerin öncelikleri hesaplanmış ve en uygun müteahhit firmanın seçimi gerçekleştirilmiştir.

II. LİTERATÜR TARAMASI

Enea ve Piazza, bulanık AHP'yi proje yönetimine uygulamışlardır [1]. Karar vericiler için var olan proje alternatifleri arasından seçim yapmak oldukça zordur ve bu zorluklar bir takım kısıtlar sebebiyle daha da artmaktadır. Bu çalışmada tüm kısıtlar dikkate alınarak ve eldeki tüm veriler kullanılarak en uygun projenin seçimi bulanık AHP ile gerçekleştirilmiştir.

Cheng ve Li, müteahhit seçimini Analitik Şebeke Süreci (ANP) ile gerçekleştirmişlerdir [2]. Müteahhit seçimi bir projenin performansını etkileyecek olan önemli bir unsurdur. Bu seçim, çok amaçlı karar verme tekniklerinden AHP kullanılarak da yapılabilir. Fakat AHP sadece hiyerarşik karar verme problemlerinde kullanılmakta, daha komplike karar problemlerinde ANP önerilmektedir. Çünkü ANP'de bağımsız etkiler de modele dahil edilebilir.

Krishnamurty, Radhika, Wilson ve Rick, proje seçiminde AHP tekniğini kullanmışlardır [3]. Bilgi sistemlerinin planlanmasında proje seçimi önemli bir role sahiptir. Proje seçiminde Saaty'nin geliştirdiği AHP

tekniki kullanılmıştır. AHP tekniği proje seçiminde önemli olan kriterlerin belirlenmesine, kriterlerin birbirlerine göre göreceli önemlerinin belirlenmesine ve karar verilmesi için karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasına dayanır. Karar vericilerin görüşleriyle oluşturulan karşılaştırma matrislerinin sunduğu pek çok avantaj vardır. Karar verme süreci tutarlı sonuçlar elde edilmesini sağlar. Belirlenen kriterlere göre oluşturulan karşılaştırma matrisleri projelerin önceliklerinin belirlenmesini sağlar.

Shiau, Tsai, Wang ve Huang AHP tekniğini müteahhit seçiminde kullanmışlardır [4]. Bir inşaat projesinin başarılı olabilmesi için, uygun müteahhitin seçimi oldukça önemlidir. Bu çalışmada müteahhit seçiminde önemli olan kriterler ve bu kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi için 400 müteahhit firma ile anket yapılmıştır. Kullanılan teknik, en uygun seçimin yapılmasında mühendislere ve inşaat sektörüne yararlar sağlayacaktır.

Subhi, AHP tekniğini proje yönetimine uygulamıştır [5]. Örnek olarak müteahhit firma seçimi yapılmıştır. Çalışmada AHP uygulanarak, bir projeyi gerçekleştirecek en iyi müteahhitin seçimi amaçlanmıştır. Seçim kararının kontrol edilmesi, kararın tutarlı olup olmadığının belirlenmesi için duyarlılık analizi yapılmıştır. Çalışmada Expert Choice yazılımı kullanılmıştır.

Topçu çalışmasında, Türkiye inşaat sektöründe müteahhit seçimine bir çok amaçlı karar verme modeli geliştirmiştir [6]. Çalışmada, var olan seçim metodları gözden geçirilmiş ve üç ana faktör seçim için ele alınmıştır: maliyet, zaman ve kalite. Önerilen seçim modeli, bu üç kriteri ele alarak değerlendirme yapmaktadır ve modelin 2 aşaması vardır; bunlardan birincisi iyi bir müteahhit firmanın seçimi için gereken kriterlerin belirlenmesi ve diğeri uygun teklif önerisini veren müteahhitin seçimidir. Bu çalışmada geliştirilen model, uygun müteahhitin seçimi için proje sahipleri tarafından bir karar destek sistemi olarak kullanılabilir.

Ip, Leung ve Wang çevik üretim kapsamındaki projelerde müteahhit seçimini incelemişler, problemi 0-1 tamsayı programlama ile tanımlayıp, projenin çizelgelemesinde dal sınır algoritmasını kullanmışlardır [7].

Chau, Sing ve Leung çalışmalarında müteahhit seçimi için conjoint (bitişme) analizini ve kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesinde de likert ölçeği değerlendirmesini kullanmışlardır [8].

Yawei, Shouyu ve Xiangtian ise makalelerinde Çok Seviyeli Doku Tanımlama (MFPR) yaklaşımını müteahhit seçimine uygulamışlardır [9].

III. PROJE YÖNETİMİ

Belirli bir başlangıç ve bitiş noktası olan; zaman, bütçe ve kaynaklarla sınırlı, performans özellikleri müşteri ihtiyaçlarına göre belirlenen ve bir defaya mahsus gerçekleştirilen faaliyetler bütününe proje denir [10].

Proje Yönetimi, performans, maliyet ve zaman hedeflerine ulaşabilmek için eldeki kaynakları en verimli şekilde programlama ve proje aktivitelerini kontrol etme sürecidir. Bu üç amaca kaynakların verimli ve etkili kullanımıyla ulaşılabilir [11].

Bir projenin taşınması gereken ana özellikler şunlardır:

- 1- Tanımlanmış bir amacın olması
- 2- Başlangıç ve bitiş sürelerinin belirlenmiş olması
- 3- Genellikle birçok departman ve uzman kişilerin katılımıyla gerçekleşmesi
- 4- Daha önceden yapılmamış olması
- 5- Belirli zaman, maliyet ve performans gerekliliklerinin olması [10].

Yöneticiler, birçok departman tarafından yapılması gereken projelerin ve bu projelerin içerdiği farklı işlerin planlanması, çizelgelemesi ve kontrol edilmesinden sorumludur. Projeler genellikle yöneticilerin plan, çizelge ve projenin gelişimindeki bütün bilgileri akılda tutamayacakları kadar geniş ve karmaşıktır. Bu nedenle PERT (Program Evaluation and Review Technique) ve CPM (Critical Path Method) teknikleri kullanılmaktadır [12]. PERT ve CPM ile proje programlama 3 aşamadan oluşmaktadır:

1- **Planlama:** Planlama aşaması projeyi ayrı faaliyetlere bölmekle başlar. Projedeki faaliyetler belirlendikten sonra faaliyetlerin süreleri tahmin edilir ve şebeke diyagramı çizilir.

2- **Programlama:** Her bir faaliyet için başlama ve bitiş zamanını gösteren bir zaman diyagramı hazırlanır. Program, kritik ve kritik olmayan faaliyetleri göstermelidir.

3- **Kontrol:** Kontrol aşaması, düzenli aralıklarla proje için ilerleme raporlarını düzenleme amacına yöneliktir ve bu amaçla şebeke diyagramı ile zaman diyagramı kullanılır. Kontrol aşaması ile proje güncelleştirilir, analiz edilir [13].

PERT ve CPM'in amacı çizelgeleme faaliyetlerine analitik anlamlar kazandırmaktadır. Her iki teknikte de öncelikle projenin faaliyetleri belirlenir. İzleyen aşamalarda sırasıyla faaliyetlerin öncelik ilişkileri ve zaman gereksinimleri tanımlanır. Daha sonra proje, faaliyetler arasında öncelik ilişkilerini gösteren bir şebekeye dönüştürülür [14].

Şebeke diyagramı, faaliyetler arasındaki öncelik ilişkisi ve bağımlılıkları temsil eder [15]. PERT ve CPM şebekeleri, faaliyetler ve olaylar (düğümler) olmak üzere

iki ana bileşenden oluşur. Şebekenin faaliyetleri, yapılması gereken işleri temsil ederken; olaylar, faaliyetlerin başlama ve bitiş zamanlarını gösterir [16].

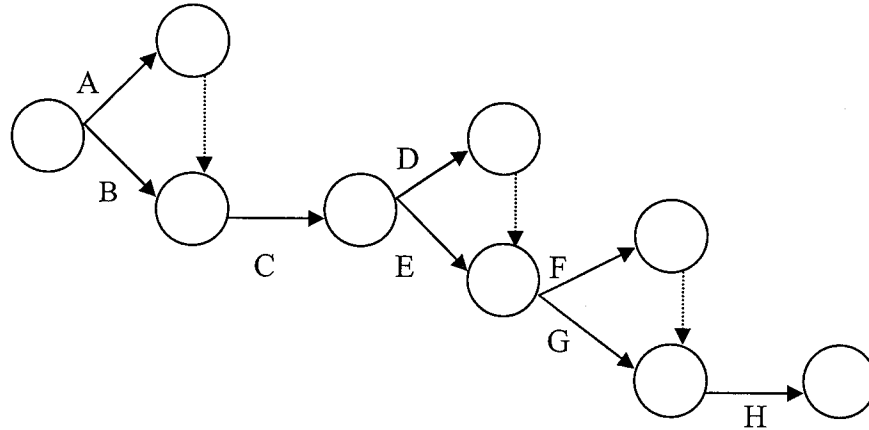
Aşağıda Tablo.1'de bir inşaat projesine ilişkin faaliyet tanımları, Şekil.1'de bu projeye ilişkin şebeke diyagramı görülmektedir.

Projenin son aşaması olan "müteahhit seçimi", AHP tekniği ile analiz edilmiştir.

Tablo 1. İnşaat Projesinin Aşamaları

FAALİYET	FAALİYETİN TANIMI	ÖNCEKİ FAALİYET
A	Bina inşaatına ilişkin araştırma	-
B	Projenin tasarım aşaması	-
C	İlgili merciiden proje için onay alınması- Ruhsatın alınması	A, B
D	Mimar- Mühendis bürolarının seçimi	C
E	Maliyet hesapları	C
F	Son tasarım aşaması	D, E
G	Finansal kaynakların bulunması	E
H	Müteahhit firma seçimi	F, G

([15]Timor, 2001)



Şekil.1. Şebeke Diyagramı

IV. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ

AHP Thomas L. Saaty tarafından çok amaçlı karar verme problemlerine çözüm getirmek amacıyla geliştirilmiş olan bir tekniktir. AHP her bir kriterin birbirine göre önem derecelerini belirlemek için karar vericilere ihtiyaç duyar. Daha sonra her bir kriter kullanılarak, karar alternatifleri arasından bir tercih yapılır. AHP, karar alternatiflerini önem sırasına koyar. [12].

AHP karar vermede önemli olan hem kalitatif hem kantitatif faktörleri dikkate alır. AHP tekniği alternatiflerin değerlendirilmesi için kriterlerin karşılaştırılması ve önceliklerinin belirlenmesi esasına

dayanır [17].

AHP problemleri çözümlenirken öncelikle hiyerarşi oluşturulur, daha sonra öncelikler belirlenir ve son olarak tutarlılık oranı hesaplanır. Hiyerarşi oluşturulurken öncelikle hedef belirlenir ve en üst aşamada bu hedef yer alır. Daha sonra hedefi gerçekleştirmek için kullanılacak kriterler belirlenir. Eğer varsa bu kriterlerin alt kriterleri belirlenir. Alt kriterlerin de belirlenmesinden sonra seçim yapılacak alternatifler belirlenir. Öncelikler belirlenirken karşılaştırma matrislerinden yararlanılır. Karşılaştırma matrislerinde kriterler ikili olarak birbirleriyle karşılaştırılır. Matrisler oluşturulurken kriterlerin birbirleriyle karşılaştırılabilmesi için bir ölçek kullanılır [18]. Bu ölçek Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo.2. Karşılaştırmada Kullanılan Önem Dereceleri Tablosu

ÖNEM DERECESESİ	TANIM	AÇIKLAMA
1	Eşit Derecede Önem	İki kriter eşit derecede önemlidir.
3	Orta Derecede Önem	Bir kriter diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli Derecede Önem	Bir kriter diğerine göre kuvvetle önemlidir.
7	Çok Kuvvetli Derecede Önem	Bir kriter diğerine göre yüksek kuvvetle önemlidir.
9	Mutlak Derecede Önem	Bir kriter diğerine göre kesinlikle daha önemlidir.
2,4,6,8	Ara Değerler	Kriterler arasında tercihte küçük farklar vardır.

([18]Saaty, 2001, s. 73)

Karar verme problemlerinde yargılara dayanan kararların ne kadar tutarlı olduğu önemli bir konudur. AHP problemlerinde tutarlılık, bir oranla hesaplanır. Hesaplanan Tutarlılık oranının (Consistency Ratio) % 10 veya daha düşük olması beklenir. Eğer, tutarlılık oranı % 10'dan büyükse karar kriterlerinin karşılaştırılmasında bir çelişki olduğundan söz edilebilir, bu nedenle yargıların tekrar gözden geçirilmesi gereklidir.

AHP pek çok farklı alanda uygulanan bir tekniktir. Sipahi ve Or, AHP tekniğini spor alanında uygulamış, forvet oyuncularını yetenek ve becerilerine göre değerlendirmişlerdir [19]. Dağdeviren, Akay ve Kurt, AHP'yi insan kaynakları alanında iş değerlendirme sürecinde kullanmışlar ve bir elektrik şirketinde uygulama yapmışlardır [20]. Kahraman, Cebeci ve Ruan, müşteri tatminini en fazla sağlayan firmayı tespit edebilmek için Türkiye'deki catering firmalarını AHP ile karşılaştırmışlardır [21]. Korpela, Lehmusvaara ve Tuominen, lojistik sistemlerin performansını arttırmada önemli rolü olan tedarik zinciri yönetiminde AHP'yi kullanmışlardır [22]. Tsai ve Su, AHP ile beş Doğu Asya liman ülkesinin politik risk değerlemesini yapmışlardır [23].

V. UYGULAMA

Bu çalışmada müteahhit seçimi, AHP'nin proje yönetiminde bir uygulaması olarak ele alınmıştır. Müteahhit seçiminde önemli olan faktörler yönetim kabiliyeti, inşaat kabiliyeti, finansal durum, ticari geçmiş ve deneyim olarak ele alınmıştır. Belirlenen faktörler aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Müteahhit Seçiminde Önemli Faktörler:

1. Yönetim Kabiliyeti: Müteahhit, yapımını üstleneceği inşaatı zamanında teslim edebilmek için, yönetim kabiliyeti ile ilgili gerekli koşulları sağlamalıdır. Yönetim kabiliyeti yeterli teknik eleman sayısı, insan kaynakları koordinasyonu ve zamanlama kontrolü alt bileşenlerini içermektedir. Müteahhitin teknik elemanlarının yeterli sayıda ve konularında uzman olmaları gerekmektedir. İşin zamanında, diğer bir deyişle verilen sürede yapılması için, insan kaynaklarının koordine edilmesi ve zamanlama kontrolünün etkin

biçimde yapılması gerekmektedir.

2. İnşaat Kabiliyeti: Müteahhitin inşaat kabiliyeti, yaptığı inşaatların kalitesi ve sahip olduğu ekipman kaynakları ile belirlenmektedir. Firmanın ekipman kaynakları, yeterli sayıda makineyi içermektedir. Ekipmanın firmanın kendi üzerinde olması (müteahhit parkı) bu noktada oldukça önemlidir.

3. Finansal Durum: Finansal durum, müteahhitin inşaat sektöründeki ekonomik ve mali yeterliliğidir. Finansal durum, sermaye ve banka onaylı teminat belgesini içermektedir. Müteahhitin inşaatın yapımını üstlenebilmesi için, sermayesinin yeterli olması gerekmektedir. Yerli veya yabancı bankalardan alınacak belgelerde, projenin bitimine kadar yeterli teminat karşılanmalıdır.

4. Ticari Geçmiş: Müteahhitin inşaat sektöründeki güvenilirliğidir. Güvenilirlik, ödemeler açısından ve hukuki açıdan sağlanmış olmalıdır. Müteahhitin hukuki durumu ve ödeme yeterliliği belgelerle sunulmalıdır. Hukuki durum, müteahhitin önceden yapmış olduğu işlerle ilgili veya kişisel, tarafına açılmış dava(lar)ın olup olmadığıdır. Tarafına açılmış dava(lar)ın olmaması, müteahhitin işi bitirme konusundaki güvenilirliğini gösterecektir.

5. Deneyim: Müteahhitin inşaat konusunda daha önce yaptığı projeleri kapsar. Müteahhitin deneyimi konusunda vereceği referansları iş bitirme belgeleriyle; tamamlanmış ihale tutarları ise gerekli mercilerden alınacak belgelerle kanıtlanmalıdır.

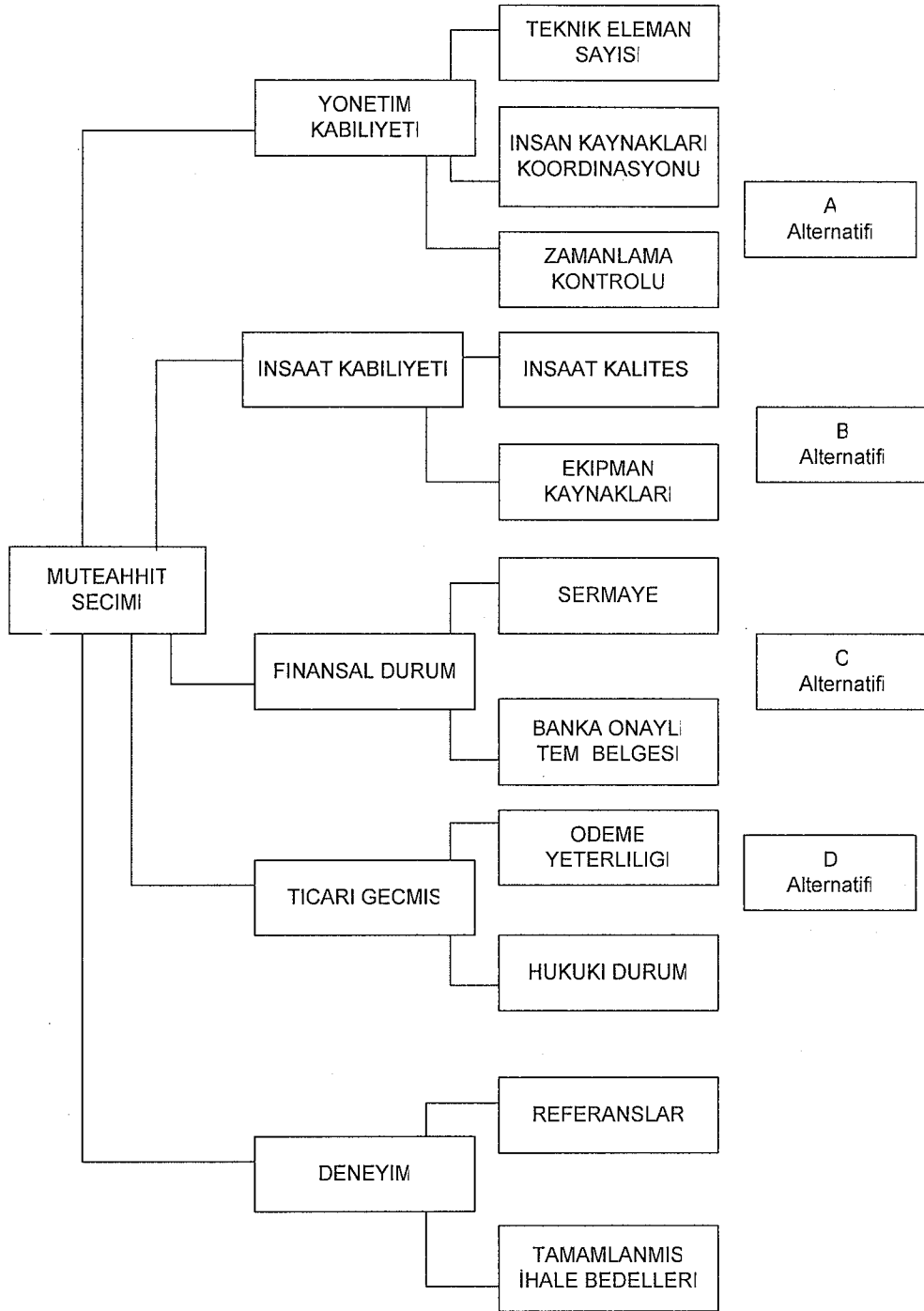
Bu çalışmada yer alan firmalar sadece modelin işleyişini göstermek üzere seçilmiştir. çalışmaya daha fazla firma da dahil edilebilir. Müteahhit firmalar karşılaştırılırken A, B, C ve D sembolleri kullanılmıştır. Firmaların özellikleri Tablo.3'te ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Yapılan iş: 5000 metrekare alanda inşa edilecek, 15.000 metrekaresi otoparktan oluşacak olan, toplam 20.000 metrekarelik betonarme kültür merkezi inşaatı için müteahhit firma seçilecektir.

Tablo.3. Firmalara Ait Özellikler

		A FİRMASI	B FİRMASI	C FİRMASI	D FİRMASI
Yönetim Kabiliyeti	Teknik Eleman sayısı	5 Mimar 3 İnşaat Müh. 2 Makine Müh. 1 Topograf Müh. 1 Jeoloji Müh. 1 Harita Müh.	7 Mimar 4 İnşaat Müh. 1 Makine Müh. 2 Topograf Müh. 2 Jeoloji Müh. 2 Harita Müh.	3 Mimar 2 İnşaat Müh. 1 Makine Müh. 1 Topograf Müh. 1 Jeoloji Müh. 1 Harita Müh.	2 Mimar 2 İnşaat Müh. 1 Makine Müh. 1 Topograf Müh. 1 Jeoloji Müh. 1 Harita Müh.
	İnsan Kaynakları Koord.	İyi bir organizasyon	Yetersiz organizasyon	Yeterli organizasyon	Yetersiz organizasyon
	Zamanlama Kontrolü	1 yıl	1 yıl	2 yıl	2 yıl
İnşaat Kabiliyeti	İnşaat Kalitesi	Sertifikalı Kalite belgesi	Sertifikalı Kalite belgesi	Sertifikasız -	Sertifikasız -
	Ekipman Kaynakları	4 buldozer 2 kazı makinesi 2 kepçe 4 kamyon 2 beton kamyonu 30 kişilik işçi kadrosu	6 buldozer 2 kazı makinesi 2 kepçe 7 kamyon 4 beton kamyonu 50 kişilik işçi kadrosu	2 buldozer 1 kazı makinesi 1 kepçe 2 kamyon 1 beton kamyonu 15 kişilik işçi kadrosu	2 buldozer 1 kazı makinesi 1 kepçe 3 kamyon 1 beton kamyonu 20 kişilik işçi kadrosu
Finansal Durum	Sermaye	6.000.000 Euro	8.000.000 Euro	4.000.000 Euro	6.000.000 Euro
	Banka Onaylı Tem. Belg.	Yerli banka onaylı	Yabancı banka onaylı	Yerli banka onaylı	-
Ticari Geçmiş	Ödeme Yeterliliği	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli
	Hukuki Durum	-	Kişisel dava var	-	-
Deneyim	Referanslar	15 yıllık deneyim 3 benzer iş tecrübesi	20 yıllık deneyim 5 benzer iş tecrübesi	10 yıllık deneyim 1 benzer iş tecrübesi	2 yıllık deneyim Benzer iş tecrübesi yok
	Tamamlanmış İhale Bedelleri	8.000.000 E uro	15.000.000 Euro	6.000.000 Euro	6.000.000 Euro

Belirlenen kriterler doğrultusunda oluşturulan hiyerarşik yapı aşağıda verilmiştir.



Şekil.2. Mütcaahhit Seçimine İlişkin Hiyerarşik Yapı

VI. SONUÇ

AHP problemlerinin çözümünde öncelikle ana kriterler birbirleri ile karşılaştırılır. Aşağıda Tablo 4'te, anketi yanıtlayan uzman kişilerin görüşlerinin geometrik

ortalama değerleri görülmektedir. Ana kriterlerin birbirleri ile karşılaştırılmasından sonra yapılan sayısal işlemlerle, bu kriterlerin öncelik değerleri de hesaplanmış ve Tablo.4'te ayrı bir sütunda gösterilmiştir.

Tablo.4. Ana Kriterlerin Karşılaştırma Matrisleri ve Öncelik Değerleri

	Yönetim kabiliyeti	İnşaat kabiliyeti	Finansal durum	Ticari geçmiş	Deneyim	Öncelikler
Yönetim kabiliyeti	1,000	0,213	0,333	1,509	0,632	0,106
İnşaat kabiliyeti	4,699	1,000	0,583	2,700	1,256	0,279
Finansal durum	3,005	1,717	1,000	2,153	0,591	0,258
Ticari geçmiş	0,663	0,370	0,464	1,000	0,272	0,086
Deneyim	1,582	0,796	1,692	3,680	1,000	0,271
	TUTARLILIK ORANI: 0,067 < 0,10				TOPLAM:	1,000

Tablo 4'te ana kriterlerin öncelik değerleri incelendiğinde % 27.9 oranı ile "İnşaat Kabiliyeti" kriterinin en önemli kriter olduğu görülmektedir. "Deneyim" kriteri % 27.1 oranı ile ikinci sırada yer almaktadır ve inşaat kabiliyeti kriterine oldukça yakın bir değer almıştır. "Finansal Durum" kriteri % 25.80 oranı ile üçüncü sırada yer almıştır. "Yönetim Kabiliyeti"

kriteri % 10.6 oranı ile dördüncü sırada yer almaktadır. "Ticari Geçmiş" kriteri ise % 8.6 oranı ile önem derecesi en düşük olan kriterdir. Tablo.4 ve Tablo.5'te verilen tutarlılık oranları incelenirse tüm oranların % 10'dan küçük olduğu görülecektir. Bu değerler verilen yargıların tutarlı olduğunu, birbirleriyle çelişmediğini göstermektedir.

Tablo 5. Alt Kriterlere İlişkin Öncelik Değerleri

ANA VE ALT KRİTERLER	ÖNCELİK VEKTÖRÜ	TUTARLILIK ORANLARI
YÖNETİM KABİLİYETİ	0,106	
Teknik Eleman Sayısı	0,4194	0,059 < 0,10
İnsan Kaynakları Koordinasyonu	0,1893	0,069 < 0,10
Zamanlama Kontrolü	0,3913	0,007 < 0,10
İNŞAAT KABİLİYETİ	0,279	
İnşaat Kalitesi	0,7804	0,013 < 0,10
Ekipman Kaynakları	0,2196	0,040 < 0,10
FİNANSAL DURUM	0,258	
Sermaye	0,6021	0,099 < 0,10
Banka Onaylı Teminat Belgesi	0,3979	0,008 < 0,10
TİCARİ GEÇMİŞ	0,086	
Ödeme Yeterliliği	0,5887	0,053 < 0,10
Hukuki Durum	0,4113	0,043 < 0,10
DENEYİM	0,271	
Referanslar	0,3778	0,091 < 0,10
Tamamlanmış İhale Tutarları	0,6222	0,078 < 0,10

Alt kriterler birbirleri ile karşılaştırıldığında Tablo.5'te görülen sonuçlar elde edilecektir. Buna göre; Yönetim Kabiliyeti kriterine ait alt kriterler içerisinde % 41.94 oranı ile "Teknik Eleman Sayısı" en önemli kriterdir. % 39.13 oranı ile "Zamanlama Kontrolü" ikinci sırada yer almaktadır. "İnsan Kaynakları Koordinasyonu" ise % 18.93 oranı ile en düşük orana sahip olan kriterdir. İnşaat Kabiliyeti kriterinin alt kriterleri incelendiğinde, "İnşaat Kalitesi"nin % 78.04 oranı ile "Ekipman Kaynakları" kriterine göre oldukça önemli olduğu görülmektedir. Finansal Durum kriterine bakıldığında, "Sermaye"nin % 60.21 oranı ile "Banka Onaylı Teminat

Belgesi"nden daha önemli olduğu görülmektedir. Ticari Geçmiş kriteri altında yer alan, "Ödeme Yeterliliği" % 58.87 oranı ile, % 41.13 oranına sahip "Hukuki Durum" kriterinden daha önemlidir. Deneyim kriterine ait alt kriterlerden "Tamamlanmış İhale Tutarları" % 62.22 oranı ile, "Referanslar" kriterinden daha önemli olduğu görülmektedir.

Bir sonraki aşamada her bir alt kriter açısından firmalar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Tablo.6'da alt kriterlere göre birbirleriyle karşılaştırılan firmaların öncelik değerleri görülmektedir.

Tablo.6. Alt Kriterlere Göre Firmaların Öncelik Değerleri

FİRMALAR	TEKNİK ELEMAN SAYISI	İNS.KAYH. KOORD.	ZAM. KONTROLÜ	İNŞAAT KALİTESİ	EKİPMAN	SERMAYE	BAHKA OH. TEMİNAT BELGESİ	ÖDEME YET.	HUKUKİ DURUM	REFERANSLAR	İHALE
A	0,275	0,256	0,444	0,365	0,380	0,377	0,369	0,349	0,446	0,225	0,270
B	0,593	0,445	0,424	0,515	0,486	0,412	0,433	0,461	0,095	0,599	0,553
C	0,071	0,125	0,061	0,059	0,061	0,107	0,146	0,056	0,233	0,117	0,081
D	0,061	0,174	0,071	0,061	0,074	0,104	0,052	0,134	0,226	0,059	0,096

Ana kriterlerin önceliklerini gösteren Tablo. 4 ve Tablo 6'daki matris çarpıldığında firmaların öncelik değerleri ve hangi firmanın seçileceği bulunur.

Tablo.7. Firmaların Öncelik Değerleri

	ÖNCELİKLER
A	0,3370
B	0,4846
C	0,0931
D	0,0853

Tablo.7'deki öncelik değerleri incelendiğinde, B firmasının % 48.46 oranı ile seçilmesi gerektiği görülecektir. % 33.70 oranı ile A Firması ikinci sırada yer almaktadır. C Firması % 9.31 ve D Firması % 8.53 ile birbirlerine yakın oranlar almışlar, üç ve dördüncü sırada yer almışlardır. Böylelikle proje yönetiminin en zor aşamalarından biri olan müteahhit firma seçimi gerçekleştirilmiş, seçilen en iyi özellikteki müteahhit firma sayesinde, zaman ve maliyet konularında tasarruf sağlanabileceği önerilmiştir. Kullanılan AHP tekniğinin projenin başka alanlarında da kullanılması ile projenin verimliliğinin artırılması mümkündür.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- [1] Enea M. & Piazza T. (2004). Project Selection by Constrained Fuzzy AHP. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 3(1), 39-62.
- [2] Cheng, L.W.E. & Li, H. (2004). Contractor Selection Using Analytic Network Process. *Construction Management and Economics*, 22(10), 1021-1032
- [3] Krishnamurthy M.; Radhika, S. & Rick, W. (1990). Using the Analytic Hierarchy Process for Information System Project Selection. *Information Management*, 18(2), 87-95.
- [4] Shiau, T.; Tsai, W.W. & Huang, M. (2002). Use Questionnaire and AHP Techniques to Develop Subcontractor Selection System. *International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, 19th (ISARC). Proceedings. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland. September 23-25, 35-40.
- [5] Al-Subhi, K. (2001). Application of the AHP in Project Management. *International Journal of Project Management*, 19 (1), 19-27.
- [6] Topçu, İ. (2004). A Decision Model Proposal for Construction Contractor Selection. *Building and Environment*, 39(4), 469-481
- [7] Ip, W.H.; Yung, K.L. & Wang, D. (2004). A Branch And Bound Algorithm For Sub-Contractor Selection in Agile Manufacturing Environment. *International Journal of Production Economics*, 87(2), 195-205.
- [8] Chau, C.K.; Sing, W.L. & Leung, T.M. (2003). An Analysis on The Hvac Maintenance Contractors Selection Process. *Building and Environment*, (4), 583-591.
- [9] Yawei L.; Shouyu, C. & Xiangtian, N. (2005). Fuzzy Pattern Recognition Approach to Construction Contractor Selection. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 4(2), 103-118.
- [10] Gray, F.C. & Larson, E.W. (2003). *Project Management*. New York: McGraw Hill.
- [11] Görkem Tekir. Proje Yönetimi Nedir?. [www.projeyonetimi.com]. [08.11.2005].
- [12] Anderson, D.R.; Sweeney, D.J. & Williams, T.A. (2000). *An Introduction to Management Science*, St. Paul: West Publishing Company.
- [13] Halaç O. (1978). *Kantitatif Karar Verme Teknikleri*. İstanbul: İ.Ü. İşletme Fak. Yayını.
- [14] Taha, H. (2000). *Yöneylem Araştırması*. (Çev.: Baray, A. & Esnaf, Ş.). İstanbul: Literatür.
- [15] Timori M. (2001). *Yöneylem Araştırması ve İşletmecilik Uygulamaları*. İstanbul: İ.Ü. İşletme Fakültesi Yayını.
- [16] Lee, M.S.; Moore, L.J. & Taylor, B.W. (1990). *Management Science*. Boston: Allyn and Bacon.
- [17] Köksalan, M. & Zionts, S. (2001). The Seven Pillars of The Analytic Hierarchy Process. *Multiple Criteria Decision Making in The New Millennium*, (Ed.: Saaty, T.L.). Almany: Springer.

- [18] Saaty, T.L. (2001). *Decision Making for Leaders*. Pittsburgh: RWS Publications.
- [19] Sipahi, S. & Or, E. (2005). Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Tekniği ile Forvet Oyuncuların Yetenek ve Becerilerine Göre Değerlendirilmesi. *Yönetim*, 50, 53-65.
- [20] Dağdeviren, M.; Akay, D. & Kurt, M. (2004). İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Müh.-Mim. Fak. Dergisi*, 19(2), 131-138.
- [21] Kahraman, C.; Cebeci, U. & Ruan, D. (2004). Multi-Attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey. *International Journal of Production Economics*, 87(2), 171-184
- [22] Korpela, J.; Lehmusvaara, A. & Tuominen, M. (2001). An Analytic Approach to Supply Chain Development. *International Journal of Production Economics*, 71(1-3), 145-155.
- [23] Tsai, M.C. & Su, C.H. (2005). Political Risk Assessment of Five East Asian Ports-The Viewpoints of Global Carriers. *Marine Policy*, 29(4), 291-298.

Umman Tuğba ŞİMŞEK (tugbasim@istanbul.edu.tr) is a Ph.D. student of Operations Research at İstanbul University Social Science Institute. She is research assistant at İstanbul University. Her research areas are quantitative decision making techniques, analytic hierarchy process, and data mining .

Özlem AKÇAY KASAPOĞLU (ozlemak@istanbul.edu.tr) is a PH.D. student of Operations Management at İstanbul University Social Science Institute. She is research assistant at İstanbul University. Her research areas are supply chain management, genetic algorithms and design of experiment.