

**BİR SAVUNMA SANAYİ FİRMASINDA
ÇOK KRİTERLİ ALT YÜKLENİCİ SEÇİM PROBLEMİ VE ÇÖZÜMÜ**

Şefika CAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MART 2012
ANKARA**

Şefika CAN tarafından hazırlanan BİR SAVUNMA SANAYİ FİRMASINDA ÇOK KRİTERLİ ALT YÜKLENİCİ SEÇİM PROBLEMİ VE ÇÖZÜMÜ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd.Doç. Dr. Feyzan ARIKAN.....

Tez Danışmanı, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa YURDAKUL.....

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, G. Ü.

Yrd.Doç. Dr. Feyzan ARIKAN.....

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, G. Ü.

Yrd. Doç. Dr. Bahar ÖZYÖRÜK.....

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, G. Ü.

22/03/2012

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Şefika CAN

**BİR SAVUNMA SANAYİ FİRMASINDA
ÇOK KRİTERLİ ALT YÜKLENİCİ SEÇİM PROBLEMİ VE ÇÖZÜMÜ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Şefika CAN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Mart 2012

ÖZET

Bu çalışmada, savunma sanayi sektöründe ARGE çalışmaları gerçekleştiren bir firmanın, yatırımlarında birlikte çalışacağı alt yüklenici firmayı seçim ve değerlendirme problemine çözüm getirmek hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda, öncelikle savunma sanayi sektörü için alt yüklenici seçim problemi ile ilgili temel kavramlar ve seçim süreci araştırılmıştır. Alt yüklenici seçim problemi birden çok kriterin aynı anda ele alınmasını gerektiren çok kriterli karar verme problemidir. Problemin çözümü, çok kriterli karar verme yöntemlerinden üstünlük ve sıralama yöntemi olan, kullanıcı için esneklik ve kolaylığı bir araya getiren, alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesine imkan sağlayan Promethee II yöntemi ile elde edilmiştir. Bu yöntemin kullanılmasına girdi teşkil edecek kriterler, alt yüklenici seçimi ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar referans alınarak ve sistemin ihtiyaçları doğrultusunda uzman görüşleri alınarak, kriter ağırlıkları ise Analitik Hiyerarşi Proses yöntemi ile belirlenmiştir. Promethee II yöntemi ile alternatifler arasında bir seçim ve sıralama elde edilmiş aynı zamanda seçilen alternatifin kriterler bazında değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Bilim Kodu :906.1.141
Anahtar Kelimeler :Savunma Sanayi, Alt Yüklenici Seçimi, Promethee, ÇKKV
Sayfa Adedi :80
Tez Yöneticisi :Yrd. Doç. Dr. Feyzan ARIKAN

**MULTI CRITERIA SUBCONTRACTOR SELECTION PROBLEM AND
SOLUTION FOR A DEFENCE INDUSTRY FIRM**

(M. Sc. Thesis)

Şefika CAN

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

March 2012

ABSTRACT

In this study, it is sought to solve the problem of choosing and evaluating a subcontractor firm for a company that performs research and development in defense industry. To achieve this goal, first the basic subcontractor selection problem for the defense industry and the basic concepts related to the selection process are investigated. Subcontractor selection problem is a Multi Criteria Decision Making problem that requires more than one criterion to be addressed at the same time. The solution of the problem is obtained by using the Promethee II method, which is one of the Multi Criteria Decision Making methods under the umbrella of the superiority and sorting methods and combines the flexibility and the convenience for the user and allows evaluation of the alternatives on the criterion basis. The input criteria for this method are selected from the previous studies on subcontractor selection and the expert opinion based on the needs of the system, and the criteria weights are determined by using the Analytic Hierarchy Process method. The choice and the ranking between alternatives as well as the evaluation of the alternatives on the basis of criterion are obtained using the Promethee II method.

Science Code :906.1.141

Key Words :Defence Industry, Subcontractor Selection, Promethee, MCDM

Page Number:80

Adviser :Assist.Prof.Dr. Feyzan ARIKAN

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Yrd. Doç. Dr. Feyzan ARIKAN'a, çalışma motivasyonumu arttıran aileme, çok kıymetli anneme ve bugünlere gelmemde en büyük desteği vermiş olan özlemle andığım biricik babama teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
2. TEMEL KAVRAMLAR	4
2.1. Alt Yüklenicilik İle İlgili Kavramlar	4
2.1.1. Alt yüklenici kullanmanın avantajları ve dezavantajları	5
2.1.2. Savunma sanayinde alt yüklenicilik ile ilgili kavramlar	8
2.1.3. Savunma sanayinde alt yüklenicilik seçim süreci	9
2.2. Çok Kriterli Karar Verme İle İlgili Kavramlar	11
2.2.1. Karar verme kavramı ve süreci	11
2.2.2. Çok kriterli karar verme	13
2.2.3. Analitik hiyerarşi proses yöntemi	16
2.2.4. Promethee II yöntemi	27
3. ALT YÜKLENİCİLİK SEÇİMİ İLE İLGİLİ LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	37
4. UYGULAMA	46
4.1. Tr Teknoloji Aş Hakkında Genel Bilgi	46

Sayfa

4.1.1. Tr teknoloji ürünleri.....	47
4.2. Problemin Tanımı.....	50
4.3. Problemin Çözümü.....	52
4.3.1. Kriterlerin ve tercih fonksiyonlarının belirlenmesi	52
4.3.2. Adayların belirlenmesi.....	55
4.3.3. Kriterlere AHP ile ağırlıkların verilmesi	58
4.3.4. Adayların sıralanması	61
4.3.5. Kriter bazında değerlendirme.....	64
4.4. Duyarlılık Analizleri.....	67
4.4.1. Durağan aralık analizi.....	67
4.4.2. Yürüyen kriter ağırlık analizi	68
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.	69
KAYNAKLAR.	72
EKLER.....	77
EK-1. Firma bilgi formu örneği.....	78
ÖZGEÇMİŞ.....	80

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Karar Verme Sürecinin Aşamaları.....	12
Şekil 2.2. AHP Yönteminin Algoritması	18
Şekil 2.3. Hiyerarşik Yapı.....	19
Şekil 2.4. Promethee II Yönteminin Algoritması.....	29
Şekil 2.5. Ortak Tercih Fonksiyonlarının Şematik Gösterimi.....	31
Şekil 2.6. A Alternatifi İçin Hesaplanan Pozitif ve Negatif Üstünlük.....	31
Şekil 2.7. Promethee I ile Kısmi Sıralama	36
Şekil 4.1. Hiyerarşik Yapının Oluşturulması	59
Şekil 4.2. Decision Lab 2000 Veri Giriş Ekranı.....	62
Şekil 4.3. Pozitif ve Negatif Üstünlükler	62
Şekil 4.4. Promethee I ile Kısmi Sıralama	63
Şekil 4.5. Promethee II ile Tam Sıralama	64
Şekil 4.6. Alternatiflerin Kriter Bazında Değerlendirilmesi	66
Şekil 4.7. Durağan Aralık Analiz Diyagramı	67
Şekil 4.8. Yürüyen Kriter Ağırlık Analiz Diyagramı	68

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Temel AHP Ölçeği	21
Çizelge 2.2. Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisi	21
Çizelge 2.3. Rassallık İndeksi	23
Çizelge 2.4. İkili Karşılaştırma Matrisi (Örnek Uygulama).....	24
Çizelge 2.5. Özvektör Değerleri (Örnek Uygulama).....	25
Çizelge 2.6. Ağırlıklı Ortalama Değerleri (Örnek Uygulama).....	26
Çizelge 2.7. Üstünlük Değerleri (Örnek Uygulama)	26
Çizelge 2.8. Veri Matrisi.....	29
Çizelge 2.9. Tercih Fonksiyonları	30
Çizelge 3.1. Alt Yüklenici Seçimi ile İlgili Literatür Araştırması	38
Çizelge 4.1. Firmada Alt Yüklenici İhtiyaç Nedenleri	50
Çizelge 4.2. Firmanın Seçim Sürecinden Beklentileri.....	51
Çizelge 4.3. Kriterlerin ve Tercih Fonksiyonlarının Belirlenmesi	53
Çizelge 4.4. Ön Şartlara Göre Aday Alt Yüklenici Firma Bilgileri	56
Çizelge 4.5. Kriterlere Göre Aday Alt Yüklenici Firmaların Puanlaması	58
Çizelge 4.6. İkili Karşılaştırma Matrisi.....	59
Çizelge 4.7. Normalleştirilmiş Matris ve Kriter Ağırlıkları.....	60
Çizelge 4.8. Ağırlıklı Toplam Matrisi.....	60
Çizelge 4.9. Kriter Temelli Ağırlıklandırılmış Veri Matrisi	61
Çizelge 4.10. Kriter Bazında Değerlendirme Hesaplamaları.....	65

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
w_k	Kriter ağırlığı
f_k	Kriter
c	Kriter kümesi
A	Alternatif kümesi
$f_k(i)$	i alternatif adayının k .kriter cinsinden değeri
$p(x)$	Tercih fonksiyonu
l, m, q, p, s, r, σ	Tercih fonksiyon parametreleri
π	Tercih indeksi
Φ^+	Pozitif üstünlük
Φ^-	Negatif üstünlük
a_{ij}	i . özellik ile j . özelliğin ikili karşılaştırma değeri
W	Öz değer vektörü
W_i	i kriterinin öz değer vektörü
λ_i, λ_k	A matrisinin öz değerleri
$\lambda_{\max}$	A matrisinin en büyük öz değeri
n	A matrisinin boyutu

Kısaltmalar	Açıklama
AHP	Analitik Hiyerarşi Proses
ARGE	Araştırma Geliştirme
AUV	Autonom Underwater Vehicle
ÇAKV	Çok Amaçlı Karar Verme
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
ÇNKV	Çok Nitelikli Karar Verme
ELECTRE	Elimination Et Choix Traduisant La Realite

PEM	Polimer Elektrolit Membran
PROMETHEE	The Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation
Ri	Rastgele İndeksi
ROV	Remoted Operated Underwater vehicle
SSR	Single Shot ROV
Ti	Tutarlılık İndeksi
TO	Tutarlılık Oranı
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

1. GİRİŞ

Türkiye'nin bulunduğu coğrafyada güçlü ve caydırıcı konumunu sürdürmesi, bunun için de güçlü bir silahlı kuvvetlere ve onu destekleyen güçlü bir savunma sanayine sahip olması, dolayısıyla bu alanda harcamalar yapması zaruridir. Savunma Sanayi ürünleri ileri teknoloji gerektiren, karmaşık yapılı ürünlerdir. Ülke içerisindeki konumu itibari ile vazgeçilmezdirler ve sürekli yenilenen teknolojiyi içinde barındırmak zorundadırlar. Tüm bunlar olurken uluslararası baskıyı göze alarak Araştırma Geliştirme (ARGE) faaliyetlerinde bulunmak başlı başına bir sorumluluktur. Sahip olunan teknolojiyi geliştirmek, sahip olmadıklarımızı üretebilir hale gelmek ve tüm bunları gerçekleştirirken yurtdışından bağımsız bir üretim gerçekleştirebilmek firmaları birbirleri ile iş paylaşımına itmekte ve alt yüklenicilik kavramını doğurmaktadır.

“Alt yüklenici, sözleşme konusu işin nev'i itibariyle bir kısmını ana yüklenici ile yaptığı sözleşmeye dayalı olarak gerçekleştiren gerçek veya tüzel kişi” şeklinde tanımlanır. Bir başka deyişle alt yüklenici, ana yüklenicinin nam ve hesabına, onun izniyle işi yapmak ve yürütmek için bir işin belirli bir kısmının devredildiği yapılanma olarak nitelendirilir. Savunma sanayi sektöründe alt yüklenicilik süreci sektörün özelliklerinden kaynaklanan dezavantajları gidermek ve avantajları ülke çıkarlarına uygun kullanabilmek maksadıyla ortaya çıkar. Ancak birlikte çalışılacak alt yüklenici firmanın seçimi ise yeni bir problemi beraberinde getirmekte, firmaları karar verme problemi ile karşı karşıya bırakmaktadır. Firmaların karşılaştığı bu karar süreci mali açıdan yüksek projelerde ve ülke gururunu temsil edecek olan ARGE çalışmalarında, yeni bir firmaya güven sorununu içerir. Bunun sonucunda yöneticiler, karar verme sürecinde kişi insiyatifinden çıkarak, daha bilimsel ve rasyonel çözüm yöntemleri ararlar. Bu yaklaşım ile alınan kararlara güven bir nebze daha artar.

Karar verme, en basit şekilde birden çok alternatif arasından sistem ya da duruma en uygun olanın seçilmesi olarak tanımlanabilir. Bu kapsamda, sınırlı kaynaklar

arasından en fazla faydayı sağlayacak şekilde, ihtiyaçların doğru bir şekilde tespit edilip önceliklendirilmesi, karar verme kavramı içinde değerlendirilir. Karar verme problemi ile değişik boyutlarda karşılaşılabilir. Bunlardan bir tanesi de farklı alt yapı, teknik özellik, iş gücü vb. ihtiyaçları olan ARGE projeleri için gerekli olan alt yüklenici seçim problemidir. Her bir ARGE projesinin kendine ait bir bütçesi ve bu bütçeye paralel çeşitli gereksinimleri vardır. Ayrılan bütçe ve sözleşme teslim süresi içinde en uygun alt yüklenici ile çalışmanın sağlanabiliyor olması önemli bir karar problemini ortaya çıkartır.

Bu çalışmanın amacı, çok kriterli karar verme problemi olarak, TR Teknoloji AŞ'nin ARGE departmanında geliştirilen Milli AUV (Autonom Underwater Vehicle) projesinin bir alt sistemi olan "Robot Kolu Üretimi ve Robot Kolu Yazılımı"nın geliştirilmesi için alt yüklenici firma seçimini en doğru şekilde gerçekleştirmektir. Proje gereksinimlerini karşılayabilecek bir firmayla iş birliği yapmak bu noktada önemlidir. Savunma sanayi sektöründe elektronik ve yazılım konusunda ARGE faaliyetlerinde bulunan, on beş firma arasından beklentilerin tümünü karşılayan bir firmanın tercih edilmesi ve alt yüklenici firmanın kriterler bazında değerlendirmesinin yapılabilmesi, çok kriter ve çok alternatif arasından en iyisini seçmeyi gerektirir. Yani çok kriterli karar problemiyle firmayı karşı karşıya bırakır.

İlgilenilen problem bir alt yüklenici seçim problemi olduğundan, ikinci bölümde savunma sanayinde alt yüklenici kavramı ve seçim süreci hakkında bilgi verilmiştir. Aynı zamanda problem bir karar verme problemi olduğundan, karar verme ile ilgili temel kavramlar ve çok kriterli karar verme yöntemleri anlatılmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden Promethee II (The Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation) yöntemi uygulama aşamasında incelenen problemin çözümüne en uygun yöntem olduğundan Promethee I yöntemini de içerecek şekilde anlatılmış, Promethee II yöntemi için girdi teşkil eden kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan AHP (Analitik Hiyerarşi Proses) yöntemine de bu bölümde yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde, literatürde alt yüklenici seçimi ile ilgili yapılmış otuz iki çalışmaya yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde ise, TR Teknoloji A.Ş. hakkında genel bilgilere, problemin tanımına, problem girdilerine ve problemin çözümüne yer verilmiştir. Problemin çözümü için AHP ve Promethee II yöntemleri bütünleşik olarak kullanılmıştır. AHP yöntemi ile kriter ağırlıkları Excel programı kullanılarak elde edilmiş, Promethee II yöntemi ile alternatifler Decision Lab 2000 programı ile üstünlüklerine göre sıralanmış ve alternatifler kriter bazında değerlendirilmiştir. Ayrıca kriter ağırlıklarındaki artışın ya da azalışın alternatiflerin sıralamasını nasıl değiştirdiğini incelemek için kriter ağırlık analizine ve kriter ağırlıklarının çözüme etkilerini incelemek için durağan aralık analizine yer verilmiştir.

Son bölümde elde edilen sonuçlar değerlendirilerek, uygulanabilirliği ve uygulama sonucunda olabilecek avantajlar ve dezavantajlar değerlendirilmiştir.

2. TEMEL KAVRAMLAR

Bu bölümde, öncelikle savunma sanayinde alt yüklenicilik kavramı ve alt yüklenici seçim süreci ve problemin çok kriterli karar verme problemi olmasından dolayı, karar verme ve çok kriterli karar verme kavramları ile ilgili genel bir bilgi verilmiştir. Uygulama aşamasında kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullanılan AHP yöntemi ve problem çözümünde kullanılan Promethee II yöntemleri detaylı olarak anlatılmıştır.

2.1. Alt Yüklenicilik İle İlgili Kavramlar

Alt yüklenicilik daha çok inşaat sektöründe taşeron firma olarak bilinmekte ve diğer sektörlerde karşılığı tam olarak kavranamamaktadır. Bununla birlikte günümüzde pek çok sektörde alt yüklenici kullanılmaktadır. Bir firmanın yapmakta olduğu veya yapabileceği işin bir bölümünü, daha küçük ya da daha büyük ölçekli bir başka firmaya yaptırması alt yüklenici kullanması anlamına gelir.

Alt yüklenici deyimini farklı disiplinlerde farklı isimler kullanılarak tanımlanmaktadır. Hukuki terminoloji için alt istisna, alt müteahhit ve tali işveren; inşaat sektörü için uzman ekip ve taşeron; imalat sektörü için tedarikçi ve satıcı olarak ifade edilir. Farklı şekillerde isimlendirilmesine rağmen en basit şekliyle alt yüklenicilik, ana yüklenicinin üstlendiği işin belli bir bölümünü yapmak için sözleşme imzalayan organizasyondur [Arditi, 2005]. Alt yüklenici firmalar belirli bir alanda uzmanlaşırlar ve işin belirli bir kısmında hizmet verirler. Sistemin tamamını alabilecek kapasiteye sahip olmayabilirler. Yalnız bu ifade, küçük ölçekli firmalar alt yüklenici olarak görev alır, yargısını ortaya koymaz. Büyük ölçekli firmalarda belirli bir alandaki uzmanlıklarını, alt yüklenici olarak sergileyebilirler. Bir firmanın alt yüklenici olarak tarif edilebilmesi için genel olarak aşağıdaki şartları sağlaması gerekir:

- Alt yüklenici firmanın kendi adına belirli bir işçi grubunu sürekli olarak o işe tahsis etmesi gerekir. Eğer iş bizzat alt yüklenici tarafından işçi çalıştırılmadan yapılıyorsa, alt işverenlikten söz edilemez.

- İşin tamamının değil, yalnızca belirli bir bölümünün üstlenildiği durumlarda alt yüklenicilikten bahsedilebilir. Öyle ki, ana yüklenicinin de işverenlik sıfatına sahip olabilmesi için kendi adına işçi çalıştırması gerekir.
- İlgili mevzuat ana yükleniciyi de sorumlu tutarak işçilerin ücret ve diğer alacaklarını (sigorta primi, kıdem tazminatı, yıllık ücretli izin ve iş kazası tazminatı gibi) güvence altına alır. Böylece ana yüklenicilerin, iş verdikleri alt yüklenicilerin niteliklerinde daha dikkatli davranmaları hedeflenir.

2.1.1. Alt yüklenici kullanmanın avantajları ve dezavantajları

Savunma sanayi sektöründe ARGE çalışmaları, hem son derece masraflı hem de uzun süreç gerektiren faaliyetlerdir. Aynı anda birden çok projeye ilgilenmek ve müşteri ihtiyaçlarıyla orantılı olarak, sistemi sürekli geliştirmek gerekir. Bununla birlikte yeni projelere başlayabilmek amacıyla, var olan projelerin belirli kısımları alt yüklenici firmalarla paylaşılmalıdır. Alt yükleniciliğin firmalara kazandırdığı avantajlar aşağıdaki gibidir [Ulubeyli, 2008]:

1. İlk olarak gösterilebilecek ve en önemli fayda insan kaynakları yönetiminde sağlamış olduğu kontrolü kolaylaştırmasıdır. İşverenler; artan küresel rekabet, değişen teknolojiler, düşen talepler, gelişmemiş işgücü pazarları ve zayıflayan sendikacılığın etkisiyle daha yüksek işgücü esnekliğine ulaşmak için geçici işçi kullanımını zamanla artırmışlardır. Bu durum işverenlerin kendi işçilerini, sürekli çalışan çekirdek işgücü ve kısa dönemli sözleşmelerle geçici olarak çalışan ikincil önemdeki işgücü olarak ayırdığı esnek firma modeline yol açmıştır. Bir diğer ifadeyle, yaygın alt yüklenicilik kullanımı, çekirdek organizasyon yapısını desteklemiştir. Bu tür bir örgütsel yapılanmada ana yüklenici kendi çekirdek kadrosunu sabit tutup, iş hacmine göre alt yüklenici kullanımını ile kapasitesini büyütüp küçültebilir.

2. Savunma sanayi sektöründe proje yapılarının üretimi birbirinden çok farklı özelliklere sahip onlarca çeşit faaliyetin bir araya getirilmesiyle oluşur ve her bir imalat ayrı bir uzmanlık gerektirir. Buna ek olarak; firma ölçeğine bağlı olarak proje büyüklüğünün artması, yapım sürecinde karmaşık yöntemler kullanılması ve faaliyetlerin tasarım karmaşıklıkları içermesi, tek bir ana yüklenicinin ve hatta ortaklıkların organizasyonel kapasitelerini aşar. Firmaların, her biri uzmanlık gerektiren bu iş kalemlerinin çözümünde yeterli hale gelmesi olanaksızdır. Alanlarında uzman alt yüklenici firmalarla çalışmaları firmalara avantaj sağlar.
3. Alt yüklenicilik, maliyet kontrolünü sağlamak ve özellikle sabit harcamalar (işgücü ve ekipman masrafları) açısından maliyeti azaltmak için mükemmel bir yoldur. İşgücü açısından, ana yükleniciler doğrudan istihdam ettikleri kendi işçilerine verimsiz geçen ve çalışılmayan süreler için de ödeme yaparlar ve bu işçilere zaman üzerinden ücret öderler. Alt yüklenicilere ise çoğunlukla ‘parça iş’ üzerinden ödeme yapılır.
4. Alt yüklenicinin uzman ekip olmasından dolayı ortaya konan ürünün kalitesi yükselir ve verimlilik artışına bağlı olarak proje gerçekleştirme süresi kısılır.
5. Süre sorunları ve iş miktarı/sayısındaki artış nedeniyle işgücü ve ekipman açısından geçici eksiklik yaşayan firmalar için alt yüklenicilik önemli bir kaynak havuzu olarak hizmet verir. Sektördeki büyüme genişledikçe, kısa vadede alt yüklenicilik yoğunluğu da artar. Bununla birlikte firmalar kendi kaynaklarını kendi ihtiyaçlarına göre ayarlamaya çalışacakları için uzun dönemde kapasite problemi, alt yükleniciliğin bir sebebi olmaktan çıkar.
6. İşi oluşturan parçaları alt yüklenicilere vermek, ekonomik ve siyasi çevre kaynaklı potansiyel pazar dalgalanmalarına karşı ana yüklenicilere bir esneklik kazandırır.

7. Aynı anda birden fazla proje ile ilgilenme imkânı sunar.

Savunma sanayi sektöründeki alt yüklenicilik sisteminin avantajları olmasına rağmen, getirdiği çeşitli dezavantajlar da aşağıdaki şekilde özetlenebilir [Ulubeyli, 2008]:

1. Ana yüklenici firma işin yapılmasında başka örgütlerin kaynaklarına ve performansına sürekli biçimde bağımlıdır.
2. İki ayrı bağımsız firmanın birlikte çalışması; kalitenin sağlanması, koordinasyon ve verimlilik gibi konularda ortaya çıkabilen sorunları beraberinde getirir. Genellikle birden fazla alt yüklenici ile çalışıldığı için bu sorunun çözümlenmesi daha da zorlaşır.
3. Malzeme ve/veya ekipmanın ana yüklenici tarafından sağlandığı durumlarda alt yüklenicilerin bunların kullanımına özen göstermemesi durumu ortaya çıkabilir.
4. Alt yükleniciler doğal olarak kendilerini projenin tümüne karşı sorumlu hissetmezler. Dolayısıyla belirli sorumlulukları ve görevleri yerine getirme aşamasında çekingen ya da isteksiz davranabilirler. Bu durum ise proje genel yönetiminde çeşitli problemlere yol açar.
5. Çoğu alt yüklenicilik işinde fiziki sermaye yatırımı ve teknoloji gereksinimi daha az olduğu ve üretim bileşenlerini elde etmek daha kolay olduğu için sektörde alt yüklenicilik yapmanın önünde çok az engel vardır. Bundan dolayı bu alt yüklenici şirketlerin bazıları işi tatmin edici bir şekilde yerine getirmek için gerekli uzmanlığa sahip değillerdir ve işverenlerine onların ihtiyaç duyduğu hizmeti verebilecek niteliklerden yoksunlardır.

6. İşgücü ana yüklenici tarafından doğrudan istihdam edildiği zaman kontrolü daha etkin bir şekilde yapılabilir ve işin daha kaliteli bir şekilde sonuçlandırılması sağlanır. Ana yüklenici, iş gücü ile ilişkilerinde kendi etkisini yansıtamaz.

2.1.2. Savunma sanayinde alt yüklenicilik ile ilgili kavramlar

Savunma Tedarik Kanunu ile Türk Silahlı Kuvvetlerinin ve Milli Savunma Bakanlığının her türlü mal veya hizmet alımı ile merkez ve taşra teşkilatınca yapılacak her türlü alım ve yapım işleri yürütülür [Bozkurt, 2007]. Bu kanun kapsamında alınacak mal veya hizmetin temini sırasında yapılması gerekli tüm adımlar ve makamlar kesin olarak tanımlanır.

İhtiyaç Makamı, savunma tedarik kanunu çerçevesinde tedarik edilecek sisteme ihtiyacı olan, sistemi kullanacak olan makamdır [Bozkurt, 2007]. İhtiyaç makamı kendisine verilen görev alanını inceler. Görevi yerine getirebilmek için sahip olunan yetenekler belirlenir, temin edilmesi gerekli yeteneklerin ise nasıl ve ne kadar sürede elde edilebileceği araştırılır. Bu yeteneklere ulaşabilmek için sahip olunması gereken sistem ve teknolojilerin dünyadaki ve Türkiye'deki örnekleri ihtiyaç makamı tarafından incelenir.

Tedarik Makamı, yapılacak tedarik işlemlerinin bütün aşamalarından sorumludur. İhale dosyasının hazırlanmasından başlamak üzere, tedarik sözleşmesinin yapılması ve tedarik konusu mal ve hizmetin ihtiyaç makamına teslim edilmesine kadar olan bütün aşamalardan sorumlu kurum ya da kuruluştur. Tedarik makamı tüzel kişiliğe sahiptir ve ihtiyaç makamının tüzel kişiliğini temsil eder. İhtiyaç makamının ihtiyaçlarını belirler. Mevcut mali kaynaklar çerçevesinde ihaleye çıkılarak sistemin tedarik süreci başlatılır [Bozkurt, 2007].

Ana Yüklenici, savunma sanayi için ana yüklenici kavramı diğer sektörlerden biraz değişik bir mahiyet arz eder. Diğer sanayi alanlarında ana yüklenici ve alt yüklenici

kavramları taşeron ya da fason üretimi ihtiva ederken, Savunma Sanayi içindeki ana yüklenici ve alt yüklenici kavramları daha çok ARGE kavramına dayanır. Ana yüklenici firma, ilgili sistem için ihaleye katılan ve yapılacak sistemin asıl sorumlusu olan firmadır. Ana yüklenici firma, ihalenin resmen alınmasının ardından, sistem gereksinimlerini ayrıntılı olarak inceler. Alt sistemler ile ilgili tespitin yapılmasının ardından, alt sistemleri kendisi üretebileceği gibi alt yüklenici firmalara da ihale edebilir. Burada asıl amaç teknolojinin mümkün olduğunca tabana yayılmasını sağlamaktır. Bu sayede ülke teknolojik gelişimi genişletilmiş olur. Ana yüklenici; ana savunma sistemlerini, bir bütün olarak Türk Silahlı Kuvvetlerine teslim etmekten ve sistemin ömür devri boyunca idame edilmesinden sorumlu firmadır. Kendi iş sorumluluğunun bir bölümünü alt yüklenici firma ile paylaşarak, riski üslenen firma ana yüklenici firmadır.

Alt Yüklenici, ana savunma sistemlerinin bazı bölümlerini ana yüklenici için üretmekten sorumlu olan firmadır. Alt yükleniciler, sistemin tasarımından başlayarak alt sistemlerin teslimine kadar gerekli tüm sistem, çizim, tasarım, doküman vs. sorumlu firmalardır. Alt yüklenici firmalar bu sorumlulukları yerine getirebilecek yeterli teknolojik ve idari alt yapıya sahip olmalıdırlar. Savunma sanayi bünyesinde yer aldıkları projelerden elde ettikleri tecrübeleri sivil alanda uygulayarak bu teknolojiyi tabana yaymaları ve ülkenin teknolojik alt yapısını geliştirmeleri beklenir. Savunma sektöründeki ARGE faaliyetlerinin asıl amacı, geliştirilen teknolojiyi ülke geneline yaymaktır.

2.1.3. Savunma sanayinde alt yüklenici seçim süreci

Savunma sanayi ürünleri, tasarım, üretim ve üretim sonrası faaliyetlerinde karmaşık bir yapı içerir. Bu karmaşık yapının doğuracağı sorunları bertaraf edebilmek için ana sistem, alt sistemlere bölünerek her bir alt sistemin alt yüklenicilere ürettirilmesi sağlanabilir. Kabaca sistemi parçala ve yönet mantığıyla alt sistemlere paylaştırılarak, sorunlar giderilir. Alt yüklenici ile iş paylaşımında, ana yükleniciler alıcı, alt yükleniciler ise satıcı konumundadır. Ana yükleniciler alt yüklenicileri

belirlerken savunma tedarik kanununa uygun olarak tedarik makamının uyguladığı süreci uygularlar. Bu uygulama, seçimin daha başarılı olmasını sağlar. Ana yükleniciler, alt sistemler için gerekli yeterliliğe sahip alt yüklenicileri seçmeye çalışırlar. Bu seçimin uygun olarak yerine getirilebilmesi için, ana yüklenicilerin ana sistemin ve ilgili alt sistemlerin gereksinimleri ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmaları gerekir.

Ana yüklenici, alt sistemlerin ihale ve sözleşme yönetimi ile ilgili gerekli gelişmelerini yönetebilecek bir teklif yöneticisi görevlendirir. Teklif yöneticisinin görevi, alt yüklenici firmalar ile yapılan sözleşmelerin ana sistem ile uyumlu olarak gerçekleştirilmesini sağlamaktır. Ana yüklenici bunun için gerekli eğitimi teklif yöneticisine vermekle yükümlüdür. Bu eğitim ile teklif yöneticisine alt sistemin uygulama alanı, alt sistem ile ilgili mevcut teknolojiler, alt sistemlerde kullanılacak olan araç ve gereçler, kullanılacak olan metodolojiler, kullanılan standartlar ve prosedürler hakkında ayrıntılı bilgi verilir. Teklif yöneticisi bu görevi aldığı anda kendi tecrübesi, pazar bilgisi ve tedarik makamının bilgilerinden yararlanarak söz konusu alt sözleşmeye teklif verecek muhtemel firmaların bir listesini oluşturur. Bu liste hazırlanırken alt yüklenicilerin varsa ortak ve alt seviye firmaları ve ticari ilişkileri göz önünde bulundurulur. Teklif yöneticisi, bu firmaların seçiminde, tedarik makamının yurtdışı ve yurt içi firmalar ile ilgili politikasına uygun davranmak zorundadır. Ayrıca bu firmalar hakkında tedarik makamı ile fikir birliğine varmak zorundadır [Bozkurt, 2007].

Teklif yöneticisi, alt sistem gereksinimlerini ve alt sistemden beklenen fonksiyonları tam ve açık bir şekilde belirten bir teklif mektubu hazırlar. Teklif mektubu, alt sistemin, alt yüklenici tarafından istenen özelliklerde üretilmesini sağlayacak verileri içermelidir. Teklif yöneticisi hazırladığı teklif mektubu ve göndereceği aday alt yüklenici firmalar hakkında tedarik makamı ile fikir birliğine varır. Teklif mektubunda tekliflerin verileceği en son tarih, tekliflerin değerlendirme zamanı ve kazananın açıklanacağı zaman açık bir şekilde belirtilir. Bu süre içinde, alt yüklenici firmalar, sadece teklif yöneticisi ile iletişim kurarlar [Bozkurt, 2007].

Aday alt yükleniciler tüm teknik ayrıntıları içeren tekliflerini zamanında ana yükleniciye verirler. Bu teklifler sadece teklif yöneticisinin ulaşabileceği şekilde saklanır. Teklif yöneticisi gerekli değerlendirmeleri tedarik makamı bilgisi dahilinde yaparak, sonuçları açıklar. Alt sistemin yapılacağı alt yüklenici ile alt yüklenicilik sözleşmesi imzalanır ve alt sistemin ana sistem ile uyumlu bir şekilde üretiminin gerçekleştirilmesi sağlanır.

2.2. Çok Kriterli Karar Verme İle İlgili Kavramlar

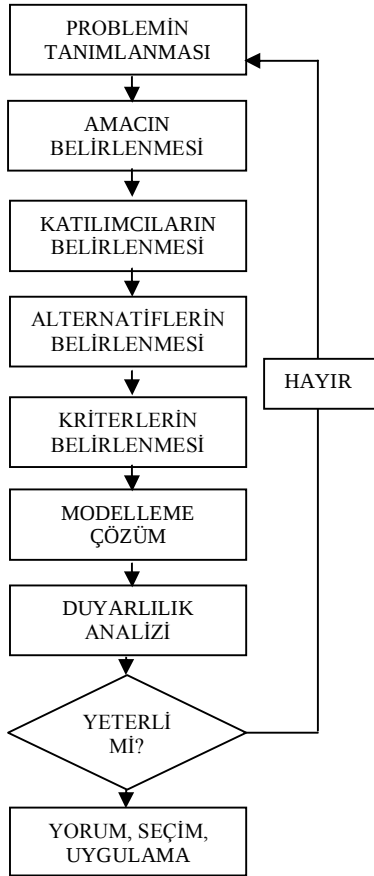
Karar verme günümüz firmalarının sık karşılaştığı sorunlardan biridir. Alt yüklenici seçiminde alternatiflerin kriterler bazında doğru bir şekilde değerlendirilebilmesi amacıyla bu bölümde karar verme kavramı ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden uygulama aşamasında kullanılan AHP ve Promethee II yöntemleri anlatılmıştır.

2.2.1. Karar verme kavramı ve süreci

İnsanlar yaşamlarını sürdürebilmeleri ve gelecekte başarılı olabilmeleri için karar vermelidir. Ve karar vermenin en zor kısmı, geleceğe dair belirsizlik içermesidir. Ne olacağını bilememek ve sadece tahminler bazında bir karar vermek risk taşır. Basit kişisel kararların taşıdığı zorluklar düşünüldüğünde, büyük firmaların vermesi gereken kararların ne derece zor olduğu biraz daha anlaşılabilir. Profesyonel yaşantıda verilecek kararlarda belirli bir hareket tarzını seçmeden önce dikkatli bir analiz yapmak ve bilgi toplamak gerekir. Firma yöneticilerinin verecekleri kararlar firmaların varlığını sürdürmesini yakından ilgilendirir.

Yöneticilerin verecekleri bu kararlarda, ayrıntılı analizler yapılarak karar öncesi bir ön tahmin yapılması gerekir. Bunu yaparken bilimsel ölçütleri dikkate almaları daha iyi karar vermelerini sağlar. Karar verme problemi en genel anlamda, alternatifler kümesinden en az bir amaç veya ölçüte göre en uygun seçeneğin seçimi şeklinde tanımlanabilir. Buna göre bir karar probleminin elemanlarını karar verici, seçenekler,

kriterler, sonuçlar, çevre ve karar vericinin öncelikleri oluşturur [Dağdeviren ve Eren, 2001]. Karar verme, bir başlangıcı değil sonucu ifade eder. Dolayısıyla karar verici karar vermekle bir sürecin sonucunu açıklar. Bu süreçte yer alan her basamakta izlenecek teknikler, başvurulacak teknik ve ayrıntılar kararın niteliğine bağlı olarak değişebilir. Karar verme, belirli bir başlangıç noktası olan ve buradan itibaren değişik iş, faaliyet veya düşüncelerin birbirini izlediği ve sonunda tercihin yapılması ile sonuçlanan işler topluluğunu ifade eder. Şekil 2.1 ile karar verme sürecinin aşamaları özetlenmiştir.



Şekil 2.1. Karar Verme Sürecinin Aşamaları [Clemen, 1991]

Alınan kararın iyi olabilmesi için, probleme gerçekçi bir çözüm getirmesi ve uygulanabilir olmasının yanı sıra, zamanında ve etkili bir karar olması da gerekir. Tüm bunlara ulaşabilmek içinse, karar probleminin doğru belirlenmiş olması, değişik alternatiflerin belirlenmiş olması, karar problemine etki eden tüm faktörlerin göz

önüne alınmış olması, faktörlerle ilgili tüm bilgilerin doğru ve maliyet etkin şekilde elde edilmiş olması, sentez ve değerlendirmenin mantıkî bir tekniğe dayanmış olması gerekir. Proje değerlendirmesinde kullanılacak yöntem, gerçeklere uygunluğu oranında başarılı olur [Tabucanon, 1988].

Çalışmada incelenen problemde sınırlı sayıda alternatif (15 adet) ve sınırlı sayıda kriter (6 adet) olduğu için, çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde çok kriterli karar verme üzerinde durulmuştur.

2.2.2. Çok kriterli karar verme

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), karar vericinin sonlu ya da sonsuz sayıda alternatif arasından, iki veya daha fazla kritere dayalı bir değerlendirme yaparak seçim yapması olarak tanımlanabilir [Fuller ve Carlsson, 1996]. Karar verme problemi, en az iki çelişen kritere ve karara yönelik en az iki alternatife sahipse ÇKKV problemi olarak nitelendirilir. Kriterlerden birinde meydana gelen azalma diğerlerinde artış meydana getiriyorsa bu kriterler çelişiyor demektir. Bütün kriterler için en iyi değerleri sağlayan tek bir alternatif yoksa birden fazla alternatif çözüm var demektir [Tabucanon, 1988].

ÇKKV problemlerinin karmaşıklığını artıran ana unsur, bu kriterlerin birbiriyle çelişmesidir. Bir alternatiften diğer bir alternatife geçildiğinde, bazı kriterlerin değerleri iyileşirken, bazı kriterlerin değerleri ise kötüleşir. Seçilen alternatif, bazı kriterlerde diğer alternatiflere göre daha üstün, bazı kriterlerde ise daha kötü durumda olur. Seçilen alternatif, karar vericinin kriterlere verdiği önceliğe göre tercih edilen seçenek olacaktır. Kriterlerin önem ağırlıkları, yapılacak tercihte etkilidir. Şu tartışılmaz bir gerçektir ki, bütün kriterler eşit öneme sahip değildir ve bu seçimi önemli ölçüde etkiler [Saaty, 1980]. ÇKKV ile ilgili bazı temel kavramlara ait tanımlar aşağıda verilmiştir [Aytürk, 2006]:

Alternatif: Problemin çözümü sonucunda seçilecek olan, verilecek olan karardır. Bu karar değerlendirilecek, önceliklendirilecek, seçilecek, sınıflandırılacak veya sıralanacak seçenekler şeklinde olabilir.

Çok Kriterlilik: Etkinlik için bir ölçü, değerlendirme için bir esastır. Alternatiflerin birbirleri ile kıyaslanması noktasında kullanılan nitel ya da nicel tüm değerlerdir.

Aynı Birimle Ölçülme: Her kriter farklı ölçüm birimlerine sahiptir ve sağlıklı bir karar verilebilmesi için bütün kriter ölçüm birimlerinin aynı olması sağlanmalıdır.

Kriter Ağırlıkları: İncelenen problemin özelliğine bağlı olarak kriterlerin önem dereceleri farklılık gösterir. Ağırlıklar doğrudan karar verici tarafından belirlenebileceği gibi bazı bilimsel teknikler vasıtası ile de belirlenebilir.

Karar Matrisi: ÇKKV problemleri en basit şekilde matris formatında ifade edilebilir. Burada genel olarak sütunlar verilen problemdeki kriterleri, satırlar ise alternatifleri ifade eder.

ÇKKV yöntemlerinin sınıflandırılmasında birçok yol vardır. Karar vericinin bir kişi veya grup olması, karar verme probleminin deterministik ya da stokastik olması, seçeneklerin sonlu veya sonsuz sayıda olması, problemin kısıt ve amaç fonksiyonlarının doğrusal ya da doğrusal olmayan yapıda olması gibi pek çok durum bu sınıflandırmada esas olarak alınabilir [Brans ve Vincke, 1985]. En bilinen ve en çok kullanılan sınıflandırma yöntemi ise seçenek sayısına göre Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) ve Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) olarak ikiye ayırmaktır [Hwang ve Yoon, 1980].

ÇAKV, alternatifler bir matematiksel programlama modeli ile ifade edilir ve sonsuz sayıda ya da çok fazla sayıda alternatif arasından seçim yapılması beklenir. Karar vericinin değer fonksiyonunun var olduğunu ama bilinmediğini ve uygun çözüm kümesinin sürekli olduğunu varsayar. Hedef programlama, tamsayılı çok amaçlı

programlama, dinamik programlama bu kapsamda incelenebilecek tekniklerdir [Sayın, 1996].

ÇNKV ise, alternatiflerin açıkça sonlu sayıda bir liste ile tanımlanabildiği kesikli durumlardaki karar verme problemleridir. Sonlu sayıda birbirinden bağımsız alternatifler ile ilgilenen bu yaklaşım, genellikle seçenek sayısı makul bir büyüklükte olduğu, tüm seçeneklerin ve dolayısıyla çözümlerin tek tek bilindiği varsayımına dayanır.

Eş.2.1’de görüldüğü gibi, X’in alternatif kümesi ve Y’nin her bir alternatife ait tercih fonksiyonu değer kümesi olarak tanımlandığı problem, q tane alternatif arasından karar vericinin en fazla tercih ettiği çözümü bulma problemidir [Sayın, 1996].

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_q\}, \quad Y = \{f(x_1), f(x_2), \dots, f(x_q)\} \quad (2.1)$$

Wang, 2009 yılında yapmış olduğu çalışmada ÇKKV yöntemlerini üç gruba ayırmaktadır [Wang ve Diğerleri, 2009].

1. *Temel Yöntemler: Ağırlıklı Toplama ve Çarpım Yöntemleri*
2. *Bir Değerli Birleştirilmiş Kriter Yöntemleri: TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), AHP, Gri İlişkisel Analiz*
3. *Üstünlüğe Göre Sıralama Yöntemleri: PROMETHEE, ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant La Realite)*

Sıralama problemleri için uygun olan Promethee yöntemi, kullanıcı için esneklik ve kolaylığı bir araya getirmekte [Geldermann ve Diğerleri, 2000] olup, aynı zamanda diğer yöntemlere kıyasla çok kriterli analizler için konsept ve uygulama olarak daha basit bir sıralama yöntemidir [Goumas ve Lygerou, 2000]. Ülengin

ve arkadaşlarının 2001 yılında yapmış olduğu bir çalışmada Promethee yönteminin bazı avantajları şu şekilde özetlenebilir [Ülengin ve Diğerleri, 2001]:

- Promethee, kullanımı kolay bir sıralama metodudur.
- Gerçek yaşamdaki planlama problemlerinde başarıyla uygulanabilir.
- Promethee I ve Promethee II, basitlik özelliğini korurken, kısmi ve tam sıralama yapılmasına imkan sağlar.

2.2.3. Analitik hiyerarşi proses yöntemi

AHP 1977 yılında Thomas Saaty tarafından geliştirilip ortaya konan karmaşık karar problemlerinin analizinde kullanılan ÇKKV yöntemlerinden biridir. AHP insanoğlunun, hiçbir şekilde kendisine öğretilmeyen fakat var olduğundan bu yana karar verme sorunu ile karşılaştığında içgüdüsel olarak benimsediği karar mekanizmasıdır. İçgüdüsel mekanizma karar sürecinde doğal olarak niteliksel kriterleri de göz önünde bulundurur. Bu sebeple AHP'nin gücü, diğer çoğu yaklaşımla ele alınması zor veya mümkün olmayan ama kararları etkileyen etkenleri de ele alabilmesinden kaynaklanır [Dağdeviren ve Eren, 2001].

AHP yönteminin kattığı en önemli fayda, grup katılımına olanak sağlamasıdır. Böylece kararlarda tek bir kişinin değil, konularında uzman kişilerin yargılarının da etkili olmasını sağlar. AHP'nin temeli başkaları tarafından kabul edilen fikirleri, yargıları ve gerçekleri, sorunun gerçek görünümünü alarak değerlendirmesidir. Analitik karar verme, sorunların hiyerarşik bir biçimde, daha küçük alt birimlere ayrıştırılarak daha etkin çözümlenebileceği esasına dayanır. Burada bir analitik yaklaşım, verilerin ortak paylaşımına öncelik eder. Kararlar stratejik bir kümeye dönüştürülür. Kriterler karar alma esnasında tüm seviyelerde tekrar gösterilir [Saaty, 1980].

AHP Yönteminin Teorem ve Aksiyomları

Saaty tarafından geliştirilen AHP yöntemi birtakım aksiyom ve teoremlerden oluşur [Dağdeviren ve Eren, 2001]. Bunlar kısaca aşağıdaki gibi özetlenmektedir.

Aksiyom 1 (Karşılık olma): Eğer bir a kriteri, bir b kriterine göre x kez daha önemli ise, b kriteri de a'ya göre 1/x kez daha önemli olur.

Aksiyom 2 (Homojenlik): İkili karşılaştırmalar matrisi a ve b kriteri için biri diğerine göre ∞ kez üstün kabul edilemez. Yani $a_{ij} \neq \infty$ (tüm i ve j'ler için)'dir.

Aksiyom 3 (Bağımsızlık): Kriterler kendi aralarında ve alternatiflerden bağımsızdırlar.

Aksiyom 4 (Beklenti): Bir karar problemi hiyerarşik yapıda sunulabilir.

Teorem 1: A matrisinin öz değerleri λ_i , (i=1, 2, ..., n) olarak gösterilsin. Bu öz değerler aşağıdaki eşitliği sağlarlar:

$$\sum_{j,k=1}^n \lambda_i \times \lambda_k = 0 \quad j \neq k \text{ için} \quad (2.2)$$

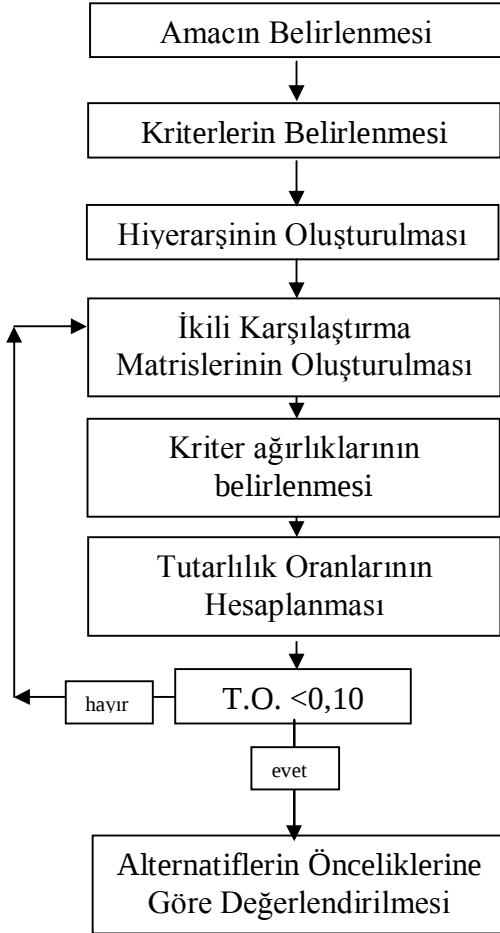
Teorem 2: $A = (a_{ij})$, $a_{ij} = a_{ji}^{-1}$ olmak üzere pozitif değerli ve nxn boyutlu bir kare matris olsun. A, $\lambda_{\max}=n$ ise tam tutarlıdır.

Teorem 3: İkili karşılaştırma matrisi tam tutarlı ise matrisin çeşitli derecelerden gücünü hesaplamak oldukça kolaydır, n aktivite sayısını ve k da istenilen kuvveti göstermek üzere matrisin gücü Eş.2.3 ile hesaplanır.

$$A^k = n^{k-1} \times A \quad (2.3)$$

AHP Yönteminin Adımları

AHP yönteminin algoritması Şekilde 2.2'deki gibi sıralanır:

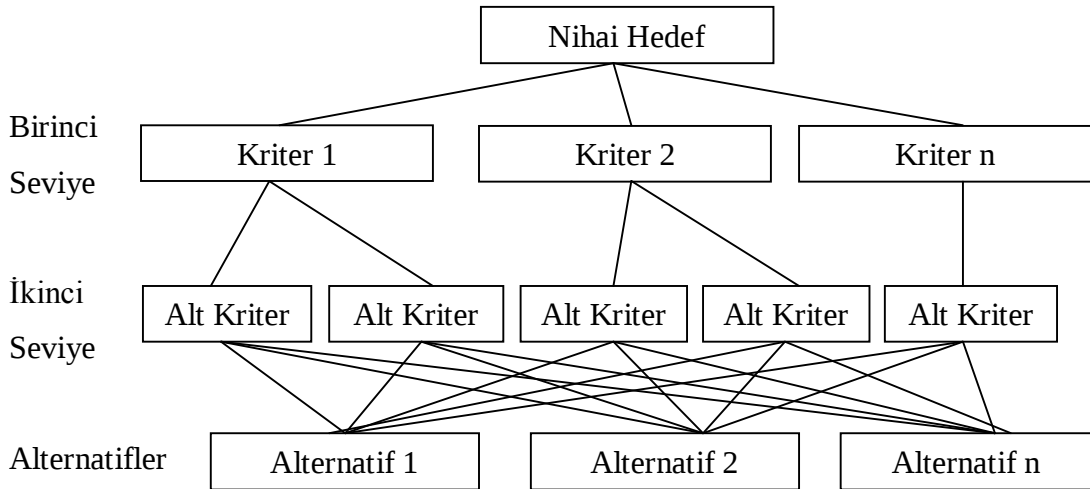


Şekil 2.2. AHP Yönteminin Algoritması [Çandar, 2006]

Adım 1: Amacın ve kriterlerin belirlenmesi olarak tanımlanan ilk aşamada, karar verici karar değişkenleri, alternatifler ve ilgilenilen çıktılar arasında bir ilişki arar. Bu ilişkiler için olabildiğince sayısal tanımlar oluşturulmaya çalışılır. İrdelenen problem ayrıntılı bir şekilde incelenerek, problemin çözümü sonucunda ulaşılmak istenen nokta, hedef/amaç belirlenir. Bu amaca ulaşmak için gerekli kriterler net bir şekilde tanımlanır. Bu evre AHP'nin niteliksel evresini oluşturur. Bu evrede yapılan tanım ve tespitler problem çözümünde karar vericiye yön tayin eder.

Adım 2: Hiyerarşinin oluşturulması olarak ifade edilen bu adımda genel amaç, kriterler ve karar alternatiflerine göre problemin grafiksel bir sunumunun oluşturulmasıdır. Oluşturulan bu grafik, problemin hiyerarşisini gösterir. Hiyerarşi kriterler ile alternatifler arasındaki ilişkinin analiz edildiğini gösteren modeldir. Uygulamada hiyerarşiye dâhil edilecek kriter ve öğeleri oluşturmak için belirli bir yöntem olmamasına karşın, konu ile ilgili tüm kaynakların gözden geçirilmesi veya beyin fırtınası yapılması gerekir [Dağdeviren ve Eren, 2001].

Hedef, kriter ve alternatiflerin anlam konusunda uygulama sürecinde farklı yorumlar yapılmasını önlemek amacıyla her kriter tartışmaya meydan vermeyecek şekilde tanımlanmalıdır. Hiyerarşinin en üstünde nihai hedef yer alır. Hedefin bir altında hedefi etkileyen kriterler ve onların altında da varsa alt kriterler bulunur. Kriter ve alt kriterlerin miktarı problemin karmaşıklığına göre değişebilir. Kriterlerin ve alt kriterlerin belirlenmesinde anket çalışması yapılabilir veya uzman kişilerin görüşlerine başvurulabilir. Hiyerarşik yapının en altında ise alternatifler yer alır [Aytürk, 2006].



Şekil 2.3. Hiyerarşik Yapı [Erciyes, 2004]

Hiyerarşik yapı Tam hiyerarşi ve Tam Olmayan Hiyerarşi olmak üzere iki şekilde oluşabilir.

Tam Hiyerarşi Modeli, bir alt düzeydeki elemanların üst düzeydeki tüm elemanları etkiledikleri hiyerarşilere tam hiyerarşi denir [Saaty, 2000].

Tam Olmayan Hiyerarşi Modeli, bir düzeydeki elemanların üst düzeydeki elemanların tümünü etkilemediği, yalnızca bir veya bir kaçını etkilediği hiyerarşik modeller, tam olmayan hiyerarşi olarak ifade edilir [Saaty, 1980].

Hiyerarşinin avantajları şu şekilde sıralanabilir [Saaty, 2000]:

- Bir sistemin gösterimi, üst düzeylerdeki önceliklerin değişiminin, alt seviyelerdeki öğelerin öncelikleri üzerindeki etkisini açıklamada kullanılır.
- Bir sistemin alt düzeylerindeki yapısı ve fonksiyonları hakkında detaylı bilgi verir ve üst düzeylerdeki elemanlar ve hedefler hakkında genel bir görüş sağlar.
- Hiyerarşiler kararlı ve esnektir. Küçük değişikliklerin küçük etkileri olduğu için kararlı ve iyi yapılandırılmış bir hiyerarşiye yapılacak eklerin performansı etkilemeyecek olmasından dolayı esnektir.

Adım 3: AHP karar vericiyi her bir karar seçeneği için, işaret edilecek öncelik veya tercihlerin her bir kritere nasıl katılacağını sorarak ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasını sağlar. Sonuçların tutarlı olması için konuyla ilgili kişilerin konularında uzman veya orta derecede bilgili olmaları gerekir. Çünkü AHP'nin sonuçları tamamen bu kişilerin vereceği ikili karşılaştırma yargılarına bağlıdır. Nitel yargıların, hesapsal formata dönüştürülmesi gerekir. Ve bunu gerçekleştirebilmek için, yapılan ikili karşılaştırmalarda 1-9 arasında değerler verilerek nitel yargıların ölçülmesi sağlanır. AHP'de Saaty ve arkadaşları tarafından geliştirilen 1-9 ölçeği en iyi sonuçların elde edilmesini sağlar. Karar verici tarafından ifade edilen sözel tercihler için sayısal değerler Çizelge 2.1'de gösterilmiştir [Saaty, 1980].

Çizelge 2.1. Temel AHP Ölçeği [Saaty, 1980]

Önem derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önem	Her iki kriter eşit öneme sahip
3	Ortalama önem	Deneyim ve görüşler bir kriteri diğerine göre daha öne çıkarıyor
5	Kuvvetli önem	Deneyim ve görüşler bir kriteri diğerine göre çok daha öne çıkarıyor
7	Çok kuvvetli önem	Bir aktivite diğerine göre çok daha önemli, bu deneylerle kanıtlanmış
9	Kesin, sıra dışı önem	Deliller bir aktiviteyi, en yüksek doğrulamayla daha öne çıkarıyor
2,4,6,8	Ara Değerler	Ardışık iki değer arasındaki ara değerler

İkili karşılaştırmalar yapılırken karar vericinin kanaati, anket sonuçları, konuyla ilgili danışılan uzman görüşü veya bir grup tarafından karar verilebilir. Son karara ulaşmak için n adet kriter varsa $n*(n-1)/2$ tane ikili karşılaştırma yapılması gerekir. İkili karşılaştırmalar yapılarak Çizelge 2.2’de yer alan matris elde edilir.

Çizelge 2.2. Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisi [Erciyes, 2004]

	Kriter 1	Kriter 2		Kriter n
Kriter 1	W_1/W_1	W_1/W_2		W_1/W_n
Kriter 2	W_2/W_1	W_2/W_2		W_2/W_n
.....				
Kriter n	W_n/W_1	W_n/W_2		W_n/W_n

İkili karşılaştırmalar yapılırken karar verici, birinci kriteri ikinci kritere göre daha önemli görüyorsa, karşılaştırma matrisinin birinci satırının ikinci hücreğine 5 değerini verir. Bunun tersi olarak ikinci kriterin birinci kriterle birleştiği hücre, yani ikinci satırda birinci sütunun birleştiği yer $1/5$ değerini alır. $W_i/W_j = a_{ij}$ ($i,j=1,2,...,n$) şeklinde ifade edersek, karşılaştırma matrisi Eş.2.4 gibi olur.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & a_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{in} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

Adım 4: İkili karşılaştırma matrisinin elde edilmesiyle birlikte matristeki değerler kullanılarak kriterlerin nihai amacı gerçekleştirmedeki ağırlıklarının saptanması gerekir. Bunun için birçok paket programlar olmasıyla birlikte temelde sırasıyla i. matrisin her sütunu toplanır, ii. her matris elemanı kendi sütununun toplam değerine bölünerek normalleştirilir iii. her satır için bulunan değerlerin ortalaması alınır, adımları izlenerek elde edilir [Çandar, 2006]. Kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için, ikili karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılır. n adet B sütun vektörü oluşturulur. B sütun vektörü, A matrisindeki her bir sütun değerinin ilgili sütun değerlerine bölünmesiyle Eş.2.6 elde edilir [Çandar, 2006].

$$B_{ij} = \begin{pmatrix} b_{11} \\ b_{12} \\ b_{1.} \\ b_{1n} \end{pmatrix} \quad (2.5)$$

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (2.6)$$

Eş.2.5 ve Eş.2.6 tüm kriterler için tekrarlanır ve kriter sayısı (n) kadar B sütun vektörü elde edilir. n adet B sütun vektörü bir araya getirildiğinde n*n boyutlu C matrisi oluşur.

$$C = \begin{pmatrix} b_{11} & \cdots & b_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & \cdots & b_{nn} \end{pmatrix} \quad (2.7)$$

C matrisinden yararlanarak, faktörlerin birbirlerine göre ağırlıklarını gösteren yüzde dağılımları elde edilebilir. Bunun için C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınır ve öncelik vektörü olarak adlandırılan W sütun vektörü Eş.2.8 ile elde edilir.

$$b_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (2.8)$$

Son kararın kalitesi, karar vericinin ikili karşılaştırmalarda verdiği yargıların tutarlılığına bağlıdır. İkili karşılaştırma matrisi tutarlı ise sürece devam edilir, değilse ikili karşılaştırmalar bir kez daha gözden geçirilir.

Adım 5: Tutarlılık oranının hesaplanması için aşağıdaki adımlar izlenir [Korkmaz, 2007];

1. İkili karşılaştırmalar matrisi ile bu matrise karşılık gelen öncelik vektörü çarpılır. Elde edilen vektör Ağırlık Toplam Vektörüdür.
2. Elde edilen ağırlık toplam vektörünün her bir elemanı buna karşılık gelen öncelik vektörüne bölünür.
3. Elde edilen değerlerin ortalaması alınır. Bulunan bu değer maksimum öz değerdir ve $\lambda_{\max}$ ile gösterilir.
4. $\lambda_{\max}$ kullanılarak Tutarlılık İndeksi (Tİ) Eş.2.9 ile hesaplanır.

$$Tİ = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (n = \text{karşılaştırılan kriter sayısı}) \quad (2.9)$$

5. Tutarlılık oranı ise tutarlılık indeksi ve rassallık indeksi kullanılarak Eş.2.10 ile hesaplanır.

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = \frac{Tİ}{Rİ} \quad (2.10)$$

Rassallık indeksinin bulunması için Saaty tarafından geliştirilen Çizelge 2.3 kullanılır.

Çizelge 2.3. Rassallık İndeksi [Saaty, 1980]

Kriter Sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rİ	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

AHP'nin son adımı kriterlerin önem ağırlıkları ile alternatiflerin önem ağırlıklarının çarpımı ve her alternatife ait öncelik değerinin bulunmasıdır. Bu değerlerin toplamı 1'e eşittir. En yüksek değeri alan alternatif, karar problemi için en iyi alternatiftir.

AHP Yöntemi İle İlgili Sayısal Örnek [Chen ve Hwang, 1995]

Doktora derecesini henüz almış bir kişi 3 iş arasından kendisine en uygununu seçmek istemektedir. Bunun için 6 adet kriter belirtilmiştir. Bu kriterler C1: Araştırma, C2: Gelişim, C3: Fayda, C4: İş arkadaşlığı, C5: Yerleşim yeri ve C6: Tanınırlık'tır.

Adım 1: Kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1	1	1	4	1	1/2
C2	1	1	2	4	1	1/2
C3	1	1/2	1	5	3	1/2
C4	1/4	1/4	1/5	1	1/3	1/3
C5	1	1	1/3	3	1	1
C6	2	2	2	3	1	1

Adım 2: Her bir kriter için işlerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur.

Çizelge 2.4. İkili Karşılaştırma Matrisi (Örnek Uygulama)

Araştırma	A	B	C		Gelişim	A	B	C
A	1	¼	1/2		A	1	¼	1/5
B	4	1	3		B	4	1	½
C	2	1/3	1		C	5	2	1
Fayda	A	B	C		İş Ark.	A	B	C
A	1	3	1/3		A	1	1/3	5
B	1/3	1	1		B	3	1	7
C	3	1	1		C	1/5	1/7	1
Yerleşim	A	B	C		Tanımlılık	A	B	C
A	1	1	7		A	1	7	9
B	1	1	7		B	1/7	1	5
C	1/7	1/7	1		C	1/9	1/5	1

Adım 3: Öz değerler ve öz vektörler belirlenir. Kriterlerin ikili karşılaştırılmalarının yapıldığı ilk matrisin maksimum öz değeri $\lambda_{\max} = 6.35$ ve buna karşılık gelen özvektör:

Çizelge 2.5. Özvektör Değerleri (Örnek Uygulama)

C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
B ₁ =[0,16	0,19	0,19	0,19	0,05	0,30]

dır. Ve işlerin kriterlere göre ikili karşılaştırma matrislerine karşılık gelen öz değerleri ve öz vektörleri;

$$\lambda_{\max}=[3,02 \quad 3,02 \quad 3,56 \quad 3,05 \quad 3,0 \quad 3,21]$$

$$B_2 = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 & C_6 \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0,14 & 0,10 & 0,32 & 0,28 & 0,47 & 0,77 \\ 0,63 & 0,33 & 0,22 & 0,65 & 0,47 & 0,17 \\ 0,24 & 0,57 & 0,46 & 0,07 & 0,07 & 0,05 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

dır. Hiyerarşi sonucuna göre alternatiflerin ağırlıklar vektörü;

$$W = B_2 \times B_1 = \begin{matrix} A \\ B \\ C \end{matrix} \begin{pmatrix} 0,40 \\ 0,34 \\ 0,26 \end{pmatrix}$$

olur.

Adım 4: Tutarlılık oranları belirlenir. İkili karşılaştırmalar matrisinin ilk sütunu ile ilk kriterin üstünlük değeri, matrisin ikinci sütunu ile ikinci kriterin üstünlük değeri çarpılır. Bu işlem matrisin tüm sütunları için yapılır ve ağırlıklı ortalama hesaplanır.

Çizelge 2.6. Ağırlıklı Ortalama Değerleri (Örnek Uygulama)

	Araştırma	Gelişim	Fayda	İş Ark.	Yerleşim	Tanınırlık
Araştırma	1	1	1	4	1	1/2
Gelişim	1	1	2	4	1	1/2
Fayda	1	1/2	1	5	3	1/2
İş Ark.	¼	¼	1/5	1	1/3	1/3
Yerleşim	1	1	1/3	3	1	1
Tanınırlık	2	2	2	3	1	1
TOPLAM	6,25	5,75	6,533	20	7,333	3,833

Matrisin sütunları normalize edilir ve kriterlerin üstünlük derecelerini belirlemek için her bir satırın ortalama değeri bulunur.

Çizelge 2.7. Üstünlük Değerleri (Örnek Uygulama)

	Araştırma	Gelişim	Fayda	İş Ark.	Yerleşim	Tanınırlık	Üstünlük
Araştırma	0,16	0,174	0,153	0,2	0,136	0,13	0,159
Gelişim	0,16	0,174	0,306	0,2	0,136	0,13	0,184
Fayda	0,16	0,087	0,153	0,25	0,41	0,13	0,198
İş Ark.	0,04	0,043	0,031	0,05	0,046	0,088	0,050
Yerleşim	0,16	0,174	0,051	0,15	0,136	0,261	0,155
Tanınırlık	0,32	0,348	0,306	0,15	0,136	0,261	0,254
TOPLAM							1

Ağırlıklı ortalama matrisi;

$$0,159 \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1/4 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix} + 0,184 \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1/2 \\ 1/4 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix} + 0,198 \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 1/5 \\ 1 \\ 3 \\ 3 \end{pmatrix} + 0,050 \begin{pmatrix} 4 \\ 4 \\ 5 \\ 1 \\ 3 \\ 3 \end{pmatrix} + 0,155 \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 3 \\ 1/3 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,023 \\ 1,221 \\ 1,291 \\ 0,312 \\ 0,968 \\ 1,641 \end{pmatrix}$$

bulunur. Ağırlıklı ortalama matrisinin elemanları her bir kriterin ilgili üstünlük değerine bölünür.

$$\text{Araştırma} = 1,023/0,159 = 6,43$$

$$\text{Gelişim} = 1,221/0,184 = 6,64$$

$$\text{Fayda} = 1,291/0,198 = 6,52$$

$$\text{İş Ark.} = 0,312/0,050 = 6,24$$

$$\text{Yerleşim Yeri} = 0,968/0,155 = 6,25$$

$$\text{Tanınırlık} = 1,641/0,254 = 6,46$$

Hesaplanan bu değerlerin aritmetik ortalaması;

$$\lambda_{\max} = (6,43+6,64+6,52+6,24+6,25+6,46) / 6 = 6,42$$

bulunur. Buradan tutarlılık indeksi $Tİ = (6,42-6) / (6-1) = 0,084$ olarak elde edilir. $TO = Tİ / Rİ = 0,084 / 1,24 = 0,0677$ bulunur. 0,10'dan küçük olduğu için karşılaştırma değerleri tutarlıdır.

2.2.4. Promethee II yöntemi

Promethee (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) J.P. Brans tarafından 1982'de geliştirilen bir ÇKKV metodudur. Etkin ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle literatürde sıralama problemlerinin çözümünde sıklıkla kullanılır. Promethee metodunun uygulanabilmesi için iki tip bilgi gereklidir. Birincisi kriterlerin göreceli önem derecesi (ağırlıkları), ikincisi ise karar vericinin tercihinin göre alternatiflerin kriterlere ilişkin değerleridir. Karar vericinin tercihi, 6 farklı fayda fonksiyonundan uygun olanlar kullanılarak tanımlanır.

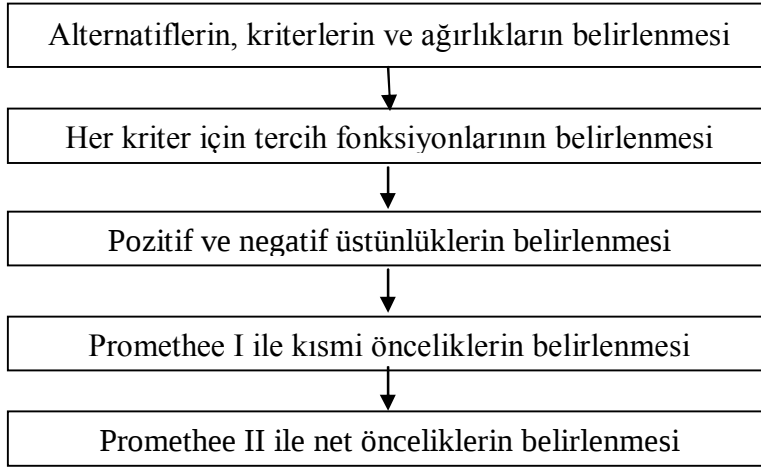
Literatürde Promethee metodunun farklı karar verme durumları için farklı versiyonları geliştirilmiştir [Behzadian vd., 2010]. Bu çalışmada faydalanan Promethee II; sadece kısmi sıralamanın gerçekleştirildiği ilk versiyonun (Promethee

I) adımlarını da kapsayan ve tüm sıralamanın yapılmasına olanak tanıyan Promethee II versiyonudur. Promethee II yöntemi ile karar vericiler problemle ilgili tüm verileri kolay anlaşılabilir çok kriterli bir tabloda görebilmektedir. Ayrıca bu yöntem için Kanada firması olan Visual Desicions tarafından geliştirilen Desicion Lab 2000 programı ile ÇKKV ve sıralama problemlerinin Promethee II yöntemi ile çözümü daha kolay ve pratik hale gelmiştir. Desicion Lab 2000 programını kullanan karar vericiler programın analitik yardımları sayesinde etkin ve güvenilir bir karar süreci yaşarlar. Decision Lab 2000 programının avantajları şöyle sıralanabilir:

- Karar vericiler tarafından sisteme girilen veriler alternatifler için belirlenen sayıda ana parametre ile sınırlandırılabilir. Bu durum sonuçların istenilen kalitede olmasını sağlar.
- Tercih fonksiyonları ve bu fonksiyonlarda kullanılan eşik değerleri her bir karar vericiyi kolayca açıklanabilir.
- Alternatiflerin sıralanmasının grafiksel gösterimine ek olarak karar vericilere çeşitli istatistiksel analizler yapabilme imkânı tanır.
- Karar verme sürecini bilimsel bir temele dayandırarak çok kısa zamanda ve etkin karar verebilme imkânı sunar.
- Geniş ve kapsamlı görsel raporlama olanağı ile karar vericiye yardımcı olur.
- Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesini sağlayarak, alternatiflerin olumlu ve olumsuz yönlerini görmelerini sağlar.

Promethee II Yöntemi'nin Adımları

Uygulama aşamasında problem çözümünde kullanılan, Promethee II yönteminin adımları Şekil 2.4'de görülmektedir.



Şekil 2.4. Promethee II Yönteminin Algoritması

Hazırlık Aşaması: Tam ve doğru olarak tanımlanan problem doğrultusunda, alternatifler, kriterler ve kriter ağırlıkları belirlenir. Alternatifler, tanımlanan seçim ve sıralama problemlerine çözüm olabilecek seçeneklerdir. Kriterler, problem ile ilgili olarak seçilecek olan alternatifin sahip olması gereken özelliklerdir. Kriter ağırlığı, problem için belirlenen kriterlerin birbirlerine göre önem derecelerinin tespit edilip buna bağlı olarak kriterlere sayısal değerler verilmesidir.

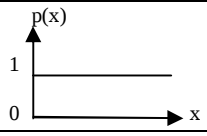
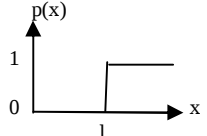
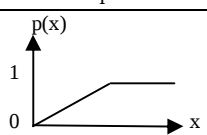
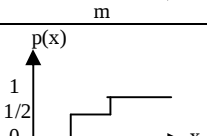
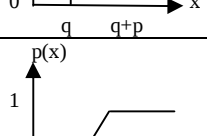
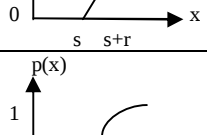
Adım 1: Belirlenen alternatifler, kriterler ve kriter ağırlıkları bir veri matrisinde tablo haline getirilir. $w=(w_1, w_2, \dots, w_k)$ ağırlıkları ile k kriter $c=(f_1, f_2, \dots, f_k)$ tarafından değerlendirilen alternatiflere $A=(a, b, c, \dots)$ ilişkin veri matrisi, Çizelge 2.8’de verilen şekilde oluşturulur.

Çizelge 2.8. Veri Matrisi [Dağdeviren, 2007]

Kriterler	a	b	c	...	w
f_1	$f_1(a)$	$f_1(b)$	$f_1(c)$	...	w_1
f_2	$f_2(a)$	$f_2(b)$	$f_2(c)$	...	w_2
...	...	...	...	...	...
f_k	$f_k(a)$	$f_k(b)$	$f_k(c)$	...	w_k

Adım 2: Kriterler için tercih fonksiyonları tanımlanır. Tercih fonksiyonları kriterin yapısına ve alternatiflerde kriter temelinde aranan özelliklere bağlı olarak belirlenir. Yöntemin uygulanmasında kullanılacak 6 farklı tercih fonksiyonu Çizelge 2.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 2.9. Tercih Fonksiyonları [Dağdeviren, 2007]

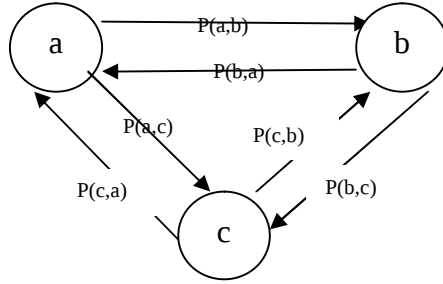
Tip	Parametreler	Fonksiyon	Grafik, p(x)
Birinci Tip (Olağan)	-	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$	
İkinci Tip (U Tipi)	l	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x > l \end{cases}$	
Üçüncü Tip (V Tipi)	m	$p(x) = \begin{cases} x/m, & x < m \\ 1, & x \geq m \end{cases}$	
Dördüncü Tip (Seviyeli)	q, p	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1/2, & q < x \leq q + p \\ 1, & x > q + p \end{cases}$	
Beşinci Tip (Lineer)	s, r	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ (x-s)/r, & s < x < s+r \\ 1, & x \geq s+r \end{cases}$	
Altıncı Tip (Gaussian)	σ	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & x > 0 \end{cases}$	

Adım 3: Kriterler için belirlenen tercih fonksiyonları temel alınarak alternatif çiftleri için ortak tercih fonksiyonları belirlenir. Alternatifler için belirlenen ortak tercih fonksiyonlarının şematik gösterimi Şekil 2.5’te verilmiş olup, a ve b alternatifleri için ortak tercih fonksiyonu Eş.2.11 ile belirlenir [Dağdeviren, 2007].

$$p(a, b) = \begin{cases} 0, & f(a) \leq f(b) \\ P[f(a), f(b)], & f(a) > f(b) \end{cases} \quad (2.11)$$

$$P[f(a), f(b)] = p[x] \quad (2.12)$$

$$P[x] = f(a) - f(b) \quad (2.13)$$

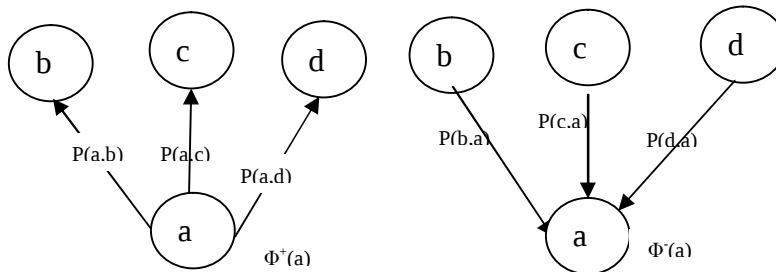


Şekil 2.5. Ortak Tercih Fonksiyonlarının Şematik Gösterimi [Dağdeviren, 2007]

Adım 4: Ortak tercih fonksiyonlarından hareketle her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir. w_i ($i=1,2,\dots,k$) ağırlıklarına sahip olan k kriter tarafından değerlendirilen a ve b alternatiflerinin tercih indeksi aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır [Dağdeviren, 2007].

$$\pi = (a, b) = \frac{\sum_{i=1}^k w_i \times P_i(a, b)}{\sum_{i=1}^k w_i} \quad (\text{Eş. 2.14})$$

Adım 5: Alternatifler için pozitif (Φ^+) ve negatif (Φ^-) üstünlükler belirlenir. A alternatifi için pozitif ve negatif üstünlük şematik olarak Şekil 2.6'te gösterilmiş olup; pozitif üstünlük ve negatif üstünlük ise Eş.2.15 ve Eş.2.16 ile hesaplanır [Dağdeviren, 2007].



Şekil 2.6. A Alternatifi İçin Hesaplanan Pozitif ve Negatif Üstünlük [Dağdeviren, 2007]

$$\Phi^+(a) = \sum \pi(a, x) \quad x = (b, c, d, \dots) \quad (2.15)$$

$$\Phi^-(a) = \sum \pi(x, a) \quad x = (b, c, d, \dots) \quad (2.16)$$

Adım 6: Promethee I ile kısmi öncelikler belirlenir. Kısmi öncelikler alternatif kümesinde yer alan alternatiflerin birbirlerine göre tercih edilme durumlarını, birbirinden farksız olan alternatifleri ve birbiriyle karşılaştırılamayacak olan alternatiflerin belirlenmesini sağlar. a ve b gibi iki alternatif için kısmi önceliklerin belirlenmesinde aşağıda verilen durumlar söz konusudur [Dağdeviren, 2007].

- Aşağıda verilen durumlardan herhangi biri sağlanıyorsa a alternatifi b alternatifine tercih edilir [Dağdeviren, 2007].

$$\text{i.} \quad \Phi^+(a) > \Phi^+(b) \quad \text{ve} \quad \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (2.17)$$

$$\text{ii.} \quad \Phi^+(a) > \Phi^+(b) \quad \text{ve} \quad \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad (2.18)$$

$$\text{iii.} \quad \Phi^+(a) = \Phi^+(b) \quad \text{ve} \quad \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (2.19)$$

- Aşağıda verilen koşullardan herhangi biri sağlanıyorsa a alternatifi ile b alternatifi karşılaştırılmaz [Dağdeviren, 2007].

$$\text{i.} \quad \Phi^+(a) > \Phi^+(b) \quad \text{ve} \quad \Phi^-(a) > \Phi^-(b) \quad (2.20)$$

$$\text{ii.} \quad \Phi^+(a) < \Phi^+(b) \quad \text{ve} \quad \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (2.21)$$

- Aşağıda verilen durum sağlanıyorsa a alternatifi ile b alternatifi farksızdır.

$$\text{i.} \quad \Phi^+(a) = \Phi^+(b) \quad \text{ve} \quad \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad (2.22)$$

Adım 7: Promethee II ile alternatifler için tam öncelikler aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır. Hesaplanan tam öncelik değerleri ile bütün alternatifler aynı düzlemde değerlendirilerek tam sıralama belirlenir [Dağdeviren, 2007].

$$i. \quad \Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (2.23)$$

a ve b gibi iki alternatif için hesaplanan tam öncelik değerine bağlı olarak aşağıda verilen kararlar alınır.

$$i. \quad \Phi(a) > \Phi(b) \text{ ise, a alternatifi daha üstündür,} \quad (2.24)$$

$$ii. \quad \Phi(a) = \Phi(b) \text{ ise, a ve b alternatifleri farksızdır.} \quad (2.25)$$

Promethee II Yöntemi İle İlgili Sayısal Örnek [Dağdeviren, 2007]

Ankara ilinde faaliyet gösteren ve elektrikli ev aletleri üreten bir işletme, yeni tasarlanan bir yarı mamulün üretimini hali hazırda çalışmakta olduğu beş tedarikçi içerisinde en uygun birine devretmek istemektedir.

Adım 1: Firmanın çalışmakta olduğu 5 alternatif firma vardır. Alternatifler, kriterler temelinde incelenecektir. Kriterler, kalite, fiyat, tedarik performansı, esneklik, teknoloji, uzaklık olarak belirlenmiştir. Bu kriterler 0-1 aralığında puan verilerek değerlendirilir.

Adım 2: Her kriter için bir tercih fonksiyonu belirlenmiştir.

- Kalite, esneklik için VI. Tip fonksiyon
- Fiyat için V. Tip fonksiyon
- Tedarik performansı, teknoloji için IV. Tip fonksiyon
- Uzaklık için II. tip fonksiyon belirlenmiştir.

Kalite kriteri için tercih fonksiyonu,

$$P_1(x) = 1 - e^{x^2/50}, \quad x \geq 0$$

Fiyat kriteri için tercih fonksiyonu,

$$P_2(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ (x - 10)/60, & 10 \leq x < 70 \\ 1, & x \geq 70 \end{cases}$$

Tedarik performansı kriteri için tercih fonksiyonu,

$$P_3(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 2 \\ 1/2, & 2 \leq x < 6 \\ 1, & x \geq 6 \end{cases}$$

Esneklik kriteri için tercih fonksiyonu,

$$P_4(x) = 1 - e^{x^2/32}, \quad x \geq 0$$

Teknoloji kriteri için tercih fonksiyonu,

$$P_5(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 2 \\ 1/2, & 2 \leq x < 8 \\ 1, & x \geq 8 \end{cases}$$

Uzaklık kriteri için tercih fonksiyonu,

$$P_6(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 10 \\ 1, & x > 10 \end{cases}$$

Adım 3: Adım 2’de belirlenen kriter tercih fonksiyonları temelinde alternatif çiftleri için ortak tercih fonksiyonları ve belirlenen bu fonksiyonlardan hareketle fonksiyon değerleri hesaplanmıştır. A1 ve A2 alternatiflerine ilişkin ortak tercih fonksiyonlarının $P(A1,A2)$ belirlenmesi ve fonksiyon değerlerinin hesaplanması örnek olarak aşağıda gösterilmiş ve diğer alternatifler içinde benzer hesaplamalar yapılmıştır. A1 ve A2 alternatiflerinin kriterler temelinde tercih fonksiyonları değerlerinin hesaplanması;

- Kalite kriteri temelinde A1 alternatifi A2'den daha kötü $P_1(A1,A2)=0$
- Fiyat kriteri temelinde A1 alternatifi A2'den daha kötü $P_2(A1,A2)=0$
- Tedarik performansı kriterinde A1, A2'den daha iyi bu durumda $F(A1)-F(A2)=6-5=1$ olduğundan, $P_3(A1,A2)=0$
- Esneklik kriteri temelinde A1 alternatifi A2'den daha iyi bu durumda $F(A1)-F(A2)=7-6=1$ olduğundan, $P_4(A1,A2)=0.0307$
- Teknoloji kriteri temelinde A1, A2'den daha kötü $P_5(A1,A2)=0$
- Uzaklık kriteri temelinde A1, A2'den daha kötü $P_6(A1,A2)=0$

Adım 4: Belirlenen ortak tercih fonksiyonları ve hesaplanan fonksiyon değerlerinden hareketle her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir. A1 ve A2 alternatifi için tercih indeksinin hesaplanması aşağıda gösterilmiştir, diğer alternatif çiftleri içinde benzer hesaplamalar yapılarak elde edilen sonuçlar aşağıda veriliyor. Yapılan hesaplamalar tüm kriterlerin eşit önem derecesine sahip oldukları varsayımıyla yapılmıştır.

	<u>A1</u>	<u>A2</u>	<u>A3</u>	<u>A4</u>	<u>A5</u>
A1	-	0,005	0	0,207	0,019
A2	0,068	-	0,194	0,191	0,175
A3	0,07	0,047	-	0,295	0,169
A4	0,216	0,169	0,083	-	0,096
A5	0,295	0,00	0,033	0,182	-

Adım 5: Alternatiflerin hesaplanan tercih indeksleri yukarıda verilmiştir. Bu verilerden hareketle alternatif tedarikçiler için pozitif ve negatif üstünlük değerleri hesaplanır.

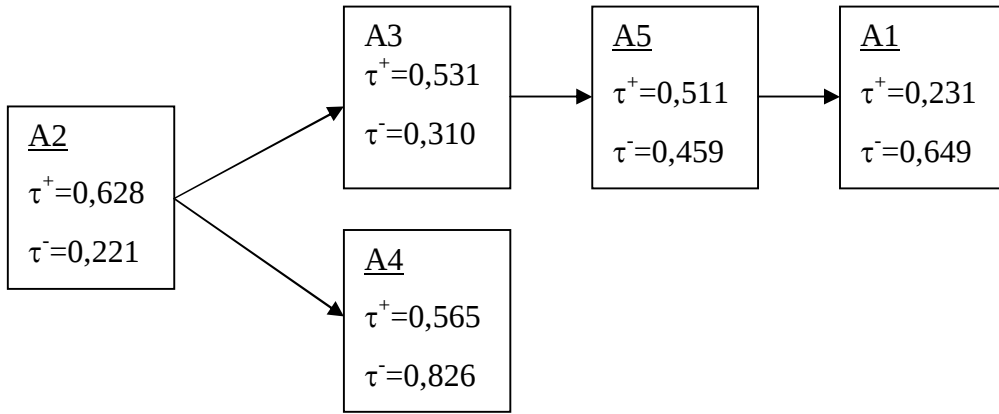
	<u>A1</u>	<u>A2</u>	<u>A3</u>	<u>A4</u>	<u>A5</u>
$\tau^+(a)$	0,231	0,628	0,531	0,565	0,511
$\tau^-(a)$	0,649	0,211	0,310	0,826	0,459

Alternatif tedarikçiler için pozitif ve negatif üstünlükler yukarıda verilmektedir. İşlemin anlaşılabilmesi için A1 alternatifi için işlem örnek olarak şu şekildedir;

$$\tau^+(A1)=P(A1,A2) + P(A1,A3)+ P(A1,A4)+ P(A1,A5)=0,005+0+0,207+0,019=0,231$$

$$\tau^-(A1)=P(A2,A1) + P(A3,A1)+ P(A4,A1)+ P(A5,A1)=0,068+0,07+0,216+0,295$$

Adım 6: Promethee I ile kısmi sıralama belirlenir. Pozitif ve negatif üstünlükler kullanılarak belirlenen kısmi öncelikler Şekil 2.7’de gösterilmektedir.



Şekil 2.7. Promethee I İle Kısmi Sıralama

Şekilde 2.7’de görüldüğü üzere verilen kısmi önceliklere göre en iyi alternatif A2 tedarikçisi olarak belirlenmektedir. A3 tedarikçisi A5 ve A1 tedarikçilerinden, A5 tedarikçisi A1 tedarikçisinden daha üstündür. Kısmi sıralamada elde edilen bir diğer sonuç A4’ün A3, A5 ve A1 ile karşılaştırılmaz olmasıdır.

Adım7: PrometheeII ile tam sıralama gerçekleştirilir. Alternatiflere ilişkin tam öncelikler A2: $\tau=0,407$; A3: $\tau=0,221$; A5: $\tau=0,051$; A4: $\tau=-0,216$; A1: $\tau=-0,418$ olarak hesaplanmış ve bu değerlerden hareketle elde edilen sıralama A2, A3,A5,A4,A1 şeklindedir.

3. ALT YÜKLENİCİ SEÇİMİ İLE İLGİLİ LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

TR Teknoloji firmasında Robot Kolu Üretimi ve Robot Kolu Yazılımını gerçekleştirecek bir firmanın seçimi problemi incelendiğinde; kendi yetenekleri dahilinde üretebileceği halde çeşitli nedenlerden (iş yükünü azaltma, insan kaynağı vb.) dolayı alt sistemi üretebilecek bir firmanın aranıyor olması problemin dış kaynak kullanımı olmadığını; alt sistemi üretecek firmadan sadece ürünü teslim etmesi değil aynı zamanda ana sistemle uyumlu bir alt sistem üretmesi beklenmesinden dolayı tedarikçi seçimi kavramının daha spesifik bir hali olduğu ve alt sistemi gerçekleştirecek olan firmanın ana sistemin bütününden sorumlu olmaması nedeniyle iş ortağı olarak kategorize edilemeyeceği kararına varılmıştır. Problemin detaylı olarak tanımlanmasıyla problemin bir alt yüklenici problemi olduğu kanaatine varılmış ve bu nedenle literatürde alt yüklenici seçimi ile ilgili çalışmalar incelenmiştir.

Literatürde geçmişten günümüze SCI (Science Citation Index) içerisinde yer alan Alt Yüklenici Seçimi (Subcontractor Selection) ile ilgili toplam 32 çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan üçü alt yüklenici seçimi ile ilgili olmayıp; Shapiro ve arkadaşları mikro elektronik sektöründe kurşunsuz montaj stratejilerinin geliştirilmesi üzerine bir inceleme gerçekleştirmişler [Shapiro ve ark., 2006]; Hallowell ve Gambatese, inşaat güvenliği ve sağlığı ile ilgili riskleri azaltmak için kullanılan güvenlik programlarının etkinliğini incelemişlerdir. Delphi yöntemini kullanarak her bir güvenlik riskinin azaltılması için inceleme yapmışlardır [Hallowell ve Gambatese, 2009]. Milosavljevic ve Ojanen, kağıt kurutma ve dinamik kağıt kurutma sisteminin simülatörünü oluşturularak, kağıt geometrisinin kurutma işlemine etkilerini incelenmişlerdir [Milosavljevic ve Ojanen, 2004]. Geri kalan 29 çalışma Çizelge 3.1’de çalışmayı yapanlar ve yıl, çalışmanın adı, incelenen sektör, problem, yöntem ve çalışma kapsamı olmak üzere beş kategoriye ayrılarak listelenmiştir. İçlerinde Promethee yöntemi ile çözüm getiren çalışma mevcut değildir. Ayrıca çalışmalar içerisinde inşaat sektörü ağırlıklı olmak üzere, tekstil, elektronik, gıda, kağıt üretimi

sektörlerinde alt yüklenici seçim problemi ile ilgilenilmiştir. Savunma sanayi sektöründe alt yüklenici seçimi ile ilgili bir çalışmaya rastlanılamamıştır.

Çizelge 3.1. Alt Yüklenici Seçimi İle İlgili Literatür Araştırması

N o	Çalışmayı Yapanlar, Yıl	Sektör	Problem	Yöntem	Çalışma Kapsamı	
					Teorik	Uygulama
1	Kane A. 1995	Gıda	Tedarikçi firma yönetimi	ISO 9001	X	√
2	Belair ve Eagan, 1996	----	Alt Yüklenici Firma Seçimi	Anket ile Kriterlerin Belirlenmesi	√	X
3	Minis ve Ark., 1999	Elektronik		Matematiksel Modelleme	√	√
4	Bloss, 2006		Montaj Sisteminin Tasarımı	Yazılım Geliştirilmesi	X	√
5	Lin ve Ark., 2010		Dış Kaynak Kullanımı	Kurumsal Kaynak Planlama (ERP)	√	X
6	Kumaraswamy ve Matthews, 2000	İnşaat	Alt Yüklenici Seçimi	Matematiksel Modelleme	√	√
7	Wang ve Ark., 2001			Bulanık Matematiksel Modelleme	√	√
8	Salo ve Punkka, 2005			ÇKKV- Rank Inclusion in Criteria Hierarchies (RICH)	√	√
9	Rahman ve Kumaraswamy , 2005			İstatistiksel Analiz	√	√
10	Lin ve Ark., 2008			Bulanık TOPSIS	X	√
11	Lin ve Ark., 2008			Bulanık TOPSIS	X	√
12	Hartmann ve Ark., 2009			İstatistiksel Analiz	√	X
13	Park, 2009			İstatistiksel Analiz	√	X
14	Radziszewska, 2010			ELECTRE III	√	√
15	Park ve Ark., 2010			Matematiksel Modelleme	√	√
16	Ünsal ve Taylor, 2011			Simülasyon	√	X
17	Perng ve Ark, 2005		Ana Yüklenici-Alt Yüklenici İşbirliği	Matematiksel Modelleme	√	√
18	Yang ve Ark., 2007			Kurumsal Kaynak Planlama (ERP)	√	√
19	Lee ve Ark., 2009			Simülasyon	√	X
20	Huang ve Hinze, 2006		Alt Yüklenici Kullanımı İle İlgili Kanuni İncelemeler	İnşaat Sektöründe Güvenlik	√	X
21	Yates ve Duran, 2006			İnşaat Sektöründe Anlaşmazlıklar	√	√
22	Eriksson ve Nilsson, 2008			Alt Yüklenici İhale Usulleri	√	X

Çizelge 3.1. (Devam) Alt Yüklenici Seçimi İle İlgili Literatür Araştırması

N o	Çalışmayı Yapanlar, Yıl	Sektör	Problem	Yöntem	Çalışma Kapsamı	
					Teorik	Uygulama
23	Maturana ve Ark., 2007	İnşaat	Alt Yüklenici Yönetimi	Sistem Analizi	√	√
24	Ko ve Ark., 2007		Alt Yüklenici Firmaların Değerlendirilmesi	Evrimsel Bulanık Sinir Çıkarım Modeli (EFNIM)	√	√
25	Ulubeyli ve Ark., 2010		Türk Firmalarının Alt Yüklenici Firma Olarak Seçilme Nedenleri	İstatistiksel Analiz	√	X
26	Tatsiopoulos ve Ark., 2002	Tekstil	Tedarik Zinciri Yönetimi	Veri Yönetimi Sistemi (EPMS)	√	√
27	Elliyi ve Ark., 2011			Matematiksel Modelleme	√	√
28	Karabay ve Kurumer, 2011				√	√
29	Assmann ve Punter, 2004	Yazılım	Alt Yüklenici Firmaların Değerlendirilmesi	Yazılım Alt Yüklenicilerinin Değerlendirilmesi (MASS)	√	√

Kane, 1995 yılında yapmış olduğu çalışmada ISO ile birlikte kesinleşen satın alma, tedarikçi ve alt yüklenici yönetimi, tedarikçi ve alt yüklenici seçimi ile ilgili prosedürlerin içeriğinin netlik kazanmasıyla tedarikçi-müşteri ve altyüklenici-müşteri işbirliğinden edinilen kalitenin artacağını öne sürmüştür. Bu sayede firmalar, tedarikçilerin ve altyüklenicilerin değerlendirilebilmesi için gerekli kayıtlı verileri bünyesinde barındırabilir hale gelmiş olacaktır. Bu amaçla katı margarin üretimi yapan bir firmada ISO 9001 sisteminin kuruluşu aşamasını incelemiş, tedarikçi ve alt yüklenici takibinin daha hızlı ve etkin bir kontrolü olduğunu ifade etmiştir.

Belair ve Eagan, satışa hazır durumda olan ürünlerin piyasa yaşam döngülerini incelemek amaçlı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada ürünün maliyetini düşürmek amacıyla, öncelikle ilgili pazarın müşteri ihtiyaçları belirlenmeli, pazar ölçme stratejileri ortaya konulmalı ve alt yüklenici firma seçim ve yönetim stratejilerinin kesinleştirilmesi gerektiği ileri sürülmektedir. Yapılan inceleme sonucunda, uzun vadeli alt yüklenici iş birliği için izlenecek stratejinin “askeri” ve “ticari” yaklaşım için farklı olduğu görülmüştür. Uygun stratejinin seçiminde

maliyet, ürün ömrü, sistem konfigürasyonu önemli kriterlerdir [Belair ve Eagan, 1996].

Minis ve arkadaşları, üretilebilirlik değerlendirmesi ve alt yüklenici seçimini aynı anda gerçekleştirebilecek bir matematiksel model geliştirmişlerdir. Geliştirilen matematiksel model, mikro dalga modülünün üretimini gerçekleştirebilecek bir alt yüklenici firma seçiminde uygulanmıştır [Minis ve ark., 1999].

Bloss, bir otomatik devre kesici panel kapağının montaj sisteminin tasarımı ve geliştirilmesi ile ilgili inceleme gerçekleştirmiştir. Sisteme etki eden bileşenlerin tümünü aynı anda değerlendirebilecek bir yazılım önermiştir. Sisteme etki eden bileşenler içerisinde, alt yüklenici kriterini de değerlendirmiştir [Bloss, 2006].

Lin ve arkadaşları, yarı iletken sektöründe dış kaynak yönetiminde kurumsal kaynak planlamasını da (ERP) içeren bir yönetim sistemi geliştirmişlerdir. Çalışmayı gerçekleştirirken önerilen yöntemin maliyete etkilerini de incelemişlerdir. Dış kaynak kullanımına etki eden kriterleri belirlerken, alt yüklenici kullanım kriterlerini de baz almışlardır [Lin ve ark., 2010].

Kumaraswamy ve Matthews, inşaat sektöründe alt yüklenici firma seçim sürecini etkileyen kriterlerin firmaya etkilerini incelemişlerdir. Geliştirmiş oldukları matematiksel modeli, Avrupa'da pilot bir bölgede uygulayarak en iyi zaman ve doğru maliyet kontrolünün alt yüklenici ile yapılan ortaklıklarda %10 kar sağladığı sonucuna ulaşmışlardır [Kumaraswamy ve Matthews, 2000].

Wang ve arkadaşları, alt yüklenici seçim problemine nasıl optimal bir çözüm bulunacağı üzerine bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Geliştirmiş oldukları matematiksel modellemede değişkenlerin değerlerinin bulanık mantık tabanlı karar yöntemiyle belirleyerek, bulanık mantık tabanlı bir karar proje çizelgeleme yaklaşımı önermişlerdir. Geliştirilen bu modeli, inşaat sektöründe uygulayarak modelin büyük

boyutlu problemler için optimal çözümü elde etmeye uygun olduğunu göstermişlerdir [Wang ve ark., 2001].

Salo ve Punkka, alt yüklenici firma seçim sürecinde, kriterlere ağırlık verilerek bir seçim yapılabilmesi amacıyla RICH (Rank Inclusion in Criteria Hierarchies) yöntemini geliştirmişlerdir. Yöntem bir inşaat firmasında alt yüklenici seçim sürecinde uygulanmıştır [Salo ve Punkka, 2005].

Rahman ve Kumaraswamy, kritik projelerde yer alan müteahhitler, alt yükleniciler, tedarikçiler ve müşteriler için farklı faktörlerin önemlerini incelemişlerdir. Veriler 17 ülkeden uluslar arası bir anket aracılığıyla elde edilmiş ve istatistiksel analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucu, müşteri hariç tutulmak üzere, ortak faaliyet yürüten müteahhit, taşeron ve tedarikçiler için “güven, iş ahlakı, stratejik yönetim” kriterlerinin eşit derecede önem arz ettiği görülmüştür [Rahman ve Kumaraswamy, 2005].

Lin ve arkadaşları, Bulanık TOPSİS yöntemi ve Minkowski uzaklık fonksiyonunu bütünleşik olarak kullanarak, inşaat sektöründe alt yüklenici seçiminin uygulanabilirliğini göstermek amacıyla bir uygulama çalışması gerçekleştirmişlerdir. Elde edilen sonuçlar, önerilen modelin verimli ve uygulanabilir olduğunu göstermiştir [Lin ve ark., 2008].

Lin ve arkadaşları, Bulanık TOPSİS yöntemiyle inşaat sektöründe alt yüklenici seçiminin uygulanabilirliğini göstermek amacıyla bir uygulama çalışması gerçekleştirmişlerdir [Lin ve ark., 2008].

Hartmann ve arkadaşları, Sinagapur’da bir inşaat firmasının alt yüklenici seçim sürecini incelemişlerdir. Bu ölçümde seçimi etkileyen kriterlerin önem sırasının fiyat, kalite, işbirliği ve teknik bilgi şeklinde olduğu sonucunu ortaya koymuşlardır [Hartmann ve ark., 2009].

Park Tüm Yaşam Maliyetlerini (WLC: Whole Life Costing) etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla Güney Kore’de kamu ile işbirliği içerisinde olan inşaat firmalarına anket uygulayarak maliyeti etkileyen kriterleri belirlemeye çalışmıştır. Bu anket sonucunda proje kapsamında tüm yaşam maliyetlerini etkileyen faktörlerin proje tipi, zaman, maliyet, kalite, sözleşme/yönetim, insan kaynakları, risk, sağlık ve güvenlik olmak üzere 8 kritik kategoriye ayrıldığı görülmüştür. Anket sonuçları incelendiğinde yüklenici firma ile alt yüklenici firma arasında “Proje Tipi”nin en yaygın kritik faktör olduğu görülmüştür [Park, 2009].

Radziszewska, inşaat sektöründe ELECTRE III yöntemi ile alt yüklenici seçimi ile ilgili uygulama gerçekleştirmiştir [Radziszewska, 2010].

Park ve arkadaşları, inşaat sektöründe alt yüklenici seçiminde fiyat indeksinin etkilerini ölçmek amacıyla matematiksel bir model geliştirmişlerdir [Park ve ark., 2010].

Ünsal ve Taylor, inşaat sektöründe ana yüklenici firmalar tarafından gerçekleştirilen alt yüklenici seçim stratejilerini incelemişler ve alt yüklenici değerlendirmelerinin günün koşullarına göre yapıldığını belirtmişlerdir. Geliştirmiş oldukları simülasyon modeliyle yarı ortaklık sonucu oluşabilecek sorunların ve organizasyonel gerekliliklerin önceden görülebileceği sonucuna ulaşılmıştır [Ünsal ve Taylor, 2011].

Perng ve arkadaşları, ana yüklenici-alt yüklenici koalisyonundan maksimum faydayı sağlayacak matematiksel bir model önermişlerdir. Önermiş oldukları model inşaat sektöründe kalıp üretimi gerçekleştiren bir firmada uygulayarak kar artışında büyük artış sağladığı görülmüştür [Perng ve ark., 2005].

Yang ve arkadaşları, Kurumsal Kaynak Planlamanın (ERP: Enterprise Resource Planning) modüllerine, Yönetim Bilişim Sistemi (MIS: Management Information System) modüllerini entegre ederek şirketin kaynak tahsisini kontrol etmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Yapılan bu çalışmada Tayvan’da yerel bir inşaat firmasında

ERP uygulanması ile tedarikçi ve alt yüklenici firmalar arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışma sonucunda inşaat firmasında ERP uygulanması için önemli kriterler ve bu kriterlere ait ağırlıklar belirlenerek Yönetim Bilgi Sistemine entegre edilebilecek şekilde sınıflandırılması yapılmıştır [Yang ve ark., 2007].

Lee ve arkadaşları, inşaat sektöründe müteahhit ve alt yüklenici firmalar arasındaki ilişkiyi inceleyerek, alt yüklenici firmaya ve müteahhit firmaya optimum faydayı sağlayacak uzun ve kısa vadeli ilişkileri incelemişlerdir. Alt yüklenici firmalar ile müteahhit firma arasındaki ilişkiden optimum faydayı sağlayabilmek amacıyla simülasyona dayalı bir deneme yaparak en uygun ilişki tipini seçmek için pratik kurallar önermişlerdir [Lee ve ark., 2009].

Huang ve Hinze, inşaat güvenliğinde tarafların rolü üzerine inceleme yapmışlardır. İnşaat sektöründe son yıllarda meydana gelen önemli gelişmelere rağmen güvenlik açısından eksik kaldığını ve müteahhitler, alt yükleniciler, taşeronlar ve tasarımcıların ortak çalışmaları sonucu kısmen iyileşme sağlandığını ortaya koymuşlardır. Büyük inşaat firmalarından biriyle yapmış oldukları görüşmeler ve analizler sonucunda elde edilen verilere göre, güvenli alt yüklenici seçiminin ve yapılan sözleşmenin yönetiminin proje performansını doğrudan etkilediği sonucunu ortaya koymuşlardır [Huang ve Hinze, 2006].

Yates ve Duran, inşaat projelerinin yürütme aşamasında meydana gelen anlaşmazlıkların çözümünde İnceleme Kurulu'nun avantaj ve dezavantajlarını incelemişlerdir. Bir inşaat firmasında meydana gelen ana yüklenici-alt yüklenici anlaşmazlığının çözümü sırasındaki aşamalar incelenerek anlatılmıştır [Yates ve Duran, 2006].

Eriksson ve Nilsson, alt yüklenici ihale usulleri ve sözleşme prosedürlerini incelenmişler ve ortaklık için hem teorik hem de ampirik destek sağlamışlardır [Eriksson ve Nilsson, 2008].

Maturana ve arkadaşları, alt yüklenici firma yönetiminin ana yüklenici firmaya etkileri üzerine inceleme gerçekleştirmişlerdir. Yeni alt yüklenici firma yönetimi ile ilgili yöntemler ve girdiler incelenirken Katolik Üniversitesi Üretim Yönetimi Bölümü (Catholic University Production Management Center) ve bazı inşaat firmaları ile birlikte çalışılmış ve iki farklı projenin inceleme sonuçlarına yer verilmiştir. İki farklı proje de yapılan incelemeler sonucunda, taşeron firmalara yapılan geri bildirimler sayesinde ana yüklenici firmaların ve taşeron firmaların performansının arttığı görülmüştür [Maturana ve ark., 2007].

Ko ve arkadaşları, alt yüklenici firma performanslarını değerlendirmek amacıyla iki aşamalı olan, Alt Yüklenici Performans Değerlendirme Modelini (SPEM: Subcontractor Performance Evaluation Model) ve Evrimsel Bulanık Ağ Çıkarım Modelini (Evolutionary Fuzzy Neural Inference Model) geliştirmişlerdir. Tayvan’da bir inşaat firmasında uygulayarak modellerin kullanılabilirliğini ortaya koymuşlardır [Ko ve ark., 2007].

Ulubeyli ve arkadaşları, uluslar arası Türk firmalarının inşaat sektöründe alt yüklenici firma olarak tercih edilme yüzdelerini ve tercih edilme nedenlerini incelemek amacıyla bir analiz çalışması gerçekleştirmişlerdir [Ulubeyli ve ark., 2010].

Tatsiopoulos ve arkadaşları, tedarik zinciri yönetiminin kontrolünü artıracak bir genişletilmiş üretim veri yönetimi sistemi (EPDS:Extended Production Data Management System) yazılımı geliştirmişlerdir. Bu yazılım ile alt yüklenici seçimi süreci ve müşteri sipariş yönetim süreci aynı anda kontrol edilebilir hale getirilmiştir. Geliştirilen bu yazılım bir giyim firmasına uygulanarak, kullanılabilirliği test edilmiştir [Tatsiopoulos ve ark., 2001].

Elliyi ve arkadaşları, bir giyim sektöründe tedarik zinciri yönetiminde kullanılmak üzere matematiksel bir model geliştirmişlerdir. Burada amaç zamanında teslimi sağlayacak şekilde teslim tarihlerinin planlanabilmesi ve alt yüklenici firmaların yönetilebilmesidir [Elliyi ve ark., 2011].

Karabay ve Kurumer, hazır giyim sektöründe tedarik zinciri yönteminde kullanılmak üzere matematiksel bir model geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu modelde kalite ve sevkiyattaki gecikmelere çözüm getirilmesi amaçlanmıştır. Önerilen sistemin toplam maliyetinin, taşıma ve sipariş maliyetlerinin azalması nedeniyle azaldığı görülmüştür [Karabay ve Kurumer, 2011].

Assmann ve Punter, yazılım alanında faaliyette bulunan alt yüklenici firmaların değerlendirilmesinde kullanılabilecek Yazılım Alt Yüklenici Değerlendirme Yönetimini (MASS: Method for Assessing Software Subcontractors) geliştirmişlerdir. Yöntem alt yüklenici seçim sürecini; alt yüklenici seçimi, sözleşme ve iş, alt yüklenici değerlendirme olarak üç aşamaya ayırmaktadır. Yöntemin geliştirilmesi aşamasında Brezilya, Almanya, Japonya, Amerika ve Hindistan'da yazılıma ayrılan fon miktarlarını ve en çok kullanılan yazılımları incelemişler ve kullanılan bu yazılımların sunduğu imkanlar doğrultusunda değerlendirme kriterlerini oluşturmuşlardır [Assmann ve Punter, 2004].

4. UYGULAMA

Bu bölümde, ARGE çalışmaları yapan bir savunma sanayi firmasında Alt Yüklenici Seçim problemi ve çözüm aşamaları incelenmiştir. Öncelikle firma hakkında genel bir bilgi verilmiş, problem ayrıntılarıyla tanımlanmış ve var olan bu probleme Promethee II yöntemi ile çözüm getirilerek sonuçlar incelenmiştir.

4.1. Tr Teknoloji Aş Hakkında Genel Bilgi

Tr Teknoloji Üretim Yazılım İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti. 4 Kasım 2004 yılında başta savunma sanayi olmak üzere ileri teknoloji ürünlerini, ulusal bilgi birikimi ve sermaye ile geliştirmek amacı ile kurulmuştur. Firma iletişim bilgileri aşağıdaki gibidir:

Adres: Ankara Teknoloji Geliştirme Bölgesi 2.Cadde Cyberplaza A Blok No:702
Bilkent/ANKARA
Telefon: +90 312 210 16 41
Web: www.tr-teknoloji.com.tr

TR Teknolojinin vizyonu, geliştirdiği sistemlerde ulusal pazarda lider olmak, uluslararası pazarlarda da rekabetçi olabilecek yetkinlik ve güce kavuşmaktır. Üretkenliğin kalkınmayı beraberinde getirdiği rekabet ortamında, değişen teknolojiye yetişebilmek ve özellikle askeri alanda Türkiye'nin dışa bağımlılığını azaltmak da bu vizyonun temel taşlarından birini oluşturmaktadır.

Üniversitelerle odak teknolojilerde yapılan stratejik işbirlikleri ARGE çalışmaları için ciddi bir itici güç oluşturmaktadır. Bu işbirlikleri meyvelerini yeni teknolojilerin kazanımı, bilimsel yayın, faydalı model ve patent olarak vermektedir.

4.1.1. Tr teknoloji ürünleri

Ana faaliyet alanı robotik sistemler olan firma, robotik sistemlerin görev süresinde önemli bir yeri olan yakıt pilleri ile ilgili çalışmalar da gerçekleştirmektedir. Firma ürün yelpazesi insansız su altı araçları, insansız kara araçları ve yakıt pilleri olmak üzere üç ana başlıkta toplanmaktadır. Tez çalışmasına konu olan Robot Kolu Üretimi ve Robot Kolu Yazılımı, insansız su altı araçları içerisinde yer alan Milli AUV cihazının bir alt sistemidir. Bu bölümde firmanın üretmekte olduğu ürünler kısaca anlatılmaktadır.

İnsansız Su Altı Araçları: TR Teknoloji, üç tarafı denizlerle çevrili ve dünyanın iki ana su yolu olan boğazlara sahip yurdumuz için, bilimsel, sivil ve askeri amaçlarla kullanılmak üzere insansız deniz araçları geliştirmekte ve üretmektedir. Üretiminde yüksek orandaki yerli malzeme ve yüzde yüz yerli mühendislik katkısı ile gerçekleştirilen bu sistemlerin yanı sıra TR Teknoloji, esnek tasarım ve geliştirme mimarisi ile amaca dönük özel tasarımlar da gerçekleştirebilmektedir. İnsansız su altı araçları kendi içerisinde beş farklı ürün grubuna ayrılmaktadır.

1. *Milli AUV (Autonom Underwater Vehicle):* Otonom Sualtı Aracı, önceden belirlenmiş ya da durumsal olarak rotalarda çıkabilen görevleri otonom olarak icra etmek üzere geliştirilmiş su altı aracıdır. Otonom Sualtı Araçları sığ suda yüksek etkinlikle çalışabildiklerinden, bu ortamlarda mayın arama gemileri gibi görev icrasında zorluk çekilen, mayın tespit ve imha işlerini, hızlı operasyon sürelerinde, hayati riskleri azaltarak yerine getirebilmektedirler. Diğer taraftan tatbikatlarda kaybolan eğitim torpidoları gibi cihazların arama ve kurtarma operasyonlarında kullanılabilir. Sivil ve bilimsel araştırma faaliyetlerindeki yoğun kullanım alanına sahiptir. Üzerinde yer alan sensörler vasıtası ile derinlik, tuzluluk, deniz suyu sıcaklığı, akıntı, dip yapısı ve topografyası verilerini bilimsel ve askeri su altı araştırmalarında kullanmak üzere toplayabilmektedir. Kamera ve sonar verileri canlı olarak yönetim konsoluna aktarabilmektedir.

2. *Gelibolu İş Sınıfı ROV (Remoted Operated Underwater Vehicle)*: Uzaktan kumandalı su altı araçları, çoğunlukla açık kasa, farklı faydalı yükleri taşıyabilmekte ve bir veya birden fazla manipülatör kollar ile yüksek verimli derin deniz çalışması yapabilmektedirler. Deniz dibi batık gemi, malzeme kurtarma, su altı boru hatları, iletim kablo döşeme, arıza tespit ve onarım çalışmaları en yaygın kullanım alanlarıdır.
3. *Askeri Sınıf ROV*: Uzaktan Kumandalı Sualtı Aracı (ROV), kompakt bir askeri sınıf Uzaktan Kumandalı Sualtı Aracı'dır. Ana kullanım alanları; mayın arama/yerleştirme, eğitim amaçlı tatbikatlarda zayı/kayıp olan eğitim torpidoları gibi cihazları arama/kurtarma ve istihbarat görevleridir. Küçük boyutu, kendi sınıfındaki araçlara göre hafif oluşu, güvertede az yer kaplaması ve kurulum zamanının kısa olmasıyla; hızlı şekilde harekâta başlayabilecek yapıda tasarlanmıştır.
4. *SSR (Single shot ROV)*: Deniz mayınları, savaşta ya da barışta deniz güvenliğini tehdit eden en büyük faktörlerden biridir. Mayınların oluşturduğu bu tehlikeler sadece donanmaları değil, sivil ve ticari gemilerin deniz trafiği için de ciddi bir güvenlik sorunu olabilirler. Deniz kuvvetlerinin temel görevlerinden biri de deniz mayınlarının oluşturduğu bu tehlikeyi tespit ve imha etmektir. Mayın imha işleminin insan hayatını riske etmeden, asgari operasyon zamanında icra edilmesini mümkün kılan teknoloji, insansız su altı araçlarının kullanımıdır. Çanakkale tek kullanımlık mayın imha şarjı, bu amaçla TR Teknoloji tarafından tasarlanıp geliştirilmiş olan uzaktan kumandalı insansız su altı aracıdır.
5. *Foça İnsansız Deniz Aracı*: TR Teknoloji tarafından tasarlanıp, geliştirilen İnsansız Deniz Aracı, otonom veya uzaktan kumandalı olarak yönetilebilen bir deniz yüzey robotudur. Uzak kablosuz ağ üzerinden yönetilebileceği gibi önceden tanımlı rota üzerinden sefer görevini yerine getirebilir. Özellikle deniz tabanı profili çıkarılması, osinografik gözlemler, üzerinden kullanılabilecek faydalı yük çeşitleri ile mayın tespit ve imha, liman güvenliği

alanında arama ve gözlem amacı ile kullanılmak için tasarlanmıştır. Üzerinde konuşlandırılacak faydalı yüklerden sağlanan gerçek zamanlı veri aktarımı ve kolay yönetim konsolu ara yüzü ile mayın arama/tarama, deniz dibi araştırmaları, denizaltı tehditlerine karşı algılama, sahil güvenliği, liman güvenliği alanlarda esnek faaliyet kabiliyeti kazandırır.

Yakıt Pilleri: TR Teknolojinin tasarlayıp geliştirdiği insansız sistemleri tasarımında ayırt edici yapan temel özelliklerden biri uzun süreli görev icrası yeteneğidir. Özellikle savunma alanındaki projelerde uzun süre görev icra yeteneği hayati öneme sahiptir. Bu yeteneği kazandırmak amacı ile robotik ürün ailesini destekleyici olarak yakıt pilleri, odak ürün içerisinde yer almaktadır. Başta Hidrojen esaslı Yakıt Pilleri olmak üzere devam eden ARGE çalışmaları hızla devam etmektedir. Bunlardan ilki olan Polimer Elektrolit Membran Yakıt Pili çalışmalarının ilk aşaması olarak 1 KW'lık PEM Yakıt Pili Savunma Sanayi Müsteşarlığı için geliştirilmektedir. Proje'de üniversite-sanayi işbirliği çerçevesinde değerli bilim insanlarının da katkısı alınmaktadır. PEM teknolojisi yanı sıra Metanol, Katı Oksit, Gümüş-Oksit Çinko yakıt pilleri alanında da ARGE faaliyetleri devam etmektedir.

İnsansız Kara Araçları: TR Teknoloji sivil ve askeri amaçlı, farklı faydalı yükler için ortak bir platform üzerinde, zorlu yol, hava, arazi şartlarında hizmet görebilecek uzaktan kumandalı ve otonom kara araçlarının tasarımı ve üretimini yapmaktadır. İnsansız kara araçları gözlem, arama ve kurtarma, savunma ve taarruz, mayın arama ve imha, bomba imha gibi zor ve hayati risk taşıyan çok farklı görevleri icra edebilirler. Üstlenecekleri göreve bağlı olarak faydalı yük olarak gözlem kameraları (optik, termal IR), stabil silah sistemleri, taşıyıcı manipülatör kol sistemleri platformları insansız kara araçlarının üzerine monte edilebilirler. Sürüş sistemleri arazi ve yol koşullarına göre 4 tekerlekten çekerli, paletli veya hibrid olabilmektedir.

4.2. Problemin Tanımı

Firmanın çözüme ulaştırmak istediği problem, ARGE departmanında yer alan projelerden biri olan Milli AUV Geliştirilmesi Projesi kapsamında, Robot Kolu Üretimi ve Robot Kolu Yazılımını gerçekleştirebilecek bir alt yüklenici firmanın seçimidir. Birçok firma arasından beklentilerin tümünü karşılayan bir firmanın tercih edilebilmesi, çok kriter ve çok alternatif arasından en iyisinin seçimi çok kriterli bir karar problemidir. Firmanın Milli AUV cihazında alt yüklenici ihtiyaç nedenlerini Çizelge 4.1'deki gibi özetleyebiliriz.

Çizelge 4.1. Firmada Alt Yüklenici İhtiyaç Nedenleri

Madde No	Alt Yüklenici İhtiyaç Nedenleri	Açıklama
1	Daha yüksek işgücü esnekliğine ulaşmak	Uzmanlık türü ve zaman açısından ARGE projelerinin süreklilik göstermemesi nedeniyle sabit kapasite ile uzman işgücü istihdam edilemez.
2	Farklı özelliklere sahip çok sayıda faaliyeti birlikte yürütebilmek	Her biri uzmanlık gerektiren savunma ARGE iş kalemlerinin yerine getirilmesi, tek bir ana yüklenici firmanın kapasitesini aşar.
3	Proje maliyetlerini azaltmak	Savunma sektöründeki bir firma açısından işgücü ve ekipman aralıksız kullanılan kaynaklar olmadıkları için bunlarla ilgili sabit maliyetlerden kurtulmak mümkün hale gelir.
4	Ürün kalitesini artırmak ve proje süresini kısaltmak	Alt yükleniciler uzman nitelikteki küçük ekipler oldukları için verimlilik ve kalite odaklı üretime yatkındırlar.
5	Ek bir kaynak olarak yararlanmak	Süre sorunları ve iş miktarındaki artış nedeniyle bir projede işgücü ve ekipman eksikliği yaşanabilir.
6	Talebin süresizliğinden etkilenmemek	Gerek ekonomik ve siyasi istikrarsızlık, gerekse savunma sektörünün kendine özgü talep değişkenlikleri kaynakların planlanmasında farklılık oluşturur.
7	Belirli türdeki projelere bağımlı kalmamak	Çok değişik türdeki projeler, alt yüklenicilik yoluyla üstlenilebilir.
8	Projeye ilgili sorumluluk ve riskleri aktarmak	İşin yürütümü ve muhtemel sorunlar sözleşme ile paylaşılır.
9	Ek bir finansman kaynağı olarak faydalanmak	Alt yükleniciler ana yükleniciye ödeme periyodu verirler ve teminat miktarı ile maddi destek sağlarlar.

Firma yöneticisi ve ARGE direktörünün karar sürecinden beklentileri Çizelge 4.2’de özetlenmekte ve uygun çözüm metotları belirtilmektedir.

Çizelge 4.2. Firmanın Seçim Sürecinden Beklentileri

NO	TR TEKNOLOJİ BEKLENTİLERİ	ÖNERİLEN ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ
1	Milli AUV cihazının bir alt sistemi olan Robot Kolu Üretimi ve Robot Kolu Yazılımının gereksinimlerini karşılayabilecek, ana sistem ile uyumlu olarak çalışabilecek bir alt yüklenici firmanın seçilmesi	ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
2	Alternatifler arasında bir seçim yapılması istenmekle birlikte, aday alt yüklenici firmaların bir sıralamasının yapılarak seçim inisiyatifinin kısmen de olsa firma yöneticilerinin elinde bulundurulmasının istenmesi	SIRALAMA YÖNTEMLERİ
3	Başarılı bir şekilde teslim edilen Milli AUV cihazının olası seri üretimi aşamasında da aynı alt yüklenici firma ile çalışmaya devam edilebilmesi için, alt yüklenici firmanın kriterler bazında değerlendirmesinin yapılabilmesi	PROMETHEE II
4	Kriterlerin eşit önem ağırlığına sahip olmaması ve kriterler arasında ilişki bulunmaması	AHP İLE KRİTER AĞIRLIKLANDIRMA

Milli AUV cihazının alt sistemi olan robot kolu üretimi ve robot kolu yazılımını gerçekleştirecek bir alt yüklenici firmanın seçimi, birçok alternatif arasından en uygun olan firmanın seçilmesini gerektirir. Ancak burada TR Teknoloji yöneticileri kendi inisiyatiflerini en son karar aşamasında kullanma özgürlüğünü elinde tutmak istemektedirler. Firma beklentileri doğrultusunda çok kriterli karar verme yöntemleri incelenmiş ve karar aşamasında firmaların bir sıralamasının elde edilebilmesi amacıyla sıralama yöntemlerine yer verilmiştir. Milli AUV cihazının prototip üretimi aşamasında birlikte çalışılacak olan alt yüklenici firma ile olası seri üretim aşamasında da çalışmaya devam edebilmek amacıyla, seçilen alt yüklenici firmaya kriterler bazında değerlendirme yapılarak eksiklerini gidermesi istenmektedir. Elde edilen bilgi birikimi, seri üretim aşamasında hem zaman, hem maliyet, hem de kalite açısından avantaj sağlayacaktır. Alt yüklenici firmanın kriterler bazında

değerlendirmesinin yapılabilmesi için sıralama yöntemleri içerisinde en pratik ve esnek kullanıma imkan sağlayan Promethee II yöntemi kullanılması uygun bulunmuştur. Promethee I yöntemi ile aday alt yüklenici firmaların kısmi sıralamaları ve Promethee II ile tam sıralamaları elde edilmiştir.

Aday alt yüklenici firmaların değerlendirilmesi aşamasında belirlenen kriterlerin, birbirleri ile eşit önem ağırlığına sahip olmadığı, bazı kriterlerin diğer kriterlere göre daha fazla önem teşkil ettiği ve ilgili kriterlerin birbirlerini etkilemedikleri firma yöneticileri ile birlikte belirlenmiştir. Kriterlere, firma yöneticilerinin fikirleri doğrultusunda ağırlıklar verilebilmesi için AHP yöntemi uygun görülmüştür.

4.3. Problemin Çözümü

ARGE çalışmalarının ülke genelinde benimsenmesini görev edinmiş olan TR Teknoloji'nin alt yüklenici firma seçiminden ön şart olarak beklentileri, firma yöneticileri ile yapılan görüşmeler doğrultusunda şu şekilde belirlenmiştir:

Yerli Firma: En önemli şart alt yüklenici firmanın Türk bir firma olmasıdır. Edinilen bilgi ve geliştirilen teknolojinin, dış kaynaktan bağımsız olması temel amaçtır.

Çalışılan Sektör: Alt yüklenici firma savunma sanayinde faaliyet göstermekte olan ve gelecekte de bu alandaki çalışmalarına devam edecek bir firma olmalıdır. Alt yüklenici kullanım amaçlarından biri de teknolojinin tabana yayılmasıdır. Bu nedenle edinilen teknolojik kazanım, gelecekte de kullanılabilir.

4.3.1. Kriterlerin ve tercih fonksiyonlarının belirlenmesi

Daha önce alt yüklenici seçimi ile ilgili yapılmış olan çalışmalarda kullanılan kriterler baz alınarak, TR Teknoloji ARGE direktörü ve proje yöneticisi ile birlikte Robot Kolu Üretimi ve Robot Kolu Yazılımını gerçekleştirecek alt yüklenici

firmaların değerlendirilmesinde kullanılan kriterler ve tercih fonksiyonları Çizelge 4.3'teki gibi belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Kriterlerin ve Tercih Fonksiyonlarının Belirlenmesi

No	Kriter	Tercih Fonksiyonu	Parametre Değerleri
1	Fiyat	IV	$q=250, q+p=500$
2	Ulaşım	III	$m=5$
3	Bilgi Düzeyi	V	$s=4, r=12$
4	Deneyim	IV	$q=2, q+p=4$
5	Zaman	II	$l=18$
6	Garanti	II	$l=5$

Fiyat: Proje kapsamında alt yüklenici firmadan beklenen hizmetleri (kurulum, yazılım, eğitim vs.) karşılaması karşılığında, alt yüklenici firmanın TR Teknoloji'den talep etmiş olduğu bedeldir. Belirli bir bütçeye sahip ARGE projelerinde, ihalenin alınması aşamasından başlamak üzere bir sonraki ARGE projesinde yer alabilmeye kadar ki süreçte fiyat etkilidir. Zarar edilen bir projenin bir sonraki aşamasına yüksek bir fiyatla çıkmak, SSM için TR Teknoloji'nin tercih edilme olasılığını azaltır. Bir bütün olarak düşünülen ARGE projelerinde, alt yükleniciye ödenen miktar önemli bir yer tutar.

TR Teknoloji yetkilileri vereceği ücreti minimize etmek istemektedir ve bunun için bir fiyat aralığı belirlemiştir. Belirlenen bu fiyat aralığı 250 000 – 500 000 TL (Türk Lirası)'dır. Belirlenen bu fiyatın altında olan talepler, bu aralıkta olan talepler ve üstünde olan talepler olmak üzere üç gruba ayrılır. Firma Bilgi Formunda 7 numaralı kısımdan aday alt yüklenici firmaların fiyat teklif bilgileri elde edilmektedir. Ancak TR Teknoloji sorumluları sadece fiyat aralığına bakarak kaliteli firmaları kaçırmakta istememektedir. Buna uygun fonksiyon dördüncü tip olarak belirlenmiştir.

Ulaşım: Alt Yüklenici firmanın TR Teknoloji'ye olan uzaklığını ifade eder. Burada amaç çalışma sırasında alt yüklenici firma ile görüşme sağlamak, Robot Kolu ve Robot Kolu Yazılımını ana sisteme entegre ederek, çalışma uyumunu ve eksikliklerini görmektir. Ek-1'de sunulan Firma Bilgi Formunda 1 numaralı kısımda yer alan adres bilgilerinden ulaşım bilgileri değerlendirilmektedir.

TR Teknoloji, alt yüklenici firmaların TR Teknoloji ARGE departmanına olan uzaklığını değerlendirmek için, adres bilgilerini baz alarak 1 ile 10 arasında puan vermektedir. Verilen bu değerler alt yüklenici firma ile TR Teknoloji arasındaki mesafeyi ifade etmektedir. Uzaklık nedeniyle aday alt yüklenici firmalar elenmek istenmemektedir. 5 puan ve üstü aynı kategoride değerlendirilir. Burada üçüncü tip tercih fonksiyonu kullanılır.

Bilgi Düzeyi: Proje ile ilgili ayrıntılı literatür araştırmalarını gerçekleştirebilme yeteneği olarak ifade edilebilir. Burada alt yüklenici firmanın Robot Kolu Üretimi ve Robot Kolu Yazılımı projesinde 12 personel çalıştırması istenmektedir. Bilgi düzeyi kriteri ile çalışacak olan 12 personelin Yüksek Lisans, Lisans, Doktora yapmış/yapmakta olan personel sayılarına ulaşılacak istenir. Yüksek lisans ve doktora yapan personel sayısının fazla olması istenir. Çalışacak personelin uzmanlık alanları hakkında da bilgi edinilir. Ek-1'de sunulan Firma Bilgi Formunda 2 numaralı kısımdan bu bilgiye ulaşılır.

Aday alt yüklenici firmanın projede çalıştıracağı 12 personelin Yüksek lisans ve doktora yapan personel sayılarının ortalamadan yüksek olması istenir. Bu yüzden beşinci tip fonksiyon tercih edilir.

Deneyim: Alt yüklenici firmanın daha önce gerçekleştirdiği ve şu anda gerçekleştirmekte olduğu proje sayısı, alt yüklenicinin deneyimini gösterir. Robot Kolu Üretimi ve Robot Kolu Yazılımı yapmasa dahi, bu konuya benzer olabilecek yazılımlar yapmış ve kullanılabilir olması beklenir. Ek-1'de sunulan Firma Bilgi Formunda 3 ve 4 numaralı kısımlardan bu bilgiye ulaşılır.

TR Teknoloji, alt yüklenici firmanın deneyimli olmasını istemekte ve gerçekleştirilmiş ve gerçekleştirilmekte olan proje sayısının ortalaması alınır. Ortalama 2 taneye kadar gerçekleştirilen, 2 ile 4 tane arasında gerçekleştirilen, 4'ten fazla gerçekleştirilen proje sayısı olarak alt yüklenici deneyimini ayırmak istemektedir. Bu duruma uygun tercih fonksiyonu dördüncü tip fonksiyondur.

Zaman: Alt yüklenici firmanın, Robot Kolu Üretimi ve Robot Kolu Yazılımı'nı teslim etme süresidir. Ek-1'de sunulan Firma Bilgi Formunda 5 numaralı kısımdan bu bilgiye ulaşılır.

Burada 18 ay TR Teknoloji için yeterli bir teslim süresidir. Bu yüzden 18 ay'a kadar olan süre TR Teknoloji için kabul edilebilir bir zamandır. 18 ay'dan daha uzun sürede gerçekleştirecek alt yüklenici uygun değildir. Bu değerlendirme için en uygun tercih fonksiyonu ikinci tiptir.

Garanti: Kurulan sistemin arıza verme süresinin minimize edilmesidir. Alt yükleniciden alınacak olan hizmetin garantisini TR Teknoloji vermekte ve bu konuyu riske atmak istememektedir. Alt yüklenicinin vereceği garanti kapsamı ARGE projesi kapsam ve süresi ile örtüşmelidir. Ek-1'de sunulan Firma Bilgi Formunda 6 numaralı kısımdan bu bilgiye ulaşılır.

Burada 5 yıl TR Teknoloji için yeterli bir garanti süresidir. Bu yüzden 5 yıla kadar olan süre TR Teknoloji için kabul edilebilir bir süredir. 5 yıldan daha kısa süreli garanti kapsamı uygun değildir. Bu değerlendirme için en uygun tercih fonksiyonu yine ikinci tiptir.

4.3.2. Adayların belirlenmesi

Belirlenen ön şartlar ve kriterler doğrultusunda hazırlanan Ek-1'de sunulan Firma Bilgi Formu ve Robot Kolu Üretimi ve Robot Kolu Yazılımı ile ilgili teknik isteklerini (yapılacak iş ile ilgili kısa bilgi) içeren Teklif Dokümanı, TR Teknoloji

ARGE direktörü ile yapılan görüşmeler doğrultusunda belirlenen Aday Firmalara uygulanmıştır. Aday listesi belirlenirken, savunma sektörüne hizmet veren, Elektronik ve Yazılım konusunda faaliyette bulunan firmalardan oluşan bir liste hazırlanmıştır. Oluşturulan liste Çizelge 4.4'teki gibidir.

Çizelge 4.4. Ön Şartlara Göre Aday Alt Yüklenici Firma Bilgileri

No	Firma adı	İletişim	Telefon/mail
1	TUBİTAK MAM	TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi Marmara Araştırma Merkezi Barış Mah. Dr. Zeki Acar Cad. No:1 P.K. 21 41470 Gebze Kocaeli	Tel : 0 262 677 20 00 Faks : 0 262 641 23 09 bilgi@mam.gov.tr
2	SDT	Galyum Blok 2. Kat No:2 ODTÜ Teknokent 06531 Ankara / Türkiye	Tel: +90 312 210 10 15 Fax: +90 312 210 11 21 info@sdt.com.tr
3	BTT LTD	Silicon Block BK.37 ODTÜ Technopolis 06531 Balgat ANKARA –TURKEY	Tel: 0312 210 1925 Faks: 0312 210 1928 info@btt-int.com
4	ALTAY	Kızılırmak Cad.No:2 Bakanlıklar/Ankara/TÜRKİYE	Tel: 0312 425 2506 Fax: 0312 425 3211 info@altay.com.tr
5	C2TECH	TÜBİTAK MAM Teknoloji Serbest Bölgesi Yeni Teknoloji Binaları No: C-210 Gebze, Kocaeli/Türkiye	Tel: 0262 644 9048 Faks: 0262 644 9047 ctech@ctech.com.tr
6	SAVRONİK	Mustafa Kemal Mah. 2127. Sok. 22/13 06520 Söğütözü Çankaya Ankara / TÜRKİYE	Tel: 0312 219 57 55 Faks: 0312 219 57 95 ankara@savronik.com.tr
7	METEKSAN SAVUNMA	Beytepe Koyu Yolu No:3, 06800 Bilkent, Ankara / TÜRKİYE	Tel: 0312 266 1520 Faks: 0312 266 1393 info@meteksansavunma.com.tr
8	TUBİTAK UEKAE	TUBITAK BİLGEM Gebze / Kocaeli	Tel : 0 262 648 10 00 Fax : 0 262 648 1100 bhi@tubitak.gov.tr
9	YALTES	Kurtköy Yenişehir Mahallesi Lale Sokak No:8 34891, Pendik, İSTANBUL	Telefon:(216) 482 30 60 Faks:(216) 482 30 51 yaltes@yaltes.com
10	SELEX	Konya Yolu 25. Km. P.K. 24 06830 Gölbaşı (Ankara) TÜRKİYE	Tel. +90 312 4845181 Fax. +90 312 4844332 sales@selex-comms.com.tr

Çizelge 4.4. (Devam) Ön Şartlara Göre Aday Alt Yüklenici Firma Bilgileri

No	Firma adı	İletişim	Telefon/mail
11	ESDAŞ	Adres: Gaziosmanpaşa mah. 411. sok. NO:2, 06830, Gölbaşı ANKARA/TÜRKİYE	Tel:0(312)4850840 (pbx) Fax:0(312)4850851/52 info@esdas.com
12	AYESAŞ YAZILIM	Aydın Yazılım ve Elektronik San. A.S. (AYESAS) Oğuz Cad. No:7 Organize Sanayi Bölgesi 06935 Sincan Ankara	Tel.: +90.312.267 27 27 Faks: +90.312.267 01 16 info@ayesas.com
13	NETAŞ	Cinnah Caddesi No:12 Kavaklıdere - Ankara	Telefon: 0 (312) 466 10 20 Faks: 0 (312) 466 10 26
14	DIRISOFT	Ankara Teknoloji Geliştirme Bölgesi, Cyberpark Tepe Binası No:13, 06800, Bilkent, Çankaya, Ankara	Tel: 0312 266 2752 Faks: 0312 266 2753 info@dirisoft.com
15	PARS	Kocaeli Üniv., Yeniköy Yerl., Teknopark Böl., B42 Vatan Caddesi No: 83 Kocaeli	Tel: 0 532 704 3412 sarp@parsarge.com

Belirlenen bu listedeki firmaların her birine Firma Bilgi Formu ve yapılacak iş ile ilgili Teklif Dokümanı gönderilmiş ve bir hafta içerisinde yanıtlamaları beklenmiştir.

Çizelge 4.4'te yer alan aday alt yüklenici firmaların tümü teklif dokümanına cevap vermiş ve alınan Firma Bilgi Formları, TR Teknoloji ARGE Direktörü ile birlikte değerlendirilerek, listede yer alan 5, 9, 10, 11, 12, 13 no'lu firmaların ön şartlarda belirtildiği üzere Türk firma olmamasından dolayı değerlendirmeden çıkarılmasına karar verilmiştir. Firma Bilgi Formları sonucunda; 3, 4, 6, 8 no'lu firmaların belirtmiş oldukları fiyat aralığının çok yüksek olması ve proje bütçesini aşmasından dolayı elenmelerine karar verilmiştir. Geriye kalan 1, 2, 7, 14, 15 no'lu aday alt yüklenici firmalar arasından Promethee II yöntemi ile seçim yapılmıştır.

Kriterlere fonksiyonların atanmasının ardından, veri matrisi oluşturabilmek için gerekli olan tüm veriler, Firma Bilgi Formunun ilgili bölümlerinden ve gerekli araştırmalar sonucunda uzmanların verdiği puanlardan elde edilmiştir. Firma yetkilileri tarafından doldurularak, TR Teknoloji'ye iletilen Firma Bilgi Form'ları,

ARGE Direktörü ile birlikte değerlendirilmiş ve Çizelge 4.5'deki değerler elde edilmiştir.

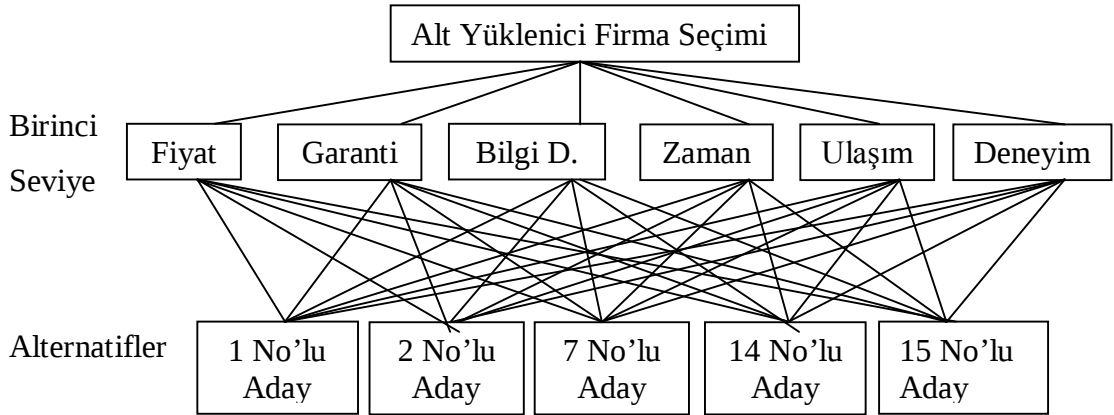
Çizelge 4.5. Kriterlere Göre Aday Alt Yüklenici Firmaların Puanlaması

Kriterler		Adaylar				
		1 NO'LU ADAY	2 NO'LU ADAY	7 NO'LU ADAY	14 NO'LU ADAY	15 NO'LU ADAY
Deneyim	Bitmiş Proje Sayısı	2	3	1	2	4
	Devam Proje Sayısı	2	1	1	3	2
Bilgi Düzeyi	Yüksek Lisans	6	8	6	9	4
	Doktora	3	2	2	3	0
Zaman		18	12	18	24	18
Ulaşım		3	7	8	7	3
Garanti		3	5	10	3	5
Fiyat		310 000TL	340 000TL	400 000 TL	300 000TL	435 000 TL

4.3.3. Kriterlere AHP ile ağırlıkların verilmesi

Firma yöneticileri ile yapılan görüşmelerde, kriterlerin eşit öneme sahip olmadığı belirtilmiştir. Belirlenen kriterlere AHP yöntemi ile ağırlık verilmesi için ilgili hesaplamalar Excel'de gerçekleştirilmiştir. Öncelikle firma yöneticileri ile yapılan çalışma neticesinde hiyerarşik yapı oluşturulmuş, ikinci aşamada ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuş, kriter ağırlıkları hesap edilmiş ve son aşamada ise hesaplanan ağırlıkların tutarlılığı hesaplanmıştır.

Hiyerarşik Yapının Oluşturulması: Şekil 4.1'de aday alt yüklenici firmalar ve belirlenen kriterlere ait oluşturulan hiyerarşik yapı görülmektedir.



Şekil 4.1. Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması: İkili karşılaştırma matrisi oluşturulurken, iş tanımı, ön şartlar ve genel nitelikler ile TR Teknoloji beklentileri göz önünde bulundurularak, ARGE Direktörü ile birlikte Çizelge 4.6'daki ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

Çizelge 4.6. İkili Karşılaştırma Matrisi

	Bilgi Düzeyi	Deneyim	Zaman	Ulaşım	Fiyat	Garanti
Bilgi Düzeyi	1	3	1/4	3	1/5	1/4
Deneyim	1/3	1	1/3	2	1/5	1/3
Zaman	4	3	1	4	1/3	2
Ulaşım	1/3	1/2	1/4	1	1/5	1/5
Fiyat	5	5	3	5	1	4
Garanti	4	3	1/2	5	1/4	1
Toplam	14,67	15,50	5,33	20,00	2,18	7,78

Kriter Ağırlıklarının Tespit Edilmesi: İkili karşılaştırma matrisindeki her bir sütun değerinin ayrı ayrı ilgili sütun toplamı değerine bölünmesi ile normleştirilmiş matris elde edilmiştir. Bu matrsten hareketle her bir sıra toplam değerlerinin ortalaması alınarak kriter ağırlıkları tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Normalleştirilmiş Matris ve Kriter Ağırlıkları

	bilgi düzeyi	deneyim	zaman	ulaşım	fiyat	garanti	sıra top.	kriter ağı.
bilgi düzeyi	0,0682	0,1935	0,0469	0,1500	0,0916	0,0321	0,5823	0,0971
deneyim	0,0227	0,0645	0,0625	0,1000	0,0916	0,0428	0,3842	0,0640
zaman	0,2727	0,1935	0,1875	0,2000	0,1527	0,2570	1,2634	0,2106
ulaşım	0,0227	0,0323	0,0469	0,0500	0,0916	0,0257	0,2692	0,0449
fiyat	0,3409	0,3226	0,5625	0,2500	0,4580	0,5139	2,4479	0,4080
garanti	0,2727	0,1935	0,0938	0,2500	0,1145	0,1285	1,0530	0,1755
Toplam								1,0000

Tutarlılık Oranının Hesaplanması: Kriterler arasında karşılaştırma yapılırken tutarlı davranılıp davranılmadığını ölçmek için tutarlılık oranı hesaplanmıştır. Tutarlılık oranı hesaplanırken öncelikle Tİ ve Rİ değerleri tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6'daki İkili karşılaştırma matrisinin her sütunu, Çizelge 4.7'deki ilgili ağırlıkla çarpılarak Çizelge 4.8'deki Değerler Matrisi oluşturulur. Yani birinci ağırlık değeri birinci sütun değerleri, ikinci ağırlık değeri ikinci sütun değeri ile çarpılarak, altıncı sütuna kadar işlemler bu şekilde devam ettirilir.

Çizelge 4.8. Ağırlıklı Toplam Matrisi

	bilgi düzeyi	deneyim	zaman	ulaşım	fiyat	garanti	sıra top.	kriter ağı.
bilgi düzeyi	0,0971	0,1921	0,0526	0,1346	0,0816	0,0439	0,6018	6,2010
deneyim	0,0324	0,0640	0,0702	0,0897	0,0816	0,0585	0,3964	6,1908
zaman	0,3882	0,1921	0,2106	0,1794	0,1360	0,3510	1,4573	6,9209
ulaşım	0,0324	0,0320	0,0526	0,0449	0,0816	0,0351	0,2786	6,2097
Fiyat	0,4853	0,3201	0,6317	0,2243	0,4080	0,7020	2,7714	6,7929
garanti	0,3882	0,1921	0,1053	0,2243	0,1020	0,1755	1,1874	6,7657
Toplam								39,0809
$\lambda_{\max}$								6,513479
T.İ.								0,102696
R.İ.								1,24
T.O.								0,082819

Son olarak yeni oluşturulan matrisin her bir kriteri için Çizelge 4.8'deki satır toplamaları alınmış ve bu satır toplamaları Çizelge 4.7'deki kriter ağırlıklarına

bölünerek Çizelge 4.8'deki ağırlıklı toplam değerleri elde edilmiştir. Tİ formülünde değerler yerine konulmak suretiyle Tİ değeri belirlenir. Ayrıca rastgele indeksten (Bkz. Sf: 23, Çizelge 2.3) n=6'ya karşılık gelen rastgele indeks değeri alınarak, tutarlılık oranı formülünde yerine konulur. Elde edilen değerler incelendiğinde; eldeki tutarlılık indeksinin aynı boyuttaki matrise karşılık gelen rastgele indekse oranlanması sonucunda elde edilen tutarlılık oranı 0,082819 olarak hesaplanmıştır. Tutarlılık oranı %10'un altında olduğu için karar vericiler tarafından ortaya konulan yargılar ve karşılaştırmalar tutarlıdır denilir.

$$Tİ = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{6,5135 - 6}{5} = 0,102696$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (TO)} = Tİ / Rİ = 0,102696 / 1.24 = 0.082819$$

4.3.4. Adayların sıralanması

Adaylar, kriterler, kriter temelinde belirlenen tercih fonksiyonları ve tercih fonksiyon parametreleri ve ağırlık değerleri Çizelge 4.9'daki gibi özetlenebilmektedir. Elde edilen bu veriler Desicion Lab 2000 programına girilerek, Şekil 4.2' deki veriler elde edilmiştir.

Çizelge 4.9.Kriter Temelli Ağırlıklandırılmış Veri Matrisi

Kriterler	Enb/ Enk	Adaylar					Fonksiyon tipi	Ağırlıklar	Parametreler
		1	2	7	14	15			
Bilgi Düzeyi	Enb	4,5	5	4	6	2	V	0,0971	s=4, r=12
Deneyim	Enb	2	2	1	2,5	3	IV	0,0640	q=2, q+p=4
Zaman	Enk	18	12	18	24	18	II	0,2106	l=18
Ulaşım	Enb	3	7	8	7	3	III	0,0449	m=5
Garanti	Enb	3	5	10	3	5	II	0,1755	l=5
Fiyat	Enk	310	340	400	300	435	IV	0,4080	q=250, q+p=500

	Bilgi Düzeyi	Deneyim	Zaman	Ulasim	Garanti	Fiyat
Min/Max	Maximize	Maximize	Minimize	Maximize	Maximize	Minimize
Weight	0.0971	0.0640	0.2106	0.0449	0.1755	0.4080
Preference Funct	Linear	Level	U-Shape	V-Shape	U-Shape	Level
Indifference Thres	4.0000	2.0000	18.0000	-	5.0000	250.0000
Preference Thres	12.0000	4.0000	-	5.0000	-	500.0000
Gaussian Threshi	-	-	-	-	-	-
Threshold Unit	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute
Unit						
1.ADAY	4.5000	2.0000	18.0000	3.0000	3.0000	310.0000
2.ADAY	5.0000	2.0000	12.0000	7.0000	5.0000	340.0000
7.ADAY	4.0000	1.0000	18.0000	8.0000	10.0000	400.0000
14.ADAY	6.0000	2.5000	24.0000	7.0000	3.0000	300.0000
15.ADAY	2.0000	3.0000	18.0000	3.0000	5.0000	435.0000

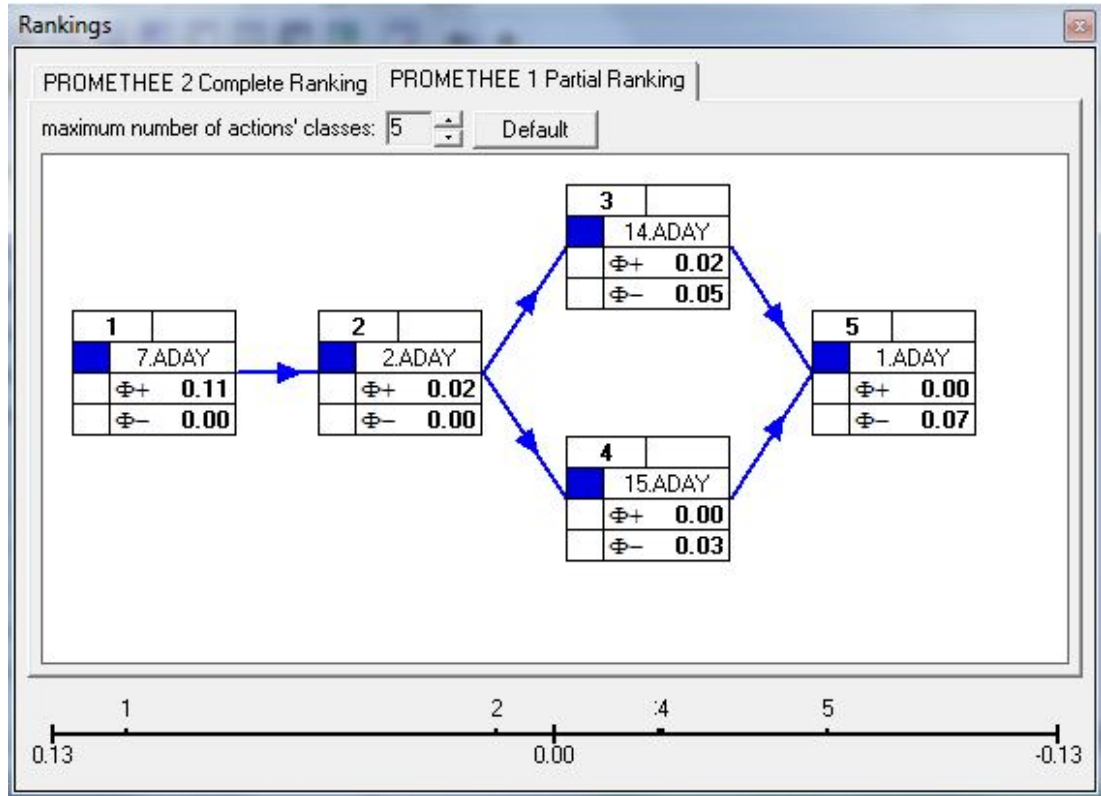
Şekil 4.2. Decision Lab2000 Veri Giriş Ekranı

Tüm verilerin sisteme girilmesinin ardından pozitif ve negatif üstünlükler hesaplanmıştır. Hesaplanan pozitif ve negatif üstünlükler Şekil 4.3’de görülmektedir.

	Φ^+	Φ^-	Φ
1.ADAY	0.0000	0.0731	-0.0731
2.ADAY	0.0180	0.0022	0.0157
7.ADAY	0.1147	0.0000	0.1147
14.ADAY	0.0180	0.0461	-0.0282
15.ADAY	0.0000	0.0292	-0.0292

Şekil 4.3. Pozitif Ve Negatif Üstünlükler

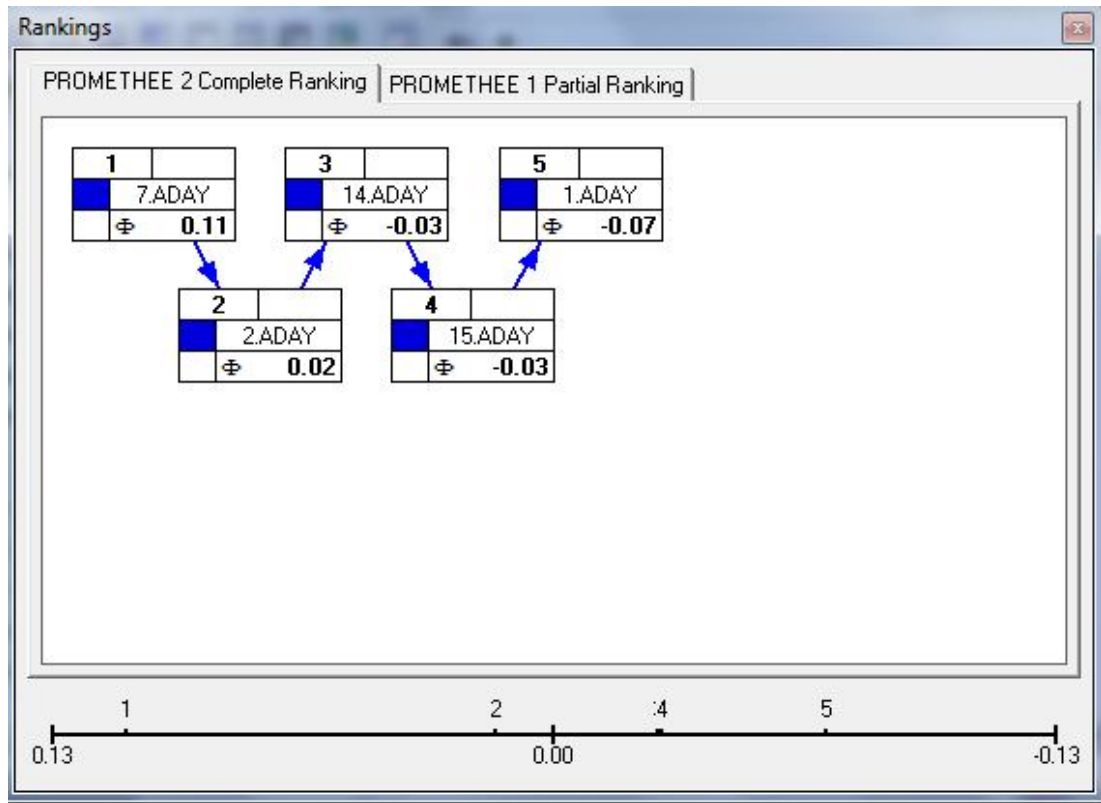
Pozitif ve negatif üstünlüklerin hesaplanmasının ardından kısmi önceliklere göre yapılan sıralama Şekil 4.4’deki gibidir.



Şekil 4.4. Promethee I İle Kısmi Sıralama

Kısmi sıralama neticesinde belirlenen şartlar altında 7 no’lu aday diğerlerine göre tercih edilebilmektedir. 2 no’lu aday ikinci sırayı alırken, 14 ve 15 no’lu adaylar birbirleriyle karşılaştırılmaz. 1 no’lu aday ise son sırayı almaktadır.

Pozitif ve negatif üstünlükler arasındaki farktan ibaret olan net üstünlük hesaplanarak Promethee II ile tam sıralama belirlenmiştir. Net üstünlük kullanılarak bulunan tam sıralama Şekil 4.5’te görülmektedir.



Şekil 4.5. Promethee II İle Tam Sıralama

Yapılan tam sıralama neticesinde, 7 no'lu aday diğer alternatiflere göre üstünken, sıralama 2 no'lu aday, 14 no'lu aday, 15 no'lu aday ve 1 no'lu aday şeklindedir. Kısmi ve tam sıralamaya bakıldığında her iki durumda da ilk iki sıradaki aday değişmezken, kısmi sıralamada birbirleri ile kıyaslanamaz sonucunun çıkartıldığı 14 ve 15 no'lu adayların tam sıralaması yapılabilmiş ve 14 no'lu adayın 15 no'lu adaydan daha üstün olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

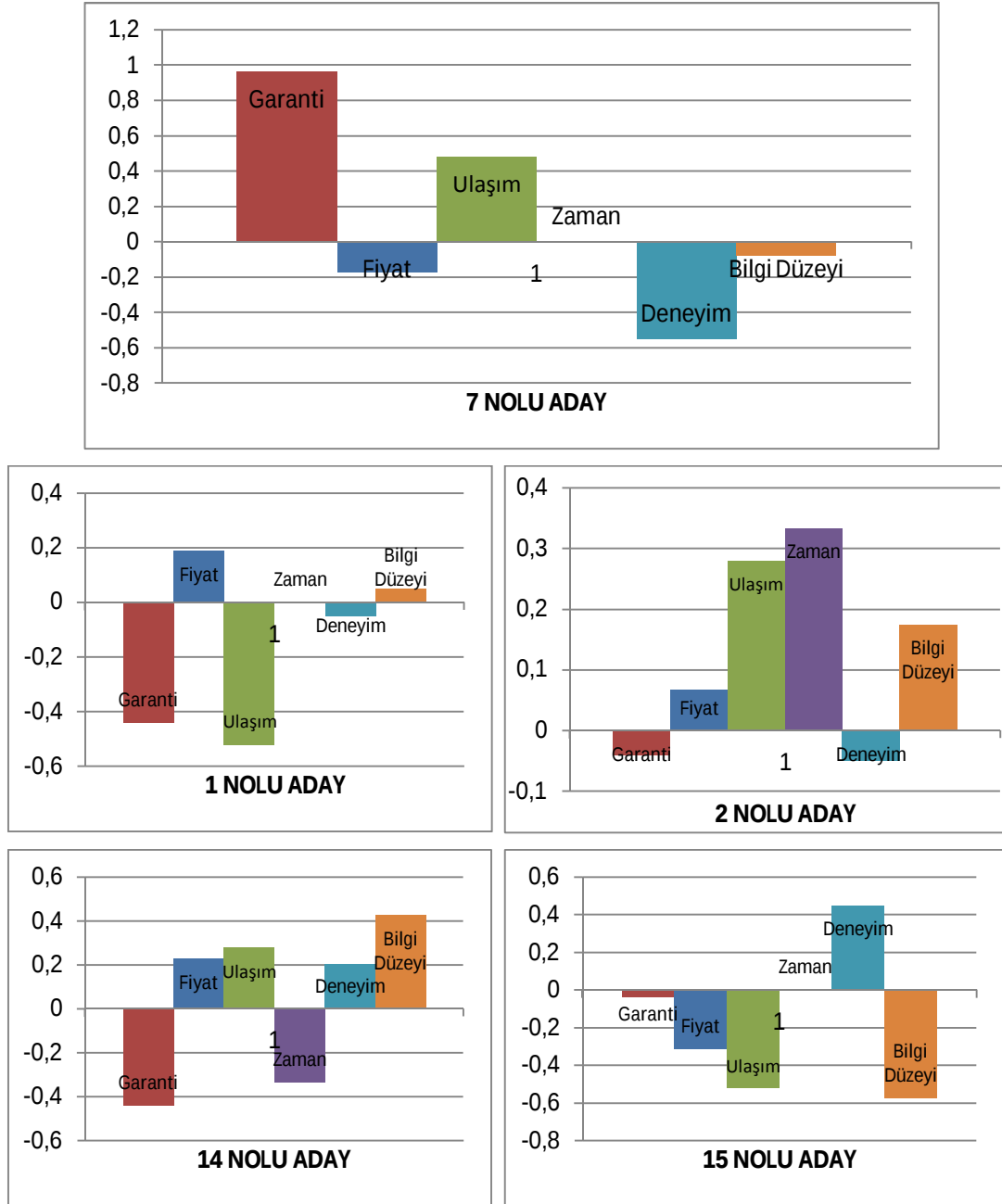
4.3.5. Kriter bazında değerlendirme

Decision Lab 2000 programı, her bir alternatifin kriterler bazında değerlendirilmesine imkan sağlamaktadır. Bu sayede adayların Tr Teknoloji için avantajlı ve dezavantajlı olduğu noktalar görülebilmekte ve aday alt yüklenici firmalara geri bildirim yapılabilmektedir. Şekil 4.6'da elde edilen grafiklerde kullanılan değerlere ait hesaplamalar Çizelge 4.10'daki gibi özetlenebilmektedir.

Çizelge 4.10. Kriter Bazında Değerlendirme Hesaplamaları

Preferences	bilgi düzeyi	deneyim	zaman	ulaşım	garanti	fiyat
Min/Max	max	max	min	max	max	min
Weight	0,0971	0,064	0,2106	0,0449	0,1755	0,408
Preference Fn.	Linear	Level	U-shape	V-shape	U-shape	Level
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
Q:indifference	4	2	18	n/a	5	250
P:preference	12	4	n/a	5	n/a	500
S: gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics	bilgi düzeyi	deneyim	zaman	ulaşım	garanti	fiyat
Minimum	2	1	12	3	3	300
Maximum	6	3	24	8	10	435
Average	4,3	2,1	18	5,6	5,2	357
Standard Dev.	1,327	0,66	3,79	2,15	2,56	52,31
Evaluations	bilgi düzeyi	deneyim	zaman	ulaşım	garanti	Fiyat
1 nolu aday	4,5	2	18	3	3	310
2 nolu aday	5	2	12	7	5	340
7 nolu aday	4	1	18	8	10	400
14 nolu aday	6	2,5	24	7	3	300
15 nolu aday	2	3	18	3	5	435
calculations	bilgi düzeyi	deneyim	zaman	ulaşım	garanti	Fiyat
1 nolu aday	0,05	-0,05	0	-0,52	-0,44	0,188
2 nolu aday	0,175	-0,05	0,333333	0,28	-0,04	0,068
7 nolu aday	-0,075	-0,55	0	0,48	0,96	-0,172
14 nolu aday	0,425	0,2	-0,333333	0,28	-0,44	0,228
15 nolu aday	-0,575	0,45	0	-0,52	-0,04	-0,312

Sonuçlar bölümünde yer alan değerler elde edilirken; kriter türü maximum olan kriterler için, değerlendirmeler bölümünde yer alan değerden istatistik bölümünde yer alan ortalama değer çıkartılarak tercihler bölümündeki indeference/preference değerine bölünerek hesaplanmaktadır. Örneğin 7 No'lu aday için ulaşım kriterine ait değer hesaplaması $(8-5,6)/5=0,48$ yapılarak elde edilir. Kriter türü minimum olan kriterler içinse, istatistik bölümünde yer alan ortalama değerden değerlendirme bölümünde yer alan değer çıkartılarak tercih bölümündeki indeference/preference değerine bölünerek ilgili hesaplamalar yapılmaktadır. Bu hesaplamalar tüm alternatifler ve kriterler için Excel programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.6. Alternatiflerin Kriter Bazında Değerlendirilmesi

Şekil 4.6’da görüldüğü üzere her bir aday alt yüklenicinin diğer adaylara göre kriter bazında değerlendirilmesi görülmektedir. Buradan görüldüğü üzere 7 no’lu aday Garanti ve Ulaşım kriterleri açısından diğer firmalar arasında en iyi değere sahipken, Deneyim kriteri açısından ise diğer aday alt yüklenicilere göre daha kötü bir değere sahiptir.

4.4. Duyarlılık Analizleri

Adaylar için kriterler, ağırlıklar, kriter temelinde tespit edilen fonksiyonlar ve fonksiyon parametreleri kullanılarak sıralamalar elde edilmiştir. Desicion Lab 2000 programı karar vericilere karar vermeden önce bulunan sonuç üzerinde kriter ağırlıkları ile ilgili duyarlılık analizleri yapma şansını da vermektedir. Yapılan analizler aşağıda açıklanmaktadır.

4.4.1. Durağan aralık analizi

Bu analiz yöntemi kullanılarak kriter ağırlıklarının hangi aralıkta değiştiği takdirde sıralamanın değişebileceği görülmektedir.

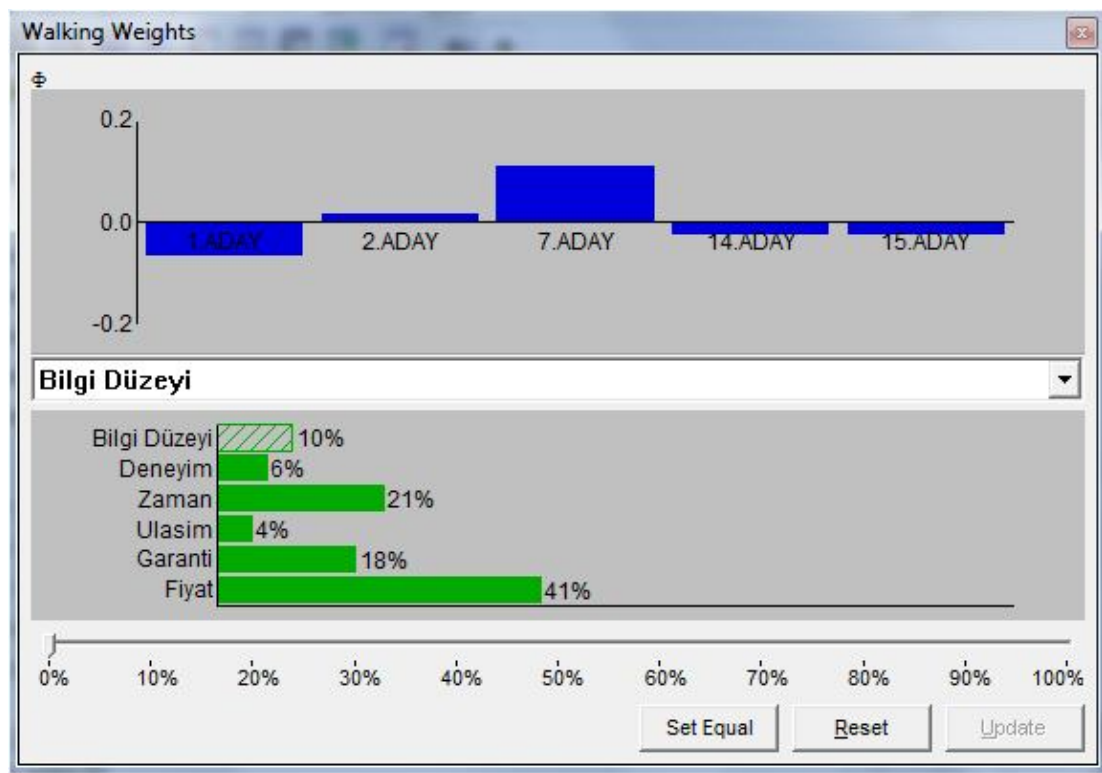
	Weight	Interval		% Weight	% Interval	
		Min	Max		Min	Max
Bilgi Düzeyi	0.0971	0.0000	Infinity	9.71%	0.00%	100.00%
Deneyim	0.0640	0.0000	Infinity	6.40%	0.00%	100.00%
Zaman	0.2106	0.0000	Infinity	21.06%	0.00%	100.00%
Ulaşım	0.0449	0.0439	Infinity	4.49%	4.39%	100.00%
Garanti	0.1755	0.0000	0.1796	17.55%	0.00%	17.88%
Fiyat	0.4080	0.0000	Infinity	40.80%	0.00%	100.00%

Şekil 4.7. Durağan Aralık Analiz Diyagramı

Şekil 4.7’de görüldüğü üzere ulaşım kriteri ağırlığına 0,0439’un altında veya garanti kriteri ağırlığına 0,1796’nın üzerinde bir değer atanırsa sıralama değişecektir. Diğer durumlarda mevcut sıralama aynı kalacaktır.

4.4.2. Yürüyen kriter ağırlık analizi

Uygulamada belirlenen kriterlere AHP yöntemi ile farklı ağırlıklar verilmiştir. Desicion Lab 2000 programının bir özelliği olarak, yürüyen kriter ağırlık analizi ile kriter ağırlıkları değiştirilerek etkisi anında sıralama üzerinde grafiksel olarak takip edilebilmektedir. Bu analiz, özellikle karar vericinin başlangıçta belirlediği kriter ağırlıkları yok ise faydalı karşılıklı etkileşen bir duyarlılık analizidir.



Şekil 4.8. Yürüyen Kriter Ağırlık Analiz Diyagramı

Kriter ağırlıklarında yapılan değişimlerde görülmüştür ki; Bilgi Düzeyi, Deneyim, Zaman, Fiyat kriterlerinin ayrı ayrı ağırlıklarının arttırılması durumunda 7 no'lu adayın seçilebilirliği azalmakta, diğer adayların seçilebilirliği artmaktadır. Ulaşım ve Garanti kriterlerinin ağırlıklarının ayrı ayrı arttırılması 7 no'lu adayın seçilebilirliğini arttırmaktadır. Bu durum 7 no'lu adayın Garanti ve Ulaşım kriterleri açısından diğer aday alt yüklenici firmalara göre daha üstün olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Savunma sanayi ürünleri ileri teknoloji gerektirmektedir ve yapıları itibari ile hayli karmaşıktırlar. Farklı alt yapı, teknik özellik, gereksinim, iş gücü vb. ihtiyaçları olan savunma sanayi ARGE projelerinde alt yüklenici kullanımı önemli bir yere sahiptir. Alt yüklenici kullanımı ile hem var olan riskler paylaşılmakta hem de elde edilen teknolojinin tabana yayılması sağlanmaktadır. Ancak projelerde birlikte çalışılacak alt yüklenici firmaların seçimi ise yeni bir sorunu beraberinde getirmektedir. Doğru proje de doğru bir ekip ile çalışmak önemli bir karar problemini ortaya çıkarmaktadır.

Profesyonel yaşantıda verilecek kararlarda belirli bir hareket tarzını seçmeden önce dikkatli bir analiz ve bilgi toplamak gerekir. Firmaların yöneticilerinin verecekleri kararlar firmaların varlığını sürdürmesini yakından ilgilendirir. Yöneticilerin verecekleri bu kararlarda, ayrıntılı analizler yapılarak karar öncesi bir ön tahmin yapılması gerekir. Bunu yaparken bilimsel ölçütleri dikkate almaları daha iyi karar vermelerini sağlar. Karar verme problemi en genel anlamda; alternatifler kümesinden en az bir amaç veya ölçüte göre en uygun seçeneğin seçimi şeklinde tanımlanabilir. Buna göre bir karar probleminin elemanlarını karar verici, seçenekler, kriterler, sonuçlar, çevre ve karar vericinin öncelikleri oluşturur.

Bu çalışmada, çok kriterli karar verme problemi olarak, Tr Teknoloji AŞ'nin ARGE departmanında geliştirilen Milli AUV projesinin alt sistemlerinden biri olan Robot Kolu Üretimi ve Robot Kolu Yazılımını gerçekleştirecek alt yüklenici firma seçimi problemine çözüm getirilmiştir. Birçok firma arasından beklentilerin tümünü karşılayan bir firmanın tercih edilebilmesi, çok kriter ve çok alternatif arasından en iyisini seçmeyi gerektirir.

Alt yüklenici firmalardan en uygun olanın seçimi, çok kriterli ve çok alternatifli bir karar problemini doğurmaktadır. Bu doğrultuda ilk olarak savunma sanayinde alt yüklenici kavramı ve karar verme kavramları anlatılmıştır. Problem ayrıntılarıyla

incelenmiş ve gereksinimleri ortaya konularak, çözüm alternatifler arasında bir sıralama ve üstünlük yöntemi olan, birlikte çalışılan alt yüklenici firmanın kriterler bazında değerlendirilmesine imkan sağlayan Promethee II Yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Kriterler eşit önem derecesine sahip olmadığından, kriter ağırlıkları, insan yargılarını yansıtacak şekilde AHP yöntemi ile belirlenmiştir.

Bu amaçlar doğrultusunda tez çalışmasında, kriter ağırlıklarını belirlemek üzere AHP yönteminin adımları Excel programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Kriter ağırlıkları ile kriter bazında alternatif firmalara ait tercih fonksiyonlarına ilişkin veriler Decision Lab 2000 programına girilerek, PROMETHEE II yönteminin uygulanması ile adaylar arasındaki tam sıralama elde edilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda görülmüştür ki, TR Teknoloji ARGE departmanında gerçekleştirilen Milli AUV projesinin alt sistemi olan Robot Kolu Üretimi ve Robot Kolu Yazılımı için seçilen alt yüklenici firma sıralamasında, Promethee I ile elde edilen kısmi sıralamada 14 ve 15 no'lu adaylar birbirleri ile kıyaslanamazken; Promethee II ile elde edilen tam sıralamada 14 no'lu adayın 15 no'lu adaydan üstün olduğu görülmüştür. Promethee II ile elde edilen tam sıralama 7, 2, 14, 15 ve 1 no'lu aday şeklinde olmuştur.

Desicion Lab 2000 programının sağlamış olduğu analizlerle, seçilen 7 no'lu alternatifin ve diğer aday alt yüklenicilerin kriterler bazında değerlendirilmesi yapılarak, prototipi gerçekleştirilen Milli AUV projesinin, seri üretimi aşamasında da aynı alt yüklenici firma ile çalışılabilmesi için gerekli iyileştirmelerin yapılması sağlanmıştır. Kriter bazında değerlendirildiğinde 7 no'lu alternatifin ulaşım ve garanti kriterleri açısından diğer aday alt yüklenicilere göre en iyi değere sahip olduğu ancak deneyim kriteri açısından ise en kötü değere sahip firma olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra kriter ağırlıklarının sıralamayı değiştirip değiştirmediğini görebilmek amacıyla, durağan aralık analizi yapılmıştır. Analize göre ulaşım kriteri ağırlığına 0,0439'un altında veya garanti kriteri ağırlığına 0,1796'nın üzerinde bir değer atanırsa sıralama değişecektir. Diğer durumlarda mevcut sıralama aynı kalacaktır. Yapılan bir diğer analiz ise Yürüyen Kriter Ağırlık Analizidir. Bu analiz ile kriter ağırlıklarında her hangi bir değişim yapıldığında

sıralamanın nasıl deęiŖeceęi görülmektedir. Kriter ağırlıklarında yapılan deęiŖimlerde g r lm Ŗt r ki; Bilgi Düzeyi, Deneyim, Zaman, Fiyat kriterlerinin ayrı ayrı ağırlıklarının arttırılması durumunda 7 no’lu adayın seçilebilirliği azalmakta, diğer adayların seçilebilirliği artmaktadır. UlaŖım ve Garanti kriterlerinin ağırlıklarının ayrı ayrı arttırılması 7 no’lu adayın seçilebilirliğini arttırmaktadır. Bu durum 7 no’lu adayın Garanti ve UlaŖım kriterleri açısından diğer aday alt yüklenici firmalara göre daha üstün olduğunu göstermektedir.

Bu alıŖma TR Teknoloji AŖ’nin ARGE departmanında geliŖtirilen Milli AUV projesinin alt sistemlerinden biri olan Robot Kolu  retimi ve Robot Kolu Yazılımını gerekleŖtirecek alt yüklenici firma seçimi problemine çözüm getirmiŖ, firmanın h lihazırda dikkate alınan kriterler bazında geliŖtirebileceęi yönlerini de ortaya koymuŖtur.

KAYNAKLAR

- Arditi, D., Chotibhons, R., “Issues in Subcontracting Practise”, *Journal Of Construction Engineering And Management*, 131(8):866-876 (2005).
- Assmann, D., Punter, T., “Towards Partnership in Software Subcontracting”, *Computers in Industry*, Germany, 137-150 (2004).
- Aytürk, S., “Askeri Savunma Sistemlerinde Analitik Hiyerarşi Ve Analitik Şebeke Prosesi İle Hafif Makineli Tüfek Seçimi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 4-13 (2006).
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R.B., Albadvi, A., Aghdasi, M., “Promethee: A Comprehensive Literature Review On Methodologies And Applications”, *European Journal of Operations Research*, 200(4):198-215 (2010).
- Belair, D., Eagan, M., “Engineering Off-The-Shelf Solutions: A Life Cycle View”, *Naval Engineering Journal*, 108(3):181-190 (1996).
- Brans, J.P., Vincke, P., “A Preference Ranking Organizastion Method: The PROMETHEE Method For MCDM”, *Management Science*, 31(3):647-656 (1985).
- Bloss, R., “Automated Assembly Of Electrical Panel Covers”, *Assembly Automation*, 26(3):192-194 (2006).
- Bozkurt, H., “Türk Savunma Sanayinde Ana Yüklenicilerin Rolü”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 12-40 (2007).
- Chen, S.J., Hwang, C.L., “Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications 2nd Edition”, *Springer-Verlag*, Berlin, 23-56 (1995).
- Clemen, R.T., “Making Hard Desicions 3rd Editions”, *Duxbury Press*, California, 34-36 (1991).
- Çandar, Z., “Fiyatlandırma Stratejilerinin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Değerlendirilmesi: Türk Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, *Osman Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Eskişehir, 120-132 (2006).
- Dağdeviren, M., Eren, T., “Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16(2):41-52 (2001).
- Dağdeviren, M., Eraslan, E., “PROMETHEE Sıralama Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(2):48-52 (2007).

Dağdeviren, M., “Decision Making In Equipment Selection: An Integrated Approach With AHP and PROMETHEE”, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 4(2):397- 406 (2008).

Elliyi, D. T., Yurtkulu, E. Z., Şahin, D. Y., “Supply Chain Management in Apparel Industry: A Transshipment Problem With Time Constraints”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 21(2):176-181 (2011).

Erciyas, E., “İl Jandarma Komutanlıklarında Jandarma Astsubayların Atanması İçin Karar Destek Sistemi”, Yüksek lisans Tezi, *Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 11-20 (2004).

Eriksson, E., Nilsson, T., “Partnering the Construction of a Swedish Pharmaceutical Plant: Case Study”, *Journal of Management In Engineering*, 24(4):227-233 (2008).

Fuller, R., Carlsson, C., “Fuzzy Multiple Criteria Decision Making: Recent Developments”, *Fuzzy Sets And Systems*, 65(3):139-153 (1996).

Geldermann J., Spengler, T., Rentz, O., “Fuzzy Outranking For Environmental Assessment. Case Study: Iron And Steel Making Industry”, *Fuzzy Set Systems*, 115(4):45– 65 (2000).

Goumas, M., Lygerou, V., “An Extension Of The PROMETHEE Method For Decision Making In Fuzzy Environment: Ranking Of Alternative Energy Exploitation Projects”, *European Journal of Operational Research*, 123(3):606-613 (2000).

Hallowell, M. R., Gambatese, J. A., “Construction Safety Risk Mitigation”, *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(12):1316-1323 (2009).

Hartmann, A., Ling, F.Y.Y., Tan, J.S.H., “Relative Importance of Subcontractor Selection Criteria: Evidence from Singapore”, *Journal of Construction Engineering and Mangement*, 135(9):826-832 (2009).

Hwang, C.L., Yoon, K., “Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications 3rd Edition”, *Springer-Verlag*, Berlin, 34-89 (1980).

Huang, X.Y., Hinze, J., “Owner’s Role In Construction Safety”, *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(2):164-173 (2006).

Kane, A., “Practical Application of The ISO-9001 Requirements For The Purchasing of Oils And Fats”, *FETT Wissenschaft Technologie-Fat Science Technology*, 97(1):29-32 (1995).

Karabay, G., Kurumer, G., “A Study on Decreasing Time Of Fabric Supply In An Apparel Subcontractor”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 21(3):294-300 (2011).

Ko, C.H., Cheng, M.Y., Wu, T.K., “Evaluating Sub-Contractor Performance Using EFNIM”, ***Automation in Construction***, 16(4):525-530 (2007).

Korkmaz, İ., “Analitik Hiyerarşi Prosesi ve İki Taraflı Eşleşme Algoritmasının Silahlı Kuvvatlar Personel Atamasında Kullanımı: Bir Karar Destek Sistemi Uygulaması”, Yüksek lisans Tezi, ***Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi***, Ankara, 20-30 (2007).

Kumaraswamy, M.M. Ve Matthews, J.D., “Improved Subcontractor Selection Employing Partnering Principles”, ***Journal Of Management in Engineering***, 16(3):47-57 (2000).

Lee, H.S., Seo, J., Park, M., Ryu, H.G., Kwon, S.S., “Transaction-Cost Based Selection of Appropriate General Contractor-Subcontractor Relationship Type”, ***Journal of Construction Engineering and Management***, 78(3):1232-1240 (2009).

Lin, Y.H., Lee, P.C., Ting, H.I., “Dynamic Multi-Attribute Decision Making Model Grey Number Evaluations”, ***Expert Systems With Applications***, 35(4):1638-1644 (2008).

Lin, Y.H., Lee, P.C., Chang, T.P., Ting, H.I., “Multi-Attribute Group Decision Making Under The Condition of Uncertain Information”, ***Automation in Construction***, 17(6):792-797 (2008).

Lin, Y. T., Chang, S. C., Yu, H. C., “The Implementation of SCM Concepts and Information Technology to the Photomask Supply Management of IC Companies”, ***International Journal of Advanced Manufacturing***, 49(1-4):227-238 (2010).

Maturana, S., Alarcon, L.F., Gazmuri, P., Vrsalovic, M., “On-Site Subcontractor Evaluating Method Based On Lean Principles and Partnering Practices”, ***Journal of Management In Engineering***, 23(2):67-74 (2007).

Milosavljevic, N., Ojanen, M., “New Aspects of Fabric Selection for The Improving Drying and Runnability of Paper Machine”, ***Wochenblatt Fur Papierfabrikation***, 132(5):214-+ (2004).

Minis, I., Herrmann, J.W., Lam, G., Lin, E., “A Generative Approach for Concurrent Manufacturability Evaluation and Subcontractor Selection”, ***Journal of Manufacturing Systems***, 18(6):383-395 (1999).

Park, S.H., “Whole Life Performance Assessment: Critical Success Factors”, ***Journal of Construction Engineering and Management***, 135(11):1146-1161 (2009).

Park, S.C., Hong, T., Koo, K. J., Hyun, C. T., “Selection Model of Representative Items For The Subcontractors’ Cost Index In Multi-Family Housing Projects”, ***International Journal of Advanced Manufacturing***, 16(2):278-286 (2010).

Perng, Y.H., Chen, S.J., Lu, H.J., “Potential Benefits for Collaborating Formwork Subcontractors Based on Co-Operative Game Theory”, ***Building and Environment***, 40(2):239-244 (2005).

Radziszewska-Zielina, E., “Methods for Selecting The Best Partner Construction Enterprise in Terms of Partnering Relations”, ***Journal of Civil Engineering***, 16(4):510-520 (2010).

Rahman, M.M., Kumaraswamy, M.M., “Relational Selection for Collaborative Working Arrangements”, ***Journal of Construction Engineering and Management***, 131(10):1087-1098 (2005).

Saaty, T. L., “The Analytic Hierarchy Process 4th Edition”, ***McGraw-Hill Book Co.***, New York, 9-126 (1980).

Saaty, T., “Physice As A Decision Theory”, ***European Journal Of Operational Research***, 48(4):98-104 (1980).

Saaty, T., “Decision Making For Leaders”, ***RWS Publications***, Pittsburgh, 68-72 (2000).

Salo, A., Punkka, A., “Rank Inclusion in Criteria Hierarchies”, ***European Journal of Operational Research***, 163(2):338-356 (2005).

Sayın, S., “Çok Ölçütlü Karar Verme: Yöntemlere Bir Bakış”, ***Endüstri Mühendisliği Dergisi***, 7(5):10-17 (1996).

Shapiro, AA., Bonner, JK., Ogunseitan, OA., “***IEEE Transections On Components and Packaging Technologies***, 29(1):60-70 (2006).

Tabucanon, M. T., “Multiple Criteria Decision Making In Industry 2nd Edition”, ***Elsevier***, New York, 12-107 (1988).

Tatsiopoulos, I.P., Ponis, S.T., Hadziliias, E.A., Panayiotou, N.A., “Realization of The Virtual Enterprise Paradigm in The Clothing Industry Through E-Business Technology”, ***Production and Operations Management***, 11(4):516-530 (2002).

Ulubeyli S., “Uluslar Arası İnşaat Projelerinde Alt Yüklenici Seçimi İçin Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Modeli”, Doktora Tezi, ***İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, İstanbul, 12-32 (2008).

Ulubeyli, S., Manisalı, E., Kazaz, A., “Subcontractor Selection Practices In International Construction Projects”, ***Journal Of Civil Engineering and Management***, 16(1):47-56 (2010).

Ülengin, F., Topçu, Y.İ., Şahin, Ş.Ö., “An Integrated Decision Aid System For Bosphorus Water-Crossing Problem”, ***European Journal of Operational Research***, 134(2):179-192 2001.

Ünsal, H. I., Taylor, J. E., “Modeling Interfirm Dependency: Game Theoretic Simulation to Examine the Hodup Problem in Project Networks”, ***Journal of Construction Engineering and Management***, 137(4).284-293 (2011).

Wang, D.W., Yung, K.L., Ip, W.H., “A Heuristic Genetic Algorithm For Subcontractor Selection In A Global Manufacturing Environment”, ***IEEE Transactions On Systems Man and Cybernetics Part C-Applications and Reviews***, 31(2):189-198 (2001).

Wang, J.J., Jing, Y.Y., Zhang, C.F., Zhao, J.H., “Review On Multi-Criteria Decision Analysis Aid In Sustainable Energy Decision-Making”, ***Renewable And Sustainable Energy Reviews***, 13(3):2263-2278 (2009).

Yang, J.B, Wu, C.T., Tsai, C.H., “Selection of An ERP System for A Construction Firm In Taiwan: A Case Study”, ***Automation in Construction***, 16(6):787-796 (2007).

Yates, J.K., Duran, J., “Utilizing Dispute Review Boards In Relational Contracting: A Case Study”, ***Journal of Professional Issues In Engineering Education and Practice***, 132(4).334-341 (2006).

EKLER

EK-1. Firma bilgi formu örneği

1-FİRMA BİLGİLERİ	
Firma Adı :	Fax No :
Faaliyet Alanı :	E-Mail :
Kuruluş Yılı :	Web Adresi :
Çalışan Sayısı :	Telefon No :
Adresi :	
2-PERSONEL BİLGİLERİNİZ	
Robot Kolu Üretimi Ve Robot Kolu Yazılımı Projesinde Çalıştıracağınız 12 Personelin Öğrenim Durumlarını Belirtiniz. (Ad, Soyad, Öğrenim Düzeyi, Son mezun Olduğu Okul, Uzmanlık Alanı) 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.	
3-GERÇEKLEŞTİRMİŞ OLDUĞUNUZ PROJELER	
1. PROJE ADI: TESLİM EDİLEN KURUM: SÖZLEŞME SÜRESİ: TESLİM SÜRESİ: 2. PROJE ADI: TESLİM EDİLEN KURUM: SÖZLEŞME SÜRESİ: TESLİM SÜRESİ: 3. PROJE ADI: TESLİM EDİLEN KURUM: SÖZLEŞME SÜRESİ: TESLİM SÜRESİ:	

EK-1. (Devam) firma bilgi formu örneği

4-YÜRÜTMekte OLDUĞUNUZ PROJELER
1. PROJE ADI: TESLİM EDİLECEK KURUM: SÖZLEŞME SÜRESİ: SÖZLEŞME BÜTÇESİ: 2. PROJE ADI: TESLİM EDİLECEK KURUM: SÖZLEŞME SÜRESİ: SÖZLEŞME BÜTÇESİ: 3. PROJE ADI: TESLİM EDİLECEK KURUM: SÖZLEŞME SÜRESİ: SÖZLEŞME BÜTÇESİ:
5-TESLİM SÜRENİZ
ROBOT KOLU ÜRETİMİ VE ROBOT KOLU YAZILIMI TESLİM SÜRENİZ. ☐ 12 AY ☐ 18 AY ☐ 24 AY ☐ DİĞER.....
6- GARANTİ SÜRENİZ
GARANTİ SÜRENİZİ BELİRTİNİZ. ☐ 3 YIL ☐ 5 YIL ☐ 10 YIL
7- FİYAT TEKLİFİNİZ
“ROBOR KOLU ÜRETİMİ VE ROBOT KOLU YAZILIMI” ALT SİSTEMİNİ, ANA SİSTEME UYUMLU ŞEKİLDE ENTEGRE EDİLMESİ VE İLGİLİ DOKÜMANLAR DAHİL OLMAK ÜZERE TESLİM ETMENİZ KOŞULU İLE TALEP EDECEĞİNİZ FİYATI BELİRTİNİZ.

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : CAN, Şefika
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri : Kızılcahamam
Doğum Tarihi : 01.06.1986
Telefon : -
Faks : -
E-Mail : sefika.can@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Derece/Tarih
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü	3.00/2011
Lisans	Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü	3.02/2009
Lise	Sokullu Mehmet Paşa Süper Lisesi	4.61/2004

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2010-	TR Teknoloji	Proje Yönetimi Yrd.

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Müzik, Kitap, Bowling, Tracking, Sinema

