

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ★FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEKANİK TASARIMCI SEÇİMİ İÇİN ÇOK AMAÇLI KARAR VERME
YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özgen VAR

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yapı İşletmesi Programı**

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gül POLAT TATAR

MAYIS 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ★FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEKANİK TASARIMCI SEÇİMİ İÇİN ÇOK AMAÇLI KARAR VERME
YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Özgen VAR
(501131114)**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yapı İşletmesi Programı**

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gül POLAT TATAR

Teslim Tarihi: 4 Mayıs 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501131114 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Özgen VAR**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**MEKANİK TASARIMCI SEÇİMİ İÇİN ÇOK AMAÇLI KARAR VERME YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : Doç Dr. Gül POLAT TATAR
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : Doç Dr. Deniz ARTAN İLTER
İstanbul Teknik Üniversitesi
Yrd. Doç Dr. Ashı Pelin GÜRGÜN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 4 Mayıs 2015

Savunma Tarihi : 28 Mayıs 2015

Aileme,

ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince ilgi ve yardımlarını esirgemeyen, değerli görüş ve önerileri ile çalışmama büyük katkı sağlayan tez danışmanım ve çok değerli hocam Sayın Doç. Dr. Gül POLAT TATAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez kapsamında yürütülen çalışma için kullandığım verileri sağlayan çalıştığım firmaya teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteği ile hep yanımda olan sevgili aileme tüm kalbimle teşekkür ederim.

Mayıs 2015

Özgen VAR

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Metodoloji	2
2. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE ROLLER VE ORGANİZASYON	3
2.1 Rollerin Tanımı	3
2.1.1 İşveren.....	3
2.1.2 Tasarım ekibi.....	3
2.1.3 Yüklenici	5
2.1.4 Alt yüklenici.....	6
2.1.5 Proje yöneticisi.....	6
2.1.7 Tedarik firmaları	7
3. PROJE TESLİM SİSTEMLERİ	9
3.1 Zamana Göre	9
3.1.1 Dereceleme.....	9
3.1.2 Zamanlama	9
3.1.3 Hızlandırılmış proje	10
3.2 Bütçeye Göre.....	11
3.2.1 Götürü bedel.....	11
3.2.2 Birim fiyat	12
3.2.3 Maliyet artı kar	12
3.2.4 Maliyet artı kar - maksimum bedel garantili.....	12
3.3 Proje Teslim Metotları.....	12
3.3.1 Tasarım-ihale-yapım	12
3.3.2 Tasarım-pazarlık-yapım	14
3.3.3 Proje yöneticisi.....	16
3.3.4 Tasarım-yapım	17
3.3.5 İşveren-yapım.....	19
4. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE TASARIMCI SEÇİMİ.....	21
4.1 Mekanik Tasarımcısı Seçimi	21
4.2.1. Seçim aşaması ve karar süreci.....	23
5. ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ.....	25
5.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi	25
5.1.1 AHP çözümü	27
5.2 Kanıtsal Mantık	34
6. UYGULAMA.....	37
6.1 Proje Hakkında Bilgi	37

6.2	Firmalar Hakkında Bilgi	37
6.3	Mekanik Tasarımcısı Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi	37
6.3.2	Deneyim	38
6.3.3	Referans.....	38
6.3.4	Bitirilen en büyük proje.....	38
6.3.5	Hizmet kalitesi.....	38
6.3.6	Çalışılan alan çeşitliliği	39
6.3.7	Tasarım kalitesi	40
6.4	Ahp ile Çözüm.....	41
6.5	Kanıtsal Mantık ile Çözüm.....	63
7.	SONUÇ	75
	KAYNAKLAR	77
	ÖZGEÇMİŞ	83

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 5.1	: AHP Önem Skalası.....	29
Çizelge 5.2	: RI Değerleri.....	33
Çizelge 5.3	: Kanıtsal Mantık Önem Skalası.....	36
Çizelge 6.1	: Karar verici 1'in ana kriterlerin karşılaştırma tablosu.....	41
Çizelge 6.2	: Karar verici 2'nin ana kriterlerin karşılaştırma tablosu.....	42
Çizelge 6.3	: Karar verici 3'ün ana kriterlerin karşılaştırma tablosu.....	42
Çizelge 6.4	: Karar verici 4'ün ana kriterlerin karşılaştırma tablosu.....	43
Çizelge 6.5	: Karar verici 1'in hizmet kalitesi ana kriteri alt kriterleri puan tablosu:	43
Çizelge 6.6	: Karar verici 2'nin hizmet kalitesi ana kriteri alt kriterleri puan tablosu:	43
Çizelge 6.7	: Karar verici 3'ün hizmet kalitesi ana kriteri alt kriterleri puan tablosu:	44
Çizelge 6.8	: Karar verici 4'ün hizmet kalitesi ana kriteri alt kriterleri puan tablosu:	44
Çizelge 6.9	: Karar verici 1'in tasarım kalitesi ana kriteri alt kriterleri puan tablosu:	44
Çizelge 6.10	: Karar verici 2'nin tasarım kalitesi ana kriteri alt kriterleri puan tablosu:	45
Çizelge 6.11	: Karar verici 3'ün tasarım kalitesi ana kriteri alt kriterleri puan tablosu:	45
Çizelge 6.12	: Karar verici 4'ün tasarım kalitesi ana kriteri alt kriterleri puan tablosu:	45
Çizelge 6.13	: Fiyat kriteri karar verici 1'in puanları:	46
Çizelge 6.14	: Fiyat kriteri karar verici 2'nin puanları:	46
Çizelge 6.15	: Fiyat kriteri karar verici 3'ün puanları:	46
Çizelge 6.16	: Fiyat kriteri karar verici 4'ün puanları:	46
Çizelge 6.17	: Deneyim kriteri karar verici 1'in puanları:.....	46
Çizelge 6.18	: Deneyim kriteri karar verici 2'nin puanları:.....	47
Çizelge 6.19	: Deneyim kriteri karar verici 3'ün puanları:.....	47
Çizelge 6.20	: Deneyim kriteri karar verici 4'ün puanları:.....	47
Çizelge 6.21	: Referans kriteri karar verici 1'in puanları:	47
Çizelge 6.22	: Referans kriteri karar verici 2'nin puanları:	47
Çizelge 6.23	: Referans kriteri karar verici 3'ün puanları:	48
Çizelge 6.24	: Referans kriteri karar verici 4'ün puanları:	48
Çizelge 6.25	: Bitirilen en büyük proje kriteri karar verici 1'in puanları:	48
Çizelge 6.26	: Bitirilen en büyük proje kriteri karar verici 2'nin puanları:	48
Çizelge 6.27	: Bitirilen en büyük proje kriteri karar verici 3'ün puanları:	48
Çizelge 6.28	: Bitirilen en büyük proje kriteri karar verici 4'ün puanları:	49
Çizelge 6.29	: Dönüş hızı kriteri için karar verici 1'in puanları:.....	49
Çizelge 6.30	: Dönüş hızı kriteri için karar verici 2'nin puanları:	49
Çizelge 6.31	: Dönüş hızı kriteri için karar verici 3'ün puanları:	49
Çizelge 6.32	: Dönüş hızı kriteri için karar verici 4'ün puanları:	49

Çizelge 6.33 : Toplantılara katılma oranı kriteri için karar verici 1'in puanları:.....	50
Çizelge 6.34 : Toplantılara katılma oranı kriteri için karar verici 2'nin puanları:.....	50
Çizelge 6.35 : Toplantılara katılma oranı kriteri için karar verici 3'ün puanları:.....	50
Çizelge 6.36 : Toplantılara katılma oranı kriteri için karar verici 4'ün puanları:.....	50
Çizelge 6.37 : Kalifiye eleman bulundurma kriteri için karar verici 1'in puanları: ..	51
Çizelge 6.38 : Kalifiye eleman bulundurma kriteri için karar verici 2'nin puanları: ..	51
Çizelge 6.39 : Kalifiye eleman bulundurma kriteri için karar verici 3'ün puanları: ..	51
Çizelge 6.40 : Kalifiye eleman bulundurma kriteri için karar verici 4'ün puanları: ..	51
Çizelge 6.41 : Çalışılan alan çeşitliliği kriteri için karar verici 1'in puanları:.....	52
Çizelge 6.42 : Çalışılan alan çeşitliliği kriteri için karar verici 1'in puanları:.....	52
Çizelge 6.43 : Çalışılan alan çeşitliliği kriteri için karar verici 1'in puanları:.....	52
Çizelge 6.44 : Çalışılan alan çeşitliliği kriteri için karar verici 1'in puanları:.....	52
Çizelge 6.45 : Detayların açık şekilde belirtilmesi kriteri için karar verici 1'in puanları:	53
Çizelge 6.46 : Detayların açık şekilde belirtilmesi kriteri için karar verici 2'nin puanları:	53
Çizelge 6.47 : Detayların açık şekilde belirtilmesi kriteri için karar verici 3'ün puanları:	53
Çizelge 6.48 : Detayların açık şekilde belirtilmesi kriteri için karar verici 4'ün puanları:	53
Çizelge 6.49 : Diğer tasarım projeleri ile çakışma olmaması kriteri için karar verici 1'in puanları:	54
Çizelge 6.50 : Diğer tasarım projeleri ile çakışma olmaması kriteri için karar verici 2'nin puanları:	54
Çizelge 6.51 : Diğer tasarım projeleri ile çakışma olmaması kriteri için karar verici 3'ün puanları:	54
Çizelge 6.52 : Diğer tasarım projeleri ile çakışma olmaması kriteri için karar verici 4'ün puanları:	54
Çizelge 6.53 : Ana kriterlerin geometrik ortalamaları:	60
Çizelge 6.54 : Hizmet kalitesi ana kriterinin alt kriterlerinin geometrik ortalamaları:	61
Çizelge 6.55 : Tasarım kalitesi ana kriterinin alt kriterlerinin geometrik ortalamaları:	61
Çizelge 6.56 : Fiyat ana kriterinin geometrik ortalamaları:	61
Çizelge 6.57 : Deneyim ana kriterinin geometrik ortalamaları:	61
Çizelge 6.58 : Referans ana kriterinin geometrik ortalamaları:	62
Çizelge 6.59 : Bitirilen en büyük proje ana kriterinin geometrik ortalamaları:.....	62
Çizelge 6.60 : Dönüş hızı alt kriterinin geometrik ortalamaları:	62
Çizelge 6.61 : Toplantılara katılma oranı alt kriterinin geometrik ortalamaları:	62
Çizelge 6.62 : Kalifiye eleman bulundurma alt kriterinin geometrik ortalamaları:...	62
Çizelge 6.63 : Çalışılan alan çeşitliliği ana kriterinin geometrik ortalamaları:	63
Çizelge 6.64 : Detayların açık şekilde belirtilmesi alt kriterinin geometrik ortalamaları:.....	63
Çizelge 6.65 : Diğer projeler ile çakışma olmaması alt kriterinin geometrik ortalamaları:.....	63
Çizelge 6.66 : Karar verici 1'in tüm kriterler için puan tablosu:	64
Çizelge 6.67 : Karar verici 2'nin tüm kriterler için puan tablosu:	65
Çizelge 6.68 : Karar verici 3'ün tüm kriterler için puan tablosu:	65
Çizelge 6.69 : Karar verici 4'ün tüm kriterler için puan tablosu:	66
Çizelge 6.70 : Tüm puan tablolarının geometrik ortalamaları:	66

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1	: Hızlandırılmış proje planlama tekniği örneği.....	11
Şekil 3.2	: Tasarım-İhale-Yapım proje rol şeması.....	14
Şekil 3.3	: Tasarım-Pazarlık-Yapım proje rol şeması.....	16
Şekil 3.4	: Proje yönetimi danışmanlığı proje rol şeması.....	17
Şekil 3.5	: İşveren olarak proje yönetimi proje rol şeması.....	17
Şekil 3.6	: Tasarım-Yapım proje rol şeması.....	19
Şekil 3.7	: İşveren-Yapım proje rol şeması.....	20
Şekil 5.1	: Analitik hiyerarşi yöntemi işlem basamakları.....	27
Şekil 5.2	: AHP örnek hiyerarşi yapısı.....	28
Şekil 6.1	: Super Decision yazılımında hiyerarşik yapının oluşturulması.....	55
Şekil 6.2	: Ana kriterlerin program çıktısı.....	55
Şekil 6.3	: Fiyat ana kriterinin program çıktısı.....	56
Şekil 6.4	: Deneyim ana kriterinin program çıktısı.....	56
Şekil 6.5	: Referans ana kriterinin program çıktısı.....	56
Şekil 6.6	: Bitirilen en büyük proje ana kriterinin program çıktısı.....	57
Şekil 6.7	: Hizmet kalitesi ana kriterinin dönüş hızı alt kriteri program çıktısı.....	57
Şekil 6.8	: Hizmet kalitesi ana kriterinin toplantılara katılma oranı alt kriteri program çıktısı.....	57
Şekil 6.9	: Hizmet kalitesi ana kriterinin kalifiye eleman bulundurma alt kriteri program çıktısı.....	58
Şekil 6.10	: Çalışılan alan çeşitliliği ana kriterlerin program çıktısı.....	58
Şekil 6.11	: Tasarım kalitesi ana kriterinin detayların açık şekilde alt kriteri program çıktısı.....	58
Şekil 6.12	: Tasarım kalitesi ana kriterinin diğer projeler ile çakışma olmaması alt kriteri program çıktısı.....	59
Şekil 6.13	: Hizmet kalitesi ana kriterlerin program çıktısı.....	59
Şekil 6.14	: Tasarım kalitesi ana kriterlerin alt kriterlerinin ağırlıkları program çiktısı.....	59
Şekil 6.15	: Firmaların kriterler sonucu program çıktısı.....	60
Şekil 6.16	: IDS programı hiyerarşik yapının oluşturulması.....	67
Şekil 6.17	: IDS programı ana kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması.....	68
Şekil 6.18	: Fiyat kriterine göre program çıktısı.....	68
Şekil 6.19	: Deneyim kriterine göre program çıktısı.....	69
Şekil 6.20	: Referans kriterine göre program çıktısı.....	69
Şekil 6.21	: Bitirilen en büyük proje kriterine göre program çıktısı.....	70
Şekil 6.22	: Dönüş hızı kriterine göre program çıktısı.....	70
Şekil 6.23	: Toplantılara katılma oranı kriterine göre program çıktısı.....	71
Şekil 6.25	: Çalışılan alan çeşitliliği kriterine göre program çıktısı.....	72
Şekil 6.26	: Detayların açıkça belirtilmiş olması kriterine göre program çıktısı.....	72
Şekil 6.27	: Diğer projeler ile çakışma olmaması kriterine göre program çıktısı.....	73
Şekil 6.28	: IDS programı ile tasarımcı seçimi sonuçları.....	74

MEKANİK TASARIMCI SEÇİMİ İÇİN ÇOK AMAÇLI KARAR VERME YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI

ÖZET

Proje başarısını belirleyen en önemli unsurlardan biri, proje katılımcılarından biridir. Projede görev alan takımların özellikleri ve deneyimleri, projenin kaderini belirleyen faktörlerden biri olması nedeniyle, projenin ihale evresi ve firma seçimi çok önemlidir. Üzerinde iyi çalışılmış ve başarıyla sonuçlandırılmış ihale süreci, projeyi başarıya taşıyabilmek için atılmış en büyük adım olur. Bu nedenle firma seçimi, üzerinde titizlikle durulması ve dikkate alınması gereken bir konudur. Bu konuda iyi bir araştırma yapılmalı, proje için en doğru yol seçilmelidir.

Projede birçok katılımcı rol oynar. Bunlardan en büyük role sahip olanlar ise tasarımcılardır. Projenin tasarımından detaylandırılmasına, şartname ve keşif dosyalarının hazırlanmasından sahada yapılan kontrollüğe kadar birçok alanda faaliyet gösterirler. Projenin belli bir profesyonellik çerçevesinde tamamlanabilmesi, büyük ölçüde projeye dahil olan tasarım ekibine bağlıdır. Tüm bu sebeplerden dolayı, tasarımcı seçimi konusu proje hazırlık aşaması için en önemli konulardan biridir. Bu aşamada doğru kararlar alabilmek için çeşitli yöntemlere başvurulmalıdır. Aksi takdirde karar vermek güç olabilir veya yanlış kararlar alınabilir.

Bu çalışmada öncelikle mekanik tasarımcısı seçimi konusunda çeşitli kriterler belirlenmiştir. Seçim aşamasında firmaların sahip oldukları deneyim ve referansları, verdikleri teklif miktarı, bünyesinde çalıştırdıkları elemanların kalifiye durumları, önceki projelerinde yapmış oldukları tasarımların kalitesi ve hata oranları gibi seçim aşamasında dikkat edilmesi gereken ve önemli olduğu düşünülen belli başlı konular araştırılmıştır. Bu kriterler için dört karar vericiden firmalar için puanlamalar yapmaları istenmiş ve iki yöntem doğrultusunda bu veriler kullanılmıştır.

Çalışmada öncelikle karar verme modeli olarak analitik hiyerarşi prosesi tekniği kullanılmıştır. Analitik hiyerarşi prosesi, birçok ana ve alt kriteri bulunan problemin çözümü için kullanılan bir tekniktir. Kriterlere verilen ağırlıklar doğrultusunda, alternatiflere verilen puanlamaları kullanarak bir çözüm sunar. Araştırmanın ahp kolu için Super Decision programı tercih edilmiştir. Daha sonra kanıtsal mantık yöntemini kullanarak karar vermede yardımcı olan Intelligent Decision System (IDS) isimli yazılım kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda bu iki yazılımın karşılaştırılması yapılmış ve yorumlanmıştır. Yazılımlardan elde edilen sonuçla, verilerin alındığı proje yönetim firmasının seçimi ile kıyaslaması yapılmıştır.

USE OF MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING METHOD FOR SELECTION OF MECHANICAL DESIGNER

SUMMARY

One of the most important factors that determine the success of the project, the project participants. Qualifications and experience of the team involved in the project, due to be one of the factors that determine the fate of the project, the procurement phase of the project and the choosing a company is very important. Well-studied and successfully completed the tender process has been thrown to move the project would be the biggest step to success. Therefore, the choice of the company, on an issue that should be addressed carefully and taken into account. In this regard a good research should be done, it should be chosen the right path for the project.

Construction industry is one of the sectors where competition is very high and therefore firms required to be based on the rate of profit reliable strategy. Because of this reason designer selection process is one of the most important process which take the construction companies to the success.

In the project, there are lots of participants and designers have the biggest role. They are active in many areas such as the detailed design of the project, up to the preparation of specifications and supervision in the field cost estimate files. To complete a certain professionalism framework of the project depends to a large extent included in the project design team. For all these reasons, designer selection is one of the most important issues for the project preparation stage. In order to take the right decision at this stage should be resorted to various methods. Otherwise, it may be difficult to decide or wrong decisions.

The aim of this study is to develop a decision support model for the selection of designers, who have great responsibility in construction projects. First of all the literature about the designer choice, it addressed the main elements and issues to be considered. The comparison then creating decision support model using analytic hierarchy process and evidential reasoning method's results of software that facilitates the decision-making process during the tender for the project was made. Thus, the effectiveness of decision support models have been tested and work was carried out to compare the two selection methods.

This study identified several criteria in the selection of the mechanical designer. In the selection stage, company's experience and references, their offer price, qualified status of their members operate within, the main issues are considered in the previous projects, the quality of the design they have done and rate of the errors to be considered in the selection process. Four decision makers were asked to make points for alternative companies from and two methods in line with these data are used.

After data collection process, the data which comes from these four decision makers was arranged in the tables and calculated for analytic hierarchy process method.

Analytic hierarchy process is used for making the first model to decide. Analytic hierarchy process is a technique used to solve the problems with many of the main and sub-criteria. In accordance with the criteria weight is given to alternative offers a solution using their points. For analytic hierarchy process technique, Super Decision software is preferred. The data which was collected from the four decision makers is entered in the Super Decision software and then we had some outputs of the software which gives an idea about selecting a designer.

When entering the data on the Super Decision software, the tables which are taken from the four decision makers and solved with analytic hierarchy process method is used.

Ahp is a rational and guiding method and it is one of the most suitable decision techniques. This method make easier selection process and it helps for using previous project data for the new one.

At the second section, evidential reasoning method that helps in deciding on using the Intelligent Decision System (IDS) software is used. This software requires the data like Super Decision software but in this software, the data is not required to solved by using analytic hierarchy process method but this software requires the weights which have been found by analytic hierarchy process method. While entering the data in this software, certain digits are designated or the price or the number of the years company's work is taken in consideration. Then, the numbers of the decision makers points are counted and written on the software. The last step for using IDS software, the program outputs are taken from the software.

At the end of the study, a comparison of these two software is made and interpreted. Finally, the results obtained from the softwares and the project management company's decision which the data is taken compared.

While investigating designer selection, the issue of selection of project delivery types and the first literature on the roles of project partners in the project have been made. Later, the project designers, in particular, has investigated the roles and activities of the mechanical designer on the project. After deciding on the use of analytic hierarchy process and method of evidential logic designer of choice, these methods have been investigated in detail and a decision support model has been created. For analytic hierarchy process method Super Decision software, for evidential reasoning method the Intelligent Decision System (IDS) software was used.

In this research, a multiple-unit housing project's data are used and four decision makers are working in a project management company. These decision makers give points for the criterias which have prepared before the selection process. Then their points are calculated with analytic hierarchy process method and found their weights. After that the results are entered on the software and program outputs have been made.

At section two, the weights of the criterias and the points and the numbers of the criterias are entered on the IDS software. When running the software, there are some outputs which guides us for making decision about the selection process. These outputs gives us ratio of the criteria's weights and also ratio of the companies. When we examine the outputs of the software, we can have an idea about which company we should choose.

At last, the outputs of the Super Decision and IDS softwares are compared and both of them suggested the same mechanical company with different ratio.

After all, the outputs of the softwares are compared the project management company's choice and it is different from the Super Decision and IDS softwares suggestion. Finally the reasons of this complication is researched.

1. GİRİŞ

Son yıllarda çeşitli inşaat teknolojileri ve çalışmaları, işveren ve müteahhit firmalarının kalite, zaman ve maliyet hedeflerine ulaşabilmeleri için yaptıkları sıradan tasarımlara alternatif oluşturmak için yapılmıştır (Paek, Lee ve Napier, 1992).

Bir projenin, konsept hazırlıklarından işletmeye alınmasına kadar olan süreçte bir çok aşama bulunur. Her aşamanın, projenin türüne ve fonksiyonlarına göre benzersiz ihtiyaçları vardır. Dizayn edilebilirlik, yönetilebilirlik, sürdürülebilirlik gibi önemli proje değerini belirleyen özellikleri barındırır. Projenin bu değerleri edinmesinde tasarımcıların rolü çok büyüktür (Gambatese ve Dunston, 2003)

İnşaat sektörünün tarafları proje boyunca birçok farklı problemlerle karşılaşmaktadır. Bu problemlerden birçoğu tasarım veya proje yönetim süreçlerinde yaşanmaktadır. Son yıllarda inşa edilebilirlik, farklı tipteki proje teslim türleri ve proje yöntemi konuları dikkat çekmektedir. Ön tasarım sürecinde yapılan inşa edilebilirlik kontrolleri, tasarım hatalarını aza indirmektedir (Yates ve Battersby, 2003).

Bir tasarla-inşa-ihale sürecinin başarılı olabilmesi için, verimli, uygun ve itirazlara karşı gelebilecek bir seçim sürecine ve çoklu kriter değerlendirme mekanizmasına ihtiyaç vardır (Paek, Lee ve Napier, 1992).

1.1 Tezin Amacı

Karar vermek, neredeyse tüm endüstriyel ve kurumsal alanlarda, alternatiflerin çoklu kriterler ile değerlendirilmesi sonucunda en iyisi olanı seçme yöntemiyle yapılmaktadır (Ngan, 2015).

Bu çalışmanın amacı, inşaat projelerinde büyük sorumluluklara sahip olan tasarımcıların seçimine dair bir karar destek modeli oluşturmaktır. Öncelikle tasarımcı seçimine dair literatür araştırması yapılarak, dikkat edilmesi gereken ana unsurlar ve konulara değinilmiştir. Daha sonra karar destek modeli oluşturularak analitik hiyerarşi prosesi ve kanıtsal mantık yöntemleri kullanılarak kullanıcının projenin ihale döneminde karar verme sürecini kolaylaştıran yazılımların sonuçlarının

karşılaştırılması yapılmıştır. Böylelikle çalışılan karar destek modelinin etkinliği test edilmiş ve iki seçim yönteminin karşılaştırılması yapılmıştır.

1.2 Metodoloji

Tasarımcı seçimi konusu araştırılırken öncelikle proje teslim türleri ve proje taraflarının proje içindeki rolleri hakkında literatür araştırması yapılmıştır. Daha sonra proje tasarımcılarının, özellikle de mekanik tasarımcısının proje üzerindeki rolleri ve etkinliği araştırılmıştır. Tasarımcı seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve kanıtsal mantık yöntemlerinin kullanılmasına karar verildikten sonra, bu yöntemler detaylıca araştırılmış ve bir karar destek modeli oluşturulmuştur. Analitik hiyerarşi prosesi yöntemi için Super Decision yazılımı, kanıtsal mantık yöntemi için ise Intelligent Decision System (IDS) yazılımı kullanılmıştır.

2. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE ROLLER VE ORGANİZASYON

2.1 Rollerin Tanımı

2.1.1 İşveren

İnşa edilen projenin yapılmasını istediği kişi, şirket veya kurumdur. İşveren proje ve projenin detayları ile ilgili gerekli maddi kaynağı sağlar (Williams, 2010).

Proje sürecinde, proje yöneticisi ile işveren arasındaki ilişki çok önemlidir. İşveren kavramı bazı projelerde müşteri olarak gösterilebilir. İşveren tek kişide olabilir ya da projenin sahibi olan organizasyonun temsilcisi de olabilir. İşveren, projenin hedeflerini belirleyen kişidir ve bu hedeflere ulaşmak için gerekli olan finansal desteği sağlamaktan sorumludur (Verma, 1995).

İşveren, proje üzerinde karar verici bir role sahiptir. Birçok proje teslim türünde işveren projeyi takip etmek, bütçe akışını yapmak ve karar almaktan sorumludur. Proje başarısı üzerinde işverenin rolü çok büyüktür.

İşveren, bazı zamanlarda devlet kurumunu, kamu hizmeti veren şirketi, özel bir şirketi veya organizasyon yönetimini sağlayan bir departmanı temsil edebilir. Her durumda, işveren projenin finansal otoritesini oluşturmak ve bütçesini kontrol etmek durumundadır. Proje yöneticisi sayesinde projenin alanının, zaman, bütçe ve kalite durumlarının proje hedefleri ile örtüşmesini kontrol ederler (Verma, 1995).

2.1.2 Tasarım ekibi

Tasarım ekibi, mimar ve mühendislerden oluşur. Projenin tasarlanması, proje hesaplarının yapılması, şartnamelerin hazırlanması ve tüm bu işlemlerin koordineli bir biçimde yürütülmesinden sorumludurlar.

Tasarım ekibinin hedefleri; projede kar edilmesini sağlamak, projeyi zamanında bitirmek, bütçe dâhilinde tasarımın tamamlanmasını sağlamak, kaliteli sözleşmeler hazırlamak ve tekrar proje alınmasını sağlamaktır (Ritz, 1994).

2.1.2.1 Mimar

Projenin estetik ve teknik tasarımıyla ilgili, proje yönetim danışmanları ve mühendisler tarafından sağlanan dizayn servislerinin yürütülmesini sağlayan kişidir.

Tasarım süreci projenin birçok aşamasında gerçekleşen en önemli aktivitedir. Fakat projenin her aşamasında yapılan tasarım çeşitleri farklıdır. İlk olarak konsept proje oluşturulur. Daha sonra projenin fizibilite çalışması yapılır ve çeşitli çözümler geliştirilir. Üçüncü adım olarak taslak proje oluşturulur ve son aşamada bu taslak proje detaylandırılarak projenin son hali ortaya çıkmış olur (Smith, 2008).

2.1.2.2 İnşaat mühendisi

Proje yönetiminde inşaat mühendisinin rolü çok büyüktür. Her türlü inşaat alanında çeşitli faaliyetlerde rol alırlar. Bunlardan en temel olanları ise şunlardır:

- Saha raporlarının, proje çizimlerinin, topoğrafik ve jeolojik verilerin analizi,
- Belediyelerin hazırladığı standartlara uyarak ve tasarım yazılım ve araçları kullanarak sistem ve yapıların planlanması ve tasarımı,
- Malzeme kontrolleri için bazı testler uygulamak,
- İhale ve teklif dosyalarının hazırlanması,
- Metraj ve keşif çalışmalarının yapılması,
- Aylık veya haftalık hakedişlerin takibi ve kontrolü
- Saha üzerinde çeşitli operasyonel inşaat ve bakım işlerinin yürütülmesi (<http://job-descriptions.careerplanner.com/civil-engineers.cfm>).

2.1.2.3 Statik mühendisi

Projenin yapısal iskeletinin statik hesaplarından, çelik ve betonarme hesaplarından ve temel hesaplarından sorumludurlar.

2.1.2.4 Elektrik mühendisi

Projenin aydınlatma, güç sistemleri ve iletişim, güvenlik gibi sistemlerinin teknik hesaplarının oluşturulması ve projesinin hazırlanılmasından sorumludurlar (Project Delivery Practice Guide, 2011).

2.1.2.5 Makine mühendisi

Isıtma ve soğutma sistemi ve havalandırma sistemlerinin, temiz ve atık suyu, yağmur suyu sistemleri ve gaz sistemlerinin ve ekipmanlarının teknik ve mühendislik tasarımlarından sorumludurlar. Teknik çizimleri ve kendi alanlarına dair şartnameleri hazırlarlar (Project Delivery Practice Guide, 2011).

2.1.2.6 Peyzaj mimarı

Peyzaj işlerinin estetik ve teknik tasarımından sorumlu mimardır (Project Delivery Practice Guide, 2011).

Her türlü çevre düzenleme, peyzaj ve bitkilendirme projelerinin tasarımı, hesapları, malzeme tedariki ve uygulama esnasından kontrolünden sorumludur.

2.1.3 Yüklenici

İnşaatı yapan inşaat firmasıdır. Genellikle proje tasarımı, tasarım firmaları tarafından hazırlandıktan sonra yüklenici firma tarafından inşa edilir. Fakat işveren, hem tasarımı hem de inşaatı yapacak tek bir firma talebinde bulunabilir (Williams, 2010).

Yüklenici ile işveren arasında, tasarım ekibi tarafından hazırlanan dokümanlarda belirtilenlere göre projeyi inşa etmek üzere bir sözleşme imzalanır. Yüklenici firma, yöneticilik yeteneklerini kullanarak işgücü, altyükleniciler, ürün ve malzeme ve ekipmanların tedarikini sağlar. Yüklenici firmaların:

- İnşaat işlerindeki deneyimleri,
 - Maliyeti, zamanı ve kaliteyi etkileyebilecek faktörlerin deneyimlenmiş olması,
 - Birden çok alt yüklenici ve tedarikçinin yönetilebilmesi,
 - Kompleks inşaat operasyonlarının ve dinamik saha aktivitelerinin yönetilebilmesi,
 - İş akışı Çizelgelerinin ve proje muhasebesinin takip edilebilmesi,
 - İhale yönetimi ve sözleşme yönetimi konularına hâkimiyet,
 - Risk bazlı inşaat proje bütçelerinin yönetiminde deneyim sahibi olması
- yüklenici firmalarda aranan özelliklerdir (Project Delivery Practice Guide, 2011).

2.1.4 Alt yüklenici

Projede yapılacak işin bir bölümü için gerekli olan işçilik, malzeme ve servis hizmeti sağlayan firmalardır. Proje katılımcıları arasında alt yüklenicinin ana yükleniciye, ana yüklenicinin ise işverene karşı sorumlu olduğunun bilinmesi kritik bir yaklaşımdır (Project Delivery Practice Guide, 2011).

İnşaat projeleri, projenin büyüklüğüne göre geniş kapsamlı olabilir ve bazı durumlarda yüklenici firma bazı gereklilikleri yerine getirmekte güçlük çekebilir. Bu nedenle işin bir parçası, başka bir firmaya taşere edilebilir. Böylelikle, doğru koordine edilebildiği zaman daha az hatalı ve zamanında bitirilen projeler başarılmış olur (Williams, 2010).

2.1.5 Proje yöneticisi

Proje yöneticisi, projenin hedeflenen bütçe, plan, kalite ve teknik performansının yakalanması için işverene karşı sorumludur. Daha detaylı olarak açıklanacak olursa:

- Proje planının hazırlanması ve devamlılığının sağlanması: master plan, bütçe, teknik şartnameler, iş dökümü yapısı ve değişiklik talepleri gibi hazırlıkları içerir.
- Projenin organizasyonu: İş planında gösterilen aktivitelerin gerçekleştirilmesidir.
- Projenin yönetilmesi: Projenin hedeflerine ulaşabilmek amacıyla, proje paydaşları ile iletişim halinde olarak ve yüklenici, alt yüklenici, tedarikçi gibi proje takım üyelerinin koordinasyonunu sağlayarak, belli kısıtlamalar yapmak ve proje aktivitelerini ve kaynaklarını kontrol etmek suretiyle etkili bir yönetim sağlarlar. Projeyi başarıyla yönetebilmek için proje yöneticisinin, iyi insan ilişkilerine sahip olması, motivasyon sağlayıcı, karar verici, problem çözücü ve liderlik özelliklerinin bulunması gerekmektedir.

Bu maddelere ek olarak:

- Projenin hedefleri,
- Projenin planı, bütçesi ve performans spesifikasyonları,
- Proje sözleşmeleri ve organizasyon,
- Sorumluluk matrisi ve iletişim bağlantılarının sağlanması,
- Proje raporlama ve takip etme tekniklerinin geliştirilmesi,
- İş bitiriş prosedürleri,
- Hakedişlerin takibi,

- Taahhüt ve bakım sürecinden de proje yöneticisi sorumludur. (Verma, 1995).

2.1.6 Danışmanlıklar

Tüm bu hizmetlerin yanında projenin özelliklerine göre bazı konularda danışmanlık hizmetleri alınabilir.

2.1.6.1 Yangın danışmanı

Proje bitiminde, yapıda meydana gelebilecek yangın ihtimaline karşı, içerisinde bulunan insanların yangından kaçışlarını kolaylaştırarak, hem can hem de mal kayıplarını en aza indirebilmek amacıyla, en uygun şekilde kaçış sağlanacak yolların araştırılması gerekir. Bu kaçışların ise, bu konuda deneyimli kişilerce hesaplanması gereklidir.

Özellikle büyük ölçekli projelerde, projenin yapıldığı ilçeye bağlı olunan itfaiye birimince yapılan proje yangın kontrolleri için yangın danışmanlığı hizmeti alınabilir. Yangın danışmanı tarafından projedeki yangın kaçışları hakkında daha fazla bilgiye sahip olunup onay alma süreci hızlanabilir.

2.1.6.2 Yeşil bina danışmanı

LEED veya benzeri yeşil bina sertifikası alınmak isteniyorsa Yeşil Bina Danışmanlarından yardım alınmalıdır (Project Delivery Practice Guide, 2011).

Yeşil bina danışmanları, sertifikasyon sürecine dair firmalara danışmanlık ederek sürecin kontrol altında tutulmasını sağlarlar.

2.1.7 Tedarik firmaları

İnşaat malzemelerinin, ürünlerinin, ekipmanlarının ve sistemlerinin üretim, geliştirme ve satış işlemlerini yapan firma, organizasyon veya bireyler tedarik firmalarını oluşturur. Tedarik takımlarında aşağıdaki kavramlar yer alabilir:

- Üretici: Malzeme, ürün ve ekipmanların üretimini sağlayarak projeye dâhil eder.
- Distribütör: Malzeme, ürün, parça veya ekipmanları üreten firmalardan satın alıp, başka bölgelerde satışını yapan firmalardır.
- Tedarikçi: Ürün veya servislerin proje için tedarik eden firmalardır. Sadece inşaat alanına tedarikini sağlarlar. Saha içerisinde işçilik yoktur (Project Delivery Practice Guide, 2011).

3. PROJE TESLİM SİSTEMLERİ

3.1 Zamana Göre

3.1.1 Dereceleme

Dereceleme, işin bir kısmının bitirilmeden diğer kısmına başlanmayarak, parça parça şeklinde ve belli bir düzende yapılmasıdır. Örneğin, projenin dizaynı projenin programlanmasıyla başlar. Daha sonra konsept dizayn, şematik dizayn, satın alma dokümanları, yapım dokümanları ve inşaat ile sonlanır. Projenin inşaatı da belli bir derecelemeye sahiptir. Zeminin inşaat için hazırlanması ile başlar, temelin inşası ve daha sonra iskelet yapının oluşturulması, dış cephenin kaplanması, iç detayların tamamlanması ve kullanıma açılması şeklindedir (Project Delivery Practice Guide, 2011).

3.1.2 Zamanlama

Zamanlama, projedeki her aktivitenin başlangıç ve bitiş sürelerinin gösterilmesi şeklinde yapılır. Önemli tarihler dönüm noktaları şeklinde belirtilebilir. Proje için uygun zamanlamanın yapılması, proje teslim sistemlerine karar verilmesine yardımcı olabilir. Proje planlanmasında, projenin başlangıcından sonuçlandırılmasına kadar olan tüm aşamaları ve proje katılımcılarının ve onların projeye katkılarını içeren bir master proje planlamasının yapılması önemlidir (Project Delivery Practice Guide, 2011).

Zamanlama tekniği ile saha çalışanları iş ilerleyişini daha kolay takip edebilmekte, iş kalemleri üzerinde kolaylıkla değişiklik yapabilmekte, sonuçlarını gözlemleyebilmekte ve tüm bunları bilgisayar yardımı olmadan yapabilmektedir (Chrzanowski ve Johnston, 1986).

Gantt chart ve kritik yol methodu olmak üzere genellikle 2 yöntem kullanılır. Gantt chart, bir çeşit bar şemasıdır. Yapılacak olan aktiviteler yatay olarak sıralanır ve başlangıç zamanı, bitiş zamanı, işin süresi gibi bilgiler her aktivitenin üzerinde

belirtilir. Kritik yol methodunda ise bilgisayar tabanlı bir yöntemdir. Aktiviteler arasında başlangıç ve bitiş sürelerine göre çeşitli ilişkiler kurarak algoritmalar oluşturur. Burada amaç, yapılacak aktivitelerin en kısa sürede nasıl bitirileceğini araştırmaktır (Project Delivery Practice Guide, 2011).

Zamanlama tekniği kullanılarak bir iş programı yapılırken, planlayıcı her aktivite için uygun zamanlama sırasını ve iş miktarını kararlaştırmalıdır. Daha sonra aktivite için zaman bilgisi girilir. İş programı üzerinde, aktivitelerin özellikleri, başlangıç ve bitiş zamanları, iş miktarları gibi bilgileri hakkında daha sonra değişiklik yapılabilir (Chrzanowski ve Johnston, 1986).

3.1.3 Hızlandırılmış proje

Hızlandırılmış proje kendi başına bir proje teslim sistemi değildir ve gelişmiş planlama sistemlerinden biridir. Bu yöntem genellikle, projenin sıkıştırılmış bir zaman aralığında bitirilmesi için yapılan proje planına göre birden çok sözleşme imzalanması tekniğidir. Tasarım aşamasının tamamen bitmesini beklemeden bazı inşaat aktivitelerinin başlamasına izin vererek aktiviteler arasında örtüşmeler yaratır. Tasarım ve inşaat bölümlerinin eşzamanlı olarak planlanabilmesini sağlar. Örneğin, saha hazırlığı, zemin ve temel çalışmaları sürerken tasarım çalışmaları bitirilebilir. Hızlandırılmış proje ile bütün proje maliyeti tahmini zor olabilir. Tüm dizayn aşamaları tamamlandıktan sonra sözleşme miktarlarına ihtiyaç olabilir. Mimar ve mühendisler tarafından, projenin her bir bölümü için ayrı ayrı ihale ve sözleşme belgelerinin hazırlanması, deneyim ve fazla çalışma gerektiren bir iştir (Project Delivery Practice Guide, 2011).

Hızlandırılmış proje yöntemi, planlaması iyi yapılmış ve sonuçların doğru tahmin edilebilme oranı yüksek olan projeler için başarıya götüren bir tekniktir. Projenin erken bitmesinin, projede meydana gelebilecek maliyet artışlarından daha önemli olduğu durumlarda genellikle işverenler tarafından tercih edilir. Ancak, hızlandırılmış proje tekniğinin başarılı bir şekilde sonuç vermesi için, bu konu hakkında deneyimli bir ekip tarafından yürütülmeli ve bu tekniğin sağlayacağı yarar ve risklerin doğru öngörülebilmesi gerekmektedir (Quality in the Constructed Project, 2012).

3.2.2 Birim fiyat

Birim fiyat yöntemi genellikle yapılacak işin miktarının tam olarak hesaplanamadığı durumlarda kullanılır. Örneğin, zemin ve kaya kazı miktarı, tasarım aşamasında kesin olarak hesaplanamaz, sadece tahmin edilebilir. Birim fiyat yöntemine, tanımlanan her iş paketi için ihale sürecinde karar verilir. Yapılacak iş bitirildikten sonra, yapılan miktar kesin olarak hesaplanır ve işveren tarafından tanzim edilir (Project Delivery Practice Guide, 2011).

Birim fiyat metodunun avantajı, proje miktarlarında yaşanan düşüş veya artışın kolaylıkla fark edilebilmesi ve sözleşme fiyatının bu değişime göre değişkenlik gösterebilmesidir. Fiyatların artış göstermesi veya değişen piyasa koşulları, proje kaynaklarına zarar verebilecek faktörler olduğu için birim fiyat yöntemi işverenler için tehlike arz etmektedir (El-Reedy, 2011).

3.2.3 Maliyet artı kar

Maliyet artı kar ödeme yöntemi genellikle pazarlık usulüyle yapılan sözleşmelerde kullanılır. Sözleşme tutarı, yapılan harcamalara ek olarak genel gider ve kar olacak şekilde hesaplanır. Kar genellikle yapılacak harcamaların belli bir oranı şeklinde veya sabit bir oran şeklinde olabilir (Project Delivery Practice Guide, 2011).

Maliyet artı kar sözleşmeleri genellikle bir an önce tamamlanması gereken, belli bir öneme sahip olan veya küçük ölçekli projelerde kullanılır (El-Reedy, 2011).

3.2.4 Maliyet artı kar - maksimum bedel garantili

Maliyet artı maksimum bedel kar sözleşme tipinde yüklenicinin projeden elde edeceği karın belli bir limiti vardır. Bu tip sözleşmeler işverenin bir yandan projenin maliyeti için belli bir limit koyabilmesi imkânı tanıdığı, bir yandan da potansiyel maliyet tasarrufu sağlayabileceği için genellikle tercih edilir. Bu sözleşmeler genellikle hızlandırılmış proje tekniği uygulanan projelerde kullanılır (Levy, 2012).

3.3 Proje Teslim Metotları

3.3.1 Tasarım-ihale-yapım

Tasarım-ihale-yapım modeli, işverenin biri tasarımcı biri yüklenici olmak üzere iki sözleşme yaptığı proje dağıtım biçimidir. Tasarımcının sorumluluğu, tasarım ve çizim

özelliklerinin geliştirilmesinin yanında işverenin iş programını yapmasına yardımcı olmaktır. Yüklenici ise, projenin inşasından sorumludur. (Bozorgil ve Garza, 2012).

Tasarım-ihale-yapım proje yönteminde, tasarımcı ile yüklenici arasında herhangi bir sözleşme yoktur. Eğer inşaat sırasında tasarımdan kaynaklı bir problem ortaya çıkarsa, yüklenici değişiklik talebi ile projeye devam eder. Eğer ki tasarımcı ve yüklenici arasında iletişim eksikliğinden kaynaklanan tasarım hataları varsa, bu durum projeyi hem maliyet hem de süre açısından negatif etkileyecektir. (Shrestha ve Mani, 2014).

Tasarım-ihale-yapım modeli, işverenin tasarım çalışmalarını sağlamak amacıyla mimar/mühendis firmalarıyla sözleşme yaptığı proje dağıtım biçimidir. Bu tasarım mühendislik firmalarının çalışmaları, inşaata dair tüm projeleri ve proje detaylarını içerir. Bu çalışmalar daha sonra, işverenin projenin inşasını gerçekleştirecek firma ile sözleşme imzalamasının ardından bu firma tarafından kullanılacaktır. Bu sözleşmeyi sağlayabilmek için birçok yöntem kullanılır. Bunlardan en bilineni, birçok firmanın ihale için teklif vermesini sağlamaktır. Böylelikle oluşan rekabetten dolayı fiyat daha da aşağıya çekilecek ve en düşük teklifi veren firma ihaleyi kazanacaktır (Hale, Shrestha, Gibson ve Migliaccio, 2009).

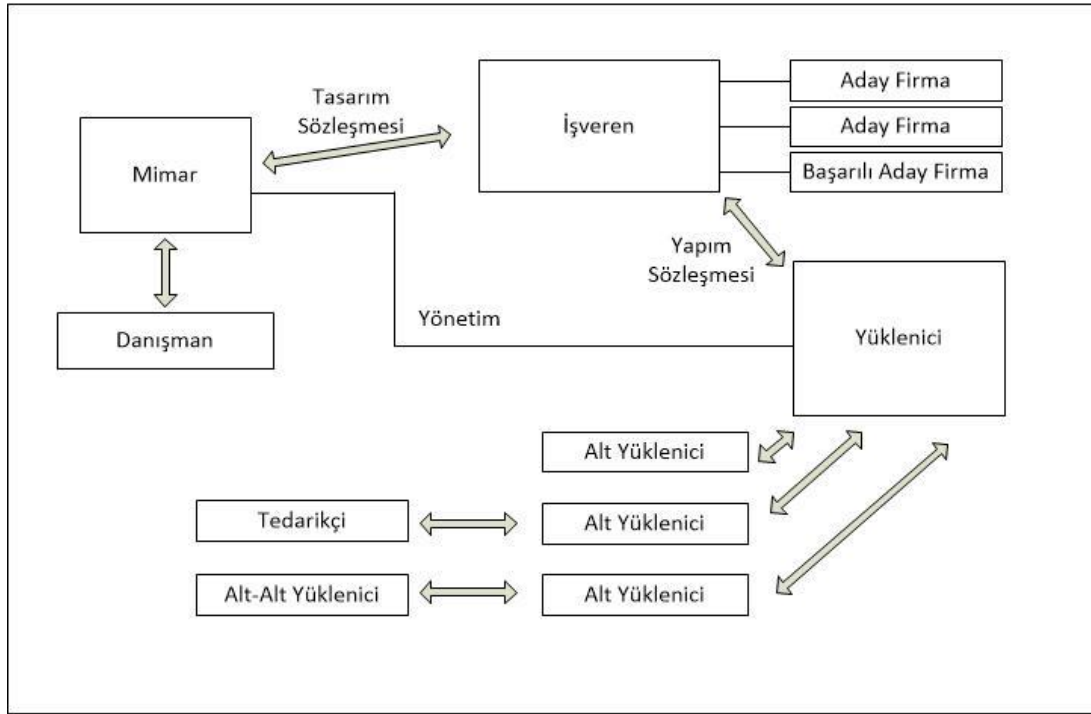
Geçen yıllarda, tasarım ve inşa süreci genellikle 3 aşamalı olarak yapılmıştır:

- Mimar ve mühendisler projenin tasarımı yapar,
- İşverenin isteklerine göre proje ihalesi yapılır,
- İnşaat aşaması bitirilerek süreç tamamlanır.

Bu süreç genel olarak, doğrusal ve bölümlere ayrılmış olarak görülmüştür. Şöyle ki, inşaat başlamadan önce mühendislik hesaplamalar ve tasarım, mühendis ve mimarlar tarafından tamamlanır ve daha sonra müteahhitler, özel taşeron ve malzeme satıcıları ile birlikte bu tasarımlar uygulanır. Günümüzde tasarım-ihale-yapım modelleri mühendislik ve mimarinin sadece mühendis ve mimarlar tarafından yapıldığı farz edilir. Aksine, ana yüklenici ve alt yükleniciler sadece inşa işlevini, malzeme üreticileri ise üretim ve dağıtım işlevini sağlamaktadır (Tatum, 2000).

Tasarım ve mühendislik firmaları, tasarım çalışmalarını hazırlarken, istenen tasarımı gerçekleştirebilmek için üç yönteme başvururlar: her alanda bilgili ve uzman kişiler ile çalışmak, tasarımın bazı bölümlerini o işle ilgilenen mühendislik firmalarına verme yöntemiyle çalışmak ve projede gerektiğinde tedarikçi veya alt yüklenici ile çalışarak projede istenen özel yapıların inşa edilmesini sağlamaktır (Hallowell ve Toole, 2009). Bazı araştırmalar gösteriyor ki, tasarım-ihale-yapım projelerinin performansları, tasarımın kalitesine göre değişmektedir. Eğer ki tasarım sürecinde hatalar minimuma

indirilebilirse, inşaat sürecinde oluşabilecek maliyet artışları ve planda oluşabilecek gecikmeler de aynı oranda azalır. Bu nedenle, işverenin projenin inşaat performansını arttırabilmek için proje tasarım sürecine daha fazla odaklanması gerekmektedir. Daha önce yapılan çalışmalara bakılırsa ve bu çalışma ile tasarım maliyetleri ile inşaat proje performansı arasında doğru bir ilişki olduğunu söyleyebiliriz. Tasarım-ihale-yapım projelerinde tasarım maliyeti, inşaat maliyeti, biten inşaatın maliyeti ve inşaat süresine göre bilgiler toplanarak analiz edilir ve bu analizlerden yola çıkarak tasarım maliyetinin, inşaat maliyeti ve süresi ile aynı oranda arttığını söyleyebiliriz. Son olarak ise tasarım maliyetinin biten inşaat maliyetiyle de ilişkili olduğu eklenebilir (Shretsha ve Mani, 2012).



Şekil 3.2: Tasarım-İhale-Yapım proje rol şeması.

3.3.2 Tasarım-pazarlık-yapım

Tasarım-pazarlık-yapım tipi teslimler tasarım-ihale-yapım tipi teslimlere çok benzemektedir. Aşağıdaki durumlar için birbirine benzemektedirler:

- Mimar ve mühendis grubu tarafından gerçekleştirilen tasarım ve inşaat sözleşme yönetim servisleri,
- Yüklenici tarafından gerçekleştirilen proje yönetim servisleri,

Aşağıdaki durumlarda ise farklılık gösterebilirler:

- İşveren ile yüklenici arasında proje maliyetinin kararlaştırılmasından önce inşaat dokümanlarının hazırlanması gerekli değildir.
- İhale için uyulması gereken özel kurallar yoktur.
- Yüklenici ile pazarlık usulü, birden çok potansiyel yüklenici ile ihale usulüne gidilmekten daha gayri resmidir.
- Yapım aşamasında, yapılan işlerin sonuçlarını pazarlık etmek daha kolaydır,
- Yüklenici seçim yöntemi farklıdır.
- Maliyet türü konusunda da farklılıklar gösterir (Project Delivery Practice Guide, 2011).

İşveren ile yüklenici bir inşaat sözleşmesini pazarlık ettiklerinde amaç karşılıklı yarar sağlamak ve olabilecek rekabet ortamından kaynaklı risklerden korunmaktır. Pazarlık usulü sözleşmeler aşağıdaki faktörlere dayanarak yapılır:

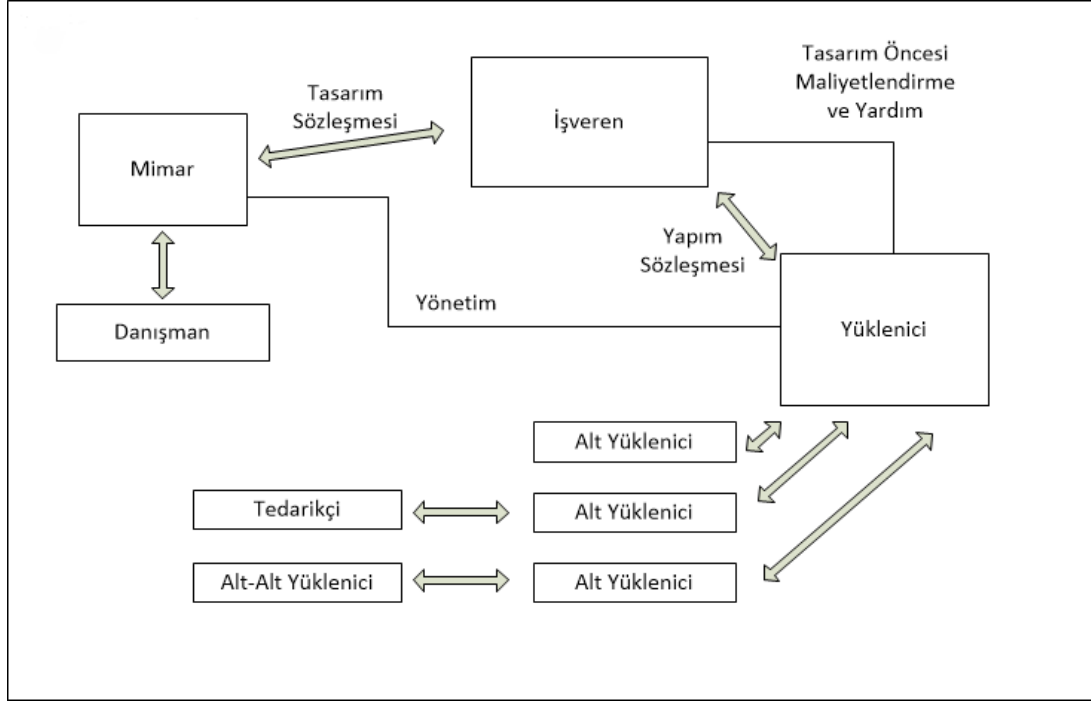
- Yüklenici uzmanlığı,
- Proje tamamlanma süresinin hızlandırılması,
- İnşaat maliyetinin nasıl kontrol edilebileceği,
- Proje türü,
- İşveren yetkinliği ve öncelikleri,
- İnşaat sürecine bağlı oluşabilecek problemler.

Not olarak belirtmelidir ki, işveren sadece bir yüklenici ile pazarlık yapmak zorunda değildir. İşveren projeyi birden çok yüklenici firma ile pazarlık ederek aralarından en iyisini seçebilir (Project Delivery Practice Guide, 2011).

Pazarlık aşamasında, rekabetçi bir ortam vardır çünkü farklı firmalardan gelen birçok katılımcı vardır. Bu nedenle bazı stratejiler uygulayarak, en çok kar edebilecekleri ama diğer firmaların fiyatlarının çok üstünde olmayacağı bir fiyat vermeye çalışırlar. Bazı projelerde, katılımcı firmalar arasında gerek eğitim gerekse projeye bakış açıları olarak farklılıklar olabilir (Penã-Mora ve Tamaki, 2001).

Pazarlıklı sözleşmelerin birçok avantajı vardır. İşveren deneyim, uzmanlık ve projeye ilginin yanında firmanın ünü ve finansal kapasitesine göre yüklenici firma seçimi yapabilir. Bazı durumlarda firmanın verdiği teklifler seçim için ana kriter olmayabilir. Yüklenicinin zamanında veya beklenenden daha erken bir şekilde projeyi başarıyla

bitirebilmesi, zaman ve para açısından oldukça önemli bir kazanım sağlandığının ve muhtemelen daha iyi sonuçlar elde edildiğinin göstergesi olabilir (Project Delivery Practice Guide, 2011).

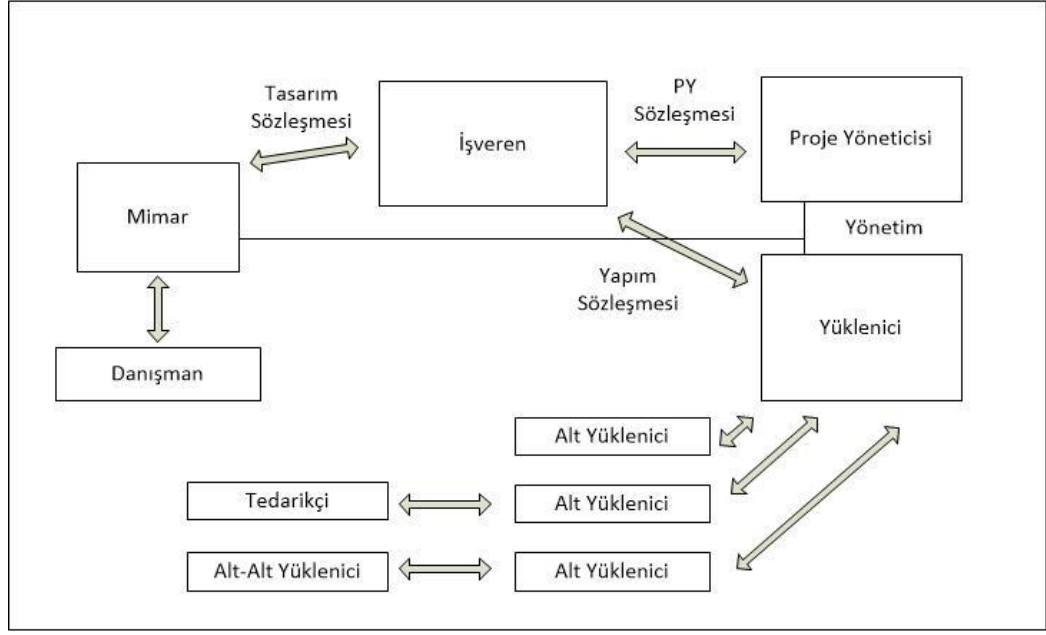


Şekil 3.3: Tasarım-Pazarlık-Yapım proje rol şeması.

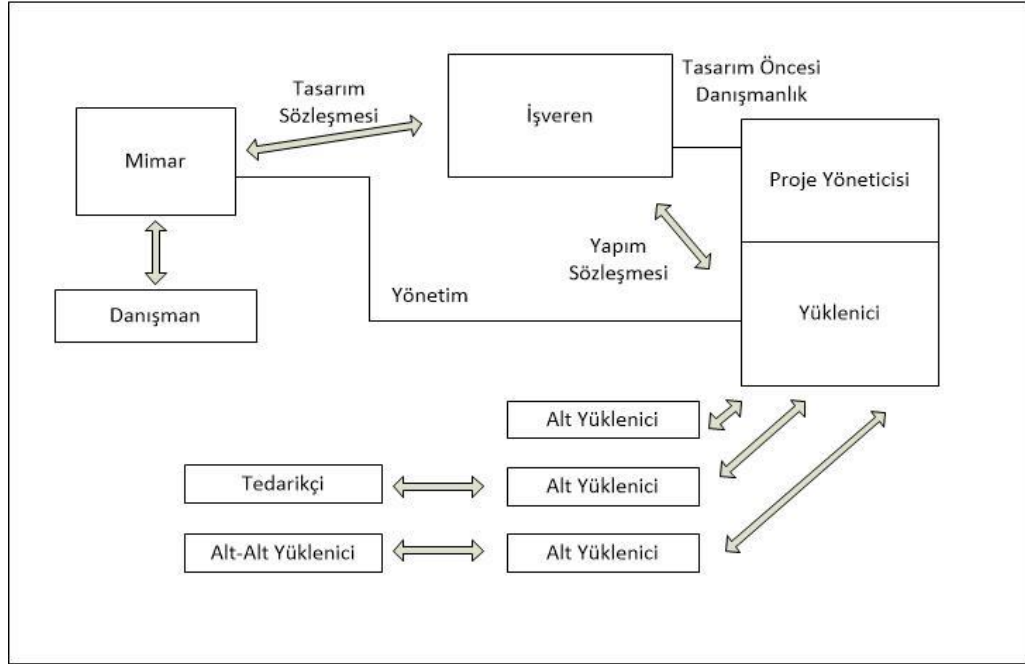
3.3.3 Proje yöneticisi

Proje yönetimi sözleşmeleri, konsept tasarımdan yapının faaliyetine kadar olan süreçteki tüm faaliyetleri koordine eden, tüm proje yönetimi gerektiren aktivitelerde işvereni temsil edecek firmalar ile yapılan sözleşmeler olarak tanımlanabilir (Halpin ve Woodhead, 1998).

Danışman olarak proje yöneticisi kullanılması teslim sisteminde, proje yöneticisi teorik olarak işveren gibi, projenin sahibi gibidir. Temsilci olarak, proje yöneticisi herhangi bir finansal sorumluluk almadan ve işverenin tüm otoritesine sahip olarak görev alır. İşveren, proje yöneticisinin kararlarının sebep olabileceği tüm finansal riskleri göze almak durumundadır. Proje yöneticisinin varlığının işveren açısından avantajı, proje yöneticisinin kararlarının, finansal bir yükümlülüğü olmadığı için kararlarında ve tavsiyelerinde daha tarafsız olmasıdır. İşveren açısından dezavantajı ise proje yöneticisinin herhangi bir finansal sorumluluğunun bulunmamasıdır (Kirschenman, 1986).



Şekil 3.4: Proje yönetimi danışmanlığı proje rol şeması.



Şekil 3.5: İşveren olarak proje yönetimi proje rol şeması.

3.3.4 Tasarım-yapım

Tasarım-yapım proje teslim türü, tasarımcı-inşacının hem tasarım hem de inşaat aşamalarından sorumlu olduğu bir proje teslim sistemidir (Songer ve Molenaar, 1997). Tasarım-yapım teslim sisteminde seçim süreci 2 aşamaya ayrılır. İlk aşamada, işveren potansiyel tasarımcı-yapımcılardan ön yeterlilik için bir takım belge ve sorumluluklar ister. Ön yeterlilik aşamasına göre, bazı firmalar elenir ve bir liste oluşur. İkinci

aşamada ise, tasarımcı-yapımcı firmalarının teknik bilgilerini ve fiyat tekliflerini içeren bir dosya alınır. Firmaların başarı ve fiyat politikalarına göre bir tanesi seçilerek ihale tamamlanır. İşveren, projenin başarı tanımını ön yeterlilik ve teklif isteme kriterlerine göre oluşturur. İşverenin değerlendirme kriterlerine göre, firmalar kendi tekliflerini güncelleyebilirler. Bu nedenle, işverenin istediği ön yeterlilik ve fiyat teklifleri ile işverenin proje hedefleri arasında bir bağlantı olduğu söylenebilir (Puerto, Gransberg ve Shane, 2008).

Tasarım-yapım seçim sistemi hem özel hem de kamu alanında popüler olmaya başlamıştır. Maliyet ve hem tasarım hem de inşaat problemlerini meydana getiren gecikmeler için tek kaynaklı sorumluluk getirerek işverenin yükünü azaltır. İşverenler, basit veya karmaşık projelerde Tasarım-Yapım firmalarını seçmesinde birçok neden vardır. Tasarım-inşaa proje yönteminin kullanılmasının iki en önemli nedeni, iş programının doğru uygulanmasını sağlaması ve yenilikçi tasarım çözümleri oluşturulması için teşvik etmesidir (Songer ve Molenaar, 1997).

Tasarım-yapım projelerinde kilit taraf olan tasarımcı-inşacılar, koordinasyon, kalite, maliyet kontrolü ve program tutarlılığından ilk sorumlusudurlar. İşveren tasarımcı-inşacı firmayı seçerken çok dikkatli olmalıdır. Puterto et al. (2008), işverenlerin işin ehli olan tasarımcı-inşacı firmalara normalin çok üstünde ödeme yapma eğiliminde olduklarını iddia etmiştir. Projenin başarılı olmasında, uygun bir tasarımcı-inşacı seçiminin kritik olduğu kabul edilmektedir (Xial, Chan, Zuo ve Molenaar, 2013).

Bunun yanında, Tasarım-yapım firmalarının bazı dezavantajları olabilir. İşverenler için, projenin tasarım aşamasındaki kontrollerini kaybetmeleri, müteahhit ve tasarımcılar için ise, saygı görmeme durumlarına zemin hazırlayabilir. Fakat bu dezavantaj, tasarımcı ve müteahhitlerin sağlam ilişki kurması durumunda ortadan kalkabilir (Yates 1995).

Tasarım-yapım ihale yöntemiyle proje teslimi yapmanın, teslim zamanı, tek kaynağın sorumluluğu ve farklı fonksiyonel alanlarda etkili koordinasyon gibi birçok avantajı vardır (Konchar ve Sanvido 1998)

Bu avantajlar maliyetin daha önce kesinleşmesi, sipariş ve taleplerin değişikliklerinde azalma görülmesi, işverenin yenilikçi çalışmalara teşvik edilmesi ve eğer çoklu satın alma metotları uygulanıyorsa, maliyet, fiyat ve program yönüyle tasarımcı-inşacı firmanın seçim aşamasında daha şanslı olmasını sağlar (Songer ve Molenaar 1996)

Tasarım-yapım ihale sistemi birçok avantajı olmasına rağmen, her proje için uygun değildir. Proje dağıtım sisteminin proje için verimli olabilmesi için, işverenlerin tam

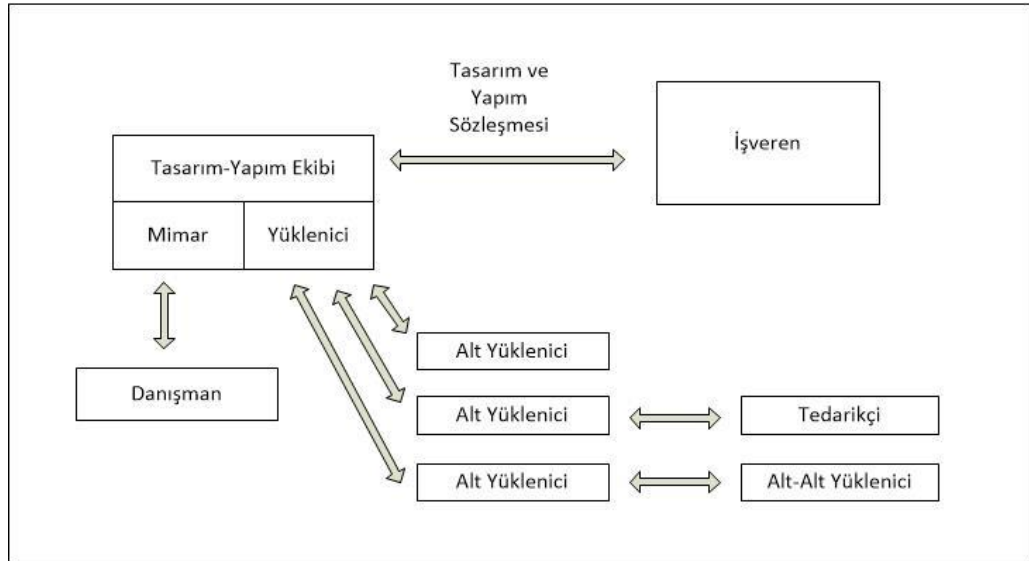
olarak nasıl bir proje arzu ettiklerini ve bu isteklerini tasarımcı/inşacı'ya doğru bir şekilde iletebilmeleri gerekmektedir (Smith, Curie, ve Hancock, 1997)

Tasarımcı-yapımcı seçiminde, seçim kriterleri ve yöntemleri çok önemlidir çünkü uygun bir seçim süreci, işverenin ihtiyaçlarına ve projenin amaçlarına uygun olmalıdır (Masterman and Duff, 1994).

Tasarla-inşaat et sistemi, işveren ile tasarımcı-inşacılar arasında risk ve sorumluluk dağıtımını sağlayan etkileyici bir araçtır (Migliaccio et al. 2009).

Buna ek olarak Wojciech W. Gasparski'ye göre bir tasarımcı şunlardan sorumludur:

- Problemleri çözme
- Bu çözümlerin ihtiyaçları karşılayabiliyor olması
- İstenmeyen durumların oluşumlarını önceden tahmin edebilme
- Tasarımın genel kurallarını bozmayacak şekilde problemleri çözebilme (Gasparski, 2003).



Şekil 3.6: Tasarım-Yapım proje rol şeması.

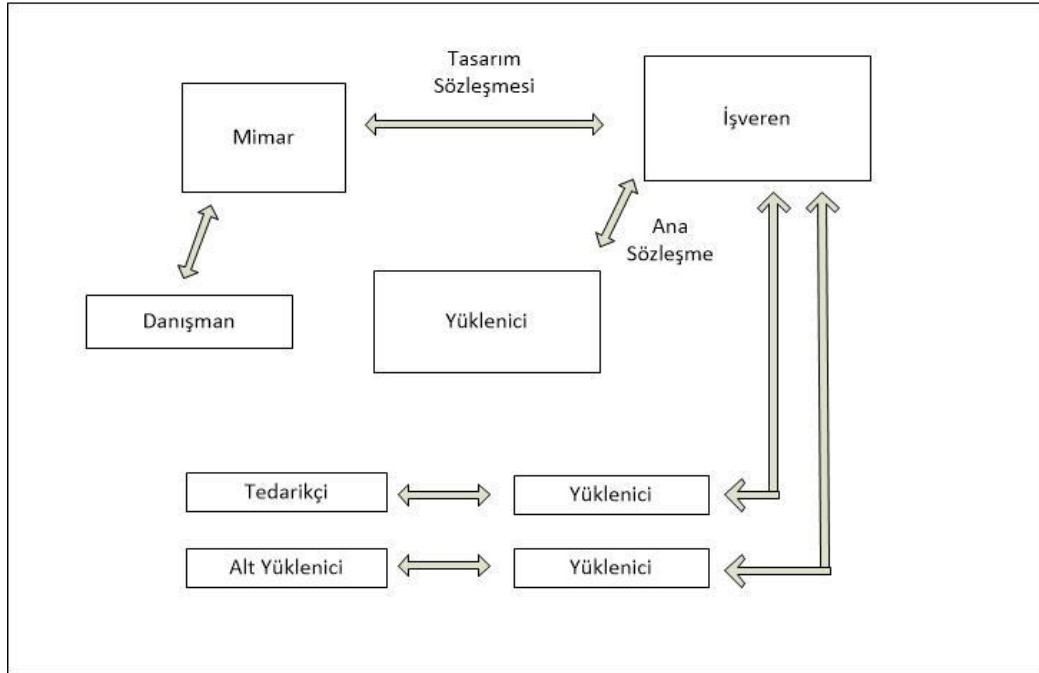
3.3.5 İşveren-yapım

İşveren-yapım metodu ile bir projeye yürütüldüğünde, işveren her inşaat sözleşmesine ve inşaatın her bölümüne dâhil olur. Proje yönetimi proje teslim sisteminde olduğu gibi, bu tür sistemlerde de inşaat hizmeti verecek bir firma ile anlaşmaz. Sözleşmeler direk olarak işveren ve alt yüklenici ve tedarikçi firmalar arasında yapılır. Fakat bu

teslim sisteminde alt yüklenici ve tedarikçi firmalar birden çok ana yüklenici halindedir (Project Delivery Practice Guide, 2011).

İşveren-yapım metodunun en büyük avantajı, proje üzerinde yüklenicinin yapabileceğinden daha fazla maliyet azalımı yapabilmesidir. Bu birikim aşağıdaki faktörlere dayanır:

- İşverenin bir yüklenici firmaya oranla daha fazla deneyim ve ortaklık geçmişi olması,
- İşverenin, oluşabilecek problem risklerinin azaltılması ve inşaat sürecinde oluşabilecek durumlardan kaynaklanacak diğer kayıplar için finansal desteğe sahip olması,
- İşveren projede çalışacak bir yüklenici firmasına bağlanmak zorunda kalması ve işlerin verimli yürütülebilmesi için bu firma ile olumlu ilişkiler kurmak zorunda olması (Project Delivery Practice Guide, 2011).



Şekil 3.7: İşveren-Yapım proje rol şeması.

4. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE TASARIMCI SEÇİMİ

Dünyada ve Türkiye’de yapılan projelere ve inşaatlara bakıldığında, projenin başarısında iki önemli faktör bulunduğu görülür. Bunlardan ilki, kaliteli malzeme kullanımı ve iyi işçilik ile ortaya çıkan inşaat süreci, diğeri ise üzerinde çalışılmış, hatasız ve teknolojik bir tasarımıdır. İnşaat sürecinin daha kolay ve problemsiz ilerleyebilmesi için, doğru bir tasarım şarttır.

İyi ve doğru planlanmış bir tasarımın ilk şartı ise iyi tasarım hizmeti veren firma ile çalışmaktır. Burada tasarımcı seçiminin önemi çok büyüktür. İyi bir tasarım ile projede oluşabilecek gecikmelere sebebiyet veren tasarım hataları en aza indirilerek, iş programında oluşan aksamalar ve bunun hem zaman hem de maliyet açısından oluşturacağı kayıplar minimuma indirilmiş olur.

Kompleks yapı projelerinin birçoğu, profesyonel tasarımların yanı sıra, kalifiye danışmanlara ihtiyacı vardır. Geoteknik, mekanik, elektrik, tesisat, yangın koruma, yapısal mühendislik, çevre planlaması, arazi araştırması ve bunlar gibi diğer teknik konularda tasarım danışmanlarına başvurulur (Quality in the Constructed Project, 2011).

Hatash ve Skitmore (1998)’a göre, verilen en düşük teklife göre yapılan tasarımcı seçimi, yüklenicilerin daha düşük fiyat verebilmek için kalitelerini düşürdükleri için proje dağıtım problemlerinin en büyüğünden biri olmaktadır.

4.1 Mekanik Tasarımcısı Seçimi

Mekanik, elektrik, tesisat ve yangın koruma sistemleri, tasarım sürecinin en uğraştırıcı ve en az bilinen safhasıdır. Mekanik/Elektrik/Tesisat sistemlerinin tasarım koordinasyonu, ekipmanların yerleşimi ve hava dağıtım kanalları ve borulama gibi dağıtım sistemlerinin içerdiği için çok disiplinli bir çaba gerektirir. Mekanik/Elektrik/Tesisat sistemlerinin tasarım koordinasyonu özellikle karmaşık veya mekanik açıdan özel yapılarda yorucu ve uğraştırıcıdır. Verimli koordinasyon ve

etkileşim sağlandığında, yapılar arasında oluşabilecek alan karmaşıklıklarının önüne geçilebilir. Yapılarda alan karmaşasının yaratacağı maliyet artışının öngörülmesi zordur ve gerçekleştiği zamana, karmaşıklık durumuna ve sistemlerin tekrar dizayn edilmesinin gerekliliğine göre değişebilir. Sonuç olarak, koordinasyon sürecinde yapılan yatırımların geri dönüşünü hesaplamak güçtür ve her yüklenici bu süreçten karlı çıkamayabilir (Riley, Varadan, James ve Thomas, 2005).

Seçim kriterlerini belirleme ve buna bağlı olarak ön yeterlilik kriterlerini seçme konusu işverenler için kolay değildir. Farklı setlerdeki seçim kriterleri ve bu kriterlerin ön yeterlilik belgelerindeki ağırlıkları, tasarla-inşa proje sürecinde farklı gereklilikleri gerektirir. İşveren, özel tipteki ve özel boyutlardaki projeler için belirleyecekleri kriterler üzerinde çok çalışmaları ve dikkatli olmaları gereklidir. Çünkü her tasarımcı-inşacının yeterliliği farklıdır. Aksi takdirde, proje için yeterli kaliteye sahip firmalar kendi avantajlarını iyi belirtmedikleri için projeyi alamayabilirler (Palaneeswaran ve Kumaraswamy, 2005).

Geçmiş yıllarda, özel ve kamu sektöründe inşaat projelerinde, bir tasarım-inşa projesinin seçim sürecinde en çok istenen, en düşük fiyatı veren firmayı seçmektir. Fakat günümüzde, tasarım-inşa firması seçiminde fiyat veya teknik faktörler bir arada seçilemediği için zor seçimler yaşatmaktadır (Paek, Lee ve Napier, 1992).

Yüksek proje maliyetli bir teklif, yüksek kalitede teknik faktörleri içerirken, düşük bütçeli proje teklifi yeterli teknik yeterlilikleri sağlayamayabilir. Diğer bir deyişle, teknik faktörlerin en üst düzeyde olması ile düşük bütçeli teklifin bir arada sunulması pek rastlanır bir durum değildir. Bunlara ek olarak, teknik yeterlilik ve fiyatın yanında örneğin mekanik yeterliliğin öneminin daha fazla olduğu projelerde gibi başka kriterlerde önem kazanabilir. Burada tek amaç, yeterli teknik bilgiyi ve uygun fiyatı veren tekliflerin seçilmesini sağlayabilmektir (Paek, Lee ve Napier, 1992).

Tasarım-inşa projelerinde en önemli faktörlerden biri de tasarımların detaydır. Tasarımın detaylı olduğu ve bu nedenle de kalite seviyesi yüksek projelerde bütçe ve inşaat süresine göre tasarımcı-inşacının pozisyonu değişmektedir. Diğer bir deyişle, tasarımcı-inşacı ilk önce projenin bütçesini ve süresini dizayn etmelidir (Gransberg ve Molenaar, 2004).

MEP koordinasyon süreci ilk olarak tasarımcılar, mühendisler ve mimarlar tarafından tasarım çalışmasını yapılması ile başlar. Tasarım danışmanı, yüklenicilere saha durumunu, mimariden kaynaklanan kısıtlamaları ve malzemelerin sahaya getirilme durumları gibi konuları kontrol etmesi için sorumluluk verir. Her bölüm, kendi

uygulama projeleri çizimleri oluşturur ve sahaya gelen malzemelerin konumlarını depolanmasını ayarlar. Her bölümün temsilcileri toplantı düzenleyerek, sistemlerinin konumu ve önerilen güzergâhları belirlerler. Her bölüme açık çizimler masa üzerine yatırılarak tartışılır ve tüm sorunlar gündeme alınır. Daha sonra tasarımcılar kendi aralarında toplanarak önerilen veya değiştirilen güzergâhlara göre çizimlerini tekrar tasarlarlar. Çok büyük bir proje değişimi söz konusu ise, tasarım mühendisleri kendi sözleşmelerini sonlandırabilir ya da projeye üzerinde değişiklik yaparak proje gidişat sorumluluğunu üzerlerine alabilirler. Bu süreç bu şekilde devam eder ve sonuç olarak tasarım mühendisinin kontrolüyle birbiri ile koordine edilmiş çizimler ortaya çıkar. Daha sonraki aşamada uygulama projesi ve proje açıklamaları üretim için hazırlanır ve inşaat çalışmaları için yüklenici ekibi tarafından bu veriler kullanılır. Süreci tamamlamak için, inşaat sürecinde ortaya çıkan aksaklıklara göre uygulama projeleri üzerinde işaretlemeler yapılarak as-built projeler ortaya çıkar (Riley, Varadan, James ve Thomas, 2005).

Tasarım uzmanlarının sorumluluğu, bina yapımından büyük hidropower projelerine tüm inşaat mühendisliği uygulamalarında projenin uygun kodlamalar ve kuralları ile tasarımın yapılmasını sağlamaktır. Yaptıkları çalışmanın kalitesi, tasarımcıların sahip olduğu yetenek ve bilgilere göre değişmektedir (Riley, Varadan, James ve Thomas, 2005).

4.2.1. Seçim aşaması ve karar süreci

İyi hazırlanmış bir teklif isteme dosyası, tasarımcı-inşacı firmaların belirlenmesinden önce işverenin isteklerini ve projeden beklentilerini anlatabilmesi için son şansı olduğu için çok önemlidir (Puerto et al., 2008).

İşveren için teklif isteme dosyalarının projenin ve işverenin ihtiyaçları doğrultusunda hazırlanmış olması gereklidir. Aksi takdirde, proje sözleşmesi imzalandıktan sonra herhangi bir değişiklik talebinde bulunulduğunda bu değişimi gerçekleştirmek maliyetli olabilir (Beard et al., 2001).

Teklif isteme dosyalarının firmalara gönderilmesinden sonra, proje ile ilgilenen firmalar teklif dosyalarını güncelleyerek cevap verirler. En uygun firmayı seçebilmek için, işveren teklif isteme dosyasını kendi kriterlerine göre düzenlemelidir. Gransberg ve Barton (2007)'e göre, seçim kriterleri 5 başlıkta toplanabilir. Bunlar;

- Fiyat

- Teknik yaklaşım
- Kalifikasyon
- Plan
- Proje yönetimi.

İşverenin projeye dair özel istek ve beklentilerine göre bu başlıkların ağırlıkları değiştiği için, seçim aşamasında firmalara yaklaşımını da bu yönde olacaktır.

5. ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

5.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) bir karar verme yaklaşımıdır. Çeşitli kriterler doğrultusunda, alternatifler arasında en iyi rasyonel ve sezgisel seçimi yapabilmek için tasarlanmıştır. Bu süreçte, karar verecek kişi daha sonra alternatiflerin puanlanması için kullanılacak olan ikili karşılaştırmaları yaparak başlar. AHP, tutarsızlıkların oluşmasına ve bunu daha sonra çözülerek tutarlı hale gelmesini sağlamaktadır. Büyük ihtimalle, karar verirken en belirleyici konu hiyerarşik yapıda hangi faktörlerin olacağını belirlemektir. Hiyerarşik yapıyı oluştururken, en az bir konu detaylı olarak yer alarak problemi mümkün olduğunca temsil etmeli, fakat diğer elemanların önemini yitirmesine de sebep olmamalıdır (Saaty, 1980).

AHP, problemi hiyerarşik yapı oluşturarak, alt problemlerin daha kolay anlaşılabilir ve değerlendirilebilir hale getirerek çözümünü sağlar. Tüm alternatifler nümerik olarak değerlendirilerek tarafsız bir yaklaşım sağlar (Bhushan ve Rai, 2003).

AHP’de, karar vericinin amacı doğrultusunda kriterlerin ve ona ait olan alt kriterlerin belirlenip, hiyerarşik yapının oluşturulması ilk adımdır. Bu süreçte, öncelikle amaç belirlenir ve bu amaç doğrultusunda seçimi etkileyen kriterler ortaya konur. Daha sonra kriterler göz önüne alınarak potansiyel alternatifler belirlenir. Sonuçta karar için hiyerarşik bir yapı oluşturulmuş olur (Saaty, 1980).

AHP, çoklu kriterli karar vermeye yardımcı olmak için tasarlanmıştır. Bu sürecin 3 ana aşaması vardır. Bunlar:

- Bir amaç ve alt özellikleri birbirine bağlayan bir hiyerarşi oluşturarak problemi ortaya koymak,
- Her seviyedeki kriterleri birbiri ile kıyaslamasını yapmak,
- Alt kriterleri, üst kriterlere bağlayarak çözmek.

Alternatifler ise hiyerarşik düzende en alta yazılır. İkili karşılaştırmalar, üzerinde bulunan kriterlere bağlı kalmak koşulu ile aynı seviyede bulunan kriterler arasında yapılır. Karşılaştırmalar, amaca uygunluğa ve öneme göre yapılmalıdır (Saaty, 1980).

Rasyonel olarak AHP:

- Problemi çözme amacına odaklıdır,
- Çözüm için gerekli etkileşim ve ilişki yapısını geliştirebilmek için problem hakkında yeteri kadar bilgiye sahiptir,
- Öncelikli etki ve baskınlığa (hedefin önem veya tercihe göre)
- En iyi karşılaştırmayı yaratabilmek için fikirler arası farklılıkların oluşmasına izin verir.

AHP ile karar verme sürecinde aşağıdaki yol izlenmelidir:

1. Ana hedef belirlenmeli. Ana sorunun ne olduğu araştırılmalı.
2. Ana hedefin alt hedefleri belirlenmeli. Eğer gerekliyse kararı etkileyebilecek zaman faktörü belirlenmeli.
3. Alt hedefler ile ana hedef arasındaki ana kriterler belirlenmeli.
4. Her kriter için alt kriter düşünülmeli. Ana veya alt kriterlerin değerleri düşük, orta veya yüksek önem şeklinde belirtilmeli.
5. Çözüm için araştırılan firmalar belirtilmeli.
6. Firmaların hedefleri belirlenmeli.
7. Ana ilkeler belirlenmeli.
8. Seçenekler ve sonuçlar belirlenmeli.
9. En tercih edilebilir sonucun seçilip, bu kararın uygulanması ile uygulanmaması arasındaki mali farklılıkların kıyaslaması yapılmalı.
10. Fayda/maliyet analizleri yapılmalı (Saaty ve Vargas, 2012).

AHP'nin teorik alt yapısı 4 aksiyoma dayandırılmıştır.

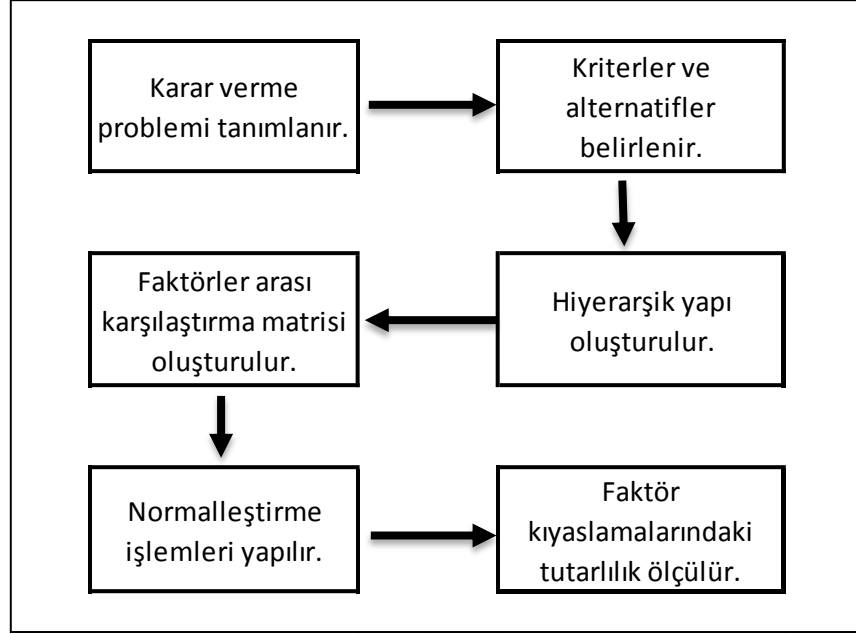
Aksiyom 1 (Karşılık Olma): Eğer i 'inci kriterin j 'inci kritere göre önem derecesi x ise, j 'inci kriterin i 'inci kritere göre önem derecesi $1/x$ olacaktır ($a_{ij}=x$ ise $a_{ji}=1/x$).

Aksiyom 2 (Homojenlik): İkili karşılaştırmalarda a ve b kriterlerinden biri diğerine göre sonsuz kez üstün kabul edilemez.

Aksiyom 3 (Bağımsızlık): Kriterler ve alternatifler kendi aralarında birbirlerinden bağımsızdır.

Aksiyom 4: Bir karar problemi hiyerarşik yapıda sunulabilir (Saaty, 1990).

5.1.1 AHP çözümü



Şekil 5.1: Analitik hiyerarşi yöntemi işlem basamakları.

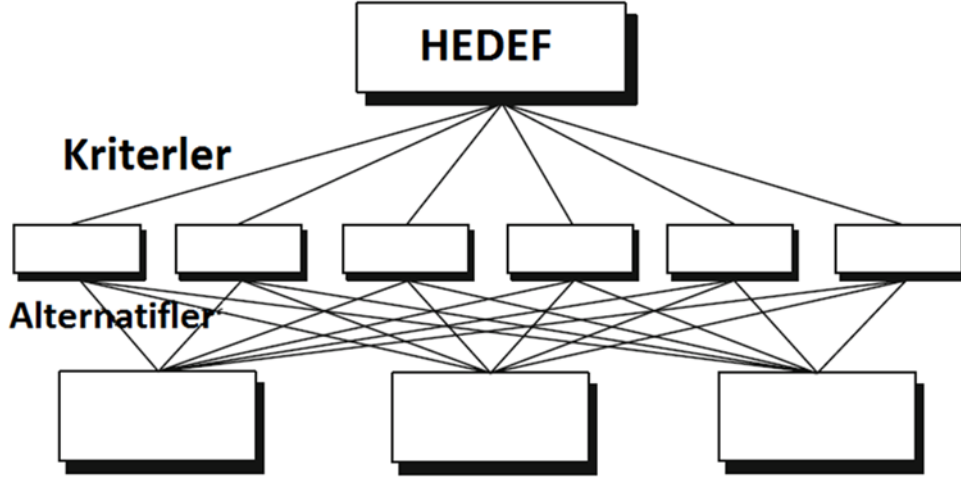
Adım 1: Karar verme problemi tanımlanır.

Karar verme probleminin tanımlanması, iki aşamadan oluşturulur. Birinci aşamada karar noktaları saptanır. Diğer bir deyişle karar kaç sonuç üzerinden değerlendirilecektir sorusuna cevap aranır. İkinci aşamada ise karar noktalarını etkileyen faktörler saptanır. Bu çalışmada karar noktalarının sayısı m , karar noktalarını etkileyen faktör sayısı ise n ile sembolize edilmiştir. Özellikle sonucu etkileyecek faktörlerin sayısının doğru belirlenmesi ve her bir faktörün detaylı tanımlarının yapılması, ikili karşılaştırmaların tutarlı ve mantıklı yapılabilmesi açısından önemlidir (Yaralıoğlu, 2004).

Adım 2: Kriterlerin ve alternatiflerin belirlenir.

AHP çözüm yöntemi seçildikten sonra ilk olarak problem tanımlanır. Daha sonra problem ile ilgili olarak seçilecek olan alternatifin sahip olması gereken ana ve varsa alt kriterler belirlenir. Kriterlerin tanımlanması sırasında bir ihtiyaç listesinin

oluşturulması gerekir. Son olarak da karar verilirken hedefe ulaşmak için dikkate alınması gereken tüm alternatif seçenekler saptanır (Özden, 2008).



Şekil 5.2: AHP örnek hiyerarşi yapısı.

Adım 3: Hiyerarşik yapı oluşturulur.

Belirlenen ana ve alt kriterlere göre bir hiyerarşik yapı oluşturulur.

Adım 4: Faktörler arası karşılaştırma matrisi oluşturulur.

Faktörler arası karşılaştırma matrisi, $n \times n$ boyutlu bir kare matristir. Bu matrisin köşegeni üzerindeki matris bileşenleri 1 değerini alır. Karşılaştırma matrisi aşağıda gösterilmiştir (Yaralıoğlu, 2004).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

AHP yönteminde öz vektör değerleri hesaplanırken; yapılan ikili karşılaştırmalar köşegen üstü hücrelere kaydedilir. Köşegen değerleri 1 dir. Köşegen üstü değerler X_{ij} ile gösterilirse köşegen altı değerler $X_{ji} = (1 / X_{ij})$ şeklinde ifade edilir (Necip, 2005).

Karşılaştırma matrisi hazırlanırken Çizelge 5.1’de bulunan önem skalası Çizelgesu kullanılır. Örneğin birinci faktör üçüncü faktöre göre karşılaştırmayı yapan tarafından daha önemli görünüyorsa, bu durumda karşılaştırma matrisinin birinci satır üçüncü sütun bileşeni 3 değerini alacaktır. Aksi durumda yani birinci faktörün üçüncü faktörle karşılaştırılmasında, daha önemli tercihi üçüncü faktörden yana kullanılacaksa bu durumda karşılaştırma matrisinin birinci satır üçüncü sütun bileşeni 1/3 değerini alacaktır. Aynı karşılaştırmada birinci faktörle üçüncü faktörün karşılaştırılmasında faktörler eşit öneme sahip oldukları yönünde tercih kullanılıyorsa bu durumda bileşen 1 değerini alacaktır (Yaralıoğlu, 2004).

Çizelge 5.1: AHP Önem Skalası

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu
3	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu
5	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu
7	1. Faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. Faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2,4,6,8	Ara değerler

Adım 5: Normalleştirme işlemlerinin yapılır.

Bu işlem her bir matris sütununun toplamının bütün sütun elemanlarının değerlerine bölünmesiyle sağlanır. Normalleştirilmiş matris kullanılarak her bir satır değerleri toplanarak bulunur ve matrisin boyutuna bölünerek her bir kriter için yüzde önem ağırlıkları belirlenir (Toksarı, 2007).

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix}$$

B sütun vektörlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formülünden yararlanılır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (5.1.)$$

Örneğin değerlendirme faktörlerinin birbirleriyle karşılaştırılmalarını gösteren A karşılaştırma matrisi aşağıdaki gibi tanımlanmışsa ve B_1 vektörü hesaplanmak isteniyorsa,

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 5 \\ 3 & 1 & 4 \\ 1/5 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}$$

bu durumda B_1 vektörünün b_{11} elemanı, $b_{11} = \frac{1}{1+3+0,2}$ olarak hesaplanacaktır.

Benzer şekilde B_1 vektörünün diğer elemanları hesaplandığında, vektör aşağıdaki gibi elde edilebilir ve sütun vektörünün bileşenleri toplandığında toplamın 1 olduğu görülebilir (Yaralıoğlu, 2004).

$$B_1 = \begin{bmatrix} 0,238 \\ 0,714 \\ 0,048 \end{bmatrix}$$

Daha sonra normalize edilmiş olan matriste her alternatif veya kriter için oluşmuş satır toplamı alınmalıdır. Elde edilen bu değer kriter veya alternatifler için öncelik değerleridir. Öncelik değerlerinin oluşturduğu matris öncelik vektör matrisidir. Öncelik vektör matrisindeki her kriter/alternatif için öncelik değeri o kriter/alternatife ait ikili karşılaştırma matrisinde bulunan sütundaki tüm elemanlarla çarpılarak

ağırlıklandırılmış toplam matris elde edilir. Ağırlıklandırılmış toplam matristeki satır toplam değerleri öncelik vektör matrisi satır değerlerine bölünür. Oluşturulan son matristeki değerlerin aritmetik ortalaması alınarak öz değer (λ_{max}) değeri hesaplanır (Özyörük ve Özcan, 2008).

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (5.2)$$

W vektörü aşağıda gösterilmiştir.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix}$$

Yukarıdaki örnek çözüldüğünde öncelik vektörünün elemanları aşağıdaki gibi hesaplanabilir. Bu durumda her üç faktör birlikte değerlendirildiğinde yaklaşık değerlerle, birinci faktör % 32, ikinci faktör % 58 ve üçüncü faktör % 10 öneme sahip olacaktır (Yaralıoğlu, 2004).

$$W = \begin{bmatrix} \frac{0,238 + 0,210 + 0,500}{3} \\ \frac{0,714 + 0,632 + 0,400}{3} \\ \frac{0,048 + 0,1580 + 0,100}{3} \end{bmatrix} \cong \begin{bmatrix} 0,32 \\ 0,58 \\ 0,10 \end{bmatrix}$$

Adım 6: Faktör kıyaslamalarındaki tutarlılık ölçülür.

AHP’de tutarlılık denince tercihler arasında geçişli (transitive) olma ve tercihlerin önem ilişkileri anlaşılmaktadır. Geçişli tercih denince eğer A, B’ye tercih ediliyor ve B de C’ye tercih ediliyorsa o zaman A, C’ye tercih edilmelidir anlaşılmalıdır. Tercihinin önemi denince şu anlaşılmalıdır; Eğer A B’den 2 kez önemli ise ve B C’den 3 kez önemli ise, o zaman A C’den 6 kez önemli olmalıdır. Çoğu kez karar verici bu tip ilişkiyi doğru şekilde nicelendiremeyebilir. Sonuç olarak bu ilişkinin ihlal edilmesi tutarsızlığa sebep olur (Vila ve Beccue, 1995).

Tutarlılık analizi ikili karşılaştırma sonucunda elde edilen değerlerin yani önceliklerin birbirleriyle olan mantıksal ve matematiksel ilişkisidir. Tutarlılık analizi yapılarak ikili karşılaştırmaların tutarlılık derecesi ölçülür. Tutarlılık oranı adı verilen bu ölçü, karar vericilerin ikili karşılaştırmalardaki yanlış değerlendirmeleri tespit edebilmelerine imkan verir. Bu imkan yalnızca dikkatsizce yapılan hataların azaltılabilmesini sağlamakla kalmaz aynı zamanda karar vericilerin bir yada daha fazla sayıdaki karşılaştırmadaki hatalarını yada yaptığı abartmalı değerlendirmeleri gösterir (Koçak, 2005).

AHP kendi içinde ne kadar tutarlı bir sistematiğe sahip olsa da sonuçların gerçekçiliği doğal olarak, karar vericinin faktörler arasında yaptığı birebir karşılaştırmadaki tutarlılığa bağlı olacaktır. AHP bu karşılaştırmalardaki tutarlılığın ölçülebilmesi için bir süreç önermektedir. Sonuçta elde edilen Tutarlılık Oranı (CR) ile bulunan öncelik vektörünün ve dolayısıyla faktörler arasında yapılan birebir karşılaştırmaların tutarlılığın test edilebilmesi imkânını sağlamaktadır. AHP, CR hesaplamasının özünü, faktör sayısı ile Temel Değer adı verilen (λ) bir katsayının karşılaştırılmasına dayandırmaktadır. λ 'nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü elde edilir (Yaralıoğlu, 2004).

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix}$$

(5.1) formülünde tanımlandığı gibi, bulunan D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer (E) elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması ((5.2) formülü) ise karşılaştırmaya ilişkin temel değeri (λ) verir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (5.3)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (5.4)$$

Tutarlılık göstergesinin hesaplanması şu şekilde ifade edilebilir. İkili karşılaştırmalar matrisi, elde edilen göreceli önemler vektörü ile çarpılır, yeni bir vektör elde edilir. Bu vektörün her bir elemanı, göreceli önemler vektöründe karşı gelen elemana bölünerek bir başka vektör elde edilir. En son elde edilen bu sütun vektörünün aritmetik ortalaması alınır. Bu ortalama da en büyük özdeğer (λ_{max})'ın yaklaşık bir sonucunu verir. λ_{max} hesaplandıktan sonra (5.3) denkleminde yerine koyarak tutarlılık göstergesi hesaplanır (Balce, 1993).

λ hesaplandıktan sonra **Tutarlılık Göstergesi (CI)**, (5.3) formülünden yararlanarak hesaplanabilir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (5.5)$$

Son aşamada ise CI, **Random Gösterge (RI)** olarak adlandırılan ve Çizelge 5.2' de gösterilen standart düzeltme değerine bölünerek ((5.4 formülü) CR elde edilir. Çizelge 5.2' den faktör sayısına karşılık gelen değer seçilir. Örneğin 3 faktörlü bir karşılaştırmada kullanılacak RI değeri Çizelge 5.2' den 0.58 olacaktır (Yaralıoğlu, (2004).

Çizelge 5.2: RI Değerleri

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,35	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5.6)$$

AHP'de tutarlılık oranı 0.10 değerinden küçük çıkmalıdır. Bulunan bu değer 0.10 'dan büyük ise ikili karşılaştırma matrisi incelenmeli ve yapılacak düzenlemenin ardından adımlar tekrar edilmelidir (Kapar, 2013).

Yapılan hesaplama sonucunda elde edilen tutarlılık derecesi kabul edilebilir limitin altında ise, değerlendirmeler yenilenmeli, oluşturulan yapı ve süreçler gözden geçirilmeli ve bu aşamaya kadar yürütülen çalışmalar tekrar edilmelidir (Cebeci ve Kılınç, 2008).

Öz vektör yöntemi ile oluşabilecek tutarsızlıkların kendiliğinden kontrolü yapılmış olur. Saaty'nin çalışmalarına göre, Amax değeri her zaman n sayısına ya eşittir ya da ondan büyüktür. Dahası deltamax- n ile tutarsızlığın derecesi hakkında da yorum yapılabilir (Golden, Wasil ve Harker, 1989).

5.2 Kanıtsal Mantık

Daha önce yapılan çalışmalar gösteriyor ki kanıtsal mantık yaklaşımı, değerlendirme sürecinde öznelliği minimuma indirirken firma için kullanışlı birçok bilgiyi sağlamaktadır (Xu ve Yang, 2005).

Kanıtsal mantık tekniği ilk olarak 1967 yılında Dempster tarafından kullanılmıştır. Daha sonra 1976 yılında onun öğrencisi olan Shafer tarafından geliştirilmiştir. Kanıtsal mantık algoritması Dempster ve Shafer tarafından geliştirilen kanıt teorisine dayanmaktadır (Yang ve Singh, 1994).

Kanıtsal mantık yöntemi, karar vericinin tercihlerini 'inanç derecesi' ne göre değerlendirir. İnanç derecesi, bir alternatifin belirli bir kriter üzerindeki yetkinliğine dair beklenti derecesi olarak tanımlanabilir. Bu derece, karar vericinin o kriter hakkındaki bilgi ve deneyimine göre değişkenlik gösterebilir. Karar vericinin, karar aşamasında kesin ve doğru bir karar vermesi için zorlamak veya böyle bir beklenti içerisine girmek, her zaman mantıklı olmayabilir. Bu durumun birden çok sebebi olabilir. İlk olarak, karar vericiler makine değil, insan oldukları için öngörü ile karar vermeye eğilimlidirler. İkinci olarak, karar verici her zaman yeterli bilgi birikimine ve deneyimine sahip olmayabilir. Üçüncü olarak, karar verici fikirlerini sayısal olarak ifade etmekten çok yazılı olarak ifade etmeyi tercih edebilir (Poyhonen, Hamalainen ve Salo, 1997).

Son olarak ise, kriterler veya alternatifler hakkında yeterli bilgi olmayabilir. Kanıtsal mantık yöntemi, tüm bu sorunları uygun bir şekilde sokarak karar vermeyi kolaylaştırır (Sönmez, Holt, Yang ve Graham, 2002).

Dempster ve Shafer'ın geliştirdiği bu teori, belli bir kriter için olan inanç derecesini belirtmek amacıyla 0 ile 1 arasındaki numaraları kullanmıştır (Palacharla ve Nelson, 1994).

Kanıtsal mantık metodu, karar verme süreçlerinde mühendislikten yönetime kadar bir çok alanda kullanılmaktadır. Bu yöntemin kullanımında aşağıdaki yöntemler izlenebilir:

- 1) Problemin hiyerarşisi oluşturulur.
- 2) Her ana ve alt kriterlere kendi önem ağırlıkları atanır.
- 3) Ana ve alt kriterlerin değerleri kalitatif veya kanitatif oluşuna bağlı olarak belirlenir.
- 4) Her alternatif için hiyerarşik yapıyı koruyarak 0 ile 1 arasında değer atanır.
- 5) Eğer bir ana kriterin alt kriteri varsa ve ana ve alt kriterlerin değerlerinin türü farklıysa, ayrıca bir değerlendirme yapılır.
- 6) Her alternatifin kendi kalitatif ve kantitatif değerlerinin miktarları belirlenir.
- 7) Son aşama olarak, alternatifler arasında derecelendirme yapılarak en iyi seçenek belirlenir (Yang ve Singh, 1994).

Genel olarak bakıldığında, performans değerlendirilmesi yaklaşımında kanıtsal mantık yönteminin kullanılmasının 3 avantajı vardır. İlk olarak, modelleme için belli bir çerçeve sunar ve hem objektif hem de subjektif verileri, belirsizlik altında olsalar bile birbiri ile sentezler. İkincisi, kanıtsal mantık yaklaşımı her alternatif için kriterlerin dağıtılmış değerlerini gösterir. Böylelikle her bir alternatifin güçlü ve zayıf yönlerini bulmak için yardımcı olabilir. Üçüncüsü, dağıtık değerlendirmelere dayalı kanıtsal mantık yaklaşımı üretilen sayısal puanlar alternatifleri sıralamak için yardımcı olabilir (Xu, McCarthy ve Yang, 2006).

Kanıtsal mantık yönteminde kullanılacak olan puanlamaların önem skalası tablosu ise aşağıdaki gibidir:

Çizelge 5.3: Kanıtsal Mantık Önem Skalası

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	ÇOK KÖTÜ
2	ÇOK KÖTÜ-KÖTÜ
3	KÖTÜ
4	KÖTÜ-ORTA
5	ORTA
6	ORTA-İYİ
7	İYİ
8	İYİ-ÇOK İYİ
9	ÇOK İYİ

6. UYGULAMA

6.1 Proje Hakkında Bilgi

Araştırma için verileri kullanılan proje Sancaktepe/İstanbul'da bulunmaktadır. Toplam 28 bloktan oluşan projenin bilgileri ise aşağıdaki gibidir:

Arazi Alanı	: 81.500 m ²
İnşaat Alanı	: 260,000 m ²
Blok Sayısı	: 28 Adet
Proje Başlangıç Tarihi	: 1 Şubat 2014
Proje Tamamlanma Tarihi	: 30 Aralık 2016

6.2 Firmalar Hakkında Bilgi

Araştırmada kullanılan proje için teklif alınan toplamda 7 firma vardır. Bu 7 firma, yapılan davet sonrası öncelikle ön yeterlilik aşamasından geçmiş, belli bir başarı ve referansa sahip firmalardır.

6.3 Mekanik Tasarımcısı Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi

Araştırma için kriterler belirlenirken mevcut piyasanın koşulları düşünülmüş ve dikkat edilmesi gereken hususlar belirlenmiştir. Bunun sonucunda biri 3 diğeri 2 alt kriterden oluşan toplamda 7 ana kriter belirlenmiştir.

6.3.1 Fiyat

Şüphesiz ki, proje yönetim firmasının ve işverenin tasarımcı seçiminde ilk dikkat ettikleri şey verilen tekliflerdir. İşveren ve proje yönetim firmasının projede en çok dikkat etmeleri gereken şeyin proje bütçesi olduğu düşünülürse, bütün dikkatin teklifler üzerine yoğunlaşması beklenen bir yaklaşımdır.

Yapılan analizlerin sonuçları gösteriyor ki, fiyat, deneyim, teknik ve yönetsel yaklaşımlar ve kalifikasyon, seçim sürecinde dikkat edilen en önemli kriterlerdir. Ayrıca, projenin büyüklüğü arttıkça, teklif verilen fiyatın önemi de artmaktadır (Xial, Chan, Zuo ve Molenaar, 2013).

Fiyat kriterinin öneminin bilinmesinin yanında, diğer kriterler arasındaki önemi de araştırılmak üzere bu çalışmada yer verilmiştir.

6.3.2 Deneyim

Firma seçiminde, firmanın bu sektörde ne kadar çalıştığı, hangi deneyimlere sahip olduğu ve hangi aralıkta ki proje çeşitliliğinde çalıştığı, firma başarısının bir göstergesi olması nedeniyle bu çalışmada yer almıştır.

Araştırmalar gösteriyor ki, tasarımcıların kalifikasyon, deneyim ve geçmiş projelerde gösterilen başarı gibi özellikleri, ihale sürecinde seçim aşamasının en önemli rolünü üstlenmiştir (Xial, Chan, Zuo ve Molenaar, 2013).

6.3.3 Referans

Firmaların daha önce çalıştığı proje sayısı, tasarımcı seçimi kriterleri arasında ki önemi merak edilip araştırılmak üzere çalışma içine dâhil edilmiştir.

6.3.4 Bitirilen en büyük proje

Tasarımcı seçimi sürecinde dikkat edilen kriterlerde, araştırılan konular arasında firmaların bitirdikleri ne büyük projenin m2 bilgisi bulunmaktadır. Proje yönetim firmasının ve işverenin bu konu hakkında ki görüşlerini almak amacıyla araştırmaya konulmuştur.

6.3.5 Hizmet kalitesi

Hizmet kalitesi olarak başlıklandırılan kriter, 3 alt başlıktan oluşmaktadır. Bu başlıkta, firmaların vereceği hizmet kalitesinin puanlandırılmasına ve dönüş hızı, toplantılara katılma oranı ve kalifiye eleman bulundurma kriterleri puanlandırılmıştır.

6.3.5.1 Dönüş hızı

Proje aşamasında herhangi bir sorun ile karşılaşıldığında çalışılan firmalar ile her zaman iletişim halinde olunması, problem çözme için kolaylaştıracağı için çok önemlidir. Herhangi bir konunun anlaşılması durumunda veya proje üzerinde bir

hata/eksiklik fark edilmesi durumunda tasarımcı ile o an temas kurup problemi çözerek yola devam etmek, projenin aksatmasına sebep olacağı için dikkat edilmesi gereken bir husustur. En küçük bir problem bile o an çözülmezse zamanla büyüyerek projeyi çıkmaza sokabilir.

6.3.5.2 Toplantılara katılma oranı

Yapılan çalışmada, proje yönetim firmasının önceki projelerde beraber çalıştığı firmaların toplantılara katılma durumları, toplantıya hazırlıklı gelmeleri ve toplantı tutanaklarını takipleri göz önüne alarak puanlama yapılmıştır. Yukarıda sayılan maddeler, işveren ve proje yönetim firmasının işini kolaylaştıran eylemler olduğu için proje başarısını etkilemektedir. Dolayısıyla firma seçiminde de göz önünde bulundurulması gerektiği düşünülen özelliklerden biridir.

6.3.5.3 Kalifiye eleman bulundurma

Projenin başarısını tasarım kalitesi ve yapılan inşaatın kalitesi belirler. Bu aşamalarda yapılan çalışmaların başarısını ise, o alanda çalışan kişilerin kalifikasyonu belirler.

Tasarımı yapacak olan firmanın, proje üzerinde başarısını öngörebilmek için bitirdiği projelerin yanında çalışan profiline de bakmak gereklidir. İyi eğitim almış, büyük projelerde görev almış, görev ve sorumluluk bilincinde olan elemanlar ile çalışmak şüphesiz ki daha güvenli olacaktır.

Songer ve Molenaar'ın (1997) başarıyı etkileyen proje kriterlerini bulmak amacıyla yaptığı bir araştırmaya göre; kalifiye eleman bulundurma, hesaplanan kesin proje bedeli, işverenin proje kapsamlılığı, tasarım ve inşaat firmalarının yeterlilik durumları gibi proje başarısını büyük ölçüde etkileyen faktörlerin puanlamalarını geçerek proje başarısını etkileyen kriterlerden en çok puanı alan çalışma alanının iyi belirlenmiş olması ve bu alanların iyi anlaşılmış olması kriterlerinden sonra 3. Sırada gelmektedir.

6.3.6 Çalışılan alan çeşitliliği

Firmaların faaliyet gösterdiği alan sayısının, firma seçimi aşamasındaki önemi araştırılmıştır.

6.3.7 Tasarım kalitesi

Tasarım kalitesi kriteri, tasarımın doğru yapılması ve detayların açık şekilde belirtilmesi ve diğer projeler ile çakışma olmaması olacak şekilde iki alt başlıkta araştırılmıştır.

6.3.7.1 Detayların açık şekilde belirtilmesi

Haydal ve Nikiel'e (2007) göre, tasarım hataları her zaman inşaat başlangıcından önce farkedilemeyebilir ve aksi takdirde çok tehlikeli sonuçlar doğurabilir. Tasarım hataları en çok, basit mühendislik metotlarının doğru anlaşılabilmesi durumlarında, yeterli detay bilgilerinin olmamasında ve uygun değerlendirme yapılmadan yapılan son dakika değişikliklerinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle tasarımcılara yeteri kadar pratik yapmayı önermektedirler. Tasarım başarısızlıkları genellikle, eğer tasarımcılar, inşaat bütçesini aşağıya çekmek için düşük bütçeli malzemelerin kullanılmasını tercih ederse ortaya çıkar. Barrie ve Paulson 1992, inşaat maliyetini azaltmak için düşük bütçeli ve kalitesiz malzeme kullanan tasarımcıları şöyle eleştirmektedirler: bu yöntem, ileride yapılacak olan bakım masraflarını arttıracak için toplam inşaat tutarını yüksek ölçüde arttırmaktadır. Buna ek olarak, devamında ciddi davalara neden olabilecek facialara sebep olmaktadır (Acharya, Lee ve Kim, 2006).

Tasarım hataları yaygınlığı ve bunların sonucu, kuruluşların finansal performanslarını olumsuz etkilemektedir. Köprü, konut ve diğer inşaat alanlarında, tasarım hataları iş kazaları oranını %80-90 gibi oranlara çıkarabildiği söylenebilir (Lopez ve Love, 2012).

6.3.7.2 Diğer tasarım projeleri ile çakışma olmaması

İnşa edilebilirlik, endüstriyel ve akademik kuruluşların dikkatini çeken nispeten yeni bir terimdir. İnşa edilebilirlik, genel proje hedeflerine ulaşmak için inşaat bilgi ve uzmanlık kavramsal planlama, detay mühendislik, tedarik ve saha operasyonları süreçlerinin optimum kullanımı olarak tanımlanmaktadır (Construction Industry Institute, 1986).

Yedi inşa edilebilirlik maddesi, mühendislik ve satın alma sürecinde uygulanabilir. Bunlar:

1. Tasarım ve satın alma programları inşaat odaklı olmalı,

2. Tasarımlar, inşaatın en verimli olacak şekilde yapılmalı,
3. Tasarımlarda standartlar kullanılmalı
4. Taşıma ve montajı kolaylaştıran modülerlik / ön montaj tasarımları kullanımı araştırılmalı,
5. Tasarımlar, tüm kaynaklara ulaşılabilecek şekilde yapılmalı,
6. Tasarımlar, olumsuz ortamlarda bulunan inşaatları kolaylaştıracak şekilde olmalı,
7. Şartnameler, gereksiz karmaşık inşaat yöntemleri, inşaat malzemeleri, montaj toleransları veya alan operasyonları engelleyen diğer şartları empoze etmemelidir (Eldin, 1998).

6.4 Ahp ile Çözüm

AHP yöntemi ile mekanik tasarımcısı seçimi araştırması için öncelikle gerekli verilerin toplanması aşaması tamamlandı. Bu aşamada öncelikle hedefin ana ve alt kriterleri belirlendi. Projede görevli olan 4 yetkili kişiden, teklif alınan firmalar ve kriterlerden oluşan puanlama matrislerini doldurmaları istendi. Veri toplama aşaması tamamlandıktan sonra, bu verilerin hesaplanması için Super Decision yazılımı tercih edilmiştir.

Karar verici dört kişinin verileri aşağıdaki gibidir:

- 1) Ana kriterlerin karşılaştırılması:

Çizelge 6.1: Karar verici 1'in ana kriterlerin karşılaştırma tablosu

		1	2	3	4	5	6	7
KV1		FİYAT (TL)	DENEYİM (YIL)	REFERANS (AD)	BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE (M2)	HİZMET KALİTESİ (K)	ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ (AD)	TASARIM KALİTESİ (K)
1	FİYAT (TL)	1	3	3	6	2	3	4
2	DENEYİM (YIL)	0,5	1	1	0,5	1	1	1
3	REFERANS (AD)	0,5	1	1	1	1	1	0,5
4	BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE (M2)	0,2	2	1	1	1	1	0,5
5	HİZMET KALİTESİ (K)	0,67	1	1	1	1	2	1
6	ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ (AD)	0,5	1	1	1	0,5	1	0,5
7	TASARIM KALİTESİ (K)	0,33	1	2	2	1	2	1

Çizelge 6.2: Karar verici 2'nin ana kriterlerin karşılaştırma tablosu

		1	2	3	4	5	6	7
KV2		FİYAT (TL)	DENEYİM (YIL)	REFERANS (AD)	BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE (M2)	HİZMET KALİTESİ (K)	ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ (AD)	TASARIM KALİTESİ (K)
1	FİYAT (TL)	1	2	1	3	3	7	1
2	DENEYİM (YIL)	0,5	1	0,5	2	2	4	0,5
3	REFERANS (AD)	1	2	1	3	3	7	1
4	BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE (M2)	0,33	0,50	0,33	1,00	1,00	2,00	0,33
5	HİZMET KALİTESİ (K)	0,33	0,50	0,33	1,00	1,00	2,00	0,33
6	ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ (AD)	0,14	0,25	0,14	0,50	0,50	1,00	0,14
7	TASARIM KALİTESİ (K)	1	2	1	3	3	7	1

Çizelge 6.3: Karar verici 3'ün ana kriterlerin karşılaştırma tablosu

		1	2	3	4	5	6	7
KV3		FİYAT (TL)	DENEYİM (YIL)	REFERANS (AD)	BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE (M2)	HİZMET KALİTESİ (K)	ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ (AD)	TASARIM KALİTESİ (K)
1	FİYAT (TL)	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	6,00	4,00
2	DENEYİM (YIL)	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	6,00	4,00
3	REFERANS (AD)	0,50	0,50	1,00	2,00	3,00	5,00	3,00
4	BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE (M2)	0,33	0,33	0,50	1,00	0,50	6,00	0,33
5	HİZMET KALİTESİ (K)	0,25	0,25	0,33	2,00	1,00	5,00	0,50
6	ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ (AD)	0,17	0,17	0,20	0,17	0,20	1,00	0,25
7	TASARIM KALİTESİ (K)	0,25	0,25	0,33	3,00	2,00	4,00	1,00

Çizelge 6.4: Karar verici 4'ün ana kriterlerin karşılaştırma tablosu

		1	2	3	4	5	6	7
KV4		FİYAT (TL)	DENEYİM (YIL)	REFERANS (AD)	BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE (M2)	HİZMET KALİTESİ (K)	ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ (AD)	TASARIM KALİTESİ (K)
1	FİYAT (TL)	1,00	2,00	2,00	3,00	3,00	6,00	3,00
2	DENEYİM (YIL)	0,50	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00	2,00
3	REFERANS (AD)	0,50	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00	2,00
4	BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE (M2)	0,33	0,50	0,50	1,00	1,00	2,00	1,00
5	HİZMET KALİTESİ (K)	0,33	0,50	0,50	1,00	1,00	2,00	1,00
6	ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ (AD)	0,17	0,33	0,33	0,50	0,50	1,00	2,00
7	TASARIM KALİTESİ (K)	0,33	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	1,00

2) Hizmet kalitesi ana kriterinin alt kriterlerinin kıyaslaması:

Çizelge 6.5: Karar verici 1'in hizmet kalitesi ana kriteri alt kriterleri puan tablosu:

		a	b	c
5.		DÖNÜŞ HIZI (K)	TOPLANTILARA KATILMA ORANI (K)	KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA (K)
a	DÖNÜŞ HIZI (K)	1	2	1
b	TOPLANTILARA KATILMA ORANI (K)	0,5	1	1
c	KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA (K)	1	1	1

Çizelge 6.6: Karar verici 2'nin hizmet kalitesi ana kriteri alt kriterleri puan tablosu:

		a	b	c
5.		DÖNÜŞ HIZI (K)	TOPLANTILARA KATILMA ORANI (K)	KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA (K)
a	DÖNÜŞ HIZI (K)	1	1	1
b	TOPLANTILARA KATILMA ORANI (K)	1	1	1
c	KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA (K)	1	1	1

Çizelge 6.7: Karar verici 3'ün hizmet kalitesi ana kriteri alt kriterleri puan tablosu:

		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
5.		<i>DÖNÜŞ HIZI (K)</i>	<i>TOPLANTILARA KATILMA ORANI (K)</i>	<i>KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA (K)</i>
<i>a</i>	<i>DÖNÜŞ HIZI (K)</i>	1	3	0,5
<i>b</i>	<i>TOPLANTILARA KATILMA ORANI (K)</i>	0,333333333	1	0,333333333
<i>c</i>	<i>KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA (K)</i>	2	3	1

Çizelge 6.8: Karar verici 4'ün hizmet kalitesi ana kriteri alt kriterleri puan tablosu:

		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
5.		<i>DÖNÜŞ HIZI (K)</i>	<i>TOPLANTILARA KATILMA ORANI (K)</i>	<i>KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA (K)</i>
<i>a</i>	<i>DÖNÜŞ HIZI (K)</i>	1	2	0,333333333
<i>b</i>	<i>TOPLANTILARA KATILMA ORANI (K)</i>	0,5	1	0,166666667
<i>c</i>	<i>KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA (K)</i>	3	6	1

3) Tasarım kalitesi ana kriterinin alt kriterleri kıyaslaması:

Çizelge 6.9: Karar verici 1'in tasarım kalitesi ana kriteri alt kriterleri puan tablosu:

		<i>a</i>	<i>b</i>
7.		<i>DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ (K)</i>	<i>DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI (K)</i>
<i>a</i>	<i>DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ (K)</i>	1	2
<i>b</i>	<i>DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI (K)</i>	0,5	1

Çizelge 6.10: Karar verici 2'nin tasarım kalitesi ana kriteri alt kriterleri puan tablosu:

		<i>a</i>	<i>b</i>
7.		<i>DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ (K)</i>	<i>DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI (K)</i>
<i>a</i>	<i>DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ (K)</i>	1	1
<i>b</i>	<i>DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI (K)</i>	1	1

Çizelge 6.11: Karar verici 3'ün tasarım kalitesi ana kriteri alt kriterleri puan tablosu:

		<i>a</i>	<i>b</i>
7.		<i>DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ (K)</i>	<i>DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI (K)</i>
<i>a</i>	<i>DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ (K)</i>	1	0,2
<i>b</i>	<i>DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI (K)</i>	5	1

Çizelge 6.12: Karar verici 4'ün tasarım kalitesi ana kriteri alt kriterleri puan tablosu:

		<i>a</i>	<i>b</i>
7.		<i>DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ (K)</i>	<i>DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI (K)</i>
<i>a</i>	<i>DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ (K)</i>	1	0,33333333
<i>b</i>	<i>DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI (K)</i>	3	1

4) Fiyat kriterinin kıyaslanması:

Çizelge 6.13: Fiyat kriteri karar verici 1'in puanları:

FİYAT	A	B	C	D	E	F
A	1,00	0,50	2,00	1,00	2,00	2,00
B	2,00	1,00	4,00	2,00	3,00	3,00
C	0,50	0,25	1,00	0,50	2,00	2,00
D	1,00	0,50	2,00	1,00	2,00	2,00
E	0,50	0,33	0,50	0,50	1,00	1,00
F	0,50	0,33	0,50	0,50	1,00	1,00

Çizelge 6.14: Fiyat kriteri karar verici 2'nin puanları:

FİYAT	A	B	C	D	E	F
A	1,00	0,25	8,00	4,00	6,00	5,00
B	4,00	1,00	9,00	5,00	7,00	6,00
C	0,13	0,11	1,00	0,20	0,50	0,25
D	0,25	0,20	5,00	1,00	4,00	3,00
E	0,17	0,14	2,00	0,25	1,00	0,33
F	0,20	0,17	4,00	0,33	3,00	1,00

Çizelge 6.15: Fiyat kriteri karar verici 3'ün puanları:

FİYAT	A	B	C	D	E	F
A	1,00	0,25	6,00	1,00	4,00	3,00
B	4,00	1,00	9,00	5,00	7,00	6,00
C	0,17	0,11	1,00	0,20	0,50	0,33
D	1,00	0,20	5,00	1,00	4,00	3,00
E	0,25	0,14	2,00	0,25	1,00	2,00
F	0,33	0,17	3,00	0,33	0,50	1,00

Çizelge 6.16: Fiyat kriteri karar verici 4'ün puanları:

FİYAT	A	B	C	D	E	F
A	1,00	0,50	4,00	2,00	3,00	3,00
B	2,00	1,00	8,00	3,00	6,00	5,00
C	0,25	0,13	1,00	0,33	1,00	0,50
D	0,50	0,33	3,00	1,00	2,00	2,00
E	0,33	0,17	1,00	0,50	1,00	1,00
F	0,33	0,20	2,00	0,50	1,00	1,00

5) Deneyim kriterinin kıyaslanması:

Çizelge 6.17: Deneyim kriteri karar verici 1'in puanları:

DENEYİM	A	B	C	D	E	F
A	1	1	1	1	1	1
B	1	1	1	1	1	1
C	1	1	1	1	1	1
D	1	1	1	1	1	1
E	1	1	1	1	1	1
F	1	1	1	1	1	1

Çizelge 6.18: Deneyim kriteri karar verici 2'nin puanları:

DENEYİM	A	B	C	D	E	F
A	1,00	4,00	1,00	2,00	0,25	0,33
B	0,25	1,00	0,33	0,50	0,13	0,14
C	1,00	3,00	1,00	2,00	0,25	0,33
D	0,50	2,00	0,50	1,00	0,20	0,25
E	4,00	8,00	4,00	5,00	1,00	2,00
F	3,00	7,00	3,00	4,00	0,50	1,00

Çizelge 6.19: Deneyim kriteri karar verici 3'ün puanları:

DENEYİM	A	B	C	D	E	F
A	1,00	3,00	1,00	2,00	0,25	0,33
B	0,33	1,00	0,33	0,50	0,13	0,14
C	1,00	3,00	1,00	2,00	0,25	0,33
D	0,50	2,00	0,50	1,00	0,20	0,25
E	4,00	8,00	4,00	5,00	1,00	2,00
F	3,00	7,00	3,00	4,00	0,50	1,00

Çizelge 6.20: Deneyim kriteri karar verici 4'ün puanları:

DENEYİM	A	B	C	D	E	F
A	1,00	3,00	1,00	2,00	0,25	0,33
B	0,33	1,00	0,33	0,50	0,14	0,17
C	1,00	3,00	1,00	2,00	0,25	0,33
D	0,50	2,00	0,50	1,00	0,20	0,25
E	4,00	7,00	4,00	5,00	1,00	2,00
F	3,00	6,00	3,00	4,00	0,50	1,00

6) Referans kriterinin kıyaslanması:

Çizelge 6.21: Referans kriteri karar verici 1'in puanları:

REFERANS	A	B	C	D	E	F
A	1	1	1	1	0,5	1
B	1	1	1	1	0,5	1
C	1	1	1	1	0,5	1
D	1	1	1	1	0,5	1
E	2	2	2	2	1	2
F	1	1	1	1	0,5	1

Çizelge 6.22: Referans kriteri karar verici 2'nin puanları:

REFERANS	A	B	C	D	E	F
A	1,00	0,33	0,20	2,00	0,13	0,25
B	3,00	1,00	0,25	4,00	0,14	0,33
C	5,00	4,00	1,00	6,00	0,20	3,00
D	0,50	0,25	0,17	1,00	0,11	0,20
E	8,00	7,00	5,00	9,00	1,00	6,00
F	4,00	3,00	0,33	5,00	0,17	1,00

Çizelge 6.23: Referans kriteri karar verici 3'ün puanları:

REFERANS	A	B	C	D	E	F
A	1,00	0,50	0,25	2,00	0,20	0,33
B	2,00	1,00	0,33	3,00	0,25	0,50
C	4,00	3,00	1,00	5,00	0,50	2,00
D	0,50	0,33	0,20	1,00	0,17	0,25
E	5,00	4,00	2,00	6,00	1,00	3,00
F	3,00	2,00	0,50	4,00	0,33	1,00

Çizelge 6.24: Referans kriteri karar verici 4'ün puanları:

REFERANS	A	B	C	D	E	F
A	1,00	0,50	0,25	2,00	0,17	0,33
B	2,00	1,00	0,33	3,00	0,20	0,50
C	4,00	3,00	1,00	5,00	0,33	2,00
D	0,50	0,33	0,20	1,00	0,14	0,25
E	6,00	5,00	3,00	7,00	1,00	4,00
F	3,00	2,00	0,50	4,00	0,25	1,00

7) Bitirilen en büyük proje kriterinin kıyaslanması:

Çizelge 6.25: Bitirilen en büyük proje kriteri karar verici 1'in puanları:

BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE	A	B	C	D	E	F
A	1	4	3	3	3	3
B	0,25	1	0,5	0,5	0,5	0,5
C	0,33	2	1	1	1	1
D	0,33	2	1	1	1	1
E	0,33	2	1	1	1	1
F	0,33	2	1	1	1	1

Çizelge 6.26: Bitirilen en büyük proje kriteri karar verici 2'nin puanları:

BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE	A	B	C	D	E	F
A	1,00	9,00	8,00	7,00	6,00	5,00
B	0,11	1,00	0,50	0,33	0,25	0,17
C	0,13	2,00	1,00	0,50	0,33	0,20
D	0,14	3,00	2,00	1,00	0,50	0,25
E	0,17	4,00	3,00	2,00	1,00	0,33
F	0,20	6,00	5,00	4,00	3,00	1,00

Çizelge 6.27: Bitirilen en büyük proje kriteri karar verici 3'ün puanları:

BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE	A	B	C	D	E	F
A	1,00	9,00	7,00	6,00	5,00	4,00
B	0,11	1,00	0,50	0,33	0,20	0,17
C	0,14	2,00	1,00	0,50	0,25	0,20
D	0,17	3,00	2,00	1,00	0,33	0,25
E	0,20	5,00	4,00	3,00	1,00	0,33
F	0,25	6,00	5,00	4,00	3,00	1,00

Çizelge 6.28: Bitirilen en büyük proje kriteri karar verici 4'ün puanları:

BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE	A	B	C	D	E	F
A	1,00	9,00	8,00	7,00	6,00	5,00
B	0,11	1,00	0,50	0,33	0,25	0,20
C	0,13	2,00	1,00	0,50	0,33	0,25
D	0,14	3,00	2,00	1,00	0,50	0,33
E	0,17	4,00	3,00	2,00	1,00	0,50
F	0,20	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00

8) Hizmet kalitesi alt kriterlerinin kıyaslanması

a.) Dönüş hızı alt kriteri:

Çizelge 6.29: Dönüş hızı kriteri için karar verici 1'in puanları:

DÖNÜŞ HIZI	A	B	C	D	E	F
A	1	0,5	0,33333333	2	1	1
B	2	1	0,25	0,33333333	0,5	0,5
C	3	4	1	2	2	2
D	0,5	3	0,5	1	2	3
E	0,5	2	0,5	0,5	1	2
F	0,5	2	0,5	0,33333333	0,5	1

Çizelge 6.30: Dönüş hızı kriteri için karar verici 2'nin puanları:

DÖNÜŞ HIZI	A	B	C	D	E	F
A	1	7	1	1	4	4
B	0,142857143	1	0,142857143	0,142857143	0,5	0,5
C	1	7	1	1	4	4
D	1	7	1	1	4	4
E	0,25	2	0,25	0,25	1	1
F	0,25	2	0,25	0,25	1	1

Çizelge 6.31: Dönüş hızı kriteri için karar verici 3'ün puanları:

DÖNÜŞ HIZI	A	B	C	D	E	F
A	1	3	0,5	3	5	6
B	0,33333333	1	0,2	2	4	5
C	2	5	1	2	3	4
D	0,33333333	0,5	0,5	1	3	3
E	0,2	0,25	0,33333333	0,33333333	1	1
F	0,16666667	0,2	0,25	0,33333333	1	1

Çizelge 6.32: Dönüş hızı kriteri için karar verici 4'ün puanları:

DÖNÜŞ HIZI	A	B	C	D	E	F
A	1	2	1	2	3	4
B	0,5	1	0,5	1	2	2
C	1	2	1	2	3	4
D	0,5	1	0,5	1	2	2
E	0,33333333	0,5	0,33333333	0,5	1	1
F	0,25	0,5	0,25	0,5	1	1

b.) Toplantılara katılma oranı alt kriteri:

Çizelge 6.33: Toplantılara katılma oranı kriteri için karar verici 1'in puanları:

TOPLANTILARA KATILMA ORANI	A	B	C	D	E	F
A	1	6	0,25	2	2	2
B	0,166666667	1	0,125	0,333333333	0,5	0,5
C	4	8	1	3	4	5
D	0,5	3	0,333333333	1	2	3
E	0,5	2	0,25	0,5	1	2
F	0,5	2	0,2	0,333333333	0,5	1

Çizelge 6.34: Toplantılara katılma oranı kriteri için karar verici 2'nin puanları:

TOPLANTILARA KATILMA ORANI	A	B	C	D	E	F
A	1	4	1	1	2	2
B	0,25	1	0,25	0,25	0,5	0,5
C	1	4	1	1	4	4
D	1	4	1	1	4	4
E	0,5	2	0,25	0,25	1	1
F	0,5	2	0,25	0,25	1	1

Çizelge 6.35: Toplantılara katılma oranı kriteri için karar verici 3'ün puanları:

TOPLANTILARA KATILMA ORANI	A	B	C	D	E	F
A	1	3	0,5	3	5	6
B	0,333333333	1	0,2	2	4	5
C	2	5	1	2	3	4
D	0,333333333	0,5	0,5	1	3	3
E	0,2	0,25	0,333333333	0,333333333	1	1
F	0,166666667	0,2	0,25	0,333333333	1	1

Çizelge 6.36: Toplantılara katılma oranı kriteri için karar verici 4'ün puanları:

TOPLANTILARA KATILMA ORANI	A	B	C	D	E	F
A	1	1	0,125	0,25	0,5	0,5
B	1	1	0,125	0,25	0,5	0,5
C	8	8	1	2	4	4
D	4	4	0,5	1	2	2
E	2	2	0,25	0,5	1	1
F	2	2	0,25	0,5	1	1

c.) Kalifiye eleman bulundurma alt kriteri:

Çizelge 6.37: Kalifiye eleman bulundurma kriteri için karar verici 1'in puanları:

KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA	A	B	C	D	E	F
A	1	3	0,33333333	2	4	3
B	0,33333333	1	0,2	0,25	3	2
C	3	5	1	3	4	8
D	0,5	4	0,33333333	1	2	4
E	0,25	0,33333333	0,25	0,5	1	2
F	0,33333333	0,5	0,125	0,25	0,5	1

Çizelge 6.38: Kalifiye eleman bulundurma kriteri için karar verici 2'nin puanları:

KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA	A	B	C	D	E	F
A	1	1	1	2	4	4
B	1	1	1	2	4	4
C	1	1	1	2	4	4
D	0,5	0,5	0,5	1	2	2
E	0,25	0,25	0,25	0,5	1	1
F	0,25	0,25	0,25	0,5	1	1

Çizelge 6.39: Kalifiye eleman bulundurma kriteri için karar verici 3'ün puanları:

KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA	A	B	C	D	E	F
A	1	2	0,5	3	4	5
B	0,5	1	0,33333333	2	3	4
C	2	3	1	4	5	6
D	0,33333333	0,5	0,25	1	2	3
E	0,25	0,33333333	0,2	0,5	1	2
F	0,2	0,25	0,16666667	0,33333333	0,5	1

Çizelge 6.40: Kalifiye eleman bulundurma kriteri için karar verici 4'ün puanları:

KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA	A	B	C	D	E	F
A	1	1	1	2	5	5
B	1	1	1	2	5	5
C	1	1	1	2	5	5
D	0,5	0,5	0,5	1	3	3
E	0,2	0,2	0,2	0,33333333	1	1
F	0,2	0,2	0,2	0,33333333	1	1

9) Çalışılan alan çeşitliliği alt kriteri:

Çizelge 6.41: Çalışılan alan çeşitliliği kriteri için karar verici 1'in puanları:

ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ	A	B	C	D	E	F
A	1	1	1	1	0,5	0,5
B	1	1	1	1	0,5	0,5
C	1	1	1	1	0,5	0,5
D	1	1	1	1	0,5	0,5
E	2	2	2	2	1	1
F	2	2	2	2	1	1

Çizelge 6.42: Çalışılan alan çeşitliliği kriteri için karar verici 1'in puanları:

ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ	A	B	C	D	E	F
A	1	1	1	1	1	1
B	1	1	1	1	1	1
C	1	1	1	1	1	1
D	1	1	1	1	1	1
E	1	1	1	1	1	1
F	1	1	1	1	1	1

Çizelge 6.43: Çalışılan alan çeşitliliği kriteri için karar verici 1'in puanları:

ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ	A	B	C	D	E	F
A	1	1	1	1	1	1
B	1	1	1	1	1	1
C	1	1	1	1	1	1
D	1	1	1	1	1	1
E	1	1	1	1	1	1
F	1	1	1	1	1	1

Çizelge 6.44: Çalışılan alan çeşitliliği kriteri için karar verici 1'in puanları:

ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ	A	B	C	D	E	F
A	1	1	2	1	0,5	0,5
B	1	1	2	1	0,5	0,5
C	0,5	0,5	1	0,5	0,33333333	0,33333333
D	1	1	2	1	0,5	0,5
E	2	2	3	2	1	1
F	2	2	3	2	1	1

10) Tasarım kalitesi ana kriterinin alt kriterleri kıyaslaması:

a.) Detayların açık şekilde belirtilmesi alt kriteri:

Çizelge 6.45: Detayların açık şekilde belirtilmesi kriteri için karar verici 1'in puanları.

DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ	A	B	C	D	E	F
A	1	2	0,33333333	1	2	3
B	0,5	1	0,5	0,33333333	2	2
C	3	2	1	3	5	5
D	1	3	0,33333333	1	2	3
E	0,5	0,5	0,2	0,5	1	2
F	0,33333333	0,5	0,2	0,33333333	0,5	1

Çizelge 6.46: Detayların açık şekilde belirtilmesi kriteri için karar verici 2'nin puanları.

DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ	A	B	C	D	E	F
A	1	4	1	2	5	6
B	0,25	1	0,25	0,5	1	2
C	1	4	1	2	5	6
D	0,5	2	0,5	1	2	3
E	0,2	1	0,2	0,5	1	2
F	0,16666667	0,5	0,16666667	0,33333333	0,5	1

Çizelge 6.47: Detayların açık şekilde belirtilmesi kriteri için karar verici 3'ün puanları:

DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ	A	B	C	D	E	F
A	1	0,33333333	0,33333333	3	4	5
B	3	1	0,25	4	5	6
C	3	4	1	5	6	7
D	0,33333333	0,25	0,2	1	3	4
E	0,25	0,2	0,16666667	0,33333333	1	3
F	0,2	0,16666667	0,14285714	0,25	0,33333333	1

Çizelge 6.48: Detayların açık şekilde belirtilmesi kriteri için karar verici 4'ün puanları:

DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ	A	B	C	D	E	F
A	1	1	0,33333333	4	5	6
B	1	1	0,33333333	4	5	6
C	3	3	1	6	7	8
D	0,25	0,25	0,16666667	1	4	5
E	0,2	0,2	0,14285714	0,25	1	2
F	0,16666667	0,16667	0,125	0,2	0,5	1

b.) Diğer tasarım projeleri ile çakışma olmaması alt kriteri:

Çizelge 6.49: Diğer tasarım projeleri ile çakışma olmaması kriteri için karar verici 1'in puanları:

DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI	A	B	C	D	E	F
A	1	2	1	2	4	4
B	0,5	1	0,5	1	2	2
C	1	2	1	2	4	4
D	0,5	1	0,5	1	2	2
E	0,25	0,5	0,25	0,5	1	1
F	0,25	0,5	0,25	0,5	1	1

Çizelge 6.50: Diğer tasarım projeleri ile çakışma olmaması kriteri için karar verici 2'nin puanları:

DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI	A	B	C	D	E	F
A	1	4	1	2	5	6
B	0,25	1	0,25	0,5	1	2
C	1	4	1	2	5	6
D	0,5	2	0,5	1	2	3
E	0,2	1	0,2	0,5	1	2
F	0,166666667	0,5	0,166666667	0,333333333	0,5	1

Çizelge 6.51: Diğer tasarım projeleri ile çakışma olmaması kriteri için karar verici 3'ün puanları:

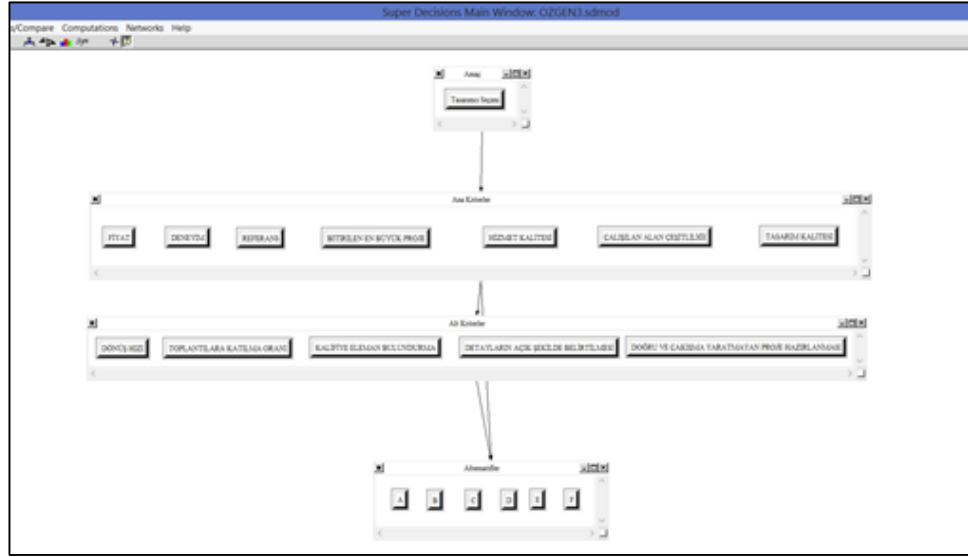
DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI	A	B	C	D	E	F
A	1	0,333333333	0,333333333	3	4	5
B	3	1	0,25	4	5	6
C	3	4	1	5	6	7
D	0,333333333	0,25	0,2	1	3	4
E	0,25	0,2	0,166666667	0,333333333	1	3
F	0,2	0,166666667	0,142857143	0,25	0,333333333	1

Çizelge 6.52: Diğer tasarım projeleri ile çakışma olmaması kriteri için karar verici 4'ün puanları:

DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI	A	B	C	D	E	F
A	1	1	0,333333333	3	4	5
B	1	1	0,333333333	3	4	5
C	3	3	1	5	6	7
D	0,333333333	0,333333333	0,2	1	3	4
E	0,25	0,25	0,166666667	0,333333333	1	2
F	0,2	0,2	0,142857143	0,25	0,5	1

Super Decision programında ana kriterler, varsa alt kriterler ve alternatifler şekil’deki gibi kırılımları oluşturulduktan sonra toplanan veriler aşağıdaki karşılaştırmalar doğrultusunda programa girişi yapılmıştır.

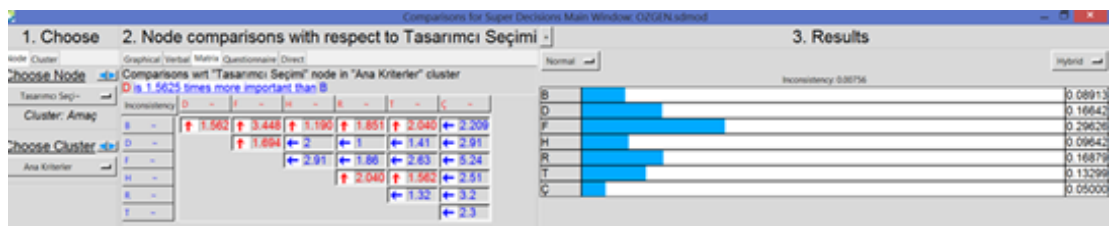
- 1) Ana kriterler x ana kriterler matrisi,
- 2) Alt kriterlere sahip 5. Ve 7. Ana kriterler için alt kriterler x alt kriterler matrisi,
- 3) Tüm kriterler için firmalar matrisi



Şekil 6.1: Super Decision yazılımında hiyerarşik yapının oluşturulması.

Program çıktıları ise aşağıdaki gibi olmuştur:

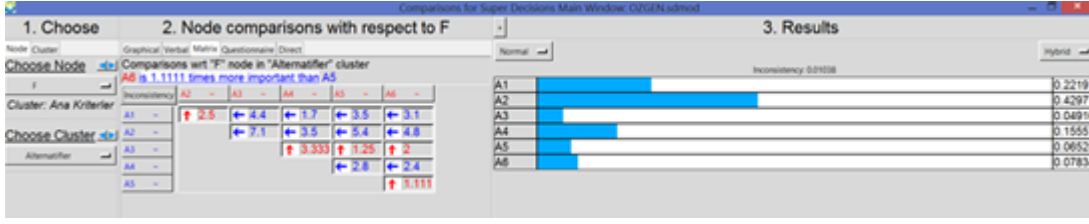
- 1) Ana kriterler matrisi:



Şekil 6.2: Ana kriterlerin program çıktısı.

Program çıktısından görülebileceği üzere, ana kriterlerin kıyaslaması yapıldığında Fiyat kriterinin yaklaşık %30’luk bir öneme sahip olduğu görülebilir. Fiyat kriterini, 0,16’lık bir oran ile Deneyim ve Referans kriterleri izlemektedir. En düşük önemin ise çalışılan alan çeşitliliğin kriterinde olduğu görülebilir.

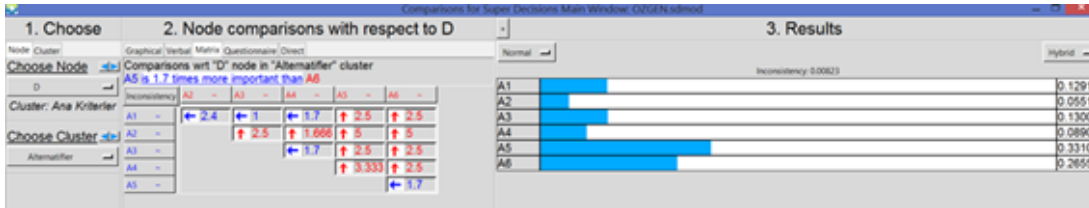
2) Fiyat kriteri için firmalar matrisi:



Şekil 6.3: Fiyat ana kriterinin program çıktısı.

Fiyat kriterini firmalar matrisinde incelersek, program çıktısından 2 nolu alternatifin yani B firmasının %43 gibi büyük bir oranla en yüksek önem derecesini aldığını görebiliriz. Bu oranın yüksek olması, firmanın verdiği teklifin diğer firmaların tekliflerine oranla en uygun olduğu sonucuna varılabilir.

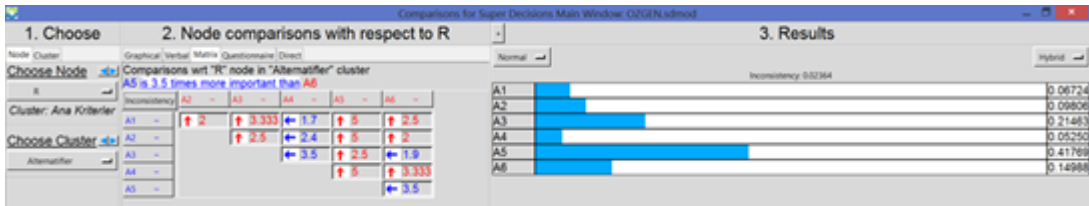
3) Deneyim kriteri için firmalar matrisi:



Şekil 6.4: Deneyim ana kriterinin program çıktısı.

Deneyim kriteri matrisine baktığımızda %33'lük oranla E firmasının en çok deneyime sahip olan firma olduğu sonucuna ulaşabiliriz. 0,26 puan oranı ile F firması ikinci deneyimli firma olduğu görülebilir.

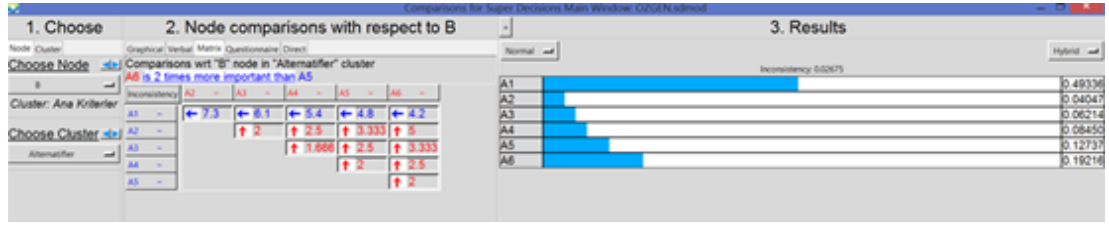
4) Referans kriteri için firmalar matrisi:



Şekil 6.5: Referans ana kriterinin program çıktısı.

Referans kriterine göre, deneyim kriterine paralel olarak E firmasının en çok tercih edilebilir olduğu anlaşılabılır. E firmasını, %21'lik puanla C firması izlemektedir. En düşük puana ise D firması sahiptir.

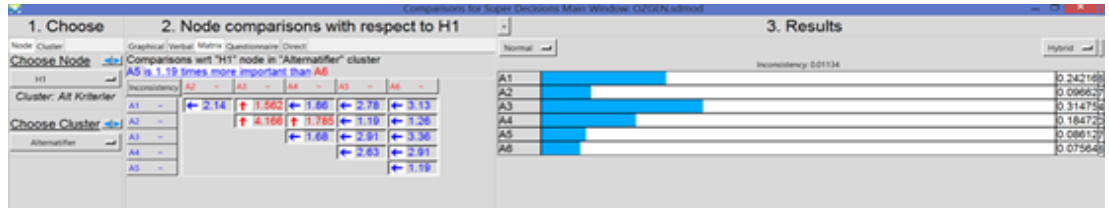
5) Bitirilen en büyük proje kriteri için firmalar matrisi:



Şekil 6.6: Bitirilen en büyük proje ana kriterinin program çıktısı.

Bitirilen en büyük proje kriteri için program çıktısına baktığımızda %49'luk büyük bir oranla A firması olduğu görülebilir. 0,19 puan oranı ile A firmasını F firması izlemektedir.

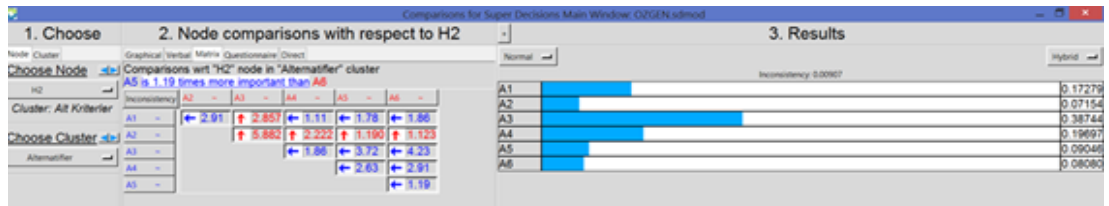
6) Hizmet kalitesi ana kriterinin Dönüş hızı alt kriteri için firmalar matrisi:



Şekil 6.7: Hizmet kalitesi ana kriterinin dönüş hızı alt kriteri program çıktısı.

Yukarıda da bahsedildiği gibi Hizmet kalitesi ana kriteri 3 alt kriterden oluşmaktadır. Bunlardan ilki Dönüş hızı kriteri için çıktıya baktığımızda C firmasının 0,31 ile en yüksek orana sahip firma olduğu görülebilir.

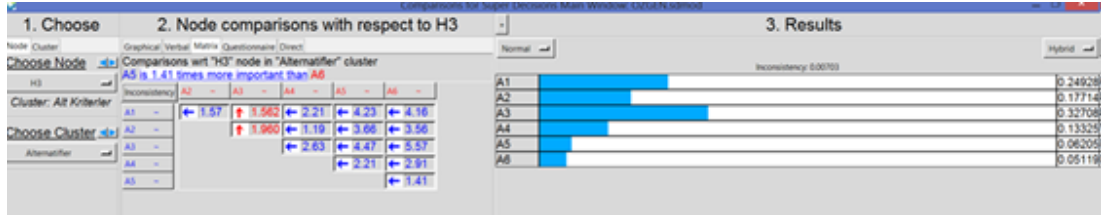
7) Hizmet kalitesi kriterinin toplantılara katılma oranı alt kriteri için matris:



Şekil 6.8: Hizmet kalitesi ana kriterinin toplantılara katılma oranı alt kriteri program çıktısı.

Hizmet kalitesi ana kriterinin diğer bir alt kriteri olan Toplantılara katılma oranı konusu için firma puanlamaları programa girildiğinde 0,38'lik bir oranla C firmasının en iyi orana sahip olduğu görülür.

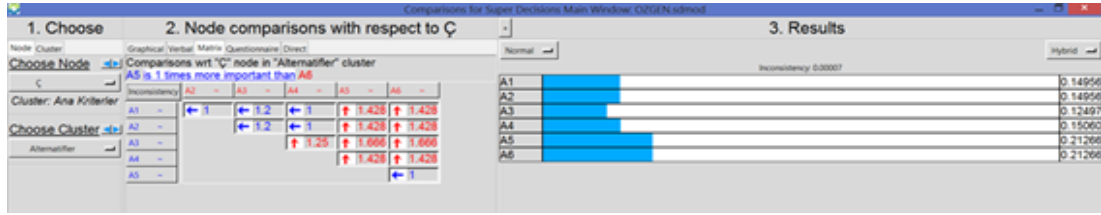
8) Hizmet kalitesi ana kriterinin Kalifiye eleman bulundurma alt kriteri için firmalar matrisi:



Şekil 6.9: Hizmet kalitesi ana kriterinin kalifiye eleman bulundurma alt kriteri program çıktısı.

Hizmet kalitesi ana kriterinin son alt kriteri olan kalifiye eleman bulundurma alt kriteri için program çıktısını incelediğimizde %32 gibi bir oranla yine C firmasının önde olduğunu görebiliriz.

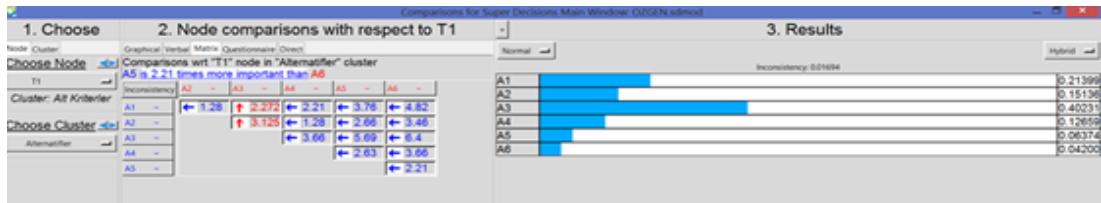
9) Çalışılan alan çeşitliliği kriteri için firmalar matrisi:



Şekil 6.10: Çalışılan alan çeşitliliği ana kriterlerin program çıktısı.

Çalışılan alan çeşitliliği kriterinde E ve F firmalarının %21'lik bir oranla aynı öneme sahip oldukları anlaşılabılır.

10) Tasarım kalitesi ana kriterinin Detayların açık şekilde belirtilmesi alt kriteri için firmalar matrisi:



Şekil 6.11: Tasarım kalitesi ana kriterinin detayların açık şekilde alt kriteri program çıktısı.

Tasarım kalitesi ana kriteri 2 alt kriterden oluşmaktadır. Bunlardan ilki olan detayların açık şekilde belirtilmesi kriteri için program çıktısını incelediğimizde C firmasının 0,40'lık bir oranla önde olduğunu söyleyebiliriz.

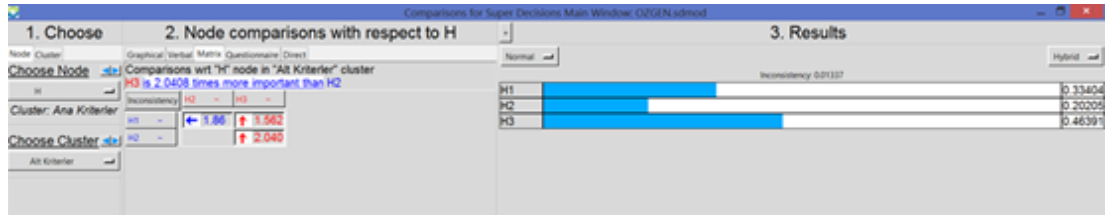
11) Tasarım kalitesi ana kriterinin Diğer projeler ile çakışma olmaması alt kriteri için firmalar matrisi:



Şekil 6.12: Tasarım kalitesi ana kriterinin diğer projeler ile çakışma olmaması alt kriteri program çıktısı.

Tasarım kalitesinin diğer alt kriteri Diğer projeler ile çakışma olmaması alt kriteri için inceleme yaptığımızda C firmasının diğerlerinden daha fazla öneme sahip olduğu görülebilir. Daha sonra alt kriterler kendi aralarında çözülür.

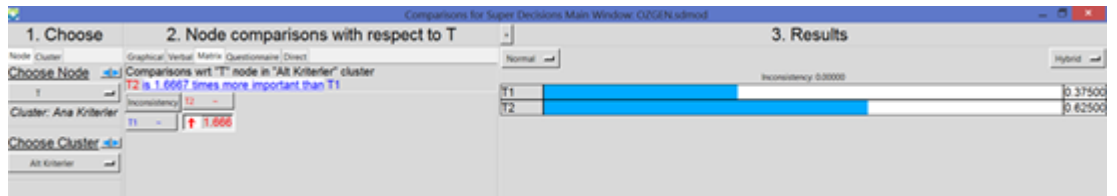
12) Hizmet kalitesi ana kriterinin alt kriterlerinin ağırlıkları matrisi:



Şekil 6.13: Hizmet kalitesi ana kriterlerin program çıktısı.

Hizmet kalitesi ana kriterinin sahip olduğu 3 alt kriterin ağırlıklarına baktığımızda, kalifiye eleman bulundurma alt kriterinin, dönüş hızı ve toplantılara katılma oranı alt kriterlerine oranla daha fazla ağırlığa sahip olduğu görülebilir.

13) Tasarım kalitesi ana kriterinin alt kriterlerinin ağırlıkları matrisi:



Şekil 6.14: Tasarım kalitesi ana kriterlerin alt kriterlerinin ağırlıkları program çıktısı.

Tasarım kalitesinin iki alt kriteri olan detayların açık şekilde belirtilmesi ve diğer projeler ile çakışma olmaması kriterlerinin ağırlıklarına bakıldığında %62 ile diğer projeler ile çakışma olmaması alt kriterinin daha önde olduğu görülebilir.

14) Sonuç ekranı:

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
A		1.000000	0.202850	0.090988
B		0.972711	0.197315	0.088505
C		0.825728	0.167499	0.075131
D		0.576606	0.116965	0.052464
E		0.900775	0.182722	0.081960
F		0.653929	0.132650	0.059500

Şekil 6.15: Firmaların kriterler sonucu program çıktısı.

Sonuç olarak bakıldığında, tüm kriterler doğrultusunda sırasıyla A, B ve E firmaları en yüksek puanlamaları almışlardır.

Ahp yöntemi için toplanan verilerin geometrik ortalamaları alınarak IDS programında kriterlerin ağırlıkları kullanılmıştır.

Çizelge 6.53: Ana kriterlerin geometrik ortalamaları:

		1	2	3	4	5	6	7
		FİYAT (TL)	DENEYİM (YIL)	REFERANS (AD)	BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE (M2)	HİZMET KALİTESİ (K)	ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ (AD)	TASARIM KALİTESİ (K)
1	FİYAT (TL)	1,00	1,86	1,86	3,57	2,91	5,24	2,63
2	DENEYİM (YIL)	0,59	1,00	1,00	1,57	2,00	2,91	1,41
3	REFERANS (AD)	0,59	1,00	1,00	1,86	2,06	3,20	1,32
4	BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE (M2)	0,29	0,64	0,54	1,00	0,84	2,21	0,49
5	HİZMET KALİTESİ (K)	0,37	0,50	0,49	1,19	1,00	2,51	0,64
6	ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ (AD)	0,21	0,34	0,31	0,45	0,40	1,00	0,43
7	TASARIM KALİTESİ (K)	0,41	0,71	0,76	2,06	1,57	2,30	1,00

Çizelge 6.54: Hizmet kalitesi ana kriterinin alt kriterlerinin geometrik ortalamaları:

		H1	H2	H3
5.		DÖNÜŞ HIZI (K)	TOPLANTILAR A KATILMA ORANI (K)	KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA (K)
a	DÖNÜŞ HIZI (K)	1,00	1,86	0,64
b	TOPLANTILARA KATILMA ORANI (K)	0,54	1,00	0,49
c	KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA (K)	1,57	2,06	1,00

Çizelge 6.55: Tasarım kalitesi ana kriterinin alt kriterlerinin geometrik ortalamaları:

		T1	T2
7.		DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ (K)	DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI (K)
a	DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ (K)	1,00	0,60
b	DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI (K)	1,65	1,00

Çizelge 6.56: Fiyat ana kriterinin geometrik ortalamaları:

FİYAT	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1,0	0,4	4,4	1,7	3,5	3,1
A2	2,8	1,0	7,1	3,5	5,4	4,8
A3	0,2	0,1	1,0	0,3	0,8	0,5
A4	0,6	0,3	3,5	1,0	2,8	2,4
A5	0,3	0,2	1,2	0,4	1,0	0,9
A6	0,3	0,2	1,9	0,4	1,1	1,0

Çizelge 6.57: Deneyim ana kriterinin geometrik ortalamaları:

DENEYİM	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1,0	2,4	1,0	1,7	0,4	0,4
A2	0,4	1,0	0,4	0,6	0,2	0,2
A3	1,0	2,3	1,0	1,7	0,4	0,4
A4	0,6	1,7	0,6	1,0	0,3	0,4
A5	2,8	4,6	2,8	3,3	1,0	1,7
A6	2,3	4,1	2,3	2,8	0,6	1,0

Çizelge 6.58: Referans ana kriterinin geometrik ortalamaları:

REFERANS	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1,0	0,5	0,3	1,7	0,2	0,4
A2	1,9	1,0	0,4	2,4	0,2	0,5
A3	3,0	2,4	1,0	3,5	0,4	1,9
A4	0,6	0,4	0,3	1,0	0,2	0,3
A5	4,7	4,1	2,8	5,2	1,0	3,5
A6	2,4	1,9	0,5	3,0	0,3	1,0

Çizelge 6.59: Bitirilen en büyük proje ana kriterinin geometrik ortalamaları:

BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1,0	7,3	6,1	5,4	4,8	4,2
A2	0,1	1,0	0,5	0,4	0,3	0,2
A3	0,2	2,0	1,0	0,6	0,4	0,3
A4	0,2	2,7	1,7	1,0	0,5	0,4
A5	0,2	3,6	2,4	1,9	1,0	0,5
A6	0,2	4,4	3,2	2,6	2,1	1,0

Çizelge 6.60: Dönüş hızı alt kriterinin geometrik ortalamaları:

DÖNÜŞ HIZI	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1,00	2,14	0,64	1,86	2,78	3,13
A2	0,47	1,00	0,24	0,56	1,19	1,26
A3	1,57	4,09	1,00	1,68	2,91	3,36
A4	0,54	1,80	0,59	1,00	2,63	2,91
A5	0,30	0,84	0,34	0,38	1,00	1,19
A6	0,27	0,80	0,30	0,34	0,84	1,00

Çizelge 6.61: Toplantılara katılma oranı alt kriterinin geometrik ortalamaları:

TOPLANTILARA KATILMA ORANI	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1,00	2,91	0,35	1,11	1,78	1,86
A2	0,34	1,00	0,17	0,45	0,84	0,89
A3	2,83	5,98	1,00	1,86	3,72	4,23
A4	0,90	2,21	0,54	1,00	2,63	2,91
A5	0,56	1,19	0,27	0,38	1,00	1,19
A6	0,54	1,12	0,24	0,34	0,84	1,00

Çizelge 6.62: Kalifiye eleman bulundurma alt kriterinin geometrik ortalamaları:

KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1,00	1,57	0,64	2,21	4,23	4,16
A2	0,64	1,00	0,51	1,19	3,66	3,56
A3	1,57	1,97	1,00	2,63	4,47	5,57
A4	0,45	0,84	0,38	1,00	2,21	2,91
A5	0,24	0,27	0,22	0,45	1,00	1,41
A6	0,24	0,28	0,18	0,34	0,71	1,00

Çizelge 6.63: Çalışılan alan çeşitliliği ana kriterinin geometrik ortalamaları:

ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1,0	1,0	1,2	1,0	0,7	0,7
A2	1,0	1,0	1,2	1,0	0,7	0,7
A3	0,8	0,8	1,0	0,8	0,6	0,6
A4	1,0	1,0	1,2	1,0	0,7	0,7
A5	1,4	1,4	1,6	1,4	1,0	1,0
A6	1,4	1,4	1,6	1,4	1,0	1,0

Çizelge 6.64: Detayların açık şekilde belirtilmesi alt kriterinin geometrik ortalamaları:

DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1,00	1,28	0,44	2,21	3,76	4,82
A2	0,78	1,00	0,32	1,28	2,66	3,46
A3	2,28	3,13	1,00	3,66	5,69	6,40
A4	0,45	0,78	0,27	1,00	2,63	3,66
A5	0,27	0,38	0,18	0,38	1,00	2,21
A6	0,21	0,29	0,16	0,27	0,45	1,00

Çizelge 6.65: Diğer projeler ile çakışma olmaması alt kriterinin geometrik ortalamaları:

DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1,00	1,28	0,58	2,45	4,23	4,95
A2	0,78	1,00	0,32	1,57	2,51	3,31
A3	1,73	3,13	1,00	3,16	5,18	5,86
A4	0,41	0,64	0,32	1,00	2,45	3,13
A5	0,24	0,40	0,19	0,41	1,00	1,86
A6	0,20	0,30	0,17	0,32	0,54	1,00

6.5 Kanıtsal Mantık ile Çözüm

Karar alma süreçlerinde yaşanan problemlerin ana özelliği, hem nicel hem de nitel değerlendirmelerin dahil olması ve ikisinin de aynı anda ve rasyonel olarak yapılmasıdır. Alışıl gelmiş karar metodlarını uygularken, her kriter için kesin puanlamalar yapmak gereklidir ve bu kimi zaman zordur. Dahası, belirsizliklerin olduğu veya bilgi kayıplarını yaşandığını durumlarda tahmine dayalı yorumlar yapılması gereklidir. Geleneksel metodlarda sadece ortalama puanlar kullanılır, kötü performans değerlendirmeleri yapılırken numara skalası az olduğu için daha ortalama değerler alırken, iyi performanslarda hak ettikleri puanlamayı alamayabilirler. IDS

yazılımı sayesinde, yapı değerlendirme modellerinin fonksiyonları, bilgi yönetimi, analizlerin yapılması ve sonuçlarının değerlendirilmesi kolaylıkla yapılabilir. (Xu ve Yang, 2005).

Tasarımcı seçimi problemini çözerken kanıtsal mantık yöntemi kullanılmak istenmiş ve bu nedenle Intelligent Decision System adlı yazılım tercih edilmiştir.

Kanıtsal mantık tekniğiyle çözüm için, 4 karar vericiden toplanan 1-9 skalasına göre olan puanlamalar aşağıdaki gibidir:

Çizelge 6.66: Karar verici 1'in tüm kriterler için puan tablosu:

		A	B	C	D	E	F
1	FİYAT (TL)	345.000,00 ₺	275.000,00 ₺	585.000,00 ₺	365.000,00 ₺	485.000,00 ₺	415.000,00 ₺
2	DENEYİM (YIL)	15	6	16	9	35	28
3	REFERANS (AD)	85	109	143	63	347	119
4	BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE (M2)	1.700.000	240.000	369.103	390.000	440.000	460.000
5	HİZMET KALİTESİ (K)						
a	DÖNÜŞ HIZI (K)	6	4	8	7	5	3
b	TOPLANTILARA KATILMA ORANI (K)	6	4	9	6	5	5
c	KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA (K)	6	4	9	6	5	5
6	ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ (AD)	3	3	2	3	4	4
7	TASARIM KALİTESİ (K)						
a	DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ (K)	6	5	8	7	5	4
b	DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI (K)	7	6	7	6	5	5

Çizelge 6.67: Karar verici 2'nin tüm kriterler için puan tablosu:

		A	B	C	D	E	F
1	FİYAT (TL)	345.000,00 ₺	275.000,00 ₺	585.000,00 ₺	365.000,00 ₺	485.000,00 ₺	415.000,00 ₺
2	DENEYİM (YIL)	15	6	16	9	35	28
3	REFERANS (AD)	85	109	143	63	347	119
4	BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE (M2)	1.700.000	240.000	369.103	390.000	440.000	460.000
5	HİZMET KALİTESİ (K)						
a	<i>DÖNÜŞ HIZI (K)</i>	6	2	6	6	5	5
b	<i>TOPLANTILARA KATILMA ORANI (K)</i>	6	2	6	6	5	5
c	<i>KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA (K)</i>	6	6	6	4	4	4
6	ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ (AD)	3	3	2	3	4	4
7	TASARIM KALİTESİ (K)						
a	<i>DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ (K)</i>	7	5	7	6	5	4
b	<i>DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI (K)</i>	7	5	7	6	5	4

Çizelge 6.68: Karar verici 3'ün tüm kriterler için puan tablosu:

		A	B	C	D	E	F
1	FİYAT (TL)	345.000,00 ₺	275.000,00 ₺	585.000,00 ₺	365.000,00 ₺	485.000,00 ₺	415.000,00 ₺
2	DENEYİM (YIL)	15	6	16	9	35	28
3	REFERANS (AD)	85	109	143	63	347	119
4	BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE (M2)	1.700.000	240.000	369.103	390.000	440.000	460.000
5	HİZMET KALİTESİ (K)						
a	<i>DÖNÜŞ HIZI (K)</i>	7	6	8	5	4	3
b	<i>TOPLANTILARA KATILMA ORANI (K)</i>	7	6	8	5	4	3
c	<i>KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA (K)</i>	7	6	8	5	4	3
6	ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ (AD)	3	3	2	3	4	4
7	TASARIM KALİTESİ (K)						
a	<i>DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ (K)</i>	6	7	8	5	4	4
b	<i>DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI (K)</i>	6	7	8	5	4	4

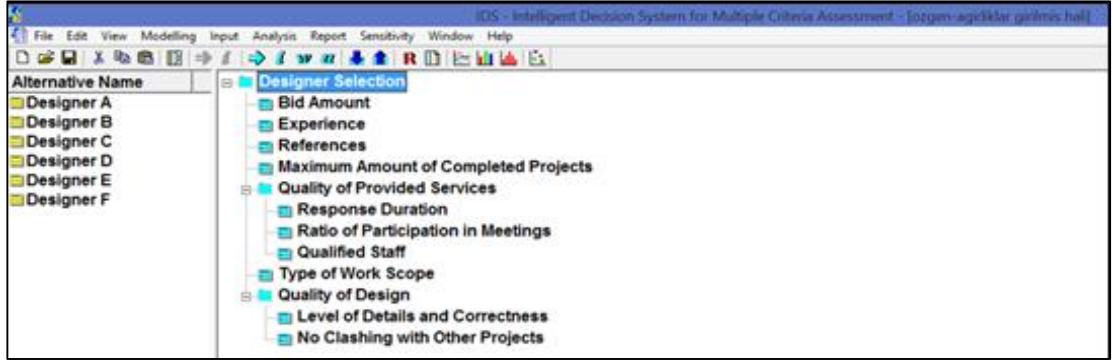
Çizelge 6.69: Karar verici 4'ün tüm kriterler için puan tablosu:

		A	B	C	D	E	F
1	FİYAT (TL)	345.000,00 ₺	275.000,00 ₺	585.000,00 ₺	365.000,00 ₺	485.000,00 ₺	415.000,00 ₺
2	DENEYİM (YIL)	15	6	16	9	35	28
3	REFERANS (AD)	85	109	143	63	347	119
4	BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE (M2)	1.700.000	240.000	369.103	390.000	440.000	460.000
5	HİZMET KALİTESİ (K)						
a	DÖNÜŞ HIZI (K)	7	5	8	7	5	5
b	TOPLANTILARA KATILMA ORANI (K)	4	4	8	6	5	5
c	KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA (K)	6	6	7	6	4	4
6	ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ (AD)	3	3	2	3	4	4
7	TASARIM KALİTESİ (K)						
a	DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ (K)	6	6	7	5	4	4
b	DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI (K)	6	6	7	5	4	4

Çizelge 6.70: Tüm puan tablolarının geometrik ortalamaları:

		A	B	C	D	E	F
1	FİYAT (TL)	6,95	9,00	2,29	5,94	4,22	4,58
2	DENEYİM (YIL)	5,31	4,64	5,31	4,64	6,54	5,94
3	REFERANS (AD)	3,68	4,48	5,59	3,68	7,96	4,93
4	BİTİRİLEN EN BÜYÜK PROJE (M2)	8,28	4,00	5,00	5,00	5,65	5,65
5	HİZMET KALİTESİ (K)						
a	DÖNÜŞ HIZI (K)	6,32	3,42	7,27	6,65	5,00	4,22
b	TOPLANTILARA KATILMA ORANI (K)	5,24	3,17	7,56	6,00	5,00	5,00
c	KALİFİYE ELEMAN BULUNDURMA (K)	6,00	5,24	7,23	5,24	4,31	4,31
6	ÇALIŞILAN ALAN ÇEŞİTLİLİĞİ (AD)	5,00	5,00	4,64	5,00	5,94	5,94
7	TASARIM KALİTESİ (K)						
a	DETAYLARIN AÇIK ŞEKİLDE BELİRTİLMESİ (K)	6,32	5,31	7,32	5,94	4,64	4,00
b	DİĞER PROJELER İLE ÇAKIŞMA OLMAMASI (K)	6,65	5,65	7,00	5,65	4,64	4,31

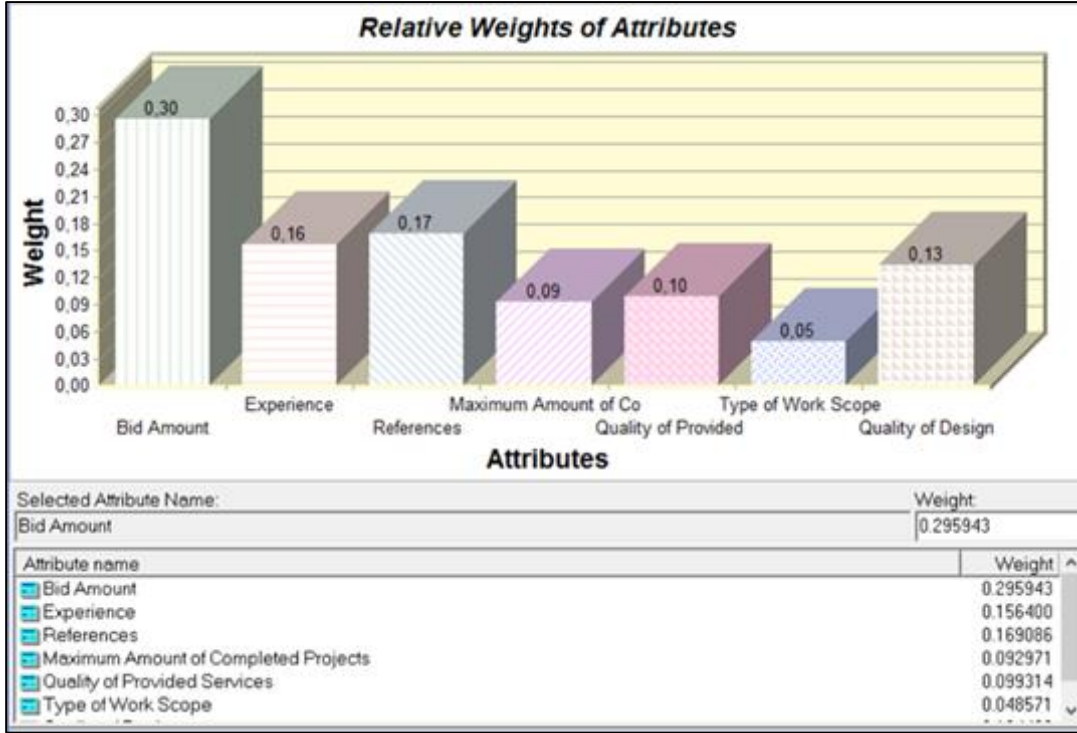
Bu yazılımda öncelikli olarak, Super Decision yazılımında da olduğu gibi, hiyerarşik yapı oluşturulması gereklidir. Şekilde görüleceği üzere tasarımcı seçimiyle ilgili daha önce belirlenmiş olan ana ve alt kriterlerin kırılımı oluşturulmuştur. Daha sonra projede yetkin 4 kişi tarafından yapılan 1-9 skalasındaki puanlamalar, her bir kriter için girilmiştir. Burada bahsedilen 1-9 skalası, ahp’de olduğu gibi önem derecesi değil, o kriter üzerindeki yetkinliğe bağlı olarak artan bir skaladır.



Şekil 6.16: IDS programı hiyerarşik yapının oluşturulması.

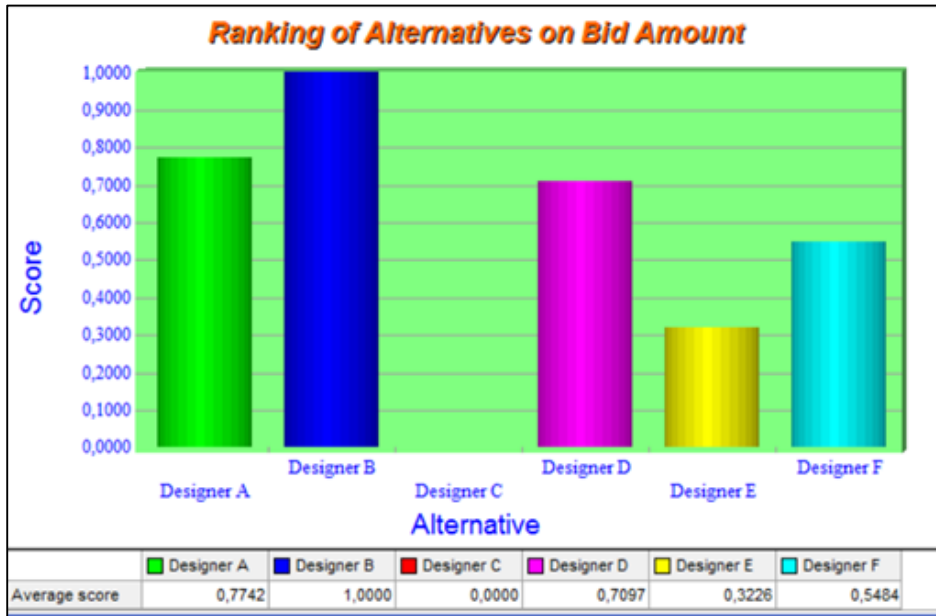
Daha sonra yazılım üzerinden gerekli raporlamalar alınmıştır. Program çıktıları şöyledir:

Belirlenen ana ve alt kriterlerin ağırlıklarına bakacak olursak 0,30 ile fiyat kriterinin diğer kriterlere oranla proje yetkilileri tarafından daha önemli bir ölçüt olduğunu görebiliriz. Fiyat kriterini sırasıyla firmaların sahip olduğu referanslar ve deneyim kriterinin izlediği söylenebilir. Tasarımcı seçiminde ise en az dikkat edilen unsur firmaların çalıştığı alan çeşitliliğidir.



Şekil 6.17: IDS programı ana kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması.

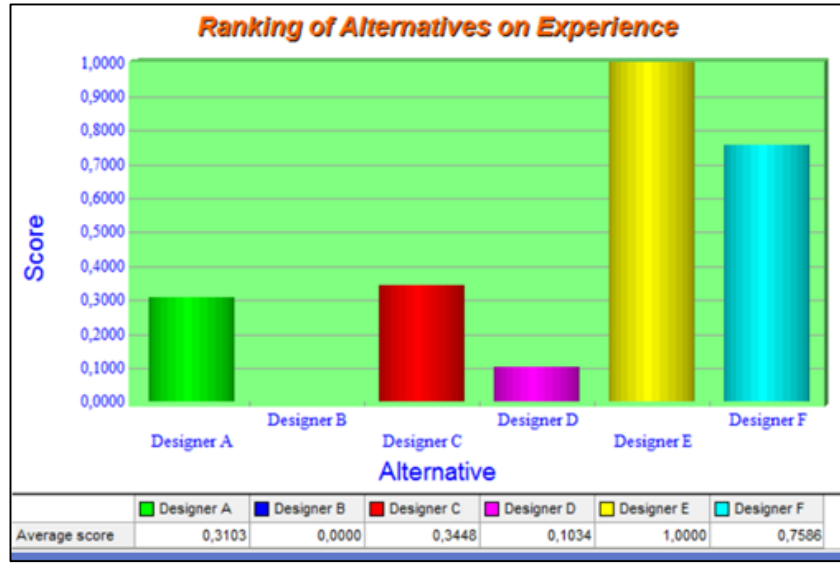
1) Fiyat kriterine göre:



Şekil 6.18: Fiyat kriterine göre program çıktısı.

Fiyat kriteri için en uygun teklifi veren firma B olduğu için ER yönteminde 1'lik bir skoru vardır. C firması ise en yüksek teklifi veren firma olduğu için 0 almıştır.

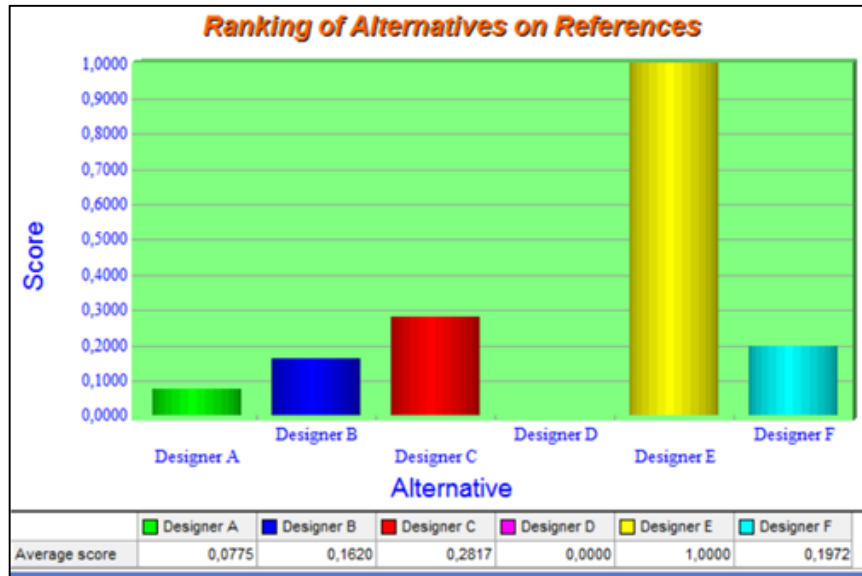
2) Deneyim kriterine göre:



Şekil 6.19: Deneyim kriterine göre program çıktısı.

Deneyim kriteri ER yaklaşımı ile incelendiğinde, konut projesindeki uzun yıllardan oluşan deneyimiyle E firması en önde gelmektedir. E firmasını sırasıyla F ve C firmaları izlemektedir. B firması ise bu konuda en yeni firma olduğu anlaşılmaktadır.

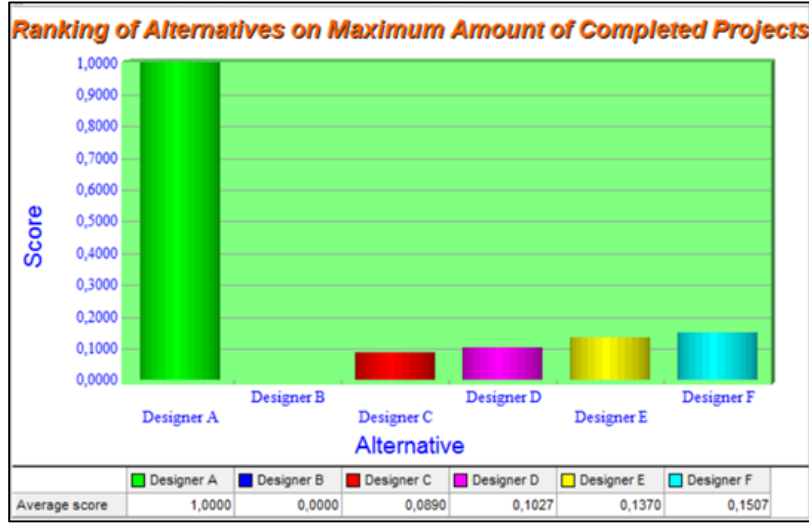
3) Referans kriterine göre:



Şekil 6.20: Referans kriterine göre program çıktısı.

Referans kriterine göre program çıktısını incelediğimizde, deneyim kriteri ile doğru orantılı olarak E firmasının konut projelerinde epey referansı olduğu anlaşılabılır. D firmasının ise bu konuda en az referansı olduğu açıkça görülmektedir.

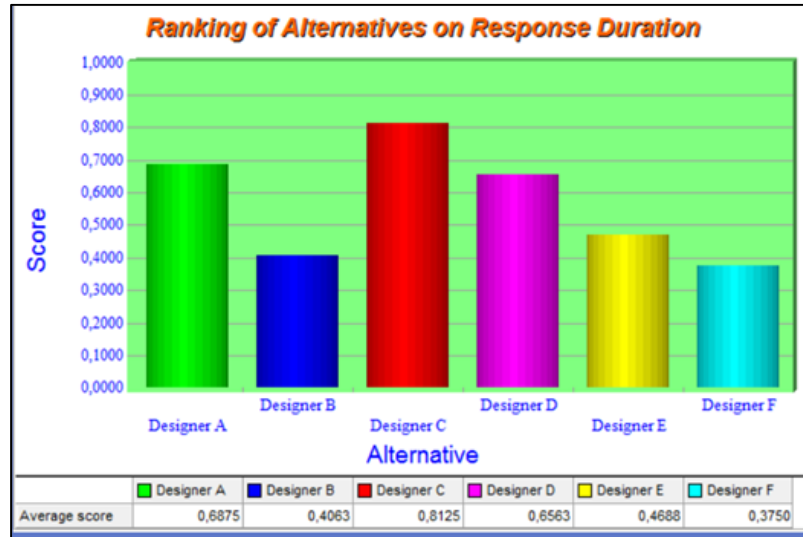
4) Bitirilen en büyük proje kriteri:



Şekil 6.21: Bitirilen en büyük proje kriterine göre program çıktısı.

Bitirilen en büyük proje kriteri için program çıktısı incelendiğinde A firmasının m2 bazında en büyük projeleri üstlendiği anlaşılabılır. B firması genellikle küçük ölçekli projeleri yönetirken, diğer firmaların yakın değerlerdeki projelerde çalışmalar yaptığı sonucuna varılabilir.

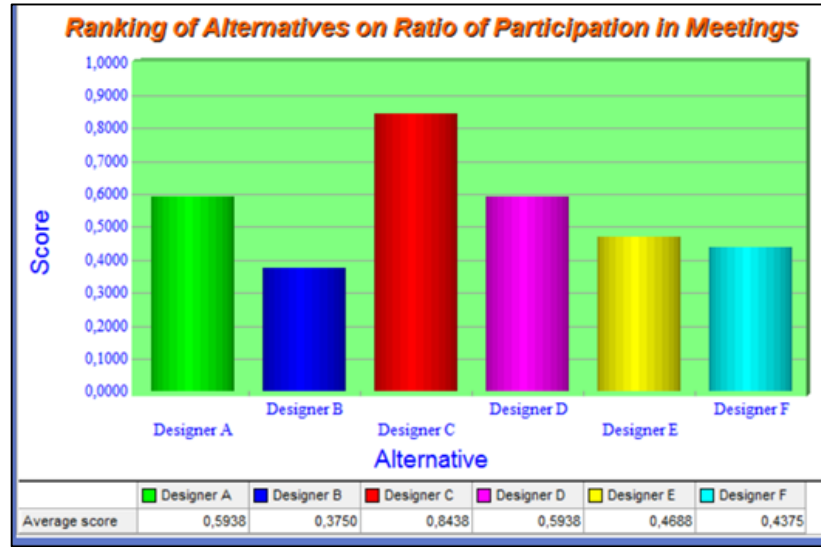
5) Dönüş hızı alt kriterine göre:



Şekil 6.22: Dönüş hızı kriterine göre program çıktısı.

Dönüş hızı alt kriterine göre program çıktısını incelediğimizde 0,81'lik oyla C firmasının önde olduğu görülebilir. C firmasını, 0,68 oyla A firması izlerken, devamında 0,65 ile D firması gelmektedir.

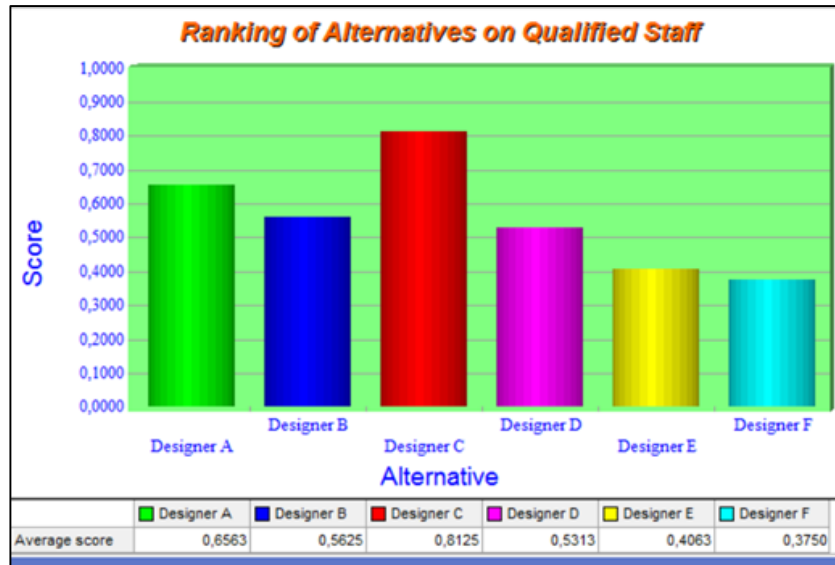
6) Toplantılara katılma oranı kriterine göre:



Şekil 6.23: Toplantılara katılma oranı kriterine göre program çıktısı.

Firmaların toplantılara katılma oranlarını program üzerinden yorumladığımızda, C firmasının diğer firmalara oranla önde olduğunu görebiliriz. C firmasını 0,59 eşit oranlar ile D ve A firmaları izlemektedir.

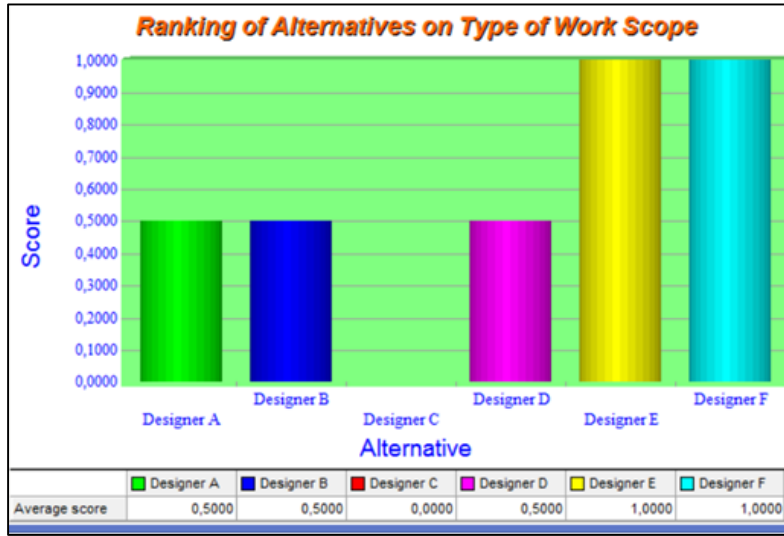
7) Kalifiye eleman bulundurma alt kriterine göre:



Şekil 6.24: Kalifiye eleman bulundurma kriterine göre program çıktısı.

Bu kriter için program çıktısını incelediğimizde C firmasının 0,81 oranıyla birinci sırada olduğunu görebiliriz. C firmasını 0,65 oranla A firması izlemektedir.

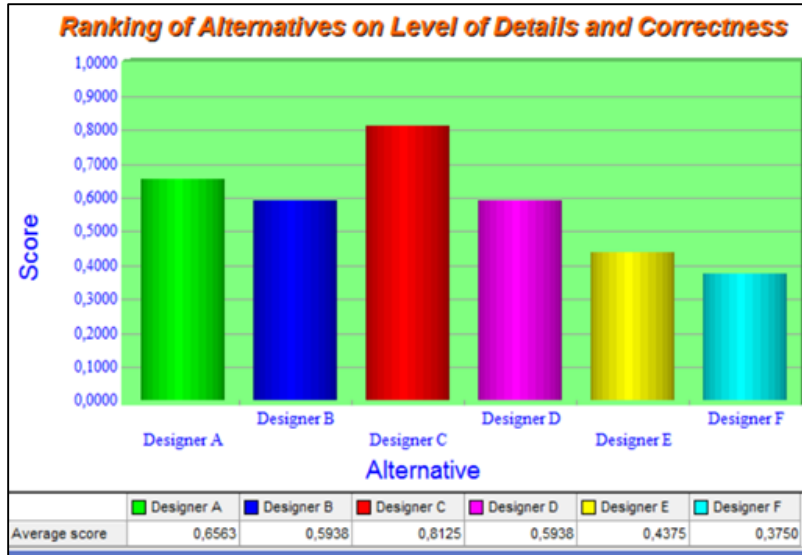
8) Çalışılan alan çeşitliliği kriterine göre:



Şekil 6.25: Çalışılan alan çeşitliliği kriterine göre program çıktısı.

Çalışılan alan çeşitliliği kriterine göre program çıktısını incelediğimizde E ve F firmalarının en çok alanda faaliyet gösterdiğini görebiliriz. C firması ise diğer firmalara oranla en dar alanda faaliyet göstermiştir.

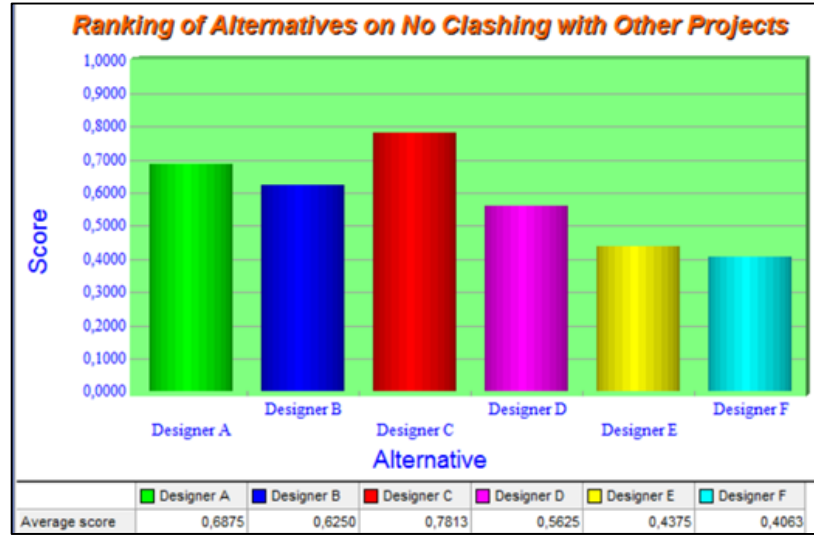
9) Detayların açık şekilde belirtilmesi kriterine göre:



Şekil 6.26: Detayların açıkça belirtilmiş olması kriterine göre program çıktısı.

Firmaların daha önceki projelerinden elde edinilen projelerindeki detayların açıkça belirtilmiş olması kriteri için program çıktısı incelendiğinde C firmasının 0,81 oran ile birinci sırada olduğu görülebilir.

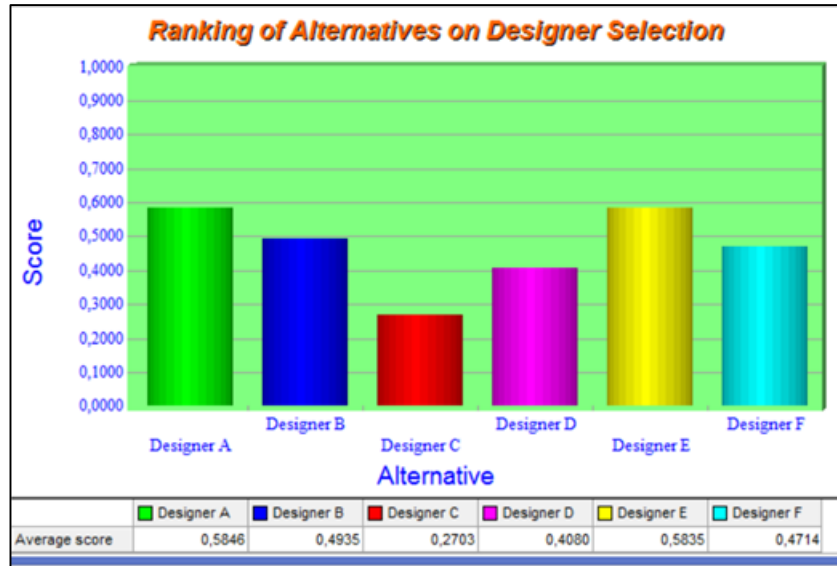
10) Diğer projeler ile çakışma olmaması kriteri:



Şekil 6.27: Diğer projeler ile çakışma olmaması kriterine göre program çıktısı.

Firmaların eski projelerinde yaşanan, hazırlanan mekanik projelerin diğer projeler ile çakışma olması durumunu için yapılan puanlamaların sonucunda, program çıktısında 0,78 oran ile C firması önde gelmektedir. C firmasını 0,68 ile A firması, 0,62 ile B firması izlemektedir.

11) Tasarımcı seçimine genel bakış:



Şekil 6.28: IDS programı ile tasarımcı seçimi sonuçları.

IDS yazılımının, tasarımcı seçimi problemi için sonuçlarına bakarsak, 0,5846 oran ile A firmasının önde olduğu görülebilir. Aralarında çok az bir fark olan E firması ise

0,5835 ile A firmasını izlemektedir. 0,49 ile B firması 3. Sırayı alırken, daha sonra sıraya F, D ve C firmaları gelmektedir.

7. SONUÇ

Proje yönetiminde ihale süreci projenin başarısını büyük ölçüde etkilemektedir. Seçilen firmanın deneyim ve karakteristik özelliklerine göre projenin ilerleyişi şekillenmektedir. Bu nedenle firma seçimi, üzerinde durulması gereken önemli bir konudur.

Proje içerisinde rol alan birçok grup vardır. Bunlardan en önemlilerinden biriside tasarım grubudur. Tasarım grubu, projenin başlangıcından tamamlanmasına kadar her aşamasında görev alır. Tasarım yapılması, bölümler arası koordinasyon, gerekli doküman ve belgelerin hazırlanması, sahada yapılan işlerin kontrol edilmesi ve raporlanması gibi birçok önemli sorumlulukları vardır. Bu nedenle tasarım grubunun proje başarısında rolü çok büyüktür. Tez içerisinde öncelikli olarak mekanik tasarımcılarının rolleri ve önemi araştırılmıştır.

Mekanik tasarımcısı seçimi araştırılırken analitik hiyerarşi prosesi ve kanıtsal mantık yöntemleri kullanılmıştır. İlk olarak analitik hiyerarşi prosesi yöntemi kullanılarak karar destek modeli oluşturan Super Decision yazılımına, daha önceden 4 karar vericiden toplanan veriler girilmiştir. Program çıktılarına göre belirlenen ana kriterlerden %30'luk bir oranla fiyat kriterini en önemli olduğu görülebilir. Fiyat kriterini, yaklaşık oranlar ile deneyim ve referans kriterleri izlemektedir. Fiyat kriteri için, belirlenen 7 alternatiften B alternatifinin en uygun seçenek olduğu görülmüştür. Deneyim ve referans kriterlerine göre ise E firması en çok puanı almıştır.

Kanıtsal mantık yöntemini kullanmak için ise Intelligent Decision System yazılımı tercih edilmiştir. 4 karar vericiden 1-9 skalasına göre toplanan veriler yazılıma girilerek karar destek modeli oluşturması sağlanmıştır. IDS programına göre ise %30'luk oran ile fiyat kriteri, %17 ile deneyim kriteri ve %16 ile referans kriterinin en önemli kriterler olduğu görülmüştür. Fiyat kriteri için en çok oyu B firması alırken, deneyim ve referans kriterleri için yine E kriteri en önde gelmektedir.

Bu iki yazılım karşılaştırıldığında, karar vericiye önerilen alternatifler ve belirlenen kriterlerin ağırlıklarının aynı olduğu görülmektedir. Diğer kriter ve alternatifler için ise yazılımlar arası bazı başlıklarda küçük farklılıklar meydana gelse de çoğu kriter ve alternatif için yaklaşık değerlerin olduğu görülebilir. Bu sonuçlardan hareketle en çok ağırlığa sahip olan fiyat kriterinin alternatifi olan A firması veya ağırlık olarak ikinci sırayı paylaşan deneyim ve referans kriterlerinde önde gelen alternatif E firmasının seçimi mantıklı olacaktır. Fakat bu veriler toplandıktan sonra, verilerin alındığı proje yönetim firması, proje işverenin daha önce çalışmış olduğu B firmasını işverenin isteği üzerine hiçbir karar verme çalışması yapmadan seçmiştir.

Yazılımların kullanım açısından kıyaslaması yapıldığında ise Super Decision programında verileri girmeden önce yapılan analitik hiyerarşi prosesi hesaplama aşamasından dolayı daha fazla zaman almaktadır. Bu hesaplama aşamasında kriterlerin ağırlıkları bulunarak geometrik ortalamaları hesaplanmış ve bu değerler yazılıma girilmiştir. IDS yazılımı ise bu şekilde hesaplamalar gerektirmediği için kullanımı daha kısa süren bir yazılımdır.

KAYNAKLAR

- Acharya, N. K., Lee Y. D., Kim J. S. (2006).** *Design Errors: Inefficiency or Carelessness of Designer, Journal of Performing Construction Facility.*
- Balce A. O., (1993).** *Analitik Hiyerarşi Süreci, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- Bhushan N., Rai K. (2003).** *Strategic Decision Making, Applying the Analytic Hierarchy Process.*
- Bozorgil, P. P., Garza, J.M., (2012).** *Comparative Analysis of Design-Bid-Build and Design-Build From the Standpoint of Claims, Construction Research Congress.*
- Cebeci U., Kılınc M. S., (2008).** *Hastane Yeri Seçimine Analitik Hiyerarşi Yöntemi Uygulanması*
- Chrzanowski, E. N., Johnston D. W. (1986).** *Application of linear scheduling, Journal of Construction Management, 112-476-491.*
- Eldin, N. N. (1998).** *Constructability Improvement of Project Designs, Journal of Construction Engineering Management.*
- El-Reedy M. A., (2011).** *Construction Management of Industrial Projects.*
- Gambatese J. A., Dunston P. S., (2003).** *Designer Consideration of Project Lifecycle Performance, Construction Research*
- Gasparski, W. W. (2003).** *Designer's responsibility: methodological and ethical dimensions, Wojciech W. Gasparski, Automation in Construction 12, 635– 640.*
- Golden B. L., Wasil E. A., Harker P. T., (1989).** *The Analytic Hierarchy Process Applications and Studies.*
- Gransberg, D. D., Molenaar K. (2004).** *Analysis of Owner's Design and Construction Quality Management Approaches in Design/Build Projects, Journal of Management Engineering.*

- Hale D. R., Shrestha P. P., Gibson, G. E., Migliaccio G. C., (2009).** *Empirical Comparison of Design/Build and Design/Bid/Build Project Delivery Methods, Construction Engineering Management, ASCE.*
- Hallowell M., PhD., Toole M., PhD. (2009).** *Contemporary Design-Bid-Build Model, Journal of Construction Engineering Management.*
- Halpin, D. W., Woodhead, R. W. (1998).** *Construction management, 2nd Ed., Wiley, New York.*
- Hatush Z., Skitmore M., (1998).** *Contractor selection using multicriteria utility theory: an additive model, Building and environment 33 (2), 105-115*
- Kapar K., (2013).** *Bir Üretim İşletmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci İle Tedarikçi Seçimi, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Cilt:28, Sayı:1.*
- Kirschenman M. D., (1986).** *Total Project Delivery Systems, Journal of Management Engineering, ASCE.*
- Koçak A., (2005).** *Yazılım Seçiminde Analitik hiyerarşi Yöntemi Yaklaşımı ve Bir Uygulama, Gazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü.*
- Levy, S. M., (2012).** *Project Management in Construction.*
- Lopez R., Love p. E. D., (2012).** *Design Error Costs in Construction Projects, Journal of Construction and Engineering Management.*
- Lopez R., PhD., Love P. E. D., PhD. (2012).** *Design Error Costs in Construction Projects, Journal of Construction Engineering Management.*
- Necip A., (2005).** *Analitik Network Prosesi, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.*
- Ngan S. C., (2015).** *Evidential Reasoning approach for multiple-criteria decision making: A simulation-based formulation, Expert Systems with Applications.*
- Özden Ü. H., (2008).** *Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile İlkokul Seçimi, Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi.*
- Özyörük B., Özcan E. C., (2008).** *Analitik Hiyerarşi Sürecinin Tedarikçi Seçiminde Uygulanması: Otomotiv Sektöründen Bir Örnek”; Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi.*

- Paek J. H., Lee Y. W., Napier T. R. (1992).** *Selection of Design/Build Proposal Using Fuzzy-Logic System*, J. Construction Engineering Management, ASCE.
- Palacharla, P., Nelson, P. (1994).** *'Understanding Relations Between Fuzzy Logic and Evidential Reasoning Methods.'* Proc., 3rd IEEE Int. Conf. on Fuzzy Systems, Vol. 2.
- Palaneeswaran, E., Kumaraswamy, M. M. (2005).** *"Web-based client advisory decision support system for design-builder prequalification."* Journal of Computing Civil Engineering., 19(1), 69–82.
- Pen˜a-Mora F., Tamaki T., (2001).** *Effect of delivery systems on collaborative negotiations for large scale infrastructure Projects*, Journal of Management Engineering, 17:105-121.
- Poyhonen, M. A., Hamalainen, R. P., and Salo, A. A. (1997).** *"An experiment on the numerical modelling of verbal ratio statements."* Journal of Multi- Criteria Decision.
- Project Delivery Practice Guide, (2011).** The Construction Specifications Institute
- Puerto C. L., Gransberg D. D., Shane J. S. (2008).** *Comparative Analysis of Owner Goals for Design/Build Projects*, Journal of Management Engineering, ASCE.
- Quality in the Constructed Project, (2012).** *A Guide for Owners, Designers and Constructors.* ASCE
- Riley D. R., Varadan P., James J. S., Thomas H. R. (2005).** *Benefit-Cost Metrics for Design Coordination of Mechanical, Electrical, and Plumbing Systems in Multistory Buildings*, Journal of Construction Engineering Management, ASCE.
- Ritz, G. J., (1994).** *Total Construction Project Management.*
- Saaty T. L., Vargas L. G., (2012).** *Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process.*
- Saaty T.L., (1980).** *The Analytic Hierarchy Process*, New York, McGraw-Hill.
- Saaty, T., (1990).** *Axiomatic foundations of the AHP*, Management Science.
- Shretsha P. P., Mani N., (2012).** *Impact of Design Cost on Design Bid Build Project Performance*, Construction Research Congress.

- Shretsha P. P., Mani N., (2014).** *Impact of Design Cost on Project Performance of Design-Bid-Build Road Projects*, *Journal of Management Engineering*.
- Singh D., Tiong R. L. K. (2005).** *A Fuzzy Decision Framework for Contractor Selection*, *Journal of Construction Engineering and Management* ASCE.
- Smith N. J., (2008).** *Engineering Project Management*.
- Songer A. D., Molenaar K. R. (1997).** *Project Characteristics for Successful Public Sector Design-Build*. *Journal of Construction Engineering Management*.
- Songer, A. D., Molenaar, K. R. (1997).** *Project Characteristics for Successful Public-sector Design-build*. *J. Constr. Eng. Management*, 123(1), 34–40.
- Sönmez M., Holt G. D., Yang J. B., Graham G. (2002).** *Applying Evidential Reasoning to Prequalifying Construction Contractors*¹, *Journal of Management Engineering*.
- Tatum C. B. 2000.** *Coordinating building systems: Process and knowledge*, *Journal of Architectural Engineering*,g., 6(4), 116–121.
- Toksarı M., (2007).** *Analitik Hiyerarsi Prosesi Yaklaşımı Kullanılarak Mobilya Sektörü için Ege Bölgesi'nde Hedef Pazarın Belirlenmesi*, *Yönetim ve Ekonomi*.
- Verma V. K., (1995).** *Organizing Projects for Success, The Human Aspects of Project Management*.
- Vila, J. ve Beccue, B. (1995).** *Effect of Visualization on the Decision Maker When Using Analytic Hierarchy Process*, *Proceedings of the 28th Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Vila, J., Beccue, B. (1995).** *Effect of Visualization on the Decision Maker When Using Analytic Hierarchy Process*”, *Proceedings of the 28th Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Williams T., (2010).** *Construction Management, Emerging, Trends and Technology*.
- Xial B., Chan A., Zuo J., Molenaar K. (2013).** *Analysis of Selection Criteria for Design-Builders through the Analysis of Requests for Proposal*, *Journal of Management in Engineering*, ASCE.

- Xu D. L., Yang J. B., (2005).** *Intelligent decision system based on the evidential reasoning approach and its applications, Journal of Telecommunications and Information Technology.*
- Xu, D. L., McCarthy, G., & Yang, J. B. (2006).** *Intelligent decision system and its application in business innovation self assessment. Decision Support Systems,*
- Yang, J. B., Singh, M. (1994).** *An Evidential Reasoning Approach For Multiple Attribute Decision Making With Uncertainty. IEEE Trans. Syst. Man Cybern.,*
- Yaralıoğlu K., (2004).** *Uygulamada Karar Destek Yöntemleri, İlkem Ofset, İzmir.*
- Yates J. K., Battersby L. C., (2003).** *Master Builder Project Delivery System and Designer Construction Knowledge, Journal of Construction Engineering and Management*
- URL-1** <<http://job-descriptions.careerplanner.com/civil-engineers.cfm>>, alındığı tarih: 05.04.2015

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Özgen VAR

Doğum Yeri ve Tarihi : 2 Ağustos 1990, Balıkesir

Adres : 19 Mayıs Mah Şişli / İstanbul

E-posta : ozgenvar@hotmail.com

Lisans Eğitimi : Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

Yüksek Lisans Eğitimi: İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul