

AHP (Analytic Hierarchy Process) Yöntemi ve Hazır Beton Tesisi Arazi Seçiminde Uygulaması

Ömür TEZCAN*

ÖZET

Bu çalışmada, en çok kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP (Analytic Hierarchy Process) yöntemi tanıtılmıştır. AHP yöntemi hazır beton tesisi arazi seçimi problemine uygulanmış ve sonuçları verilmiştir. Bu çalışmadaki amaç, AHP yöntemini tanıtmak ve hazır beton tesisi yatırımı için arazi ve bölge seçiminde yöntemin kullanılış biçimi konusunda rehberlik etmektir.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Yöntemi, Çok Kriterli Karar Verme, Beton Santrali Tesisi Arazi Seçimi

GİRİŞ

Karar verme problemi en genel anlamda; bir seçenek kümesinden en az bir amaç veya ölçüte göre en uygun seçeneğin seçimi şeklinde tanımlanabilir. Araştırmalar, pek çok günlük kararın sezgisel olarak alınmasının yeterli olmasına rağmen, karmaşık ve hayati kararlar için bu yolun tek başına yeterli olmadığını göstermektedir [1]. Çok kriterli karar verme yöntemleri, 1960'lı yıllarda, karar verme işlerine yardımcı olacak bir takım araçların gerekli görülmesiyle geliştirilmeye başlanmıştır [1,2]. Bir karar verme probleminde, ulaşılmak istenen hedefi bir çok parametrenin belirlediği ve seçim için değerlendirilecek alternatiflerin her birinin kendine has avantajlarının bulunduğu durumlarda karar verme

işi çok zor bir durum olacaktır. Böyle durumlarda kararı verecek olan kişi ya tüm bu kararsızlık sıkıntısından kurtulmak için, sağlıklı olup olmadığını önemsemeden, bir karara varacak; ya da uzun ve rasyonel olmayan analizler sonunda kuşku içerisinde bir karara varacaktır. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri'ni kullanmaktaki amaç alternatif ve kriter sayılarının fazla olduğu durumlarda karar verme mekanizmasını kontrol altında tutabilmek ve karar sonucunu mümkün olduğu kadar kolay ve çabuk elde etmektir. Modern karar destek yöntemlerini kullanan firmalar, globalleşen iş ilişkilerine öncülük etmekte ve bu ilişkiler ağını yönetmekte rekabetçi avantaj sahibi olabilmektedirler.

AHP (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS)

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP metodu; bağlı önemler için yapılan kişisel atamaları, ağırlıklar kümesine dönüştürmekte kullanılan bir tekniktir. AHP'nin uygulaması dört temel prensiple şekillenmektedir: ayrıştırma (decomposition), karşılaştırmalı yargılar (pairwise comparison), hiyerarşik kompozisyon veya önceliklerin sentezi (synthesis of priorities) ve karma kompozisyona göre nihai kararın alınması [1,2]. Bu temel prensipler aynı zamanda AHP'nin adını oluşturmaktadır.

Analytic Hierarchy Process Method and Application in Area Selection of Ready Mixed Concrete Plant

In this study, one of the most popular multi criteria decision making tool; Analytic Hierarchy Process method is presented. This method is applied on ready mixed concrete plant area selection problem and the results are given.

The goal of this study is to inform about Analytic Hierarchy Process method and usage of the method on ready mixed concrete plant area selection.

Keywords: Analytic Hierarchy Process , Multi Criteria Decision Making, Ready Mixed Concrete Plant Area Selection

*Oyak İnşaat A.Ş.

Tablo 1. AHP Değerlendirme Ölçeği (Saaty, 1994 - s. 55)

Sayısal Değer	Tanım
1	Öğeler eşit önemde veya aralarında kayıtsız kalınıyor
3	1. öğe 2.'ye göre biraz daha önemli veya biraz daha tercih ediliyor
5	1. öğe 2.'ye göre fazla önemli veya fazla tercih ediliyor
7	1. öğe 2.'ye göre çok fazla önemli veya çok fazla tercih ediliyor
9	1. öğe 2.'ye göre aşırı derecede önemli veya aşırı derecede tercih ediliyor
2.4.6.8	Ara değerler

AHP'nin en önemli yanı, karar vericinin "çok kriterli karar verme problemini" görsel olarak, kriter hiyerarşisi formunda görebilmesine imkan sağlamasıdır. Bu şekilde oluşturulmuş bir hiyerarşi en az üç seviyeden oluşur: en üstte problemin en üst amacı, ortada alternatifleri tanımlayan kriterler, ve en altta da seçim yapılacak olan alternatifler bulunur. Bir kriter iyi olmak gibi çok soyut ya da geniş kapsamlı olduğunda daha alt kriterler türetilerek çok seviyeli hiyerarşiye yerleştirilir [5,6].

Hiyerarşinin oluşturulmasından sonra kriterler arasında çiftli karşılaştırmalar yapılır. Karar vericinin bu çiftli karşılaştırmalarına yardımcı olması için Saaty iki elemanın arasındaki önemi belirleyebilmek amacıyla dokuz noktalı bir skala geliştirmiştir. İki elemanın arasındaki tercih oranını

belirleyecek rakamlar ve bunların sözel karşılıkları Tablo 1'de gösterilmiştir. Arada bulunan değerler (2, 4, 6 ve 8) iki ifadenin arasında kalan kararlar için kullanılabilir.

Bu şekilde her seviyedeki kriterler ve en nihayetinde de her kritere göre alternatifler birbirleriyle karşılaştırıldıktan sonra karşılaştırmalar matrisleri oluşturulur. Bu matrislerde satır ve sütunları karşılaştırılan kriter ya da alternatifler meydana getirir ve matrisin her elemanı satırdaki elemanın sütundaki elemana karşılaştırılmasından elde edilen orandır[7,8]. Bu şekilde oluşturulan matrisin simetrik olacağı aşıkardır. C1, C2, C3 gibi üç kriter için oluşturulan matris Şekil 1'de; A1, A2, ve A3 gibi üç alternatif için oluşturulan matris ise Şekil 2'de gösterilmiştir.

Çiftli karşılaştırmalar matrisinin oluşturulmasından bir sonraki adım; matriste bulunan elemanların ağırlıklarının elde edilmesidir. Bir çok durumda yakın sonuçlar elde edebilmek için Saaty, satırların geometrik ortalamalarının alınmasını tavsiye etmektedir: (a) Her satırdaki n eleman çarpılır, n. kökü alınır ve elde edilen değerler için yeni bir kolon oluşturulur, (b) yeni kolon normalleştirilir (her değerın değerlerin toplamına bölünmesi). Bu şekilde her kriterin bir üzerinden önem ağırlığı ve her alternatifin de her kriterden aldığı puan bir üzerinden elde edilmiş olur. Alternatiflerin nihai değerlerini elde etmek içinse alternatifin her bir kriterden aldığı puanla o kriterin çarpımları toplanır. En yüksek toplama sahip alternatif en uygun tercihi belirtmektedir.

Şekil 1. C1-C2-C3 kriterlerinin karşılaştırma matrisi

	C1	C2	C3
C1	1	C1/C2	C1/C3
A2	A2/A1	1	A2/A3
A3	A3/A1	A2/A3	1

Şekil 2. A1-A2-A3 alternatiflerinin Ci kriteri için karşılaştırma matrisi

Ci için	A1	A2	A3
A1	1	A1/A2	A1/A3
A2	A2/A1	1	A2/A3
A3	A3/A1	A2/A3	1

HAZIR BETON TESİSİ ARAZİ SEÇİMİNDE AHP UYGULAMASI

AHP yönteminin hazır beton tesisi yatırımı için arazi ve bölge seçimi probleminde uygulanış biçimi aşağıda örneklenmiştir.

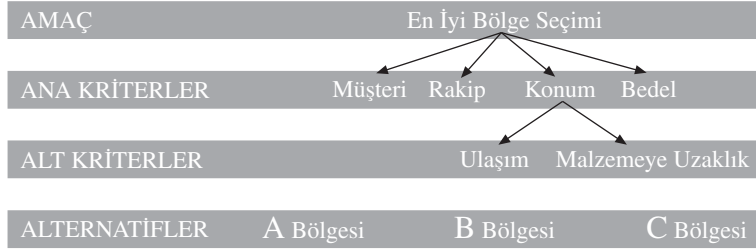
Bir hazır beton firması yapacağı yeni beton tesisi yatırımı için A, B, C bölgelerinden kendisi için en uygun olanı seçmek istemektedir. Söz konusu firmanın, seçim sırasında başlıca dört ana kritere ve iki alt kritere dikkat ettiği varsayılmıştır:

1. Müşteri : Bölgenin potansiyel müşteri bakımından durumu
2. Rakip : Bölgedeki rakiplerin miktarı
3. Konum : Bölgenin müşterilere ulaşım durumu ve hammaddeye

Tablo 2. Birinci Düzey için İkili Karşılaştırmalar Matrisi

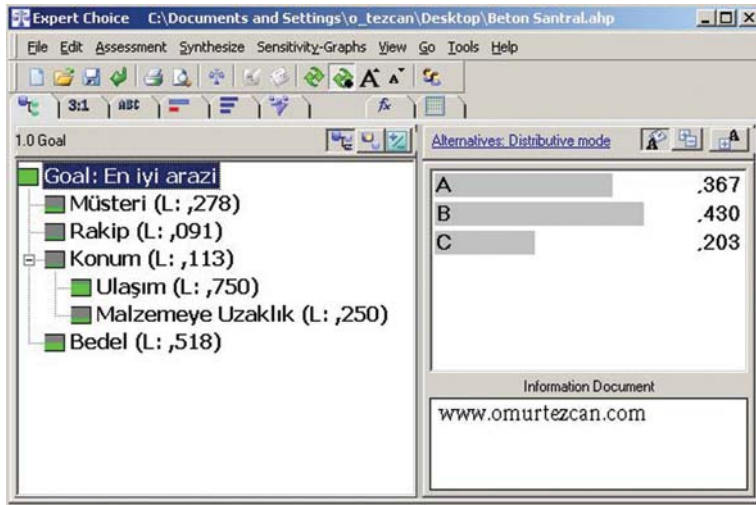
AMAÇ	Müşteri	Rakip	Konum	Bedel
Müşteri	1	4	3	1/3
Rakip	1/4	1	1	1/5
Konum	1/3	1	1	1/3
Bedel	3	5	3	1

Şekil 3. Bölge Seçimi için Oluşturulan Hiyerarşik Model



Tablo 4. Alt Kriterler için İkili Karşılaştırmalar Matrisi ve Görelî Önem Vektörü

ALT KRİTER	Müşteri	Rakip	W _{ALT KRİTER}
Ulaşım	1	3	0.750
Malz. Uzaklık	1/3	1	0.250



Şekil 4. Expert Choice Programından Bileşik Göreceli Önem Görüntüsü

uzaklığı

3.1. Ulaşım : Bölgenin müşterilere ulaşım durumu

3.2. Malzemeye Uzaklık : Bölgenin malzeme kaynaklarına (çimento fabrikaları vs.) uzaklığı

4. Bedel : Bölgedeki arazilerin ortalama birim (m²) fiyatı

Problem ayrıştırılarak kriterlerinin belirlenmesinden sonra karar hiyerarşisi oluşturulur. Ana amaç olan “En iyi bölge seçimi” hiyerarşinin en üst düzeyinde yer alır. İkinci düzeyde, amaca katkıda bulunan dört kriter; üçüncü düzeyde alt kriterler, son düzeyde ise söz konusu kriterler cinsinden değerlendirilmek üzere seçenekler vardır (Şek.3).

Seçimin hiyerarşisi oluşturulduktan sonra öğelerin görelî önemlerinin belirlenmesi gerekir. İlk olarak; firma için, dört kriterin ana amaç olan en iyi bölge seçimini sağlamadaki görelî önemleri belirlenir. Bunun için yapılması gereken kriterlere ikili karşılaştırmalar uygulayıp Karar vericiye Tablo 1’deki ölçek kullanılarak “Karşılaştırılan iki kriterden hangisi, tesisin bulunacağı bölge açısından daha önemlidir?” türde soru sormak olacaktır. Bu sorunun yanıtını tüm kriterlerin ikili karşılaştırmaları için alarak Karar Vericinin tercih değerlerini saptadığımızda Tablo 2’deki ikili karşılaştırmalar matrisi elde edilir. Örneğin amaca göre, bölgedeki arazilerin ortalama m² birim maliyeti kriteri bölgedeki rakiplerin sayısı kriterine göre karar verici için beş kat daha önemlidir. Ulaşım ve potansiyel müşteri sayısı ise aynı öneme sahiptir.

Tablo 3. Birinci Düzeye İlişkin Görelî Önem Vektörü

KRİTER	W _{AMAÇ}
Müşteri	0.278
Rakip	0.091
Konum	0.113
Bedel	0.518

Tablo 5. Müşteri Kriteri için İkili Karşılaştırmalar Matrisi

Müşteri	A	B	C	WMÜŞTERİ
A	1	1/4	3	0.218
B	4	1	6	0.691
C	1/3	1/6	1	0.091

Tablo 6. Rakip Kriteri için İkili Karşılaştırmalar Matrisi

Rakip	A	B	C	WRAKİP
A	1	3	2	0.540
B	1/3	1	1/2	0.163
C	1/2	2	1	0.297

Tablo 7. Ulaşım Alt Kriteri için İkili Karşılaştırmalar Matrisi

Ulaşım	A	B	C	WULAŞIM
A	1	1/3	3	0.268
B	3	1	4	0.614
C	1/3	1/4	1	0.117

Tablo 8. Malzemeye Uzaklık Alt Kriteri için İkili Karşılaştırmalar Matrisi

Malzeme Uzaklık	A	B	C	WMalzeme Uzaklık
A	1	1/2	1/3	0.163
B	2	1	1/2	0.297
C	3	2	1	0.540

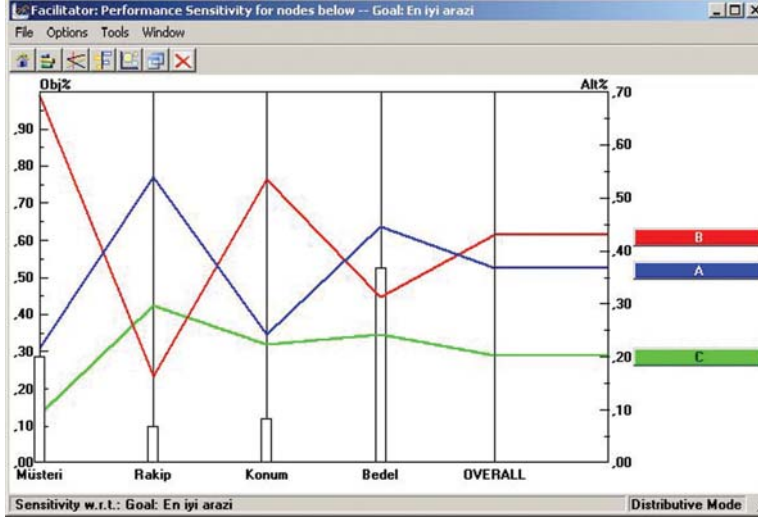
Tablo 9. Bedel Kriteri için Görelî Önem Vektörü Bulunması

Seçenek	Fiyat/m ²	1/(Fiyat/m ²)	WBEDEL
A	300	0.003333	0.444
B	425	0.002353	0.313
C	550	0.001818	0.243
Toplam	1275	0.007504	1

Söz konusu matris kullanılarak, kriterlerin ana amacı gerçekleştirilmesindeki görelî önemleri saptamak ikinci adımdır. Bu hesaplama için daha önce açıklandığı gibi ikili karşılaştırmalar matrisinin en büyük özvektörü bulunup normalize edilmelidir. Bu işlem için normalizasyona dayalı yöntem kullanılabilir gibi Expert Choice programından da yararlanılabilir [3,4]. Bu çalışmada Expert Choice programına Tablo 2'deki matris verileri girilerek örnek sorunun birinci düzeyine ilişkin görelî önem vektörü aşağıdaki şekilde elde edilmiştir (Tablo 3):

Bu durumda "En iyi bölge seçimi" amacını en fazla etkileyen kriter % 51.8 ile bölgedeki arazilerin birim (m²) maliyetidir. Bu kriteri % 27.8 ile bölgenin müşteri potansiyeli ve % 11.3 ile bölgenin ulaşım durumu izlemektedir. Firma için bölgedeki rakiplerin sayısı ana amaç için seçenekleri değerlendirirken en az önem verdiği kriterdir (% 9.1). Daha sonra birinci düzeydeki konum kriterinin alt kriterleri olan ulaşım, ana malzemeye uzaklık kriterleri için aynı tür karşılaştırmalar yapılmış ve sonuçları Tablo 4'de verilmiştir. Diğer bir deyişle seçeneklerin kriterleri gerçekleştirme açısından ikili karşılaştırmaları söz konusudur. Tablo 5, 6' da Müşteri ve Rakip ana kriterleri için, Tablo 7, 8'de Ulaşım ve Malzemeye Uzaklık alt kriterleri için üç alternatifin karşılaştırmaları ve Expert Choice tarafından hesaplanan görelî önem vektörleri verilmiştir.

Bedel kriteri açısından seçenekler değerlendirilirken gerçek rakamlar (nicel değerler) kullanılacağından ikili karşılaştırmalar matrisi oluşturmak gereksizdir. Dikkat edilecek özellik arazi ortalama bedeli yüksek olan bölgenin düşük görelî öneme sahip olması için ortalama arazi bedellerini tersine çevirmek gerektiğidir. Elde



Şekil 5. Expert Choice Programından Alternatif – Göreceli Önem Grafiği

edilen değerler, toplamlarına bölünerek normalize edildiğinde Bedel kriterine ilişkin göreceli önem vektörü hesaplanmış olur (Tablo 9).

Üçüncü aşamada yapılması gereken seçenekler için toplam bileşik göreceli önemleri hesaplamaktır. Seçeneklerin bileşik göreceli önemlerinin bulunması için, her seçeneğin kriterlere göre göreceli önemini söz konusu kriterlerin amaç açısından göreceli önemi ile çarpıp elde edilen çarpım değerlerini birbirleriyle toplamak gerekir. Her bir alternatife ait bulunan göreceli önem değerleri kriterlerin amaç açısından göreceli önemleri ile çarpılıp (Tablo 3) çarpımların toplamı alınırsa herbir bölge için bileşik göreceli önem

$$A : (0.218 \cdot 0.278) + (0.540 \cdot 0.091) + ((0.268 \cdot 0.75 + 0.163 \cdot 0.25) \cdot 113) + (0.444 \cdot 0.518) = 0.367$$

$$B : (0.691 \cdot 0.278) + (0.163 \cdot 0.091) + ((0.614 \cdot 0.75 + 0.297 \cdot 0.25) \cdot 113) + (0.313 \cdot 0.518) = 0.430$$

$$C : (0.091 \cdot 0.278) + (0.297 \cdot 0.091) + ((0.117 \cdot 0.75 + 0.540 \cdot 0.25) \cdot 113) + (0.243 \cdot 0.518) = 0.203$$

olarak bulunur. Expert Choice programı "distributive mode" seçeneği

kullanılarak sentez yapıldığında bulunan aynı değerler Şekil 4'te ve alternatiflerin kriterler karşısındaki göreceli önem değişim grafiği Şekil 5'te sunulmuştur. Bileşik göreceli önem sonuçları incelendiğinde, firmanın yeni yatırım yapacağı hazır beton tesisi için ön görülen kriter ağırlıklarına göre en uygun bölgenin "B" Bölgesi olduğu anlaşılmaktadır. "A" Bölgesi fiyat bakımından en uygun olmasına karşın "B" Bölgesi firma için konum ve potansiyel müşteri bakımından seçenekler arasında en iyi durumdadır. Bölgedeki arazilerin ortalama fiyatı yönünden orta düzeyde olup bölgedeki rakiplerin sayısı bakımından ise en kötü durumdadır. Fakat firma, Rakip kriterini amaç açısından en az önemli kabul ettiğinden "B" Bölgesi toplam bileşik göreceli önemi en yüksek olan seçenek durumundadır.

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP yöntemi tanıtılmış ve uygulamacılara katkı sağlaması amacıyla hazır beton tesisi yatırımında bölge seçimi örnek olarak ele alınmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinde en önemli adımı oluşturan "hiyerarşik yapının kurulması" üzerinde durulmuştur. Bu

konu için bahsedilen yöntemi kullanırken oluşturulmuş bulunan model karar vericiye göre adapte edilebilir, burada göz önüne alınmayan bir takım parametreler modele eklenebilir ya da bu uygulamada kriterlere atanmış olan öncelik değerleri ve karşılaştırmaları yeniden düzenlenebilir. Burada çok kriterli karar verme yöntemlerinin esneklik yanı da meydana çıkacaktır, zira farklı görüşlere sahip olan karar vericiler modeli yeniden kurmak yerine atamalardan uygun görmediklerini değiştirerek sonuçları elde edebileceklerdir.

KAYNAKLAR

Kitap :

[1] Saaty, L. T. (1994), Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process, RWS Publications, Pittsburgh.

[2] Saaty, L. T. (1980) The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Comp., U.S.A.

[3] Expert Choice Software Tutorials (2000), Expert Choice Inc., Pittsburgh.

[4] Forman, E. , Selly M. A. (2000), Decision by Objectives, Expert Choice Inc. Pittsburgh.

Dergi:

[5] Zahedi, F. (1986), The Analytical Hierarchy Process - a survey of the method and its applications, Interfaces, 16 (4), 96-108.

[6] TOPCU Y.I. (2004), , Building and Environment 39/4, 469-481. (SCI)

[7] Kuruüzüm, A. ve Atsan, N. (2001), The Analytic Hierarchy Process approach and its applications in business, Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14 (1), 83-105. T., Saaty L. (1994), Highlights and critical points in the theory and application of the Analytical Hierarchy Process, European Journal of Operational Research, 426-447.