

Yüklenici inşaat firmaları için çok kriterli performans ölçme modeli geliştirilmesi

Işlay TEKÇE*, Attila DİKBAŞ

İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Bilimleri Programı, 34469, Ayazağa, İstanbul

Özet

Son yirmi yılda global ölçekte artan rekabet, müşteri talepleri ve yüksek kalite gereksinimleri inşaat endüstrisini performans ve performans ölçümü kavramları hakkında daha fazla dikkat harcamaya zorlamıştır. İnşaat endüstrisinde performans ölçümü genellikle finansal yönelimli ve performans araştırmaları da büyük oranda proje seviyesine odaklıdır. Ancak son zamanlarda firma seviyesinde performansın değerlendirilmesi ve yönetimi için talep artmıştır. İnşaat endüstrisinde firma seviyesinde performans ölçümü kavramsal çerçevesi geliştirmeye odaklı birkaç çalışma sözkonusudur. Diğer endüstrilere kıyasla inşaat endüstrisi performans ölçümü uygulamalarında hiç bir zaman lider olmadığı gibi düşük performansı ile ilgili üne sahiptir. Bugüne kadar pek çok araştırmacı Türk inşaat endüstrisinde düşük performansla sebep olan sorunlara dikkat çekmiştir. Ancak konu ile ilgili olarak Türk yüklenici firmaları özelinde bir “performans ölçme modeli veya sistemi” çalışmasına literatürde rastlanmamıştır. Böylelikle, Türk yüklenici inşaat firmaları için performansın, kendi perspektiflerinden ölçülmesi için bir model geliştirilmesi araştırma problemi olarak seçilmiştir. Araştırmada, üretim ve inşaat endüstrisinde geliştirilmiş performans ölçme model ve kavramsal çerçevelerinin tüm performans boyut ve kriterlerini bir araya getiren, kapsamlı bir model oluşturulması hedeflenmiştir. Bu yaklaşım, içeriksel geçerliliğin sağlanması açısından da önemlidir. AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemi ile model bileşenlerinin önem ağırlıkları belirlenmiştir. Çok kriterli performans ölçme modeli, performans boyut ve performans kriterlerinden oluşan 3 düzeyli hiyerarşik bir yapıda oluşturulmuştur. Model, yüklenici inşaat firması yöneticilerine performans ölçme sistemlerini oluştururken kullanabilecekleri kapsamlı ve pragmatik bir araç önermektedir.

Anahtar Kelimeler: Analitik hiyerarşi süreci yöntemi, performans ölçümü, yüklenici inşaat firmaları.

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Işlay TEKÇE. akkoyunis@itu.edu.tr; Tel: 0 (212) 285 70 74/133-0 535 665 33 45.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Bilimleri Programında tamamlanmış olan "Yüklenici inşaat firmaları için çok kriterli performans ölçme modeli" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 05.04.2010 tarihinde dergiye ulaşılmış, 12.05.2010 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 30.08.2011 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Bu makaleye "Tekçe, I., Dikbaş, A., (2011) 'Yüklenici inşaat firmaları için çok kriterli performans ölçme modeli geliştirilmesi', İTÜ Dergisi/A Mimarlık, 10: 1, 151-164" şeklinde atıf yapabilirsiniz.

Developing a multi-criteria performance measurement model for construction contractors

Extended abstract

Increased competition, customer demands, and higher quality requirements in the global environment have all forced the construction industry to pay much more attention to the concept of “performance” over the last two decades. The construction industry has mainly relied on financially focused performance measurements, and studies and research have been carried out mostly at the project level. However, recently, the demand for performance evaluation and management at the company level has increased. A few previous efforts have aimed to develop a conceptual framework for firm level performance, but there have been few follow-up studies. In comparison to other industries, construction has not been a leader in performance measurement practice and known worldwide for its poor measurement culture. Hence, it is worthwhile understanding the need for a performance measurement framework for Turkish contractors’ context. Many large contractors in Turkey are lacking an effective method to measure their performance. The need for measuring performance in structured and systematic approaches is also a necessity for Turkish construction contractors. Moreover there has not been any investigation for the existing situation of current applications of performance measurement in leading Turkish contractors. In this regards, the main objective of this research is to develop a multi-criteria performance measurement model for contractors. This model, would enable contractors to measure their business performance by using performance dimensions, criteria and related performance indicators which were important for their performance perceptions.

The objective of accumulating knowledge by building on the findings of other researchers is a central characteristic of all organizational research. Hence literature reviews carried out for this research and describes the performance dimensions, performance criterias from this knowledge acquisition process step for formulating the multi-criteria performance measurement model.

Determination of performance dimensions and criterias by a simple frequency analysis and normative refinement for proposed measurement model was employed. The multi criteria performance measure-

ment model uses the existing performance measurement models, frameworks with the addition of a number of elements and perspectives. Each framework focuses on different facets of performance. Therefore, in developing a comprehensive framework, it is only logical to build upon the principles of the existing frameworks. The logic of the model is to cover all performance perspectives from existing frameworks for comprehensiveness and thus enhancing the initial (content) validity of the formulated framework. Hence, the formulation process started by integrating the performance perspectives of the existing models and frameworks.

Considering the inherent complexities of the construction activity itself, only an adequate combination of criteria allows assessing the contractors’ performance. Having set out the performance dimensions, related criteria, the research then considered to develop a model that represents the relative importance weights of model constructs by using Analytic Hierarchy Process method (AHP). AHP is primarily a tool for the evaluation of alternatives and the selection of the best alternative. In the current application, however, there are no alternatives per se, and thus AHP, used here to determine the relative weight of each of the construct of the model, is executed short of the final stage in which alternatives would be evaluated according to the weighted attributes. The questionnaire survey, was executed for eliciting the relative weights of the model constructs according to the evaluations from nine upper level managers of world-wide reputable Turkey’s leading construction contractors who were served on the AHP expert panel. The section outlines a concise review of AHP fundamentals, followed by a more detailed description of how AHP was specifically applied in the current study.

The multi-criteria performance measurement model proposed in this study uses a three-level hierarchical structure to combine performance dimensions and performance criteria. The model focuses on using performance measurement for internal management purposes from the internal measurement point of view. The developed model represents a pragmatic tool capable of supporting construction managers in structuring an in-house performance measurement system by integrating the several key performance indicators.

Keywords: Analytic hierarchy process, construction contractors , performance measurement.

Giriş

Günümüzde inşaat sektöründe giderek daha karmaşık, büyük projelerin gündemde olduğu ve endüstrinin bilinen doğası üzere de süre, maliyet ve kalite açısından amaçlara ulaşmanın güçleşerek daha önemli hale geldiği, bilinen bir gerçektir. İş dünyasında artan rekabet, inşaat endüstrisini de performansını finansal kantitatif performans göstergelerinin ötesinde yaklaşımlarla ölçmeye zorlamıştır.

Yüklenici inşaat firması performansının ölçülmesi konusu, proje performansı veya genel endüstri performansı araştırmaları ile kıyaslandığında daha az çalışılmış bir alandır. Günümüzde, yüklenici inşaat firmalarının rekabet edebilmelerinin en önemli koşullarından birisi performanslarını ölçerek, ilerlemeyi sağlamalarıdır. Yapım hizmetlerinin globalleştiği bir çağda dahi organizasyonlar içinden çıktıkları ülke koşullarından ve etkilendikleri özgü koşullardan dolayı hem kültürel hem de pratikler anlamında farklılaşmaktadırlar.

Araştırmanın konusu, literatürdeki performans ölçme modellerini, kavramsal çerçeve ve yaklaşımları' inceleyerek Türk inşaat endüstrisi yüklenici inşaat firmaları için performansın ölçümüne imkân sağlayan "çok kriterli bir performans ölçme modeli" oluşturulmasıdır. Literatürde genel olarak üretilen organizasyonel performans ölçme sistem ve modelleri, üretim endüstrisi için oluşturulmuşlar daha sonra inşaat endüstrisi tarafından adapte edilmişlerdir. Geliştirilen modeller, birkaçı hariç gelişmiş ülkelerdeki yapım organizasyonlarının incelenmesine dayanmaktadır. Farklı koşullarda performansın ne olduğu konusu da ayrıca değerlendirilmesi gereken bir konudur. Firmanın bütüncül performansı içinde performansı oluşturan boyutlarında önem ağırlıkları, yukarıda açıklanan gerekçelerle değişebilmektedir. İnşaat endüstrisi özelinde gerek proje, gerek firma, gerekse endüstri seviyesinde performansın ölçülmesinde kullanılan ve üzerinde fikir birliğine varılmış, anahtar performans göstergeleri seti ve tek bir performans ölçme ve değerlendirme yöntemi yoktur. Türk yüklenici inşaat firmalarında, per-

formansın ölçümü ile ilgili yapılan literatür araştırmalarında, firma seviyesinde performans ölçümü ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Performans ölçümü

Geçmişte, pek çok endüstri sürdürülebilir rekabet avantajı sağlamak için pek çok girişimde bulunmuştur. Bu çabalar servis ve üretim endüstrilerinde sıklıkla toplam kalite yönetimi, yalın üretim, kıyaslama, vb. gibi yeni yaklaşımlarla sonuçlanmıştır (Kagioglu vd., 2001). Tüm bu üretim ve yönetim felsefelerinin arkasındaki temel itici güç, organizasyonun içsel ve dışsal performansının, faaliyette bulunduğu pazar ve piyasa koşullarında optimizasyonu için etkin performans ölçümü vasıtasıyla performans yönetimi meselesinin yeniden düşünülmesi zorunluluğudur (Kagioglu vd., 2001).

Amaratunga ve Baldry (2002), performans ölçümünü işin verimliliğinin ve etkinliğinin sayısallaştırılması süreci olarak, Neely ve diğerleri (2002), performans ölçümünü; bir faaliyetin etkinliğinin ve verimliliğinin niceliksel açıdan belirlenmesi olarak tanımlamıştır. İş performansı ölçme sistemleri, firmanın hedefleri ile uyumlu finansal ve finansal olmayan ölçüleri, (bu ölçüler anahtar performans göstergeleri de olabilir) bir araya getiren puan kartları veya mükemmeliyet modellerini ifade eder (Parida ve Chatopadhyay, 2007). Geleneksel performans ölçme sistemleri, finansal performans göstergelerini esas almaktadırlar. İş performansının ölçümü, geleneksel finansal göstergelerin ötesinde firmanın geleceğini etkileyen ve belirleyen asıl unsurlara odaklanmalıdır (Love ve Holt, 2000). Finansal göstergelerin açıklanan kısıtlarını bertaraf etmek için, finansal olmayan göstergelerin performans ölçme sistemlerine eklenmesiyle 80'lerin sonunda, 90'ların başında pek çok bütünlük performans ölçme modelinin ve yaklaşımı ortaya konmuştur. En sık ele alınanlar, dengelenmiş puan kartı yöntemi (Kaplan ve Norton, 1996), performans prizması (Neely vd., 2002), sonuçlar ve belirleyiciler kavramsal çerçevesi (Fitzgerald ve Moon, 1996), SMART piramidi (Lynch ve Cross, 1991) ve kalite tabanlı iş mükemmeliyet modelleridir. İnşaat endüstrisi,

yetersiz performansı sebebiyle pek çok araştırmacı tarafından eleştirilmiştir. Geleneksel olarak inşaat endüstrisi, proje performansına odaklı kaygılar taşımaktadır. İnşaat projelerinin ve yüklenici firmaların performansı müşterilerin hedefleri kapsamında maliyet, kalite, süre üçlününün ne kadar başarılı olduğu ile değerlendirilmektedir. Diğer endüstrilerdeki eleştirilere benzer olarak inşaat endüstrisindeki firmalarda, en alt seviyedeki finansal performans göstergelerine odaklanmaları ile ilgili eleştirileri paylaşırlar (Kagioglu vd., 2001). İnşaat endüstrisinde ilerlemenin sağlanamamasının önemli sebeplerinden birisinin performans ölçme uygulamalarındaki eksiklik olduğu üzerinde görüş birliği olan konulardan birisidir. İnşaat endüstrisinde yayımlanan pek çok gelişme raporu, sürekli gelişimin sağlanabilmesi için performans ölçümünün araç olarak kullanımının önemine işaret etmektedir. İnşaat firmasının performansının ölçülmesi ve takip eden geribildirimler, firma için yaşamsal değerdedir.

Ölçme, standardize edilmiş enformasyon ile en iyi uygulamaların belirlenmesine ve kıyaslanabilmesine olanak sağlamaktadır. Rekabeti sağlamak, uluslararası pazarlarda varolabilmek için Türk yüklenici inşaat firmalarının uzun vadeli düşünerek, her zamankinden daha fazla mevcut iş performanslarını ve gelecekteki performanslarının nasıl olacağını anlamaya ihtiyaçları vardır. Ancak, performans ölçümü alanında yapılan pek çok çalışma bilgi tabanını genişletme amacı taşıırken, pragmatik problem çözümü önerileri sağlamamaktadır.

Araştırmada, yüklenici firma performansı, firmanın kendi perspektifinden performans değerlendirilmesini anlatmaktadır. Bu yüzden bu bağlamdaki literatür ele alınmıştır. İnşaat yönetimi literatüründe pek çok araştırmacı, sözkonusu performans ölçme model ve çerçeveleri örnekleri üzerinde çalışmışlar; farklı yaklaşım ve yöntemleri yüklenici inşaat firması performansı bağlamında kullanmışlardır. Watson ve Seng (2001) ile Beatham vd., (2002), EFQM modelinin inşaat endüstrisinde kullanımını ve anahtar performans göstergelerinin nasıl belirlenebile-

ceğini değerlendirmişlerdir. Bu araştırmalar içerisinde firma seviyesinde performans ölçme yaklaşımı önerenler Tablo 4’te gösterilmiştir.

Mbugua (2000), iş performanslarını değerlendirmek için kritik başarı faktörlerinin tanımlanmasına dayanan bir kavramsal çerçeve önermiştir. Kagioglu vd., (2001), dengeli puan kartının modifikasyonunu yapmıştır. Truong-Van vd., (2008), firmaların stratejik performanslarının ölçümü için dengeli puan kartı yöntemini uygulamışlardır. Yu vd., (2007), Ofori- Kuragu ve Baiden (2008),’de inşaat firmalarının performanslarını kıyaslanması için dengeli puan kartı kullanarak performans kıyaslaması amacıyla kavramsal çerçeveler önermişlerdir. Samson ve Lema (2002), ve Bassioni ve diğ. (2004) ölçüm çerçevelerini, dengeli puan kartı yöntemini ve iş mükemmeliyet modellerinin prensiplerine dayandırmıştır. Buraya kadar belirtilen araştırmalarda önerilen, farklı amaçlarla, farklı bağlamlarda inşaat endüstrisine özgü geliştirilen performans ölçümü kavramsal çerçevelerinde yer alan “performans boyutları Tablo 4’te gösterilmiştir.

Yüklenici inşaat firması yöneticileri ile yapılan görüşmelerde, yapılandırılmış bir performans ölçme modeli eksikliği ve ihtiyacı tespit edilmiştir. Performans ölçümü literatüründe üretilen bilgi ve uygulama arasında önemli boşluklar bulunmaktadır.

Araştırma ile jenerik ve inşaat endüstrisi için geliştirilmiş performans ölçme model ve kavramsal çerçevelerinin tüm performans boyut ve kriterlerini bir araya getiren, yüklenici inşaat firması performansının ölçülmesinde kullanılacak bir model geliştirilmesi hedeflenmiştir. Konu ile ilgili olarak daha önce Türk yüklenici firmaları özelinde bir “performans ölçme modeli veya sistemi” araştırmasına literatürde rastlanmamıştır.

Çok kriterli performans ölçme modelinin geliştirilmesi

Performans ölçme modeli, literatürde bulunan mevcut performans ölçme modelleri, ve kav-

ramsal çerçeveleri incelenerek formülize edilmiştir.

Modelin yapılandırılması

Modelin yapılandırılması, performans ölçme modeli hiyerarşisini oluşturan, farklı düzey bileşenlerinin performans boyutlarının, performans kriterlerinin belirlenmesini kapsamaktadır. 1. Aşama; 2. düzey “performans boyutları”nın ve 3. düzey “performans kriterleri”nin belirlenmesi amacıyla literatür araştırmalarının yapılmasını, mevcut model ve yaklaşımların analizi ve model bileşenlerinin normatif çıkarsama ile belirlenmesini içermektedir.

Tablo 1. Üretim endüstrisinde geliştirilen performans ölçme kavramsal çerçeveleri ve yaklaşımlarının performans boyutları/ performans kriterleri

Dengelenmiş Puan Kartı (Kaplan Norton, 1996)
Finansal Perspektif, Müşteri Perspektifi, İçsel İş Süreçleri Perspektifi, Öğrenme ve Büyüme Perspektifi
EFQM Mükemmellik Modeli (EFQM, 2008)
<u>Girdi Kriterleri</u> ; Liderlik, Politika ve Strateji, Çalışanlar, İşbirlikleri ve Kaynaklar, Süreçler, <u>Sonuç Kriterleri</u> ; Müşterilerle İlgili Sonuçlar, İnsan kaynaklarıyla İlgili Sonuçlar, Toplumla İlgili Sonuçlar, Anahtar Performans Sonuçları.
Smart Performans Piramidi (Lynch ve Cross, 1991)
Vizyon, Pazar ölçüleri, Finansal ölçüler, Müşteri Memnuniyeti, Esneklik, Üretkenlik/verimlilik, Kalite, Teslimat, Döngü zamanı, Atık.
Performans Prizması (Neely vd., 2002)
Paydaşların Memnuniyeti, Paydaşların Katılımı, Stratejiler, Süreçler, Yetenekler, Skandia Kılavuzu (Edvinsson, 1997)
Finansal Boyut, Müşteriler Boyutu, Süreçler Boyutu, Yenileme ve Geliştirme Boyutu, İnsan Boyutu. Sonuçlar ve belirleyiciler kavramsal çerçevesi (Fitzgerald ve Moon, 1996)
<u>Sonuçlar</u> ; Rekabet ve Finansal Performans <u>Belirleyiciler</u> ; Kalite, Esneklik, Kaynak Kullanımı ve İnovasyon.
Malcolm Baldrige Ulusal Kalite Ödülü Modeli (Business Excellence Criteria, 2003)
Liderlik, Stratejik Planlama, Müşteri ve Pazar Odaklılık, Ölçme, Analiz ve Bilgi Yönetimi, İnsan Kaynakları Odaklılık, Süreç Yönetimi, İş Sonuçları

Çok kriterli performans ölçme modeli geliştirilirken, açıklanan inşaat ve üretim sektöründe kullanım alanı bulmuş mevcut model ve yaklaşımlar, teorik formulasyon ve önerilecek modelin içeriksel geçerliliği anlamında önemlidirler. Tablo 1 ve Tablo 4’te sözkonusu temel performans boyutlarına ilişkin yapılan analizler gösterilmiştir. Performans kriterleri, performans boyutlarının altyapısını oluştururlar. Önerilen performans kriterleri, 9 yüklenici inşaat firması yöneticisi ile yapılan yüzyüze görüşmeler sonunda vizyon ve hedefleri ile uyumlulukları sorgulanarak ayrıca değerlendirilmişlerdir. Değerlendirmeyi yapan yöneticiler Şekil 2’de önerilen performans boyutlarını ve kriterlerini istisna bir kriter ya da boyut olmadan onaylamışlardır. Analizlerde, esneklik, teslimat, döngü zamanı, atık gibi üretim endüstrisine uygun performans kriterleri normatif çıkarsama metodu bağlamında uygun olmadıkları için model sentezlenirken kullanılan performans kriterlerine dahil edilmişlerdir.

Tablo 1’de, müşteri memnuniyeti, finansal perspektif, insan kaynakları/çalışan odaklılık, strateji odaklılık, süreçler ve kalite performans boyutlarının en fazla yer verilen; içsel iş süreçleri perspektifi, paydaşların katılımı, ortaklıklar, ölçme, analiz ve bilgi yönetimi, anahtar performans göstergeleri, inovasyon, yeterlikler ve beceriler, kaynaklar, rekabetçilik, yatırımcı memnuniyeti ve tedarikçi memnuniyeti performans boyutlarının en az yer verilen boyutlar olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4’te, incelenen altı performans ölçümü kavramsal çerçevesinin üst üste düşen performans boyut ve kriterlere sahip oldukları ancak birisinde yer alan bir boyutun diğerinde yer almadığı, performans ölçümü problemini farklı açılardan ele aldıkları; en fazla kapsanan performans kriterlerinin, liderlik, finans maliyet olduğu belirlenmiştir. Bu modellerin, performans ölçümü konularına yaklaşımları farklı bağlamlardadır.

Önerilen modelin, farklı hiyerarşi seviyelerinde de yer alsa, tüm boyutları kapsamaya gerektiğine

karar verilmiştir. Bu yaklaşım, literatürdeki “sınırlı/kapsamlı olmayan performans kriterleri kritik başarı faktörleri ve perspektifleri” eleştirisine kapsamlılık yanıtı açısından benimsenmiştir. Çok kriterli performans ölçme modelini oluşturan “1. düzey performans boyutları” ve “2. düzey performans kriterleri” Şekil 1’deki süreç izlenerek yapılandırılmıştır.

Model bileşenlerinin ağırlıklarının Analitik hiyerarşi süreci (AHS) yöntemi ile belirlenmesi

Bu aşamada, “2. düzey performans boyutlarının” ve “3. düzey performans kriterlerinin” önem ağırlıkları, “analitik hiyerarşi yöntemi” ile uzman paneli değerlendirmeleri kullanılarak belirlenmiştir.

Analitik hiyerarşi sürecinin algoritması

“Çok kriterli performans ölçme modeli” bileşenlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde AHS yöntemi kullanılmıştır.

AHS, Saaty (1980) tarafından geliştirilen, çok kriterli karar vermede kullanılan bir metodolojidir. AHS, karar vericilerin karmaşık problemleri, problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterler ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellemelerine olanak verir. AHS yöntemi, insanoğlunda doğuştan var olan gruplara ayırmaya yönelik beyinsel faaliyet sürecini taklit etmektedir. AHS’nin en önemli özelliği, karar vericinin hem objektif hem de subjektif düşüncelerini karar sürecine dahil edebilmesidir. Bir diğer ifade ile AHS, bilginin, deneyimin, bireyin düşüncelerinin ve önsezilerinin mantıksal bir şekilde problemin daha küçük parçalara ayrılarak, kriterlerin ve seçeneklerin ikili karşılaştırmalarla çözümünün arandığı mantıksal bir süreçtir (Saaty; 1994)

Analitik düşünmenin prensipleri

AHS, gruplara ve bireylere, “karar verme süreci”ndeki nitel ve nicel faktörleri birleştirme olanağı veren güçlü ve kolay anlaşılır bir yöntem-bilimdir (Saaty, 1994). AHS, her sorun için amaç, kriter, olası alt kriter seviyeleri ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model kullanır. Karışık, anlaşılması güç veya yapısallaşmamış

sorunlar için genel bir yöntemdir ve üç temel prensip üzerine kurulmuştur (Saaty 1994);

1. Hiyerarşilerin oluşturulması
2. Üstünlüklerin belirlenmesi
3. Mantıksal ve sayısal tutarlılık

Saaty (1980) tarafından AHS uygulamasının adımları sırası ile ayrıştırma, karşılaştırmalı yargılar, hiyerarşik kompozisyon veya önceliklerin sentezi ve nihai kararın alınması olarak açıklanmıştır. Bu temel prensipler aynı zamanda AHS’nin adımlarını oluşturmaktadır. Bu yöntemin aşamaları hiyerarşinin geliştirilmesi, karşılaştırmalı yargılar/ikili karşılaştırma, grup kararı, önceliklerin) sentezi ve tutarlılık başlıklarında açıklanmıştır.

Hiyerarşinin geliştirilmesi

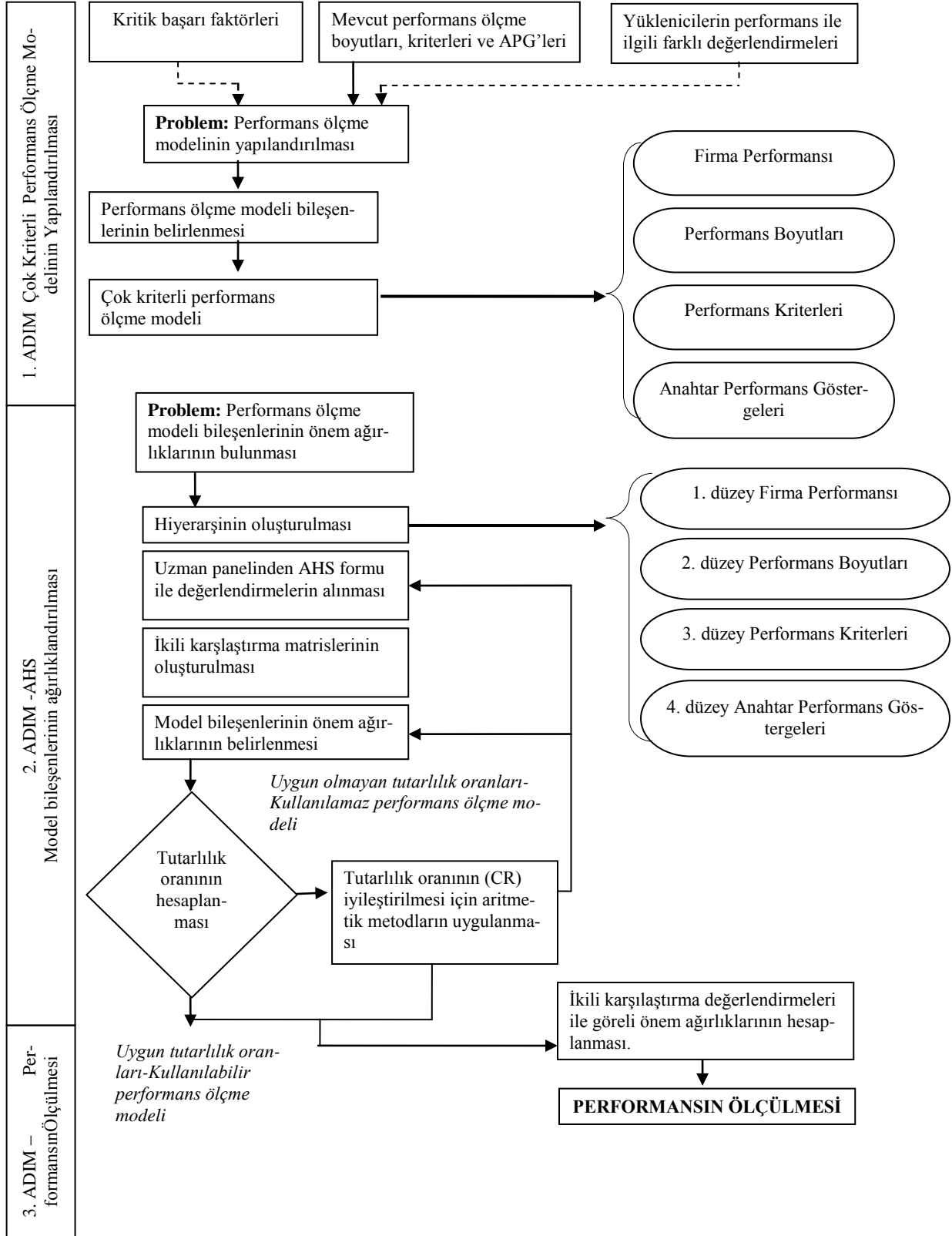
AHS’nin ilk adımı ayrıştırma, bir karar probleminin daha kolay kavranmasını ve değerlendirilmesini sağlayacak hiyerarşik bir düzende alt problemlere ayrıştırma sürecidir.

Karşılaştırmalı yargılar/ikili karşılaştırma

Karşılaştırmalı yargılar, AHS’nin ikinci temel adımını oluşturmaktadır. İkili karşılaştırma, terimi iki kriterin birbirleriyle karşılaştırılması anlamına gelir ve karar vericinin yargısına dayanır. Karar kriterlerinin ve alternatiflerin öncelik dağılımlarının kurulması için tasarlanmıştır. Daha açık bir ifade ile, hiyerarşideki elemanlar bir üst kademedeki elemana göre görece önemlerinin belirlenmesi için ikili olarak karşılaştırılır (Saaty, 1980). Eğer hiyerarşinin belirlenen düzeyi n eleman içeriyorsa toplam $n(n-1)/2$ adet ikili karşılaştırma yapmak gerekir. Kriterlerin amaca ulaşmakta, seçenekler açısından önemleri, ikili karşılaştırma yöntemi çerçevesinde belirlenir.

Bu karşılaştırmalar ile elde edilen sonuçlar ve ölçütler için “ikili karşılaştırmalar matrisi” elde edilir. AHS’nin en kritik noktası, karar alternatiflerini derecelendirmede kullanılan göreceli ağırlıkların belirlenmesidir. Oluşturulmuş olan bir hiyerarşide n adet kriterle ilgilendiğimizi varsayalım. Prosedüre göre karar vericinin, farklı kriterlerin göreceli önemini yorumlamasını yansıtan A ile tanımlanan $n \times n$ ikili karşılaştırmalar

Çok kriterli performans ölçme modeli



Şekil 1. Çok kriterli performans ölçme modelinin oluşturulmasına ilişkin akış şeması

Tablo 2. İkili karşılaştırmalar matrisi

	Kriter ₁	Kriter ₂	Kriter ₃	...	Kriter _m
Kriter ₁	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1m}
Kriter ₂	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2m}
⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮
Kriter _m	a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}	...	a_{mm}

matrisi oluşturulur. İkili karşılaştırma i satırındaki ($i = 1, 2, \dots, m$) kriterlerin m sütunla temsil edilen her bir kritere bağlı olarak derecelendirilmesi şeklinde yapılır. Matristeki a_i / a_j terimi, amaca ulaşmak için i . kriterin j . kriterden ne kadar daha önemli olduğunu ifade etmektedir. Bu değerlendirmede Tablo 3'te gösterilen ölçek kullanılmaktadır. Tutarlılığın sağlanması için $a_{ij} = k$ iken $a_{ji} = 1/k$ olarak ifade edilir. Ayrıca A matrisinin tüm diyagonal elemanları (a_{ii}) kendilerine bağlı kriteri derecelendirdikleri için 1 olmalıdır. Tablo 2'de A matrisi sembolize edilmiştir (Taha, 2002).

Tablo 3. AHS değerlendirme ölçeği (Saaty, 1994)

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önem	Öğeler eşit önemde veya aralarında kayıtsız kalmıyor
3	Birinin diğerine göre orta derecede daha önemli olması	1. öge 2.'ye göre biraz daha önemli veya biraz daha tercih ediliyor
5	Kuvvetli düzeyde önem	1. öge 2.'ye göre fazla önemli veya fazla tercih ediliyor
7	Çok kuvvetli düzeyde önemli	1. öge 2.'ye göre çok fazla önemli veya çok fazla tercih ediliyor
9	Aşırı derecede önemli	1. öge 2.'ye göre aşırı derecede önemli veya aşırı derecede tercih ediliyor
2,4,6,8	Ortalama değerler:	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere ardışık yargılar arasına düşen değerler

Ondalıklı Karşılaştırmalar: Ters karşılaştırmalar için

Grup kararı

AHS, ikili karşılaştırma sürecinde birden çok kişinin yargılarının değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bir grubun her üyesinin tüm kri-

terler için yargıda bulunacağı düşünülürse, yargıların bir şekilde birleştirilmesi gerekecektir. Bireysel yargıların birleştirilmesine ilişkin literatürde önerilen bazı yöntemler (Rangone, 1996) vardır; grup üyelerinin tartışma yoluyla konu üzerinde uzlaşma sağlaması veya üyelerin yargılarından bir uzlaşma çıkarma görevini alacak bir aracıya başvurmak veya her ikili yargıyı matematiksel bir ifade yoluyla, örneğin geometrik ortalama ile toplamak. Bireysel yargıların, "geometrik ortalama metodu" ve "ağırlıklı aritmetik ortalama metodu" yolu ile uzlaşma sağlama şekilleri literatürde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, uzman yargılarının birleştirilmesinde en yaygın kullanılan metot (Aull-Hyde vd., 2006) olan geometrik ortalama metodu kullanılmıştır.

Sonuçların (Önceliklerin) Sentezi, "İkili karşılaştırmalar matrisi" oluşturulduktan sonraki adım; her bir performans boyutunun veya kriterinin önem derecesini gösteren, öncelik vektörlerinin bulunmasıdır. Bu aşama sentez olarakta adlandırılır (Saaty, 1980). Öncelik vektörlerinin kurulmasında lineer cebir tekniklerinden faydalanılmaktadır. AHS metodolojisine uygun olmak şartıyla uygulamada kolaylık olması açısından öncelik vektörlerinin oluşturulması için geliştirilmiş farklı yöntemler sözkonusudur (Lipovetsky, 2009). AHS'nin en yaygın iki önceliklendirme prosedürü, eigen vektör metodu (EM) ve satır geometrik ortalaması metodudur. Her iki metod ile de aynı görece önem vektörü değerlerine ulaşılır. Araştırmada satır geometrik ortalaması alınarak öncelik vektörlerinin oluşturulması yöntemi kullanılmıştır. Tablo 7'de satır geometrik ortalaması alınarak öncelik vektörlerinin oluşturulması yöntemi, ile A matrisindeki satırların geometrik ortalamaları alınarak oluşturulan sütun vektörü (w_i) normalize edilerek görece önem (öncelik) vektörü " W_i "nin elde edilmesi gösterilmiştir.

Bir sonraki adımda, matristeki her bir satır görece önemler vektörü ile çarpılarak ağırlıklandırılmış toplam vektör) D sütun vektörü elde edilmiştir. Bu vektörün her elemanı, görece önemler vektörüne bölünerek E vektörü tutarlılık değerlendirmesi için hesaplanmıştır.

Tablo 4. İnşaat endüstrisinde geliştirilen performans ölçümü kavramsal çerçeveleri “performans boyutlarının” karşılaştırmalı analizi

Bassioni ve diğerleri 2005	Kagioglu ve diğerleri 2001	Samson ve Lema, 2002	Ofori-Kuragu ve Baiden (2008)	Mbugua, (2000)	Soetanto ve diğerleri (2002)
Performans Boyutları					
<i>Öncü Faktörler</i>					
Liderlik	Finansal perspektif	Finansal perspektif	Liderlik	Liderlik Maliyet kontrolü Nakit büyümesi Kar	Maliyet
Paydaşlar odaklılık					
Müşteri odaklılık	Müşteri perspektifi	Paydaşlar perspektifi	Müşteri	Müşteri memnuniyeti	
Diğer paydaşlar odaklılık	Tedarikçi		Paydaşlar odaklılık	Çalışan memnuniyeti Proje müdürü	Yüklenicinin, mimarın müşterinin vb. tutumu
	İçsel iş süreçleri pers. Öğrenme ve büyüme perspektifi	Öğrenme ve inovasyon perspektifi	İnovasyon	İnovasyon	
Enformasyon ve analiz			Enformasyon ve analiz Stratejik yönetim		
Stratejik yönetim				Zamansızlık	Süre
Fonksiyon ve program yönetimi				Kalite	Kalite Servis kalitesi
Entellektüel ermaye yönetimi			Yaratıcılık		
İnsan kaynakları yönetimi			İnsan kaynakları yönetimi	Güvenlik ve çevre	
Ortaklıkların ve tedarikçilerin yönetimi			Ortaklıklar performansı	İş ortağı performansı	
Kaynak yönetimi			Kaynakların yönetimi	Soyut varlıklar Somut varlıklar	Şantiye ve kaynak yönetimi
Risk yönetimi		Anahtar süreçler	Süreç yönetimi		
Süreç yönetimi			İş kültürü		
İş kültürü			Çalışma çevresi		
<i>Sonuç Faktörler</i>					
İnsan kaynağı, ortaklıklar, tedarikçiler için sonuçlar					
Projelerin sonuçları	Proje	Proje perspektifi			Yapım öncesi kriterler Tamamlanma sonrası kriterler
Müşteri ve toplum için sonuçlar					
Organizasyonel iş sonuçları			İş sonuçları		

Tutarlılık

Nihai kararın kalitesi bakımından önemli bir konu, ikili karşılaştırma süreci esnasında karar verici tarafından formüle edilen yargıların tutarlılığıdır. Tutarlı olmak rasyonel düşünüşün bir önkoşulu olarak kabul edilir. AHS, düşünce ve yargıda tutarlılığı göz önünde bulundurmayı gerektirir.

Öğelerin, ikili karşılaştırmaları sırasında geçişgenlik olmayabilir. Tercihlerin yoğunluklarına ilişkin sayısal bir tutarsızlık olabilir. Örneğin, a_i , a_j 'ye iki kez daha fazla ve a_j , a_k 'ye üç kez daha fazla tercih ediliyor iken a_i , a_k 'ye göre altı kez daha fazla tercih edilmeyebilir. Bir karşılaştırma matrisinin tutarlı olabilmesi için, en büyük temel değerininin (λ_{\max}) matris boyutuna (n) eşit olması gerekmektedir (Saaty, 1980). Kriterlerin görelî önemlerini hesaplamak için, her bir satırın geometrik ortalaması alınarak " w_i " sütun vektörü oluşturulur. Vektör normalize edilerek, görelî önemler vektörü " W_i " hesaplanır. Karşılaştırma matrisindeki her bir satır, " W_i " ile çarpılarak ağırlıklandırılmış toplam sütun vektörü D (1)'deki gibi elde edilir.

$$D = \sum_{j=1}^n a_{ij} \omega_j \quad (1)$$

($i=1,2,3,\dots,n$)

a_{ij} : karşılaştırma matrisi satır elemanı, ω_j : görelî önemler vektörü elemanıdır. Daha sonra, bu vektörün her elemanı, görelî önemler vektöründe karşı gelen elemana bölünerek E vektörü formül (2)'de gösterildiği gibi hesaplanır.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (2)$$

E_i : özdeğer (λ) hesaplanmasında kullanılan sütun vektörü elemanı, d_i : ağırlıklandırılmış toplam vektörü elemanı, ω_i : görelî önemler vektörü elemanıdır.

Tutarlılık, kriterlerin, alternatiflerin ikili karşılaştırmasının belirlenmesinde kararın uyumluluk

gösterip göstermediğinin değerlendirilmesidir. Matematiksel olarak eğer, tüm i, j ve k 'lar için, $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$ ise, A karşılaştırmalı matrisi tutarlıdır denebilir. Bu matrislerin temelini, insan yargısı oluşturduğundan bir düzeye kadar tutarsızlık kabul edilebilir durumdadır. Ancak, tutarsızlığın kabul edilebilir olup olmadığının ölçülmesi gereklidir. E sütun vektörünün, aritmetik ortalaması ise en büyük özdeğer olan λ 'yı vermektedir. (Bkz. (3)) Son adım, tutarlılık göstergesinin ve tutarlılık oranının bulunmasıdır. Tutarlılık göstergesi (CI), W matrisinin tutarlılık endeksini ifade ediyor olup, formül (4)'te belirtilen şekilde hesaplanır: λ_{\max} : en büyük özdeğer, n : matris boyutu ve CI: tutarlılık göstergesidir.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (3)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (4)$$

Tutarlılık Oranı (CR) ise formül (5)'te belirtilen şekilde hesaplanır:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5)$$

RI: rassallık göstergesi, CI:Tutarlılık Göstergesi ve CR: tutarlılık oranıdır. Formül (4)'te n normalize matrisin boyutudur. λ_{\max} yargıların yeniden gözden geçirilmesiyle düşürülebilir, tutarlı bir matris elde etmek için W 'nin ikili karşılaştırma elemanlarını yeniden kontrol edilmesi önerilir (Saaty, 1980). Rassallık Göstergeleri yapılan bir çalışma sonucu $n=8$ 'e kadar matrisler için Tablo 5'teki gibi bulunmuştur (Saaty, 1994)

Tablo 5. Rassallık göstergeleri(RI)

Matris Boyutu(n)	3	4	5	6	7	8
RI	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41

Analitik hiyerarşi süreci uygulaması

Araştırmada, AHS birden fazla seçenek arasında seçim yapmak veya karar vermek amacıyla de-ğil, bir grup faktörün birbirlerine göre önem ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla yalnızca, ölçme modelini oluşturan, 2. düzey performans boyutları ve 3. düzey performans kriterlerinin bileşenlerinin, göreceli önem ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılmıştır. AHS uygulamasında algoritmada açıklanan adımlar takip edilmiştir. AHS, temel olarak alternatiflerin değerlendirilmesi ve kriterlere uygun en iyi alternatifin seçilmesi için bir araçtır. Ancak, bu çalışmada, alternatifler olmamasına karşın; alternatiflerin görece önem ağırlıklarına göre değerlendirildiği son aşama olmadan, ölçme modelini bileşenlerin göreceli önem ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılmıştır.

Uzman paneli

Önerilen performans ölçme modeli hiyerarşik yapısı, klasik AHS formatı kullanılarak 90 adet karşılaştırmayı içeren anketle, Türkiye'nin dünya çapında önemli, 9 firmasının üst düzey yöneticilerinden oluşan uzman paneline uygulanmıştır. 9 uzmanın 2009 yılı itibariyle inşaat sektöründe deneyim süreleri toplamı (ort= \sim 30) 273 yıl, firmalarındaki deneyim yılı toplamı da (ort= \sim 21) 190 yıldır. Uzman paneli katılımcılarından, hiyerarşik yapı gereği öncelikle her bir performans boyutu içindeki performans kriterlerinin, sonra performans boyutlarının birbirleri ile karşılaştırılması istenmiştir.

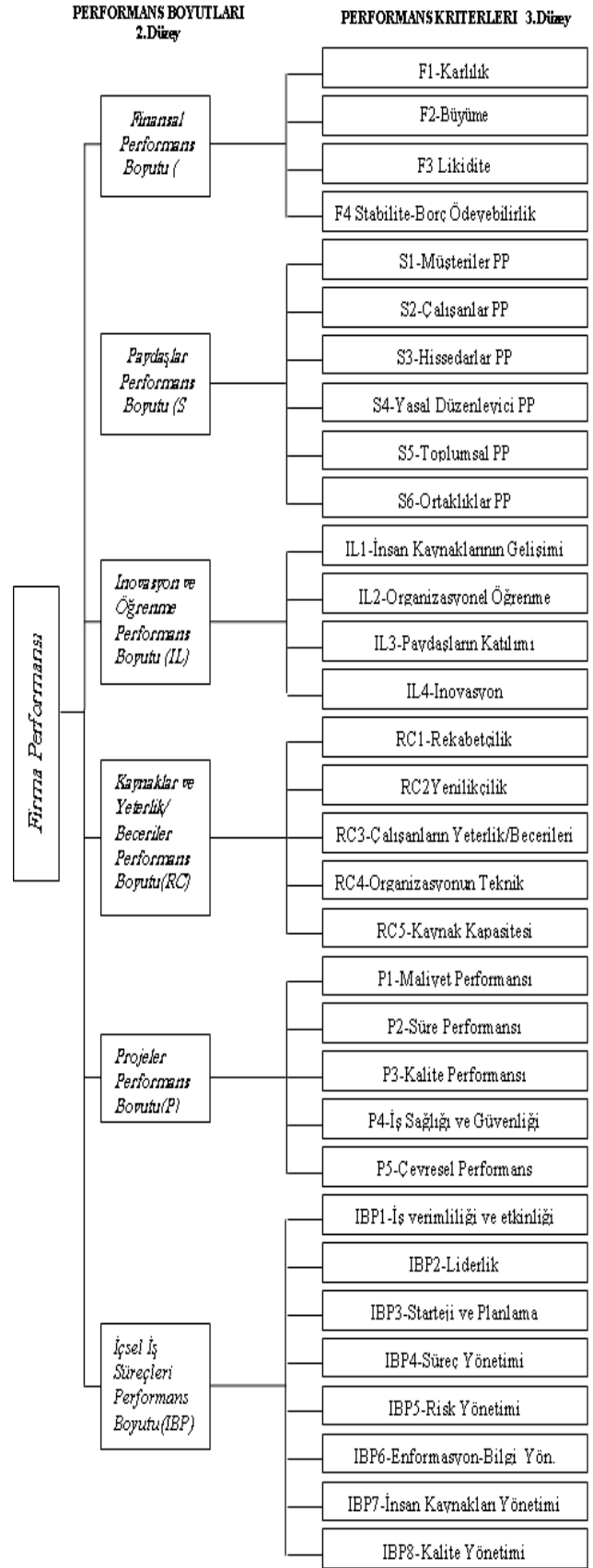
Hiyerarşinin geliştirilmesi

Çok kriterli performans ölçme modeli, Şekil 2'de görüldüğü gibi kriter ve alt kriterleri içerecek yapı esas alınarak düzenlenmiştir. Hiyerarşik model yapısı, model bileşenlerini (1. Düzey firma performansı, 2. Düzey firma performans boyutları, 3. Düzey performans kriterleri) içerecek şekilde oluşturulmuştur.

Karşılaştırmalı yargular/ikili karşılaştırma

AHS analizlerinde kullanılan 6 adet performans kriterlerine ait karşılaştırma matrisi ve 1 adet performans boyutlarına ait karşılaştırma olmak üzere 9 uzmanın değerlendirmesini içeren gösterilen toplam 63 adet karşılaştırma matrisi elde edilmiştir.

Şekil 2. Çok kriterli performans ölçme modeli hiyerarşisi



Tablo 6. Finansal performans boyutu göreceli önem ağırlıkları ve tutarlılık oranının hesaplanması

Finansal Perf. Boy. İkili Karşılaştırma Matrisi (n=4)	Tutarlılık Oranının Hesaplanması (CR)											
	F1	F2	F3	F4	Sütun Vektörü (wi)	Göreceli Önem V. (Wi)	D Sütun Vektörü (di)	Ei	Temel Değer (λ)	Tutarlılık Göstergesi (CI)	Rassallık Göstergesi (RI) (n=4)	Tutarlılık Oranı (CR=CI/RI)
F1	1.00	1.94	0.96	1.51	1.29	0.32	1.37	4.32	4.21	0.07	0.90	0.08
F2	0.52	1.00	2.17	1.64	1.16	0.28	1.20	4.22				
F3	1.04	0.46	1.00	0.72	0.77	0.19	0.80	4.27				CR<0.1 Matris Tutarlıdır
F4	0.66	0.61	1.39	1.00	0.87	0.21	0.86	4.04				
					4.09	1.00						

Tablo 6'daki "finansal performans boyutu", "performans kriterleri" için yapılan işlemler diğer 5 boyut içinde yapılmış ve tutarlılık oranları Tablo 7'de; göreceli önem ağırlıkları Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Performans ölçme model karşılaştırma matrislerinin tutarlılık oranları

Performans Ölçme Modeli Karşılaştırma Matrisleri	Tutarlılık Oranı (CR) <0.1 Matris Tutarlıdır
1Finansal Perf. Boyutu (n=4)	0.08
2Paydaşlar Perf. Boyutu (n=6)	0.04
3İnovasyon ve Öğrenme Perf. B. (n=4)	0.02
4Kaynaklar ve Yeterlikler Perf. B. (n=5)	0.04
4Projeler Perf. Boyutu (n=5)	0.03
6İçsel İş Süreçleri Perf. B. (n=8)	0.02
Firma Perf. Boyutları (n=6)	0.04

Sonuç

Araştırmada, yüklenici inşaat firmasının performansını belirleyen performans boyutları ve performans kriterleri, tanımlanmış ve AHS metodu ile model bileşenlerinin önem ağırlıkları belirlenerek yüklenici inşaat firması performansının ölçülmesi için bir model önerilmiştir.

Tablo 8'deki önem ağırlıkları değerlendirildiğinde, "finansal performans boyutu", "projeler performans boyutu" ile "kaynaklar ve yeterlikler

performans boyutu"nun Türk yüklenici inşaat firmaları için firma performansını belirlemede toplamda % 75 önem ile en önemli model bileşenleri oldukları belirlenmiştir. Firma performansını belirlemedeki önem ağırlıkları toplamı % 25 olan performans boyutları ise, içsel iş süreçleri performans boyutu, (0,10), "paydaşlar performans boyutu, (0,08), ve inovasyon ve öğrenme performans boyutu, (0,07) olmuştur.

Performans kriterlerinin önem ağırlıklarına bakılacak olursa F1-Karlılık (0,111) ve F2-Büyüme (0,097) ile en önemli performans kriterleri olarak belirlenmiştir. En önemli 5 performans kriterinin dördü finansal performans boyutunu oluşturan performans kriterleri olmuştur. İlk beşe girmeyi başaran diğer performans kriteri ise (0,066) önem ağırlığı ile RC4-Organizasyonun Teknik Yeterlik ve Becerileridir Diğer performans kriterleri önem ağırlıkları sırasına göre Tablo 8'de gösterilmiştir. Genel olarak, proje tabanlı bir endüstride faaliyet gösteren yüklenici inşaat firmaları için performansı belirlemede projeler performans boyutunun taşıdığı önem beklenen bir sonuçtur. İnşaat endüstrisinde, firma performansının ölçülmesi ile ilgili literatürde finansal performans göstergeleri ile performansın ağırlıklı olarak değerlendirilmesi eleştirisi, Türk yüklenici inşaat firmaları içinde geçerli olmuştur. Model, yüklenici inşaat firması yöneticilerine performans ölçme sistemlerini oluştururken kullanabilecekleri kapsamlı ve pragmatik bir araç önermektedir.

Tablo 8. Çok kriterli performans ölçme modeli AHS ile bulunan önem ağırlıkları

(Wi)	Düzye 2	(WiWij)	(Wij)	Düzye 3	
AHS Önem Ağırlıkları	Performans Boyutları	Normalize Önem Ağırlıkları	Önem Ağırlıkları	Performans Kriterleri	
YÜKLENİCİ FİRMA PERFORMANSI (Düzye 1)	0.34	Finansal Performans Boyutu (F)	0.11086	0.323	F1-Karlılık
			0.09734	0.284	F2-Büyüme
			0.06541	0.191	F3 Likidite
			0.06952	0.203	F4 Borç Ödeyebilirlik
	0.21	Projeler Performans Boyutu(P)	0.04585	0.219	P1-Maliyet Performansı
			0.03618	0.173	P2-Süre Performansı
			0.03852	0.184	P3-Kalite Performansı
			0.05975	0.285	P4-İş Sağlığı ve Güvenliği Performansı
			0.02900	0.139	P5-Çevresel Performans
	0.20	Kaynaklar ve Yeterlik/ Beceriler Performans Boyutu(RC)	0.02591	0.131	RC1-Rekabetçilik
			0.01806	0.091	RC2-Yenilikçilik Yeteneği
			0.05792	0.292	RC3-Çalışanların Yeterlik ve Becerileri
			0.06583	0.332	RC4-Organizasyonun Teknik Yeterlilik ve Becerileri
			0.03064	0.154	RC5-Kaynak Kapasitesi
			0.01284	0.133	IBP1-İş verimliliği ve etkinliği
			0.01679	0.174	IBP2-Liderlik
			0.01593	0.165	IBP3-Strateji ve Planlama
	0.10	İçsel İş Süreçleri Performans Boyutu(IBP)	0.01160	0.120	IBP4-Süreç Yönetimi
			0.01262	0.131	IBP5-Risk Yönetimi
			0.01014	0.105	IBP6-Enformasyon Bilgi Yönetimi ve Analizi
			0.00699	0.072	IBP7-İnsan Kaynakları Yönetimi
			0.00980	0.101	IBP8-Kalite Yönetimi
			0.03015	0.371	S1-Müşteriler Perspektifinde Performans
			0.01221	0.150	S2-Çalışanlar Perspektifinde Performans
			0.01564	0.192	S3 -Hissedarlar Perspektifinde Performans
	0.08	Paydaşlar Performans Boyutu (S)	0.00872	0.107	S4-Yasal Düzenleyici Perspektifinde Performans
			0.00557	0.068	S5-Toplum Perspektifinde Performans
			0.00907	0.112	S6-Ortaklıklar Perspektifinde Performans
0.01825			0.256	IL1-İnsan Kaynaklarının Gelişimi	
0.07	İnovasyon ve Öğrenme Performans Boyutu (IL)	0.02809	0.395	IL2-Organizasyonel Öğrenme	
		0.01009	0.142	IL3-Paydaşların Katılımı	
		0.01471	0.207	IL4-İnovasyon	

Kaynaklar

- Amaratunga, D., ve Baldry, D., (2002). Moving from performance measurement to performance management., *Facilities*, **20**, 5-6, 217-223.
- Aull-Hyde, R., Erdogan, S., ve Duke, J. M., (2006). An experiment on the consistency of aggregated comparison matrices in AHP, *European Journal of Operational Research*, **171**, 290-295
- Bassioni, H. A., Price, A. D. F., ve Hassan, T. M., (2004). "Performance measurement in construction, *J. Manage. Eng.*, **20**, 2, 42-50.
- Bassioni, H. A., Price, A. D. F., Hassan, T. M., (2005). "Building a conceptual framework for measuring business performance in construction: an empirical evaluation" *Construction Management and Economics*, **23**, 495-507
- Beatham, S., Anumba, C. J., Thorpe, T., ve Murray, M., (2002). "Utilising the EFQM excellence model to drive business improvement" in *9th ISPE International Conference on Concurrent Engineering*, Cranfield University.
- Business Excellence Criteria. (2003). MBNQA. Retrieved 08. 24, 2009 from www.nist.gov
- Edvinsson, L., Malone, M. S., (1997). Intellectual capital: realizing your company's true value by finding its hidden brainpower, 1 st edn., *Harper Business*, New York.
- EFQM. (2008). Retrieved March 09, 2008 <http://www.efqm.org>
- Fitzgerald, L. ve Moon, P., (1996). *Performance measurement in Service Industries: Making it work*, CIMA, London.
- Kagioglou, M., Cooper, R., ve Aouad, G., (2001). Performance Management in Construction: A Conceptual Framework, *Construction Management and Economics*, **19**, 1 (January-February), 85-95.
- Kaplan, R. ve Norton, D., (1996). Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System, *Harvard Business Review* (Jan. **74**, 1, 75-85).
- Lipovetsky, S., (2009). Comparison of a Dozen AHP Techniques For Global Vectors In Multiperson Decision Making And Complex Hierarchy, *Proceedings Of The International Symposium On The Analytic Hierarchy Process*.
- Love, P. E. D., ve Holt, G. D., (2000). Construction business performance measurement: the SPM alternative, *Business Process Management*, **6**, 5, 408-16.
- Lynch, R. L. ve Cross, K. F., (1991). *Measure Up – the Essential Guide to Measuring Business Performance*, Mandarin, London.
- Mbugua, L. M., (2000). A Methodology for Evaluating the Business Performance of UK Construction Companies, PhD Thesis, University of Wolverhampton, Wolverhampton.
- Neely, A., Adams, C., Kennerly, M., (2002). *Performance Prism*, Prentice Hall.
- Ofori-Kuragu, J. K. ve Baiden, B. K., (2008). A conceptual benchmarking framework for world-class performance in Ghanaian construction firms, *COBRA 2008 The construction and building research conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors, Dublin Institute of Technology*, September 4- 5.
- Parida, A., ve Chattopadhyay, G., (2007). Development of a multi-criteria hierarchical framework for maintenance performance measurement (MPM), *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, **13**, 3, 241-258.
- Rangone, A., (1996). An Analytic Hierarchy Process framework for comparing the overall performance of manufacturing departments, *International Journal of Operation and Production Management*, **16**, 8, 104-1194.
- Saaty, T. L., (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill Comp., U.S.A.
- Saaty, T. L., (1994). *The Analytic Hierarchy Process Series, Fundamentals Of Decision Making*, 6, RWS Publications, Pittsburg, PA.
- Samson, M., ve Lema, N. M., (2002). Development of construction contractors performance measurement framework., *Creating a Sustainable Construction Industry in Developing Countries" The 1st International Conference of CIB*, , South Africa, November.
- Soetanto, R., Proverbs, D. G. Ve Cooper, P., 2002. A tool for Assessing Contractor Performance, *Journal of Construction Procurement*, Vol. **8**, no. 1, pp. 48-63.
- Taha, H. A., (2002). *Yöneylem araştırması – 6. baskıdan çeviri*, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Truong-Van Luu, Soo-Yong Kim, Huu-Loi Cao, Young-Min Park, (2008). Performance measurement of construction firms in developing countries, *Construction Management and Economics*, **26**, 4, 373 – 386.
- Watson ve Seng (2001). Implementing the European Foundation for Quality Management Model in construction. *Construction Information Quarterly*, Construction paper 130.
- Yu, I., Kim, K., Jung, Y., Chin, S., (2007). Comparable performance measurement system for construction companies, *Journal of Management in Engineering*, **23**, 3, 131-13