KJCEM 14. 2, 160~170
MARCH 31, 2013

www.kicem.or.kr (pISSN 2005-6095)
http://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2013.14.2.160

DEA-Tier를 이용한 국내 지식기반 건축서비스업의 혁신 성과 개선에 관한 연구 - 건축설계사무소를 중심으로 -

Improving the Performance of Innovation in a Knowledge-based Design Service Industry Using DEA-Tier

- Focused on the Architectural Design Offices -

김 지 선* Kim, Ji-Sun
이 훈 구** Lee, Hoon-Ku
이 윤 선*** Lee, Yoon-Sun
김 재 준**** Kim, Jae-Jun

Abstract

Knowledge-based Service Industry is an industry that creates added value through the production, processing, and use of knowledge. Comparing to other service industries, it is innovation-oriented business endeavors having the characteristics that exert the great influences on other fields. Meanwhile, however, research efforts thereof are yet insignificant. In this study, we analyzed the innovation performance of architectural design office which creates knowledge services, having raised the necessity of innovation of the design office. The innovation performance were classified according to the extent of efficiency of the architectural design office making use of DEA-Tier analysis, and, for those architectural design offices that showed significant differences in efficiency, we presented the case studies of the firms that were substantial benchmarking targets from short, medium, and long-term perspectives.

Keywords : *Knowledge-based Service Industry, Benchmarking, Measuring the Performance, Innovation, Tier Analysis*

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

지식서비스란 기존 산업사회의 노동, 자본, 토지라는 중요 생산요소에 대비하여 인간의 창의성에 바탕을 둔 지식을 그 주요 생산요소로 삼는 서비스를 말한다. 지식서비스는 기존 산업의 생산성 향상과 상품/서비스의 고부가가치화를 이루는 것을 목적으로 한다. 산업발전법 제8조제2항에 따라 지식의 생산, 가공, 활용 및 유통을 통하여 부가가치를 창출하는 산업을 지식서비스 산업이라고 한다(전영철 2010). 이러한 산출물의 특성에 따라 건설설계업도 표준산업분류에서 M분류의 지식산업으로 분류되어있다. 그러나 건설산업기본법에서는 단순히 건설업/건설용역업으로 구분하여 이를 통해서는 표준산업분류 상 F분류인 건설업에 종속적인 산업으로 인식되고 있는 실정이다(김진욱 2010). 현재 건설서비스업은 국내 시장에서의 생존을 넘어 국제 경쟁력 강화를 위한 성장 동력의 확보를 위해 산업 생산의 중간재로서의 기술 혁신 능력이 필수적으로 요구되고 있다. 이러한 산업적

* 일반회원, 한양대학교 대학원 건축환경공학과 석사과정, s1004000@naver.com
** 일반회원, 현대엠코㈜, 공학박사, ciccals@unitel.co.kr
*** 일반회원, 한양대학교 건축학부 조교수, 공학박사(교신저자), yoonsunlee@hanyang.ac.kr
**** 종신회원, 한양대학교 건축환경공학과 교수, 공학박사, jjkim@hanyang.ac.kr

요구사항에 대해 기업의 기술 혁신에 대한 효율성 분석을 통해서 벤치마킹 대상을 선정하고 그 경로를 탐색하는 활동은 조직의 효율성 제고 전략 수립에 필요한 기초 정보를 제공 할 수 있다(문병호 2011). 기업의 혁신활동과 관련된 연구는 순위 접근법과 분류 접근법을 이용하는데 지식서비스 내 기업의 혁신과 관련된 연구의 경우 주로 분류접근법을 통하여 지식 서비스 부문을 유형화한다(이상훈 2009). 본 연구에서는 지식기반 산업으로서의 건축 설계 서비스 산업의 혁신 성과를 투입된 요소들을 반영한 효율성 측면에서 측정하고자 한다. 따라서 혁신활동과 관련된 연구로 분류 접근법 중 자료포락분석(DEA; Data Envelopment Analysis)-Tier 기법을 이용하여, 국내 건축설계사무소를 효율성의 크기에 따라 분류하고, 벤치마킹 기업을 선정하여 상대적으로 비효율적으로 나타난 기업의 혁신을 개선하는 방안을 제안하였다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구는 다음 순서와 같이 진행되었다. 첫째, 건축설계서비스업의 기술 혁신에 대한 필요성과 혁신 성과 측정의 필요성에 대해 제시하였다. 둘째, 건설산업 혁신 성과 분석에 대한 선행연구들과 DEA-Tier 기법을 이용한 혁신 성과 분석 방법을 조사하였다. 셋째, 건축설계서비스업의 효율성 분석을 위한 투입 산출 변수를 도출하고, 설계서비스업에 대한 분석 자료 수집하여 혁신 성과를 분석하였다. DEA-Tier 모형을 이용하여 건축설계사무소의 효율성의 크기에 따라 분류하고, 효율성 격차가 현저한 건축설계사무소들에게는 단기적, 중기적, 장기적인 관점에서의 실질적인 벤치마킹 경로까지 제시하였다.

본 연구에서는 지식기반 건축서비스 산업의 혁신 성과를 분석하기 위해 코참비즈(http://www.korchambiz.net)에서 제공되는 건축설계사무소의 2009년 ~ 2011년 매출액 상위 30위의 업체를 대상으로 기업 재무제표를 사용하여 기업들의 효율성을 분석하였다.[1] 건축설계사무소의 범위는 코참비즈의 업종에서 '전문, 과학 및 기술 서비스업〉건축기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업〉건축기술, 엔지니어링 및 관련기술 서비스업〉건축 및 조경 설계 서비스업〉건축 및 조경 설계 서비스업' 에 해당하는 기업으로 하였다.

1) 코참비즈는 대한상공회의소에서 운영하는 비즈니스 정보 사이트이며, 50만개의 기업정보, 118만개의 상품정보, 비즈니스서비스정보, 재무정보, 거래정보, 채용정보 등 방대하고 신뢰성 높은 비즈니스 정보를 제공한다. 본 연구에서 제공한 설계사무소 재무제표 자료는 저작권보호정책에 따라 코참비즈의 동의를 얻어 분석에 이용하였다.

2. 혁신 성과 측정에 대한 선행연구 및 분석 방법

2.1 건설 혁신 효율성 측정에 관한 선행연구

효율성이란 개념은 학자에 따라 다양하게 정의하고 있다. 일반적으로 효율성은 투입(또는 비용)에 대한 산출(또는 편익)의 비율로 정의할 수 있다(Rogers 1990). 즉, 효율성이란 투입이나 산출의 어느 한 측면에만 관련된 것이 아니라 양자의 관계에 초점을 맞추는 개념(윤경준 2005)이다. 그러므로 효율성에 대한 투입과 산출관계에 초점을 둔 구분을 통해 효율성에 대한 개념을 세분화할 수 있다(신유호 2009).

최근 건축분야에서도 효율성 분석에 많은 관심이 집중되고 있다. 오동일(2001)은 IMF 구제 금융이후 3년 연속 흑자 경영을 달성한 우량 상장건설업체를 대상으로 1997년부터 1999년 동안의 경영성과를 DEA관점에서 분석하였다. 김건식(2005)은 DEA 모형을 적용하여 국내건설기업의 기술적 효율성 및 순수기술적 효율성을 측정하고, Window 분석을 통하여 연도별 효율성의 변화 추이를 파악하였다. 김종기(2008)는 아파트 건설기업의 매출액과 당기순이익에 따른 효율성을 DEA분석을 통하여 벤치마킹 대상이 될 수 있는 아파트 건설기업을 파악하였다. 이형록(2010)은 시공능력평가 순위와 DEA분석기법을 이용한 건설업체 운영효율성의 상관관계를 분석하여, 시공능력평가순위의 상위 건설업체는 현재의 규모를 조정하고, 효과적으로 관리함으로써 더욱 효율적인 건설업체를 만들 수 있다는 결과를 얻었다. 또한, 하위 건설업체는 사업의 확장 및 규모의 증가를 통해 더욱 효율적인 건설업체가 될 수 있다고 분석하였다. 김일수(2010)는 DEA모형 중 규모의 수익 불변을 가정한 CCR모형[2]을 통해 건설기업의 기술적 경영효율성을 분석하여 기업의 비효율적인 원인을 도출하였다. 서광규(2011)는 코스피 · 코스닥 상장 건설기업 대상으로 DEA-AHP모델을 이용한 경영 효율성 분석 결과와 주가 간의 상관관계를 분석하였다. 이경주(2012)는 국내 건설기업을 대상으로 DEA모형을 이용하여 효율성 분석을 실시하고, 효율성 점수를 기반으로 Logit 모형을 이용하여 특정기업에 대한 효율성 평가가 가능한 예측모형을 제안하였다.

2) DEA의 모형에는 Charnes, Cooper, and Rhodes (1978)가 제시한 CCR모형과 Banker, Charnes, and Cooper(1984)가 제시한 BCC모형이 있다. CCR모형은 다수의 투입물과 산출물을 단일 척도로 전환시키는 기법에 기초를 둔 선형계획모형으로서 규모에 대한 수익불변을 가정한다는 의미에서 CRS(Constant Return to Scale)이라고도 한다. 반면에 BCC모형은 모든 투입요소를 비례적으로 증가시킬 때 나타나는 성과측정 방법이며 규모에 대한 수익을 가정한다는 의미에서 VRS(Variable Return to Scale)라고 한다(장철영, 2007).

2.2 DEA-Tier 분석 방법

건축분야의 효율성 분석에 대한 선행 연구 분석결과, 단순한 경영성과 분석, 동태적 효율성 변화 추이, 효율성간의 상관관계나 효율성과 다른 변수들의 상관관계 분석이 많이 이루어져왔다.

본 연구에서는 혁신 성과를 분석하기 위한 보다 실증적 방법으로, 벤치마킹의 필요성을 제기하였다. 벤치마킹이란 효율성 분석차원에서 경쟁대상 조직을 선정하고 그 조직에 대한 자료수집이나 분석을 목적으로 하는 단순한 비교연구나 다른 조직의 업무 관행을 모방하는 모방전략이 아니라 최고의 조직에서 우수한 실무를 창조적으로 응용하여 성과나 품질을 개선시키는 진보된 경영기법이라 할 수 있다. 벤치마킹은 특정 프로세스나 투입산출 측면에서 가장 우수한 조직단위를 평가하고 이를 모방하는 과정으로, 벤치마킹의 첫 출발은 가장 우수한 성과조직을 선정하는 것이다. 그러나 이는 다소 주관적일 수 있으며, 다양한 특성을 가진 조직을 다른 조직과 어떻게 비교할 것인가도 명확하지 않다. 이러한 문제는 다수의 조직을 동시에 고려하는 통합적 벤치마킹 접근 방법으로 해결할 수 있으며, DEA는 이에 대한 유용한 방법으로 평가되고 있다(설현주 2009). 특히 특정 조직의 종합적이고 전반적인 성과를 다수의 다른 조직의 성과와 비교하는 DEA-Tier는 벤치마킹 분석에 매우 유용한 평가 기법이다(문병호 2011). DEA의 기본모형을 통해 특정 DMU의 벤치마킹 대상이 규명되더라도 양자 간의 규모나 생산성 격차가 현저하여 이상치가 비현실적으로 크다면 당장의 벤치마킹 대상으로 삼는 것이 현실적으로 어려울 수 있고 실효성이 저하 될 수 있다. 이러한 DEA 기본모형의 단점을 보완하여 벤치마킹 대상과 개선 목표를 단계적, 선택적으로 추정하기 위한 분석방법이 Tier분석이다(윤경준 2005).[3)]

본 연구에서는 건축설계사무소의 효율성을 개선하기 위해서 상시종업원수와 자본금을 조절함으로써 매출액, 당기순이익과 같은 산출물을 증대시키고자 하므로, 투입지향 CCR(이하 CCR-I)모형[4)]을 사용하였다. CCR 모형은 투입요소 가중치와 산출요소 가중치의 비율로서 실적을 요약한다.

투입요소에 대한 가중치 $v=(v1,v2,\cdots,v_m)$와 산출요소에 대한 가중치 $u=(u_1,u_2,\cdots,u_s)$를 사용한 가상산출(Virtual Output)과 가상투입(Virtual Input)의 총요소생산성 비율로 효율성 측정치 h_0를 구하는 식은 다음과 같다(박만희, 2008).

$$Max\ h_0 = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0}} \qquad \text{---------- 식 (1)}$$

$$s.t.\ \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \le 1,\ j=1,\cdots,n$$
$$u_r \ge \varepsilon > 0, \quad r=1,\cdots,s$$
$$v_i \ge \varepsilon > 0, \quad i=1,\cdots,m$$

CCR-I모형의 공식은 다음과 같다.

$$Min\theta$$
$$\text{제약식, } \theta x0 - X\lambda \ge 0 \qquad \text{---------- 식 (2)}$$
$$y0 - Y\lambda \le 0$$
$$\lambda \ge 0$$

여기서,

θ : $DMU0$의 투입물 승수

$x0$, $y0$: $DMU0$의 투입물과 산출물 벡터

X, Y : 전체 DMU들의 투입물과 산출물 행렬

λ : 가중치 벡터

위 모형에서 투입물 승수 는 1이하의 값을 가지며, 이를 DMU0의 CCR효율성이라 한다. 만약 CCR 효율성 값이 1이면 DMU0가 효율적이고, 그 값이 1보다 작으면 DMU0가 비효율적이라 한다. 어떤 DMU가 비효율적인 경우에는 이보다 효율적인 가상적 DMU가 존재하고, 이것은 $\lambda_0^* > 0$인 DMU들 (참조집합)의 선형결합(Linear Combination)으로 구성된다.

Tier분석은 위의 CCR모형을 이용하며, 그 방법은 다음과 같다. Tier분석의 첫번째 단계에서 DEA를 통해 모든 의사결정단위들의 상대적인 효율값을 계산한다. 그 결과, 효율값이 "1"인 효율적인 의사결정단위들이 나타나는데, 이를 "Tier1"이라고 부른다. 두번째 단계에서, Tier1에 속하지 않은 비효율적인 의사결정단위들을 대상으로 다시 DEA를 실시하여 효율값이 "1" 인 효율적 의사결정단위들을 "Tier2"라고 한다. 반복 회수는 Banker et al.(1984)가 제시한 바에 따라 동일한 절차를 남아있는 의사결정단위의 수가 투입요소와 산출요소 수의 합(2+2=4)의 3배(4×3=12)미만일 때까지 반복한다(홍한국 2000).

3) Thanassoulis(1995)는 의사결정단위(Decision Making Units; DMUs)들을 층별화하면서 DEA 분석을 반복하였다. Tier분석은 이를 응용하여 효율성 크기에 따라 DMU들을 층별화 한 것이다(홍한국, 2000). Tier분석의 모형은 일반적으로 널리 사용되는 DEA분석 모형 중에서 CCR모형을 이용한다(Sharma and Yu, 2009).

4) DEA모형에는 투입중심모형과 산출중심모형 그리고 투입/산출중심모형으로 나눌 수 있다. 투입중심모형은 현재 산출물 수준을 유지하면서 투입물의 수준을 최소화하는데 목적이 있다. 산출중심모형은 현재의 투입물 수준을 유지하면서 산출물의 수준을 최대화하는데 있다. 한편, 투입/산출중심 모형은 투입물의 최소화와 산출물의 최대화를 동시에 추구한다.

3. 건축사사무소의 혁신 성과 분석

3.1 투입 · 산출 변수

Tier분석 모형은 분석에 사용하는 투입 · 산출변수에 따라 효율성 값이 달라질 수 있기 때문에 투입 · 산출 변수를 선정함에 있어 신중을 기해야 한다. 따라서 어떤 투입 · 산출변수를 선정하여야 보다 정확한 효율성 평가가 이루어질 수 있는지가 중요한 문제가 된다.[5)]

건축분야의 효율성 분석 선행연구를 보면, IMF체제 후 3년간 건설업체들의 효율성을 측정하고자 한 오동일(2001)은 투입변수로 투입인력, 투하자본을, 산출변수로 매출액, EBITDA(세전 · 이자지급전이익), 당기순이익, 총시가를 선정하였다. 김건식(2005)은 국내건설기업의 효율성을 측정하기 위해 투입변수로 상시종업원수, 경영자산, 투입비용을 선정하고, 산출변수로 매출액, 계약잔액, 부가기치를 선정하였다. 김종기(2008)는 벤치마킹 대상이 될 수 있는 아파트 건설기업을 파악하기 위해 투입변수로 직원수, 자본금, 산출변수로 매출액, 당기순이익을 선정하였다. 시공능력평가 순위와 건설업체 운영효율성의 상관관계 분석한 이형록(2010)은 투입변수로 총자본, 판매비와 관리비, 종업원수, 산출요소로 매출액, 당기순이익을 선정하였다. 김성식(2012)은 국내 대형 건축사사무소의 동태적 효율성 분석을 측정하기 위해 건설사의 설계관련 실무진 20명을 대상으로 총 2라운드에 걸친 Delphi 기법을 통해 14개의 결정요인을 도출한 후 건축사사무소 실무진 40명을 대상으로 중요도 조사를 실시하였다. 그 결과, 중요도는 투입변수에서 자본금, 종업원수, 고정자산, 인건비 순으로 높게 나타났으며, 산출변수에서는 매출액, 당기순이익, 영업이익, 총시가 순으로 높게 나타났다. 하지만 많은 변수를 DEA분석에 적용하면 대부분의 DMU가 효율적이라는 결과가 도출되어 DEA 분석의 의미가 떨어지므로, 수를 제한하여, 중요도 조사를 토대로 투입변수와 산출변수를 각각 2개씩 선정하였다. 이와 같은 선행연구를 바탕으로, 본 연구에서는 건축설계사무소의 규모에 따른 혁신 성과에 대한 효율성을 평가하는데 적합한 투입변수로 상시종업원수, 자본금, 산출변수로 매출액, 당기순이익으로 선정하였다.(표 1 참고) 투입변수인 자본금은 부채와 자본의 총계이므로 운영효율성을 판단하기 위한 투입요소이다(김성식 2012). 상시종업원수는 노동에 관한 대리변수로서 기업을 대상으로 하는 대부분의 DEA관련 연구에서 채택하고 있다(김건식 2005). 산출변수인 매출액은 기업의 대표적 운영성과이며 산출물에 관한 대표적인 대리변수로서 기업을 대상으로 하는 대부분의 DEA 연구에서 사용된다(김건식 2005). 당기순이익은 기업의 생산 활동에 의한 이윤에서 모든 제반경비를 제외한 순이익으로써 기업의 모든 결과를 집약적으로 나타내는 지표이다.

5) 조직의 전체적인 성과를 가장 잘 반영할 수 있는 투입 · 산출변수를 선택할 수 있어야만 그 성과를 개선시키기 위해 어떤 측면을 강조하고 극대화하기 위해 노력해야 하는지 제대로 파악할 수 있다.(임성묵 2009).

표 1. 투입 · 산출변수

투입변수	산출변수
상시종업원수 자본금	매출액 당기순이익

3.2 자료의 수집 및 특성

분석에 사용한 2009년~2011년의 건축설계사무소의 자료는 표 2, 표 3, 표 4에 매출액이 높은 순서대로 정렬하였으며, 효율성 분석 프로그램으로 DEA 분석 프로그램인 EnPAS의 투입지향 CCR모형을 이용하였다. 표 5는 건축설계사무소 자료의 기술통계량이다.

표 2. 2009년 건축설계사무소 변수 데이터

	요소명 (DMU)	종업원수	자본금	매출액	당기순이익
	단위	명	백만원	백만원	백만원
1	(주)포스코엔지니어링	1,113	25,000	614,117	37,796
2	(주)삼우종합건축사사무소	920	500	178,775	2,052
3	(주)희림종합건축사사무소	1,060	6,704	157,901	9,314
4	㈜한미글로벌건축사사무소	539	3,550	95,882	8,203
5	(주)휴다임건축사사무소	789	2,600	84,922	7,037
6	㈜포스코에이앤씨건축사사무소	408	3,000	77,879	4,749
7	㈜정림건축종합건축사사무소	507	1,600	71,915	11,445
8	(주)종합건축사사무소건원	362	1,500	63,790	3,418
9	(주)해안종합건축사사무소	420	500	59,386	4,953
10	(주)무영종합건축사사무소	358	1,302	58,481	649
11	㈜간삼건축종합건축사사무소	383	500	55,783	2,646
12	㈜디에이그룹엔지니어링 종합건축사사무소	258	1,000	52,091	2,494
13	(주)공간종합건축사사무소	230	700	51,430	1,331
14	㈜선엔지니어링종합건축사사무소	495	2,300	46,853	3,789
15	㈜건축사사무소건원엔지니어링	510	930	41,343	2,547
16	㈜토문엔지니어링건축사사무소	320	700	40,885	1,507
17	㈜아이티엠코퍼레이션건축사사무소	497	1,000	36,637	2,395
18	㈜동우이앤씨건축사사무소	459	1,104	36,171	1,482
19	(주)창조종합건축사사무소	228	2,500	35,851	918
20	㈜종합건축사사무소동일건축	435	2,580	35,476	1,107
21	㈜현대종합설계건축사사무소	233	910	29,977	3,547
22	㈜신화엔지니어링종합건축사사무소	266	1,000	23,565	1,461
23	㈜하우드엔지니어링종합건축사사무소	170	501	23,527	3,330
24	(주)단건축사사무소	140	1,000	16,072	2,163
25	㈜도원엔지니어링건축사사무소	233	1,100	15,725	2,357
26	㈜상지엔지니어링건축사사무소	223	500	15,153	1,992
27	(주)유원건축사사무소	158	500	14,790	2,867
28	(주)신한종합건축사사무소	128	500	13,719	933
29	㈜거성이엔지건축사사무소	200	500	13,445	295
30	㈜진명엔지니어링건축사사무소	200	1,810	9,217	673

표 3. 2010년 건축설계사무소 변수 데이터

요소명 (DMU)		종업원수	자본금	매출액	당기순이익
단위		명	백만원	백만원	백만원
1	(주)포스코엔지니어링	1,296	25,000	750,599	40,012
2	(주)삼우종합건축사사무소	1,060	500	235,769	1,681
3	(주)희림종합건축사사무소	1,034	6,961	160,397	5,388
4	㈜포스코에이앤씨건축사사무소	479	3,400	127,835	4,611
5	㈜한미글로벌건축사사무소	570	3,550	92,844	8,282
6	㈜정림건종합건축사사무소	525	3,607	77,715	3,813
7	(주)해안종합건축사사무소	456	500	58,215	1,341
8	(주)휴다임건축사사무소	758	2,600	53,400	-17,563
9	(주)무영종합건축사사무소	303	1,302	50,534	316
10	(주)종합건축사사무소건원	317	1,500	50,430	-6,541
11	(주)공간종합건축사사무소	210	700	49,551	778
12	(주)디에이그룹엔지니어링종합건축사사무소	275	1,000	46,390	149
13	㈜선엔지니어링종합건축사사무소	483	2,300	42,636	1,495
14	(주)창조종합건축사사무소	228	2,500	42,379	1,837
15	㈜현대종합설계건축사사무소	262	1,100	42,133	707
16	㈜토문엔지니어링건축사사무소	340	700	41,963	1,367
17	㈜건축사사무소건원엔지니어링	546	930	41,837	805
18	(주)행림종합건축사사무소	486	600	39,645	1,565
19	㈜아이티엠코퍼레이션건축사사무소	470	1,000	36,346	2,401
20	㈜동우이앤씨건축사사무소	450	1,104	33,319	1,505
21	㈜종합건축사사무소동일건축	435	2,580	32,295	272
22	에이앤유디자인그룹건축사사무소㈜	170	500	29,986	633
23	㈜간삼건축종합건축사사무소	504	500	27,326	1,013
24	㈜혜원까치종합건축사사무소	328	500	26,054	1,790
25	㈜하우드엔지니어링종합건축사사무소	165	501	25,958	1,412
26	(주)정인건축엔지니어링	6	300	23,751	2,486
27	㈜신화엔지니어링종합건축사사무소	245	1,000	23,631	2,365
28	㈜토펙엔지니어링건축사사무소	286	2,100	22,973	466
29	㈜무영아멕스건축사사무소	258	700	19,827	1,317
30	(주)청우종합건축사사무소	175	600	15,098	3,351

표 4. 2011년 건축설계사무소 변수 데이터

요소명 (DMU)		종업원수	자본금	매출액	당기순이익
단위		명	백만원	백만원	백만원
1	(주)포스코엔지니어링	1,526	35,000	980,340	3,225
2	㈜삼우종합건축사사무소	1,137	500	222,886	-20,008
3	㈜포스코에이앤씨건축사사무소	558	3,600	196,794	7,236
4	㈜희림종합건축사사무소	905	6,961	135,067	-3,583
5	㈜한미글로벌건축사사무소	608	3,550	30,158	4,224
6	㈜정림건축종합건축사사무소	511	3,607	74,666	-3,435
7	㈜해안종합건축사사무소	459	500	61,112	1,379
8	㈜간삼건축종합건축사사무소	497	500	53,001	1,991
9	㈜창조종합건축사사무소	228	2,500	50,585	3,706
10	㈜공간종합건축사사무소	170	700	49,658	638
11	㈜건축사사무소건원엔지니어링	570	930	46,052	-191
12	㈜휴다임건축사사무소	500	2,600	44,806	-27,575
13	㈜종합건축사사무소건원	263	1,500	43,676	-9,830
14	㈜선엔지니어링종합건축사사무소	462	2,300	43,048	4,418
15	㈜토문엔지니어링건축사사무소	348	700	42,840	462
16	㈜현대종합설계건축사사무소	277	1,100	42,809	2,582
17	㈜무영종합건축사사무소	255	1,302	39,603	184
18	㈜행림종합건축사사무소	550	613	39,290	2,068
19	㈜디에이그룹엔지니어링종합건축사사무소	236	1,000	39,061	-2,779
20	㈜동우이앤씨건축사사무소	439	1,104	36,646	2,496
21	㈜아이티엠코퍼레이션건축사사무소	470	1,000	36,015	2,006
22	에이앤유디자인그룹건축사사무소㈜	170	500	26,656	292
23	㈜종합건축사사무소동일건축	435	2,580	24,832	167
24	㈜토펙엔지니어링건축사사무소	398	2,100	24,195	216
25	㈜혜원까치종합건축사사무소	296	500	22,753	278
26	㈜신화엔지니어링종합건축사사무소	212	1,000	21,103	2,847
27	㈜하우드엔지니어링종합건축사사무소	149	501	21,064	1,939
28	㈜청우종합건축사사무소	177	650	16,468	3,991
29	㈜거성이엔지건축사사무소	200	500	15,725	2,096
30	㈜종합건축사사무소가람건축	189	600	15,427	2,126

표 5. 투입 · 산출요소의 기술통계량

년도	기술통계량	투입변수		산출변수	
		상시	자본금	매출액	당기순이익
		종업원수(명)	(백만원)	(백만원)	(백만원)
2009	최소값	128	500	9,217	295
	최대값	1,113	25,000	614,117	37,796
	평균	408	2,263	69,025	4,315
	표준편차	259.76567	4486.5586	110236.78	6862.3233
2010	최소값	6	300	15,098	-17,563
	최대값	1,296	25,000	750,599	40,012
	평균	437	2,338	77,361	2,302
	표준편차	283.58984	4510.7185	135358.09	8268.7346
2011	최소값	149	500	15427	-27575
	최대값	1526	35000	980340	7236
	평균	440	2683	86545	-561
	표준편차	302	6268	176167	7092

표 2~5의 데이터는 분석을 위해 (-)값을 제거하기 전의 자료이며, (-)값이 있을 경우 제일 작은 값을 더해서 1이 되는 수를 모든 값에 더하여 분석하였다. 2011년 건축설계사무소의 효율성 분석의 경우, 당기순이익의 제일 작은 값인 -27,575가 1이 되도록 모든 DMU의 당기순이익에 27,576을 더한 데이터로 분석을 실시하였다.

3.3 분석 결과

표 5의 2011년 국내 건축설계사무소의 효율성 분석을 위한 투입변수를 상시종업원수와 자본금, 산출변수를 매출액과 당기순이익으로 하여 투입지향 CCR모형으로 평가한 결과(부록 3 참조) 8개 업체(DMU 1, 2, 3, 7, 8, 10, 27, 29)가 효율적 기업, 22개가 비효율적 기업으로 평가되었다. 여기서 효율적 기업으로 나타난 8개 기업을 "Tier1"이라고 한다. 비효율적 DMU 22개를 다시 투입지향 CCR모형으로 효율성 분석을 반복한 결과, 6개의 DMU가 효율적이고(DMU5, 9, 15, 18, 22, 28)과 16개가 비효율적 기업으로 분석되었다. 효율적인 6개의 기업을 "Tier2"라고 한다. 이를 반복하여 나머지 16개중 6개의 효율적 기업(DMU11,

13, 16, 19, 25, 30)을 "Tier3"라고 한다. 3차까지 Tier분석을 진행한 결과 비효율적 기업이 투입요소와 산출요소 수의 합(2+2=4)의 3배(4×3=12)미만인 10개의 기업만이 남았으므로 분석을 멈추었다. 같은 방법으로 2009년과 2010년도의 효율성을 분석한 결과, 2009년은 Tier4, 2010년은 Tier3까지 도출되었다. 연도별 상세한 분석결과는 부록 1~3에 표시하였다. 표 6은 Tier분석결과를 효율적 기업과 비효율적 기업으로 구분하여 빈도를 정리한 표이다.

표 6. 건축설계사무소의 Tier 분석결과

년도	분류	Tier1	Tier2	Tier3	Tier4
2009	대상집단 수	30	26	22	18
	효율적 기업	4	4	4	6
	비효율적 기업	26	22	18	12
2010	대상집단 수	30	28	21	
	효율적 기업	2	7	9	
	비효율적 기업	28	21	12	
2011	대상집단 수	30	22	16	
	효율적 기업	8	6	6	
	비효율적 기업	22	16	10	

부록 3에 있는 2011년 건축설계사무소 벤치마킹을 위한 분석의 참조집합[6]을 살펴보면 Tier1 분석에서는 DMU10, DMU27이 가장 많은 참조횟수(15)를 보였고, DMU2(5), DMU3(5), DMU1(3), DMU29(3), DMU7(2), DMU8(2) 순으로 나타났다. Tier2 분석에서는 DMU22가 가장 많은 참조횟수(13)로 분석되었으며, 다음으로 DMU5(8), DMU9(7), DMU28(4), DMU15(3,), DMU18(2) 순으로 나타났다. Tier3 분석에서는 DMU19의 참조횟수(8)가 가장 많았으며, DMU30(5), DMU13(3), DMU11(2), DMU25(2) 순으로 참조횟수가 높게 나타났다. 이러한 참조 DMU가 바로 비효율적 DMU의 벤치마킹 대상이 된다.

3.4 성과 개선을 위한 벤치마킹

표 7은 2011년의 비효율적인 건축설계사무소들의 벤치마킹 대상을 정리한 표이다.

6) 개별 DMU의 참조집합을 찾는 방법은 첫째, 효율적(=1)인 DMU인 경우에는 참조집합이 자기 자신이다. 둘째, 비효율적(〈1)인 DMU의 경우에는 〉0인 DMU가 참조집합이 된다. 이에 따라 비효율적인 DMU는 투입, 산출과 관련된 여유변수 및 참조집합이 제공하는 가중치()의 결합을 통해서 비효율성의 정도를 투영할 수 있으며, 비효율성의 원인에 대하여 벤치마킹 할 수 있다(박만희 2008).

표 7. 비효율적 건축설계사무소의 벤치마킹 대상(2011년)

비효율적 DMU	Tier3	→	Tier2	→	Tier1
	단기적	→	중기적	→	장기적
DMU4	DMU3	→	DMU9	→	DMU13
DMU6	DMU10	→	DMU5	→	DMU13
DMU12	DMU10	→	DMU22	→	DMU13
DMU14	DMU10	→	DMU22	→	DMU19
DMU17	DMU10	→	DMU22	→	DMU19
DMU20	DMU27	→	DMU22	→	DMU25
DMU21	DMU27	→	DMU22	→	DMU25
DMU23	DMU27	→	DMU22	→	DMU30
DMU24	DMU27	→	DMU22	→	DMU30
DMU26	DMU27	→	DMU28	→	DMU30

표에서 나타난 DMU는 표 4의 요소명(DMU) 순번에 따른 것이며, 왼쪽 열의 DMU는 비효율적인 기업들을 나타내었고 오른쪽의 DMU는 이들 기업의 벤치마킹 대상이 되는 기업을 나타내고 있다. 2011년에는 3단계의 Tier가 도출되었는데, Tier1의 결과는 궁극적으로 벤치마킹해야 하는 장기적 벤치마킹 대상을 나타내며, Tier2의 결과는 중기적 벤치마킹 대상, Tier3의 결과는 단기적 벤치마킹 대상을 나타낸다.[7]

DMU4를 예를 들면, 단기적 관점에서 볼 때, Tier3 분석에서 가장 높은 준거집단의 Lambda값(3.0925)을 보였던 DMU13를 벤치마킹해야 한다. 중장기적으로는, Tier2 분석에서 가장 높은 준거집단의 Lambda값(0.9873)을 보였던 DMU9를 벤치마킹하고, Tier1 분석을 통해 가장 높은 준거집단의 Lambda값(0.5465)을 보였던 DMU3을 벤치마킹해야 한다. 이는 단기적으로는 종업원수에 대한 투입량을 중점적으로 고려하며, 점차 자본금까지 포함하여 모든 투입 자원의 투입량을 변화시키는 혁신전략을 수립해야 한다는 것을 의미한다.

한편, 비효율 기업들의 효율적 운영을 위한 대표적인 최적 벤치마킹 표준경로를 제시하면, 가장 공통적으로 많이 선정한 준거집단을 토대로 벤치마킹 표준경로를 정하였다. 여기서, Tier1에서는 가장 많이 벤치마킹 준거집단으로 선정된 DMU27, Tier2에서는 DMU22, Tier3에서는 DMU30으로 나타난다. 따라서 본 연구에서는 벤치마킹 표준경로를 DMU30→DMU22→DMU27로 제안하였다.

7) 여기서 단기(Short-run)와 장기(Long-run)란 기업이 생산량 변화를 고려할 때 주어진 기간 동안에 고정요소가 존재할 경우 이를 단기(Short-run)라고 하고, 모든 투입요소의 투입량에 변화를 줄 수 있는 기간을 장기(Long-run)라고 한다(박만희 2008).

4. 결 론

본 연구에서는 건축 설계 서비스업이 혁신성과를 분석하고 개선하기 위한 방법론으로 DEA-Tier 기법을 적용하였다. 현재 건축설계사무소의 경우 상위 기업과 하위 기업 간 양극화 현상이 심화되고 있다. 본 연구에서는 국내 건축설계사무소를 효율성의 크기에 따라 분류하고, 벤치마킹 기업을 선정하여 상대적으로 비효율적으로 나타난 기업의 혁신을 개선하는 방안을 제안하였다. 실질적인 벤치마킹 대상 기업을 단기적 뿐만 아니라 중 · 장기적인 벤치마킹 대상도 함께 제시하였다. 기존의 건축분야에서의 효율성분석은 단순한 경영성과 분석, 동태적 효율성 변화 추이, 효율성간의 상관관계나 효율성과 다른 변수들의 상관관계 분석이 주로 이루어져 왔다. 또한, 현 상태만을 파악했을 뿐 혁신 개선을 위한 벤치마킹 대상 제시에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 하지만 본 연구에서는 지식기반 산업으로서의 건축 설계 서비스 산업의 혁신 성과를 투입된 요소들의 효율성 측면에서 측정하여, 비효율적인 기업에 대해 기업의 혁신을 개선하도록 단계별 벤치마킹 대상을 제시함으로써 기존 연구의 한계를 극복할 수 있었다. 이러한 연구결과는 건축설계사무소가 지식 서비스 성장 동력 확보를 위한 기업별 혁신 전략 수립을 위한 방법 및 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다. 본 연구에서는 상위 30위의 건축설계사무소의 데이터를 분석에 사용하였다. 추후 다양한 건설 엔지니어링 서비스 기업을 대상으로 해당 지식서비스에서 요구하는 혁신 역량에 대한 투입 산출 변수를 보완한다면 국내 지식기반 서비스업의 유용한 지속적인 혁신 성과 개선 방안이 될 수 있을 것이다.

감사의 글

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(과제번호:2012R1A1A3013772)

참고문헌

강인규 · 김재윤 · 이수현 (2012), "DEA Window 모형과 Tier 분석을 이용한 축제의 효율성 분석", 한국기업경영학회 기업경영연구, 제19권 제1호, pp.63~82.

김건식 (2005), "외환위기 이후 국내건설회사의 효율성 분석", 한국건설관리학회 논문집, 제6권 제1호, 한국건설관리학회, pp.151~161.

김봉식 · 이윤선 · 홍정석 · 김재준 (2008), "시스템 사고를 활용한 건축생산성향상 전략 수립에 관한 연구", 한국건설관리학회 논문집, 제9권 제6호, 한국건설관리학회, pp.156~163.

김성식 (2012), "DEA/Window 모형을 이용한 국내 대형 건축사사무소의 효율성 분석", 대한건축학회 논문집, 제28권 제9호, pp.165~172.

김일수 · 남영우 (2010), "DEA 분석기법을 활용한 건설기업의 경영효율성 분석", 부동산학보, 제42권, pp.359~370.

김종기 · 강다연 (2008), "DEA 모형을 이용한 국내 아파트 건설기업(상장기업)의 효율성 분석", 한국콘텐츠학회논문지, 제8권 제7호, pp.201~207.

김진욱 · 심우일 · 전영철 (2010), "지식산업으로서의 건축", 국회의원 조정식 주최, 대한건축사협회 주관

류영아 · 김건위 (2006), "자료포락분석(DEA)을 이용한 보육시설 평가", 지방행정연구, 제20권 제2호, pp.225~254.

문병호 (2011), "혁신효율성 분석을 통한 서비스 기업의 벤치마킹 분석", 학위논문(석사), 성균관대학교.

박만희 (2008), "효율성과 생산성 분석", 한국학술정보

서광규 · 최다영 (2011), "AHP와 DEA 결합모델을 이용한 상장건설기업의 효율성 분석", 한국콘텐츠학회논문지, 제11권 제6호, pp.302~310.

서수경 · 권순만 (2000), "DEA를 이용한 의료기관의 효율성 벤치마킹", 병원경영학회지, 제5권 제1호, pp.84~104.

설현주 · 임성묵 · 박광만 (2009), "조직 상황을 고려한 DEA기반의 벤치마킹 프레임워크", 품질경영학회지, 제37권 제1호, pp.1~9.

신유호 (2009), "DEA와 TIER분석을 활용한 지방재정 효율성 측정에 관한 연구: 75개 시급 기초자치단체를 중심으로", 한국지방재정논집, 제14권 제3호, pp.1~39.

오동일 (2001), "DEA를 이용한 IMF 체제하의 우리나라 우량 상장 건설업체의 경영 효율성 평가와 관리적 시사점", 회계학연구, 제26권 제4호, pp.27~57.

윤경준 · 최신융 · 강정석 (2005), "DEA를 통한 공공조직 벤치마킹 정보의 단계적 도출", 한국행정학보, 제39권 제2호, pp.233~262.

이경주 · 박정로 · 김재준 (2012), "DEA와 Logit을 이용한 건설기업의 경영효율성 예측에 관한 연구", 대한건축학회 논문집, 제28권 제11호, pp.167~174.

이상훈 (2010), "DEA를 이용한 지식서비스 산업의 혁신 양상 및 성과분석", 서울대학교 대학원 석사학위논문

이형록 · 문성곤 · 김상기 · 김경환 · 김재준 (2010), "DEA기법을 이용한 시공능력평가 순위와 건설업체 운영효율성의 상관관계 분석", 대한건축학회 논문집, 제26권 제5호, pp.125~132.

임성묵 (2009), "DEA에서 투입 · 산출 요소 선택 방법", 대한산업공학회, IE interfaces, 제22권 제1호, pp.44~55.

장철영 · 성도경 · 최인규 (2007), "Post-DEA를 활용한 지방의료원의 조직운영형태별 효율성 평가", 한국행정논집, 한국행정학회, 제19권 제4호, pp.1119~1146.

홍한국 · 하성호 · 박삼찬 (2000), "SI 프로젝트의 효율성 평가를 위해 자료포괄분석과 기계학습을 결합한 하이브리드 분석", 경영정보학연구, 제10권 제1호, pp.19~35.

Banker, R. D., A. Charnes and W. W. Cooper. (1984). "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis." Management Sicence, 30(9), pp.1078~1092.

Charnes, A., W. W. Cooper., E. Rhodes(1978), "Measuring the efficiency of decision making units", European Journal of Operational Research, 2, pp.429~444.

Rogers, S. (1990). "Performance Measurement in Local Government.", Harlow, U.K.:Longman.

Sharma, M. J. and S. J. Yu, (2009). "Performance Based Stratification and Clustering for Benchmarking of Container Terminals." Expert Systems with Aplication, 36, pp.5016~5022.

Thanassoulis, E. (1995). "Assessing police forces in England and Wales using data envelopment analysis." European Journal of operational Research, 87(3), pp.641~657.

논문제출일: 2012.12.04
논문심사일: 2012.12.07
심사완료일: 2013.01.29

요 약

지식서비스 산업은 지식의 생산, 가공, 활용을 통하여 부가가치를 창출하는 산업을 말한다. 지식 서비스 산업은 다른 서비스 산업에 비해 혁신 지향적이고 타 분야에 미치는 영향이 큰 특성을 지니지만, 이에 대한 연구는 미미한 실정이다. 본 연구에서는 지식 서비스를 창출하는 설계사무소의 기술 혁신의 필요성을 제기하며 건축설계사무소의 혁신 성과를 효율성 측면에서 분석하였다. DEA-Tier분석을 이용하여 건축설계사무소의 효율성의 크기에 따라 분류하고, 효율성 격차가 현저한 건축설계사무소들에게는 단기적, 중기적, 장기적인 관점에서의 실질적인 벤치마킹 경로까지 제시하여 향후 설계서비스업의 효율성 제고 전략 수립에 필요한 방법론을 제시하였다.

키워드 : 지식기반 서비스 산업, 벤치마킹, 성과 측정, 혁신, Tier분석

부록 1. 2009년도 건축설계사무소의 Tier분석결과

DMU		Tier 1		Tier 2		Tier 3		Tier 4	
		Efficiency	참조집합	Efficiency	참조집합	Efficiency	참조집합	Efficiency	참조집합
1	(주)포스코엔지니어링	1							
2	(주)삼우종합건축사사무소	1							
3	(주)희림종합건축사사무소	0.5706	DMU1(0.1246) DMU2(0.3162) DMU7(0.3457)	0.7612	DMU4(0.9137) DMU13(1.3669)	0.7787	DMU6(1.4353) DMU12(0.8473) DMU27(0.1341)	0.8714	DMU8(2.2687) DMU21(0.4397)
4	(주)한미글로벌건축사사무소	0.7453	DMU1(0.075) DMU2(0.097) DMU7(0.4517)	1					
5	(주)휴다임건축사사무소	0.5778	DMU1(0.0242 DMU2(0.1903) DMU7(0.5007)	0.6248	DMU4(0.0789) DMU13(0.7665) DMU23(0.16126)	0.7364	DMU12(0.966) DMU16(0.3241) DMU27(1.4439)	0.8564	DMU8(0.4862) DMU15(0.4278) DMU21(1.2082)
6	(주)포스코에이앤씨건축사사무소	0.6876	DMU1(0.0695 DMU2(0.1317) DMU7(0.1617)	0.9827	DMU4(0.4778) DMU13(0.6236)	1			
7	(주)정림건축종합건축사사무소	1							
8	(주)종합건축사사무소건원	0.7791	DMU1(0.0331) DMU2(0.1799) DMU7(0.1571)	0.8908	DMU4(0.188) DMU13(0.7736) DMU23(0.2542)	0.9087	DMU6(0.0727) DMU12(1.0778) DMU27(0.1342)	1	
9	(주)해안종합건축사사무소	1							
10	(주)무영종합건축사사무소	0.6674	DMU1(0.0303) DMU2(0.223)	0.7305	DMU13(1.1371)	0.8535	DMU12(1.0166) DMU16(0.1352)	1	
11	(주)간삼건축종합건축사사무소	0.823	DMU2(0.2295 DMU7(0.1735) DMU9(0.0382)	1					
12	㈜디에이그룹엔지니어링 종합건축사사무소	0.8901	DMU1(0.0257) DMU2(0.1612) DMU7(0.1041)	0.9972	DMU4(0.1137) DMU13(0.7176) DMU23(0.182)	1			
13	(주)공간종합건축사사무소	0.9559	DMU1(0.0222) DMU2(0.2091) DMU7(0.0054)	1					
14	(주)선엔지니어링종합건축사사무소	0.4498	DMU1(0.0247) DMU2(0.0808) DMU7(0.2346)	0.5353	DMU4(0.2265) DMU13(0.2735) DMU23(0.4706)	0.584	DMU6(0.206) DMU12(0.4158)		DMU8(0.4249) DMU21(0.6588)
15	(주)건축사사무소건원엔지니어링	0.4598	DMU1(0.002) DMU2(0.1481) DMU7(0.1893)	0.5321	DMU11(0.4893) DMU13(0.1237) DMU23(0.3266)	0.878	DMU16(0.8518) DMU27(0.4406)	1	
16	(주)토문엔지니어링건축사사무소	0.6252	DMU1(0.0097) DMU2(0.1674) DMU7(0.0696)	0.6987	DMU11(0.2866) DMU13(0.4666) DMU23(0.0383)	1			
17	(주)아이티엠코퍼레이션건축사사무소	0.4167	DMU1(0.0028) DMU2(0.1237) DMU7(0.1778)	0.4741	DMU11(0.3559) DMU13(0.1551) DMU23(0.3715)	0.7383	DMU16(0.7334) DMU27(0.4499) DMU21(0.0934)	0.8488	DMU8(0.0408) DMU15(0.7556)
18	(주)동우이앤씨건축사사무소	0.3848	DMU1(0.0095) DMU2(0.1403) DMU7(0.0729)	0.4226	DMU11(0.183) DMU13(0.45) DMU23(0.1197)	0.5804	DMU12(0.1211) DMU16(0.7181) DMU27(0.0341)	0.7367	DMU8(0.0449) DMU10(0.2449) DMU15(0.4592)
19	(주)창조종합건축사사무소	0.4317	DMU1(0.042) DMU2(0.0561)	0.7032	DMU13(0.6971)	0.7788	DMU12(0.6882)	0.8923	DMU8(0.562)
20	(주)종합건축사사무소동일건축	0.289	DMU1(0.0278) DMU2(0.1031)	0.3731	DMU4(0.033) DMU13(0.6282)	0.4039	DMU12(0.681)	0.4628	DMU8(0.5561)
21	(주)현대종합설계건축사사무소	0.7453	DMU1(0.009) DMU2(0.026) DMU7(0.2756)	0.8478	DMU4(0.0962) DMU13(0.0302) DMU23(0.8162)	0.9869	DMU6(0.0793) DMU12(0.1898) DMU27(0.9407)	1	
22	(주)신화엔지니어링종합건축사사무소	0.4676	DMU1(0.0102) DMU2(0.0635) DMU7(0.0825)	0.4676	DMU4(0.0484) DMU13(0.2714) DMU23(0.2109)	0.4878	DMU6(0.0015) DMU12(0.4066) DMU27(0.1534)	0.5716	DMU8(0.2959) DMU15(0.0449) DMU21(0.0945)
23	(주)하우드엔지니어링종합건축사사무소	0.942	DMU1(0.0002) DMU2(0.0153) DMU7(0.2877)	1					
24	(주)단건축사사무소	0.6199	DMU1(0.0161) DMU7(0.1358)	0.8066	DMU4(0.0208) DMU23(0.5982)	0.9476	DMU6(0.0921) DMU27(0.602)	1	
25	(주)도원엔지니어링건축사사무소	0.4305	DMU1(0.0073) DMU7(0.1818)	0.5164	DMU23(0.7078)	0.5994	DMU6(0.0668) DMU27(0.7115)	0.662	DMU1(0.0073) DMU24(0.2775)
26	(주)상지엔지니어링건축사사무소	0.5086	DMU7(0.1197) DMU9(0.1255)	0.6053	DMU11(0.0291) DMU23(0.5751)	0.8236	DMU16(0.1473) DMU27(0.6174)	1	
27	(주)유원건축사사무소	0.8036	DMU1(0.0001) DMU7(0.2503)	0.9264	DMU23(0.861)	1			
28	(주)신한종합건축사사무소	0.514	DMU1(0.0061) DMU2(0.0336) DMU7(0.0555)	0.5798	DMU4(0.0347) DMU13(0.1383) DMU23(0.1394)	0.614	DMU6(0.0114) DMU12(0.2116) DMU27(0.1225)	0.685	DMU8(0.1598) DMU15(0.0129) DMU21(0.0998)
29	(주)거성이엔지건축사사무소	0.2972	DMU1(0.0048) DMU2(0.0588)	0.3374	DMU11(0.0551) DMU13(0.2017)	0.4751	DMU12(0.0682) DMU16(0.242)	0.6	DMU1(0.0048) DMU15(0.0698)
30	(주)진명엔지니어링건축사사무소	0.157	DMU1(0.0096) DMU2(0.0084) DMU7(0.0258)	0.2479	DMU4(0.0759) DMU13(0.0376)	0.2642	DMU6(0.1076) DMU27(0.0565)	0.2905	DMU8(0.1011) DMU21(0.0923)

부록 2. 2010년도 건축설계사무소의 Tier분석결과

DMU		Tier 1		Tier 2		Tier 3	
		Efficiency	참조집합	Efficiency	참조집합	Efficiency	참조집합
1	(주)포스코엔지니어링	0.3527	DMU2(0.2674) DMU26(28.9484)	1			
2	(주)삼우종합건축사사무소	1					
3	(주)희림종합건축사사무소	0.2233	DMU2(0.1903) DMU26(4.8643)	0.5019	DMU1(0.0853) DMU11(1.945)	0.6048	DMU4(1.1675) DMU12(0.2404)
4	(주)포스코에이앤씨건축사사무소	0.3695	DMU2(0.1446) DMU26(3.9466)	0.8421	DMU1(0.0734) DMU11(1.4676)	1	
5	(주)한미글로벌건축사사무소	0.2481	DMU2(0.1179) DMU26(2.7388)	0.5561	DMU1(0.0447) DMU11(1.1223) DMU25(0.1415)	0.7588	DMU4(0.4388) DMU14(0.174) DMU15(0.6973)
6	(주)정림건축종합건축사사무소	0.2099	DMU2(0.0905) DMU26(2.3733)	0.494	DMU1(0.045) DMU11(0.7458) DMU25(0.2691)	0.6741	DMU4(0.3789) DMU15(0.2718) DMU15(0.4215)
7	(주)해안종합건축사사무소	0.6371	DMU2(0.1682) DMU26(0.7815)	1			
8	(주)휴다임건축사사무소	0.1581	DMU2(0.1063) DMU26(1.1931)	0.296	DMU1(0.001) DMU11(1.0618)	0.4328	DMU12(1.037) DMU16(0.1262)
9	(주)무영종합건축사사무소	0.3264	DMU2(0.0861) DMU26(1.273)	0.6716	DMU1(0.0098) DMU11(0.7963)	0.9277	DMU4(0.0814) DMU12(0.552) DMU15(0.3446)
10	(주)종합건축사사무소건원	0.2926	DMU2(0.08) DMU26(1.3295)	0.598	DMU1(0.0128) DMU11(0.8236)	0.7964	DMU4(0.1668) DMU12(0.6275)
11	(주)공간종합건축사사무소	0.5384	DMU2(0.1005) DMU26(1.0887)	1			
12	㈜디에이그룹엔지니어링	0.3658	DMU2(0.0888) DMU26(1.0713)	0.7195	DMU1(0.0032) DMU11(0.8176) DMU25(0.1334)	1	
13	(주)선엔지니어링종합건축사사무소	0.1617	DMU2(0.0673) DMU26(1.1272)	0.3957	DMU1(0.0149) DMU11(0.269) DMU25(0.6992)	0.5515	DMU14(0.0982) DMU15(0.886) DMU27(0.0485)
14	(주)창조종합건축사사무소	0.1833	DMU2(0.0311) DMU26(1.4758)	0.8221	DMU1(0.0236) DMU25(0.9509)	1	
15	(주)현대종합설계건축사사무소	0.3194	DMU2(0.073) DMU26(1.0493)	0.7209	DMU1(0.0091) DMU11(0.4512) DMU25(0.4992)	1	
16	(주)토문엔지니어링건축사사무소	0.4324	DMU2(0.0917) DMU26(0.8561)	0.7767	DMU7(0.2916) DMU11(0.1489) DMU22(0.5874)	1	
17	(주)건축사사무소건원엔지니어링	0.317	DMU2(0.0943) DMU26(0.8257)	0.5336	DMU7(0.4289) DMU22(0.5563) DMU25(0.0073)	0.7272	DMU7(0.4289) DMU22(0.5563) DMU25(0.0073)
18	(주)행림종합건축사사무소	0.5052	DMU2(0.0798) DMU26(0.8775)	0.8318	DMU7(0.424) DMU24(0.5742)	1	
19	(주)아이티엠코퍼레이션건축사사무소	0.3114	DMU2(0.0596) DMU26(0.9385)	0.5306	DMU7(0.2531) DMU22(0.1659) DMU25(0.6408)	0.7281	DMU16(0.6761) DMU23(0.0576) DMU29(0.3229)
20	(주)동우이앤씨건축사사무소	0.2681	DMU2(0.0504) DMU26(0.9027)	0.467	DMU7(0.1273) DMU22(0.6115) DMU25(0.2917)	0.6718	DMU12(0.1037) DMU16(0.4715) DMU29(0.4399)
21	(주)종합건축사사무소동일건축	0.1171	DMU2(0.0427)	DMU26(0.9354)	0.378	DMU1(0.0118) DMU25(0.9043)	DMU14(0.2624) DMU15(0.2962) DMU27(0.4659)
22	에이앤유디자인그룹건축사사무소㈜	0.5613	DMU2(0.0396) DMU26(0.8696)	1			
23	(주)간삼건축종합건축사사무소	0.5665	DMU2(0.025) DMU26(0.9026)	0.9615	DMU7(0.1273) DMU24(0.8907)	1	
24	(주)혜원까치종합건축사사무소	0.5854	DMU2(0.0147) DMU26(0.9512)	1			
25	(주)하우드엔지니어링종합건축사사무소	0.5736	DMU2(0.0163) DMU26(0.9308)	1			
26	(주)정인건축엔지니어링	1					
27	(주)신화엔지니어링종합건축사사무소	0.2982	DMU2(0.0001) DMU26(0.9939)	0.6998	DMU25(0.7541) DMU30(0.2687)	1	
28	(주)토펙엔지니어링건축사사무소	0.1292	DMU2(0.0076) DMU26(0.0892)	0.5452	DMU25(0.8122) DMU30(0.1251)	0.7585	DMU14(0.4507) DMU27(0.4659)
29	(주)무영아멕스건축사사무소	0.4036	DMU26(0.9417)	0.7103	DMU24(0.1194) DMU25(0.8732)	1	
30	(주)청우종합건축사사무소	0.5216	DMU26(1.0431)	1			

부록 3. 2011년도 건축설계사무소의 Tier분석결과

DMU		Tier 1		Tier 2		Tier 3	
		Efficiency	참조집합	Efficiency	참조집합	Efficiency	참조집합
1	(주)포스코엔지니어링	1					
2	(주)삼우종합건축사사무소	1					
3	(주)포스코에이앤씨건축사사무소	1					
4	(주)희림종합건축사사무소	0.4001	DMU1(0.0203), DMU3(0.5465), DMU10(0.154)	0.6881	DMU5(0.654), DMU9(0.9873)	0.8987	DMU13(3.0925)
5	(주)한미글로벌건축사사무소	0.6357	DMU3(0.5108), DMU10(0.5969)	1			
6	(주)정림건축종합건축사사무소	0.4143	DMU1(0.0158), DMU3(0.1293), DMU10(0.6788)	0.6767	DMU5(0.4334), DMU9(0.3609)	0.8799	DMU13(1.7095)
7	(주)해안종합건축사사무소	1					
8	(주)간삼건축종합건축사사무소	1					
9	(주)창조종합건축사사무소	0.8084	DMU10(0.9572), DMU27(0.1448)	1			
10	(주)공간종합건축사사무소	1					
11	(주)건축사사무소건원엔지니어링	0.5304	DMU2(0.0702), DMU7(0.278), DMU27(0.6371)	0.7982	DMU15(0.7536), DMU18(0.3504)	1	DMU2
12	(주)휴다임건축사사무소	0.2799	DMU3(0.1163), DMU10(0.4414)	0.4448	DMU5(0.2852), DMU22(0.2884)	0.5402	DMU13(0.6744), DMU19(0.393)
13	(주)종합건축사사무소건원	0.5096	DMU1(0.0047), DMU3(0.0598), DMU10(0.5501)	0.8176	DMU5(0.2504), DMU9(0.0835), DMU22(0.2573)	1	DMU3
14	(주)선엔지니어링종합건축사사무소	0.3905	DMU10(0.6847), DMU27(0.4294)	0.5152	DMU5(0.0873), DMU9(0.181), DMU22(0.8453)	0.6116	DMU19(1.0095), DMU30(0.2344)
15	(주)토문엔지니어링건축사사무소	0.7367	DMU2(0.1044), DMU10(0.0043), DMU27(0.9191)	1			
16	(주)현대종합설계건축사사무소	0.6214	DMU10(0.721), DMU27(0.3326)	0.8731	DMU5(0.1396), DMU9(0.0017), DMU22(0.9209)	1	0
17	(주)무영종합건축사사무소	0.622	DMU10(0.6704), DMU27(0.2997)	0.8458	DMU5(0.0974), DMU9(0.1614), DMU22(0.7038)	0.9877	DMU19(0.9619), DMU30(0.1315)
18	(주)행림종합건축사사무소	0.8167	DMU8(0.6316), DMU29(0.3697)	1			
19	(주)디에이그룹엔지니어링종합건축사사무소	0.615	DMU10(0.7237), DMU27(0.1484)	0.9098	DMU5(0.1528), DMU9(0.005), DMU22(0.7099)	1	DMU8
20	(주)동우이앤씨건축사사무소	0.4983	DMU2(0.0589), DMU10(0.0804), DMU27(0.9269)	0.5906	DMU15(0.3417), DMU22(0.8257)	0.781	DMU11(0.1307), DMU19(0.4779), DMU25(0.5257)
21	(주)아이티엠코퍼레이션건축사사무소	0.5173	DMU2(0.0368), DMU7(0.1704), DMU27(0.8257)	0.6201	DMU15(0.4111), DMU18(0.1036), DMU22(0.5377)	0.8109	DMU11(0.2681), DMU19(0.2925), DMU25(0.538)
22	에이앤유디자인그룹건축사사무소㈜	0.9884	DMU2(0.0235), DMU10(0.0563), DMU27(0.8844)	1			
23	(주)종합건축사사무소동일건축	0.3328	DMU10(0.1705), DMU27(0.777)	0.3846	DMU22(0.8549), DMU28(0.1242)	0.4774	DMU19(0.3981), DMU30(0.6017)
24	(주)토펙엔지니어링건축사사무소	0.3627	DMU10(0.1477), DMU27(0.8004)	0.4192	DMU22(0.8002), DMU28(0.174)	0.5176	DMU19(0.3728), DMU30(0.6245)
25	(주)혜원까치종합건축사사무소	0.9395	DMU8(0.2141), DMU29(0.7254)	0.9995	DMU22(0.9995)	1	DMU2
26	(주)신화엔지니어링종합건축사사무소	0.7245	DMU27(1.0308)	0.8326	DMU22(0.4317), DMU28(0.5826)	0.9879	DMU19(0.2025), DMU30(0.8552)
27	(주)하우드엔지니어링종합건축사사무소	1					
28	(주)청우종합건축사사무소	0.9003	DMU27(1.0695)	1			
29	(주)거성이엔지건축사사무소	1					
30	(주)종합건축사사무소가람건축	0.8392	DMU27(0.8327), DMU29(0.1727)	0.9325	DMU22(0.7057), DMU28(0.3179)	1	DMU5