

## 보육시설의 효율성과 생산성 평가: DEA, MPI, Tobit모형을 이용하여\*

김영숙\*\* · 모수원\*\*\* · 김주연\*\*\*\*

### 요 약

우리나라의 보육정책은 여성에게 지워진 보육의 부담을 사회가 분담한다는 차원과 출산율 제고를 위한 정책적 필요성에서 접근하고 있으며, 영유아에 대한 직·간접적 지원확대로 보육시설과 보육시설을 이용하는 아동 수가 큰 폭으로 증가하고 있다. 여기에는 학습에서 우위를 조기에 확보하기 위한 경쟁심도 어느 정도 높아있다는 것도 부정할 수 없다. 그러나 보육시설의 평가에 대해 많은 연구가 이루어지고 있는데 비해, 정량적 기법을 이용하여 효율성을 평가한 연구는 찾아볼 수 없다. 대부분의 연구들이 교사나 책임자들의 면담을 통해 얻은 자료에 기초하여 평가하는 형태를 취하거나, 평가제도에 대한 인식을 다루고 있다. 본고는 DEA기법, Malmquist, Tobit과 같은 계량기법을 이용하여 우리나라 16개 광역시와 도의 효율성을 평가하고 동시에 효율성에 미치는 요소들을 식별한다. 이러한 분석을 통해서도 단위보다 광역시의 효율성에 더 큰 문제가 있으며, 효율성은 최근 들어 하락하는 추세라는 것을 밝힌다. 또한 전반적으로 규모에 대한 수익이 감소하는 상태로 바뀌고 있어 규모를 축소하여야 한다는 것과, 사회경제적 여건이 보육시설의 효율성과 생산성에 불리하게 전개되고 있다는 것도 보인다. Tobit 분석을 통해 보육시설은 많을수록 효율성이 하락하는데 비해, 보육아동은 많을수록 효율성이 높다는 것, 보육아동이 보육시설보다 효율성에 훨씬 큰 영향을 미친다는 것, 대도시의 효율성이 도 단위보다 낮으며 시간이 흐를수록 효율성이 떨어지고 있음을 보인다.

**핵심주제어: DEA, Tobit, Malmquist, 생산성, 효율성**

\* 논문접수일 2011년 7월 26일, 게재확정일 2011년 10월 30일

본 연구는 학술진흥재단과 한국산업경제저널에서 정한 연구윤리규정을 준수함

\*\* 제1저자, 성화대학 조교수

\*\*\* 교신저자, 목포대학교 교수

\*\*\*\* 공동저자, 송원대학교 조교수

## I. 서론

우리나라 0-4세 아동은 95년 356만 명에서 2010년 230만 명으로 126만 명 감소하였는데 이것은 1995년 0-4세 아동의 35.4%에 해당하는 숫자이다. 5-9세 아동도 2000년 358만 명에서 2010년 246만 명으로 112만 명이 줄어 연평균 3.7% 감소하였다(<http://stat.mw.go.kr>). 이와 같은 아동 수의 감소는 우리사회에서 중요한 역할을 수행하는 인적자본의 축소를 의미하기 때문에 성장동력의 약화로 피이드백(feedback)되어 머지않아 우리사회에 심각한 악영향을 미칠 것으로 예견되고 있다. 정부도 이러한 사태의 심각성을 깨닫고 출산율을 높이려는 의도와 더불어 영유아 지원에 적극적으로 나서기 시작하였다.

우리나라의 보육정책은 1990년 영유아보육법이 제정되면서 체계가 잡히기 시작하였으며, 여성에게 강제적으로 그리고 전적으로 지워진 보육의 부담을 사회와 연대하여 분담한다는 차원에서 보육시설의 확대가 추진되기 시작한 것이다(박찬옥 등, 2008). 이에 따라 보육시설의 수는 1990년 1,919개소에서 1996년 12,098개소, 2007년 30,856개소, 2009년 35,550개로 큰 폭의 증가를 보이고 있다. 보육시설을 이용하는 아동 수도 1990년 4만 8,000명에서 2009년 현재 117만 5,000명으로 증가하였다.

문제는 보육시설의 효율성에 대한 평가가 충분히 그리고 다각적으로 이루어지지 않은 채 보육시설의 개소 수가 크게 증가하고 있다는 데 있다. 많은 연구들이 보육시설을 평가하는데 있어서 보육시설의 효율성과 생산성에는 별다른 관심을 두지 않고 있다. 다만 김대중(2000)이 우리나라 보육수요가 과당추정 되어있고 그에 따라 보육시설의 정원 미달률이 증가하고 있음을 밝힌 것이 독특하다고 할 수 있다. 그러나 평가는 상대적이라는 점에서 주관적인 견해보다 객관적인 자료에 기초하는 것이 보다 정확하고 공정하다. 객관적인 분석기법을 적용하여 효율성면에서 가장 우수한 집단을 선정할 후 벤치마킹하는 것이 필요하다고 할 수 있다. 이에 따라 본고는 DEA기법을 이용하여 우리나라 16개 광역시와 도단위별로 보육시설의 효율성과 생산성을 비교·평가한다.

## II. 연구방법

### 1. DEA 기법

DEA(Data Envelopment Analysis)기법은 선형계획법에 근거한 측정방법이다. 통계학적으로 회귀분석법과는 달리 사전적으로 구체적인 함수형태를 가정하고 모수(parameter)를 추정

하는 것이 아니고 일반적으로 생산가능집합에 적용되는 몇 가지의 공준 하에서 평가대상의 경험적인 투입요소와 산출물간의 자료를 이용하여 경험적 효율성 프론티어를 도출한다. 이와 같이 도출된 효율적 프론티어와 평가대상을 비교하여 평가대상의 효율성을 측정하는 비모수적 접근방법(non-parametric approach)이다(박승록·이인식, 2002). DEA기법은 이러한 장점 때문에 산업 외에도 수익을 도출하기 힘들거나 수익이 목적이 아닌 공공기관과 학교의 효율성을 평가하는데 이용되고 있다(김창범, 2009; 소순후, 2011; 서수덕, 2011;모수원, 2006). DEA는 1978년 Charnes, Cooper, Rhodes에 의해 비영리적 의사결정단위의 상대적 효율성을 측정할 목적으로 개발된 방법이다.  $DMU_j(j=1,2,\dots,n)$ 는  $m$ 개의 다른 투입물  $x_{ij}(i=1,2,\dots,m)$ 을 사용하여  $s$ 개의 다른 산출물  $y_{rj}(j=1,2,\dots,s)$ 을 생산하면 투입지향(input-based) CCR DEA모형은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \text{Max } \theta &= \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} & (1) \\
 \text{s.t. } \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0 & j = 1, 2, \dots, n; \\
 \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} &= 1 \\
 u_r &\geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s \\
 v_i &\geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m.
 \end{aligned}$$

여기서  $v_i$ 와  $u_r$ 은 투입물  $x_i$ 와 산출물  $y_r$ 의 가중치로서 비아르키메디안 상수인  $\varepsilon$ 보다 큰 양수로 정의한다.  $(s+m)$ 개의 변수와  $n$ 개의 제약식을 갖는 비선형 수리계획법인 식 (1)을 쌍대선형계획(dual linear program)으로 전환하면 식 (2)와 같다.

$$\begin{aligned}
 \text{Min } \theta & & (2) \\
 \text{s.t. } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq \theta x_{i0} \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} &\geq \theta y_{r0} \\
 \lambda_j &\geq 0 & j = 1, 2, \dots, n.
 \end{aligned}$$

식 (2)에서  $\theta$ 는 의사결정단위(decision making unit: DMU)가 일정한 양의 산출물을 생산하기 위하여 다른 DMU군에 비해 투입물의 상대적 사용량을 나타내는 기술효율성으로  $DMU_0$  효율수준을 나타내며,  $\theta$ 가 1이면 기술효율적인 DMU임을 의미하며, 1보다 작으면  $1-\theta$  만큼 투입요소를 다른 DMU군에 비해 더 사용하고 있음을 의미한다. Banker, Charnes,

Cooper가 1984년에 개발한 BCC모형은 규모의 수익가변을 반영한 DEA모형이다. BCC모형은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \text{Min } & \theta_0 - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) & (3) \\
 \text{s.t. } & \theta_0 x_{i0} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^-, \quad i = 1, 2, \dots, m, \\
 & y_{r0} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+, \quad r = 1, 2, \dots, s \\
 & 1 = \sum_{j=1}^n \lambda_j, \\
 & 0 \leq \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \quad \forall i, r, j.
 \end{aligned}$$

여기서,  $\lambda =$  참조집합(reference set)들의 가중치(잠재가격)

$s_i^- =$  초과투입량(투입부문의 여유변수)

$s_r^+ =$  초과투입량(산출부문의 여유변수)

위의 식은 CCR모형의 식과 비교하여 제약조건  $1 = \sum_{j=1}^n \lambda_j$ 이라는 조건이 추가되었다. 이 제약조건으로 BCC모형은 기술효율성에서 규모의 효율성을 제외한 순수기술효율성을 측정할 수 있게 된다. 또한 특정 투입물에 대한 슬랙(여유변수)의 값이 0이 아닐 경우에는 그 값만큼 해당 투입물의 투입수준이 감소되어야 효율적 프론티어에 도달할 수 있다는 것을 의미한다(홍봉영, 2003). 규모효율성(scale efficiency : SE)은 CCR모형의 기술효율성(technical efficiency: TE)을 BCC모형의 순수기술효율성(pure technical efficiency: PTE)으로 나눈 값이 된다. 순수기술효율성은 DMU가 효율적 프론티어에 얼마나 접근했는지를 측정하며, 규모효율성은 DMU가 얼마나 규모의 경제에 접근했는지를 측정한다. 규모효율성을 이용하여 개별 DMU가 규모의 경제에서 이탈하여 영업활동을 함으로써 발생하는 비효율의 크기를 측정할 수 있다.

## 2. Malmquist 지수

거리함수(distance function)는 기술적 효율성을 측정하는 DEA의 역수이기 때문에 Malmquist 지수는 DEA 방법을 통해 구할 수 있다. 거리함수를 이용하여 Malmquist 지수는 다음과 같이 정의된다(Färe et al. 1994).

$$m(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \left[ \frac{d_c^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_c^t(x_t, y_t)} \times \frac{d_c^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_c^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (4)$$

여기서  $d_c^t(x_t, y_t)$ 에서 위첨자는 프런티어(기술)를 의미하며 아래첨자는 CRS 생산기술을,  $(x_t, y_t)$ 는 t기의 투입물( $x_t$ )과 산출물( $y_t$ )을 각각 의미한다. 이러한 Malmquist 지수를 기술효율성의 변화(technical efficiency change)와 기술진보(technological change)로 분해하면 다음과 같은 식으로 정의된다(Färe et al. 1994).

$$m(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{d_c^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_c^t(x_t, y_t)} \times \left[ \frac{d_c^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_c^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{d_c^t(x_t, y_t)}{d_c^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (5)$$

식 (5)에서 오른쪽 항의 첫 번째 항목은 t기와 t+1기 사이의 기술효율성 변화, 즉 비효율적 생산단위가 프런티어에 속한 생산단위에 어느 정도 따라갔는가(catch-up effect)를 나타내며, 두 번째 항목은 t기와 t+1기 두 기간 사이의 기술진보의 기하평균, 즉 해당 생산단위를 기준으로 프런티어의 기술향상이 어느 정도 이루어졌는가를 나타낸다. 또한 기술효율성의 변화는 생산과정에서 투입물이 얼마나 효율적으로 산출물로 전환되는가를 측정하며, 순수 기술효율성의 변화는 t기와 t+1기 사이에 프런티어에 얼마나 접근했는지를 측정하며 규모효율성의 변화는 2기간 동안 규모의 경제에 얼마나 접근했는지를 측정한다. 이러한 의미에서 순수기술효율성의 변화는 모방에 의한 따라잡기로 해석된다. 기술진보는 2기간 사이의 프런티어를 구성하는 국가들의 기술혁신에 의한 프런티어의 자체의 이동을 측정한다.

### 3. Tobit 모형

계량분석에서 종속변수가 유무 또는 행위여부와 같은 이산종속변수일 때는 프라빗 모형을, 존재 또는 행위가 이루어지는 비율일 경우 토빗 모형을 사용한다. 토빗 모형은 '중도절단 회귀모형'(censored regression model)이라고 불리는데, 그 이유는 종속변수의 값이 0 이하에서 중도 절단되는 특성을 반영하는 모형이기 때문이다(Amemiya, 1973). 토빗모형을 도입하는 것은 표본자료의 일부를 중도절단하여 OLS를 적용할 경우 불일치한 추정치를 얻게 되기 때문에 토빗모형으로 설정하여 ML기법으로 추정할 필요가 있다(김현재·윤원철, 2006). 그런데 토빗(type I)모형에 대한 ML 추정량은 오차가 정규분포를 따르고 동분산(homoscedastic)이라고 가정하고 있다. OLS와 같은 통상적인 회귀분석에서는 이러한 가정이 위배될 경우, 추정치는 일치하지만 효율적이지 못하는데 비해, 토빗모형을 ML 기법으로 추정할 경우 이분산성(heteroskedasticity)이 존재하면 부일치한 추정량을 얻게 되어 특정 설

명변수가 종속변수에 미치는 효과가 과소 혹은 과대하게 평가될 수 있다(Arabmazar & Schmidt, 1981, 1982). 이러한 이분산성을 고려하기 위하여 type II 토빗모형도 도입한다.

### III. 분석결과

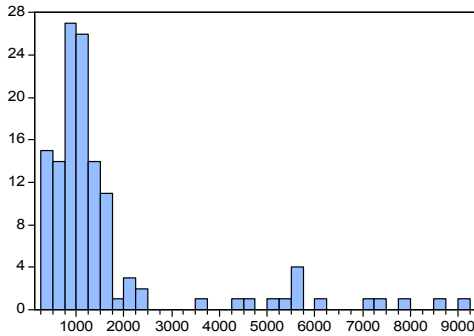
DEA에 의한 효율성을 계측하기 위해서는 먼저 적합한 투입·산출요소의 선정과 적절한 투입·산출요소의 수가 결정되어야 한다. 효율적인 단위들을 판별하기 위한 투입·산출요소의 적정 수는 평가대상이 되는 단위인 DMU의 수에 의해 제한되는데, DEA에서는 투입요소와 산출요소의 수가 증가할수록 효율적 DMU가 증가하는 특징을 가지고 있어 비효율적 DMU의 판별이 어려워지기 때문에 가능한 최소 투입·산출요소의 수로 설명력을 가지는 것이 바람직하다.(박춘광과 김병철, 2006). 따라서 투입·산출요소의 적정 수에 대하여, Banker, Charnes and Cooper(1984)와 Nunamaker(1985)는 DMU의 수는 최소한 투입요소와 산출요소의 수를 합한 것보다 3배 이상 되어야 한다는 연구 결과를 제시하였다. 또한 효율성 평가에 이용될 투입 및 산출요소는 목표달성과 관련이 있어야 한다(Nyhan and Martin, 1999). 본고에서는 투입변수로 보육시설 수를, 산출변수로 보육아동 수를 선정한다. 먼저 투입변수와 산출변수의 통계적 특성을 보여주는 <표 1>에서 지역별로 투입변수와 산출변수 간 차이가 크다는 것을 알 수 있다.

<표 1> 투입·산출변수의 통계치

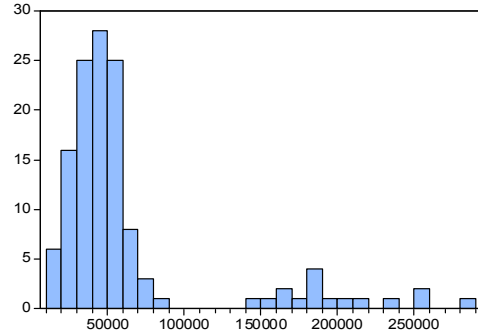
(단위: 명, 개)

특성	시설 수	아동 수
평균	1635	62735
변이계수	1.0978	0.8914
최소값	282	16847
최대값	9712	283774
왜도	2.6394(0.0000)	2.3152(0.0000)
첨도	6.6535(0.0000)	4.6440(0.0000)
J-B	384.72(0.0000)	229.37(0.0000)

주: 왜도와 첨도는 초과왜도와 초과첨도로 두 값이 0이라는 가설에 대한 통계량, J-B는 Jarque-Bera이며, ( )안의 숫자는 유의수준



<그림 1> 보육시설 분포도



<그림 2> 보육아동 분포도

보육시설과 보육아동은 그림에서 보는 바와 같이 좌측으로 크게 치우쳐서 아동과 시설이 소규모인 DMU가 다수이고 규모가 큰 DMU는 소수라는 것을 보여주고 있다. 이것은 <표 1>에서 왜도와 첨도가 존재하고 정규분포를 하지 않는다는 것으로 알 수 있다. 이와 같이 기초 통계량이 정규분포를 하지 않기 때문에 모수적 방법보다 비모수적 방법인 DEA로 분석하는 것이 합리적이다(허화와 김병철, 2005).

<표 2> 기술적 효율성

DMU	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
서울	1.5427(D)	1.5458(D)	1.5103(D)	1.5001(D)	1.4732(D)	1.4835(D)	1.4144(D)	1.3792(D)
부산	1.2752(D)	1.3762(D)	1.3228(D)	1.3810(D)	1.3034(D)	1.2948(D)	1.2645(D)	1.2376(D)
대구	1.4615(I)	1.4137(I)	1.3493(D)	1.2780(I)	1.1619(D)	1.1955(D)	1.2155(D)	1.2262(D)
인천	1.4482(I)	1.5622(I)	1.5484(I)	1.5713(I)	1.4573(I)	1.5099(D)	1.4209(D)	1.4230(D)
광주	1.2779(I)	1.2743(I)	1.3114(I)	1.3054(I)	1.2353(I)	1.2376(D)	1.1930(I)	1.1875(D)
대전	2.2837(I)	2.2785(I)	2.2023(I)	2.1543(I)	1.8726(I)	1.8268(D)	1.7750(I)	1.7463(D)
울산	1.3434(I)	1.3234(I)	1.4169(I)	1.4325(I)	1.3070(I)	1.2961(D)	1.2923(I)	1.2887(D)
경기	1.7932(D)	1.7758(D)	1.7925(D)	1.7522(D)	1.6494(D)	1.7422(D)	1.7450(D)	1.7335(D)
강원	1.2157(I)	1.2421(I)	1.1708(I)	1.1617(I)	1.1474(I)	1.1883(D)	1.1541(I)	1.1588(D)
충북	1.0953(I)	1.1288(I)	1.1049(I)	1.1488(I)	1.0749(I)	1.1054(D)	1.0988(I)	1.1454(D)
충남	1.3220(I)	1.3333(I)	1.3410(I)	1.2578(I)	1.1922(I)	1.3200(D)	1.3123(I)	1.3141(D)
전북	1.2478(D)	1.2826(D)	1.2396(D)	1.1792(D)	1.1405(D)	1.1806(D)	1.2700(D)	1.2728(D)
전남	1.0000(C)	1.0000(C)	1.0000(C)	1.0000(C)	1.0000(C)	1.0100(C)	1.0000(C)	1.0219(D)
경북	1.2755(D)	1.2840(D)	1.2655(D)	1.2862(D)	1.2123(D)	1.2772(D)	1.3030(D)	1.3477(D)
경남	1.5526(D)	1.5668(D)	1.5257(D)	1.5023(D)	1.4487(D)	1.4852(D)	1.4108(D)	1.5975(D)
제주	1.0456(I)	1.0353(I)	1.0477(I)	1.0218(I)	1.0115(I)	1.0000(C)	1.0184(I)	1.0000(C)

주: I, D, C는 각각 규모의 수익증가, 수익감소, 수익불변을 의미함

DEA를 적용한 결과인 <표 2>에서 전남은 2009년을 제외하고 전 기간에서 효율적 DMU이며, 2007년과 2009년에는 제주도가 효율적인 것으로 나타나고 있다. 대전광역시도 전 기간에 걸쳐 가장 비효율적이다. 대전광역시의 2002년의 경우 효율적으로 되기 위해서는 학생수를 2.28배 늘려야 한다. 2002년의 경우 서울, 부산, 경기, 전북, 경북, 경남은 규모수익이 감소하여 효율성을 높이기 위해서는 규모를 키우는 것보다 줄이는 것이 보다 합리적인데 비해, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산, 강원, 충북, 충남, 제주는 규모수익이 증가하여 효율성을 올리기 위해서는 규모를 키우는 것이 필요하다. 그러나 규모수익이 감소하는 DMU가 시간이 흐름에 따라 점차 증가하는 추세이며, 2007년과 2009년에는 제주도를 제외하고는 모두 규모수익체감이어서 보육시설의 수를 줄여나가야 한다는 것을 보여주고 있다.

<표 3> 생산성 분석 결과

기간	기술효율성변화	기술변화	MPI
2002/3	1.018	0.918	0.934
2003/4	0.985	0.942	0.927
2004/5	0.994	0.949	0.943
2005/6	0.948	1.007	0.954
2006/7	1.012	0.935	0.946
2007/8	0.997	0.972	0.969
2008/9	1.016	0.952	0.968
평균	0.995	0.953	0.949

이제 Malmquist지수를 도출하여 생산성 변화와 변화원인을 규명한다. 생산성 분석에서 핵심은 생산성의 차이가 생산기술의 차이나 생산과정 효율성 차이에 의한 것인지 아니면 외외부요인에 의한 것인지를 밝히는 것이다. <표 3>은 기간별로 기술효율성 변화, 기술변화, 맵키스트 생산성지수 변화를 보여주고 있다. 생산성은 연평균 5.1% 감소하였는데 이러한 생산성 하락은 기술효율성의 변화보다 기술변화에 더 큰 원인이 있다. 기술효율성은 평균 0.5% 하락하였으나 기술이 4.7% 퇴보한 것이다. 그러나 2002/3년, 2006/7년, 2008/9년에 기술효율성은 향상되었으나 기술수준은 2005-6년을 제외하고 모든 기간에서 퇴보하였다. 생산프론티어가 (-) 방향으로 이동한 것이다. 그런데 기술변화는 투입과 산출의 생산가능집합 또는 프론티어가 이동하는 것이므로 '기술퇴보'는 사회적 여건이 보육시설에 불리하게 작용하고 있다는 것을 의미한다.

또한 DEA/WINDOW 분석 기법은 기존의 정태적인 DEA 분석의 약점을 보완할 수 있는



기법으로 추세, 안정성, 계절 변동 등을 확인할 수 있다. 여기서는 윈도우 폭을 4개로 하여 2002년부터 2009년까지 8년에 걸쳐 16개 시도의 동태적 효율성을 분석한 결과는 <표 4>와 같다. Window별 평균 효율성은 2002-6년 1.3863, 2003-7년 1.4066, 2004-8년 1.4263, 2005-9년 1.4064로 상승하는 추세에서 하락하는 추세로 바뀌고 있음을 알 수 있다.

<표 4> 동태적 효율성

DMU	W1(2002-6)	W2(2003-7)	W3(2004-8)	W4(2005-9)	평균
서울	1.5427	1.5516	1.5562	1.5391	1.5471
부산	1.2752	1.3813	1.3629	1.4169	1.3794
대구	1.4615	1.4189	1.3902	1.3113	1.3715
인천	1.4482	1.5680	1.5954	1.6121	1.5819
광주	1.2779	1.2791	1.3512	1.3394	1.3247
대전	2.2837	2.2870	2.2691	2.2103	2.2506
울산	1.3434	1.3283	1.4599	1.4698	1.4259
경기	1.7932	1.7824	1.8469	1.7978	1.8090
강원	1.2157	1.2467	1.2063	1.1919	1.2095
충북	1.0953	1.1330	1.1384	1.1786	1.1491
충남	1.3220	1.3382	1.3816	1.2905	1.3305
전북	1.2478	1.2874	1.2772	1.2098	1.2493
전남	1.0000	1.0037	1.0303	1.0260	1.0202
경북	1.2755	1.2888	1.3039	1.3196	1.3043
경남	1.5526	1.5726	1.5719	1.5414	1.5579
제주	1.0456	1.0392	1.0795	1.0484	1.0556
평균	1.3863	1.4066	1.4263	1.4064	

평균효율성은 전남(1.0202)에서 가장 높고 제주(1.0556), 충북(1.1491), 강원(1.2095), 전북(1.2493), 경북(1.3043), 광주(1.3247) 순으로 낮아져 도 단위의 평균효율성이 높게 나타나고 있다. 이에 비해 대전(2.2506)의 효율성이 가장 낮으며, 경기(1.8090), 인천(1.5819), 경남(1.5579), 서울(1.5471), 울산(1.4259), 부산(1.3794), 대구(1.3715) 순이어서 광역시의 평균효율성이 낮게 나타나고 있다. 도 단위보다 광역시 단위의 효율성 향상이 필요함을 보여주고 있다.

본고에서는 효율성 척도를 비효율성 척도로 변환(normalization)한 다음, 변환된 비효율성 척도를 종속변수로 사용하는 Tobit 분석을 적용한다. 그리고 Tobit분석은 상당수의 종속변수가 0인 경우에 유용하게 이용되는 것으로 알려져 있다(Chilingerian, 1995). 이제 보육시설

효율성에 영향을 미치는 변수를 식별하기 위하여 <표 5>는 토빗모형을 적용한 결과이다. 종속변수인 효율성 척도는 다음과 같이 정의한다.

$$DEA \text{ 효율성 척도} = (1/\text{효율성 척도}) - 1$$

<표 5> Tobit 모형

	Tobit I	Tobit II
상수	-2.6394*(4.4144)	-2.7392*(4.8005)
시설	0.0306*(2.6751)	0.1342*(2.4164)
child	-0.5786*(-6.8148)	-0.5849*(-7.1459)
grdp	-0.1196*(2.3339)	-0.1028*(2.1125)
pop	0.6143*(5.7684)	0.6363*(6.2213)
dummy	0.0994*(2.7997)	0.0743*(1.9850)
trend	0.0446*(5.9125)	0.0494(7.0790)
$R^2$		0.6024

주: 1. '\*' 5%에서 유의함을, ( )안은 점근적 t값.

2. dummy는 대도시가 1의 값을 갖는 더미변수임

<표 5>에서 Tobit 모형의 종류와 관계없이 보육시설 수가 양(+)의 부호로 5%에서 유의하여 보육시설의 수가 많을수록 효율성이 하락하는 것으로 나타나고 있다. 이에 비해 보육아동 수는 음의 부호로 유의하여 학생 수가 많을수록 효율성이 증가하고 있다. 그런데 아동의 계수가 보육시설의 계수보다 훨씬 커서 보육아동 수가 시설 수보다 효율성에 훨씬 큰 효과를 갖는다. 또한 보육시설의 계수가 대단히 작아 시설의 증가가 효율성에 미치는 효과는 대단히 작다. 지역내 소득의 계수는 음의 부호로 유의하여 지역내소득(GRDP)이 높을수록 효율성이 높다. 이에 비해 지역에 거주하는 주민 수의 부호는 양으로서 인구가 많을수록 효율성이 낮다. 이것은 대도시의 효율성이 도 단위보다 낮다는 것을 증명하는 것이다. 추세변수는 양의 부호로 유의하여 시간이 흐를수록 효율성이 하락하고 있음을 보여주고 있다.

#### IV. 결론 및 제언

우리나라 보육시설은 꾸준히 큰 폭으로 증가하고 있으나 이러한 보육시설에 대한 효율성과 생산성에 기초하여 평가한 사례는 아직까지 발견되지 않고 있다. 이에 본고는 DEA기법과 DEA/WINDOW, Malmquist, Tobit 분석을 이용하여 우리나라 보육시설을 16개 광역

시와 도별로 효율성을 도출하고 결정요인을 식별함과 더불어 생산성의 원인을 밝혔다. 보육아동 수를 산출물로, 보육시설 수를 투입물로 하여 산출지향적 DEA기법을 적용하여 도 단위보다 대도시의 효율성이 더 낮으며, 시간이 경과에 따라 DMU들이 점차 수익체감의 경향을 갖는 것을 알 수 있었다. 규모에 대한 수익체감은 투입물 증가를 산출물이 따라가지 못하는 것을 의미하기 때문에 산출물을 증가하거나 투입물 증가폭을 억제하는 것이 필요하다. 산출물인 보육시설에 대한 수요를 증가하는 것이 쉽지 않기 때문에 보육시설의 개소를 줄여 나가야 한다는 것을 의미한다. 도단위보다 광역시 단위의 효율성 향상이 필요한 것으로 나타나고 있는데 이것은 보육시설을 광역시에서 축소하여야 한다는 것이다.

또한 분석 기간 중 생산성이 줄곧 하락하는 것으로 나타났는데 기술수준 퇴보가 그 원인으로 나타났다. 보육환경이 불리하게 전개되고 있다는 것을 보여주는 것이다. 이것은 DEA/WINDOW 분석을 통해 효율성이 근래 하락하는 경향을 갖는 것으로도 알 수 있었다. Tobit 분석에서 보육시설이 많을수록 효율성이 하락하는데 비해, 보육아동이 많을수록 효율성이 증가하였다. 그리고 보육아동이 보육시설보다 효율성에 훨씬 큰 영향을 미치며, 인구가 많을수록 효율성이 낮아 대도시의 효율성이 문제가 된다는 것을 밝힐 수 있었다. 추세변수는 양의 부호로 유의하여 효율성이 점차 하락하는 경향이 있음을 보여주었다.

결론적으로 보육을 시장 측면에서 볼 것인가 또는 공공성 측면에서 다룰 것인가에 따라 보육시설에 대한 접근법이 다르다. 공공성을 중요하게 간주하면 정부보육시설의 확대가 필요하나 여기에는 막대한 예산의 투입이 뒤따라야한다는 극복하기 어려운 애로가 있다. 따라서 모든 사람에게 이용가능한, 그에 따라 모든 아동에게 용이한 접근이 가능한 공공성은 민간시설의 활성화를 통해서 이루어질 수 있다. 이에 따라 1990년대 후반 활발한 민간시설이 증가가 이루어졌는데, 그것은 정부가 민간보육시설을 인가제에서 보고제로 전환하여 접근성과 공공성을 확대한 결과이다. 그러나 보육시설의 양적팽창을 통한 활성화가 영세한 민간보육시설의 증가와 민간보육시설의 질적 수준으로 나타났다. 현재도 민간보육시설이 여전히 압도적으로 높은 비율을 차지하고 있으며, 여전히 정원을 채우지 못하고 있다.

보육시설 개소 수를 늘이는 방법을 통해서만 보육문제를 해결할 수 없다. 부실한 보육시설의 증가, 출산율의 저하, 정원미달, 보육기회의 보편성 확보 등을 고려할 때 보육시장에서 경쟁을 통해 한계보육시설의 퇴출이 이루어져야 하며, 보육시장에 진입장벽이 설치되어야 한다. 이러한 것들을 가능케 하는 제도가 평가제도이며, 평가는 객관적 자료에 입각한 객관적 방법으로 이루어져야 한다. 본고에서 이용한 분석방법들을 이용하여 객관적이고 시장지향적인 판단과 평가가 이루어져야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 김창범 (2009), “운송관련 서비스산업의 정태적·동태적 효율성 분석”, *산업경제연구*, 제22권 제4호, pp.1715-1728.
- 김현제, 윤원철 (2006), “DEA 기법과 토빗모형을 활용한 효율성 차이에 대한 분석: 서울시 고등학교의 교육성과를 대상으로”, *재정논집*, 제21권 제1호, pp.97-114.
- 모수원 (2006), “DEA모형을 이용한 전문대학 효율성 평가”, *산업경제연구*, 제19권 제4호, pp.1581-1595.
- 박승록, 이인실 (2002), “우리나라 일반은행의 생산 효율성과 합병효과”, *금융학회지*, 제7권 제2호, pp.31-60.
- 박찬옥, 조형숙, 엄은나 (2008), “한국유아교육의 질 제고를 위한 정책 방향 탐색”, *유아교육학논집*, 제12권 제1호, pp.5-29.
- 박찬광, 김병철 (2002), “금융위기 이후 국내손해보험회사의 효율성 및 생산성 변화 연구”, *재무관리연구*, 제23권 제2호, pp.57-83.
- 서수덕 (2011), “대학도서관의 효율성 및 생산성 분석”, *산업경제연구*, 제24권 제1호, pp.47-71.
- 소순후 (2011), “비방사적 SBM 모형을 이용한 지역전략산업 기술개발투자의 효율성 분석”, *산업경제연구*, 제24권 제2호, pp.1169-1188.
- 허화, 김병철 (2005). “DEA모형을 이용한 우리나라 손해보험회사의 효율성에 관한 연구”, *금융공학연구*, 제4권 제1호, pp.147-174.
- 홍봉영 (2003). “DEA를 이용한 소매점의 효율성 측정”, *경영학연구*, 제3권 제2호, pp.429-448.
- Amemiya, T. (1973), “Regression Analysis When the Dependent Variable Is Truncated Normal,” *Econometrica*, 41, pp.997-1016.
- Arabmazar, A. and Schmidt, P. (1981), “Further Evidence on the Robustness of the Tobit Estimator to Heteroskedasticity,” *Journal of Econometrics*, 17, pp.253-258.
- Arabmazar, A. and Schmidt, P.(1982). “An Investigation of the Robustness of the Tobit Estimator to Non-normality,” *Econometrica*, 50, pp.1055-1063.
- Banker, R. D., Charnes, A, and Cooper, W. W. (1984). “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis,” *Management Science*, 30, pp.1078-1092.
- Chilingerian, J. A (1995), “Evaluating Physician Efficiency in Hospitals: A Multivariate Analysis of Best Practices,” *European Journal of Operational Research*, 80, pp.548-574.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M. and Zhang, Z. (1994), “Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries,” *American Economic Review*,

84, pp.66-83.

Nunamaker, T. R. (1985), "Using Data Envelopment Analysis to Measure the Efficiency of Nonprofit Organizations: A Critical Evaluation," *Managerial and Decision Economics*, 6, pp.50-58

Nyhan, R. C. and Martin, L. L. (1999), "Comparative Performance Measurement-A Primer on Data Envelopment Analysis," *Public Productivity & Management Review*, 22, pp.348-364.

<http://stat.mw.go.kr>(보건복지부 통계포털)

## An Efficiency Evaluation of Child Care Centers Using DEA, Malmquist and Tobit Model

Young-Sook KIM\* · Soo-Won MO\*\* · Ju-Youn KIM\*\*\*

### Abstract

There has been relatively abundant academic research undertaken on child care center or its children. However, most studies have focused on the teacher's recognition of child care accreditation system or the effect of accreditation system on child care centers. This paper, hence, aims at analysing the technical efficiency, the productivity of child care centers and its determinants in the sixteen metropolitan cities and provinces utilizing the DEA, the Malmquist index, and Tobit model. This paper utilizes data for the period 2002-09. The DEA framework uses one input to produce one output. The DEA indicates that the efficiency not only tends to decline but most of DMUs have the decreasing returns to scale as time passes. It also shows that the efficiencies of metropolitan cities are lower than those of provinces. The Malmquist index finds that the declining productivity is caused by the technical retrogression, which means the socioeconomic environment gets worse. This paper employs heteroscedastic Tobit model to show the effect of the explanatory variables on the efficiencies. The Tobit models reveal that the number of children has a positive effect on efficiency, while the number of child care centers influences efficiency negatively, regardless of the type of the model. The number of population has also negative relations with efficiency, confirming that something should be done to improve the efficiencies of child care centers in the metropolitan cities.

**Key words:** DEA, Tobit, Malmquist, Child Care Center

---

\* Assistant Professor, Sunghwa University.

\*\* Professor, Mokpo University

\*\*\* Assistant Professor, Songwon University