

단계적 품질경쟁력 강화를 위한 대화형 의사결정지원시스템의 개발

신완선 · 박만희

성균관대학교 시스템경영공학부 · 한국정보통신대학교 경영학부

An Interactive Decision Support System for Stepwise Improvement of Quality Competitiveness

Wan-Seon Shin · Man-Hee Park

School of System Management Engineering, SungKyunKwan University ·
School of Business, Information & Communications University

As quality becomes a primary leading factor of organizational success, various management strategies have been introduced to improve quality competitiveness. Quality competitiveness, however, is difficult to measure and numerous organizations are struggling to set realistic improvement objectives. The primary purpose of this research is to propose a systematic approach to help the practitioners develop an improvement plan for their organizational quality competitiveness. This approach employs DEA(Data Envelopment Analysis) to evaluate relative efficiency among companies which make efforts to improve their quality competitiveness. It presents an integer programming model to elicit an optimal improvement plan for meeting a target level. A decision support system is also developed for the managers to plan a sequential improvement plan based on both DEA model and the integer programming model.

Keywords : DEA, Quality Competitiveness, DSS, Improvement Plan

1. 서 론

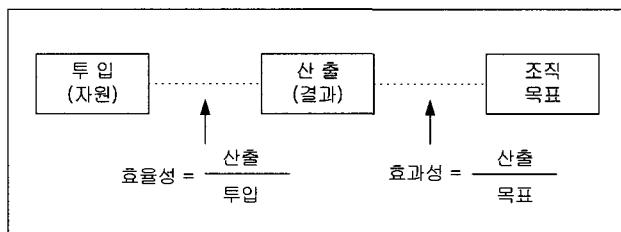
품질이 기업 경쟁력의 핵심요소로 부각되면서 기업들이 품질경쟁력 강화를 위해서 다양한 경영전략을 도입하고 있다. 품질경영, 퀄리티시스템, 100PPM, 싱글PPM, 그리고 품질시스템 구축 등 다양한 접근방식을 근거로 품질활동을 추진하고 있지만 이들 모두 궁극적으로는 품질경쟁력 향상에 초점이 맞추어져 있다. 이러한 접근방식의 전개과정을 장기적인 관점에서 볼 때, 품질경쟁력 강화를 위한 여러 가지 활동들이 지속적으로 추진되고 있음을 알 수 있다. 이런 지속적인 활동의 핵심성공요소는 중장기적인 추진계획을 바탕으로 평가지표를 운영하고 평가결과를 근거로 하여 계획의 수정보완 및 개선활

동의 실행이다.

본 논문의 목적은 산업자원부 기술표준원의 지원하에 국내 전문가 그룹들이 운영하는 품질경쟁력 평가지표의 중장기적인 운영효율성을 높이는 것이다. 여기서 제시되는 운영효율성 제고 과정은 크게 세 가지 세부과제로 구분된다. 첫째, 평가지표를 활용하여 품질경쟁력을 평가하고 효율성을 분석하여 기업들의 투입노력이 합리적으로 배분되고 있는지를 파악할 수 있는 효율성 평가모형을 제시한다. 둘째, 중장기적 관점에서 개선항목과 수준을 도출하고 개선계획을 수립할 수 있도록 개선모형을 설정한다. 셋째, 이러한 일련의 과정을 지원할 수 있는 의사결정 지원시스템을 개발한다.

2. DEA 효율성과 품질경쟁력 평가에 대한 연구

조직의 성과는 다양한 방법으로 측정하고 평가되며 일반적으로 효과성(effectiveness)과 효율성(efficiency)을 동시에 고려한다. Drucker에 따르면 효과성은 올바른 일을 하는 것으로 그리고 효율성은 일을 올바르게 수행하는 것으로 정의된다. 경영학에서 효과성은 조직의 목적이 달성되는 정도로 정의되고 효율성은 산출과 투입의 비율로 정의된다. 이러한 관계를 도식화하면 <그림 1>과 같이 표현할 수 있다[10].



<그림 1> 효율성과 효과성

효율성은 제한된 자원내에서 최대의 산출물을 창출해내는 생산기술을 말한다. 일반적으로 ‘투입과 산출의 비율’이라는 좁은 의미로 자주 사용되는 기술적 효율성은 조직의 내적 운영에 대한 평가로서 생산요소의 가변성과 대체가능성을 전제로 투입 생산요소의 조합을 통하여 최대의 생산량을 얻는 생산방법을 말한다. 따라서 효율적인 조직이란 이러한 기술적 효율성을 달성한 조직으로 특정 과업을 수행할 때 최소한의 자원투입으로 주어진 목표를 달성하는 조직을 말한다. 효율성 평가의 대상이 되는 기업이나 조직을 DMU(Decision Making Unit; 의사결정단위)라고 하는데, 자료봉합분석(DEA : Data Envelopment Analysis)에서는 투입요소를 결합하여 산출물들을 만들어내는 과정에서 독자적인 의사결정능력을 갖는 식별 가능한 조직의 단위를 의미한다.[17].

Charnes, Cooper and Rhodes[12]에 의해 비영리조직의 효율성정도를 측정하기 위해서 최초로 도입된 DEA 모형은 투입·산출의 명확한 인과관계를 밝히기 어렵거나 측정의 기준이 되는 생산함수를 정확하게 알 수 없는 영리 및 비영리조직의 효율성을 측정할 수 있어 많은 분야에 응용되어 왔다. DEA모형에 관한 선행연구는 DEA모형 자체를 분석하여 변형된 DEA모형을 제시하고자 하는 방법론적인 연구[12, 13, 14, 15]와 관심대상 영역의 DMU에 대해서 비효율적인 DMU들의 효율성 개선 방안을 제시하는 연구[2, 10]로 분류할 수 있다.

품질경쟁력을 평가하는 대표적인 모델은 미국의 말콤 볼드리지상, 유럽의 유럽품질경영상, 일본의 데밍상 등

을 들 수 있다. 하지만 이들 모델은 각자의 문화와 서로 다른 제도로 인하여 그 형태를 그대로 모방하여 사용할 수는 없기 때문에 각 기업들은 자사의 품질경쟁력을 평가할 수 있는 모델들을 자체적으로 개발하고 있는 실정이다. <표 1>은 품질경쟁력 평가 모델에 관한 기존의 연구를 나타낸 것이다.

Bij와 Broekhuis[11]는 품질시스템을 정의하고 우발적 접근방식을 사용하여 품질시스템을 위한 새로운 프레임워크를 제공하였다. Saraph et. al[16]은 조직의 요구사항에 대한 78개의 요소를 추출하여 품질경영의 기본 모델을 제시하였으며 Shepherd[17]는 품질개선을 위한 핵심 영역을 두 가지로 정의하고 핵심 목표를 성취하는 모델로 내부 측정과 외부 측정을 조합하는 균형된 접근법을 제시하였다. 우리나라의 경우 김중배[1]는 품질시스템의 효과적인 운영을 위한 평가모형을 제시하였으며 조영호·신현재[9]는 품질경쟁력 모형과 조사결과를 종합 분석하였다.

본 논문에서는 기술표준원의 지원하에 개발된 품질경쟁력 평가지표에 근거하여 중장기적인 관점에서 경쟁력을 제고하는 방안을 다룬다. 품질경쟁력 평가모형은 참고문헌에 잘 나타나 있어서 여기서는 생략한다.[4]

<표 1> 품질경쟁력 평가모델에 관한 연구

구분	연구자	내용
품질경쟁력 평가 모델 제시	Bij and Broekhuis (1988)	- 품질시스템 설계 - 품질시스템의 정의, 품질시스템을 위한 프레임워크 제공 - 우발적 접근방식(Contingency Approach) 사용
	Saraph et. al (1989)	- 조직의 요구사항에 대한 78개의 요소를 추출하여 품질경영의 기본 모델을 제시 - 78개의 변수들을 요인분석하여 8항목으로 핵심요소 분류
	Shepherd (1997)	- 품질개선을 위한 핵심 영역을 두 가지로 정의하고 핵심목표를 성취하는 모델로 내부 측정과 외부 측정을 조합하는 균형된 접근법 제시
	김종수 (1999)	- 품질시스템 평가모델 개발 - 품질시스템 기준 설정 - 기업의 품질시스템 수준을 결정하는 방법 제시
	서영호(1998)	- 기업의 정보기술분야 품질경쟁력 분석에 관한 연구
	함주호(1995)	- 품질정보 분석을 위한 시스템 프로토타입의 설계 - 품질정보 시스템 설계
	황문영(1990)	- 품질기능전개 이론을 적용한 품질보증 시스템 설계

3. 품질경쟁력 개선계획수립 모형

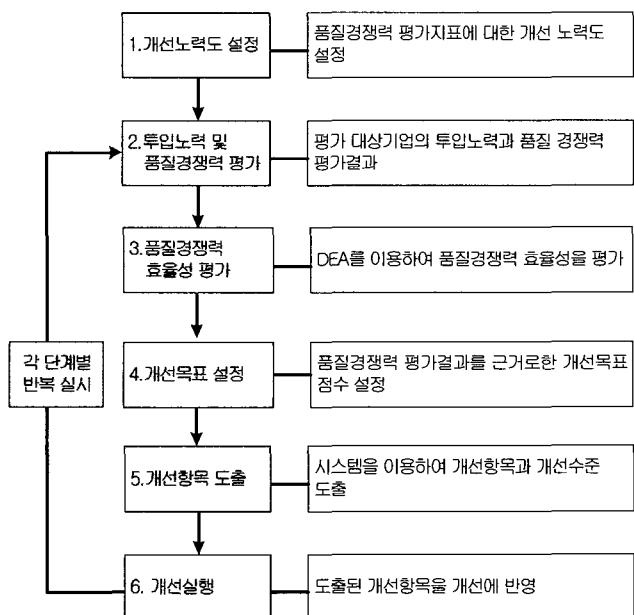
중장기적인 품질경영 추진은 평가지표를 운영하고 평

가결과를 근거로 하여 추진계획을 수정 보완하는 반복적인 활동을 전제로 한다. 이를 위해 동일한 업종에 속한 대상 기업들과의 품질경쟁력 평가지표별 투입노력과 품질경쟁력 수준간의 효율성을 파악해야 한다. 또한, 개선점을 도출하고, 평가지표를 개선하는데 필요한 투입노력을 파악하여 개선활동에 반영하기 위한 모형의 설정이 필요하다.

여기서는 단계적으로 품질경쟁력을 향상시키기 위한 개선모형의 구조에 대하여 설명한다. 그리고 DEA 모형을 적용하여 평가지표별 벤치마킹 기업간의 품질경쟁력 효율성을 도출하고 과다투입 요소를 찾아내는 방법과 효율성 분석결과를 이용하여 투입노력을 최소화하는 개선항목과 개선수준을 도출하는 방법을 설명한다.

3.1 품질경쟁력 개선계획수립 모형

단계적으로 품질경쟁력을 향상시키기 위한 모형은 품질경쟁력 효율성 평가, 개선점 도출, 목표 대비 최소 투입노력 결정, 그리고 개선계획의 조정 및 실행을 포괄적으로 다루어야 한다. 이런 일련의 목적을 달성하기 위한 개선수립 모형은 아래 <그림 2>과 같다.



<그림 2> 품질경쟁력 향상을 위한 효율성 평가 및 개선계획 수립 모형

본 논문에서 제시된 ‘품질경쟁력 향상을 위한 개선계획 수립 모형’은 크게 6단계로 구성되어 있으며 일부 단계는 반복적으로 수행된다. 모형의 각 단계별 세부기능을 설명하면 다음과 같다.

(1 단계) 개선노력도 설정

각 품질경쟁력 평가지표는 달성수준에 따라 투입노력이 달라진다. 이러한 투입노력을 개선계획 수립에 반영함으로써 투입노력을 효과적으로 배분할 수 있다.

(2 단계) 투입노력 및 품질경쟁력 평가

품질경쟁력 평가모형을 기준으로 현재의 상태를 파악하고 개선계획을 수립하는데 필요한 정보를 입력하는 단계이다. DEA모형 적용에 필요한 투입요소와 산출요소를 관리하는 단계로, 투입요소로 설정된 범주와 산출요소로 선정된 범주의 평가점수를 투입·산출요소로 이용한다. 범주별 평가점수는 세부 평가항목인 대항목에 대한 평가점수로부터 도출할 수 있다.

(3 단계) 품질경쟁력 효율성 평가

2단계에서 입력한 투입요소와 산출요소를 바탕으로 DEA모형을 적용하여 기업별 품질경쟁력 효율성을 평가 한다. DEA모형을 적용한 효율성 분석결과를 바탕으로 투입요소의 초과분과 산출요소의 부족분을 계산한다.

(4 단계) 개선목표 설정

현재의 품질경쟁력 평가점수를 참고로 하여 개선에 대한 기대값을 설정하는 단계이다.

(5 단계) 개선항목 도출

3단계에서 도출한 투입요소의 초과분을 반영하여 최소의 투입노력으로 목표점수를 달성하기 위한 개선항목과 항목별 개선수준을 도출한다.

(6 단계) 개선실행

품질경쟁력 평가지표에 대하여 도출된 결과를 달성할 수 있도록 투입노력을 배분하고 관리한다.

3.2 투입노력도 설정 및 품질경쟁력 평가

품질경쟁력 평가지표를 개선하는데 필요한 투입노력은 기업의 업무시스템에 따라 다르고 또한 평가지표별로 달라진다. 그래서 평가지표의 수준을 5단계로 구분하여 개선에 필요한 투입노력도를 세분하여 적용하였다. 각 평가지표별 투입노력도는 비교의 편이를 위해 각 수준의 투입노력도를 누적비율로 설정하였다. 각 평가지표의 최상위 수준의 투입노력도의 누적비율은 100이 된다. 개선에 대한 투입노력도의 대표적인 유형은 ‘일정’, ‘증가’, ‘감소’ 등 3가지 유형으로 구분하였다. [3]

일단 투입노력도가 결정되면, 품질경쟁력은 품질경쟁력 평가지표에 근거하여 결정된다. 5점 리커트 유형에

의한 평가로서 외부전문가의 공식적인 평가나 내부전문가의 자가진단 형식을 실시될 수 있을 것이다.

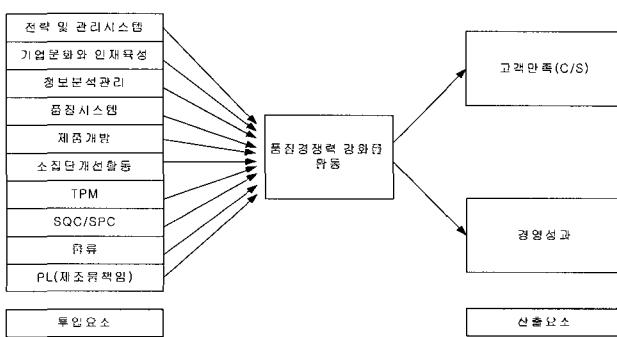
3.3 품질경쟁력 효율성 평가 모형

여기서는 품질경쟁력 효율성 평가에 이용되는 투입요소와 산출요소에 대해서 설명하고 효율성 분석모형으로 이용한 DEA 모형을 살펴본다. 그 다음, 효율성 분석결과를 바탕으로 과다투입 요소와 과다투입 정도, 과소 산출요소와 과소 산출정도를 도출하는 방법을 설명한다.

3.3.1 효율성 평가를 위한 투입·산출 변수

매년 산업자원부 기술표준원이 주관하는 품질경쟁력 우수50대 기업선정에 이용되고 있는 품질경쟁력 평가모형의 12개 범주를 바탕으로 <그림 3>과 같이 투입·산출요소를 선정하였다. 개별 기업이 품질경쟁력을 강화하기 위해서 수행하고 있는 활동에 해당하는 전략 및 관리시스템, 기업문화와 인재육성, 정보분석관리, 품질시스템, 제품개발, 소집단개선활동, TPM, SQC/SPC, 물류, PL 범주를 투입요소로 정하였다. 이러한 품질경쟁력 강화활동의 결과로 나타나는 고객만족(C/S)과 경영성과는 산출요소로 선정하였다. 즉, 품질경쟁력 평가지표를 바탕으로 범주별 품질경쟁력 활동을 평가한 평가 점수를 투입·산출변수의 값으로 이용한 것이다.

품질경쟁력 우수기업 선정 시에는 이러한 평가점수의 총점을 평가지수로 이용하여 총점이 높은 기업을 우수기업으로 선정하고 있다. 그러나 품질경쟁력 평가점수의 총점이 높다고 해서 해당 기업이 품질경쟁력을 강화하기 위한 활동 즉, 투입하는 경영자원이나 투입노력의 배분이 효율적으로 이루어지고 있다고 말할 수는 없다. 따라서 이러한 품질경쟁력 평가점수를 바탕으로 개별기업들은 다른 기업과의 상대적인 효율성 비교·분석을 통하여 해당 기업이 품질경쟁력을 강화하기 위해서 투입하는 노력이나 활동이 얼마나 효율적으로 이루어지고 있는지를 분석해볼 필요가 있다.



<그림 3> 품질경쟁력 효율성 평가를 위한 투입·산출요소

3.3.2 품질경쟁력 효율성 평가모형

여기서는 투입범위 내에서 산출을 극대화하는 투입지향 CCR-DEA 모형을 효율성 분석 모형으로 이용하였다. 품질경쟁력 효율성 분석 대상 기업이 n 개이고 개별기업은 m 개의 투입요소(품질경쟁력 평가지표의 투입요소에 해당하는 범주)를 사용하여 s 개의 산출요소(품질경쟁력 평가지표의 산출요소에 해당하는 범주)를 생산한다고 가정하자. 그리고 j 번째 기업(DMU_j)의 i 번째 투입요소의 평가점수를 $x_{ij}(i=1, 2, \dots, m)$, r 번째 산출요소에 대한 평가점수를 $y_{rj}(r=1, 2, \dots, s)$ 라고 하고 $x_{ij} \geq 0$ 이고 $y_{rj} \geq 0$ 이라 하자. 그러면 개별기업(DMU_0)의 품질경쟁력 효율성 측정치, h_0 를 구하기 위한 CCR-DEA 모형은 다음과 같은 선형계획법으로 주어진다.

$$\begin{aligned} \text{Min. } h_0 &= \theta - \varepsilon [\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+] \\ \text{s.t. } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- &= \theta x_{0j}, \quad i = 1, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ &= y_{r0}, \quad r = 1, \dots, s \\ s_i^-, s_r^+, \lambda_j &\geq 0, \quad \forall i, r, j \end{aligned}$$

위 선형계획법의 해를 구한 후 개별기업(DMU_0)이 $h_0^* = 1$ 로서 효율적이라고 평가되기 위해서는 첫째, $\theta^* = 1$ 이고 둘째, 여유변수 $s_i^{*-}, s_r^{*-} = 0$ 이라는 조건을 동시에 만족하여야 한다.

DEA 모형을 적용한 분석결과는 상대적으로 비효율적인 기업들에 대해서 투입·산출 구조가 유사하면서 기술적 효율성을 달성한 참조집합(reference set) 내지는 준거집단을 제시하므로 이를 이용하여 현실적인 목표설정을 가능케 하고 참조집합에 속한 기업들의 품질경쟁력 강화전략을 분석함으로써 효율적인 기업으로 변모하기 위한 구체적인 개선방안을 도출할 수 있다. 분석결과로부터 개별기업의 참조집합을 찾는 방법은 첫째, 효율적($\theta^*=1$)인 기업의 경우에는 참조집합이 자기자신이다. 둘째, 비효율적($\theta^*<1$)인 기업의 경우에는 $\lambda_j > 0$ 인 기업이 참조집합이 된다. 이에 따라 비효율적인 기업은 투입, 산출과 관련된 여유변수 및 참조집합이 제공하는 가중치(λ_j^*)의 결합을 통해서 비효율성의 정도를 투영할 수 있으며, 비효율성의 원인에 대하여 벤치마킹을 수행할 수 있다. 비효율적인 기업이 효율적인 기업으로 되기 위해 감소해야 할 투입요소의 초과분과 증가시켜야 할 산출요소의 부족분은 다음 수식을 이용하여 구할 수 있다.

- $(\widehat{x}_0, \widehat{y}_0)$:
 (x_0, y_0) 's Projection point
 - 투입물의 초과분 = $x_0 - \widehat{x}_0$
 - 산출물의 부족분 = $y_0 - \widehat{y}_0$

3.4 품질경쟁력 평가지표의 개선수준 도출

여기서는 DEA 모형의 적용을 통하여 도출된 품질경쟁력 효율성 분석결과를 이용하여 현재의 투입·산출요소의 문제점을 도출한다. 도출된 개선점과 향후에 달성하고자 하는 목표점수를 이용하여 투입요소에 속하는 범주별로 기업의 투입노력도를 최소화하는 개선항목과 개선수준을 결정한다.

이 방법은 품질경쟁력 평가지표의 투입요소로 선정된 범주별 세부평가항목에 대해서 목표점수를 달성하면서 투입노력을 최소화하는 범주별 세부평가항목의 수준을 결정하는 것이다.

3.4.1 목적함수

목적함수는 품질경쟁력 평가지표 중 투입요소로 선정된 범주별로 개선목표수준까지의 투입노력도의 총합을 최소화하는 것이다.

$$\text{Min} \sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \alpha_k \cdot (c_{\cdot ij} \times p_{\cdot i} \times x_{\cdot ij})$$

여기에서 각 변수를 설명하면 다음과 같다.

- c_{ij} : 세부평가항목 i 의 현재 수준에서 수준 j 로 향상시키는데 필요한 투입노력도
 $c_{ij} = a_{ij} - a_i$
 - a_{ij} : 세부평가항목 i 에 대한 수준 j 의 누적 투입 노력도
 - a_i : 세부평가항목 i 에 대한 현재수준에 해당하는 누적 투입노력도
 - i : 세부평가항목 ($i = 1, 2, \dots, m$)
 - j : 세부평가항목의 평가수준 ($j = 1, 2, \dots, n$)
 - k : 평가지표의 투입요소에 속하는 범주 수
 $(k = 1, 2, \dots, l)$
 - α_k : DEA에 의한 품질경쟁력 효율성 평가 결과를 바탕으로 평가지표의 범주별 초과 투입분야

부여한 패널티를 나타내며 투입요소 k 의 비효율성을 반영한 것이다.

(Case 1) 초과 투입분이 1보다 작은 경우

$$\alpha_k = 1$$

(Case 2) 초과 투입분이 1보다 큰 경우

$$\alpha_k = 1 + \frac{\text{초과투입분}}{\text{범주 } k \text{의 평가점수}}$$

- p_i : 세부평가항목의 점수 중에서 세부평가항목 i 가 개선수준에 따라 갖는 비율이다.

p_i = 각 세부평가항목의 표준배점 $\times \frac{1}{n}$,

n 은 개선수준의 단계 수

- x_{ij} : 각 세부평가항목의 개선수준을 나타낸다.

3.4.2 제약조건

제약조건은 투입요소로 선정된 범주의 총 평가점수가 목표점수 보다 높아야하고 각 세부평가항목별로 하나의 해를 가져야 한다.

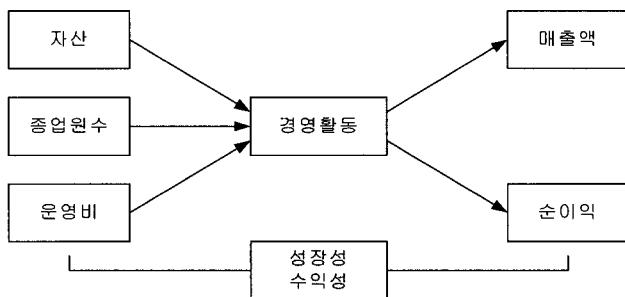
여기에서 G 는 품질경쟁력 평가지표 중에서 투입요소로 선정된 전체범주에 대한 목표점수를 나타내고, 세부 평가항목별로 개선에 대한 우선순위를 적용할 때는 아래의 식(2)를 제약조건에 추가할 수 있다. 식(2)는 세부 평가항목 a 가 세부평가항목 b 보다 먼저 개선되어야 함을 나타낸다.

3.5 품질경쟁력 효율성과 기업 경영효율성간의 상관관계

‘품질경쟁력 효율성’이 우수한 기업과 ‘경영 효율성’이 우수한 기업간에는 어떠한 상관관계가 존재하는지를 파악하기 위해서 경영효율성 분석을 실시해야 한다. 이러한 경영 효율성 분석에 이용되는 투입요소와 산출요소를 살펴보고, 투입·산출요소를 바탕으로 효율성 분석모형으로 이용한 DEA 모형을 설명해본다.

3.5.1 기업 경영효율성

개별 기업들은 자산, 인력과 함께 판매비 및 일반 관리비 등의 운영비용을 경영자원으로 투입해 매출과 순이익 등의 경영성과를 산출하는 것으로 생각할 수 있다. 이러한 개별 기업의 경영시스템에 대한 효율성 평가구조는 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 기업 경영 효율성 평가구조

이러한 요소 이외에도 경영시스템이 추구하는 목표나 특성에 따라 다양한 입출력 요소가 존재할 수 있다. 그러나 이런 요소를 고려하지 않은 이유는 기업간의 상대적인 효율성을 비교하고자 하는 DEA 모형의 특성상 동일한 투입요소와 산출요소를 기준으로 해야 하기 때문이다. 따라서 본 논문에서는 경영효율성 분석을 위한 투입요소와 산출요소를 <표 2>와 같이 선정하였다. 산출요소 중 매출액은 기업의 성장성 및 시장지배력을 측정하며 순이익은 수익성을 측정한다.

<표 2> 경영효율성 분석을 위한 투입·산출 변수

투입 요소	산출 요소
자 종 업 원 수 운영비(판매비 및 일반관리비)	매 출 액 순 이 익

기업 경영효율성 분석 모형

기업 경영효율성 분석은 대상 기업의 규모에 영향을 받는다. 경영효율성은 비교하는 대상기업간의 규모의 차이가 클수록 규모수학의 문제를 반드시 고려해야 하는 이유가 여기에 있다. 또한 투입변수로 설정한 자산, 종업원 수, 운영비는 개별기업이 통제할 수 있는 요소인데 반하여 산출변수인 매출액, 순이익은 경영활동의 결과로 나타내는 성과이므로 통제 불가능한 요소들이다. 따라서 주어진 투입요소의 범위 내에서 산출수준을 극대화하는 투입지향 모형을 적용할 수 있다.

본 논문에서는 경영효율성을 분석하기 위해서 투입지향 BCC모형을 적용하였다. 투입지향 BCC모형은 평가되어야 할 대상기업이 n 개 존재하고 개별기업은 m 개의 투입물을 사용하여 s 개의 산출물을 생산한다. 특히 j 번째 기업의 i 번째 투입물의 사용량을 x_{ij} ($i=1, 2, \dots, m$)라고 하고, r 번째 산출물을 y_{rj} ($r=1, 2, \dots, s$)라고 하자. 그러면 특정 기업(DMU_0)의 효율성 측정치, h_0 를 구하기 위한 수리계획모형은 다음과 같이 구해진다.

$$\begin{aligned}
 \text{Min. } h_0 &= \theta - \epsilon \left[\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right] \\
 \text{s.t. } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- &= \theta x_{i0}, \quad i = 1, \dots, m \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ &= y_{r0}, \quad r = 1, \dots, s \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\
 s_i^-, s_r^+, \lambda_j &\geq 0, \quad \forall i, r, j
 \end{aligned}$$

BCC 모형으로부터 도출된 효율성은 순수기술효율성(PTE; Pure Technical Efficiency)이라 하고 CCR에서 도출된 효율성은 기술효율성(TE; Technical Efficiency)이라고 한다. 이러한 순수기술효율성과 기술효율성을 이용하여 규모효율성(SE; Scale Efficiency)을 산출할 수 있다. 이를 이용하여 규모의 비효율이 순수기술에 있는지 규모에 있는지를 파악하고 규모의 수익이 규모수익 일정(불변), 규모수익 감소(체감), 규모수익 증가(체증)인지의 여부는 아래 <표 3>을 이용하면 도출할 수 있다.

<표 3> 규모효율성과 규모수익

CCR	BCC 순수 기술효율성 (PTE)	규모 지수	규모 효율성 (SE)	
θ_{CCR}^*	θ_{BCC}^*	$\sum_j \lambda_j^*$	$\frac{\theta_{CCR}^*}{\theta_{BCC}^*}$	
비효율원인			규모수익	
순수기술	규모	감소	일정	
$PTE < SE$	$PTE > SE$	$\sum_j \lambda_j^* > 1$	$\sum_j \lambda_j^* = 1$	$\sum_j \lambda_j^* < 1$

4. 품질경쟁력 개선계획 수립 적용과 대화형 의사결정지원시스템의 개발

본 논문에서 제시된 품질경쟁력 개선계획수립 모형은 전사적인 기능을 다루는 것으로 예시가 상당히 복잡하

다. 따라서 논문의 단순성을 위해서 계획수립 모형의 종합예시와 ‘대화형 의사결정지원시스템’의 개발에 대한 자세한 설명은 참고문헌에 제시된 내용으로 대신한다. [3]

4.1 효율성과 경영 효율성간의 상관관계

본 논문에서 제시된 계획수립 모형의 타당성 분석은 2000년 50대 우수기업 평가에 참여했던 기업의 실질적인 데이터에 근거해서 실시되었다. 평가대상 기업의 결과지표는 한국은행에 공시된 객관적 자료를 사용하였다. 여기서는 모형 전체의 예시 중에서 가장 핵심내용에 해당되는 품질경쟁력 효율성과 경영효율성에 대해서만 상세히 제시한다.

<표 3>과 <표 4>의 효율성 데이터를 이용하여 품질경쟁력 효율성과 기업의 경영효율성간에 유의한 관계가 존재하는지를 분석하기 위해서 “품질경쟁력 효율성과 기업의 경영효율성간에 차이가 없다”는 귀무가설을 세웠다.

<표 3> 대기업 품질경쟁력 효율성과 경영효율성

기업명	품질경쟁력 효율성	경영효율성
A	0.98887	0.9934
B	1	1
C	1	1
D	1	1
E	1	1
F	1	1
G	1	0.72669
I	1	0.93617
J	1	0.69082
M	1	0.80585
N	1	0.99435
O	0.91479	0.65163
Z	1	0.49959

통계분석 방법은 이상치 데이터가 존재하는 경우에 유효한 비모수적 방법 가운데 하나인 윌콕슨 부호순위 검정(Wilcoxon Sign Rank Test)을 이용하였다. 통계분석 과정은 SPSS v10.0을 이용하여 유의수준 5%에서 귀무가설을 검증하였다. 분석 결과는 <표 5>와 <표 6>에 제시되어 있다.

<표 4> 중소기업 품질경쟁력 효율성과 경영효율성

기업명	품질경쟁력 효율성	경영효율성
H	0.95161	0.995
K	1	1
L	1	0.94971
P	1	1
Q	1	0.98374
R	0.90412	0.92792
S	1	0.57269
T	1	0.56541
U	1	1
V	0.9781	1
W	1	1
X	1	0.28001
Y	0.97347	0.76638
AA	0.89903	0.93198
AB	1	0.91264
AC	1	1
AD	0.92756	0.66364
AE	1	1
AF	1	0.70605
AG	1	0.70594
AH	0.90619	0.82188
AI	1	0.6948

<표 5> 대기업 순위분석 및 검정통계량

구분	N	평균순위	순위합
음의 순위	8a	4.5	36
양의 순위	0b	0	0
동률	3c		
합계	11		

a : 품질경쟁력 효율성 < 기업 경영효율성,
b : 품질경쟁력 효율성 > 기업 경영효율성,
c : 품질경쟁력 효율성 = 기업 경영효율성

구분	품질경쟁력 효율성-기업 경영효율성
Z	-2.380a
근사 유의확률	0.017
a : 양의 순위를 기준	

대기업군의 경우 두 효율치에 대한 월콕슨의 대비된 쌍의 부호순위검정 결과 근사 유의확률이 0.017로 이 값은 유의수준 0.05보다 작으므로 귀무가설을 기각하게 된다. 또한 중소기업군의 경우에도 두 효율치에 대한 월콕슨의 대비된 쌍의 부호순위검정 결과 유의확률이 0.005로 유의수준 0.05보다 작으므로 귀무가설을 기각하게 된다. 따라서 대기업군과 중소기업군에 속한 기업들은 경영활동이 효율적이라고 해서 해당 기업의 품질경쟁력을 강화하기 위한 활동이 효율적으로 이루어진다고 말할 수 없다는 결론을 얻었다.

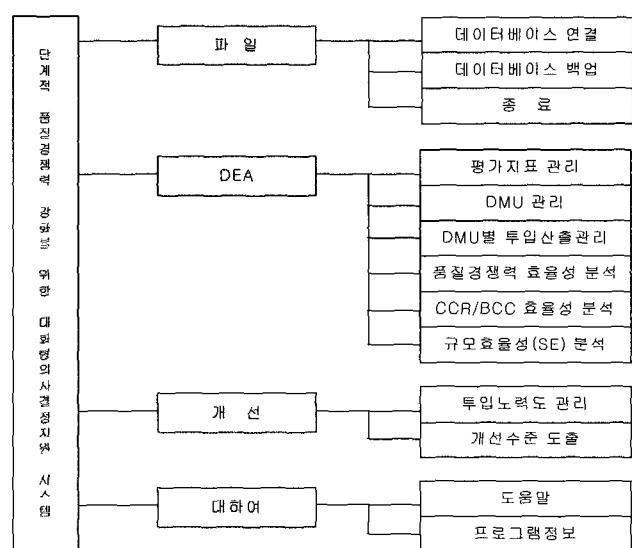
<표 6> 중소기업군 순위분석 및 검정통계량

구 분	N	평균순위	순위합
음의 순위	4a	3.50	14.00
양의 순위	12b	10.17	122.00
동 률	6c		
합 계	22		
a : 품질경쟁력 효율성 < 기업 경영효율성, b : 품질경쟁력 효율성 > 기업 경영효율성,			
c : 품질경쟁력 효율성 = 기업 경영효율성			
구 분	품질경쟁력 효율성-기업 경영효율성		
Z	-2.792a		
근사 유의확률	0.005		
a : 양의 순위를 기준			

ment System), DGMS(Dialog Management System)를 중심으로 개발되었다.

단계적 품질경쟁력 강화를 위한 의사결정 지원시스템은 MS VB6.0과 MS Access 관계형 데이터베이스를 이용하여 구현하였다. 지원시스템의 주요 기능은 크게 평가지표관리로부터 DMU관리, DMU별 투입·산출관리, 품질경쟁력 효율성분석 및 CCR/BCC-DEA 모형을 이용한 효율성 분석, 투입노력도 관리, 개선수준 도출에 이르는 6단계로 개발되었다.

지원시스템의 전체적인 메뉴 구성도는 <그림 5>와 같이 4개의 상위 메뉴와 13개의 하위메뉴로 구성되어 있다.



<그림 5> 지원시스템 메뉴 구성도

4.2 단계적 품질경쟁력 강화를 위한 대화형 의사결정지원시스템의 개발

여기서는 본 논문에서 제시한 품질경쟁력 개선계획수립모형을 컴퓨터로 구현한 의사결정지원 시스템의 주요 기능에 대하여 설명한다. 적용 모형이 전사적인 기능을 대상으로 하고 자료 또한 방대하기 때문에 이러한 지원시스템은 필수적인 요건이라고 할 수 있다.

품질경쟁력 개선계획수립 시스템은 평가대상 기업들의 품질경쟁력 평가점수와 투입노력도를 바탕으로 평가기업들의 품질경쟁력 효율성을 도출한다. 도출된 품질경쟁력 효율성과 벤치마킹 결과를 반영하여 개선하고자 하는 목표점수와 개선에 필요한 투입노력을 설정하면 투입노력을 최소화로 하는 개선항목과 개선수준을 도출할 수 있다. 그리고 지원시스템은 개선항목을 관리하여 다음 단계의 평가에 반영되어야 한다. 이러한 의사결정 지원시스템은 의사결정 지원시스템의 3대요소인 DBMS (Data Management System), MBMS (Modelbase Manage-

5. 결 론

본 논문에서는 품질경쟁력 평가모형을 바탕으로 실시한 평가결과를 이용하여 품질경영 활동을 실시하고 있는 대상 기업들의 상대적인 효율성을 분석하고 벤치마킹 결과를 도출할 수 있는 품질경쟁력 효율성 평가모형을 제시하였다. 또한 도출된 효율성과 벤치마킹 결과를 바탕으로 개선항목과 개선수준을 도출하여 개선계획 수립에 반영하고 지속적인 관리가 이루어질 수 있도록 하는 개선계획 모형을 제시하였으며, 이를 제반활동을 지원하고 관리할 수 있는 지원시스템을 개발하였다.

품질경쟁력 개선계획수립 모형을 적용하는 과정에서 도출된 우수기업군의 경쟁력 관계를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 중소기업에 비해 대기업이 더 효율적으로 품질경영 활동을 수행하고 있다고 판단할 수 있다.

둘째, 품질경쟁력 평가점수에 의한 순위와 품질경쟁력 효율성 평가순위간에 서열상관관계가 존재하지 않는 것으로 나타났다.

셋째, 기업규모의 정도와 규모의 경제성간의 상호관련성을 알아보기 위해서 실시한 검정에서는 평가대상에 포함된 기업들의 규모의 경제성은 기업규모와 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다.

넷째, 대기업군과 중소기업군에 속한 기업들의 경영활동이 효율적이라고 해서 해당 기업의 품질경쟁력을 강화하기 위한 활동이 효율적으로 이루어진다고 말할 수 없다고 하겠다.

참고문헌

- [1] 김중배(1998), “품질시스템의 효과적인 운영을 위한 평가 모형에 관한 연구”, *석사학위논문*, 한양대학교 산업대학원.
- [2] 민재형, 김진한(1999), “DEA의 효율성 평균 차이에 대한 비모수적 검증 - 부트스트랩 접근법”, *한국경영과학회지*, 제24권 2호, pp. 53-68.
- [3] 박만희(2002), “단계적 품질경쟁력 강화를 위한 의사결정지원시스템”, *박사학위논문*, 성균관대학교.
- [4] 산업자원부 기술표준원(2002), *‘품질경쟁력 모형과 평가지표’*.
- [5] 서영호, 강현석(1998), “기업의 정보기술분야 품질경쟁력 분석에 관한 연구”, *‘품질경영학회지’*, 제26권 4호.
- [6] 신동철(1998), “성과평가시스템이 품질경쟁력과 경영성과에 미치는 영향에 관한 연구”, *‘홍익대경영연구’*, 23, pp. 147-171.
- [7] 안건식, 신건권(1995), *‘회계측정론’*, 신영사, pp. 354.
- [8] 조영호, 신현재(1999), “평가지표 연구와 추후계획”, *‘1999 춘계학술대회 발표논문집’*, 대한품질경영학회.
- [9] 황문영(1990), “품질기능전개 이론을 적용한 품질보증 시스템 설계”, *석사학위논문*, 동국대학교.
- [10] Banker, R. D., Charnes A. and Cooper, W. W.(1984), “Models for Estimation of Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis”, *‘Management Science’*, 30, 9, pp. 1078-1092.
- [11] Bij, J. D., and Broekhuis, H.(1998), “The design of quality systems : A contingency approach”, *‘Int. J. Production Economics’*, 55, pp. 309-319.
- [12] Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, B.(1978), “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, *‘European Journal of Operation Research’*, 2, pp. 429-444.
- [13] Friedman, L. and Sinuany-Stern, Z.(1997), “Scaling units via the canonical analysis in the DEA context”, *‘European Journal of Operations Research’*, 100, pp. 629-637.
- [14] Marti , M. and Savi , G.(2001), “An application of DEA for comparative analysis and ranking of regions in Serbia with regards to social-economic development”, *‘European Journal of Operations Research’*, 100, pp. 343-326.
- [15] Roll, Y. and Golany, Y.(1993), “Alternate Methods of Treating Factor Weights in DEA”, *‘Management Science’*, 21, 1, pp. 99-109.
- [16] Saraph, J. V. and Benson, P. G., Schroeder, R., G.(1989), “An Instrument for Measuring the Critical Factors of Quality Management”, *‘Decision Science’*, 20, pp. 810-829.
- [17] Shepherd, Nick H.(1997), “품질경영 활동의 성과측정”, *‘품질경영’*, 10, pp. 58-62.