

종합생산성모델(TPM)을 사용한 생산성 측정

박 광태¹⁾, 김 민철²⁾

<Abstract>

Each company is more interested in the productivity to achieve cost reduction and profit maximization through productivity improvement. With this trend, we show the method to measure productivity using TPM(Total Productivity Model) which considers all the input factors of the company instead of using partial productivity such as labor and/or capital productivity. We also examine the relation of productivity versus output, profit versus output and profit versus productivity of the case company by actually applying the TPM and suggest the optimal level of profit and output for this company.

I. 서론

각 기업에서 생산성이 주요한 이슈가 되고 있는 이유는 생산성 향상을 통하여 비용 절감 및 이윤극대화라는 양대 목표를 달성할 수 있다고 보기 때문이다.

그러나 현재 기업에서 생산성에 상당한 관심을 가지고 있음에도 불구하고 생산성의 측정 및 분석에 대해서는 여러가지 방법이 이용되고 있는 실정이다. 이 중 통상적으로 사용되고 있는 방법이 자본생산성, 노동생산성 등을 이용한 부분생산성(Partial Productivity) 방법이다. 부분생산성의 단점은 측정요인외에도 생산성에 영향을 미치는 요인이 많음에도 이들 요인의 영향이 없다고 가정하는데 있다.

따라서 각 기업이 투입하는 모든 요인들을 반영한 종합생산성모델을 사용하여 생산성을 측정할 필요가 있다. 그리고 이 모델을 실제 기업에 적용해 봄으로써 여러가지 사항들을 분석하고자 한다.

II. 이론적 배경

생산성의 정의로 여러가지가 있으나 일반적으로 생산성이란 투입물(Input)에 대한 산출물(Output)의 비율로 정의된다.

본 논문에서는 Sumanth의 유형의 투입물에 대한 유형의 산출물과의 비율인 종합생산성 모델을 사용하고자 한다.

이윤극대화라는 측면에서 전통적으로 수익성분석을 중요시하였으나 점차로 기업의 이해관계자의 증대로 기업의 산출물에 대한 적정배분이 중요성을 갖게 되기 시작했다. 즉, 기업들은 단지 기업의 이익극대화라는 형식적인 수치를 목표로 할 것이 아니라 생산성의 향상과 이에 대한적정배분이라는 경영이념을 바탕으로 노사가 함께 정진하는 경영목표를 가져야 할 것이다.

Monks는 생산성에 영향을 미치는 요인으로 자본/노동의 비율(capital/labor ratio), 잠재노동력의 변화, 기술혁신 및 기술의 변화, 법규 및 계약효과, 작업환경의 질을 들고 있다. 이 중 자본/노동의 비율이란 노동자 1인당 자본투입량을 나타내는 수치로 이 비율이 높을수록 생산성이 향상된다고 본다. 잠재노동력의 변화란 노동력에 대한 교육 및 경험등이 향후 생산성 향상에 상당한 영향을 미친다는 것이다. 그리고 Sumanth는 생산성에 영향을 미치는 추가 요인으로 투자, 연구개발, 시설이용율, 정부의 규제, 공장설비의 수명, 에너지 비용, 노동력믹스, 작업이론, 해고에 대한 종업원들의 공포심, 노동조합의 영향, 경영자를 들고 있다.

서론에서 설명하였듯이 생산성 측정의 가장 보편적인 방법은 부분생산성을 이용하는 것이다. 그러나 부분생산성의 단점은 부분생산성이 자본과 노동으로 나뉘어지는데 노동생산성의 경우 낮은 노동생산성의 원인이 단지 투입되는 노동 그자체에 의한 원인보다는 다른 요인에 의해 영향을 받는다는 점이다. 예를 들어 자본/노동비율에서 자본의 투입이 낮아도 노동생산성이 떨어질 수 있다는 것이다.

1. 고려대학교 경영대학 부교수
2. 고려대학교 경영대학 박사과정

이러한 이유로 생각해낸 또다른 생산성측정 방법이 바로 종합생산성이다. 종합생산성이란 산출물의 실제가치를 모든 투입물(노동, 자본, 원자재, 서비스, 에너지 등)의 실제가치로 나눈 비율로 정의된다.

이제 본 논문에서 이용하고자 하는 Sumanth가 제시한 종합생산성모델의 특징을 살펴보면 먼저 유형의 산출물에 대한 모든 투입요소들의 효과를 고려할 수 있는 생산성측정모델을 개발하였다는 점이다. 뿐만 아니라 이 모델은 제조회사뿐만이 아니라 서비스 산업에서도 적용할 수 있다는 것이다. 이처럼 종합생산성모델은 생산성을 적절하게 측정하는 수단이지만 이 계산을 위해 복잡한 자료들을 갖추어야 하는 문제점이 남는다. 즉, 단순한 제품만을 생산하는 기업이라면 투입요소의 비용계산을 위해 별다른 노력이 필요없지만 다양한 제품을 소량으로 생산하는 기업의 경우에는 투입요소를 측정하는 비용이 큰 단점이 있다.

III. 실증 분석

1. 총생산성대 이윤 모형의 도출

Sumanth의 종합생산성모델을 실제 기업에 적용하기 위해 필요한 기본적인 가정은 다음과 같다.

- 1) 산출물은 매출액으로 측정된다.
- 2) 투입물은 비용으로 측정된다.
- 3) 매출액과 비용과의 차액을 이윤(profit)이라 한다.
- 4) 매출액은 판매량×가격으로 표시된다.
- 5) 비용은 투입량(노동, 원재료, 자본, 에너지 등)×단위당 비용으로 표시된다.
- 6) 투입물에 대한 산출물의 비율을 생산성이라 한다.

그리고 종합생산성모델은 총생산성 및 이윤과 연결되는데 이윤은 어느 기업에서도 주요 관심사이기 때문에 이 모델은 최적생산성 수준을 계획하는데도 유용하게 사용된다.

이 모델은 아래의 순서에서 보듯이 총투입물과 이윤 둘 다 총산출물의 함수로 이윤 및 총생산성을 관련시킬 수 있어 필요한 생산성분석을 행할 수 있다. 즉, 기업에 있어서 총생산성이 기업의 성과를 나타내는 유일한 기준이 아니라 이윤과 같은 다른 요소도 고려하여 총생산성 수준을 계획해야 함을 나타낸다.

- ① 과거 자료를 기초로 총투입물을 생산된 총산출물의 함수로서 나타낸다. 즉,
 $I = f(O)$ 로 표시한다.
- ② 다음과 같이 총생산성 함수를 만든다.
 $TP = O / I$

- ③ 기업이 생산할 수 있는 산출물의 최소 및 최대 수준을 결정하여 이를 O_{min} 과 O_{max} 로 나타낸다.
- ④ 산출물을 독립변수로 사용하여 (O_{min} , O_{max}) 범위내에서 TP대 O의 그래프를 그린다.
- ⑤ 생산한 산출물 O의 함수로서 이윤함수 P를 만든다.
 $P = g(O)$
- ⑥ 산출물을 독립변수로 사용하여 (O_{min} , O_{max}) 범위내에서 P대 O의 그래프를 그린다.
- ⑦ O_{min} 으로부터 O_{max} 까지 산출물의 수준을 변동시킴으로써 TP와 P의 그래프를 회귀방정식을 이용해 도출한다.
 $TP = O/f(O)$
 $P = g(O)$
- ⑧ 단계 ⑦에서 발견된 TP와 P의 짝을 이용하여 TP에 대한 P의 그래프를 그린다. 여기서 TP를 독립변수로 둔다.
- ⑨ 단계 ⑧에서 도출된 그래프를 이용해 기업의 총생산성이 증가함에 따른 이윤의 변화상태를 살펴본다. 궁극적으로 최적의 이윤을 가져다주는 총생산성 수준을 결정할 수 있게 된다.

2. 기업에의 실제 적용

이제 이 모형을 기업에 실제 적용해봄으로써 생산성 계획이 어떻게 이루어지는지를 살펴보기로 하자.

단계 1. 산출물의 함수로서 총투입물함수 도출(표1과 표2 참조)
H기업의 12년간에 걸친 손익계산서를 참조하여 매출원가 및 판매비와 일반관리비의 합계를 투입물로 매출액을 산출물로 정의하여 함수를 도출하였다.
표에서 보듯이 투입물과 산출물의 관계는 상관정도가 매우 큼을 알 수 있고 여러 가지 함수식 중에서도 3차함수가 가장 적당하여 최종 선택되었다.

◆ 표 1. 산출물 대 총투입물

산출물	총 투입물	산출물	총 투입물
39,783	31,740	7,183,508	4,309,239
73,864	56,241	14,731,851	8,146,959
92,357	85,840	25,831,363	14,898,718
143,017	130,076	42,814,433	25,710,096
1,212,020	792,866	78,293,620	49,586,149
3,629,468	2,162,652	132,254,038	104,363,774

◆표 2. 산출물의 함수로서 총투입물에 대한 회귀분석 결과

회귀 방정식	F	R ²
1. $TI = a + bO$	701.4	0.98594
2. $TI = b_0 * e^{(b_1*O)}$	14.09	0.585
3. $TI = b_0 + b_1*O + b_2*O^2$	7199	0.99924
4. $TI = b_0 + b_1*O + b_2*O^2 + b_3*O^3$	56515	0.99995

단계 2와 3. 총생산성 함수를 산출하고 산출물의 최소 및 최대치를 결정한다. (표 3 참조)

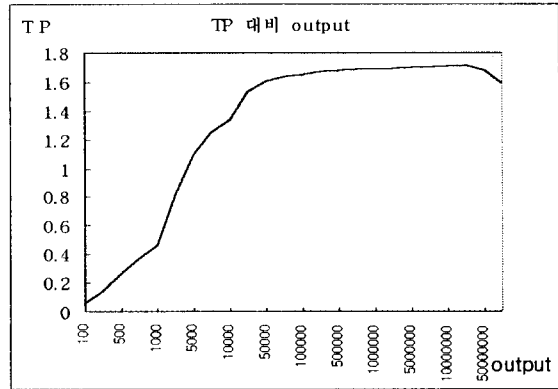
◆표 3. 산출물, 총생산성 및 이윤

산출물	총 생산성	이윤
100.00	0.061084	-1538
250.00	0.144865	-1477
500.00	0.266880	-1375
750.00	0.371058	-1273
1000.00	0.461042	-1171
2500.00	0.818198	-558
5000.00	1.103027	463
7500.00	1.247826	1484
10000.00	1.335484	2505
25000.00	1.528818	8630
50000.00	1.606373	18839
75000.00	1.634039	29048
100000.00	1.648259	39258
250000.00	1.674719	100512
500000.00	1.684170	202604
750000.00	1.687708	304695
1000000.00	1.689751	406786
2500000.00	1.695609	1019334
5000000.00	1.701299	2040246
7500000.00	1.705786	3061159
10000000.00	1.709512	4082071
25000000.00	1.718063	10207546
50000000.00	1.681814	20416671
75000000.00	1.590454	30625796

단계 4. 단계 3에서의 산출물 범위에 대해 TP 대 O의 그래프를 그린다. (그림 1 참조)
 그림에서 보듯이 어느 산출치에서 TP의 극대점이 있음을 알 수 있다. 이는 산출치가 계속 증가한다고 해서 기업의 생산성이 계속 증가하지 않음을 의미한다. 물론 이는 현재의 추세를 가지고 분석한 것이므로 기업측에서 계속적인

노력을 통해 이 극대점을 변화시켜 추세를 변동시킬 수도 있다. 그러나 현재로서 큰 변화가 없다면 매출액만 늘린다고 해서 생산성이 좋아지지 않음을 나타낸다.

◆그림 1. 총생산성 대 산출물



단계 5와 6. 이윤함수를 산출물의 함수로서 구한다. (표 4과 표 5 및 그림 2 참조)
 그림에서 보듯이 매출액이 증가하면 이윤이 증가함을 알 수 있다. 여기서 이윤은 손익 계산서상의 영업이익으로 정의하였다. 또한 계산된 함수를 통하여 산출물의 범위에 따른 이윤의 범위를 표3의 Profit셀에서 보여준다.

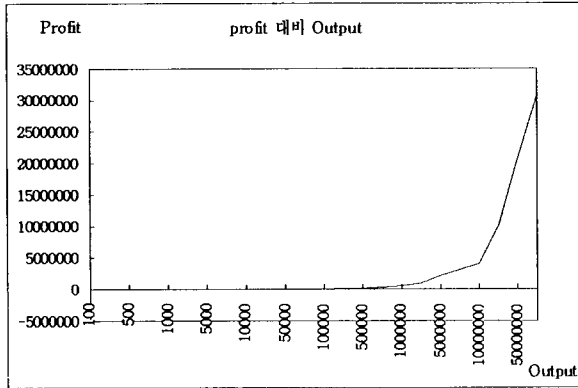
◆표 4. 산출물 대 이윤

산출물	이윤	산출물	이윤
39,783	8,042	7,183,508	2,874,267
73,864	17,622	14,731,851	6,584,891
92,357	6,516	25,831,363	10,932,644
143,017	12,940	42,814,433	17,104,336
1,212,020	419,154	78,293,620	28,707,470
3,629,468	1,466,815	132,254,038	27,890,263

◆표5. 산출물의 함수로서 이윤에 대한 회귀분석 결과

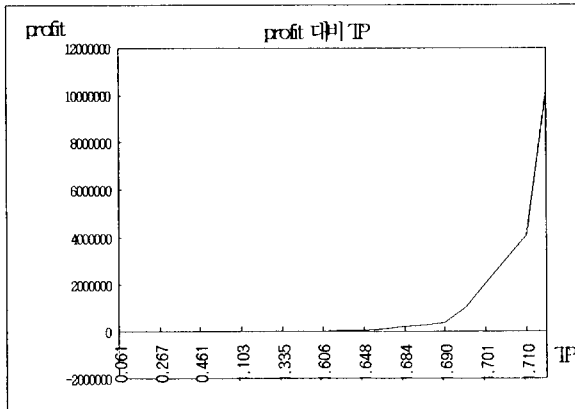
회귀 방정식	F	R ²
1. $P = a + bO$	76.9	0.88493
2. $P = b_0 + b_1*ln(O)$	21	0.67749
3. $P = b_0 + b_1/O$	3	0.23126
4. $P = b_0 + b_1*O + b_2*O^2$	875.43	0.99489
5. $P = b_0 + b_1*O + b_2*O^2 + b_3*O^3$	6901.16	0.99961
6. $P = b_0*O^{b_1}$	485.72	0.97983
7. $P = e^{(b_0+b_1/O)}$	20.48	0.67194

◆그림 2. 이윤대 산출물



단계 7과 8 및 9. 앞 단계에서 산출한 총생산성 대 이윤의 그래프를 그린다. (그림 3 참조)

◆그림 3. 이윤 대 총생산성



이상의 과정을 통해 다음을 알 수 있다. 첫째, 그림 3에서 보듯이 총생산성이 증가하면 이윤 또한 증가함을 알 수 있다. 즉, 생산성이 증가할수록 이윤이 증가한다고 결론내릴 수 있다. 그리고 총생산성이 1에 근접할 때 이윤이 양이 됨을 알 수 있으므로 항상 투입물에 대한 산출물 비율이 클 수 있도록 노력해야 할 것이다. 둘째, 그림 1에서 보듯이 총생산성의 극대점이 있음을 알 수 있다. 이는 총생산성의 극대점을 상향 조정할 수 있도록 비용구조의 합리화를 꾀해야 함을 의미한다. 셋째, 그림 2에서 보듯이 매출액이 증가함에 따라 이윤이 증가함을 알 수 있으나 연도별로 매출액 대비 이윤비율이 낮아지고 있음은 비용의 효율성을 통한 매출액의 확장을 도모해야 함을 시사한다. 넷째, 추가 검토사항으로 기업에서 생산해내는 제품별로 생산성을 측정하여, 위에서 측정한 전체 생산성 측정결과와 비교 및 분석해 봄으로써 생산성이 특히

떨어지는 제품을 발견하여 이 제품에 대한 생산성 향상에 노력을 기울여야 할 것이다.

IV. 결론

생산성향상을 통한 비용절감 및 이윤극대화라는 목표를 달성하고자 각 기업에서는 생산성에 대한 관심을 점차 높여가고 있다. 이러한 추세에 따라 여기서는 노동 및 자본생산성으로 대별되는 기존의 부분생산성 측정 대신 기업의 모든 투입요소를 고려할 수 있는 종합생산성모델(TPM)을 사용한 기업의 생산성 측정방법을 보여주고 있다.

그리고 이 종합생산성모델을 실제로 한 기업에 적용해 봄으로써 이 기업의 현재 생산성, 생산성 대 산출물, 이윤 대 산출물, 이윤 대 생산성 등의 관계를 살펴보고 이를 통해 최적의 이윤 및 산출물 수준을 제시하고 있다.

그러나 생산성 측정의 결과는 고정된 것이 아니라 기업의 생산성 향상 노력에 의해 변화될 수 있는 것이므로 생산성향상을 위한 끊임 없는 노력이 뒤따라야 할 것이다. 또한 생산성 측정 모형 적용시 사용하였던 가정들은 해당 기업의 고유한 특성에 의해 수정 및 변화될 수 있으므로 해당기업에 독특한 측정모형을 개발할 필요가 있다. 즉, 투입물과 산출물의 정의를 무엇으로 하느냐에 따라 결과가 상당히 달라질 수 있음을 인식하여 해당기업의 특수상황이 충분히 고려되어야 할 것이다.

<참고 문헌>

- 고한석, "기술요인을 고려한 종합생산성측정 모형 설정에 관한 연구", 아주대학교 대학원 석사학위논문, 1993년.
- 신용휘, "생산성측정모형에 관한 연구-부가 가치모형에 의한 실증적분석", 동국대학교 대학원 박사학위논문, 1985년.
- 한국생산성본부, "알기쉬운 생산성 분석방법", 1990년.
- Monks, J. G., Operations Management, McGraw-Hill, 1982년.
- Sumanth, D. J., Productivity Engineering and Management, McGraw-Hill, 1984년.