

포트폴리오 효율성 측정

최형석* · 민대기†

- 초록 -

본 연구에서는 Sharpe ratio와 Treynor ratio 같은 기존의 포트폴리오 투자 성과지표의 단점을 극복하는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)에 기반한 새로운 효율성 지표를 제안하였으며, KOSPI 200 지수와 이를 추종하는 상장지수펀드(ETF)의 투자성과를 KOSPI 200 지수를 구성하는 각 개별 종목의 투자성과와 비교해 본 결과 잘 분산 투자된 포트폴리오의 투자성과가 개별 구성 종목과 비교하여 우월한 효율성을 보여줌을 확인하였다. 특히, 각 ETF가 성숙되어 갈수록 효율성이 개선됨을 확인하였으며 DEA 분석의 input 요소인 총위험과 베타 중에서 총위험의 조정이 효율성 개선에 영향력이 더욱 큰 것으로 확인되었다.

* 이화여자대학교 경영대학 경영학과(Tel: 02-3277-4139, Email: hyungsuk.choi@ewha.ac.kr)

† 이화여자대학교 경영대학 경영학과(Tel: 02-3277-3923, Email: dmin@ewha.ac.kr)

I. 서론

투자자의 투자성과를 평가할 때에는 보유기간의 수익률(return)뿐만 아니라 그러한 수익률을 얻기 위해 노출된 투자위험(risk)를 함께 고려하여야 한다. 1960년대 이후로, 수익률의 변동성을 나타내는 표준편차(σ)를 가지고 총 위험(total risk)을 측정하거나 자산가격결정모형(capital asset pricing model, CAPM)에 기반하여 베타(β)를 통해 체계적 위험(systematic risk)을 측정하여왔다. 특히 Sharpe(1994, 1966)는 뮤추얼펀드와 같이 잘 분산된 포트폴리오의 투자성과를 측정하기 위해서 return과 risk를 모두 고려하는 Sharpe ratio를 제안하였고, Treynor(1965)는 뮤추얼펀드의 성과를 측정하기 위해 포트폴리오 β 와 수익률을 고려하는 Treynor ratio를 제안하였다. 이후로 Information ratio, Sortino ratio, M^2 , 그리고 Omega 등의 포트폴리오 투자성과에 대한 측정도구가 제안되었지만, 총위험, 체계적 위험, 그리고 수익률의 조합을 벗어나지 않는다.

CAPM에서의 자본시장선(capital market line, CML)의 기울기인 Sharpe ratio와 증권시장선(security market line, SML)의 기울기인 Treynor ratio는 모두 기대 수익률, σ , 및 β 에 관한 모형이므로 사전적인 총위험과 수익률 및 체계적 위험과 수익률의 관계를 바탕으로 포트폴리오의 성과를 측정한다. 하지만, 보유기간 동안 실현된 수익률 및 β 는 음(-)의 값을 가질 수 있는데 이 경우 포트폴리오의 성과를 해석하기가 어려워진다. 또한 시장포트폴리오를 추종하는 KOSPI 200처럼 잘 분산된 포트폴리오의 경우에 낮은 변동성으로 인하여 위험자산의 효율적 프런티어의 아래쪽에 위치하는 경우 상대적으로 변동성이 크면서 이에 대한 보상이 큰 자산에 비해 Sharpe ratio 혹은 Treynor ratio가 낮게 평가되는 경우가 발생한다. 이러한 단점을 극복하기 위한 새로운 형태의 포트폴리오 성과 측정 방법이 요구된다.

본 연구에서는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)를 적용하여 다수의 투입요소와 산출요소를 고려하여 효율성 평가가 가능한 투자성과 지표(Efficiency Measure, EM)를 제안한다. 본 연구에서 제안하는 투자성과 지표는 위험과 기대수익률을

기반으로 하는 전통적인 포트폴리오 평가의 기본 틀은 유지하되 SR과 TR의 단점을 보완하는 포트폴리오 성과 평가 지표라 할 수 있다. 효율성 지표(EM)에 따라 KOSPI 200 지수와 이를 추종하는 상장지수펀드(ETF)의 투자성과를 KOSPI 200 지수를 구성하는 각 개별 종목의 투자성과와 비교해 본 결과 잘 분산 투자된 포트폴리오의 투자성과가 개별 구성 종목과 비교하여 우월한 효율성을 보여줌을 확인하였다. 특히, DEA 분석에 기반한 EM은 기존의 SR과 TR이 가지는 단점을 극복하고 분산 투자가 잘 될수록 효율적 프런티어에 더 가까이 위치함에 따라 투자성과가 더 높은 것으로 해석되며, EM 측정 기간이 길어질수록 분산투자의 효율성이 더욱 커짐을 확인하였다.

2002년 10월에 우리나라 주식시장에 처음으로 도입된 이후 급격히 성장하고 있는 ETF의 효율성을 분석해 본 결과, 상장 87개월 이후에는 KOSPI 200 지수와 비교하여 EM 지수가 우월할 확률이 50% 이상이 되었으며, 상장 94개월 이후에는 그 확률이 80% 이상이 되어 각 ETF가 성숙될수록 효율성 지표(EM)가 개선됨을 확인하였다. 이러한 효율성 개선은 DEA 분석의 input 요소인 총위험과 베타를 조정함으로써 달성되는데, 패널 데이터 분석결과 베타 조정에 비해 총위험 조정이 효율성 개선에 더욱 큰 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서 포트폴리오 성과 및 자료포괄분석(data envelopment analysis, DEA)에 대한 선행연구에 대해 살펴본다. 제3장에서 잘 분산된 포트폴리오의 효율성을 측정하는 새로운 분석방법을 제시하고, 제 4장에서 본 논문의 분석 대상이 되는 표본에 대해 설명한다. 제5장에서 본 연구에서 제안한 새로운 분석방법을 통해 기존의 측정도구의 단점이 극복됨을 실증적으로 보여준다. 제6장에서 상장지수펀드(exchange traded fund, ETF)를 통해 펀드가 성숙될 수록 포트폴리오의 효율성이 개선되고 있음을 보이고 이러한 효율성 개선에 영향을 미치는 요소에 대해 분석한다. 마지막으로 제7장에서 본 연구의 결론을 정리한다.

II. 선행연구

Sharpe(1966, 1975)는 뮤추얼펀드의 성과를 측정하는 도구로서 변동성에 대한 보상으로 해석되는 Sharpe ratio를 제안하였다. 이후, 포트폴리오의 성과에 관한 많은 후속 연구에서 Sharpe Index (Radcliff(1990), Haugen(1993)), Sharpe Measure (Bodie, Kane and Marcus (1996), Elton et al. (2002)), Sharpe Ratio (Morningstar(1993)) 등의 이름으로 불리며 투자성과 지표로서 분석되어왔다. 하지만, Sharpe ratio는 사전적인 기대 수익률과 수익률의 σ 에 의해 결정되는 사전적 측정값(ex-ante measure)에 기반하여 변동성에 대한 보상으로 해석할 수 있지만, 보유기간 동안 실현된 평균 수익률과 σ 에 의해 결정되는 사후적 측정값(ex-post measure)은 보유기간 평균 수익률이 음(-)의 값을 갖는 경우에 해석이 불가능한 단점을 가지고 있다.

Sharpe ratio는 총위험과 수익률의 관계를 나타내고 있기 때문에 투자자 투자포트폴리오의 일부분에 적용하기에는 적합하지 않으며 수익률의 분포가 정규분포를 따르지 않는 경우에는 Leland(1999)가 주장하듯이 왜도(skewness)와 첨도(kurtosis) 같은 고차 모멘트를 고려하여야 한다. Goetzmann et al. (2005)은 옵션을 포함한 투자전략이 공정한 시장 가격에 거래하여도 아무런 투자 기술 없이도 Sharpe ratio를 키울 수 있음을 보여주고 있으며, Lo(2002)는 헤지펀드 수익률에 존재하는 시계열상관성(serial correlation) 때문에 Sharpe ratio가 65 퍼센트까지 부풀려질 수 있음을 보여준다.

Sharpe ratio가 자본시장선(CML)에 바탕을 둔 포트폴리오 성과 측정도구인 반면에 Treynor(1965)는 증권시장선(SML)에 바탕을 둔 포트폴리오 성과 측정도구로서 Treynor ratio를 제안하였다. 즉, Treynor ratio는 Sharpe ratio와 달리 수익률을 β 로 측정되는 체계적 위험으로 표준화한 값으로, 대형주에 투자하는 포트폴리오처럼 β 가 1보다 작은 경우와 소형주에 투자하는 포트폴리오나 기술주 혹은 성장주에 투자하는 포트폴리오의 경우와 같이 β 가 1보다 큰 경우에 모두 적용 가능한 성과 측정도구이다. 증권시장선(SML)에 근거한 또 다른 포트폴리오 성과 측정도구인 Jensen's(1968) alpha를 포

트폴리오 β 로 표준화한 값이라고 이해할 수 있다. Jobson and Korkie(1981)에서 보여 주듯이 Treynor ratio는 분모에 위치하는 β 의 크기에 상당히 민감하게 반응한다는 단점이 있다. 특히, 보유기간 실현 β 가 음(-)의 값을 갖는 경우 Treynor ratio를 통해 포트폴리오 성과에 대한 경제적인 해석이 불가능하고 시장중립형 헤지펀드의 경우처럼 β 의 값이 0에 가까우면 Treynor ratio는 무한대에 가까운 값을 가지게 되어 펀드의 성과 측정에 부적합한 면이 있다. 이러한 단점을 극복하고자 Hubner(2005)는 다요인 자산 가격 결정모형에 적합하도록 Treynor ratio를 확장하여 제안하였다.

Sharpe ratio, Jensen's alpha, Treynor ratio와 같은 전통적인 포트폴리오 성과 측정도구의 대안으로 DEA의 활용이 광범위하게 고려되고 있다. DEA 방법론은 전통적인 포트폴리오 성과 측정도구와 달리 다수의 투입-산출요소를 고려하면서 정규화된 단일 성과지표를 제공하는 장점을 갖는다 (Basso and Funari, 2001). Murthi et al. (1997)는 DEA를 활용한 펀드의 성과 평가 방안을 처음으로 제시하였다. Murthi et al. (1997)의 연구에서는 투입요소로 거래비용요인(expense ratio, loads, turnover)과 위험요인(sigma)을 고려하고 산출요소로 기대수익률을 포함하는 효율성 지표 DPEI (DEA Portfolio Efficiency Index)를 이용하여 뮤추얼펀드 성과를 평가하였다. DPEI는 Sharpe ratio를 일반화한 형식으로 다수의 투입요소를 고려한 benchmarking 목적에 적합하다. DPEI의 투입-산출요소로 단일 위험요인(sigma 또는 beta)과 기대수익률만을 이용한 DEA 효율성 값은 Sharpe ratio와 Treynor ratio를 [0,1] 구간으로 정규화한 결과와 동일하다 (Basso and Funari, 2001). 최근 Liu et al. (2015)는 DEA 분석에 포함되는 개별 종목의 수를 증가시킬수록 DEA 분석으로 얻어지는 효율적 프런티어가 CAPM에서의 평균-분산 효율적 프런티어(mean-variance efficient frontier)에 수렴함을 보여줌으로써 포트폴리오의 성과를 평가함에 있어 DPEI와 같이 다수의 투입-산출 요소로 구성된 DEA 효율성 지표가 실제 포트폴리오의 효율성 측정에 효과적임을 제시하였다.

Murthi et al. (1997) 이후 포트폴리오 성과 측정 지표로 다수의 투입-산출 요소로 구성된 DEA 효율성 지표를 활용한 다수의 연구가 제시되었다 (McMullen and Strong,

1998; Premachandra et al., 1998; Basso and Funari, 2001; Galagedera and Silvapulle, 2002; Gregoriou et al., 2005; Glawischnig and Sommersguter-Reichmann, 2010; Galagedra et al., 2015). 효율성 지표를 구성하는 요소에서 일부 차이가 있으나 대부분의 연구에서는 투입요소로 펀드 비용과 위험요인을 고려하고 있으며, 산출요소로 기대 수익률을 사용하고 있다. Murthi et al. (1997)는 DPEI를 총 731개 뮤추얼 펀드를 대상으로 적용하여 대부분의 뮤추얼펀드가 mean-variance efficient 한 것을 확인하였으며, Transaction cost보다는 scale effect가 펀드의 효율성 개선에 더 큰 영향을 주는 것을 제시하였다. Galagedra et al. (2015)는 two-stage DEA model을 활용하여 mutual fund를 평가하였는데 Murthi et al. (1997)과 상이하게 규모가 작은 펀드의 효율성이 우수함을 제시하였다. Choi and Murthi (2001)는 Murthi et al. (1997)의 모형을 확장하여 scale을 control한 경우 transaction cost에 따라서 비효율성이 매우 높게 발생하는 것을 확인하였다. Basso and Funari (2001) 또한 Italian financial market에서 뮤추얼 펀드의 성과를 측정된 결과 transaction cost가 뮤추얼 펀드의 성과에 유의미한 영향을 미치는 것을 확인하였다.

III. DEA 기반 포트폴리오 투자성과 측정

포트폴리오의 투자성과를 측정함에 있어서 수익률뿐만 아니라 이러한 수익을 얻기 위해 노출된 위험, 즉 총 위험과 체계적 위험을 고려해야 한다는 점에서 Sharpe ratio와 Treynor ratio는 논리적 우수성을 가진다. 하지만, Sharpe ratio는 자본시장선(CML)에 근거하고 Treynor ratio는 증권시장선(SML)에 근거한 측정도구라는 점에서 보유기간 동안 평균 수익률이 음(-)의 값을 가지거나 β 가 0에 가깝거나 음(-)의 값을 가지는 경우처럼 포트폴리오를 사후적으로 평가하기에는 적용 혹은 해석이 불가능한 경우가 발생한다. <그림 1>은 2013년과 2014년 동안 KOSPI 200 지수의 일별 수익률의 평균, σ , β

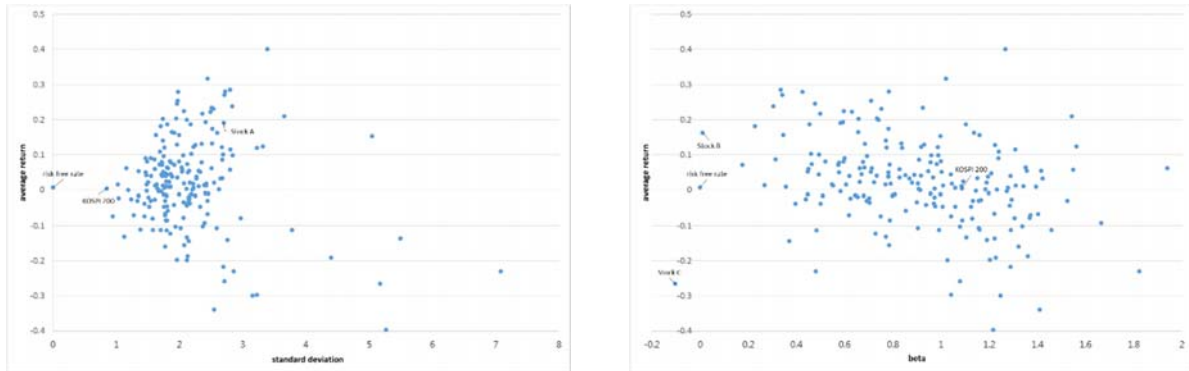
와 KOSPI 200 구성 종목 각각의 일별 수익률의 평균, σ , β 를 보여주고 있다. KOSPI 200 지수는 2013년에 263.92로 시작하여 264.24로 마감하였으며, 2014년에는 244.05로 마감하였다. 즉, 2013년의 일별 평균 수익률은 양(+)의 값을 가지지만 2014년에는 음(-)의 값을 가진다.

한국을 대표하는 지수로 가장 널리 알려진 KOSPI 200 지수는 1994년부터 도입되었으며 유가증권시장에 상장된 보통주 중 시장대표성, 산업대표성, 유동성 등 기준으로 선정된 200종목으로 구성되어 있다. 이렇듯 잘 분산 투자된 포트폴리오인 KOSPI 200 지수의 경우 자본시장선(CML)의 관점에서 보면 효율적 프런티어에 가깝게 위치할 것으로 예상된다. <그림 1>에서 볼 수 있듯이 KOSPI 200의 총 변동성은 개별 구성 종목과 비교해 볼 때 가장 낮은 수준에 위치한다. 하지만, 자본시장선의 기울기로 해석되는 Sharpe ratio 관점에서 볼 때, 2013년 KOSPI 200의 투자성과는 많은 개별 구성 종목에 비해 낮으며 2014년 투자성과는 음(-)의 값을 가진다. 특히, 2013년의 경우 Stock A의 투자성과를 보면 효율적 프런티어에 비해 효율성이 현저히 낮음에도 불구하고 Sharpe ratio는 KOSPI 200의 Sharpe ratio보다 월등히 높게 나타남을 알 수 있다.

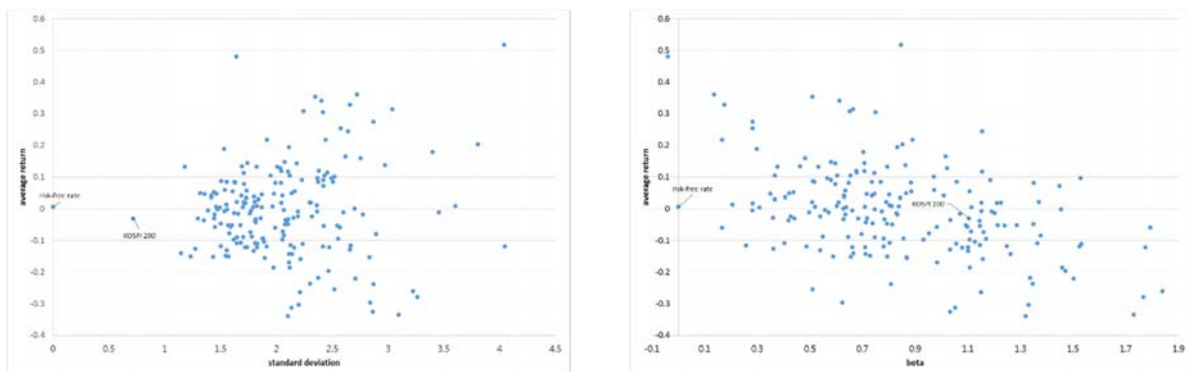
시장이 균형상태에 있을 때 모든 자산은 동일한 증권시장선(SML)의 기울기를 가진다는 CAPM에 기반한 Treynor ratio의 경우 <그림 1>의 Panel B에서와 같이 시장수익률이 음(-)의 값을 가지면 벤치마크라 할 수 있는 증권시장선(SML)의 기울기가 음(-)의 값을 가지게 되어 체계적 위험에 대한 보상이라는 해석이 불가능해진다. 특히, Stock B와 같이 β 가 0에 가까운 값을 가지게 되면 보유기간 수익률에 관계없이 Treynor ratio가 무한대에 가까운 값을 가지게 되어 포트폴리오의 투자성과 평가지표로서의 역할에 부적합하며, Stock C의 경우에도 보유기간 수익률이 음(-)의 값을 가짐에도 불구하고 β 또한 음(-)의 값을 가지기 때문에 높은 Treynor ratio를 갖게 되는 불합리한 경우가 발생한다.

<Fig 1> Average return, standard deviation, and beta of KOSPI 200 daily returns in 2013 and 2014

Panel A: year 2013



Panel B: year 2014



포트폴리오의 투자성과를 사후적으로 평가하는 지표로서 Sharpe ratio(SR) 와 Treynor ratio(TR)가 가지는 이러한 단점을 보완하기 위하여 본 연구에서는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)를 적용하여 다수의 투입요소와 산출요소를 고려하여 효율성 평가가 가능한 투자성과 지표를 제안한다. 본 연구에서 제안하는 투자성과 지표는 위험과 기대수익률을 기반으로 하는 전통적인 포트폴리오 평가의 기본 틀은 유지하되 SR과 TR의 단점을 보완하는 포트폴리오 성과 평가 지표를 제안한다.

본 연구에서는 다수의 투입요소를 활용한 효율성 측정의 장점을 활용하기 위하여 기대수익률을 단일 산출요소로 하되 총 위험 (σ)과 체계적 위험 (β)을 함께 투

입요소에 포함하여 효율성 지표를 구성하였다 (식 1). SR, TR과 같은 전통적인 성과측정 지표에서는 기대 수익률과 함께 무위험 자산의 수익률을 고려하지만 상대적 효율성을 측정함에 있어 모든 DMU에 동일하게 적용되는 상수값을 제거하는 것이 결과에 영향이 없는 DEA의 특성에 따라서 무위험 자산의 수익률을 제외하였다 (Pastor, 1996).

$$\text{효율성 지표 } EM = \frac{\gamma}{\alpha + \beta} = \frac{1}{1/(\gamma/\alpha) + 1/(\gamma/\beta)}, \gamma = \text{기대수익률} \quad (1)$$

식 (1)은 무위험 자산의 수익률을 0으로 가정하는 경우 SR과 TR을 이용하여 재정리하면 $EM = \frac{1}{1/(\gamma/\alpha) + 1/(\gamma/\beta)} = \frac{1}{1/SR + 1/TR}$ 과 같이 표현할 수 있다. 앞서 문헌연구에서 제시한 바와 같이 SR과 TR은 단일 위험요소를 고려한 효율성 지표를 의미하므로 $1/SR$ 과 $1/TR$ 은 개별 위험요소를 고려한 비효율성으로 해석되며, $1/SR + 1/TR$ 은 총 위험과 체계적 위험에 의한 비효율성의 합을 의미한다. 따라서 식 (1)에서 제시한 효율성 지표 $EM = \frac{1}{1/SR + 1/TR}$ 은 두 가지 위험요소를 포괄하는 효율성 값을 제시하며, SR과 TR을 동시에 포괄하는 성과측정 지표를 제시한다.

IV. 자료와 분석모형

3장에서 제시한 효율성 지표(Efficiency Measure, EM)는 포트폴리오의 수익률뿐만 아니라 총 변동성과 체계적 위험을 모두 고려한 투자성과 지표로서 잘 분산 투자된 포트폴리오의 성과분석에 보다 적합하다고 볼 수 있다. 비록 KOSPI 200 지수 자체로도 유동성이 높고 잘 분산 투자되어 있지만 시장에서 실제로 거래되는 자산이 아니므로, 본 연구에서는 한국거래소에 상장된 KOSPI 200을 추종하는 8개 ETF에 대하여 EM이 포트폴리오의 투자 성과를 전통적인 SR이나 TR에 비해 합리적으로 측정하고 있는지를 살펴보고 어떠한 경로

를 통해 이들 ETF의 EM이 개선되고 있는지를 분석해 본다.

<Table 1> Summary of ETFs following KOSPI 200 as of 12/31/2014

ETF	상장일	총보수(%)	자산운용사	순자산총액 (백만원)	순자산가치 (원)	월평균 수익률(%)	월평균 거래량(주)
ARIRANG 200	2012.01.10	0.14	한화자산운용	421,871	24,743	-0.53	56,113
KINDEX 200	2008.09.25	0.09	한국투자신탁운용	928,385	24,856	-0.50	321,844
KODEX 200	2002.10.14	0.26	삼성자산운용	4,931,021	24,717	-0.54	8,145,565
KOSEF 200	2002.10.14	0.15	키움투자자산운용	212,969	24,764	-0.52	124,288
KStar 200	2011.10.20	0.07	케이비자산운용	510,851	24,799	-0.50	284,850
Power K200	2012.02.13	0.145	교보약사자산운용	766,992	24,902	-0.51	109,706
TIGER 200	2008.04.03	0.09	미래에셋자산운용	1,951,107	24,745	-0.54	1,540,655
TREX 200	2009.01.23	0.325	유리에셋	57,430	24,970	-0.53	584

<표 1>에서는 본 연구에서 분석한 한국거래소에 상장되어 거래되는 KOSPI 200 지수를 추종하는 8개 ETF에 관한 개요를 보여준다. 2002년 KODEX 200과 KOSEF 200이 국내 최초로 상장되었고 이후 동일 지수인 KOSPI 200을 추종하는 나머지 6개 ETF가 순차적으로 상장되었다. 비록 같은 시기에 상장되어 가장 오래된 ETF이지만 KODEX 200은 규모 면에서 전체 8개 ETF의 50%이상을 차지하고 거래량은 70% 이상을 차지하지만, KOSEF 200의 성장은 훨씬 덜함을 알 수 있다. 또한, 2014년 한 해 동안 KOSPI 200의 월평균 수익률이 -0.63%임을 고려해 보면 각 ETF는 모두 KOSPI 200 지수를 추종하면서도 보다 우월한 성과를 내고 있음을 알 수 있다.

본 연구에서는 KOSPI 200 지수 및 지수의 구성 종목과 KOSPI 200을 추종하는 8개 ETF에 대하여 2003년부터 2014년의 기간 동안 각 지수 및 주식의 일별 수익률을 FnGuide가 제공하는 DataGuide로부터 추출하고 매 t월 말에 지난 12개월 동안의 일별 수익률의 평균, σ 및 KOSPI 지수 수익률에 대한 회귀식의 계수로 정의되는 β 를 측정하여 SR, TR, EM을 구한 후에 본 연구에서 제안하는 EM이 가지는 포트폴리오 투자성과 지표로서의 우월성을 살펴본다.

먼저, EM이 기존의 SR과 TR이 가지는 단점을 극복함을 보이고, 분산 투자가 잘 될수록 효율적 프런티어에 더 가까이 위치함에 따라 EM이 높게 나타남을 Rank test를 통해 밝힌다. 따라서 KOSPI 200 지수 혹은 ETF와 같이 잘 분산된 포트폴리오의 EM이 개별 종목에 비해 높음과 기존의 SR이나 TR이 높은 경우에도 EM이 높음을 다음의 기간 고정효과 회귀 분석을 통해 살펴본다.

$$EM_{it} = \alpha + \beta_1 SR_{it} + \beta_2 TR_{it} + \beta_3 WDP dummy_{it} + \beta_4 WDP \times SR_{it} + \beta_5 WDP \times TR_{it} + u_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

잘 분산 투자된 포트폴리오의 EM이 개별 종목에 비해 높고 SR와 TR의 투자성과 결과를 보존함을 보인 후에 KOSPI 200 지수를 추종하는 8개 ETF를 대상으로 각 ETF가 성숙해 갈수록 EM이 개선되고 있음을 보인다. DEA 분석은 input 요소와 output 요소를 모두 고려하여 가장 효율성이 높은 프런티어를 찾아내고 여기에 이르는 거리를 기준으로 효율성을 측정한다. 따라서 각 측정기간마다 ETF 각각의 효율성 값(EM)을 제공할 뿐만 아니라 효율적 프런티어에 위치하기 위한 input 요소의 목표치를 함께 제공한다. 따라서 전기에 비하여 각 input 요소와 DEA 분석을 통한 input 요소의 목표치의 거리가 얼마나 개선되었는가를 통해 ETF의 효율성을 증가시키려는 노력을 측정할 수 있다. 이를 위해 다음의 식 (3) 및 (4)와 같이 본 연구에서 사용하는 DEA 분석의 input 요소인 σ 와 β 에 대한 조정을 정의한다.

$$\sigma \text{ adjustment} = |\sigma_t - \widehat{\sigma}_t| - |\sigma_{t-1} - \widehat{\sigma}_{t-1}| \quad (3)$$

$$\beta \text{ adjustment} = |\beta_t - \widehat{\beta}_t| - |\beta_{t-1} - \widehat{\beta}_{t-1}| \quad (4)$$

즉 DEA분석에 의해 결정되는 EM을 개선하기 위해서는 input 요소인 σ 와 β 를 조정하여 개선시킬 수 있는데, 각 ETF가 성장함에 따라 어떠한 경로를 통해 EM을 개선시키고 있

는지를 다음의 ETF 고정효과 회귀분석을 통해 살펴본다.

$$\begin{aligned}
 EM_{it} - EM_{it-1} = & \alpha + \beta_1 \sigma adjustment_{it} + \beta_2 \beta adjustment_{it} \\
 & + \beta_3 Age_{it} + \beta_4 Age \times \sigma adjustment_{it} + \beta_5 Age \times \beta adjustment_{it} \\
 & + \beta_6 Rm_{it} + \beta_7 Rm \times \sigma adjustment_{it} + \beta_8 Rm \times \beta adjustment_{it} + u_i + \varepsilon_{it}
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

<표 2>는 본 연구에서 살펴보는 8개 ETF에 대하여 주요변수의 각 측정기간 동안 일별 평균을 구한 후 이를 전체 기간에 걸쳐 평균한 값을 보고하고 있다. 비록 동일한 KOSPI 200 지수를 추종하지만 표본기간에 포함되는 시기가 서로 다르므로 <표 2>에 보고되는 각 ETF의 평균 수익률, σ 와 β 그리고 SR과 TR이 각 ETF 마다 상당한 차이를 보이고 있다. 하지만 EM 또한 각 ETF 마다 서로 다른 평균치를 보고하고 있는데 시장상황에 영향을 받는 것으로 해석할 수 있다. 전체 거래량 중에서 개인투자자의 매매거래량이 차지하는 비중인 개인투자자비중(IIR)을 보면 각 ETF 별로 개인투자자의 선호가 다를 수 있다.

<Table 2> ETF characteristic variables – daily mean of each variable per measurement period

Variable	ARIRANG 200	KINDEX 200	KODEX 200	KOSEF 200	KStar 200	PowerK 200	TIGER 200	TREX 200
sigma	0.8990	1.5271	1.3853	1.4406	0.9563	0.8901	1.4876	1.1643
Beta	1.0531	1.0017	1.0191	1.0031	1.0361	1.0578	1.0367	1.0253
Return	0.0137	0.0458	0.0578	0.0570	0.0190	0.0063	0.0206	0.0561
SR	0.0056	0.0245	0.0410	0.0372	0.0088	-0.0010	0.0150	0.0382
TR	0.0058	0.0374	0.0474	0.0476	0.0111	-0.0014	0.0111	0.0478
EM	0.9337	0.8266	0.8941	0.8662	0.9155	0.9313	0.8211	0.9082
IIR	1.0097	4.6884	36.3661	16.8792	4.9274	0.3846	5.6514	6.8352
Size	26.4172	26.5405	27.8476	25.9952	26.0486	26.8591	27.1294	25.1149
Liquidity	0.8292	1.5741	3.3287	3.3233	0.7271	0.5475	2.8131	1.8903
Cash ratio	0.6238	0.7658	1.2561	0.8388	0.6041	1.0520	0.7719	1.0436

V. DEA 기반 포트폴리오 투자성과 측정의 우월성

이번 장에서는 SR, TR 및 EM을 기준으로 잘 분산된 포트폴리오를 대표하는 8개 ETF와 KOSPI 200 Index의 성과를 개별 종목과 비교 평가함으로써 SR, TR이 성과 측정에서 갖는 한계와 이를 보완한 DEA를 이용한 EM 기반의 성과 측정 결과를 검토한다. <표 3>은 2003년부터 2014년까지 12년 동안 8개 ETF와 KOSPI 200 Index를 200여개 개별 주식과 비교한 상대적 순위를 SR, TR, EM을 기준으로 요약한 자료이다.

일반적으로 잘 분산된 포트폴리오는 mean-risk efficient하므로, 개별 주식에 비하여 상대적 순위 또한 높을 것으로 예상된다. 하지만 <표 3(a)>와 <표 3(b)>에 제시된 바와 같이 SR과 TR을 기준으로 보면 8개 ETF와 KOSPI 200 Index의 상대적 순위가 200여개 개별 종목과 비교하여 매우 낮게 나타나고 있다. 이는 III장에서 제시한 바와 같이 SR과 TR은 무위험 수익률과 efficient frontier를 연결하는 선의 기울기를 통하여 제한된 정보만을 제공하며, 실제 convex 한 mean-risk efficient 공간을 적절하게 나타내지 못하고 있음을 의미한다. 하지만 <표 3(c)>과 같이 EM을 기준으로 측정한 결과 ETF와 KOSPI 200 Index가 상대적으로 매우 우수한 성과를 나타내고 있다. 이는 DEA를 활용한 EM이 mean-risk 공간에서 efficient frontier를 적절하게 활용하여 분산투자의 효과를 명시적으로 제시함을 의미한다.

<Table 3> (a) Rank based on Sharpe ratio by year

Type	Name	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14
ETF	KODEX200	60	63	9	86	54	146	24	38	105	57	110	139
ETF	KOSEF00	65	64	19	103	52	141	41	75	103	61	104	136
ETF	TIGER200						152	32	66	106	52	99	140
ETF	KINDEX200							55	67	95	58	98	130
ETF	TREX200							17	37	108	48	111	138
ETF	ARIRANG200										55	115	133

ETF	POWERK200										113	100	129
ETF	KSTAR200										56	112	134
Index	KOSPI200	69	71	11	106	63	162	35	43	110	62	120	143

<Table 3> (b) Rank based on Treynor ratio by year

Type	Name	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14
ETF	KODEX200	100	81	117	105	107	97	104	101	91	89	109	104
ETF	KOSEF00	101	79	109	112	101	96	117	103	87	91	107	102
ETF	TIGER200						121	108	107	92	84	104	105
ETF	KINDEX200							102	96	90	88	102	99
ETF	TREX200							94	99	95	79	110	103
ETF	ARIRANG200										86	114	101
ETF	POWERK200										119	105	97
ETF	KSTAR200										87	111	100
Index	KOSPI200	106	88	126	113	111	110	112	110	97	93	115	106

<Table 3> (c) Rank based on Efficiency measure (EM) by year

Type	Name	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14
ETF	KODEX200	9	13	6	4	1	20	6	1	21	6	9	4
ETF	KOSEF00	12	10	1	5	5	17	7	34	19	13	7	7
ETF	TIGER200						43	8	23	22	8	1	1
ETF	KINDEX200							22	25	30	11	6	5
ETF	TREX200							1	5	18	16	15	6
ETF	ARIRANG200										10	13	10
ETF	POWERK200										12	11	9
ETF	KSTAR200										14	8	3
Index	KOSPI200	8	7	1	3	4	16	10	7	28	15	14	11

<표 3> 에서 알 수 있듯이 DEA 분석에 기반한 EM은 기존의 SR과 TR이 가지는 단점을 극복하고 분산 투자가 잘 될수록 효율적 프런티어에 더 가까이 위치함에 따라 투자성과가

더 높은 것으로 해석된다. 본 연구에서 제안한 EM에 근거하여 KOSPI 200 지수 혹은 이를 추종하는 ETF와 같이 잘 분산 투자된 포트폴리오의 성과가 개별 구성 종목에 비해 통계적으로 유의한 차이를 가지며 기존의 투자성과 지표인 SR 및 TR와 서로 상충되는 결과를 가져오는지를 살펴보기 위하여 식 (2)에서의 패널 회귀분석 결과를 <표 4>에 나타내었다.

<Table 4> Explanatory power of traditional efficiency measure

Variable	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Intercept	66.379 *** (71.54)	66.186 *** (73.82)	66.188 *** (73.82)	66.188 *** (73.82)	66.188 *** (73.82)
SR	0.713 *** (46.70)	0.685 *** (46.39)	0.685 *** (46.39)	0.685 *** (46.26)	0.685 *** (46.26)
TR	0.001 * (1.89)	0.001 ** (2.35)	0.001 ** (2.35)	0.001 ** (2.34)	0.001 ** (2.35)
Index		21.724 *** (20.12)			
ETF		20.625 *** (39.09)			
WDP			20.834 *** (43.76)	20.959 *** (38.07)	20.865 *** (39.59)
WDP*SR				-0.042 (-0.45)	
WDP*TR					-0.009 (-0.14)
Period Fixed Effects	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	27,105	27,105	27,105	27,105	27,105
Adj R ²	0.187	0.241	0.241	0.241	0.241

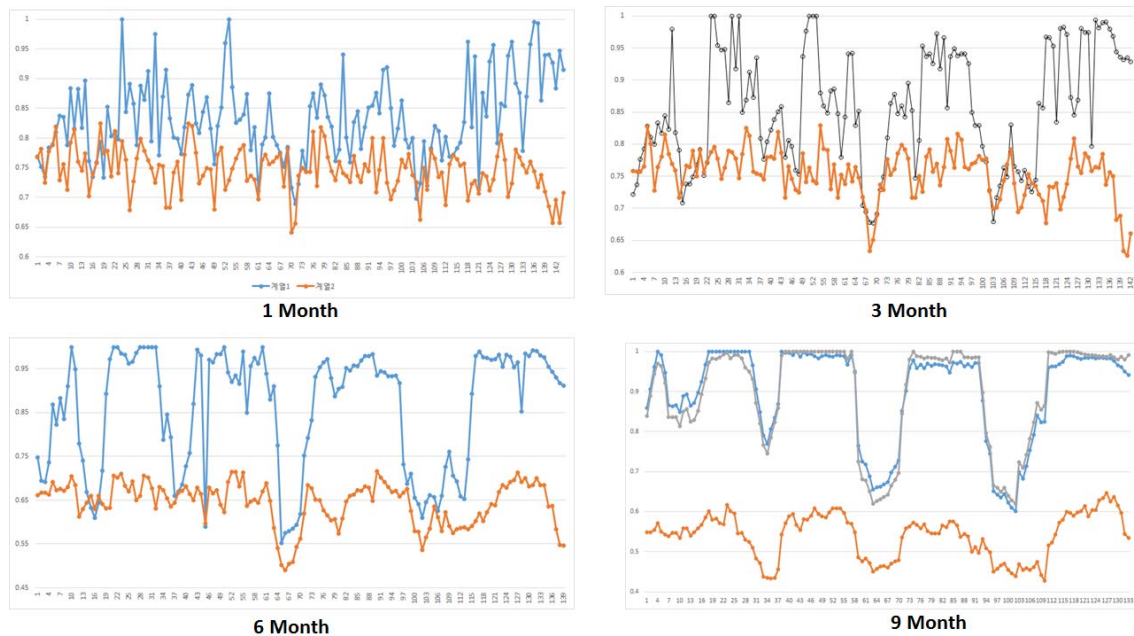
<표 4>의 모든 모형에서 EM은 SR과 TR이 높을수록 통계적으로 유의한 양(+)의 효율성을 가져오는 것으로 평가되며 TR 보다는 SR에 더 영향을 받는 것으로 나타난다. KOSPI 200 지수나 각 ETF의 경우에 개별 구성 종목에 비해 성과가 더 크지만, 이들 잘 분산 투자된 포트폴리오 더미변수(WDP)와 SR, TR과의 교차항을 통해 알 수 있듯이 SR과 TR은 잘

분산투자 포트폴리오의 효율성에 대하여 개별 종목에 비해 더 많은 정보를 제공하는 것은 아니다.

VI. ETF의 투자효율성 개선

<그림 2>는 KOSPI 200 Index의 EM과 200여개 개별 종목의 EM 평균을 비교한 결과이며, 각 그림에 제시된 기간은 수익률과 투자 위험률을 측정하는데 고려한 기간을 의미한다. 예를 들어 9 Month는 9개월 간의 기대 수익률과 투자 위험률을 이용하여 본 연구에서 제안한 EM을 측정된 결과이다. KOSPI 200 Index를 추종하는 ETF의 EM은 KOSPI 200 Index의 EM과 거의 유사한 결과를 보여 그림에서 제외하였다.

<Figure 2> KOSPI 200 Index의 EM과 개별 종목의 EM 평균 비교



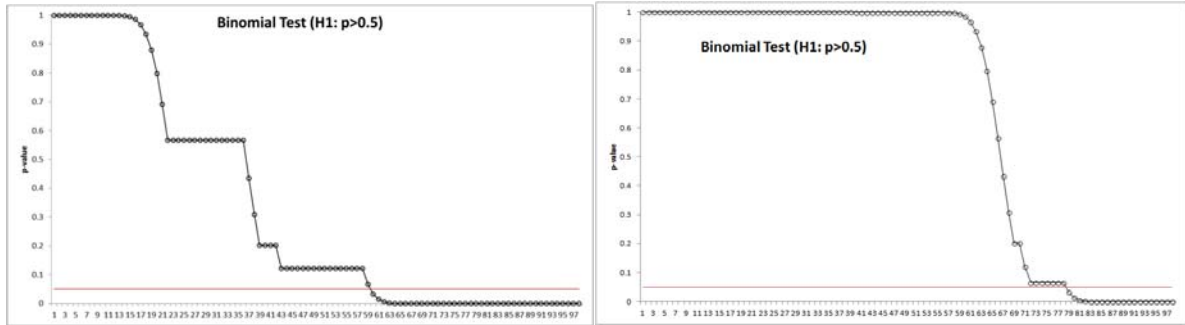
<그림 2>에서 분산투자와 관련한 흥미로운 점을 몇 가지 확인할 수 있다. 우선, 잘 분산된 포트폴리오를 대표하는 KOSPI 200 Index와 이를 추종하는 ETF의 효율성이 개별 주식 종목의 효율성 평균보다 우수함을 확인할 수 있는데, 이는 효율성 관점에서 분산투자가 우수한 투자 전략임을 나타낸다. 둘째, 수익률과 투자 위험률의 측정 기간이 1 Month와 같이 짧은 경우 기간별 EM의 변동성이 매우 크며, 개별 종목의 효율성 평균이 더 우수한 경우가 발생하게 된다. 하지만 측정 기간이 증가할수록 분산투자의 효과가 뚜렷하고 안정적으로 나타나는 것을 확인할 수 있다. 즉, 분산투자의 효과는 투자 기간이 길어질수록 우수한 것을 의미한다. 마지막으로 <그림 2>는 분산투자의 방식을 선택함에 있어 개별 종목에 분산하여 직접 투자하는 것 보다는 KOSPI 200 Index를 추종하는 ETF를 통하여 간접적으로 분산 투자를 하는 것이 효율적임을 제시하고 있다.

<그림 2>에서 ETF를 활용한 분산투자가 효율적인 투자전략이며, 평가 기간이 길어질수록 분산투자의 효율성이 명확해지는 것을 확인하였다. 여기서는 ETF의 투자 효율성이 시간이 지속됨에 따라 개선됨을 KOSPI 200 Index의 효율성과의 상대적 비교를 통하여 평가하고자 한다. 이를 위하여 임의의 기간 동안 KOSPI 200 Index와 ETF의 효율성을 측정하고 기간 내에서 ETF 효율성이 KOSPI200 Index 효율성 보다 높을 가능성을 Binomial Test을 통하여 검정하였다. 예를 들어, 24개월의 기간 동안 1개월 단위로 측정한 효율성을 비교하였을 때 ETF의 효율성이 KOSPI 200 Index의 효율성보다 높은 경우가 21회 발생하였다면 Alternative hypothesis가 $p > 0.7$ 인 Binomial test를 수행하는 경우 $p\text{-value} = 0.042$ 로 5% 유의수준에 대해서 통계적 유의성을 확인할 수 있다. 이는 24개월 기간 동안에 효율성 측면에서 ETF가 KOSPI 200 Index 보다 우수할 확률이 70% 이상인 됨을 의미한다. 본 연구에서는 시간에 따른 ETF의 효율성 개선을 지속적으로 관찰하기 위하여 moving window 기법을 이용하여 Binomial test를 반복적으로 수행하였다.

<Figure 3> binomial test by p-value

(a) KODEX 200

(b) KOSEF 200



<그림 3>은 KODEX 200과 KOSEF 200 ETF를 대상으로 24개월 moving window를 적용하여 Binomial test를 수행하여 도출한 p-value의 시계열 자료를 나타낸다. 이때 hypothetical probability는 50%로 설정하였다. 분석결과를 보면 시간이 경과함에 따라 Binomial Test의 p-value가 지속적으로 감소하고 있다. 즉, KOSPI 200 Index의 효율성과 비교하여 ETF의 효율성이 시간이 지속됨에 따라 지속적으로 개선되며, 일정 시점 이후에는 ETF가 KOSPI 200 Index 보다 효율성을 기준으로 hypothetical probability 이상으로 지속적으로 우수한 상태에 도달하게 된다. 예를 들어, <그림 3(a)>는 KODEX200 ETF의 Binomial Test 결과로 5% 유의수준에 대해서 87개월 이후에는 EFT 효율성이 KOSPI 200 Index 효율성보다 우수할 확률이 50% 이상이 된다. 즉, 최초 EFT 발행 이후 87개월이 지난 시점 이후에는 ETF가 KOSPI 200 Index와 비교하여 상대적으로 안정적인 성과를 갖게 된다. KOSEF 200 ETF의 경우에는 동일 조건에서 106개월 이후 효율성이 우수한 상태에 도달하였다 (그림 3(b)).

<그림 3>에서 제시한 분석방법을 활용함으로써 ETF의 성과가 시간이 지남에 따라서 지속적으로 개선됨을 확인하였다. 전반적인 성과개선의 효과와 함께 본 분석방법을 이용하여 KOSPI 200 Index에 비하여 상대적으로 안정적이고 우수한 성과를 갖기 위한 최소 기간을 확인할 수 있다. 하지만 <그림 3>에서 제시한 검정 결과는 moving window size와

Hypothetical probability 에 따라서 통계적 유의성을 갖는 최소 기간이 달라지게 된다. 본 연구에서는 window size와 hypothetical probability에 대한 민감도 분석을 시행하여, ETF 효율성의 상대적 우수성이 통계적 유의성을 갖는 최소 기간을 확인하였다 <표 5>에 제시된 결과를 보면 Hypothetical probability 와 window size가 증가할수록 통계적 유의성을 갖는 최소 기간이 전반적으로 증가하는 것을 확인할 수 있다.

<Table 5 (a)> Binomial Test by measurement window (KODEX200)

Hypothetical prob. of success window size	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
24	87	89	92	94	-
36	95	97	101	104	106
48	83	105	110	114	118

<Table 5 (b)> Binomial Test by measurement window (KOSEF200)

Hypothetical prob. of success window size	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
24	106	108	111	113	-
36	113	117	120	123	125
48	113	119	129	132	-

본 연구에서 제안한 포트폴리오 투자성과 지표인 EM을 개선하기 위해서는 input 요소인 σ 와 β 를 조정하여야 하는데, KOSPI 200 지수를 추종하는 각 ETF가 성장함에 따라 어떠한 경로를 통해 EM을 개선시키고 있는지를 식(4)를 통해 분석한 결과를 <표 6>에 보고하였다. <모형 1>과 <모형 2>을 보면 DEA 분석의 input 요소인 σ 와 β 를 조정함으로써 ETF의 효율성이 개선됨을 알 수 있다. 하지만 이후의 모형에서 β 조정의 영향이 반대로 바뀌면서 σ 조정의 영향이 더욱 커지는 것으로 보아 β 조정에 비해 σ 조정이 EM에 더욱

큰 영향을 미치는 것으로 해석된다. <모형 3>과 <모형 4>에 보고된 흥미로운 결과는 ETF가 성숙되어 갈수록 σ 와 β 를 조정함으로써 ETF의 효율성이 더욱 개선된다는 것이다. 시장수익률이 높을수록 ETF의 효율성도 높게 나타났지만, σ 와 β 의 조정이 ETF의 효율성에 미치는 효과는 시장수익률에 별다른 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

<Table 6> The effect of σ adjustment and β adjustment on the EM improvement

Variable	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
Intercept	-0.900 *	-0.959 *	-0.778	-0.767	-0.757	-0.660	-0.727
	(-1.86)	(-1.94)	(-1.63)	(-1.61)	(-1.59)	(-1.36)	(-1.49)
σ adjustment	-0.515 ***		-1.095 ***	-0.980 ***	-1.106 ***	-1.347 ***	-1.187 ***
	(-8.49)		(-6.47)	(-5.40)	(-6.56)	(-5.52)	(-5.00)
β adjustment		-0.378 ***	0.581 ***	0.603 ***	0.760 ***	0.817 ***	0.679 ***
		(-6.49)	(3.66)	(3.80)	(4.28)	(3.58)	(2.85)
Age	0.012 *	0.013 *	0.011	0.011	0.011	0.010	0.011
	(1.76)	(1.81)	(1.61)	(1.59)	(1.57)	(1.40)	(1.51)
Age * σ adjustment				-0.003 *			
				(-1.72)			
Age * β adjustment					-0.004 **		
					(-2.20)		
Rm	11.119 ***	11.741 ***	9.788 ***	9.679 ***	9.611 ***	8.909 ***	9.504 ***
	(3.78)	(3.88)	(3.34)	(3.30)	(3.29)	(2.97)	(3.19)
Rm * σ adjustment						-1.029	
						(-1.43)	
Rm * β adjustment							-0.373
							(-0.55)
ETF Fixed Effects	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	562	562	562	562	562	562	562
Adj R ²	0.121	0.077	0.143	0.147	0.150	0.148	0.144

VII. 결론

포트폴리오의 투자성과를 측정하기 위해서 return과 risk를 모두 고려하는 Sharpe ratio와 Treynor ratio의 경우 보유기간 동안 실현된 수익률 및 β 는 음(-)의 값을 가지거나 잘 분산된 포트폴리오의 경우에 낮은 변동성으로 인하여 위험자산의 효율적 프

런티어의 아래쪽에 위치하는 경우 상대적으로 변동성이 크면서 이에 대한 보상이 큰 자산에 비해 Sharpe ratio 혹은 Treynor ratio가 낮게 평가되는 경우가 발생한다. 본 연구에서는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)를 적용하여 다수의 투입요소와 산출요소를 고려하여 효율성 평가가 가능한 투자성과 지표(Efficiency Measure, EM)를 제안하였으며, 효율성 지표(EM)에 따라 KOSPI 200 지수와 이를 추종하는 상장지수펀드(ETF)의 투자성과를 KOSPI 200 지수를 구성하는 각 개별 종목의 투자성과와 비교해본 결과 잘 분산 투자된 포트폴리오의 투자성과가 개별 구성 종목과 비교하여 우월한 효율성을 보여줌을 확인하였다. 이러한 효율성 지표(EM)는 ETF 뿐만 아니라 뮤추얼 펀드 등 다양한 투자전략의 성과를 측정하는 지표로 활용될 수 있을 것으로 기대되며 앞으로 효율성에 기반한 투자전략의 우월성 등에 관한 연구는 추후 과제로 남겨둔다.

참고문헌

- Basso, A. and S. Funari (2001), A data envelopment analysis approach to measure the mutual fund performance, *European Journal of Operational Research*, 135, 477-492
- Bodie, Zvi, Alan J. Marcus, and Alex Kane. *Investments*. Irwin, 1996.
- Chen, Z. and R. Lin (2006), Mutual fund performance evaluation using data envelopment analysis with new risk measures, *OR Spectrum*, 28, 3, 375-398
- Choi, Y. K. and B.P.S. Murthi (2001), Relative Performance Evaluation of Mutual Funds: A Non-Parametric Approach, *Journal of Business Finance & Accounting*, 28, 7-8, 853-876
- Elton, Edwin J., et al (2009). *Modern portfolio theory and investment analysis*. John Wiley & Sons
- Galagedera, DUA and P. Silvapulle (2002), Australian mutual fund performance appraisal using Data Envelopment Analysis, *Managerial Finance*, 28(9), 60-73.
- Galagedera, D., J. Watson, I.M. Premachandra and Y. Chen (2015), Modeling leakage in two-stage DEA models: An application to US mutual fund families, *Omega*, In Press
- Glawischnig, M. and M. Sommersguter-Reichmann (2010), Assessing the performance of alternative investments using non-parametric efficiency measurement approaches: Is it convincing? *Journal of Banking & Finance*, 34(2), 295-303
- Gregoriou, G. N., K. Sedzro, J. Zhu (2005), Hedge fund performance appraisal using data envelopment analysis, *European Journal of Operational Research*, 164 555-571
- Goetzmann, W., J. Ingersoll, M. Spiegel, and I. Welch (2005), 'Sharpening sharpe ratios' . NBER Working Paper No. 9116.

- Haugen, Robert A. *Modern Investment Theory*, 3d edition. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1993.
- Hübner, Georges. "The generalized Treynor ratio." *Review of Finance* 9.3 (2005): 415-435.
- Jensen, M. C. (1968), 'The performance of mutual funds in the period 1945-1964' . *Journal of Finance* 23, 389-416.
- Jobson, J. Dave, and Bob M. Korkie. "Performance hypothesis testing with the Sharpe and Treynor measures." *Journal of Finance* (1981): 889-908.
- Leland, H. (1999), 'Performance beyond mean-variance: Performance measurement in a nonsymmetric world' . *Financial Analysts Journal* 55, 27-36.
- Liu, W., Z. Zhou, D. Liu and H. Xiao (2015), Estimation of portfolio efficiency via DEA, *OMEGA*, 52, 107-118.
- Lo, Andrew W. "The statistics of Sharpe ratios." *Financial Analysts Journal* 58.4 (2002): 36-52.
- McMullen PR and RA Strong (1998), Selection of Mutual Funds Using Data Envelopment Analysis, *Journal of Business and Economic Studies*, 4(1): 1.
- "Morningstar Mutual Funds User's Guide." Chicago: Morningstar Inc., 1993.
- Murthi, B.P.S., Y.K. Choi and P. Desai (1997), Efficiency of mutual funds and portfolio performance measurement: A non-parametric approach, *European Journal of Operational Research*, 98, 408-418
- Pastor, J.T. (1996), Translation invariance in data envelopment analysis: A generalization, *Annals of Operations Research*, 66, 93-102
- Premachandra, I., J.G. Powell and J. Shi (1998), Measuring the relative efficiency of fund management strategies in New Zealand using a spreadsheet-based stochastic data envelopment analysis model, *Omega*, 26(2), 319-331

- Radcliff, Robert C. *Investment Concepts, Analysis, Strategy*, 3d edition. New York: HarperCollins, 1990.
- Sharpe, William F. "Mutual Fund Performance." *Journal of Business*, January 1966, pp. 119-138.
- Sharpe, William F. "Adjusting for Risk in Portfolio Performance Measurement." *Journal of Portfolio Management*, Winter 1975, pp. 29-34.
- Sharpe, William F (1995). "The sharpe ratio." *The journal of portfolio management* 21.1: 49-58.
- Treynor, Jack L. "How to rate management of investment funds." *Harvard business review* 43.1 (1965): 63-75.