

은닉 마르코프 모형을 활용한 포트폴리오 성능 평가연구

A Study on the Portfolio Performance Evaluation using a Hidden Markov Model

이우식¹

Woosik Lee¹

요 약

지속가능경영은 주주가치와 기업가치의 극대화라는 기업 중심의 목표를 넘어 현대 기업이 현대 사회의 지속가능성 확보에 동참하기 위해 필연적으로 추구해 나가야 하는 새롭게 규정된 지향점 중 하나라 할 수 있다. 이 같은 지속가능경영 활동은 기업의 비재무적 성과 중 하나로 보고 있는데, 이러한 비재무적 성과는 ESG 평가 점수를 사용해 측정해 분석에 활용하고 있다. 하지만 비재무적 성과를 전체적으로 계량화하는 데 있어 어려움이 있고, 급변하는 사회적 환경을 고려해 평가 기준의 변경이 불가피할 수 있으며, 평가에 필요한 표준화된 정보를 모든 기업이 제공할 수 있는 여건을 갖고 있지는 않기 때문에 아직은 ESG 평가 결과에 대해 절대적인 신뢰를 갖기에는 어려움이 많다. 이와 관련해 투자자 입장에서 ESG 등급이 높은 기업에 대해 투자를 고려할 수 있지만, 등급의 신뢰성을 담보할 수 없어 ESG ETF가 ESG 투자에 있어 중요한 대안으로 가능할 것이다. 본 연구는 은닉 마르코프 모형을 기반으로 ESG ETF와 Non-ESG ETF에 내재하는 최적의 은닉 상태의 수를 파악 및 검증하여 포트폴리오 성과를 비교·분석하였다. 본 연구의 주요 분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 은닉 마르코프 모형이 각 금융자산의 은닉 상태 분포와 이에 따른 수익률의 변화를 확인하는데 적합한 수단이 될 가능성을 뒷받침하는 실증 연구 결과를 도출했다는 점에서 의의를 갖는다. 둘째, 위험 대비 높은 투자 성과와 누적수익률 측면에서 비교해 본 결과, ESG ETF가 Non-ESG ETF보다 높은 수준의 누적 수익 성과를 보여 주었다. 이를 통해 ESG ETF가 ESG 투자의 대안으로 고려 가능하다는 점을 알 수 있었다.

핵심어 : 비즈니스 애널리틱스, ESG 투자, 계량금융, 금융 시계열

Abstract

Sustainability management can be defined as a newly regulated perspective that goes beyond the corporate-centered purpose of generating shareholder and company wealth, requiring modern firms to actively participate in maintaining the sustainability of current society. These sustainability management actions are regarded as one of a company's non-financial performance factors, which are measured and analyzed using ESG scores. However, assessing non-financial performance in general presents difficulties, and the rapidly changing social environment may need adjustments to evaluation standards. Furthermore, not

¹ College of Business Administration, Gyeongsang National University, Jinju, Korea [Professor]
e-mail: woosiklee@gnu.ac.kr

* 이 연구는 2022년도 경상국립대학교 신진교수 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

* This work was supported by the research grant of the Gyeongsang National University in 2022.

Received(July 24, 2023), Review Result(1st: August 08 2023), Accepted(August 11, 2023), Published(August 31, 2023)



© 2023 The Authors. Published by NCIS.
This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

all firms have the conditions in place to provide the standardized information required for evaluations, reducing the trustworthiness of ESG assessments. Investors may consider investing in companies with high ESG ratings in this regard, although the trustworthiness of such ratings cannot be guaranteed. As a result, ESG ETFs could be a viable option for ESG investments. This work used a hidden Markov model to find and validate the appropriate amount of hidden states inherent in ESG and non-ESG ETFs, as well as to compare and assess portfolio performance. The following are the findings: First, empirical research reveals that the hidden Markov model is a promising tool for finding the hidden state distribution and its impact on returns for each financial asset. Second, in terms of risk-adjusted investment performance and cumulative returns, ESG ETFs outperformed Non-ESG ETFs. This shows that ESG ETFs should be as an ESG investment alternative.

Keyword : Business Analytics, ESG Investing, Quantitative Finance, Financial Time Series

1. 서론

지속가능경영은 주주가치와 기업가치의 극대화라는 기업 중심의 목표를 넘어 현대 기업이 현대 사회의 지속가능성 확보에 동참하기 위해 필연적으로 추구해 나가야 하는 새롭게 규정된 지향점 중 하나라 할 수 있다 [1]. 지속가능경영의 개념은 기존에 정립되어 있던 기업의 사회적 책임 (Corporate Social Responsibility)의 개념과 2006년 UN의 사회적 책임투자원칙(UN Principles for Responsible Investment) 등에 기초해 발전된 개념으로서, 한국표준협회는 이를 ‘조직 및 이해관계자와의 의사소통 증진을 비롯해 조직원의 경제적, 사회적, 환경적 차원의 지속가능성 추구를 통해 그 조직의 가치를 높이는 경영 활동’으로 정의하고 있다 [1].

최근 이러한 기업의 지속가능경영이 강조되고 있는 가운데, 국내 연구 중 강원과 정무권 [2]은 급변하고 있는 글로벌 환경 속에서 지속적인 경쟁력 확보 및 성장성 확충을 위해서 기업들은 주주, 직원, 소비자, 지역사회 등을 아우르는 다양한 유형의 이해관계자들로부터의 신뢰를 공고히 구축할 필요성이 있다는 점을 강조했고, 민재형과 김범식 [3]은 기업의 재무 상태에 기초해 비재무적 성과에 대한 차별 효과 분석 연구에서 지속가능경영을 위한 현실적인 실천 방안을 마련해 제시한 바 있기도 하다.

다수의 선행 연구들을 살펴보면 이 같은 지속가능경영 활동은 기업의 비재무적 성과 중 하나로 보고 있는데, 이러한 비재무적 성과는 ESG 평가 점수를 사용해 측정해 분석에 활용하고 있다. ESG 평가 점수는 기업의 환경(Environment), 사회(Social), 지배구조(Governance)의 3가지 측정 요소로 기업의 지속가능경영 수준을 측정해 기업의 비재무적 성과에 대해 평가를 한다 [1].

국내에서는 한국기업지배구조원에서 OECD 및 ISO26000 등의 국제 기준을 바탕으로 국내 ESG 평가모형을 개발하였다. 2003년 이후 지배구조 분야의 평가에 적용된 이래로, 2011년에 들어서는 전체 상장기업을 평가 대상으로 삼아 환경, 사회, 지배구조의 3가지 분야에 대한 통합적인 평가를 실시했다. 또한 2013년부터는 7등급(S, A+, A, B+, B, C, D)의 평가 체제를 구축해 현재까지 그 체제를 유지하면서 평가를 실시해 매년 그 결과를 공시해 오고 있다. 이 외에도 서스틴베스트,

WHO'S GOOD 지속가능발전소 등 유수의 평가기관들이 ESG 평가모형을 개발해 기업의 지속가능 경영 평가에 동참하고 있다. 하지만 한국기업지배구조원이 모든 상장기업을 평가 대상으로 삼아 ESG 평가를 실시하기 시작한 해는 앞서 언급한 바와 같이 2011년으로 그리 오래되지 못했는데, 현재의 7등급 평가 체계를 구축한 것도 2013년부터여서 이 또한 비교적 최근의 일이라 할 수 있다. 이러한 상황은 국내의 여타 ESG 평가기관 또한 크게 다르지 않은 실정이다. 또한 재무와 회계 정보처럼 기업 관련 제반 비재무적 성과를 전체적으로 계량화하는 데 있어 어려움이 있고, 급변하는 사회적 환경을 고려해 평가 기준의 변경이 불가피할 수 있으며, 평가에 필요한 표준화된 정보를 모든 기업이 제공할 수 있는 여건을 갖고 있지는 않기 때문에 아직은 ESG 평가 결과에 대해 절대적인 신뢰를 갖기에는 어려움이 많다는 견해가 지배적이다 [1]. 이와 관련해 개인투자자 입장에서 ESG 등급이 높은 기업에 대해 투자를 고려할 수 있지만, ESG 등급 부여기관이 평가한 등급의 신뢰성을 담보할 수 없어 기업들이 개별적으로 발행한 지배구조보고서를 참고하거나 ESG 정보가 수록된 지속가능경영보고서를 열람하는 실정인데, 이마저도 해당 보고서를 정기적으로 발행하는 기업이 일부에 불과해서 실효성이 높지 않은 상황이다 [4].

이에 ESG 상장지수펀드(Exchange Traded Funds, 이하 ETF)가 ESG 투자에 있어 중요한 대안으로 고려가 가능할 것이다. 연금시장의 규모가 크게 확장되었고, 이에 따라 기관투자자들의 역할이 강화되며 시장 효율화에 기초한 간접 투자도 활발해지고 있어 ETF 시장은 눈에 띄게 빠른 속도로 성장해 나가고 있다. 한국거래소에 따르면 2023년 2월 국내 ETF 시장 규모는 90조원으로 2002년부터 2022년까지 약 20년 동안 연평균 31.2% 성장해 왔다 [5]. 특히 테마형 ETF의 시장 규모가 빠르게 증가, 2021년 국내 신규 상장된 주가지수 ETF 중에서 77%를 차지한 바 있다. ESG 주식형 ETF도 테마형 ETF의 한 종류로 ESG에 대한 투자자의 수요를 충족하고, ESG 주식형 ETF는 실제 2022년 6월 말 기준으로 12개 종목이 상장되어 있는데, 그 시가총액은 총 6,147억 원에 달하는 것으로 나타났다 [4].

더불어 퇴직연금 사전지정운용제도와 다이렉트 인덱스(Direct Index) 도입으로 연금 계좌를 활용한 ETF 투자 수요도 견고할 것으로 전망되고 있다. 하지만 ESG ETF에 대한 계량금융(Quantitative Finance) 연구는 그간 충분히 수행되지 못하고 있는 실정이다. 대부분의 기존 문헌들은 ESG 평가나 재무적 성과 평가, 또는 기업가치를 중점 연구 소재로 삼고 있다. ESG ETF의 경우, 강신국과 이준서 [4]가 ESG 주식형 ETF에 주목해 이에 대한 자본자산가격결정모형, 파마 프렌치 3요인 모형, 카하르트 4요인 모형 적용을 통해 초과수익률 알파가 존재하는가를 검증하였지만, ESG 주식형 ETF는 초과수익률을 실현하지 못하는 것으로 밝혔다. 이상원 [6]은 코로나 19 발생 전후의 가격괴리율 및 추적오차에 대한 분석에 기초해 국내 ESG ETF에 대한 성과 비교 분석을 수행하였다. 그 결과 ESG ETF 수익률은 기초지수 수익률과 유의한 차이를 보여 기초지수를 효율적으로 추적하지 못한다고 평가하였다. 도연우와 김상배 [7]는 ESG ETF의 가격 괴리가 국내 주식시장의 투자자 심

리와 어떤 관계를 맺고 있는지 패널 회귀분석과 분위수 회귀분석모형을 적용함으로써 ETF 가격결정요인에 대해 실증하였다. 그 결과 ESG ETF의 가격 효율성은 투자자 심리의 영향을 받고, 가격 괴리율의 정도와 시장 상황의 영향 아래 투자자 심리와 비대칭적인 영향 관계를 형성하고 있다고 분석하였다.

본 연구에서는 은닉 마르코프 모형을 활용한 ESG 주식형 ETF(이하 ESG ETF) 성능을 비교·분석하였다. 기존 국내 연구 중 김은총과 오경주 [8]는 은닉 마르코프 모형과 유전자 알고리즘을 활용하여 자산배분 모형을 제시하였고, 강하진과 황범석 [9]은 은닉 마르코프 모형을 국내·외 주가지수 예측에 적용하여 은닉 마르코프 모형의 주가지수 예측 적용 가능성을 제시하였다. 정연승과 김창수 [10]은 2022년도 데이터에 한정하였지만, 주요 12개국 기업과 펀드를 대상으로 ESG 점수가 펀드와 ETF의 재무성과에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것을 분석하여 ESG가 펀드나 ETF에 있어 중요한 투자 지표로서 기능한다는 것을 확인하고 투자시장을 통해서 ESG를 활성화해야 할 필요성을 제기하고, 그 가능성 또한 타진한 바 있다. 이렇듯 ESG ETF 연구들은 대체로 아직 미흡한 실정이다. 이에 따라 본 연구에서는 글로벌 자산운용사인 블랙록(Blackrock)이 제공하는 ESG ETF의 성과 분석을 위해 가오시안(Gaussian) 분포와 여러 은닉 상태 수에 따른 은닉 마르코프 모형을 활용한다는 점에서 선행연구와 차별성을 갖고 있다.

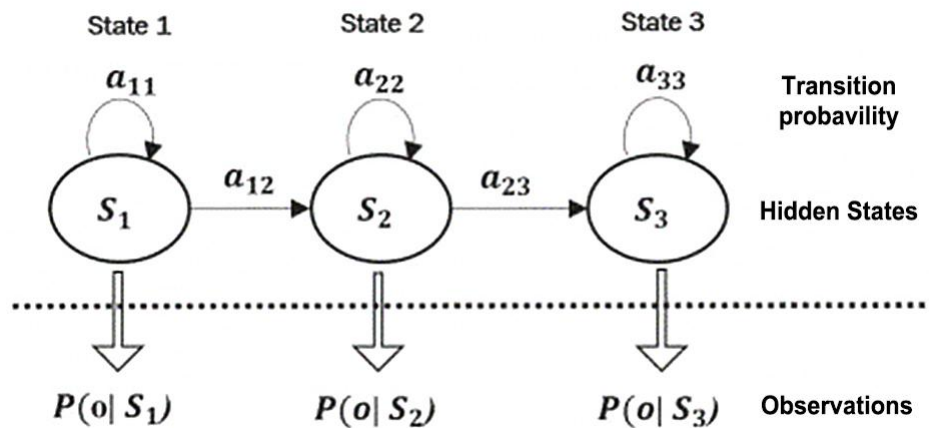
끝으로, 본 연구는 다음과 같은 구성 체계에 따라 기술되어 있다. 제1장 서론에서는 본 연구의 필요성 및 목적을 밝혔고, 제2장에서는 실증 분석을 위한 주요 방법론인 은닉 마르코프 모형에 대한 이론적 배경을 기술하였으며, 제3장에서는 은닉 마르코프 모형을 적용한 실증 분석 결과를 순차적으로 제시하였다. 마지막 제4장에서는 본 연구 수행에 따른 결론과 함께 시사점을 제시하였다.

2. 이론적 배경

은닉 마르코프 모형은 마르코프 모형의 일종으로서, 은닉된 상태 및 관찰 가능한 결과, 이렇게 두 가지 주된 요소로 구성이 되어 있는 통계적 모델이다. 이 모형은 상태를 직접적으로 볼 수 없고 이로부터 야기된 결과들만 관찰할 수 있어 ‘은닉(Hidden)’이라는 단어가 붙게 되었다 [9]. 이 모형에 따른 분석 방법론은 1960년대에 처음 알려졌는데, 1970년대에 들어서면서 해당 모형에 관한 파라미터 추정 관련 방법들이 지속적으로 개발되면서 은닉 마르코프 모형 관련 연구는 더욱 활성화되었다 [11][12]. 은닉 마르코프 모형은 역사적으로 볼 때 1970년대에 음성 인식 분야에 응용되기 시작하면서 널리 알려지게 되었는데, 지금은 생물정보학을 비롯해 언어학, 생태학, 통신 및 금융, 환경 등 다양한 분야로 확장되어 보편적으로 적용되고 있다 [13][14]. 특히, 이 모형은 관찰이 가능한 확률 과정의 경우에 마르코프 연쇄가 주어진 상황에서 조건부 독립이고, 각 시점에 따른 조건부 분포는 해당 시점의 마르코프 연쇄에만 오직 의존하는 기본적 구조를 갖고 있다. 이러한 구조

는 금융 자산 움직임에 대해 적합성이 높은 구조로 알려져 있다 [9]. 임의의 시점에서 금융 자산은 은닉된 여러 상태에 의한 영향 속에서 마르코프 과정을 따른다는 가정이 성립될 수 있기에 그렇다 [9]. 이에 따라 은닉 마르코프 모형은 금융 시계열 분석에 응용할 수 있다 [14].

[그림 1]은 3가지 상태(State)를 갖는 은닉 마르코프 모형을 개념적으로 설명한 것이다 [15]. 은닉 마르코프 모형은 S_1, S_2 그리고 S_3 의 상태에서부터 출력되는 수열(o)에 대한 $P(o | S_1)$, $P(o | S_2)$ 그리고 $P(o | S_3)$ 을 계산한 후, 상태들 사이의 전이확률(a_{11}, a_{12} 등)을 추정하고, 전이확률의 해석의 통해 은닉 상태를 예측하기 위한 모형이다 [15].



[그림 1] 3가지 상태를 갖는 은닉 마르코프 모형

[Fig. 1] Graphical Explanation of Hidden Markov Model with Three States

3. 실증분석

3.1 자료의 구성

본 연구가 실증 분석에 활용할 자료는 ESG 선도 기업에 투자하는 DSI와 SUSA로 ESG 시장 전체를 대표하는 데에는 일정한 한계가 따르지만, 2021년 기준, 운용 자산 측면 [표 1]에서 상위 10위 ESG ETF이다 [16]. ESG ETF는 애플, 마이크로소프트, 아마존, 알파벳 클래스 A·C, 테슬라 등 모두 우수한 빅테크 기업들과 존슨&존슨, 프록터&갬블, 비자, 홈디포, 마스터카드, 디즈니 등 우량 기업의 주식으로 구성되어 있는데, 이들 기업 주식을 통해서 투자 포트폴리오에 있어 다변화를 꾀하고자 하는 국내 투자자가 미국 금융시장뿐만 아니라 ESG에 투자할 수 있는 투자 수단으로서의 적합성이 높다고 판단된다. 본 연구는 실험 수행을 위해 2015년 2월 1일부터 2021년 4월 30일까지

의 일별 증가 자료를 수집하였고, 포트폴리오의 성과를 비교하기 위해 Non-ESG ETF인 IVV를 확보하였다. 이렇게 수집, 확보한 자료를 실증 분석에 활용하였다.

[표 1] 환경, 사회, 지배구조 상장지수펀드

[Table 1] ESG ETF

펀드 티커(제공자)	운용자산(십억달러)	운용 비용(%)	ESG등급	ESG점수	탄소 강도
DSI(iShares)	2.69	0.5	A	6.01	103.74
SUSA(iShares)	2.47	0.5	A	6.27	116.35

ESG ETF와 Non-ESG ETF의 일별 증가에 대한 기술통계량(평균, 표준편차, 왜도 및 첨도)은 [표 2]에서 살펴볼 수 있다. 특히 Non-ESG ETF에서 나타나는 음(-)의 첨도 값은 분포 곡선의 꼬리가 정규분포 곡선의 꼬리에 비해 얇은 것을 의미하고, ESG ETF와 Non-ESG ETF 수익률에서 나타나는 음(-)의 왜도 값은 정규분포에 비해서 부정적 극단 현상의 발생 가능성이 상대적으로 높은 것을 의미한다.

$$\text{ETF 변화율} = \ln(\text{상장지수}(t) / \text{상장지수}(t-1)) \quad (1)$$

[표 2] 기초통계량

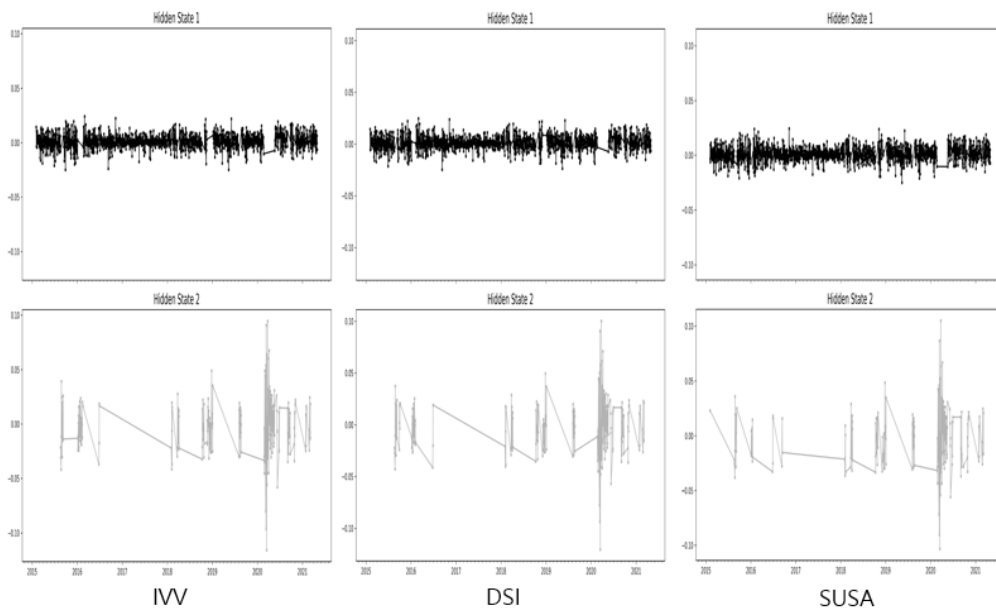
[Table 2] Descriptive Statistics

펀드 티커	ESG ETF		Non-ESG ETF	ESG ETF 수익률(%)		Non-ESG ETF 수익률(%)
	DSI	SUSA	IVV	DSI	SUSA	IVV
평균	49.604015	55.789228	267.121125	0.000553	0.000571	0.000529
중앙값	48.939999	55.090000	266.049988	0.000589	0.000709	0.000616
최대값	80.760002	37.669998	421.609985	0.100190	0.104986	-0.115743
최소값	33.900002	92.839996	183.830002	-0.120521	-0.103403	0.094503
표준편차	10.505500	12.329824	53.094442	0.011862	0.011502	0.011695
왜도	0.805767	0.893125	0.676460	-0.607369	-0.335745	-0.667394
첨도	0.113493	0.346825	-0.103869	18.426282	16.570449	18.480602

3.2 모형의 추정 및 분석

은닉 마르코프 모형을 기반으로 금융 자산에 내재하는 최적의 은닉 상태의 수를 파악 및 검증하여 최적의 포트폴리오를 최종적으로 확인했다. 즉, 학습된 은닉 마르코프 모형을 바탕으로 각각 은닉 상태의 수에 따른 금융자산들의 포트폴리오 성과 분석을 실시하였다. 이때 공매도를 비롯해 증권거래세 등의 거래비용은 고려 대상에서 제외하였다.

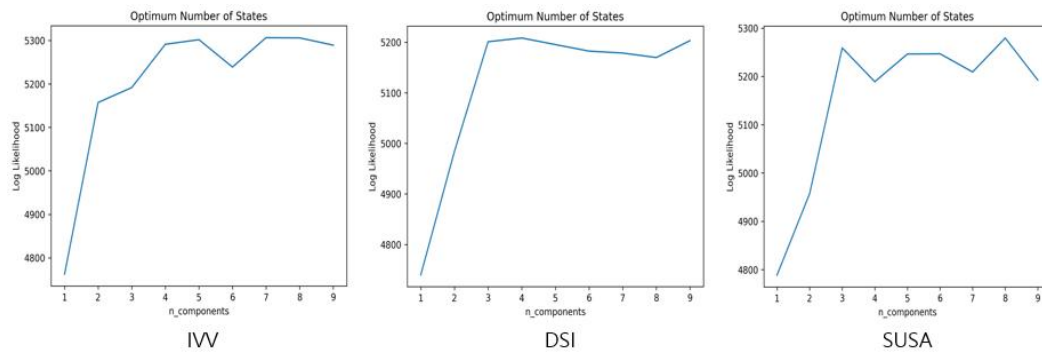
금융 데이터는 연속형이므로 가우시안 분포를 따른다고 가정하고, 은닉 마르코프 모델을 사용하여 분석하였다 [9]. 은닉 마르코프 모델은 가우시안 분포, 금융 데이터에 내재하는 기본 분포의 구성 요소 수, 완전한 공분산 유형 그리고 100번의 반복 회수로 설정하였다. 즉, 가우시안 분포를 생성하는 은닉 마르코프 모델을 활용하여 은닉 상태를 예측한 후, 각 금융자산의 수익률과 연결시켜 어떤 수익률이 어떤 상태에 속하는지 확인한다. 이를 통해 각 금융자산 시계열의 은닉 상태 분포와 이에 따른 수익률의 변화를 확인할 수 있다. 예를 들어, [그림 2]은 IVV, DSI 그리고 SUSA에 대한 두 가지 은닉 상태(Hidden State)를 보여주고 있다. IVV의 경우, 상태 1 경우의 수익률 평균은 0.001079, 그리고 상태 2 경우의 수익률 평균은 -0.002008이다. DSI의 경우, 상태 1 경우의 수익률 평균은 -0.002396 그리고 상태 2 경우의 수익률 평균은 0.001099이다. 마지막으로 SUSA의 경우, 상태 1 경우의 수익률 평균은 -0.002611 그리고 상태 2 경우의 수익률 평균은 0.001127이다.



[그림 2] 가우시안 분포를 생성하는 은닉 마르코프 모델의 상태별 관측값

[Fig. 2] Gaussian Hidden Markov Model with Two States

더불어 각 금융자산에 내재하는 최적의 은닉 상태 수를 파악하기 위해 [그림 3]와 같이 로그 우도 값을 확인하였다. 그 결과 본 연구에서 사용된 자산의 경우, 3~4개가 최적의 은닉 상태인 것으로 나타났다.



[그림 3] 금융 자산의 은닉 상태에 대한 우도 값

[Fig. 3] Likelihood of Hidden States

셋째, 전체 금융 시계열 데이터 중 20%인 테스트 데이터를 예측하고자 선택하였고, 학습된 은닉 마르코프 모델을 바탕으로 각각 은닉 상태의 수에 따른 금융자산들의 포트폴리오 성과를 [표 3]와 같이 분석하였다. 그 결과, 제안한 은닉 마르코프 모델을 통한 포트폴리오가 기본(Vanilla) ETF에 비해 투자성과가 우수함을 알 수 있다. IVV는 은닉 상태 수가 3개 그리고 DSI와 SUSA는 은닉 상태 수가 4개일 때, 높은 샤프지수를 보여 주고 있는데, 이것은 위험 대비 투자수익이 발생했다는 것을 뜻한다. 은닉 상태의 수가 증가함에 따라 샤프지수도 같이 상승하는 경향을 보이지만, 은닉 상태의 수를 늘릴수록 모형의 검증을 위해서 추정해야 하는 파라미터의 수 또한 기하급수적으로 증가를 하기 때문에 여러 측면에서 검증의 효율성을 기하기 위해서 [그림 3]와 같이 제한된 상태에서 분석하였다 [9].

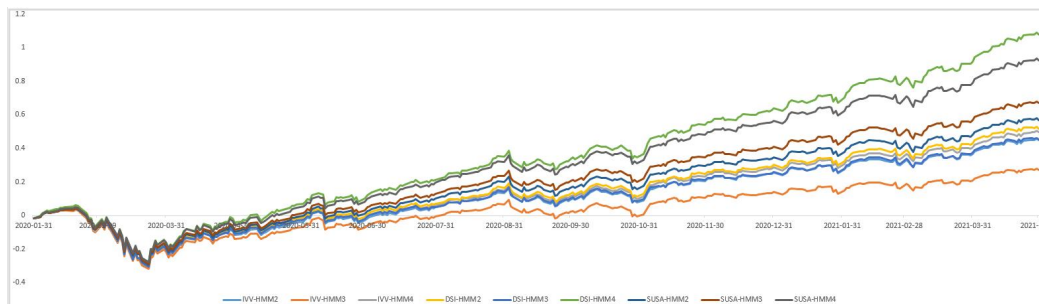
[표 3] 은닉 마르코프 모델 기반 포트폴리오 성과분석

[Table 3] Performance of Portfolio using Gaussian Hidden Markov Model

	수익률(%)	표준편차(%)	샤프지수
ESG ETF(DSI)	23.6	31.9	0.83
ESG ETF(SUSA)	26.7	30.7	0.92
Non-ESG ETF(IVV)	21.3	31.6	0.77
Gaussian HMM(State2)			
ESG ETF(DSI)	39.7	31.9	1.21
ESG ETF(SUSA)	43.5	30.7	1.33
Non-ESG ETF(IVV)	34.6	31.6	1.10
Gaussian HMM(State3)			
ESG ETF(DSI)	34.8	31.9	1.10
ESG ETF(SUSA)	50.6	30.7	1.49
Non-ESG ETF(IVV)	39.4	31.6	1.21
Gaussian HMM(State4)			

ESG ETF(DSI)	79.5	31.9	2.00
ESG ETF(SUSA)	68.8	30.7	1.86
Non-ESG ETF(IVV)	38.1	31.6	1.18

마지막으로, [그림 4]에서와 같이 예측된 테스트 데이터와 가우시안 분포를 생성하는 은닉 마르코프 모형을 활용한 각 금융자산의 포트폴리오의 누적수익률을 분석하였다. 그 결과, 은닉 마르코프 모형의 은닉 상태에 따라 누적 수익률이 크게 달라지는 것을 확인할 수 있다. 누적수익률이 가장 좋은 포트폴리오는 4개의 은닉 상태의 수로 설정된 은닉 마르코프 모형으로 학습하고 예측한 DSI-HMM4이다. 그리고 가장 수익률이 낮은 포트폴리오는 3개의 은닉 상태 수로 설정된 은닉 마르코프 모형으로 학습하고 예측한 IVV-HMM3이다. 이를 통해 은닉 마르코프 모형이 각 금융자산의 은닉 상태 분포와 이에 따른 수익률의 변화를 확인하는 데 적합한 수단이 될 가능성을 뒷받침하는 실증 연구 결과를 도출했다는 점에서 의의를 갖는다. 더불어 전체적으로 ESG ETF가 Non-ESG ETF보다 높은 누적 수익률을 보여 주었다. 이를 통해 ESG ETF가 ESG 투자의 대안으로 고려 가능하다는 것을 보여 준 연구 결과로서도 의의를 갖는다.



[그림 4] 누적수익률
[Fig. 4] Cumulative Returns

4. 결론

지속가능경영은 주주가치와 기업가치의 극대화라는 기업 중심의 목표를 넘어 현대 기업이 미래 사회를 향해 새로이 추구해 나가야 할 지향점 중 하나라 할 수 있다 [1]. 지속가능경영을 높일 수 있는 사회책임투자(Socially Responsible Investment)는 2006년 UN 책임투자원칙을 바탕으로 투자 의사결정 시, 재무적 요인과 함께 비재무적 요인에 속하는 ESG 요인을 동시에 고려한 지속가능책임투자(Sustainable Responsible Investment)이다 [7][17]. 최근에는 ESG 요인을 반영한 사회책임투자에 대한 중요성이 커지면서 향후 ESG 투자의 성장성은 눈에 띄게 높아질 것으로 예측된다. 미국 모

닝스타에 따르면 지속가능책임 투자 잔액은 2021년 말 기준 약 44,550조원이며, 최근 3년간 현금유입액은 매년 2배씩 증가세를 보이고 있다 [4]. 이렇듯 향후 ESG 투자 전망은 매우 밝은 편으로 큰 기대를 모으고 있다.

이러한 인식하에 본 연구에서는 은닉 마르코프 모형을 활용한 ESG ETF와 Non-ESG ETF의 성과를 비교·분석하였다. 본 연구의 주요 분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 은닉 마르코프 모형을 통해 각 금융자산의 은닉 상태 분포와 이에 따른 수익률의 변화를 확인하는 데 적합한 수단이 될 가능성을 뒷받침하는 실증 연구 결과를 도출했다는 점에서 의의를 갖는다. 둘째, 위험 대비 높은 투자 성과와 누적수익률을 서로 비교해 본 결과, ESG ETF가 Non-ESG ETF보다 높은 수준의 누적 수익 성과를 보여 주었다. 이를 통해 ESG ETF가 ESG 투자의 대안으로 고려 가능하다는 점을 알 수 있었다. 그러나 제안한 포트폴리오의 성과를 그대로 인정한다 할지라도 ESG ETF의 포트폴리오 구성 및 운용을 통해서 현실적으로 성과를 창출해 내는 것이 쉽지만은 않다. 재무와 회계 정보처럼 기업 관련 제반 비재무적 성과를 전체적으로 계량화하는 것은 쉽지 않은 일이고, 급변하는 사회적 환경을 고려해 ESG 평가 기준의 변경은 불가피할 수 있으며, 평가에 필요한 표준화된 정보를 모든 기업이 제공할 수 있는 여건을 갖고 있지는 않기 때문에 아직은 ESG 평가를 기반으로 수익성을 비롯해 안전성, 유동성 등의 균형을 이루며 ETF 포트폴리오 구성과 초과 수익률의 추구가 가능한 포트폴리오 성과를 창출하는 데 사실상 어려움이 있을 수밖에 없다. 하지만 본 연구 분석 결과와 같이 ESG ETF의 성과가 Non-ESG ETF 대비 높게 나타난다면 ESG ETF 라인업 활성화에 도움이 될 수 있을 것이고, 기업의 비재무적 활동으로서 ESG에 대한 투자 활동도 더욱 강력히 확산되어 나갈 것으로 기대한다.

이와 같은 여러 연구 의의를 갖고 있지만 미비한 점도 있으므로, 이를 개선하기 위한 향후 연구 방향을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 본 연구가 수집한 표본을 통해 위험 대비 높은 투자 성과와 누적 수익률 측면에서 제안한 모형이 더 나은 성과를 보였지만, 긴 시계열 자료와 ESG ETF 포트폴리오 자산 구성을 고려한 연구가 필요하다. 둘째, 가우시안 분포 외에 다양한 분포를 가정하고 적용하여, 금융자산 특성을 반영한 더 적합한 모형으로 개선할 수 있을 것이다.

References

- [1] H. Lee, J. Song, S. Hong, "The Effect of Non-financial Performance on Risk : Focusing on VaR and ESG Evaluation", *Journal of Industrial Economics and Business*, vol. 34, no. 5, October 2021, pp. 1207-1226, doi: 10.22558/jieb.2021.10.34.5.1207.
- [2] W. Kang, M. Jung, "Effect of ESG Activities and Firm's Financial Characteristics.Korean Journal of Financial Studies", vol. 49, no. 5, October 2020, pp. 681-707, doi: 10.26845/KJFS.2020.10.49.5.681.
- [3] J. H. Min, B. Kim, "Is ESG Effort a Normative Proposition for Sustainability? An Analysis of Different

- Effects of Firms' ESG efforts by Their Respective Financial Status", *Korean Management Science Review*, vol. 36, no. 1, March 2019, pp. 17-35, doi: 10.7737/KMSR.2019.36.1.017.
- [4] S. Kang, J. Yi, "ESG equity ETF Performance Analysis : Does Alpha Exist?", *Review of Financial Information Studies*, vol. 11, no. 3, October 2022, pp. 1-25, doi: 10.35214/rfis.11.3.202210.001.
- [5] D. Han, "ETFs flourish in the era of 90 trillion won", *sedaily.com*, <https://www.sedaily.com/NewsView/29LREDED2Q>.
- [6] S. Lee, "Performance of ESG ETF by Price Disparate Ratio and Tracking Error", *Korean Business Education Review*, vol. 35, no. 6, December 2020 , pp. 309-329, doi: 10.23839/kabe.2020.35.6.309.
- [7] Y. Do, S. Kim, "Influence of Investor's Sentiment on the Disparate Ratio of ESG ETF Using a Quantile Regression", *Korean Association of Financial Engineering*, vol. 21, no. 2, June 2021, pp. 27-51.
- [8] E. C. Kim, K. J. Oh, "Asset allocation strategy using hidden Markov model and genetic algorithm", *Journal of the Korean Data And Information Science Society*, vol. 30, no. 1, January 2019, pp. 33-44, doi: 10.7465/jkdi.2019.30.1.33.
- [9] H. Kang, B. S. Hwang, "A hidden Markov model for predicting global stock market index", *The Korean Journal of applied Statistics*, vol. 34, no. 3, June 2021, pp. 461-475.
- [10] Y. S. Chung, C. S. Kim, "Impact of ESG: International Evidence", *The Korean Journal of Financial Management*, vol. 40, no. 2, April 2023, pp. 189-216, doi: 10.22510/kjofm.2023.40.2.007.
- [11] B. L. T. Petrie, "Statistical inference for probabilistic functions of finite state Markov chains", *The Annals of Mathematical Statistics*, vol. 37, December 1996, pp. 1554-1563, doi: 10.1214/aoms/1177699147.
- [12] B. L. T. Petrie, G. Soules, N. Weiss, "A maximization technique occurring in the statistical analysis of probabilistic functions of Markov chains", *The Annals of Mathematical Statistics*, vol. 41, February 1970, pp. 164-171, doi: 10.1214/aoms/1177697196.
- [13] O. Cappe, E. Moulines, T. Ryden, *Inference in Hidden Markov Models*. Springer, New York. 2006.
- [14] W. Zucchini, I. MacDonald, R. Langrock, *Hidden Markov Models for Time Series: An Introduction Using R*. CRC Press, New York, 2017.
- [15] J. B. Yim, "Estimating the Behavior Path of Seafarer Involved in Marine Accidents by Hidden Markov Model", *Journal of Korean Navigation and Port Research*, vol. 43, no. 3, January 2019, pp. 160-165, doi: 10.5394/KINPR.2019.43.3.160.
- [16] H. In, *Invest in ESG for Wealth Opportunities(Korean Edition)*, Iremedia, 20210
- [17] H. Kwon, D. H. Hahn, "A Study on the Price Discovery of Socially Responsible Investment", *Korean Corporation Management Review*, vol. 26, no. 5, October 2019, pp. 47-61.