

Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Asimetrik Panel Veri Modelleri ile Analizi

Araş. Gör. Hüseyin İÇEN¹, Prof. Dr. Ferda YERDELEN TATOĞLU²

Özet

Birçok iktisadi değişkenin gösterdiği asimetrik davranıştan dolayı, regresyon modellerindeki bağımsız değişkenlerin artış ve azalışlarının bağımlı değişken üzerindeki etkisi farklı olabilmektedir. Değişkenler arasındaki simetrik ilişkiye göre, X değişkenindeki bir birimlik artışın ve azalışın Y değişkeninde yarattığı etki birbirine eşittir. Hangi veri türü ile çalışılırsa çalışılsın ekonometrik analizlerde kullanılan standart regresyon modelleri, bu asimetriyi gözden kaçırmaktadır.

Asimetrik hipotezleri test etmek ve asimetrik modelleri tahmin etmek için gerek yatay kesit gerekse zaman serisi verileri ile çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Chamlin ve Cochran (1998)³, petrol fiyatları ve hırsızlıklara ilişkin iki değişkenli zaman serisi verilerine uygulanan otoregresif hareketli ortalama (ARIMA) modeliyle, Schorderet (2003)⁴ asimetrik eşbütünleşme modeliyle ve Shin vd. (2014)⁵ doğrusal olmayan otoregresif dağıtılmış gecikmeli (NARDL) modelle asimetriyi ele alan ilk çalışmalardandır. Son zamanlarda ise panel verilerle yapılan çalışmalara rastlanmaktadır. Panel doğrusal olmayan otoregresif dağıtılmış gecikmeli (panel NARDL) modeli ilk olarak Salisu ve Isah (2017)⁶ tarafından ele alınmıştır. Panel regresyon modellerinde asimetriyi ele alan çalışmalar da York ve Light'ın (2017)⁷ çalışmasını takiben başlamıştır. Panel veriler ile çalışılırken gözlenemeyen etkilerin bağımsız değişkenlerle korelasyonlu olduğu durumda, bu etkileri modelden düşürmek için yaygın olarak grup içi ya da birinci fark dönüşümleri uygulanmaktadır. Birinci fark modelinde asimetrik ilişkiyi hesaba katabilmek için birinci fark değişkenleri pozitif ve negatif bileşenlere ayrılmakta ve bu değişkenler kullanılarak birinci fark regresyonu tahmin edilmektedir. Birinci farklar modeli en küçük kareler yöntemi ile tahmin edildiğinde, ardışık hata terimleri arasındaki korelasyon tahmincilerin etkin olmamasına sebep olmaktadır. Bu durumda, Allison (2019)⁸ genelleştirilmiş en küçük kareler tahmincilerinin sapmasız ve etkin tahminler ürettiğini göstermiştir. Ardışık hata terimleri arasındaki korelasyonun sabit tutulduğu, ardışık olmayan hata terimleri arasındaki korelasyonun ise sıfır olarak tanımlandığı bir varyans kovaryans matris yapısının kullanılmasını önermiştir.

Yapılan bu çalışmada, şimdiye kadar yapılan çalışmalara ilave olarak, birinci mertebeden otokorelasyonun birimlere göre heterojen olduğu ve olası heteroskedasiteyi de dikkate alan bir yapı uygulanarak, genelleştirilmiş en küçük kareler tahmincisi daha esnek hale getirilmiştir. Çalışmada 2000-2018 dönemi verileri kullanılarak 42 net enerji ithalatçısı ülke için dört

¹ huseyin.icen@istanbul.edu.tr, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri Bölümü, İstanbul / Türkiye

² verdelen@istanbul.edu.tr İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri Bölümü, İstanbul / Türkiye

³ Chamlin, M. B., and Cochran J. K. (1998). Causality, Economic Conditions, and Burglary. *Criminology*, 36: 425–40.

⁴ Schorderet, Y. (2003). *Asymmetric Cointegration*. Genève: Université de Genève / Faculté des sciences économiques et sociales.

⁵ Shin, Y., Yu, B., and Greenwood-Nimmo, M. (2014). Modelling Asymmetric Cointegration and Dynamic Multipliers in A Nonlinear ARDL Framework. In: Horrace WC, Sickles RC (eds) *Festschrift in Honor of Peter Schmidt*. Springer, New York, 281-414.

⁶ Salisu, A. A., and Isah, K. O. (2017). Revisiting the Oil Price and Stock Market Nexus: A Nonlinear Panel ARDL Approach. *Economic Modelling*, 66, 258–271.

⁷ York, R., and Light, R. (2017) Directional Asymmetry in Sociological Analyses. *Socius*, 3: 1-13.

⁸ Allison, P. D., (2019). Asymmetric Fixed-Effects Models for Panel Data. *Socius*, 5: 1-12.

yenilenebilir enerji tüketimi modeli tahmin edilmiştir. Güneş, rüzgâr, jeotermal ve hidroelektrik enerji tüketimlerinin bağımlı değişken olduğu modellerde gelir, ham petrol fiyatı ve CO₂ emisyonu bağımsız değişkenler olarak modele dâhil edilmiştir. Öncelikle bu dört enerji tüketimi üzerinde gelir ve fiyatın asimetric etkisi olup olmadığı test edilmiştir. Güneş enerjisi modelinde hem fiyat hem gelirin; rüzgâr ve jeotermal enerjisi modellerinde sadece fiyatın tüketim üzerindeki etkisinin asimetric olduğu gözlenmiştir. Hidroelektrik enerji modelinde ise, fiyatın ve gelirin tüketim üzerindeki etkisi simetric çıkmıştır. Birimlere göre değişen otokorelasyon yapısı ve varsa heteroskedasite, varyans kovaryans matrisine dâhil edilerek her bir enerji modeli genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilmiştir. Sonuçlara göre, rüzgâr ve güneş enerjisi modellerinde gelir elastikiyeti birden büyük iken jeotermal enerji modelinde ise birden küçük çıkmıştır. Benzer şekilde yine bu üç enerji kaynağının da ham petrol fiyatına karşı duyarlı olduğu anlaşılmıştır. Rüzgâr ve güneş enerjisi tüketimlerinin çevre kirliliğinden (CO₂ salınımından) pozitif yönde etkilendiği ortaya konulmuştur. Hidroelektrik enerji tüketiminin ise fiyat, gelir ve çevre kirliliği ile bağlantısı bulunamamıştır.

Anahtar Kelimeler: *Asimetric Panel Regresyon Modelleri, Yenilenebilir Enerji Tüketimi.*

Jel Kodları: *C23, Q20, Q41*

Analysis of Renewable Energy Consumption with Asymmetric Panel Data Models

Araş. Gör. Hüseyin İÇEN¹, Prof. Dr. Ferda YERDELEN TATOĐLU²

Abstract

Due to the asymmetric behavior of many economic variables, the effect of the increase and decrease of the independent variables in the regression models on the dependent variable may be different. According to the symmetric relationship between the variables, the effect of one unit increase and decrease in the variable X is an equal effect on Y. Standard regression models used in econometric analysis, ignore this asymmetry for all data types.

In order to test the asymmetric hypotheses and to estimate the asymmetric models, various studies have been conducted with both cross-sectional and time series data. Initial studies dealing with asymmetry have done by Chamlin and Cochran (1998)³, Schorderet (2003)⁴ and Shin et al. (2014)⁵. Chamlin and Cochran (1998) have examined the relationship between the oil prices and theft with autoregressive moving average (ARIMA) model. Schorderet (2003) and Shin et al. have applied asymmetric cointegration model and nonlinear autoregressive distributed lag (NARDL) model respectively. The studies with panel data are more recent. Panel NARDL model was first discussed by Salisu and Isah (2017)⁶. The studies on asymmetry in panel regression models also began following York and Light's (2017)⁷ study. In panel data models where individual unobservable effects which are correlated with explanatory variables, within or first difference transformations is commonly used to drop these effects from the model. In order to take into account the asymmetric relationship in the first difference model, the first difference variables are divided into positive and negative components and the first difference regression is estimated using these variables. When the first differences model is estimated with the least squares method, the correlation between sequential error terms causes the estimators to be inefficient. In this case, Allison (2019)⁸ showed that generalized least squares estimators provide unbiased and efficient estimates. Allison (2019) proposed the use of a variance-covariance matrix structure in which the correlation between sequential error terms is defined as zero and the correlation between non-sequential error terms is kept constant. In this study, in addition to these studies, the generalized least squares estimator has been made more flexible by applying a structure in which first order autocorrelation is heterogeneous for units and also considering possible heteroscedasticity.

¹ huseyin.icen@istanbul.edu.tr, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri Bölümü, İstanbul / Türkiye

² verdelen@istanbul.edu.tr İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri Bölümü, İstanbul / Türkiye

³ Chamlin, M. B., and Cochran J. K. (1998). Causality, Economic Conditions, and Burglary. *Criminology*, 36: 425–40.

⁴ Schorderet, Y. (2003). *Asymmetric Cointegration*. Genève: Université de Genève / Faculté des sciences économiques et sociales.

⁵ Shin, Y., Yu, B., and Greenwood-Nimmo, M. (2014). Modelling Asymmetric Cointegration and Dynamic Multipliers in A Nonlinear ARDL Framework. In: Horrace WC, Sickles RC (eds) *Festschrift in Honor of Peter Schmidt*. Springer, New York, 281–414.

⁶ Salisu, A. A., and Isah, K. O. (2017). Revisiting the Oil Price and Stock Market Nexus: A Nonlinear Panel ARDL Approach. *Economic Modelling*, 66, 258–271.

⁷ York, R., and Light, R. (2017) Directional Asymmetry in Sociological Analyses. *Socius*, 3: 1-13.

⁸ Allison, P. D., (2019). Asymmetric Fixed-Effects Models for Panel Data. *Socius*, 5: 1-12.

The four renewable energy consumption models are estimated for 42 net energy importing countries by using data for 2000-2018 periods. Solar, wind, geothermal, and hydroelectric energy consumption variables used as dependent variables while income, crude oil price, and CO₂ emission included as independent variables in these models. Firstly, it has been tested whether the income and price have an asymmetric effect on the energy consumption. In the solar energy model, both the effects of price and income; in the wind and the geothermal energy models, only the effect of price on consumption is asymmetric. In the hydroelectric energy model, the effects of price and income on consumption are symmetric. The autocorrelation structure varying for units and heteroscedasticity are included in variance-covariance matrix and each model is estimated by generalized least squares method.

According to the results in the wind and solar energy models, income elasticity is greater than one while it is less than one in the geothermal energy model. Similarly, these three energy sources is also sensitive to price. It is also seen that wind and solar energy consumption are positive relation with environmental pollution (CO₂ emission). In addition, hydroelectric energy consumption has not been linked to price, income and environmental pollution.

Keywords: *Asymmetric Panel Regression Models, the Consumption of Renewable Energy*

Jel Codes: *C23, Q20, Q41*