2209/A

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEK PROGRAMI

SONUÇ RAPORU

PROJE BAŞLIĞI: **TÜRKİYE'DEKİ YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİM POTANSİYELİNİN DIŞ TİCARET ÜZERİNE ETKİSİ**

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜNÜN ADI: KÜBRA BEKTAŞ

DANIŞMANININ ADI: Dr. Öğr. Üyesi SELMA BÜYÜKKANTARCI TOLGAY

GENEL BİLGİLER

PROJENİN KONUSU	Türkiye'deki Yenilenebilir Enerji Tüketimi Ve Yenilenebilir Enerji Üretim Potansiyelinin Dış Ticaret Üzerine Etkisi
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜNÜN ADI	Kübra BEKTAŞ
DANIŞMANIN ADI	Dr. Öğretim Üyesi Selma BÜYÜKKANTARCI TOLGAY
PROJE BAŞLANGIÇ VE BİTİŞ TARİHLERİ	Mart 2024- Haziran 2024

Sonuç Raporu Formatı:

1. Giriş

1. Günümüzde nüfusun hızla artması ve buna paralel olarak tüketimin artması ve artan tüketime karşın talepleri karşılamak üzere üretimin artması ülkeleri enerji sorunu ile karşı karşıya getirmiştir. Üretimde kullanılan fosil yakıtların rezervlerinin yakın bir gelecekte bitiyor olması ülkeleri yeni enerji kaynakları arayışına itmektedir. Güneş, jeotermal, rüzgâr, biyokütle, dalga enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları son dönemlerde fosil yakıtlara bir alternatif olarak ülkelerin tercih ettiği enerji kaynaklarıdır. Enerji üretimin en önemli fonksiyonudur. Bunu temin edemeyen ülkeler ithalat yolu ile bireysel tüketim ve her türlü üretimde enerjiyi kullanıma sunmaktadır. Ancak bu da ülkelerin ihracat ve ithalatlarını dolayısıyla cari açıklarını etkilemektedir. Son zamanlarda hem Birleşmiş Milletler Kalkınma Hedefleri hem de Avrupa Birliği Yeşil Mütabakat ile sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması amacıyla küresel olarak atılan adımlar, ülkelerin bu konularda yeni stratejiler belirlemesini gerekli kılmıştır. Ülkelerin yenilenemeyen enerji kaynaklarından vazgeçip yenilenebilir enerji üretmesi belirlenen hedefler arasında öncelik arz etmektedir. Bu nedenle Türkiye'deki enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin ortaya konularak daha fazla yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması sonucunda enerji ithalatının azalarak enerjide dışa bağımlılığı ortadan kalkacaktır. azaltılarak dış ticarete olan etkisinin tespit edilmesi çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

Enerji ürünlerinin 2021 yılında üretimde kullanımlarını ilk sırada petrol ürünleri %39,3 ile yer almaktadır. Ardından sırayla, %22,8 ile doğal gaz, %21,5 ile elektrik %10,0 ile kömür ürünleri, %5,2 ile ısı ve %1,2 ile diğer ürünler (yakacak odun, odun

atıkları, diğer biyokütle, odun kömürü, sıvı biyoyakıtlar ve biyogaz) gelmektedir. Enerji ürünlerinin hanehalkının tüketimine bakıldığında ise %47,1 ile ısıtma/soğutma, %35,2 ile ulaştırma ve %17.7 ile aydınlatma, pişirme ve elektrikli ev aletleri almıştır (TUİK). Enerjinin hem üretimde hem de hane halkı tarafından bu kadar tüketilmesi mevcut enerji kaynaklarının rezervlerinin petrolde 40 yıl, doğal gazda 62 yıl, kömürde ise 216 yıl yetecek düzeyde (Ürün ve Soyu, 2016) olduğuna dair yapılan açıklamalar ülkeleri alternatif enerji kaynaklarının üretimine yönlendirmiştir. Enerji piyasası düzenleme kurulundan alınan verilere göre Türkiye'de elektrik ithalatı 2021 yılına 2.329 GWh iken 2022 yılında 6.414 GWh olarak gerçekleşmiştir. 2021 yılından 2022 yılına yıllık değişim %175.4 dür. Yıllık elektrik ihracatı ise 2021 yılında 4.187 Gwh iken 2022 yılında %-11,4 lük bir düşüş ile 3.710 GWh dir (Enerji Piyasası Denetleme Kurumu).

Görüldüğü üzere enerji ihtiyacını ithalat yolu ile karşılayan ülkemizde dış açık sorunu artmaktadır. Türkiye enerji konusunda dışa bağımlı bir ülke olması sebebiyle yerli enerji kaynağı üretimine geçmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle Türkiye'deki yenilenebilir enerji üretim potansiyelinin incelenerek bunun arttırılması için yapılması gereken politikalar dış ticaret açığını azaltıcı etki yapacağından dolayı çalışmanın bilimsel değerini ortaya koymaktadır.

2. Rapor dönemlerinde yapılan çalışmalar

Öncelikle temmuz 2024' e kadar literatürde konu ile ilgili yapılan çalışmalar araştırılmış ve daha önceki çalışmalarda hangi ekonometrik yöntemlerin yapıldığına dair bilgi sahibi olunmuştur. Çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenebilir enerji üretimi, enerji ithalatı ve net enerji ihracatı verileri kullanılarak Türkiye'nin 2000–2022 yılları arasındaki zaman serisi özelliklerini belirlemek amacıyla ADF (Augmented Dickey-Fuller) birim kök testi uygulanmıştır. Bu test ile serilerin durağan olup olmadığı ve ARDL modellemesi için uygunlukları değerlendirilmiştir.

Bir taraftan ekonometri kitapları ve konu ile ilgili kaynaklar satın alınarak derin bilgi sahibi olunmuştur.

Çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenebilir enerji üretimi, enerji ithalatı ve net enerji ihracatı verileri kullanılarak Türkiye'nin 2000–2022 yılları arasındaki zaman serisi özelliklerini belirlemek amacıyla ADF (Augmented Dickey-Fuller) birim kök testi

uygulanmıştır. Bu test ile serilerin durağan olup olmadığı ve ARDL modellemesi için uygunlukları değerlendirilmiştir.

3.1. Durağanlık Analizi Sonuçları

Yapılan analizlerde, dört değişkeninde seviye düzeyinde durağan olmadıkları tespit edilmiştir. Tablo 4'de ADF test istatistikleri ve p-değerlerine göre her bütün değişkenler için de %5 anlamlılık düzeyinde durağanlık reddedilmiştir. Bu durum, serilerin zamanla ortalama ve varyanslarının değiştiğini, dolayısıyla analizlerde doğrudan kullanılmalarının uygun olmadığını göstermektedir.

Tablo 4: Birim kök testi sonuçları

Değişken	ADF İstatistiği	p-değeri	Durağan mı (5%)
Yenilenebilir Enerji Tüketimi (yen_tuk)	-0.0479	0.9544	Hayır
Yenilenebilir Enerji Üretimi (yen_uret)	0.1292	0.9680	Hayır
Enerji İthalatı (en_ith)	-0.5808	0.8753	Hayır
Net Enerji İhracatı (net_en_ihr)	-1.9878	0.2919	Hayır

Seriler seviye durağan bulunamadığı için ADF testi, serilerin birinci farklarını alarak test tekrarlanmıştır. Tablo 5'de ikinci farkları alınan değişkenlerden enerji ithalatı ve net enerji ihracatı değişkenlerinin birinci farkları alındıktan sonra durağan hâle geldiği gösterilmiştir. Diğer iki değişken yenilenebilir enerji üretimi ve tüketimi birinci farkta da durağan olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 5: Birim kök testi birinci farkları alınmış sonuçları

Değişken	ADF İstatistiği	p-değeri	Durağan mı (5%)
ΔYenilenebilir Enerji Tüketimi (yen_tuk_diff)	4.4113	1.000	Hayır
ΔYenilenebilir Enerji Üretimi (yen_uret_diff)	0.0123	0.9595	Hayır
ΔEnerji İthalatı (en_ith_diff)	-3.1229	0.0249	Evet
ΔNet Enerji İhracatı (net_en_ihr_diff)	-6.8688	0.0000	Evet

Bu sonuçlar, enerji ithalatı ve net enerji ihracatı serilerinin I(1) düzeyinde, yani birinci farkta durağan olduklarını göstermektedir. Ancak ADF testi sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi (yen_tuk) ve yenilenebilir enerji üretimi (yen_uret) değişkenleri seviye ve birinci farkta durağan bulunamamıştır. Bu durum, bu serilerin muhtemelen I(2) olduklarını ve dolayısıyla ARDL modeline uygun olmadıklarını göstermektedir. İkinci farkları alındığında yine bu serilerde durağanlık sağlanamamıştır (p-değerleri sırasıyla 0.972 ve 0.215), bu da daha derin yapısal problemler veya trend bileşenleri olabileceğine işaret etmektedir.

Bununla birlikte, enerji ithalatı (en_ith), ikinci farklar alındıktan sonra durağan hâle gelmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç vermiştir (ADF istatistiği: -4.180, $p < 0.05$). Enerji ihracatı (en_ihr) serisi için durum aynı olmamıştır (ADF istatistiği: -0.101, $p = 0.949$). Bu bulgular, yalnızca en_ith değişkeninin modelleme için uygun bir düzeyde durağanlık sağladığını göstermektedir.

Bu sonuçlar, serilerin farklı bütünleşme derecelerine sahip olmasından dolayı, ARDL modellemesinin doğrudan uygulanamayacağını göstermiştir. Modelleme öncesinde

serilerin logaritmik dönüşüm, trend çıkarımı veya yapısal kırılma analizi gibi işlemlerden geçirilmesi gerekebilir.

3.2. Eşbütünleşme ve Uzun Dönem Nedensellik Analizi Sonuçları

Yenilenebilir enerji üretimi ile enerji ithalatı arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını test etmek amacıyla Engle-Granger eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Elde edilen test istatistiği (-0.367) ve buna ait p-değeri (0.973), bu iki değişken arasında uzun dönemli bir ilişki olmadığını göstermiştir.

Bu sonuca göre, yenilenebilir enerji üretimindeki değişimlerin uzun vadede enerji ithalatı üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır. Başka bir ifadeyle, Türkiye'nin yenilenebilir enerji üretim kapasitesindeki artış, henüz enerji ithalatını azaltıcı yönde kalıcı ve yapısal bir etki yaratamamıştır. Bu durum, politika yapıcılar açısından önemli bir gösterge olup, yenilenebilir kaynakların yalnızca üretim boyutunda değil, enerji portföyüne entegrasyonu, iletim altyapısı ve talep tarafı yönetimi gibi alanlarda da etkin stratejiler geliştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Sonuç:

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde enerji ihtiyacının büyük bir kısmı ithalat yolu ile karşılanmaktadır. Genellikle petrol, doğalgaz gibi fosil enerji kaynakları ithalatı yapılmaktadır. Tüm dünya ülkelerinin sahip olduğu doğal kaynakların kullanılması ile elde edilen yenilenebilir enerji kaynaklarına gereken önemin verilmesiyle yenilenemeyen ve doğaya zarar veren fosil yakıtlardan sağlanan enerjiye ihtiyaç azalacak dolayısıyla ithalat da azalacaktır. Bu durum özellikle Türkiye gibi cari açık veren ülkelerde cari açığın azaltılmasına da katkı sağlayacaktır. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarını üretmek için kullanılan teknoloji eksikliği ve maliyetlerin yüksek olması bu kaynaklara sahip olan ülkelerde bile dezavantajlı bir durum haline gelmektedir. Bu nedenle devlet tarafından verilecek teşviklerin arttırılması gerekmektedir. Türkiye de dahil olmak üzere ülkeler enerji arz güvenliğini sağlamak

için enerji verimliliğini sağlayacak yatırımları arttırmak amacıyla üretim kaynaklarını çeşitlendirme yoluna gitmektedir. Bu konu ile ilgili olarak hem yerel hem de küresel yasal mevzuat ve düzenlemeler yapılmaktadır. Küresel anlamda "REPowerEU" Avrupa Komisyonunun enerji tasarrufu ve temiz enerji üretilmesi için hazırladığı bir plan örnek gösterilebilir (European Commission), Türkiye'de de enerji verimliliği, iklim değişikliği ile mücadele ve enerji arz güvenliğinin sağlanması için I. Enerji Verimliliği Eylem Planı UEVEP (2017-2023) ve II. Enerji Verimliliği Eylem Planı UEVEP (2024-2030) hazırlanmıştır. Türkiye için enerji arz güvenliğinin sağlanması için I. UEVEP planında stratejiler belirlenmiştir II. UEVEP'de ulaşılan hedeflere ilave hedefler belirlenmesi için yeni stratejiler oluşturulmuştur.

Bu çalışmada, Türkiye'nin 2000–2022 yılları arasındaki yıllık dönemlerde yenilenebilir enerji üretimi ve tüketimi ile enerji ithalatı ve ihracatı arasındaki ilişkiler ekonometrik olarak incelenmiştir. Öncelikle Uygulanan ADF durağanlık testi uygulanmış ve test sonucunda, yenilenebilir enerji üretimi ve tüketimi serilerinin hem seviye hem de farklarında durağan olmadıkları tespit edilmiştir. Bu durumda, bu seriler için büyük bir ihtimalle ikinci dereceden bütünleşik (I(2)) olması yani ARDL modeli gibi I(0) ve I(1) düzeyde bütünleşik serilerle çalışan yöntemlerle doğrudan uygulanamayacağını göstermiştir. Ancak enerji ithalatı değişkeni ikinci farkları alındıktan sonra durağanlaşmış ve modele dâhil edilebilir duruma gelmiştir. Eşbütünleşme analizi sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji üretimi ile enerji ithalatı arasında uzun dönemli istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Bu bulgular sonucunda, Türkiye'de yenilenebilir enerji üretimindeki artışların henüz enerji ithalatını azaltma yönünde yapısal bir etki oluşturmadığını göstermektedir.

Türkiye'de enerji arz güvenliğini sağlamak için yerli enerji üretiminin arttırılması önem arz etmektedir. Tükettiği enerjiyi kendi üreten ülkelerin enerji arz güvenliği de artmaktadır. Dolayısıyla Türkiye gibi enerji ihtiyacını ithalat yolu ile karşılayan ülkelerinde dışa bağımlılığını azaltacaktır. Çalışmadan elde edilen sonuçlarda yenilenebilir enerji üretiminin artması uzun dönemli olarak enerji ithalatının azalmasında konusunda etkili olmayacağını göstermiştir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarının üretilmesinin arttırılması için verilen teşviklerin sadece üretim alanına değil bununla bağlantılı sistemin kurulması için her faktöre teşvik verilmesi gerekmektedir. Mevcutta üretilen yenilenebilir enerjinin sürdürülebilir olması açısından

kullanılacak şebekelerin sistemle uyumu hale getirilmesi için teknolojilerin de desteklenmesi gerekmektedir.

Yapmış olduğumuz ekonometrik analiz sonucunda yenilenebilir enerji ile enerji ithalatı arasında zayıf bir ilişki tespit edilmiştir. Bu durumu şu andaki uygulanan yenilenebilir enerji politikalarının ithalatı azaltacak şekilde yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bununla birlikte yenilenebilir enerjinin durağan olmaması veri setlerinde yapısal kırılmalar, politika değişimleri veya ani piyasa dalgalanmalarının etkili olabileceğini göstermektedir. Bu nedenle gelecek çalışmalarda yapısal kırılma testleri, trend ayrıştırma yöntemleri veya VECM, FMOLS gibi ekonometrik modelleri ile çalışma tekrarlanabilir.

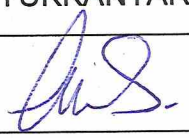
Sonuçta Türkiye'nin enerji arz güvenliğini gerçekleştirmek, enerji sektöründe dışa bağımlılığını azaltmak ve kalıcı bir enerji sistemi oluşturmak amacıyla sadece yenilenebilir enerji kaynaklarının kapasitesinin arttırılması yeterli olmamaktadır. Bununla birlikte bireysel veya endüstriyel tüketim alanlarında kullanılan enerji için tüketicilerin alışkanlıklarının da değiştirilmesi için planlama yapılmalıdır. Enerji sektörü açısında dışa bağımlı olan Türkiye için en önemli makroekonomik sorun olan cari açığı kapatmak için sadece üretimdeki artışlar yetersiz kalacaktır.

2. Çıktılar (Yayınlar,sunumlar v.b.)

Projeden elde edilen sonuçların paylaşılması için 5. BİLSEL INTERNATIONAL GORDİON SCIENTIFIC RESEARCHES CONGRESS June 01-02, 2025, ANKARA/TÜRKİYE Kongresinde, 02 Haziran 2025 tarihinde çevrim içi sunulmuş ve 22 Haziran 2025 tarihinde tam metin kitabında yayınlanacaktır.

3. Proje ile ilgili harcama kalemleri hakkında ayrıntılı bilgi

8000 TL lik toplam bütçe kaleminin 1500 TL lik kısmı analiz ve konu işe ilgili kitap alınmıştır. 1550 TL Proje çıktılarının sunulması için Danışman Hocanın diğer Tübitak öğrencisi ile çevrim içi sunum gerçekleştirmesi için Kongre ücreti olarak gönderilmiştir. Kalan 5450 TL bulunduğumuz enflasyon ortamında bilgisayar almaya yetmediği için Danışman Hocanın destek almaya hak kazanmış diğer öğrencilerinin proje bütçelerinin birleştirilerek ortak bir bilgisayar alınması için TÜBİTAK BİDEB destek den alınan izin ile taşınabilir bilgisayar alınmıştır. Faturada bilgisayar alınması için kullanılan bütün proje numaraları yer almaktadır.

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜNÜN ADI – SOYADI - İMZA	DANIŞMANIN ADI – SOYADI - İMZA
Kübra BEKTAŞ	Selma BÜYÜKKANTARCI TOLGAY
	

Tarih : 02.06.2025