

ÖZGÜN ARAŞTIRMA / ORIGINAL ARTICLE



Copyright@Author(s) - Available online at dergipark.org.tr/en/pub/igusbd.
Content of this journal is Licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 (CC BY-NC-ND) International License.

Ekonomik, Sosyal ve Çevresel Boyutlarıyla Madencilik Sektörünün Sürdürülebilir Kalkınmaya Katkısı: Türkiye Örneği

Contribution of the Mining Sector to Sustainable Development with its Economic, Social and Environmental Dimensions: The Case of Turkey

¹Elif Meryem YURDAKUL 

Öz

Amaç: Çalışmanın amacı Türkiye’de madencilik sektörünün sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisini incelemektir. Bu bağlamda sürdürülebilir kalkınmanın üç bileşeni olan ekonomik sürdürülebilirlik, çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal sürdürülebilirlik ayrı ayrı modellenmiş ve madencilik sektörünün uzun dönemli sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkısı analiz edilmiştir.

Yöntem: Çalışmada oluşturulan modellerde; ekonomik sürdürülebilirlik için ekonomik büyüme, sosyal sürdürülebilirlik için istihdam oranı ve çevresel sürdürülebilirlik karbon emisyonları bağımlı değişken olarak ele alınmıştır. Serilerin durağanlık düzeyleri ADF ve Zivot-Andrews birim kök testleriyle analiz edilmiştir. Seriler arasında uzun dönemli ilişkiyi belirlemek amacıyla Gregory-Hansen yapısal kırılmalı eşbütünleşme testi uygulanmış, uzun dönem katsayı tahminleri ise FMOLS (Fully Modified Ordinary Least Squares) ve CCR (Canonical Cointegrating Regression) yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: Elde edilen sonuçlar, madencilik sektörü ile ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik göstergeleri arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik modellerinde madencilik sektörünün etkisi pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çevresel sürdürülebilirlik modelinde ise etki negatif yönlü olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Sonuç: Türkiye’de madencilik sektörünün ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğe olumlu katkılar sunduğu, ancak çevresel sürdürülebilirlik açısından dikkatli politika tasarımlarına ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca ekonomik ve sosyal

¹Dr. Öğr. Üyesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Yenipazar Meslek Yüksekokulu, Aydın, Türkiye.
✉ eyurdakul@adu.edu.tr

Geliş/Received: 30.05.2025
Kabul/Accepted: 08.01.2026

Elif Meryem YURDAKUL, “Contribution of the Mining Sector to Sustainable Development with its Economic, Social and Environmental Dimensions: The Case of Turkey,” Istanbul Gelism University Journal of Social Sciences, 12 (3), Special Issue on Sustainability, 2025, pp. 1466-1488.

sürdürülebilir açısından uzun dönem katsayılarının düşük çıkması, sektörün potansiyelinin tam olarak kullanılmadığına ve sürdürülebilirliğin artırılması için önemli bir politika açığına işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler

Sürdürülebilir Kalkınma, Madencilik Sektörü, Ekonomik sürdürülebilirlik, Sosyal Sürdürülebilirlik, Çevresel Sürdürülebilirlik.

Abstract

Aim: The objective of this study is to examine the impact of the mining sector in Turkey on sustainable development. In this context, the three components of sustainable development, namely economic sustainability, environmental sustainability, and social sustainability, have been modeled separately, and the contribution of the mining sector to long-term sustainable development goals has been analyzed.

Method: In the models created in the study, economic growth was considered as a dependent variable for economic sustainability, employment rate for social sustainability, and carbon emissions for environmental sustainability. The stationarity levels of the series were analyzed using ADF and Zivot-Andrews unit root tests. The Gregory-Hansen structural break cointegration test was applied to determine the long-term relationship between the series, and the long-term coefficient estimates were obtained using the FMOLS (Fully Modified Ordinary Least Squares) and CCR (Canonical Cointegrating Regression) methods.

Findings: The results obtained reveal a long-term cointegration relationship between the mining sector and economic, social, and environmental sustainability indicators. In particular, the impact of the mining sector on economic and social sustainability models was found to be positive and statistically significant. In the environmental sustainability model, however, the impact was found to be negative but statistically insignificant.

Results: It has been concluded that the mining sector in Turkey makes positive contributions to economic and social sustainability, but that careful policy design is needed in terms of environmental sustainability. In addition, the low long-term coefficients in terms of economic and social sustainability indicate that the sector's potential is not being fully utilized and that there is a significant policy gap in terms of increasing sustainability.

Keywords

Sustainable Development, Mining Sector, Economic Sustainability, Social Sustainability, Environmental Sustainability.

Giriş

Doğal kaynakların çıkarılması ve işlenmesi sürecini kapsayan madencilik sektörü, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için önemli sektörlerden birisidir. Demir, bakır, alüminyum, kömür, altın, gümüş gibi birçok maden ve çeşitli endüstriyel mineraller; inşaat, otomotiv gibi pek çok sektörde kullanılmaktadır. Birçok sanayi dalının ihtiyaç duyduğu hammadde teminin sağlayarak ekonomik kalkınmayı desteklemektedir. Bu nedenle madencilik, sanayiinin gelişimini ve sürdürülebilirliğini doğrudan etkilemektedir (IEA, 2021). Madencilik sektörü aynı zamanda istihdam yaratan ve ekonomik büyümeye katkı sağlayan bir sektördür. Doğrudan birçok kişiye iş imkânı sağlarken, madencilığe dayalı yan sektörlerinde istihdam artışına yol açar (Moritz vd, 2017:54). Maden bakımından zengin yeraltı kaynaklarına sahip bölgelerde iş yaratma imkânı sağlar. Petrol, doğalgaz, uranyum gibi kaynakların madenciligi, ülkelerin enerji politikalarında da kritik rol oynar. Yol, köprü, bina gibi büyük inşaat projelerinde çimento, kum, çakıl, mermer gibi malzemeler maden sektörü sayesinde sağlanır. Ülkelerin maden kaynakları ve madencilik faaliyetleri o ülkenin ekonomik büyümesine de katkılar sağlar. Günümüzde ABD, Kanada ve Avustralya gibi gelişmiş ekonomilere sahip ülkeler, zengin maden rezervlerine sahip olmanın yanı sıra bu kaynakları işleyerek sanayi sektörünü desteklemektedir. Öte

yandan son yıllarda gelişmekte olan ülkeler de madencilik sektörüne yönelerek maden ihracatı veya üretimine dayalı bir ekonomik büyüme modelini benimsemektedir. Afrika'da mineral zengini ülkeler madencilik sektörünün büyümesi sayesinde doğrudan yabancı yatırımlarını, ihracatlarını ve mali gelirlerini artırarak ekonomik büyümelerini desteklemektedirler (Ericson, Löf, 2019:224).

Türkiye özelinde madencilik sektörü, doğrudan ekonomik faaliyetlere dayanan alt kollarıyla makroekonomik sürdürülebilirlik açısından önem arz etmektedir. Örneğin, doğal taş ve mermer ürünleri ihracatı, Türkiye'nin madencilik ihracatında yüksek paya sahiptir; 2023 yılında ülkenin madencilik ve doğal taş sektörü toplam ihracatı 3,4 milyar USD'yi aşmıştır ve bu mal grubu 60'dan fazla ülkeye gönderilmektedir (Ticaret Bakanlığı, Kolay İhracat Platformu, 2026). Aynı zamanda Türkiye, dünya doğal taş pazarında önemli konuma sahip olup blok ve işlenmiş mermer ihracatının toplam değeri milyar dolar düzeylerindedir ve sektör yıllık bazda istikrarlı bir ihracat performansı göstermektedir. Bu durum hem dış talebin karşılanması hem de döviz girdisinin artırılmasında madencilik ürünlerinin ekonomik açıdan kritik rolünü ortaya koymaktadır.

Son yıllarda Türkiye madencilik sektörü açısından stratejik önemi giderek artan bir diğer alan ise nadir toprak elementleridir. Yenilenebilir enerji teknolojileri, savunma sanayii, elektrikli araçlar, batarya sistemleri ve yüksek teknoloji üretiminde kritik girdiler arasında yer alan nadir toprak elementleri, küresel tedarik zincirleri ve enerji dönüşümü bağlamında önemli bir rekabet unsuru hâline gelmiştir. Türkiye'de yapılan jeolojik araştırmalar, özellikle bazı bölgelerde nadir toprak elementlerine ilişkin ekonomik potansiyelin bulunduğunu ortaya koymakta; bu durum madencilik sektörünün uzun vadeli sanayi ve teknoloji politikalarıyla ilişkilendirilerek değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (MTA, 2023; T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022).

Madencilik sektörünün ekonomi ve toplum üzerinde olumlu etkilerinin yanı sıra çeşitli çevresel etkilere de yol açar (Akıncı, Yıldırım, 2024:178). Bu etkiler arasında toprak, hava ve suyun kirlenmesi, ekosisteme zarar vermesi ve doğal çevrenin estetik yapısının bozulması yer almaktadır (Paktunç, 2001:64). Uzun vadeli olumsuz etkilerden en önemlisi ise madencilikten etkilenen arazinin iyileşmemesi ve bio çeşitliliğin geri kazanılamaz olmasıdır (wordatlas.com).

Sürdürülebilir kalkınma kavramı çevresel, ekonomik ve sosyal faktörleri dengeli bir şekilde ele alarak, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını riske atmadan, bugünkü kalkınmayı amaçlayan bir yaklaşımdır. İlk kez 1987 yılında Birleşmiş Milletler tarafından yayınlanan Brundtland Raporu ile geniş çapta tanınmıştır. Raporda sürdürülebilir kalkınma temel unsurları üç temel bileşen üzerine kurulmuştur (UNDP, 2015). Ekonomik büyümenin uzun vadede devamlılığı ve kaynakların etkin kullanımının sağlanması için ekonomik sürdürülebilirliktir. İkinci unsur doğal kaynakların korunması, bio çeşitliliğin devamı ve çevre kirliliğinin önlenmesini amaçlayan çevresel sürdürülebilirliktir. Üçüncü unsur ise insan hakları, toplumsal eşitlik, eğitim, sağlık, yaşam kalitesinin iyileştirilmesinin iyileştirilmesini sağlayan sosyal sürdürülebilirliktir. Bu üç unsur birbirine bağlıdır. Sürdürülebilir kalkınma bu üç unsurun dengeli bir şekilde ele alınmasıyla sağlanabilir. Bu bağlamda çalışmanın amacı Türkiye'de madencilik sektörünün sürdürülebilir kalkınmaya etkisi analiz edilmesidir. İkinci bölümde Türkiye'de madencilik sektörünün gelişimi ve etkileri, üçüncü bölümde konuyla ilgili literatür incelenecektir. Daha sonra dördüncü bölümde ekonometrik analize ilişkin model, veri seti ve yöntem ele alınacaktır. Beşinci bölümde ise madencilik sektörünün sürdürülebilir kalkınmanın boyutları olan ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisi yapısal kırılmalı eşbütünlük testi ile analiz ve elde edilen bulgulara yer verilecektir.

Türkiye'de Madencilik Sektörünün Gelişimi ve Etkileri

Dünya genelindeki maden rezervlerinde ve üretiminde öne çıkan ülkelerin başında ABD, Çin, Güney Afrika, Kanada, Avustralya ve Rusya yer almaktadır. Buna ek olarak, maden sınıfına girmemekle birlikte, petrol üretiminde Suudi Arabistan, Kuveyt, İran, Rusya ve Türk Cumhuriyetleri dikkate değer rezervlere sahiptir. Küresel ticarete ise madencilik ürünleri arasında ihracat değerleri açısından demir dışı metaller ile endüstriyel mineraller önemli bir paya sahiptir (Sunduvaç, 2012:31).

Türkiye'de madencilik faaliyetlerinin tarihsel gelişimi üç temel dönemde incelenebilir: antik çağ madenciliği, Osmanlı İmparatorluğu dönemi ve Cumhuriyet dönemi. Özellikle Cumhuriyet'in ilanından sonra, 1923-1945 yılları arasında, madencilik alanında önemli adımlar atılmıştır. 1932 yılından itibaren benimsenen devletçilik politikası çerçevesinde madencilığa yönelik yatırımlar artmıştır. Bu süreçte, yatırımların finansmanı büyük ölçüde Sümerbank tarafından sağlanmış; 1935 yılında ise Etibank ve Maden Tetkik ve Arama (MTA) Enstitüsü kurulmuştur. Aynı dönemde, Zonguldak taş kömürü havzası ve Ergani bakır işletmesi gibi stratejik maden sahaları kamulaştırılmış; ayrıca

birinci ve ikinci beş yıllık kalkınma planlarında madencilik sektörüne özel önem verilmiştir. 1945 sonrası dönemde ise, madencilik sektöründe kamu öncülüğündeki yapıdan özel sektör ağırlıklı bir modele geçiş süreci başlamıştır. Bu dönüşüm, 1980'li yıllardan itibaren hız kazanmış ve madencilik kuruluşlarının özelleştirilmesiyle birlikte, özel sektörün ön plana çıktığı ve ihracata dayalı ekonomi politikalarının benimsendiği bir dönem başlamıştır (Sönmez, 2016:319). Türkiye'nin karmaşık jeolojik ve tektonik özellikleri, farklı türde maden yataklarının oluşmasına zemin hazırlamıştır. Günümüzde dünya genelinde yaklaşık 90 farklı maden türü çıkarılırken, ülkemizde bu sayının yaklaşık 60 civarında olduğu görülmektedir. Türkiye, özellikle endüstriyel ham maddeler, bazı metalik madenler, linyit ve jeotermal gibi enerji kaynakları açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak, birkaç istisna dışında ülkemizin dünya ölçeğinde büyük rezervlere sahip olduğu söylenemez. Dünya genelinde üretimi ve ticareti yapılan yaklaşık 90 maden ve mineralden yalnızca 13'ünün Türkiye'de ekonomik ölçekte varlığı henüz tespit edilememiştir. Ülkemiz, 50 farklı madende belli ölçüde yeterli rezerve sahipken, 27 maden ve mineralin mevcut rezerv miktarı ve kalitesi ekonomik anlamda işletmeye elverişli değildir. Bu nedenle, Türkiye'nin maden kaynakları ve çeşitliliği bakımından kendine kısmen yetebilen ülkeler grubunda değerlendirilebileceği ifade edilebilir (TC Ticaret Bakanlığı, 2021).

Türkiye'nin en zengin olduğu madenlerin başında, dünya bor rezervlerinin yaklaşık %72'sine sahip olduğu bor mineralleri gelmektedir. Borun yanı sıra, trona (doğal soda), kaya tuzu, sodyum sülfat, perlit, ponza, feldspat, bentonit, barit, manyezit, alçı taşı, stronsiyum tuzları, zeolit, sepiyolit, mermer ve çeşitli doğal taşlar, kuvars, kuvarsit ve zımpara taşı gibi endüstriyel ham maddeler bakımından da önemli rezervlere sahiptir. Ülkemiz bor, mermer, trona, feldspat, barit, alçıtaşı, krom, çimento gibi hammadde kaynakları açısından Dünya'da ilk 5'te yer almaktadır. (Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, 2021) Ayrıca, boksit ve krom gibi metalik madenlerle birlikte, enerji ham maddeleri arasında yer alan linyitte de ülkemiz zengin kaynaklara sahip ülkeler arasında yer almaktadır.

Madencilik sektörü doğal kaynakların yaygın olarak kullanıldığı ve çevresel etkileri yüksek olarak bir sektördür. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınma ilkeleriyle uyumlu bir şekilde yönetilmesi büyük önem taşımaktadır. Madencilik faaliyetlerinin sürdürülebilirliği ekonomik faydanın yanı sıra çevresel ve sosyal etkilerinin de dikkate alınması gerekmektedir.

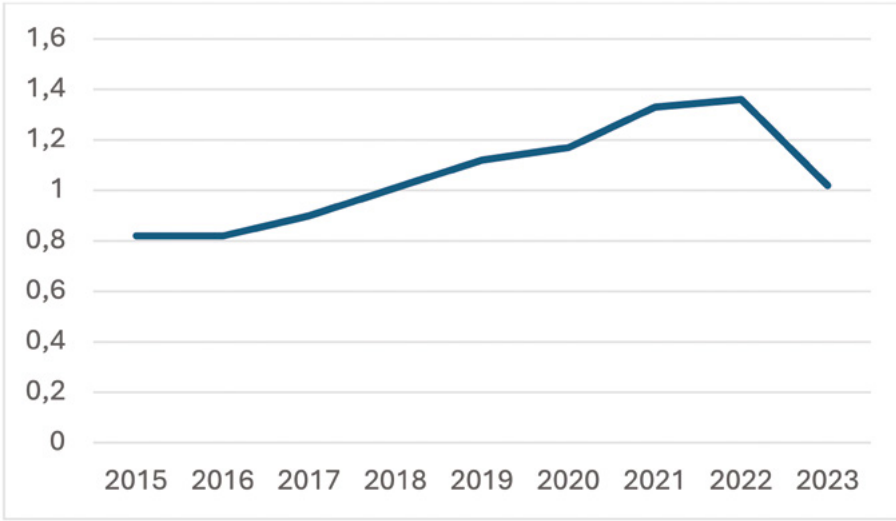
Sanayileşme ve ulusal kalkınma açısından göz ardı edilemeyecek bir öneme sahip olan madencilik sektörünün ekonomiye olan katkısını en iyi yansıtan gösterge, bu sektörün Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) içindeki oranıdır. Bu oran, bir ülkenin maden potansiyeline ve ekonomik gelişmişlik düzeyine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Örneğin, gelişmiş ülkelerden ABD'de bu oran yaklaşık %4 iken, Kanada'da %7 ve Avustralya'da ise %8 seviyelerindedir. Türkiye'de GSYİH ve GSYİH içinde madencilik ve taş ocakçılığının oranı Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Türkiye'de Madencilik Sektörünün GSYH içindeki Payı

Yıllar	GSYH (Milyon TL)	Madencilik ve Taş Ocakçılığı (Milyon TL)	Madenciliğin GSYH içindeki Payı (%)
2015	2.350.941	19.375	0,82
2016	2.626.559	21.549	0,82
2017	3.133.704	28.159	0,90
2018	3.761.165	38.079	1,01
2019	4.317.809	48.190	1,12
2020	5.048.567	59.234	1,17
2021	7.256.141	96.748	1,33
2022	15.011.775	204.676	1,36
2023	26.545.721	270.029	1,02

Kaynak: Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (2025)

Tablo 1 incelendiğinde madencilik sektörünün ulusal üretim içindeki payının dünya ortalamasının oldukça altında olduğu gözlemlenmektedir. 2015 yılında madenciliğin GSYH içindeki payı %0,8 iken 2018 yılından itibaren %'1'in üzerine çıkmaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2020 yılında yayınladığı Madencilik Sektörü Gelişim Raporuna göre Türkiye'de üretilen madenlerin %67'si çimento ve inşaat malzemeleri, %13'ü endüstriyel hammaddeler, %12'si enerji hammaddeleri %6'sı metalik madenler, %2'si doğal taşlardan oluşmaktadır.



Grafik 1. Türkiye’de Madencilik Sektörünün GSYH İçindeki Payı (%)

Tablo 1’de sunulan eğilim, Grafik 1’de görsel olarak özetlenmiştir.

Tablo 2. Türkiye’nin Madencilik ve Taş Ocakçılığı Sektörü İhracatı (Değer: Bin ABD \$) Uluslararası standart sanayi sınıflamasına (ISIC, Rev.4) göre ihracat, 2013-2025 (genel ticaret sistemi)

Yıllar	Endüstriyel Hammaddeler	Doğal Taşlar	Metalik Madenler	Enerji Hammaddeleri	Madencilik Sektörü Toplam İhracat	Toplam İhracat	Toplam İçindeki Madencilik Sektörünün Payı (%)
2015	811.532	1.922.171	1.000.472	16.062	3.750.237	150.982.114	2,48
2016	807.960	1.818.101	923.945	8.780	3.558.786	149.246.999	2,38
2017	925.633	2.059.301	1.396.435	15.720	4.397.089	164.494.619	2,67
2018	1.063.985	1.920.807	1.324.329	27.021	4.336.142	177.168.756	2,45
2019	1.022.275	2.728.668	1.218.094	10.309	4.979.346	180.832.722	2,75
2020	932.052	1.744.492	1.375.155	15.927	4.067.626	169.637.755	2,40
2021	1.249.495	2.107.532	2.162.020	48.977	5.568.024	225.214.458	2,47
2022	1.485.818	2.111.648	2.185.411	182.129	5.965.006	254.169.748	2,35
2023	1.191.692	1.944.308	1.982.647	136.796	5.255.443	255.627.429	2,06
2024	1.246.806	1.955.981	2.341.523	77.750	5.622.060	261.801.501	2,15

Kaynak: Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (2025)

Tablo 2’de Türkiye’de madencilik sektörünün on yıllık ihracatına ilişkin değerler yer almaktadır. 2015 yılında 3.750 milyon dolar olan toplam madencilik sektörü ihracatı 2024 yılında %49,91 artışla 5.622 milyon dolara ulaşmıştır. Madencilik sektörü ihracatı Türkiye’nin toplam ihracat artışı olan %73,39’ı yakalayamamıştır. Sektörün toplam ihracat içindeki payı %2’ler civarındadır. Madencilik sektörü ihracat ürünleri endüstriyel hammaddeler (bentonit, alçıtaşı, kireçtaşları, feldispat vd), doğal taşlar (mermer), metalik madenler (alüminyum, demir, bakır, krom, çinko vd.) ve enerji hammaddelerinden (taşkömürü, linyit, koklaşabilir kömür vd) oluşmaktadır. 2024 yılında sektörün toplam ihracatının %42’si metalik madenler, %35’i doğal taşlar, %22’si endüstriyel hammaddeler, %1’i ise enerji hammaddelerinden oluşmaktadır. En çok ihraç edilen iki maden açısından değerlendirildiğinde doğal taş ihracatı 2015 yılında toplam ihracatın %51’ini oluştururken bu oran 2024 yılında %35’e gerilemiştir. Metalik madenler ise 2015 yılında toplam ihracatın %27’si iken 2025 yılında %42’sidir.

Tablo 3. Türkiye'nin Madencilik ve Taş Ocakçılığı Sektörü İthalatı (Değer: Bin ABD \$)

Yıllar	Endüstriyel Hammaddeler	Doğal Taşlar	Metalik Madenler	Enerji Hammaddeleri	Madencilik Sektörü Toplam İthalat	Toplam İthalat	Toplam İçindeki Madencilik Sektörünün Payı
2015	431.189	208.030	882.239	3.086.445	4.607.903	213.619.211	2,16
2016	446.551	204.256	760.415	2.749.397	4.160.619	202.189.242	2,06
2017	486.025	180.693	1.116.784	4.389.114	6.172.616	238.715.128	2,59
2018	660.973	105.060	1.266.153	4.660.562	6.692.748	231.152.483	2,90
2019	606.683	83.826	1.211.136	3.814.625	5.716.270	210.345.203	2,72
2020	507.428	87.837	1.230.674	2.890.435	4.716.374	219.516.807	2,15
2021	666.553	89.120	2.254.981	4.655.088	7.665.742	271.425.553	2,82
2022	917.580	92.698	1.661.489	8.982.220	11.653.987	363.710.575	3,20
2023	682.955	95.851	1.217.685	6.031.638	8.028.129	361.966.913	2,22
2024	701.468	94.562	1.415.269	5.592.120	7.803.419	344.017.272	2,27

Kaynak: Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, www.mta.gov.tr (2025)

Tablo 3'de madencilik sektörü ithalatına ilişkin on yıllık değerler yer almaktadır. 2015 yılında 4.607 milyon dolar olan madencilik sektörü ithalatı 2024 yılında 7.803 milyon dolara yükselmiştir. On yıllık sürede sektör ithalatı, ihracattan daha büyük oranlı artış göstererek %69 oranında yükselmiştir. 2024 yılında sektörün toplam ihracat içindeki payı %2,27'dir. Madencilik sektörü ithal edilen madenler bazında incelendiğinde 2024 yılı toplam maden ithalatının %72'si enerji hammaddeleri, %18'i metalik madenler, %9'u endüstriyel hammaddeler, %1'i ise doğal taşlardır. Enerji hammaddeleri ithalatı, toplam sektör ithalatı içindeki en fazla ithalat edilen ürün olma özelliğini korumuştur.

Madencilik sektörünün ekonomik etkilerinin yanı sıra istihdam yaratma, alt yapı geliştirme ve yerel ekonomiyi canlandırma potansiyeli gibi sosyal etkileri de söz konusudur (Jenkins, 2004). Madencilik faaliyetlerinin sosyal etkileri, özellikle sürdürülebilir kalkınma anlayışının öne çıkmasıyla birlikte gündeme taşınmış ve tartışmaların odağı olmuştur. Bu faaliyetler, yer seçimine bağlı olduğu için öncelikli etkilerini faaliyetin yürütüldüğü yerel bölgelerde göstermektedir. Bu nedenle, madencilikten doğan yararların ve zararların toplumun farklı grupları arasında nasıl dağıldığı, bu etkinin toplumsal boyutunu değerlendirmede temel bir kriter olarak öne çıkmaktadır. Madencilik sektörü, doğrudan ve dolaylı istihdam yaratma kapasitesiyle bilinir. Doğrudan istihdam, maden sahalarında ve ilgili tesislerde çalışan işgücünü kapsarken, dolaylı istihdam, tedarik zinciri, hizmet sektörü ve madencilik faaliyetlerinin tetiklediği diğer ekonomik aktiviteler aracılığıyla ortaya çıkar (Dashwood, 2019). Modern madencilik, teknolojik gelişmelerle birlikte daha uzmanlaşmış bir işgücüne ihtiyaç duymaktadır. Bu durum, mühendisler, jeologlar, çevre uzmanları ve teknik personel gibi yüksek vasıflı işgücüne olan talebi artırmaktadır (World Bank, 2017). Madencilik sektörü, tedarik zinciri boyunca birçok farklı sektörde istihdam yaratır. Maden ekipmanları üreticileri, inşaat şirketleri, lojistik firmaları, enerji sağlayıcıları ve danışmanlık şirketleri, madencilik sektörüne mal ve hizmet sağlayarak dolaylı istihdama katkıda bulunurlar (Deloitte, 2022). Ayrıca, madencilik sektöründe çalışanların harcamaları, yerel ekonomiyi canlandırarak perakende, konaklama ve diğer hizmet sektörlerinde de istihdam yaratır. Madencilik projeleri, genellikle ulaşım, enerji, su ve iletişim gibi altyapı yatırımlarını gerektirir. Bu altyapı yatırımları, sadece madencilik faaliyetlerini desteklemekle kalmaz, aynı zamanda yerel toplulukların yaşam kalitesini artırır ve ekonomik kalkınmayı teşvik eder (EBRD, 2018). Madencilik projeleri, uzak ve erişilmesi zor bölgelerde yer aldığında, yeni yollar, demiryolları ve limanlar inşa edilmesi gerekebilir. Bu ulaşım altyapısı, sadece madenlerin taşınmasını kolaylaştırmakla kalmaz, aynı zamanda yerel toplulukların diğer bölgelerle bağlantısını artırır ve ticaretin gelişmesine yardımcı olur (UNCTAD, 2019). Ancak, bu katkıların sürdürülebilirliği, yerel toplulukların ihtiyaçlarının gözetilmesi, çevresel etkilerin minimize edilmesi ve teknolojik gelişmelerin etkin bir şekilde kullanılması ile mümkündür.

Madencilik faaliyetleri, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, yerel topluluklar üzerinde derin sosyal etkilere sahip olabilir. Madenlerin çıkarıldığı bölgelerde yaşayanların topraklarını kaybetmesine, sosyal bağlarının zayıflamasına ve kültürel mirasın yok olmasına yol açabilir (Bebbington, 2009). Ayrıca demografik değişim, ekonomik değişim (yeni istihdam ve gelir kaynakları), çevresel değişim (arazi kullanım değişiklikleri, doğal habitat kaybı) yaşam tarzı ve kültürel değişiklikler şeklinde etkileri görülebilir (Singh, Singh, 2016: 22).

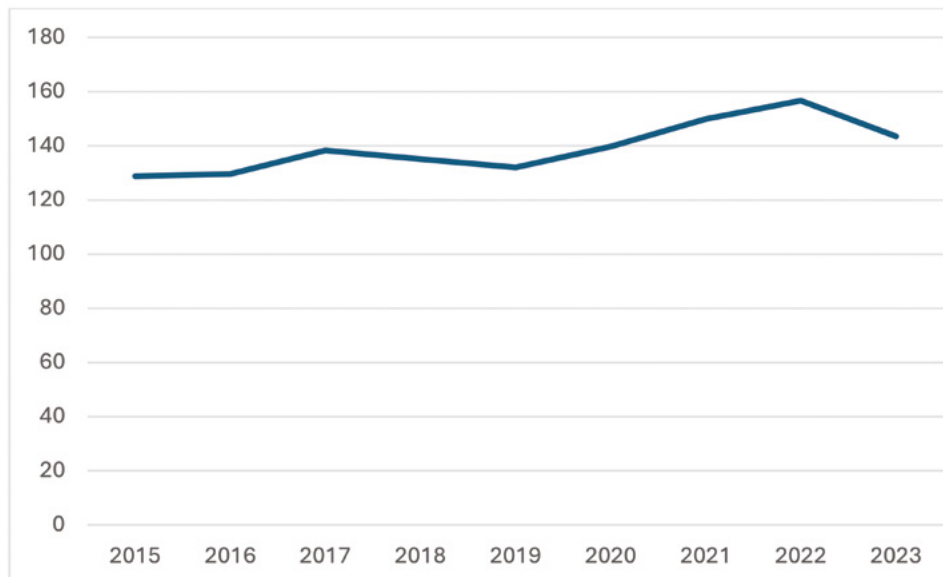
Tablo 4’de Türkiye’de madencilik sektöründe istihdam edilen işçi sayıları ve işyeri sayıları gösterilmektedir.

Tablo 4. Madencilik Sektöründe Faaliyet Gösteren İşyeri ve İşçi Sayıları

Yıl	İşçi Sayısı (Adet)			İşyeri Sayısı (Adet)		
	Kamu	Özel	Toplam	Kamu	Özel	Toplam
2015	14.779	113.962	128.741	95	6.641	6.736
2016	14.248	115.409	129.657	100	6.677	6.777
2017	14.500	123.856	138.356	84	6.695	6.779
2018	16.436	118.635	135.071	124	6.666	6.790
2019	16.353	115.674	132.027	139	6.658	6.797
2020	16.849	122.852	139.701	140	6.726	6.866
2021	17.069	132.863	149.932	161	7.051	7.212
2022	17.531	139.203	156.734	158	7.259	7.417
2023	17.304	126.200	143.504	158	7.028	7.186

Kaynak: Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (www.mta.gov.tr) (2025)

Tablo 4 incelendiğinde madencilik sektöründe 2015 yılında toplam istihdam edilen işçi sayısı 148.741 iken, çalışanların 14.779’ı kamuda 113.962’si özel sektördedir. 2023 yılında kamuda istihdam edilenlerin sayısı 17.304’e özel sektörde istihdam edilen işçilerin sayısı ise 126.200’e yükselmiştir. Madencilik sektöründe faaliyet gösteren işyeri sayısı da 2015 yılında kamuda 95, özel sektörde 6.641 iken 2023 yılında kamuda 158’e özel sektörde 7.186’ya yükselmiştir. Dokuz yıllık veriler genel değerlendirildiğinde toplam işyeri sayısında artış %6,68 iken işçi sayısındaki artış %11,47’dir.



Grafik 2. Türkiye’de Madencilik Sektöründe Toplam İstihdam (2015–2023)

Madencilik sektöründe toplam istihdamın zaman içindeki seyri Grafik 2’de gösterilmektedir.

Madencilik sektörü, ekonomik kalkınma ve sanayi üretimi açısından stratejik öneme sahip olmakla birlikte, çevresel etkileri bakımından da dikkatle değerlendirilmesi gereken bir alandır. Bu etkiler, toprak, su, hava, biyoçeşitlilik ve iklim değişikliği gibi çeşitli çevresel bileşenlerde kendini göstermektedir. Sektör yüksek enerji tüketimiyle karakterize edilen bir sektördür ve bu alanda ortaya çıkan sera gazı salımlarının büyük bölümü kullanılan enerji kaynaklarından kaynaklanmaktadır. Madencilik süreçlerinin iklim değişikliği üzerindeki etkileri; üretim aşamasında tüketilen enerjinin neden olduğu emisyonlar (taşıtlarda kullanılan yakıtlardan kaynaklananlar dahil), sektörün ihtiyaç duyduğu malzemelerin üretimi sırasında oluşan salımlar, patlatma işlemleri sonucu açığa çıkan gazlar ile yer altındaki metan (CH₄), karbondioksit (CO₂) gibi sera gazlarının çıkarma ya da üretim aşamalarında atmosfere karışması gibi unsurları kapsamaktadır (Dikmen, 2017:201). Madencilik faaliyetleri, doğal habitatların tahrip edilmesine ve biyoçeşitliliğin azalmasına neden olmaktadır. Özellikle ormanlık alanlarda yapılan madencilik, flora ve fauna üzerinde geri dönüşmesi zor etkiler bırakmaktadır. Altın ve gümüş madenciliğinde kullanılan siyanür ve cıva gibi kimyasallar, su ve toprak ekosistemlerini zehirleyerek canlı yaşamını tehdit etmektedir (Menteşe, Böbrek, 2020: 46). Diğer taraftan ise, hava ve su kirliliğine neden olarak yerel halkın sağlığını olumsuz etkileyebilir. Özellikle toz, ağır metaller ve diğer toksik maddelere maruz kalma, solunum yolu hastalıkları, kanser ve diğer sağlık sorunlarına yol açabilir (Vapur, uçurum, Arslan, 2007:167).

Literatür

Madencilik sektörü ile sürdürülebilir kalkınma arasındaki ilişkiyi inceleyen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Ancak konuya ilişkin ampirik çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır. Bu çalışmalar, ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik boyutlarını ele alarak, madencilik faaliyetlerinin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkilerini analiz etmektedir. Aşağıda, bu konudaki bazı önemli ampirik çalışmalara yer verilmiştir:

Moritz vd (2017) Kuzey İsveç’teki madenciliğin, sektörler itibarıyla yerel istihdam üzerindeki etkilerini incelemiştir. 2003-2023 döneminin analiz edildiği çalışmada madencilik ve madencilik dışı sektörlerle ilişkin istihdam verileri kullanılmıştır. Sonuçlar, madencilik sektöründeki çalışan sayısındaki artışlar ile diğer sektörlerdeki çalışan sayısındaki değişiklikler arasında pozitif bir istatistiksel ilişki olduğunu göstermektedir. Ericson, Lof (2019) çalışmalarında 1996-2016 yılları arasında 10 Afrika ülkesi için madenciliğin ekonomik kalkınmaya etkisini analiz etmişlerdir. Üretim, ihracat, fiyatlar genel düzeyi, maden kiralaları, arama harcamaları ve devlet gelirleri değişkenlerinin kullandığı çalışmada madenlerin madenciliğin GSYH’ya katkısının 2011 yılında gerçekleştiği sonucuna ulaşmışlardır. Kurukova, Panomarenko (2021) “Madencilik endüstrisi büyümesinin sürdürülebilir kalkınma göstergeleri üzerindeki etkisi” başlıklı makalede, madencilik sektörü ile sürdürülebilir kalkınma arasındaki ilişkiyi, Moğolistan için korelasyon analizi yöntemi ile incelemiştir. GSYH, GSYH içindeki sanayi katma değeri, insani gelişme endeksi, çevresel performans endeksi ve sürdürülebilir toplum endeksinin kullanıldığı çalışmada madencilik sektörü, GSYH arasında 0,94 ve GSYH içindeki sanayi katma değeri arasında 0,86 korelasyon tespit etmişlerdir.

Zmami, Salha, Almarshad, Chekki (2021) çalışmalarında, 1980-2018 dönemi için madenciliğin Suudi Arabistan’daki sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkilerini ampirik olarak değerlendirerek bu tartışmaya katkıda bulunmaktadır. Birçok önceki çalışmanın aksine, üç sürdürülebilir kalkınma boyutu olan ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlar bir arada ele almışlardır. ARDL, Gregory-Hansen ve birleşik koentegrasyon testlerine dayalı koentegrasyon analizi, madencilik ve tüm sürdürülebilir kalkınma boyutları arasında uzun vadeli ilişkilerin varlığını doğrulamışlardır. Ayrıca ulaşılan bulgulara göre, madencilik sektörünün kısa ve uzun vadede ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliği artırmaktadır.

Chen, He, Xu (2023) çalışmalarında, Çin’in kırsal bölgelerinde madencilik sektörünün sürdürülebilir kalkınma süreciyle nasıl uyumlu hale getirilebileceğini ve bu sürecin toplumsal düzeyde katkı sağlama potansiyelini incelemektedirler. Çalışmada, madencilik faaliyetlerinin ekonomik büyümeye katkısının yanı sıra, çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal eşitlik açısından etkileri de değerlendirilmiştir. Veri seti olarak Çin’in farklı kırsal bölgelerinden elde edilen bölgesel kalkınma göstergeleri ile madencilik üretim verileri kullanılmıştır. Ampirik analizler, madencilik faaliyetlerinin sadece

ekonomik değil, sosyal kalkınmayı da destekleyebileceğini; ancak bu etkinin sürdürülebilirlik ilkeleri gözetildiğinde belirginleştiğini göstermektedir. Çalışma, yerel yönetimlerin ve merkezi otoritenin politika koordinasyonuna, kaynak yönetimine ve gelir dağılımına özel önem vermesi gerektiğini vurgulamaktadır. Jovanovic, Stankovic, Krstic (2023) çalışmalarında, madencilik şirketlerinde bilgi yönetimi ve yeşil inovasyon arasındaki etkileşimin, çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini incelemektedirler. Araştırma, bu ilişkileri yapısal eşitlik modellemesi (SEM – Structural Equation Modeling) yöntemi ile analiz etmektedir. Ulaşılan sonuçlara göre bilgi yönetimi, yeşil inovasyonu pozitif yönde etkilemektedir. Ayrıca yeşil inovasyon, sürdürülebilirliğin üç boyutu üzerinde (çevresel, sosyal ve ekonomik) doğrudan ve olumlu bir etkiye sahiptir. Yazarlar, madencilik sektöründe sürdürülebilirliğin artırılmasında bilgi paylaşımı, öğrenme kültürü ve çevresel yeniliklerin ne kadar kritik olduğunu ifade etmişlerdir. Tian vd (2024) çalışmalarında 2005-2021 yılları arasında dokuz ASEAN ülkesindeki madencilik sektöründe yapılan özel yatırımların sosyal sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini CS-ARDL panel veri yaklaşımını kullanarak incelemişlerdir. Sonuçlar, özel madencilik yatırımları ile sosyal sürdürülebilirlik arasında negatif bir ilişki olduğunu, çevresel bozulma, gelir eşitsizliği ve ekonomik dalgalanma nedeniyle kısa vadede %0,15 ve uzun vadede %0,59'luk bir azalma olduğunu göstermektedir. Kırsal GSYİH'deki %1'lik bir artış, sırasıyla kısa ve uzun vadede sosyal sürdürülebilirliği %0,03 ve %0,17 oranında azaltmaktadır ve bu da çevre dostu ekonomik faaliyetlere duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır. Ayrıca, enflasyon sosyal sürdürülebilirliği azaltırken, kırsal internet erişimi önemli ölçüde iyileştirmektedir. Sürdürülebilir yatırımı teşvik etmek için, politikaların yeşil finans, sürdürülebilir okuryazarlık, risk azaltma ve sürdürülebilir kalkınma ilkelerine uygun kırsal ekonomik büyümeye odaklanması gerekmektedir.

Veri Seti, Modeller ve Yöntem

Çalışmada madencilik sektörü ile sürdürülebilir kalkınma ilişkisi analiz edilecektir. Bu amaçla 1980 – 2023 dönemi yıllık verileri ile sürdürülebilir kalkınmanın üç bileşeni olan ekonomik sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik ve çevresel sürdürülebilirliğin madencilik sektörü üzerindeki etkisi ayrı ayrı test edilecektir. Çalışmada kullanılan veri seti uzun bir dönemi kapsadığından değişkenler arasındaki ilişki yapısal kırılmalı birim kök testi ve yapısal kırılmalı eş bütünleşme testi ile incelenmiştir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığı (eşbütünleşme) tespit edildikten sonra uzun dönem katsayıları FMOLS ve CCR yöntemleri ile tahmin edilip yorumlanmıştır.

Sürdürülebilir kalkınma analizi için çalışmada kullanılan değişkenler, kısaltmaları ve kaynakları aşağıdaki gibidir.

Tablo 5: Çalışmada Kullanılan Değişkenlere İlişkin Bilgiler

Kısaltması	Değişken adı	Kaynağı
mad	Madencilik Sektörü (GSYH içindeki Madencilik ve Taş Ocakçılığı Sektörü (Bin TL))	TÜİK (2013) ve TÜİK Resmi İnternet Sitesi
yh	Yatırım Harcamaları (Dolar)	Dünya Bankası
kh	Kamu Harcamaları (Dolar)	Dünya Bankası
ta	Ticari Açıklık ((İhracat + İthalat) / GSYH) (Dolar)	Dünya Bankası
ist	İstihdam oranı (%)	Sosyalveri.net
co2	Kişi Başına CO2	Dünya Bankası
y	GSYH (Alıcı Fiyatlarıyla GSYH) (Dolar)	Dünya Bankası
fs	Fiziksel Sermaye (Brüt Sabit Sermaye) (Dolar)	Dünya Bankası
bs	Beşerî Sermaye (Yükseköğretimdeki Öğrenci Sayısı)	Tüik 100 Yılın Göstergeleri
Kby	Kişi Başına GSYH (Dolar)	Dünya Bankası
entuk	Kişi Başına Enerji Tüketimi (Btu)	Dünya Bankası, ABD Enerji Bilgi İdaresi

Tablo 5'deki değişkenler ile sürdürülebilir kalkınma ile madencilik sektörü ilişkisi için üç ayrı model kurulmuştur. Modeller (Zmami vd. 2021)the three sustainable development dimensions, namely

economic, social, and environmental, are jointly considered. The cointegration analysis, based on the ARDL, Gregory-Hansen, and combined cointegration tests, confirms the existence of long-run relationships between mining and all sustainable development dimensions. Furthermore, the findings lend substantial evidence on the importance of the mining sector in enhancing economic and social sustainability in the short and long-run. There is, however, no evidence of the existence of adverse environmental effects of mining. The long-run effects of mining are robust to a battery of robustness and stability tests. Suitable policy recommendations are subsequently reported.”, container-title:”Journal of Sustainable Mining”, DOI:”10.46873/2300-3960.1056”, ISSN:”2300-3960”, issue:”2”, journalAbbreviation:”Journal of Sustainable Mining”, language:”en”, page:”122-136”, source:”DOI.org (Crossref’in çalışmasından alınmıştır).

Model 1: Ekonomik Sürdürülebilirlik

$$kby_t = \theta_0 + \theta_1 mad_t + \theta_2 yh_t + \theta_3 kh_t + \theta_4 ta_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Model 1 madencilik sektörünün ekonomik sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini analiz etmek üzere oluşturulmuştur. Denklemden t zaman boyutunu (1980-2023), ε hata terimini temsil etmektedir. Modelde bağımlı değişken ekonomik sürdürülebilirlik göstergesi olarak ekonomik büyüme (kby), bağımsız değişken madencilik sektörü (mad) üretim değerleridir. Ayrıca denkleme kontrol değişkenleri olarak ekonomik büyümeyi destekleyen yatırım harcamaları (yh), kamu harcamaları (kh) ve ticari açıklık (ta) eklenmiştir. Türkiye ile ilgili yapılan çalışmalar, kamu harcamalarının ve yatırım harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin ((Oktayer, Susam (2008), Mızrak, Üçler (2012), Bakkal (2016), Şengür, Ercan, (2023), Yıldız, Kavak, Aktan (2023)) pozitif olduğu yönündedir. Ticari açıklığın ekonomik büyüme üzerindeki etkisi konusunda fikir birliğine varılamamıştır. Özel (2012), Çetin, Can, Kapçak (2023), Karataş Ergül (2023), ticari açıklığın ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin pozitif olduğu ifade ederken Ümit (2016) negatif etkisi olduğunu ampirik olarak kanıtlamıştır.

Model 2: Sosyal Sürdürülebilirlik

$$ist_t = \theta_0 + \theta_1 mad_t + \theta_2 y_t + \theta_3 fs_t + \theta_4 bs_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

Model 2 ile madencilik sektörünün sosyal sürdürülebilirlik üzerindeki etkisi analiz edilecektir. Modelde istihdam (ist) bağımlı değişken olarak sosyal sürdürülebilirliği temsil etmektedir. Kontrol değişkenleri olarak, GSMH (y), fiziksel sermaye (fs), beşerî sermaye (bs) eklenmiştir. Literatürde ekonomik büyümenin istihdamı artırdığı yönünde pek çok çalışma mevcuttur. Sürdürülebilir kalkınmanın önemli unsurlarından olan emek ve sermaye faktörü hem ekonomik büyümenin hem de kalkınmanın itici güçlerindendir (Keskin, 2011:127). Beşerî sermaye üretime katılan işgücünün bilgi beceri gibi pozitif değerlerini ifade ederken, fiziksel sermaye ise fiziksel yatırımların artırılmasıdır (Sofuoğlu, Kartal, 2023:3142). Sosyal sürdürülebilirlik kavramı, yalnızca istihdam artışı ile sınırlı olmayıp; yerel refahın iyileştirilmesi, altyapı olanaklarının geliştirilmesi, bölgesel kalkınma, sosyal hizmetlere erişim ve madencilik faaliyetleri kapsamında yürütülen sosyal sorumluluk uygulamalarını da içeren çok boyutlu bir yapıya sahiptir. Bununla birlikte, ampirik analizlerde bu geniş çerçevenin tamamını temsil edecek uzun dönemli ve tutarlı veri setlerine erişim çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bu nedenle çalışmada sosyal sürdürülebilirlik, literatürde yaygın bir yaklaşım izlenerek istihdam oranı üzerinden temsil edilmiştir. İstihdam göstergesi, madencilik faaliyetlerinin özellikle kırsal bölgelerde ekonomik canlılık yaratması ve hanehalkı gelirlerine doğrudan katkı sağlaması bakımından sosyal sürdürülebilirliğin temel ve ölçülebilir boyutlarından biri olarak değerlendirilmektedir.

Model 3: Çevresel Sürdürülebilirlik

$$co2_t = \theta_0 + \theta_1 mad_t + \theta_2 kby_t + \theta_3 entuk_t + \theta_4 ta_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

Model 3 ile madencilik sektörünün çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisi analiz edilecektir. Modelde karbon emisyonu (co2) bağımlı değişken olarak çevresel sürdürülebilirliği temsil etmektedir. Kontrol değişkenleri kişi başına GSYH (kby), enerji tüketimi ve ticari açıklık (ta)’tır. Sürdürülebilirlik bağlamında, enerji tüketimi ve bu tüketim sonucunda ortaya çıkan karbon emisyonlarının seviyesi büyük önem taşımaktadır. Ekonomik büyüme hızı ile karbon salımı arasındaki ilişki ise, akademik literatürde sıkça ele alınan başlıca konular arasında yer almaktadır. Çalışmaların önemli bir kısmında ((Özbek, Özoğlu, 2022), (Kazanas vd, 2023), (Dallı ve Kütükçü, 2023)) ekonomik büyüme ve enerji

tüketiminin karbon emisyonunu artırdığı yönündedir. Çevresel sürdürülebilirliği etkileyen bir diğer faktör ise ticari açıklıktır. Bir ülkenin dış ticaretindeki yoğunlaşmanın üretimde artışa neden olması, çevresel tahribat açısından önemli sorunlara yol açmaktadır (Gülmez, 2024:2). Literatürdeki çalışmalar ((Fotros, Maaboud, 2011), (Li vd, 2016), (Shahzad vd, 2017), (Pata, Çağlar, 2023), (Orman vd,2019)) ticari açıklığın karbon emisyonlarını artırdığı göstermektedir.

Modellere konu olan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 6. Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

	Imad	Ikby	lyh	lkh	lta	list	ly	lfs	lbs	lco2	lentuk
Ortalama	12,868	8,835	26,366	26,082	3,754	3,948	26,372	24,913	3,329	1,200	7,055
Medyan	14,576	8,744	26,334	26,058	3,843	3,960	26,337	24,832	3,220	1,179	7,026
Maksimum	19,136	9,5507	27,636	27,304	4,396	4,141	27,587	26,327	4,848	1,700	7,540
Minimum	4,304	8,247	24,682	24,479	2,838	3,832	24,816	22,878	1,714	0,570	6,528
Std, Sapma	4,473	0,382	1,021	0,982	0,311	0,066	0,974	1,157	0,988	0,332	0,304
Çarpıklık	-0,529	0,271	-0,273	-0,294	-0,656	0,290	-0,190	-0,295	0,021	-0,255	-0,038
Basıklık	1,851	1,884	1,676	1,680	3,618	3,332	1,563	1,780	1,850	1,984	1,845
Jarque-Bera	4,371	2,760	3,675	3,741	3,769	0,803	3,959	3,289	2,368	2,316	2,398
Olasılık	0,112	0,251	0,159	0,153	0,151	0,669	0,138	0,193	0,305	0,314	0,301
Gözlem	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43

Sürdürülebilir kalkınma modelleri için oluşturulan denklemlerde kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 6’de gözlemlenmektedir. Standart sapma değerleri açısından incelendiğinde madencilik sektörü (Imad) değişkeni dışında sapma değerleri normal seviyededir. Serilere ait dağılımları gösteren çarpıklık değeri, normal dağılıma sahip serilerde sıfırdır. Çarpıklık değerinin negatif olması durumunda dağılım grafiğinin sol kuyruğu, pozitif olması durumunda ise sağ kuyruk uzundur. Çalışmada kullanılan değişkenlerden madencilik sektörü (Imad), yatırım harcamaları (lyh), kamu harcamaları (lkh), ticari açıklık (lta), gelir (ly), fiziksel sermaye (lfs), karbon emisyonu (lco2), ve enerji tüketimi (lentuk) negatif değerlere sahip iken, kişi başına gelir (Ikby), istihdam (list) ve beşerî sermaye (lbs) pozitif değerlere sahiptir. Basıklık değerlerinde eşik değer 3’tür. Değişkenlerin önemli bir kısmında (ticari açıklık (lta) ve istihdam (list) dışında) değerler 3’ten küçük ve seriler basık yapıdadır. Serilerin normal dağılıma uygunluğunu gösteren Jarque-Bera olasılık değerinin 0,05’ten büyük olması serilerin normal dağıldığını ifade etmektedir. Çalışmada kullanılan serilerin tamamının normal dağılıma sahip olduğu gözlemlenmektedir.

Ekonomik Sürdürülebilirlik modelindeki (Model 1) bağımlı değişkeni açıklayan değişkenlere ilişkin korelasyon testi sonuçları Tablo 6’dadır.

Tablo 7. Ekonomik Sürdürülebilirlik Modeline Ait Seriler Arasındaki Korelasyon

	Ikby	Imad	lyh	lkh	lta
Ikby	1	0,930	0,946	0,939	0,875
Imad	0,930	1	0,961	0,963	0,906
lyh	0,946	0,961	1	0,999	0,820
lkh	0,939	0,963	0,999	1	0,816
lta	0,875	0,906	0,820	0,816	1

Tablo 7 incelendiğinde bağımlı değişken olan kişi başına gelir (Ikby) ile madencilik sektörü (Imad), yatırım harcamaları (lyh), kamu harcamaları (lkh) ve ticari açıklık arasında pozitif ve güçlü bir korelasyon tespit edilmiştir.

Sosyal Sürdürülebilirlik modelindeki (Model 2) bağımlı değişkeni açıklayan değişkenlere ilişkin korelasyon testi sonuçları Tablo 7’dedir.

Tablo 8. Sosyal Sürdürülebilirlik Modeline Ait Seriler Arasındaki Korelasyon

	list	Imad	ly	lfs	lbs
list	1	0,478	-0,304	-0,323	-0,286
Imad	0,478	1	0,961	0,955	0,956
ly	-0,304	0,961	1	0,993	0,961
lfs	-0,323	0,955	0,993	1	0,960
lbs	-0,286	0,956	0,961	0,960	1

Tablo 8'deki sosyal sürdürülebilirlik göstergesi olan istihdam (list) değişkeni ve bağımsız değişkenlere ilişkin korelasyon tablosu incelendiğinde negatif ve zayıf ilişki görülmektedir.

Çevresel Sürdürülebilirlik modelindeki (Model 3) bağımlı değişkeni açıklayan değişkenlere ilişkin korelasyon testi sonuçları Tablo 8'dedir.

Tablo 9. Çevresel Sürdürülebilirlik Modeline Ait Seriler Arasındaki Korelasyon

	lco2	Imad	lkby	lentuk	lta
lco2	1	0,969	0,975	0,994	0,892
Imad	0,969	1	0,930	0,958	0,906
lkby	0,975	0,930	1	0,990	0,875
lentuk	0,994	0,958	0,990	1	0,890
lta	0,892	0,906	0,875	0,890	1

Tablo 9'de karbon emisyonu (lco2)'nun bağımlı değişken olduğu çevresel sürdürülebilirlik modelinde değişkenler arasında pozitif ve güçlü bir korelasyon söz konusudur.

Çalışmada madencilik sektörünün sürdürülebilir kalkınma ile ilişkisini incelemek amacıyla belirlenen değişkenler arasında önce eşbütünleşme testi ardından uzun dönemli katsayıların yorumlanması için FMOLS ve CCR testleri kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki kısa ve uzun vadeli eşbütünleşme ilişkisini analiz etmeden önce, serilerin durağanlık düzeylerini tespit etmek amacıyla birim kök testleri uygulanmıştır. Makroekonomik zaman serileri; krizler, savaşlar ve doğal afetler gibi olayların etkisiyle yapısal değişimlere maruz kalabilmektedir. Bu tür yapısal kırılmalar zaman serisinin trendinde dikkate alınmazsa, analiz sonuçları yanıltıcı olabilir. Çalışmanın kapsadığı geniş zaman aralığı (1980-2023) göz önüne alındığında, serilerde yapısal kırılmaların bulunması olağandır. Bu nedenle, yapısal değişimleri hesaba katan Zivot–Andrews (1992) birim kök testi tercih edilmiştir. Bu aşamadan sonra eşbütünleşme analizine geçilmiştir.

Zivot – Anderews tarafından geliştirilen ve tek kırılmaya izin veren birim kök testinde üç model kullanılmaktadır.

$$\textbf{Model A: } Y_t = \mu + \beta t + \delta Y_{t-1} + \theta_1 DU(\lambda) + \sum_{i=1}^k \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\textbf{Model B: } Y_t = \mu + \beta t + \delta Y_{t-1} + \theta_2 DT(\lambda) + \sum_{i=1}^k \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\textbf{Model B: } Y_t = \mu + \beta t + \delta Y_{t-1} + \theta_1 DU(\lambda) + \theta_2 DT(\lambda) + \sum_{i=1}^k \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Denklem 1,2 ve 3'de gösterilen Model A yalnızca düzeydeki tek bir kırılmaya, Model B ise yalnızca eğimdeki tek bir kırılmaya olanak tanımaktadır. Model C ise hem düzeyde hem de eğimde meydana gelebilecek tek kırılmaları aynı anda dikkate alan bir yapıdadır. Modellerde kullanılan DU ve DT değişkenleri, sırasıyla düzeydeki ve eğimdeki kırılmaları temsil eden kukla (dummy) değişkenlerdir.

$$=DU(\lambda) = \begin{cases} 1, & t > T_B \\ 0, & t \leq T_B \end{cases} \text{ ve } DT(\lambda) = \begin{cases} t - T\lambda, & t > T\lambda \\ 0, & t \leq T_B \end{cases}$$

T_B kırılma tarihini, λ ise bu kırılmanın gerçekleştiği noktayı, t zamanı ifade etmektedir.

Yukarıda belirtilen parametre tahminleri doğrultusunda, olası tüm kırılma noktaları için t istatistikleri hesaplanmakta ve bu istatistiklerin en düşük olduğu noktada kırılma tarihi model içerisinde içsel olarak belirlenmektedir. Elde edilen minimum test istatistiği, karar sürecinde Zivot

ve Andrews (1992) tarafından önerilen kritik değerlerle karşılaştırılmaktadır. Eğer hesaplanan test istatistiği, kritik değerin altında kalırsa, temel hipotez reddedilememekte ve ilgili serinin birim kök içerdiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Seriler arasındaki uzun dönemli ilişkileri incelemek amacıyla literatürde yaygın biçimde kullanılan testler arasında Engle–Granger (1987), Johansen (1991) ve ARDL eşbütünleşme testleri öne çıkmaktadır. Engle–Granger ve Johansen testleri genellikle birinci dereceden durağan seriler için uygunken, ARDL yöntemi farklı durağanlık seviyelerine sahip serilerle uygulanabilmektedir. Ancak, serilerden herhangi birinde yapısal kırılma bulunması durumunda bu testlerin sonuçları yanıltıcı olabilmektedir (Karadaş, Koşaroğlu, 2020). Gregory–Hansen (1996) tarafından geliştirilen eşbütünleşme testi ise, seride tek yapısal kırılma bulunması halinde uzun dönemli ilişkiyi analiz etmeye olanak tanımaktadır. Bu yöntemde yapısal kırılma noktası model içinde içsel olarak belirlenmektedir.

Gregory–Hansen testi, “eşbütünleşme yoktur” şeklindeki boş hipotezi, bilinmeyen bir zamanda meydana gelen tek bir yapısal kırılmanın varlığını öngören alternatif hipoteze karşı test etmektedir. Bu alternatif senaryo altında, yapısal kırılmanın gerçekleştiği zaman noktası model içerisinde içsel olarak tahmin edilmektedir. Gregory–Hansen (1996) yapısal kırılmalar altında eşbütünleşme ilişkisini analiz için üç model geliştirmişlerdir.

$$\textbf{Model C:} \quad y_{1t} = \mu_1 + \mu_2 \phi_{tt} + \alpha^T y_{2t} + \varepsilon_t \quad t = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

$$\textbf{Model C/T:} \quad y_{1t} = \mu_1 + \mu_2 \phi_{tt} + \beta t + \alpha^T y_{2t} + \varepsilon_t \quad t = 1, 2, \dots, n. \quad (5)$$

$$\textbf{Model C/S:} \quad y_{1t} = \mu_1 + \mu_2 \phi_{tt} + \alpha_1^T y_{2t} + \alpha_2^T y_{2t} \phi_{tt} + \varepsilon_t \quad t = 1, 2, \dots, n. \quad (6)$$

Model C (denklem 4), düzeyde kırılmayı, Model C/T (denklem 5) düzey ve trendde kırılmayı, Model C/S (denklem 6) ise rejimde kırılmayı ifade etmektedir. Sabitte kırılma modelinde, μ_1 parametresi kırılma öncesi sabit terimi, μ_2 ise kırılma anında sabitte meydana gelen değişimi ifade eder. Olası bir yapısal kırılma, eğim vektöründe bir kayma yaratabilir ve bu da denge ilişkisinin yön değiştirmesine ya da paralel bir şekilde yer değiştirmesine yol açar. Bu tür bir durum literatürde rejim değişimi olarak tanımlanmaktadır (Gregory ve Hansen, 1996: 103). Bu çerçevede μ_1 ve μ_2 , sabitte kırılma modelinde tanımlandığı şekilde yer alırken; α_1 , rejim değişikliği öncesindeki eşbütünleşme ilişkisinin eğim katsayılarını, α_2 ise bu eğim katsayılarında meydana gelen değişiklikleri göstermektedir. Gregory–Hansen testinde; C, C/T ve C/S modellerinin testi için ADF*, $Z\alpha^*$, Zt^* istatistikleri kullanılmaktadır. Bu istatistik değerlerinin en küçük değeri aldığı nokta kırılma tarihi olarak seçilmektedir (Gregory ve Hansen, 1996). Gregory–Hansen test istatistiğinin, elde edilen test istatistiklerinden mutlak değer olarak küçük olması durumunda sıfır hipotezi reddedilerek eşbütünleşme ilişkisinin varlığı kabul edilmektedir.

Eşbütünleşme ilişkisinin varlığı belirlendikten sonra, açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin düzeyi analiz edilmelidir. Eşbütünleşme testleri, değişkenlerin uzun vadede birlikte hareket ettiğini gösterse de bu ilişkinin yönü yani pozitif mi yoksa negatif mi olduğu hakkında bilgi sunmaz. Bu nedenle, seriler arasındaki uzun dönemli katsayılar FMOLS (Düzenlenmiş En Küçük Kareler) ve CCR (Kanonik Koentegrasyon Regresyonu) yöntemleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Phillips ve Hansen (1990) tarafından geliştirilen FMOLS yöntemi ile Park’ın (1992) önerdiği CCR yöntemi, tahmin sürecinde karşılaşılan içsellik sorunu ve uzun dönemli katsayıların yorumlanmasındaki güçlükler nedeniyle tercih edilen yöntemler arasındadır. Ayrıca FMOLS ve CCR, küçük örneklemle yapılan analizlerde de güvenilir sonuçlar sunabilmektedir. Her iki yöntem de içsellik problemini kernel tahmincileri aracılığıyla gidermektedir. FMOLS, stokastik süreçler ile eşbütünleşme denklemindeki uzun dönemli korelasyonlardan kaynaklanan sorunları çözmek amacıyla hata terimlerinin kovaryans matrisinden faydalanırken, CCR yöntemi asimptotik olarak Ki-Kare testi yapılmasına olanak tanımaktadır (Erdoğan, Tiryaki, Ceylan, 2018 s. 47).

Bu çalışmada kullanılan modeller ve ekonometrik yöntemler, veri setinin zaman boyutu ve serilerin istatistiksel özellikleri dikkate alınarak seçilmiştir. İncelenen dönem uzun bir zaman aralığını kapsadığından (1980–2023), makroekonomik serilerde yapısal kırılmaların ortaya çıkması olasıdır. Bu nedenle hem birim kök hem de eşbütünleşme analizlerinde yapısal kırılmaları dikkate alan yöntemlerin tercih edilmesi uygun görülmüştür. Gregory–Hansen eşbütünleşme testi, seriler

arasında uzun dönemli ilişkinin tek bir içsel kırılma altında analiz edilmesine olanak sağlamakta ve bu yönüyle klasik eşbütünleşme testlerine kıyasla daha esnek bir çerçeve sunmaktadır. Eşbütünleşme ilişkisinin varlığının tespit edilmesinin ardından, uzun dönem katsayılarının güvenilir biçimde tahmin edilebilmesi amacıyla FMOLS ve CCR yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler, içsellik ve otokorelasyon sorunlarını gidererek küçük örneklemelerde dahi tutarlı ve etkin katsayı tahminleri sunmaları nedeniyle literatürde yaygın biçimde tercih edilmektedir.

Ampirik Bulgular

Zaman serileri, trendler, mevsimsel ve konjonktürel değişimler nedeniyle genellikle durağan değildir ve birim kök içerir. Böyle serilerle yapılan analizler, yanıltıcı sonuçlar doğurabilir (Johansen & Juselius, 1990:170). Bu yüzden çalışmada yer alan değişkenlerin durağan olup olmadığını belirlemek için önce yapısal kırılmaları dikkate almayan ADF birim kök testi uygulanmıştır.

Tablo 10. ADF Birim Kök Testi

Değişken	Düzy		1. Fark	
	Sabitli	Sabit + Trendli	Sabitli	Sabit + Trendli
Imad	-0,999 (0,985)	-2,334 (0,406)	-2,680 (0,056) ***	-2,230 (0,043) **
lkby	-0,511 (0,985)	-2,271 (0,492)	-6,712 (0,000) *	-6,755 (0,000) *
lyh	-0,912 (0,774)	-1,676 (0,244)	-6,597 (0,000) *	-6,579 (0,000) *
lkh	-0,993 (0,746)	-1,351 (0,860)	-6,243 (0,000) *	-6,263 (0,000) *
lta	-2,334 (0,156)	-4,440 (0,105)	-5,471 (0,000) *	-5,359 (0,000)
list	-3,144 (0,030)	-2,581 (0,290)	-7,615 (0,000) *	-7,974 (0,000) *
ly	-0,853 (0,792)	-1,600 (0,775)	-6,709 (0,000) *	-6,373 (0,000) *
lfs	-1,016 (0,738)	-1,855 (0,659)	-6,301 (0,000) *	-6,290 (0,000) *
lbs	-0,118 (0,963)	-2,475 (0,337)	-5,928 (0,000) *	-5,802 (0,000) *
lco2	-1,431 (0,557)	-2,797 (0,206)	-7,239 (0,000) *	-7,423 (0,000) *
lentuk	-0,790 (0,827)	-3,495 (0,520)	-6,504 (0,000) *	-6,411 (0,000) *

Not: *, ** ve *** sembolleri sırasıyla %1, %5 ve %10 seviyelerinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 10'da yer alan ADF Birim kök testi sonuçlarına göre değişkenlerin tamamı sabitli ve sabitli + trendli modellerde düzey değerlerinde (I(0))'da durağan olmadıkları tespit edilmiştir. Kurulan modelleri ilişkin değişkenlere serilerin birinci farkları alındığında ise Imad değişkeninin sabitli modelde %10, sabitli + trendli modelde %5 seviyesinde, diğer değişkenlerin tamamı %1 seviyelerinde anlamlılıkla birinci farkta durağan oldukları belirlenmiştir.

Tablo 11. Zivot-Andrews Yapısal Kırılmalı Birim Kök Test Sonuçları

Değişken	Model A		Model C	
	t istatistiği	Kırılma Tarihi	t istatistiği	Kırılma Tarihi
Düze y				
Imad	-4,000	1984	-4,188	1994
lkby	-3,528	2011	-4,598*	1999
lyh	-3,342	2015	-3,679	2004
lkh	3,175	2015	-3,602	2010
lta	-5,597*	1994	-5,861*	2015
list	-4,160	1993	-4,240	2002
ly	-3,318	2015	-3,909	2004
lfs	-2,932	2016	-3,500	2004
lbs	-3,679	2010	-3,824	2010
lco2	-5,793*	2006	-5,688*	2006
lentuk	-4,057	2001	-4,041	1991
1. fark				
ΔImad	-8,275*	2001	-8,380*	2014
Δlkby	-7,161*	2003	-7,074*	2003
Δlyh	-7,537*	2015	-7,278*	2015
Δlkh	-6,863*	1987	-7,160*	1991
Δlta	-6,297*	1998	-6,171*	1998
Δlist	-8,632*	1999	-8,494*	2001
Δly	-7,002*	2009	-7,003*	2002
Δlfs	-6,761*	2002	-6,910*	1988
Δlbs	-6,600*	2005	-6,471*	2005
Δlco2	-7,216*	2004	-7,106*	2005
Δlentuk	-7,599*	2003	-7,496*	2015

Not: Tablo kritik değerleri %1, %5 ve %10 önem düzeylerine göre Model A -5,34 -4,93 ve -4,58 Model C: -5,57 -5,08 -4,82'dir. Ayrıca *, ** ve *** sembolleri sırasıyla %1, %5 ve %10 seviyelerinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Tek yapısal kırılmayı dikkate alan Zivot-Andrews birim kök testine ait sonuçlar Tablo 11'da gösterilmiştir. Model A'da değişkenlerin düzey değerlerinden elde edilen t istatistik değerleri tablo kritik değerleri ile karşılaştırıldığında ticari açıklık (lta) %1 anlamlılık seviyesinde düzeyde durağandır ve kırılma yılı 1994'tür. Aynı şekilde karbon emisyonu (lco2) serisi düzeyde durağandır ve kırılma yılı 2016'dır. Model C'ye göre ise kişi başına gelir (lkby), ticari açıklık (lta), karbon emisyonu (lco2) değişkenleri düzeyde durağandır. Ticari açıklık (lta) ve karbon emisyonu (lco2) değişkenleri her iki modele göre (%10 anlamlılık seviyesinde) düzeyde durağandır.

Çalışmada kullanılan modellerde kullanılan değişkenlere ilişkin ADF ve Zivot-Andrews birim kök testleri birlikte incelendiğinde yapısal kırılmaların göz önünde bulundurulmadığı klasik test olan ADF sonuçlarına göre değişkenler birinci farkta (I(1)) durağan olduğu belirlenmiştir. Ancak yapısal kırılmalar dikkate alındığında ekonomik büyüme (lkby), ticari açıklık (lta) ve karbon emisyonu (lco2) düzeyde durağanlık gösterdiği anlaşılmaktadır. Birim kök testlerinde yapısal kırılmaların dikkate alınmaması, analiz sonuçlarının yanıltıcı olmasına yol açabilir. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınma için oluşturulan modellerde eşbütünlüşme ilişkisi için Gregory – Hansen (1996) yapısal kırılmalı eşbütünlüşme testi uygulanmıştır. Analiz sonuçları tablo 12'de gösterilmektedir.

Tablo 12. Gregory – Hansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Model 1: Ekonomik Sürdürülebilirlik büyüme=f (madencilik, yatırım harcamaları, kamu harcamaları, ticari açıklık)					
Model	Kırılma Tarihi	ADF İstatistiği	Kritik Değer		
			%1	%5	%10
C	1998	7,642	6,05	5,56	5,31
C/T	1998	7,321	6,36	5,83	5,59
C/S	1998	7,112	6,92	6,41	6,17
Model 2: Sosyal Sürdürülebilirlik ist=f (mad, y, fs, bs)					
Model	Kırılma Tarihi	ADF İstatistiği	Kritik Değer		
			%1	%5	%10
C	2009	6,222	6,05	5,56	5,31
C/T	1995	7,000	6,36	5,83	5,59
C/S	1995	6,185	6,92	6,41	6,17
Model 3: Çevresel Sürdürülebilirlik co2=f (mad, kby, entuk, ta)					
Model	Kırılma Tarihi	ADF İstatistiği	Kritik Değer		
			%1	%5	%10
C	1982	6,806	6,05	5,56	5,31
C/T	2013	6,855	6,36	5,83	5,59
C/S	2013	6,783	6,92	6,41	6,17

Not: Kritik Değerler Gregory – Hansen (1996) çalışması sayfa 109'dan alınmıştır.

Çalışmada oluşturulan modellere ilişkin değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin tespiti amacıyla, Gregory ve Hansen (1996) tarafından geliştirilen yapısal kırılmalı eşbütünleşme testine başvurulmuş ve test sonuçları Tablo 12'te sunulmuştur. Model 1'de ekonomik sürdürülebilirlik için, ekonomik büyümenin bağımlı değişken olduğu fonksiyonda madencilik sektörü (Imad), yatırım harcamaları (Iyh), kamu harcamaları (Ikh) ve ticari açıklık (Ita) bağımsız değişkendir. Tablo 11'de izlenen ADF test istatistikleri dikkate alındığında, kritik değerlerden büyük olduğu için, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığından söz edilebilir. Eşbütünleşme testinde kırılma yılı 1998'dir.

Model 2, sosyal sürdürülebilirliğin madencilik sektörü üzerindeki etkilerinin analiz edilmesi amacıyla oluşturulan fonksiyonda istihdam (list) bağımlı değişken iken madencilik sektörü (Imad), gelir(y), fiziksel sermaye (lfs) ve beşerî sermaye (lbs) bağımsız değişiklerdir. Oluşturulan modele ilişkin eşbütünleşme testi sonucu ADF istatistik değerlerin kritik değerlerden yüksek olması nedeniyle değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi kabul edilebilir.

Model 3 çevresel sürdürülebilirliğin analizi için oluşturan modelde ADF test istatistikleri kritik değerlerden yüksek olduğu için eşbütünleşme ilişkisi vardır.

Model 1, Model 2 ve Model 3 Gregory Hansen (1996) eşbütünleşme analizi genel olarak değerlendirildiğinde oluşturulan tüm modeller için bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler arasında yapısal kırılmalarla birlikte eşbütünleşme vardır. Diğer bir ifadeyle tüm modellerde bağımlı ve bağımsız değişkenler uzun dönemde beraber hareket etmektedir.

Eşbütünleşme ilişkisinin tespit edilmesinin ardından FMOLS ve CCR tahmincileri ile uzun dönem katsayıları tahmin edilmiştir.

Tablo 13. FMOLS ve CCR Uzun Dönem Katsayı Tahminleri

Değişken	FMOLS		CCR	
	Katsayı	Olasılık	Katsayı	Olasılık
Ekonomik Sürdürülebilirlik				
Imad	0,090	0.000*	0,020	0.000*
lkh	-2,766	0.000*	-2,428	0.000*
lyh	2,728	0.000*	2,569	0,002**
lta	0,071	0,115	0,163	0.000*
d1998	-0,405	0.000*	-0,790	0.000*
c	7,635	0.000*	3,552	0.000*
Sosyal Sürdürülebilirlik				
Imad	0,020	0.000*	0,047	0.000*
ly	0,378	0.000*	0,240	0,196
lfs	-0,346	0.000*	-0,122	0,390
lbs	-0,100	0,985	-0,095	0,121
d1995	-0,318	0.000*	-0,979	0,644
c				
Çevresel Sürdürülebilirlik				
Imad	0,007	0,130	0,007	0,154
lkby	-0,353	0,002*	-0,364	0,005**
lentuk	1,442	0.000*	1,461	0.000*
lta	-0,017	0,683	-0,018	0,643
d2013	-0,021	0,500	-0,030	0,528
c	-5,884	0.000*	-5,905	0.000*

Not: *, ** ve *** sembolleri sırasıyla %1, %5 ve %10 seviyelerinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir. FMOLS ve CCR, uzun dönemli varyans matrisinin hesaplamasında Newey-West otomatik gecikme uzunluğu (bandwith) seçimini kullanır. Gecikmeler Schwartz bilgi kriterine göre belirlenmiştir.

Tablo 13’de sürdürülebilir kalkınmanın üç bileşeni olan ekonomik sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğe ilişkin oluşturan modellerin FMOLS ve CCR yöntemleri ile uzun dönem katsayı tahminleri sonuçları gösterilmiştir. Tablo 12 incelendiğinde katsayıların birbirine yakın olduğu gözlemlenmektedir.

Ekonomik sürdürülebilirlik modeli madencilik sektörüne ait katsayıları incelendiğinde sektörün ekonomik büyümeye katkısının her iki yöntemde de pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı (olasılık <0,05) olduğunu göstermiştir. FMOLS yöntemine göre madencilik sektöründeki %1’lik artış ekonomik büyümeyi %0,09 oranında, CCR yöntemine göre %0,02 artırmaktadır. Kontrol değişkenlerinden kamu harcamalarının (lkh) ekonomik büyümeye katkısı negatif iken yatırım harcamalarının (lyh) ve ticari açıklığın (lta) ise pozitifdir. Dummy değişken (d1998) 1998 yapısal kırılması ekonomik büyümeyi negatif etkilemektedir.

Sosyal sürdürülebilirlik modeli uzun dönem katsayıları incelendiğinde ekonomik sürdürülebilirlikte olduğu gibi her iki yönteme göre de madencilik sektörünün katkısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır (olasılık <0,05). FMOLS yöntemine göre madencilik sektöründeki (Imad) %1’lik artış sosyal sürdürülebilirlik göstergesi olan istihdamı (list) %0,02 oranında, CCR yöntemine göre ise %0,04 artırmaktadır. Sosyal sürdürülebilirlik değişkenini ifade eden istihdam fonksiyonunun kontrol değişkenleri açısından incelendiğinde ise gelir (ly)’in katkısı pozitif, fiziksel sermaye (lfs) ve beşerî sermayenin (lbs) katkısı ise negatif bulunmuştur. Yapısal kırılmaları temsil eden dummy değişkeni CCR yönteminde istatistiksel olarak anlamsız iken FMOLS yöntemine göre negatif ve anlamlıdır.

Çevresel sürdürülebilirliğin araştırıldığı Model 3’de karbon emisyonu bağımsız değişkendir. Tablo 13 incelendiğinde madencilik sektörünün karbon emisyonlarına katkısının pozitif ancak olasılık değeri 0,05’den büyük olduğundan yorumlanamamaktadır. Modele eklenen diğer kontrol değişkenleri; ticari açıklık (Ita) ve 2013 (d2013), her iki yönteme göre de istatistiksel olarak anlamlı değildir. Ekonomik büyümenin karbon emisyonlarına etkisi negatif ve her iki yönteme göre de ulaşılan sonuç istatistiksel olarak anlamlıdır. Ekonomik büyümedeki %1’lik azalış FMOLS yöntemine göre karbon emisyonlarını %0,35, CCR yöntemine göre %0,36 oranında azaltmaktadır.

Sonuç

Çalışmada Türkiye’de 1980-2023 dönemi verileri ile madencilik sektörünün sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Sürdürülebilir kalkınmanın üç ayağı olan ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik olarak üç ayrı model (Model 1: ekonomik sürdürülebilirlik, Model 2: sosyal sürdürülebilirlik, Model 3: çevresel sürdürülebilirlik) kurulmuştur. Ekonomik sürdürülebilirlik için ekonomik büyüme, sosyal sürdürülebilirlik için istihdam, çevresel sürdürülebilirlik için ise karbon emisyonları sürdürülebilirlik göstergesi olarak kullanılmıştır. Bu göstergeler için madencilik sektörü dışında; yatırım harcamaları, kamu harcamaları, ticari açıklık, GSYİH, fiziksel sermaye, beşerî sermaye ve enerji tüketimi kontrol değişkenleri olarak seçilmiştir. Analiz sürecinde ilk adım olarak değişkenlerin durağanlık seviyeleri ADF birim kök testi ile incelenmiştir. Serilerin durağan olmadığı belirlendikten sonra çalışılan dönemin uzunluğu göz önünde bulundurularak yapısal kırılmaları dikkate alan ve kırılmalara karşı birim kökün varlığını test eden Zivot-Andrews (1992) birim kök testi uygulanmıştır. Durağanlık testinden sonra kurulan modeller için değişkenler arasında uzun dönemli ilişkilerin varlığını test etmek üzere Gregory-Hansen (1996) eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Oluşturulan üç modelde de Eşbütünleşme ilişkisi saptanmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda uzun dönem katsayı tahminleri FMOLS ve CCR yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. Uzun dönem katsayı sonuçlarına göre madencilik sektörünün ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik üzerindeki katkısı pozitifdir. Madencilik sektöründeki %1’lik artış ekonomik büyümeyi %0,09 oranında artırmaktadır. Sosyal sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde ise madencilik sektöründeki %1’lik artış istihdamı %0,02 oranında artırmaktadır. Çevresel sürdürülebilirliğin göstergesi olan karbon emisyonları ve madencilik sektörü katsayıları istatistiksel olarak anlamsız bulunduğundan yorumlanmamıştır. Ulaşılan bu sonuçlar her iki yöntemde de benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlar, sektörün ham madde arz güvenliği, istihdam olanakları ve katma değer yaratma potansiyeli aracılığıyla kalkınmaya görece düşük oranda katkı sağladığına işaret etmektedir.

Türkiye madencilik sektörü, sahip olduğu doğal kaynak çeşitliliği ile dikkat çekmektedir. Ülke, başta bor mineralleri, krom, linyit ve mermer olmak üzere birçok stratejik maden türü bakımından zengin rezervlere sahiptir. Bununla birlikte sektör, büyük ölçüde hammadde (metalik madenler, doğal taşlar) ihracatına dayalı bir yapıya sahiptir. Gelişmiş ülkelerde sektörün GSYH içindeki payı %4 ile %8 arasında iken Türkiye’de bu oran %1’ler civarındadır. Toplam ihracat içindeki payı %2, ithalat içindeki payı ise %2’dir. Bu durum, sektörün potansiyelinin tam olarak kullanılmadığını ve ekonomik sürdürülebilirliğin artırılması bakımından önemli bir politika açığına işaret etmektedir.

Sosyal sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde ise %0,02’lik pozitif sosyal etki, madenciliğin özellikle kırsal ve az gelişmiş bölgelerde yarattığı istihdam ve altyapı yatırımları ile ilişkilendirilebilir. Maden işletmeleri, faaliyet gösterdikleri bölgelerde yerel halka iş imkânı sunarak göçü önlemede ve bölgesel kalkınma farklarını azaltmada rol oynayabilmektedir. Ancak bu katsayının düşüklüğü, sektörün sosyal boyutundaki ciddi sorunların bir yansımasıdır. Türkiye’de madencilik, ne yazık ki yüksek iş kazası oranları, meslek hastalıkları ve yetersiz çalışma koşulları ile anılmaktadır. Yerel halk ile şirketler arasında sıklıkla yaşanan gerilimler ve mülkiyet sorunları, sosyal sürdürülebilirlik önündeki en büyük engellerdir. Pozitif etkinin bu denli sınırlı kalması, sektörün sosyal faydalarının, yarattığı olumsuz dışsalıklar tarafından gölgelendiğini göstermektedir.

Elde edilen bulgular, madencilik sektörünün Türkiye’de ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik üzerinde uzun dönemde anlamlı ve pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, madencilik faaliyetlerinin üretim artışı, yatırımlar ve istihdam yoluyla ekonomik büyümeyi desteklediğini; özellikle kırsal bölgelerde gelir yaratma ve yerel ekonomik canlılığı artırma kanalıyla

sosyal sürdürülebilirliğe katkı sunduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşılık, çevresel sürdürülebilirlik modeli kapsamında madencilik faaliyetlerinin karbon emisyonları üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmaması, sektörün çevresel etkilerinin büyük ölçüde enerji kullanımı ve üretim teknolojileri aracılığıyla dolaylı biçimde şekillendiğine işaret etmektedir. Bu sonuç, çevresel etkilerin madencilik faaliyetlerinin varlığından ziyade, nasıl yürütüldüğü ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu çerçevede, Türkiye’de madencilik sektörünün sürdürülebilir kalkınmaya katkısının artırılabilmesi için politika tasarımlarında sektörel verimlilik, çevre dostu üretim teknolojileri ve yerel kalkınma bileşenlerinin birlikte ele alınması önem taşımaktadır. Ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik açısından tespit edilen görece düşük uzun dönem katsayıları, sektörün mevcut potansiyelinin tam olarak değerlendirilemediğine işaret etmektedir. Bu durum, madencilik faaliyetlerinin katma değeri yüksek üretim yapısına yönlendirilmesi, çevresel maliyetleri azaltan teknolojik dönüşümlerin teşvik edilmesi ve yerel istihdam ile sosyal faydayı güçlendiren uygulamaların yaygınlaştırılması yoluyla sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle daha güçlü bir uyum sağlanabileceğini göstermektedir.

Kaynaklar

AKINCI, M., & YILDIRIM, F. (2024). Madencilik kaynaklı çevresel bozulmayı ekososyal çalışma bağlamında değerlendirmek. *Türkiye Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 177-188. <https://doi.org/10.55109/tushad.1597814>

ALAGÖZ, M., AKAR, G., & GÜLMEZ, Z. (2024). Ticari açıklık, ekonomik büyüme ve CO 2 emisyonu: NAFTA ülkeleri üzerine bir analiz. *Paradigma: Journal of Economics & Management Research/İktisadi ve İdari Araştırmalar Dergisi*, 13(1).

BAKKAL, H. (2016). Türkiye’de kamu harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi ve yeni kamu mali yönetiminin rolü. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(10), 125-138.

BEBBINGTON, A. J. (2009). Social conflict, economic development, and extractive resource industries. *Environment and Planning A*, 41(12), 3099-3114.

CHEN, Y., HE, M., & XU, Y. (2023). Sustainable development of the mining sector for achieving common prosperity in Chinese rural areas. *Resources Policy*, 87, 104325.

ÇETİN, M., CAN, A., & KAPÇAK, S. (2023). Ticari dışı açıklık-ekonomik büyüme ilişkisi üzerine bir analiz: Türkiye için ampirik bir kanıt. *Sosyal Bilimler Metinleri*, 2023(1), 61-73.

DALLI, T., & KÜTÜKÇÜ, E. (2023). Türkiye’de tarım, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi, doğrudan yabancı sermaye girişi ve co2 emisyonu ilişkisi: ARDL analizi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(3), 2154-2170.

DASHWOOD, H. S. (2019). Corporate social responsibility and mining: Perspectives from Africa. Routledge.

DELOITTE. (2022). Tracking the trends 2022: The top 10 trends shaping the future of mining. <https://www.deloitte.com/an/en/Industries/mining-metals/analysis/tracking-the-trends-mining-industry.html>

DİKMEN, A. Ç. (2017). Madencilik ve iklim değişikliği. ISME2017, 27-29.09.2017, Bodrum / TURKEY

IEA (2021). The role of critical minerals in clean energy transitions, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>,

ENGLE, R. F., & GRANGER, C. W. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 251-276.

ERDOĞAN, L., TİRYAKİ, A., & CEYLAN, R. (2018). Türkiye’de uzun dönem ekonomik büyümenin belirleyicilerinin ARDL, FMOLS, DOLS ve CCR yöntemleriyle tahmini. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 36(4), 39-57.

ERICSSON, M., LÖF, O. Mining’s contribution to national economies between 1996 and 2016. *Miner Econ*, 32, 223–250 (2019). <https://doi.org/10.1007/s13563-019-00191-6>

EUROPEAN BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT (EBRD). (2018). Mining and sustainable development: A guide for the mining sector. EBRD.

FOTROS, M. H., & MAABOUDI, R. (2011). Trade openness and CO2 emissions in Iran, 1971-2008. *International Journal of Business and Development Studies* Vol. 3, No. 1, (2011) p.73-84

GREGORY, A. W. VE HANSEN, B. E. (1996). Residual-based tests for cointegration in models with regime shifts. *Journal of Econometrics*, 70, 99-126.

<https://sosyalveri.net/>

JENKINS, C. H., & YAKOVLEVA, N. (2006). Corporate social responsibility in the mining industry: Exploring trends in social and environmental disclosure. *Journal of Cleaner Production*, 14(3-4), 271-284.

JOHANSEN, S. (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1551-1580.

JOHANSEN, S., & JUSELIUS, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration—with appucations to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 52(2), 169-210.

JOVANOVIĆ, V., STANKOVIĆ, S., & KRSTIĆ, V. (2023). Environmental, social and economic sustainability in mining companies as a result of the interaction between knowledge management and green innovation—the SEM approach. *Sustainability*, 15(16), 12122.

KARADAŞ, H. A., KOŞAROĞLU, Ş. M., & SALİHOĞLU, E. (2017). Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18(1), 129-141.

KARATAŞ, A. R., & ERGÜL, M. (2023). Türkiye’de ekonomik büyüme, finansal gelişme ve ticari açıklık: Genişletilmiş ARDL ile kanıtlar. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 5(Özel Sayı), 222-236.

KAZANASMAZ, E., DEMİREL, B. L., KARATEPE, S., & HIZARCI, A. E. (2023). Ekonomik büyüme, elektrik tüketimi ve karbon emisyonu ilişkisi: Türkiye örneği. *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*, 6(2), 248-265.

KESKİN, A. (2011). Ekonomik kalkınmada beşerî sermayenin rolü ve Türkiye. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25(3-4), 125-153.

KURAKOVA, K. N., & PONOMARENKO, T. V. (2021). Impact of mining industry growth on sustainable development indicators. In E3S Web of Conferences, EDP Sciences.

Lİ, T., WANG, Y., & ZHAO, D. (2016). Environmental Kuznets curve in China: new evidence from dynamic panel analysis. *Energy policy*, 91, 138-147.

MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (MTA). (2023). Türkiye’de nadir toprak elementleri ve stratejik mineraller. <https://www.mta.gov.tr>

MADEN TETKİK ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (2025). <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/ekonomik-gostergeler>

MENTEŞE, S., & BÖBREK, O. (2020). Madencilik faaliyetlerinin topraktaki ağır metaller (As, Cd, Co, Fe ve Ni) üzerine etkisi: Orhaneli ve Büyükorhan (Bursa) Örneği. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(1), 45-56.

MIZIRAK, Z., & ÜÇLER, G. (2012). Türkiye’de kamu harcamalarının iktisadi büyüme üzerindeki etkisi (1970-2009). *Electronic Journal of Social Sciences*, 11(42).

MORİTZ, T., EJDEMO, T., SÖDERHOLM, P. VD. (2017) The local employment impacts of mining: an econometric analysis of job multipliers in northern Sweden. *Miner Econ*, 30, 53–65. <https://doi.org/10.1007/s13563-017-0103-1>

OKTAYER, N., & SUSAM, N. (2008). Kamu harcamaları-ekonomik büyüme ilişkisi: 1970-2005 yılları Türkiye örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 22(1), 145-164.

ÖZBEK, S., & OĞUL, B. (2022). Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerliliği: Türkiye üzerine ampirik bir çalışma. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 14(26), 35-46.

ÖZEL, H. A. (2012). Küreselleşme sürecinde ticari ve finansal açıklığın ekonomik büyüme üzerine etkisi: Türkiye örneği. *Yönetim bilimleri dergisi*, 10(19), 21-43.

PAKTUNÇ, D. 2001. Madencilik ve çevre etkileri. *Mavi Gezegen Popüler Yerbilimi Dergisi*, 4, Ankara.

PARK, J. Y. (1992). Canonical cointegrating regressions. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 119143.

PATA, U. K., & CAGLAR, A. E. (2021). Investigating the EKC hypothesis with renewable energy consumption, human capital, globalization and trade openness for China: evidence from augmented ARDL approach with a structural break. *Energy*, 216, 119220.

PHILLIPS, P. C. B. VE HANSEN, B. E. (1990). Statistical inference in instrumental variables regression with I (1) processes. *The Review of Economic Studies*, 57(1), 99–125.

SHAHZAD, S. J. H., KUMAR, R. R., ZAKARIA, M., & HURR, M. (2017). Carbon emission, energy consumption, trade openness and financial development in Pakistan: a revisit. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 185-192.

SINGH, P. K., SINGH, R. S., & SINGH, S. (2016, September). Environmental and social impacts of mining and their mitigation. In national seminar ESIMM-2016, Carbon sequestration through revegetated mine wasteland.

SOFUOĞLU, E., & KARTAL, M. (2023). Gelir, dış ticaret ve beşerî sermayenin işsizlik üzerindeki etkisi: Türkiye örneği. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 58(4), 3135-3150.

SÖNMEZ, A. (2016). Türkiye maden sektörü ihracatına konjonktürel faktörlerin etkisi. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 23(2), 315-336. <https://doi.org/10.18657/yecbu.56057>

SUNDUVAÇ, Y. (2012). Türkiye’de Dünya’da madencilik Sektörü -1, Faaliyet ve Tanıtım Dergisi, 179, Kütahya Ticaret Odası, 30-33. <https://www.kutso.org.tr/wp-content/uploads/2017/09/179.%20SAYI%20KUTSO%20DERGI.pdf>

ŞAHİN, B. Y., ORMAN, H. L., & CEYLAN, S. (2019). Dışa açıklık ve çevresel kirlilik ilişkisi: Türkiye örneği. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 28(3), 12-23.

ŞENGÜR, M., & ERCAN, O. (2023). Türkiye’de kamu harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi. *Dumlupınar Üniversitesi İİBF Dergisi*, (12), 122-130.

T.C. Ticaret Bakanlığı. (2021). *Madencilik ürünleri sektör raporu 2021*. <https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Madencilik%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202021.pdf>

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). Madencilik sektörü ve kritik ham maddeler. <https://enerji.gov.tr>

T.C. Ticaret Bakanlığı (2026), Madencilik ve Doğal Taşlar Sektörü, Kolay İhracat Platformu, <https://www.kolayihracat.gov.tr/sektorler/madencilik-ve-dogal-taslar> (Erişim tarihi: 15.01.2026).

TIAN, T., NIE, B., ZHANG, X., LI, X., & HONG, X. (2024). Analyzing the socially sustainable impacts of private investments in the mining sector in rural areas. *Resources Policy*, 98, 105347.

TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU (2013). 1923-2012 İstatistik Göstergeler, Ankara.

TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU (2025) Resmi İnternet Sitesi, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Ulusal-Hesaplar-113>.

TÜRKİYE ODALAR VE BORSALAR BİRLİĞİ. (2021). *Madencilik sektör raporu 2020*. <https://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2021/MADENGELISIM2020.pdf>

UNDP, United Nations Development Programme. (2015). *Sustainable development goals (SDGs)*. <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). (2019). World investment report 2019: Special economic zones. UNCTAD.

ÜMİT, A. Ö. (2016). Türkiye’de ticari açıklık, kredi hacmi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler: Çoklu yapısal kırılmalı zaman serisi analizi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 471-499.

VAPUR, H., UÇURUM, M., & ARSLAN, O. B. V. (2007). Madencilik çalışmaları kaynaklı başlıca ağır metaller ve uzaklaştırma yöntemleri. Maden işletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu.

WCED (1987). Our Common Future (Brundtland Report). <https://www.are.admin.ch/are/en/home/media/publications/sustainabledevelopment/brundtland-report.html>

<https://www.worldatlas.com/articles/what-is-the-environmental-impact-of-the-mining-industry.html> What Is The Environmental Impact Of The Mining Industry?

WORLD BANK. (2017). The growing role of minerals and metals for a low carbon future. World Bank. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documentsreports/documentdetail/207371500386458722/the-growing-role-of-minerals-and-metals-for-a-low-carbon-future>

YILDIZ, F. & KAVAK, Z.N. & AKTAN, M.N. (2023). The impact of public investment expenditures on economic growth in Turkey. *BILTURK, The Journal of Economics and Related Studies*, 5(3), 199-213. doi: 10.47103/bilturk.1306908.

ZIVOT, E., ANDREWS, D.W.K., (1992). Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10, pp.251-270.

ZMAMİ, M., BEN-SALHA, O., ALMARSHAD, S. O., & CHEKKİ, H. (2021). The contribution of mining sector to sustainable development in Saudi Arabia. *Journal of Sustainable Mining*, 20(2), 122-136.

Summary

This study aims to examine the effects of the mining sector in Turkey on sustainable development in economic, social, and environmental terms. The concept of sustainable development is a multidimensional structure that takes into account economic growth, social welfare, and environmental balance. In this context, the mining sector contributes to economic growth in developing countries such as Turkey; however, the main issue of this study is to investigate how the sector interacts with sustainability principles in terms of environmental damage and social impacts. In particular, it is important to determine the extent to which negative factors such as the excessive consumption of natural resources and environmental pollution are compatible with the sector’s sustainable development goals.

In this study, data from Turkey for the period 1980-2023 was used as a method, and the impact of the mining sector on sustainable development was analyzed in three separate dimensions (economic, social, and environmental). Per capita income was modeled as the dependent variable for economic sustainability, the employment rate for social sustainability, and per capita carbon emissions for environmental sustainability. The control variables consisted of economic indicators such as investment and public spending, trade openness, physical and human capital, and energy consumption. In the time series analysis, the stationarity levels of the series were first examined using the ADF unit root test, followed by the Zivot-Andrews test, which takes structural breaks into account. The long-term relationship between the series was tested using the Gregory-Hansen structural break cointegration test, and the long-term coefficients were estimated using the FMOLS and CCR methods.

According to the findings, a long-term cointegration relationship has been identified between the mining sector and economic, social, and environmental sustainability indicators. In particular, the impact of the mining sector on the economic sustainability model was found to be positive and statistically significant in both FMOLS and CCR estimates. Investment expenditures have emerged as an important factor supporting growth, while the negative impact of public expenditures has been noteworthy. In the social sustainability model, the impact of the mining sector on employment is also positive and significant; however, the impact of human and physical capital variables has not been significant in some estimates. This indicates that the integration of labor quality and infrastructure investments into the sector is limited. In the environmental sustainability model, while the mining

sector's impact on carbon emissions is negative, this effect is not statistically significant. On the other hand, strong and significant results have been obtained indicating that per capita income and energy consumption increase carbon emissions.

In light of these findings, it has been concluded that the mining sector in Turkey contributes positively to economic and social sustainability to a certain extent, but that the sector carries potential risks in terms of environmental sustainability. The relatively low long-term coefficients indicate that the sector's current potential is not being fully utilized and that there are gaps in policy-level sustainability. This situation requires the mining sector to be transformed with more environmentally friendly technologies, made compatible with social responsibility principles, and integrated into long-term development plans.

In conclusion, the study evaluates the role of the mining sector in sustainable development from a holistic perspective and reveals that it has the potential to contribute to both economic growth and social development in Turkey. However, considering the environmental impacts, it emphasizes the need for more inclusive and preventive policies to bring the sector into full compliance with sustainability principles.