ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE DIN BUCUREȘTI FACULTATEA DE CIBERNETICĂ, STATISTICĂ ȘI INFORMATICĂ ECONOMICĂ

# Impactul nivelului de educație, ratei șomajului și speranței de viață asupra produsului intern brut

Coordonator științific: Asistent univ. dr. Maricuț Alin-Cristian

Studenți: Camară Patricia, Chiriac Ionuț Cristian, Chiriță Corina Elena

București

2025-2026

# Cuprins

Aplicația 1: Model de regresie multiplă ---------- 2

1.1.Introducere ---------- 2

1.2.Literatură de specialitate ---------- 3

1.3.Metodologie ---------- 5

1.3.1.Definirea și descrierea variabilelor ---------- 5

1.3.2.Descrierea datelor. Analiza descriptivă prin reprezentări grafice ---------- 7

1.3.3.Analiza relației dintre variabile. ---------- 12

1.3.4.Definirea și formularea modelului de regresie ---------- 13

1.4.Rezultate ---------- 15

1.4.1.Estimarea parametrilor modelului ---------- 15

1.4.2.Testarea semnificației parametrilor și a validității modelului ---------- 16

1.4.3.Evaluarea calității modelului de regresie ---------- 17

1.4.4.Verificarea ipotezelor clasice ale modelului de regresie ---------- 18

1.4.5.Îmbunătățirea modelului prin adaptarea unor variabile dummy ---------- 26

1.4.6.Simularea impactului factorilor explicativi prin realizarea de prognoze ---------- 30

1.5. Concluzii aplicația 1 – Modelul de regresie multiplăConcluzii aplicația 1 – Modelul de regresie multiplă -- 31

1.6.Bibliografie ---------- 32

Aplicația 2: Modele cu date de tip panel ---------- 33

2.1.Introducere ---------- 33

2.1.Literatură de specialitate ---------- 34

2.1.Extinderea bazei de date ---------- 35

2.2.Metodologie ---------- 36

2.3.Capitol aplicativ ---------- 36

2.3.1.Date utilizate ---------- 36

2.3.2.Rezultatele empirice ale cercetării ---------- 39

2.4.Concluzii aplicația 2 – Model cu date de tip panel ---------- 47

2.5.Anexă ---------- 49

2.6.Bibliografie ---------- 50

# Aplicația 1: Model de regresie multiplă

## 1.1.Introducere

Dezvoltarea economică reprezintă un obiectiv central al politicilor publice, iar analiza factorilor care influențează nivelul de trai al populației este deosebit de importantă în contextul economic actual. Unul dintre cei mai utilizați indicatori pentru măsurarea performanței economice și a bunăstării unei țări este produsul intern brut pe cap de locuitor, acesta reflectând capacitatea economiei de a genera venituri pentru populație.

Lucrarea de față își propune să analizeze influența unor factori socio-economici relevanți asupra PIB-ului nominal pe cap de locuitor, utilizând un model de regresie liniară multiplă. În acest sens, sunt avute în vedere trei variabile explicative considerate esențiale în literatura de specialitate: nivelul educației populației, starea generală de sănătate a populației, măsurată prin speranța de viață la naștere, și situația pieței muncii. Mai exact, studiul urmărește impactul ponderii populației cu studii superioare, al speranței de viață la naștere și al ratei șomajului asupra nivelului PIB-ului pe cap de locuitor.

Analiza este realizată pe baza unor date cross-section pentru anul 2023, preluate din surse oficiale europene, ceea ce asigură comparabilitatea și relevanța rezultatelor obținute. Metodologia utilizată se bazează pe estimarea parametrilor modelului prin metoda celor mai mici pătrate, urmată de testarea semnificației statistice a coeficienților și de evaluarea validității generale a modelului econometric.

Prin intermediul acestui demers, lucrarea urmărește să evidențieze relațiile existente între capitalul uman, sănătatea populației, ocuparea forței de muncă și nivelul de dezvoltare economică, oferind totodată o bază empirică pentru interpretarea impactului acestor factori asupra bunăstării economice.

## 1.2.Literatură de specialitate

Literatura de specialitate evidențiază faptul că PIB-ul pe cap de locuitor este un indicator central al nivelului de dezvoltare economică, fiind influențat de un ansamblu complex de factori economici și sociali. Conform studiului realizat de **Mura et al. (2020)**, publicat în *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, diferențele în nivelul PIB-ului sunt explicate, în mare măsură, prin variațiile capitalului uman și ale productivității, autorii subliniind că educația și competențele forței de muncă joacă un rol esențial în susținerea performanței economice pe termen lung. Această concluzie susține includerea indicatorilor de educație în modelele econometrice care analizează PIB-ul pe cap de locuitor.

În aceeași direcție, **Stojanović et al. (2024)**, într-un articol publicat în jurnalul *Sustainability (MDPI)*, arată că dezvoltarea economică durabilă este strâns legată de investițiile în capitalul uman și de calitatea resurselor umane. Autorii evidențiază faptul că economiile cu o pondere mai mare a populației cu studii superioare tind să înregistreze niveluri mai ridicate ale PIB-ului pe cap de locuitor, datorită unei productivități sporite și a unei capacități mai mari de inovare. Aceste rezultate justifică utilizarea educației terțiare ca variabilă explicativă în analiza performanței economice.

Importanța educației superioare este confirmată și de **Teixeira și Queirós (2011)**, care arată, într-un articol publicat de Springer, că educația terțiară contribuie semnificativ la creșterea economică prin acumularea de capital uman și prin efecte pozitive asupra productivității muncii. De asemenea, studiul publicat în *European Journal of Interdisciplinary Studies* evidențiază că nivelul educației este un determinant major al diferențelor de venit și PIB între economii, în special în contextul țărilor aflate în tranziție.

Pe dimensiunea sănătății populației, literatura utilizează frecvent speranța de viață la naștere ca indicator sintetic al stării generale de sănătate și al calității vieții. Conform studiului publicat de **Marques et al. (2025)**, deși analiza este centrată pe aspecte metodologice ale estimării speranței de viață, autorii subliniază că acest indicator reflectă nivelul dezvoltării sociale, calitatea sistemelor de sănătate și condițiile generale de trai. În același sens, articolele publicate în *The Lancet* evidențiază că speranța de viață este strâns corelată cu nivelul de dezvoltare economică și socială,

fiind influențată de venituri, condiții de muncă și accesul la servicii publice. Astfel, speranța de viață este frecvent utilizată în analize economice ca proxy pentru sănătatea populației și bunăstare.

În ceea ce privește piața muncii, numeroase studii subliniază rolul ratei șomajului ca indicator al instabilității economice. Conform articolului publicat de **Kumar et al. (2021)** în jurnalul *Entropy (MDPI)*, șomajul este asociat cu pierderi semnificative de producție și cu utilizarea ineficientă a forței de muncă, având un impact negativ asupra performanței macroeconomice. În aceeași linie, **Alonso et al. (2024)**, într-un studiu publicat în *Heliyon*, arată că nivelurile ridicate ale șomajului reflectă incertitudinea economică și pot afecta negativ deciziile economice ale gospodăriilor și firmelor, cu efecte asupra creșterii economice.

De asemenea, studiul publicat în *Journal of Economic Education* evidențiază că șomajul nu reprezintă doar o problemă socială, ci și un factor economic major care influențează nivelul PIB-ului, prin reducerea cererii agregate și a contribuției forței de muncă la producție. Aceste rezultate susțin relația negativă așteptată între rata șomajului și PIB-ul pe cap de locuitor în modelele econometrice.

În ansamblu, literatura de specialitate susține ideea că PIB-ul pe cap de locuitor este influențat de factori multipli, care includ nivelul educației populației, starea generală de sănătate și condițiile de pe piața muncii. Prin urmare, includerea educației terțiare, a speranței de viață și a ratei șomajului ca variabile explicative este justificată teoretic și empiric, oferind un cadru coerent pentru analiza econometrică a diferențelor de dezvoltare economică între țări.

## 1.3.Metodologie

### *1.3.1.Definirea și descrierea variabilelor*

Variabile dependente:

- Produsul intern brut nominal

**Definiție:** Produsul Intern Brut (PIB) la prețurile pieței reprezintă rezultatul final al activității de producție desfășurate de unitățile producătoare rezidente. Este un indicator care măsoară valoarea totală a bunurilor și serviciilor finale produse într-o economie.

**Sursa:** https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/nama_10_gdp_esms.htm

**Metoda de calcul:** producție – consum intermediar

**Unitate de măsură:** Current prices, euro per capita

Variabile explicative:

- Speranța de viață

**Definiție:** Speranța de viață la anumite vârste reprezintă numărul mediu de ani pe care îi mai are de trăit o persoană care a atins o anumită vârstă exactă, presupunând că, pe parcursul restului vieții sale, este supusă condițiilor curente de mortalitate (probabilitățile de deces specifice vârstei).

**Sursa:** https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/demo_mlexpec/default/table?lang=en

**Metoda de calcul:** este derivată din tabelele de mortalitate și reprezintă numărul mediu de ani pe care un nou-născut îi poate trăi dacă ratele de mortalitate actuale se mențin.

$$e = \frac{\sum_{x=0}^{w} L}{l}$$

- e = speranța de viață la naștere
- L = numărul de ani trăiți de cohortă între vârstele x și x+1
- l= numărul de nou-născuți (de obicei 100.000 în tabelul standard)
- w = ultima vârstă din tabel (ex. 100+)

**Unitate de măsură:** ani

- Ponderea persoanelor cu studii superioare

**Definiție:** măsoară nivelul de educație atins de populație și tranziția de la educație la piața muncii. Setul de date include informații despre: nivelul de educație finalizat, tineri care părăsesc timpuriu educația și formarea, tineri NEET (nici în muncă, nici în educație), ratele de ocupare ale absolvenților recenți, experiența de muncă în timpul studiilor, tranziția de la școală la piața muncii.

**Sursa:** **https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/edat1_esms.htm**

**Metoda de calcul:** (Numar persoane cu studii superioare / Total populație) * 100

**Unitate de măsură:** procente

- Rata șomajului

**Definiție:** Rata șomajului reprezintă numărul persoanelor șomere exprimat ca procent din populația activă (forța de muncă). Forța de muncă include totalul persoanelor ocupate și al celor șomere.

**Sursa:**
https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/lfsa_esms.htm#shortunit_measureDisseminated

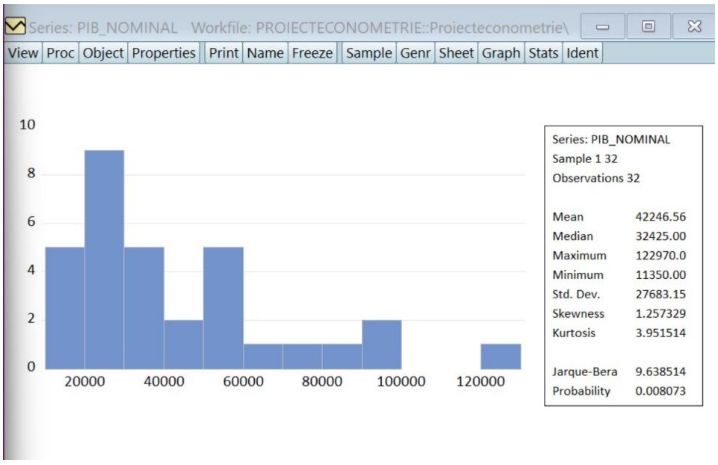
**Metoda de calcul:** Rata șomajului (%) = (Număr de șomeri / Forța de muncă) × 100

**Unitate de măsură:** procente

### *1.3.2.Descrierea datelor. Analiza descriptivă prin reprezentări grafice*

Pentru analiza descriptivă a variabilelor am utilizat funcțiile statistice din **EViews**, care oferă o imagine clară asupra distribuției valorilor.

- Produs intern brut nominal




*Figură 1. Histogramă PIB nominal*

**Cea mai mică valoare**, 11.350, indică existența unor disparități economice semnificative în cadrul eșantionului, reflectând prezența unor state cu o putere economică mai redusă, specifice economiilor emergente sau în curs de dezvoltare din regiune.

**Mediana,** de 32.425, arată că jumătate dintre țările observate au un PIB per capita mai mic decât acest prag, iar cealaltă jumătate îl depășește. Faptul că mediana este mult mai mică decât media sugerează că "centrul de greutate" al eșantionului este spre valori mai modeste.

**Media**, de 42.246, este vizibil mai mare decât mediana (cu aproape 10.000 unități), ceea ce indică faptul că nivelul general este tras în sus de câteva țări foarte bogate (outliers). Acest decalaj este un semn clasic de inegalitate economică între state.

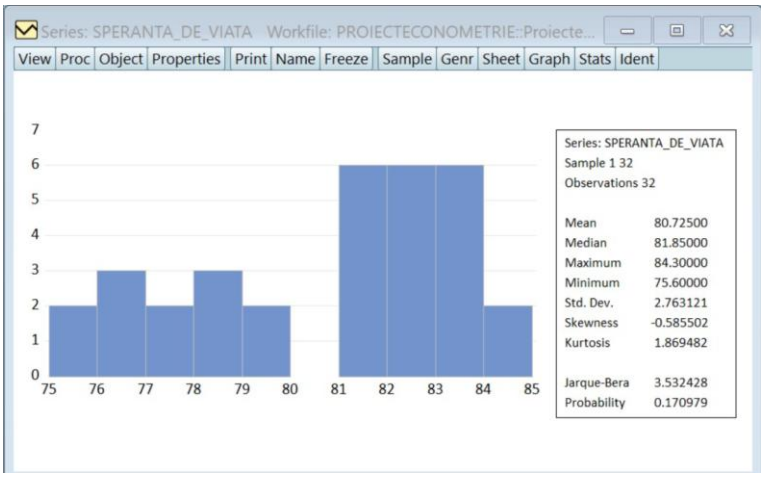
**Valoarea maximă**, de 122.970, este impresionantă (de peste 10 ori mai mare decât minimul) și reflectă existența unor economii extrem de performante sau a unor centre financiare (precum Luxemburg sau Irlanda), care se distanțează clar de restul plutonului.

Prezența unei **asimetrii pozitive** semnificative (Skewness = 1.25) indică faptul ca: avem multe țări cu PIB mic/mediu și foarte puține cu PIB extrem de mare. Valoarea Kurtosis de 3.95

(peste pragul normal de 3) indică o distribuție leptocurtică (ascuțită), sugerând că valorile sunt mai concentrate în jurul mediei decât într-o distribuție normală, dar cu valori extreme mai frecvente.

**Testul Jarque-Bera** (JB = 9.63, p = 0.008) confirmă aceste observații. Deoarece probabilitatea (0.008) este sub pragul de 0.05, respingem ipoteza de normalitate. Aceasta arată că distribuția bogăției între țări nu este uniformă/normală, ci caracterizată de inegalitate, ceea ce este un fenomen economic așteptat în cazul veniturilor sau PIB-ului.

- Speranța de viață




*Figură 2. Histogramă speranța de viață*

**Cea mai mică valoare**, de 75.60 ani, deși ridicată într-un context global, indică existența unor disparități în ceea ce privește sistemele de sănătate și calitatea vieții în cadrul eșantionului european, corespunzând probabil unor state est-europene unde tranziția economică și factorii sociali încă influențează longevitatea.

**Mediana**, de 81.85 ani, este superioară mediei și arată că jumătate dintre țările analizate au o speranță de viață foarte ridicată, peste acest prag. Acest lucru sugerează că standardul tipic în acest grup de țări este unul de longevitate extinsă, specific economiilor dezvoltate.

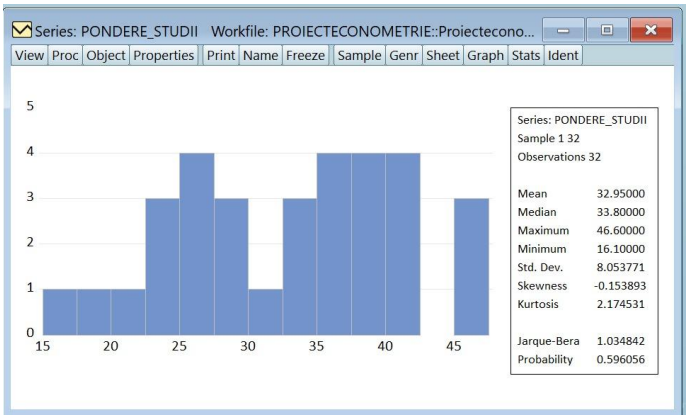
**Media**, de 80.72 ani, indică un nivel general excelent al stării de sănătate a populației. Faptul că media este ușor mai mică decât mediana sugerează o asimetrie negativă: majoritatea țărilor au performanțe ridicate, media fiind trasă ușor în jos de numărul mic de țări cu speranță de viață sub 76-77 de ani.

**Valoarea maximă**, de 84.30 ani, reflectă performanța de vârf a sistemelor de sănătate și a stilului de viață din cele mai dezvoltate state (probabil zona mediteraneană sau nordică), atingând limitele biologice actuale ale longevității medii.

**Asimetria negativă** (Skewness = -0.58) confirmă observația anterioară: „coada" distribuției este spre stânga (spre valorile mici), în timp ce masa principală a țărilor se concentrează spre valori mari. Valoarea Kurtosis de 1.86 (sub pragul de 3) indică o distribuție platicurtică (mai plată), ceea ce înseamnă că datele sunt destul de dispersate între 75 și 84, fără o concentrare excesivă în jurul mediei.

**Testul Jarque-Bera** (JB = 3.53, p = 0.170).Deoarece probabilitatea (0.170) este mai mare de 0.05, nu putem respinge ipoteza de normalitate. Astfel, statistic vorbind, speranța de viață urmează o distribuție normală.

- Ponderea persoanelor cu studii superioare




*Figură 3. Histrograma persoane cu studii superioare*

**Cea mai mică valoare**, de 16.10%, indică existența unor state în eșantion unde accesul la educația terțiară este mai limitat sau unde structura pieței muncii pune un accent mai mare pe învățământul vocațional/tehnic în detrimentul celui universitar.

**Mediana**, de 33.80%, arată că jumătate dintre țările analizate au peste o treime din populație cu studii superioare absolvite. Faptul că mediana este foarte apropiată de medie sugerează o distribuție echilibrată a nivelului de educație în rândul țărilor europene.

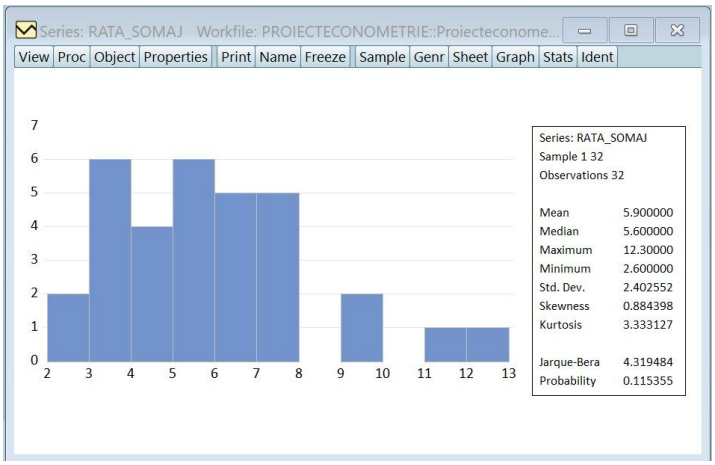
**Media**, de 32.95%, confirmă că, în medie, aproximativ o treime din populația statelor din eșantion deține o diplomă de studii superioare. Aceasta reflectă un nivel general ridicat de calificare a forței de muncă (capital uman), specific economiilor bazate pe cunoaștere.

**Valoarea maximă**, de 46.60%, evidențiază țările fruntașe la educație, unde aproape jumătate din populație are studii universitare. Aceste valori sunt specifice statelor nordice sau celor cu politici publice puternice de subvenționare a educației superioare (ex: Irlanda, Cipru, Lituania).

**Asimetria neglijabilă** (Skewness = -0.15) – care este foarte aproape de 0 – indică o distribuție aproape perfect simetrică. Nu avem nici cozi lungi spre stânga, nici spre dreapta. Valoarea Kurtosis de 2.17 (sub pragul de 3) indică o distribuție platicurtică. Aceasta înseamnă că datele sunt mai "aplatizate" și mai dispersate decât într-o curbă normală standard, sugerând că țările sunt răspândite relativ uniform pe o plajă largă de valori, fără a se aglomera excesiv în jurul mediei.

**Testul Jarque-Bera** (JB = 1.03, p = 0.596). Deoarece probabilitatea (0.596) este mult mai mare decât pragul critic de 0.05, nu respingem ipoteza de normalitate. Putem afirma cu certitudine statistică faptul că nivelul de educație în acest eșantion este distribuit normal.

- Rata șomajului




*Figură 4. Histrogama ratei șomajului*

**Cea mai mică valoare**, de 2.60%, reflectă o situație de ocupare aproape deplină a forței de muncă ("full employment") în anumite state (probabil Cehia sau Germania). Acest nivel indică o economie care funcționează la capacitate maximă, unde șomajul este doar fricțional (oameni care își schimbă jobul).

**Mediana**, de 5.60%, arată că jumătate dintre țările din eșantion au o rată a șomajului sub acest prag. Fiind foarte apropiată de medie, aceasta sugerează că majoritatea țărilor europene analizate se grupează în jurul unei rate a șomajului relativ moderate, între 4% și 7%.

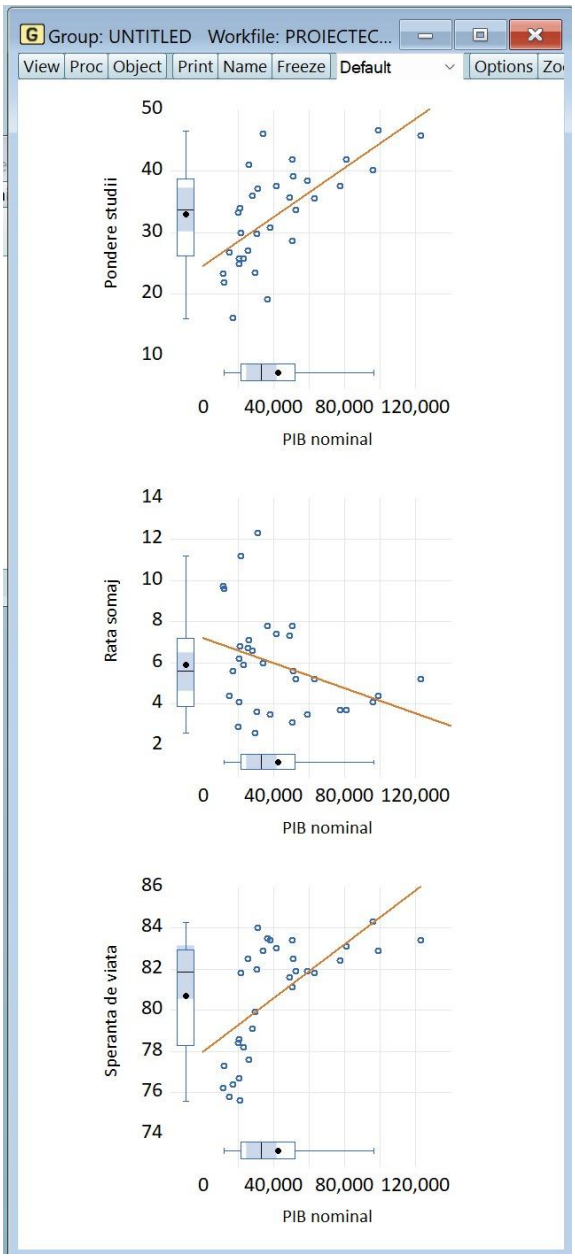
**Media**, de 5.90%, indică nivelul mediu al șomajului la nivelul eșantionului. Faptul că este doar puțin mai mare decât mediana sugerează că, deși există țări cu șomaj mare care trag media în sus, influența lor nu este dramatică.

**Valoarea maximă**, de 12.30%, semnalează existența unor dezechilibre structurale severe pe piața muncii în anumite economii (posibil state din sudul Europei, precum Spania sau Grecia). Această valoare este aproape dublă față de medie, evidențiind disparitățile economice majore din interiorul regiunii analizate.

**Asimetria pozitivă** (Skewness = 0.88) indică o distribuție cu o coadă spre dreapta. Altfel spus, avem o concentrare de țări cu șomaj mic și mediu (partea stângă a graficului), și mai puține țări cu șomaj foarte mare (partea dreaptă). Valoarea Kurtosis de 3.33 este extrem de apropiată de valoarea de referință 3 (ușor leptocurtică), ceea ce înseamnă că distribuția are o formă "clopot" foarte similară cu cea normală.

**Testul Jarque-Bera** (JB = 4.31, p = 0.115) confirmă statistic normalitatea distribuției. Deoarece probabilitatea (0.115) este mai mare decât pragul de 0.05, nu putem respinge ipoteza de normalitate..

### *1.3.3.Analiza relației dintre variabile.*




*Figură 5. Corelograme*

1. Analiza relației dintre PIB și Ponderea populației cu studii superioare

Corelograma indică existența unei **relații pozitive clare** între PIB-ul nominal pe cap de locuitor și ponderea populației cu studii superioare. Norul de puncte prezintă o tendință ascendentă bine definită, confirmată de linia de regresie estimată, ceea ce sugerează că țările cu un nivel mai ridicat al PIB-ului tind să aibă o pondere mai mare a populației cu educație terțiară.

Distribuțiile marginale (box-plot-urile) arată că valorile ridicate ale PIB-ului sunt asociate cu niveluri superioare ale educației, în timp ce țările cu PIB mai redus prezintă, în general, ponderi mai scăzute ale populației cu studii superioare. Această relație este în concordanță cu teoria capitalului uman, conform căreia investițiile în educație contribuie la creșterea productivității și, implicit, la un nivel mai ridicat al dezvoltării economice.

2. Analiza relației dintre PIB și Rata Șomajului

Corelograma evidențiază o **relație negativă** între PIB-ul nominal pe cap de locuitor și rata șomajului. Linia de regresie are o pantă descendentă, indicând faptul că țările cu un PIB mai ridicat tind să înregistreze rate ale șomajului mai reduse.

Norul de puncte sugerează o dispersie moderată, ceea ce indică existența unor diferențe structurale între țări, însă direcția relației este clară. Distribuțiile marginale arată că valorile mari ale șomajului sunt concentrate în zona țărilor cu PIB mai scăzut, în timp ce țările cu PIB ridicat prezintă, în general, rate ale șomajului mai mici.

Această relație este coerentă cu teoria economică, conform căreia un nivel ridicat al activității economice favorizează crearea de locuri de muncă și utilizarea eficientă a forței de muncă.

3. Analiza relației dintre PIB și Speranța de viață la naștere

Corelograma indică o **relație pozitivă puternică** între PIB-ul nominal pe cap de locuitor și speranța de viață la naștere. Norul de puncte este bine aliniat de-a lungul unei traiectorii ascendente, iar linia de regresie evidențiază o asociere clară și consistentă între cele două variabile.

Țările cu un PIB ridicat tind să înregistreze niveluri superioare ale speranței de viață, ceea ce reflectă condiții de trai mai bune, acces mai bun la servicii medicale și sisteme sociale mai dezvoltate. Distribuțiile marginale confirmă această tendință, valorile mari ale speranței de viață fiind asociate cu intervale ridicate ale PIB-ului.

Această relație susține utilizarea speranței de viață ca proxy pentru starea generală de sănătate a populației în modelele econometrice de dezvoltare economică.

### *1.3.4.Definirea și formularea modelului de regresie*

Pentru a analiza factorii care influențează nivelul PIB-ului nominal pe cap de locuitor, în cadrul acestui studiu este utilizat un model de regresie liniară multiplă. Alegerea acestui tip de model este justificată de necesitatea de a surprinde efectul simultan al mai multor variabile explicative asupra unei variabile dependente, în concordanță cu abordările utilizate frecvent în literatura economică.

Variabila dependentă a modelului este PIB-ul nominal pe cap de locuitor, considerat un indicator sintetic al nivelului de dezvoltare economică și al bunăstării economice. Modelul include

trei variabile explicative care reflectă dimensiuni esențiale ale dezvoltării socio-economice: nivelul educației populației, starea generală de sănătate și funcționarea pieței muncii.

Astfel, modelul de regresie care urmează să fie estimat poate fi formulat după cum urmează:

$$PIB_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot EducatieTertiara_i + \beta_2 \cdot SperantaViata_i + \beta_3 \cdot Somaj_i + \varepsilon_i$$

unde:

- $PIB_i$ reprezintă PIB-ul nominal pe cap de locuitor pentru țara i;
- $EducatieTertiara_i$ este ponderea populației cu studii superioare (educație terțiară);
- $SperantaViata_i$ reprezintă speranța de viață la naștere;
- $Somaj_i$ este rata șomajului;
- $\beta_0$ este interceptul modelului;
- $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ sunt coeficienții de regresie care măsoară impactul marginal al fiecărei variabile explicative asupra PIB-ului pe cap de locuitor;
- $\varepsilon_i$ reprezintă termenul de eroare, care surprinde influența altor factori neincluși explicit în model.

Din punct de vedere teoretic, se așteaptă ca coeficientul asociat educației terțiare ($\beta_1$ ) să fie pozitiv, reflectând rolul capitalului uman în creșterea productivității și a performanței economice. De asemenea, coeficientul speranței de viață ($\beta_2$ ) este anticipat a fi pozitiv, întrucât o stare mai bună de sănătate a populației contribuie la o participare mai ridicată pe piața muncii și la sporirea productivității. În schimb, coeficientul ratei șomajului ($\beta_3$ ) este așteptat să fie negativ, deoarece un nivel ridicat al șomajului indică utilizarea ineficientă a resurselor de muncă și pierderi de producție.

Modelul va fi estimat utilizând metoda celor mai mici pătrate (OLS), pe baza unui set de date cross-section pentru anul 2023, iar validitatea acestuia va fi evaluată prin testarea semnificației parametrilor, a calității ajustării și a ipotezelor clasice ale modelului de regresie liniară.

## 1.4.Rezultate

### *1.4.1.Estimarea parametrilor modelului*

*Figură 6. Modelul de regresie*

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: PIB_NOMINAL
Method: Least Squares
Date: 01/05/26 Time: 16:36
Sample: 1 32
Included observations: 32

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -318283.5 | 99084.80 | -3.212233 | 0.0033 |
| SPERANTA_DE_VIATA | 4110.976 | 1316.177 | 3.123423 | 0.0041 |
| PONDERE_STUDII | 1467.619 | 454.0751 | 3.232106 | 0.0031 |
| RATA_SOMAJ | -3336.701 | 1276.451 | -2.614046 | 0.0142 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.660904 | Mean dependent var | 42246.56 |
| Adjusted R-squared | 0.624572 | S.D. dependent var | 27683.15 |
| S.E. of regression | 16962.06 | Akaike info criterion | 22.43181 |
| Sum squared resid | 8.06E+09 | Schwarz criterion | 22.61503 |
| Log likelihood | -354.9090 | Hannan-Quinn criter. | 22.49255 |
| F-statistic | 18.19083 | Durbin-Watson stat | 2.147781 |
| Prob(F-statistic) | 0.000001 | | |

După definirea modelului de regresie, următorul pas îl reprezintă estimarea parametrilor acestuia. Această etapă constă în calcularea coeficienților modelului, pe baza datelor utilizate în analiză, pentru a observa influența fiecărei variabile explicative asupra PIB-ului nominal pe cap de locuitor.

Estimarea parametrilor a fost realizată cu ajutorul programului **EViews**, utilizând metoda celor mai mici pătrate (MCMMP). Prin această metodă se obțin valori pentru interceptul modelului și pentru coeficienții corespunzători variabilelor explicative, care vor fi ulterior analizați și interpretați.

Rezultatele estimării sunt prezentate sub forma unui tabel de regresie generat în EViews, care stă la baza testării semnificației parametrilor și a evaluării validității modelului.

Analizând coeficientul asociat speranței de viață($\beta_1$), observăm o relație pozitivă și semnificativă statistic între longevitate și performanța economică. Mai exact, o creștere cu un an a speranței de viață la naștere este asociată, în medie, cu o majorare a PIB-ului nominal per capita cu aproximativ 4111 unități monetare. Din perspectivă economică, acest rezultat confirmă legătura directă dintre starea de sănătate a populației și productivitate, întrucât o populație mai sănătoasă și mai longevivă este capabilă să contribuie activ pe piața muncii pentru o perioadă mai îndelungată, stimulând astfel creșterea economică susținută.

În ceea ce privește ponderea studiilor superioare($\beta_2$), coeficientul pozitiv obținut validează ipoteza fundamentală a teoriei capitalului uman. Rezultatele indică faptul că o creștere cu un punct procentual a ponderii populației cu studii terțiare determină, în medie, o creștere a PIB-ului per capita cu aproximativ 1468 unități monetare. Această relație subliniază rolul crucial al educației superioare în tranziția către o economie bazată pe cunoaștere, demonstrând că forța de muncă înalt calificată este un motor esențial pentru generarea de valoare adăugată superioară și inovare.

Estimarea parametrului pentru rata șomajului($\beta_3$) indică un impact negativ puternic asupra variabilei dependente, rezultat ce concordă cu așteptările teoretice. Concret, o creștere cu un punct procentual a ratei șomajului conduce, în medie, la o scădere a PIB-ului per capita cu aproximativ 3337 unități monetare. Semnificația economică a acestui rezultat este evidentă, deoarece neutilizarea forței de muncă disponibile reprezintă o pierdere majoră de resurse economice și o frână semnificativă în calea dezvoltării și prosperității unei națiuni.

Valoarea termenului liber, sau a constantei, este negativă și ridicată în valoare absolută. Deși din punct de vedere matematic aceasta ar reprezenta valoarea teoretică a PIB-ului în situația ipotetică în care speranța de viață, educația și șomajul ar fi nule, din punct de vedere economic acest coeficient nu comportă o interpretare reală, servind în principal ca element de ajustare geometrică a dreptei de regresie.

Semnificația statistică a rezultatelor este confirmată prin testul t-Student. Analizând valorile probabilităților asociate din tabelul de rezultate, observăm că toți coeficienții sunt statistic semnificativi la un nivel de încredere de 95%, având valori p sub pragul de 0.05. Acest fapt ne permite să respingem ipoteza nulă pentru fiecare variabilă independentă și să concluzionăm că factorii selectați exercită o influență reală și certă asupra nivelului PIB-ului nominal în țările analizate.

$$PIB_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot EducatieTertiara_i + \beta_2 \cdot SperantaViata_i + \beta_3 \cdot Somaj_i + \varepsilon_i$$

$$PIB_i = -318283.5 + 1467.619 \cdot EducatieTertiara_i + 4110.976 \cdot SperantaViata_i - 3336.701 \cdot Somaj_i$$

În ceea ce privește semnificația statistică, toate variabilele explicative sunt semnificative la nivelul de 5%, având valori ale probabilității (p-value) sub 0,05.

### *1.4.2.Testarea semnificației parametrilor și a validității modelului*

În continuarea vom verifica semnificația parametrilor cu ajutorul testului t:

- $H_0: \beta_0 = 0;\ \beta_1 = 0;\ \beta_2 = 0;\ \beta_3 = 0$ (parametrii nu sunt semnificativi, modelul nu este valid)
- $H_1: \beta_i \neq 0,\ i = 0,3$ (parametrii sunt semnificativi din punct de vedere statistic,

modelul este valid statistic)

Deoarece $|t_{calc}| > t_{tab}$ (2.048) pentru fiecare dintre cei 4 parametri => respingem H0 și

acceptăm H1 => toți parametrii βi sunt semnificativi statistic la pragul de semnificaţie de 5% (i=0,3). Acest lucru este întărit și de valorile foarte mici ale lui Prob. pentru fiecare parametru al modelului.

Pentru testarea validității modelului de regresie, ipotezele sunt:

- $H_0$: modelul nu este valid statistic (MSR=MSE)
- $H_1$: modelul este valid statistic (MSR>MSE)

Putem afirma cu siguranță că modelul este semnificativ statistic în urma testului F

(F statistic = 18.19083 > F critic, deci se respinge ipoteza $H_0$ și se acceptă $H_1$ ), fiind valid pentru un nivel de semnificație Prob(F-statistic)=0.000001, mai mic față de 5%.

### *1.4.3.Evaluarea calității modelului de regresie*

Analiza bonității modelului de regresie liniară multiplă și a capacității acestuia de a explica realitatea economică s-a realizat prin interpretarea coeficientului de determinare și a testelor de validitate globală. Din rezultatele furnizate de output-ul EViews, valoarea coeficientului de determinare R-pătrat este de 0.6609. Această cifră indică faptul că 66,09% din variația Produsului Intern Brut nominal per capita este explicată de variația cumulată a speranței de viață, a nivelului de educație terțiară și a ratei șomajului.

Acest procent de determinare este considerat unul ridicat pentru o analiză de tip cross-section, unde eterogenitatea țărilor introduce o variabilitate naturală greu de surprins în totalitate. Restul de aproximativ 34% din variația variabilei dependente rămâne sub influența unor factori aleatori sau a altor variabile economice și instituționale care nu au fost incluse în acest model. De asemenea, diferența redusă dintre coeficientul R-pătrat și R-pătrat ajustat, care înregistrează valoarea de 0.6245, sugerează că modelul este stabil și bine specificat, variabilele explicative fiind relevante pentru fenomenul studiat.

Validitatea globală a modelului este susținută ferm de rezultatele testului Fisher. Statistica F are o valoare ridicată de 18.19, iar probabilitatea asociată acesteia este de 0.000001, valoare

situată mult sub pragul de semnificație de 1%. Acest rezultat ne permite să respingem ipoteza nulă conform căreia toți coeficienții de regresie sunt simultan egali cu zero și să acceptăm faptul că modelul este valid statistic în ansamblul său. În plus, statistica Durbin-Watson are valoarea de 2.147, fiind foarte aproape de valoarea ideală de 2, ceea ce indică, într-o primă evaluare, absența unei autocorelări semnificative a erorilor.

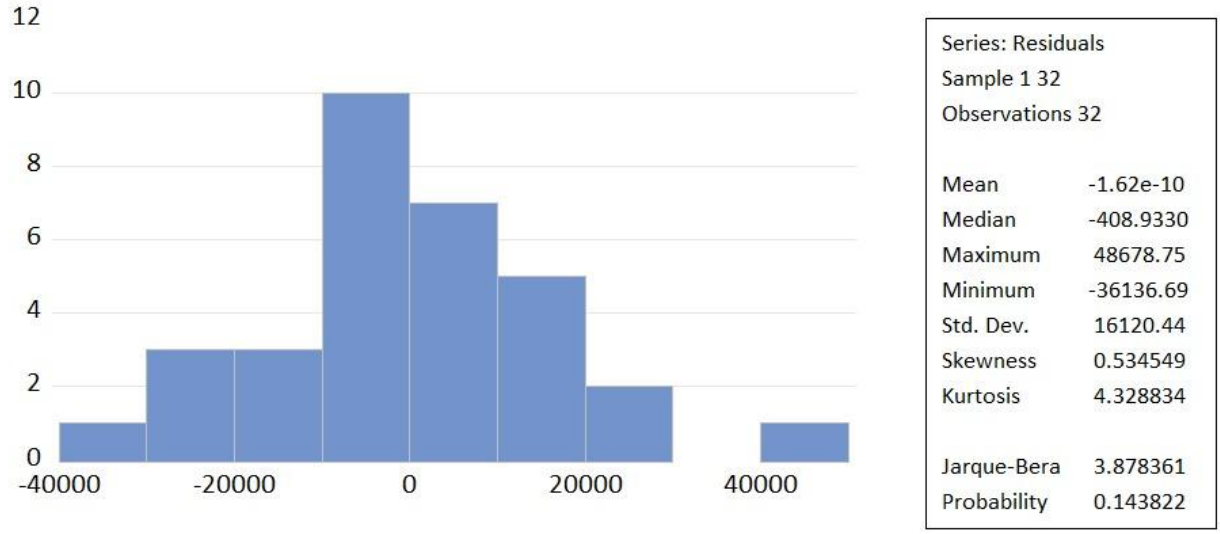
### *1.4.4. Verificarea ipotezelor clasice ale modelului de regresie*

În continuare se va verifica dacă modelul estimat îndeplinește ipotezele modelului de regresie liniară multiplă.

**1. Normalitatea distribuției erorilor aleatoare și media acestora**

Pentru testarea ipotezei de normalitate a erorilor aleatoare se va folosi testul Jarque-Bera, cu ipotezele:

- $H_0$: erorile aleatoare au distribuție normală
- $H_1$: erorile aleatoare nu au distribuție normală




*Figură 7. Histrograma distribuției de valori*

Probabilitatea asociată acestui test este de 0,1438 : 0.05 => se va accepta ipoteza $H_0$, erorile aleatoare având distribuție normală.

Se observă că media erorilor aleatoare este -1.62e-10, fiind foarte aproape de zero.

**2. Homoscedasticitatea erorilor aleatoare**

Pentru a observa dacă erorile aleatoare sunt homoscedastice sau nu, vom aplica următoarele teste:

- **Testul White**

Heteroskedasticity Test: White
Null hypothesis: Homoskedasticity

| | | | |
|---|---|---|---|
| F-statistic | 1.931729 | Prob. F(9,22) | 0.1002 |
| Obs*R-squared | 14.12543 | Prob. Chi-Square(9) | 0.1179 |
| Scaled explained SS | 18.00031 | Prob. Chi-Square(9) | 0.0352 |

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 01/05/26 Time: 17:31
Sample: 1 32
Included observations: 32

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | 2.95E+10 | 9.43E+10 | 0.312256 | 0.7578 |
| SPERANTA_DE_VIATA^2 | 4162649. | 15153781 | 0.274694 | 0.7861 |
| SPERANTA_DE_VIATA*PONDERE_ST... | 1445560. | 4691150. | 0.308146 | 0.7609 |
| SPERANTA_DE_VIATA*RATA_SOMAJ | -5099842. | 17576983 | -0.290143 | 0.7744 |
| SPERANTA_DE_VIATA | -6.68E+08 | 2.39E+09 | -0.279709 | 0.7823 |
| PONDERE_STUDII^2 | 2952867. | 1458542. | 2.024533 | 0.0552 |
| PONDERE_STUDII*RATA_SOMAJ | -8537.127 | 7118966. | -0.001199 | 0.9991 |
| PONDERE_STUDII | -2.86E+08 | 3.39E+08 | -0.841891 | 0.4089 |
| RATA_SOMAJ^2 | 3931075. | 12281684 | 0.320076 | 0.7519 |
| RATA_SOMAJ | 3.36E+08 | 1.24E+09 | 0.271408 | 0.7886 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.441420 | Mean dependent var | 2.52E+08 |
| Adjusted R-squared | 0.212910 | S.D. dependent var | 4.67E+08 |
| S.E. of regression | 4.14E+08 | Akaike info criterion | 42.77102 |
| Sum squared resid | 3.77E+18 | Schwarz criterion | 43.22906 |
| Log likelihood | -674.3363 | Hannan-Quinn criter. | 42.92285 |
| F-statistic | 1.931729 | Durbin-Watson stat | 2.147261 |
| Prob(F-statistic) | 0.100170 | | |

*Figură 8. Testul White*

Testul se aplică pentru următoarele ipoteze:

- $H_0$: există homoscedasticitate
- $H_1$: există heteroscedasticitate

Obținem că Prob. F pentru statisticile calculate este mai mare de 5%, respectiv 0.1002, astfel rezultă că există o probabilitate foarte mare de a greși în respingerea lui $H_0, deci\ acceptăm\ H_0, conform\ căreia\ erorile\ aleatoare\ sunt\ homoscedastice.$

- **Testul Glejser**

Equation: UNTITLED Workfile: PROIECTECONOMETRIE::Proiec...

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Heteroskedasticity Test: Glejser
Null hypothesis: Homoskedasticity

| | | | |
|---|---|---|---|
| F-statistic | 2.599245 | Prob. F(3,28) | 0.0720 |
| Obs*R-squared | 6.970482 | Prob. Chi-Square(3) | 0.0728 |
| Scaled explained SS | 7.256347 | Prob. Chi-Square(3) | 0.0642 |

Test Equation:
Dependent Variable: ARESID
Method: Least Squares
Date: 01/05/26 Time: 17:33
Sample: 1 32
Included observations: 32

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -52107.10 | 57618.58 | -0.904345 | 0.3735 |
| SPERANTA_DE_VIATA | 650.0494 | 765.3670 | 0.849330 | 0.4029 |
| PONDERE_STUDII | 433.7662 | 264.0482 | 1.642754 | 0.1116 |
| RATA_SOMAJ | -458.6749 | 742.2658 | -0.617939 | 0.5416 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.217828 | Mean dependent var | 11954.55 |
| Adjusted R-squared | 0.134023 | S.D. dependent var | 10599.39 |
| S.E. of regression | 9863.570 | Akaike info criterion | 21.34755 |
| Sum squared resid | 2.72E+09 | Schwarz criterion | 21.53077 |
| Log likelihood | -337.5608 | Hannan-Quinn criter. | 21.40828 |
| F-statistic | 2.599245 | Durbin-Watson stat | 1.890536 |
| Prob(F-statistic) | 0.071975 | | |

*Figură 9. Testul Glejser*

Aplicând testul Glejser cu următoarele ipoteze:

- $H_0$: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ (există homoscedasticitate)
- $H_1$: $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq 0$ (există heteroscedasticitate).

Din rezultatele testului reiese că avem coeficienții parametrilor-pantă nesemnificativi statistic, probabilitatea acestora fiind mai mare de 5% (0,4029, 0,1116, respectiv 0,5416), deci acceptăm H0, erorile aleatoare fiind homoscedastice.

**3. Necoliniaritatea variabilelor explicative**

În sens larg, multicoliniaritatea înseamnă că există cel puțin 2 variabile explicative care sunt liniar dependente sau sunt liniar independente, dar puternic corelate. Pentru a verifica dacă există multicoliniaritatea între variabilele explicative, com folosi mai multe metode:

- **Statistica F**

Modelul estimat este semnificativ statistic per ansamblu, lucru evidențiat de valoarea ridicată a statisticii F (18.19) și de probabilitatea asociată acesteia, foarte mică (Prob(F-statistic)=0.000001). Astfel, respingem ipoteza nulă conform căreia coeficienții variabilelor explicative sunt simultan egali cu zero. De asemenea, toate valorile statistice t ale coeficienților au

module mai mari decât 2, ceea ce indică faptul că fiecare variabilă explicativă este semnificativă individual.

- **Matricea coeficienților de corelație**

| Correlation | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | SPERANTA... | RATA_SO... | PONDERE... | | | |
| SPER... | 1.000000 | -0.033529 | 0.545488 | | | |
| RATA_... | -0.033529 | 1.000000 | -0.110280 | | | |
| POND... | 0.545488 | -0.110280 | 1.000000 | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

*Figură 10. Matricea coeficienților de corelație*

Din matricea coeficienților de corelație reiese că între **speranța de viață** și **ponderea populației cu studii superioare** există o corelație pozitivă moderată, coeficientul de corelație având valoarea $r = 0{,}545 < 0{,}8$. Aceasta indică existența unei legături directe între cele două variabile explicative, însă intensitatea acesteia nu este suficient de ridicată pentru a genera probleme de multicoliniaritate în cadrul modelului.

Între **speranța de viață** și **rata șomajului**, coeficientul de corelație este foarte scăzut, având valoarea $r = -0{,}034$, ceea ce sugerează o legătură inversă extrem de slabă, practic nesemnificativă din punct de vedere statistic.

De asemenea, corelația dintre **ponderea populației cu studii superioare** și **rata șomajului** este negativă și slabă, coeficientul de corelație fiind $r = -0{,}110$, ceea ce indică o relație liniară de intensitate redusă între cele două variabile.

Prin urmare, având în vedere că niciun coeficient de corelație dintre variabilele explicative nu depășește pragul critic de 0,8, se poate concluziona că **ipoteza de necoliniaritate a variabilelor explicative este îndeplinită**, iar modelul de regresie nu este afectat de probleme de multicoliniaritate.

- **Coeficienții de determinație**

Comparăm coeficientul de determinație al modelului complet cu coeficienții de determinație din modelul din care a fost eliminată, pe rând, una din variabilele independente.

R-patrat = 0.6609

Equation: UNTITLED Workfile: PROIECTECONOMETRIE::Proiectecon...

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: PIB_NOMINAL
Method: Least Squares
Date: 01/05/26 Time: 18:39
Sample: 1 32
Included observations: 32

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -12665.48 | 17813.44 | -0.711007 | 0.4828 |
| PONDERE_STUDII | 2241.173 | 434.2584 | 5.160920 | 0.0000 |
| RATA_SOMAJ | -3209.257 | 1455.709 | -2.204600 | 0.0356 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.542756 | Mean dependent var | 42246.56 |
| Adjusted R-squared | 0.511222 | S.D. dependent var | 27683.15 |
| S.E. of regression | 19354.03 | Akaike info criterion | 22.66825 |
| Sum squared resid | 1.09E+10 | Schwarz criterion | 22.80566 |
| Log likelihood | -359.6920 | Hannan-Quinn criter. | 22.71380 |
| F-statistic | 17.21174 | Durbin-Watson stat | 2.332796 |
| Prob(F-statistic) | 0.000012 | | |

*Figură 11. Modelul de regresie după eliminarea speranței de viață*

Eliminiarea speranței de viață => R-patrat = 0.5427 < 0.6609 => coeficientul de determinare scade de la 0.6609 la 0.5427, ceea ce indică faptul că această variabilă avea o contribuție semnificativă la explicarea variabilei dependente. Prin urmare, includerea speranței de viață îmbunătățește capacitatea explicativă a modelului..

Equation: UNTITLED Workfile: PROIECTECONOMETRIE::Proiectecon...

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: PIB_NOMINAL
Method: Least Squares
Date: 01/05/26 Time: 18:40
Sample: 1 32
Included observations: 32

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -333387.1 | 108409.0 | -3.075271 | 0.0046 |
| PONDERE_STUDII | 1597.972 | 494.6418 | 3.230564 | 0.0031 |
| SPERANTA_DE_VIATA | 4000.996 | 1441.751 | 2.775096 | 0.0096 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.578150 | Mean dependent var | 42246.56 |
| Adjusted R-squared | 0.549056 | S.D. dependent var | 27683.15 |
| S.E. of regression | 18589.88 | Akaike info criterion | 22.58768 |
| Sum squared resid | 1.00E+10 | Schwarz criterion | 22.72509 |
| Log likelihood | -358.4029 | Hannan-Quinn criter. | 22.63323 |
| F-statistic | 19.87237 | Durbin-Watson stat | 2.040729 |
| Prob(F-statistic) | 0.000004 | | |

*Figură 12. Modelul de regresie după eliminarea ratei șomajului*

Eliminarea ratei somajului => R-patrat = 0.5781 < 0.6609 => coeficientul scade și în acest caz, astfel, și această variabilă are o contribuție semnificativă la explicarea variabilei dependente.

Equation: UNTITLED Workfile: PROIECTECONOMETRIE::Proiectecon...

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: PIB_NOMINAL
Method: Least Squares
Date: 01/05/26 Time: 18:41
Sample: 1 32
Included observations: 32

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -454553.4 | 103243.7 | -4.402724 | 0.0001 |
| RATA_SOMAJ | -3789.777 | 1460.826 | -2.594269 | 0.0147 |
| SPERANTA_DE_VIATA | 6431.212 | 1270.198 | 5.063156 | 0.0000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.534391 | Mean dependent var | 42246.56 |
| Adjusted R-squared | 0.502280 | S.D. dependent var | 27683.15 |
| S.E. of regression | 19530.26 | Akaike info criterion | 22.68638 |
| Sum squared resid | 1.11E+10 | Schwarz criterion | 22.82379 |
| Log likelihood | -359.9820 | Hannan-Quinn criter. | 22.73193 |
| F-statistic | 16.64200 | Durbin-Watson stat | 1.676064 |
| Prob(F-statistic) | 0.000015 | | |

*Figură 13. Modelul de regresie după eliminarea ponderii persoanelor cu studii superioare*

Eliminarea ponderei persoanelor cu studii superioare => R-patrat = 0.5343 < 0.6609 => asemenea celor de mai sus și in acest caz.

- **Criteriul lui Klein**

Dependent Variable: SPERANTA_DE_VIATA
Method: Least Squares
Date: 01/05/26 Time: 18:01
Sample: 1 32
Included observations: 32

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | 74.34196 | 2.202632 | 33.75142 | 0.0000 |
| PONDERE_STUDII | 0.188168 | 0.053696 | 3.504317 | 0.0015 |
| RATA_SOMAJ | 0.031001 | 0.179998 | 0.172229 | 0.8645 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.298274 | Mean dependent var | 80.72500 |
| Adjusted R-squared | 0.249880 | S.D. dependent var | 2.763121 |
| S.E. of regression | 2.393125 | Akaike info criterion | 4.672137 |
| Sum squared resid | 166.0844 | Schwarz criterion | 4.809550 |
| Log likelihood | -71.75420 | Hannan-Quinn criter. | 4.717686 |
| F-statistic | 6.163349 | Durbin-Watson stat | 2.049260 |
| Prob(F-statistic) | 0.005881 | | |

*Figură 14. Modelul de regresie cu speranța de viață ca variabilă dependentă*

Dependent Variable: PONDERE_STUDII
Method: Least Squares
Date: 01/05/26 Time: 18:01
Sample: 1 32
Included observations: 32

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -92.85098 | 36.66969 | -2.532091 | 0.0170 |
| SPERANTA_DE_VIATA | 1.580953 | 0.451144 | 3.504317 | 0.0015 |
| RATA_SOMAJ | -0.308715 | 0.518851 | -0.594997 | 0.5565 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.306028 | Mean dependent var | 32.95000 |
| Adjusted R-squared | 0.258168 | S.D. dependent var | 8.053771 |
| S.E. of regression | 6.936685 | Akaike info criterion | 6.800585 |
| Sum squared resid | 1395.410 | Schwarz criterion | 6.937998 |
| Log likelihood | -105.8094 | Hannan-Quinn criter. | 6.846133 |
| F-statistic | 6.394228 | Durbin-Watson stat | 1.488476 |
| Prob(F-statistic) | 0.005006 | | |

*Figură 15. Modelul de regresie cu ponderea persoanelor cu studii superioare ca variabilă dependentă*

Dependent Variable: RATA_SOMAJ
Method: Least Squares
Date: 01/05/26 Time: 18:02
Sample: 1 32
Included observations: 32

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | 4.526494 | 14.39012 | 0.314556 | 0.7554 |
| SPERANTA_DE_VIATA | 0.032961 | 0.191377 | 0.172229 | 0.8645 |
| PONDERE_STUDII | -0.039067 | 0.065658 | -0.594997 | 0.5565 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.013171 | Mean dependent var | 5.900000 |
| Adjusted R-squared | -0.054886 | S.D. dependent var | 2.402552 |
| S.E. of regression | 2.467605 | Akaike info criterion | 4.733433 |
| Sum squared resid | 176.5832 | Schwarz criterion | 4.870846 |
| Log likelihood | -72.73493 | Hannan-Quinn criter. | 4.778982 |
| F-statistic | 0.193529 | Durbin-Watson stat | 1.085873 |
| Prob(F-statistic) | 0.825102 | | |

*Figură 16. Modelul de regresie cu rata șomajului ca variabilă dependentă*

Multicoliniaritatea a fost verificată utilizând criteriul lui Klein, care presupune compararea coeficientului de determinare al modelului principal cu coeficienții de determinare ai regresiilor auxiliare. În urma estimării regresiilor auxiliare, valorile $R^2$ obținute (0,2983; 0,3060; 0,0132) sunt inferioare coeficientului de determinare al modelului principal ($R^2$ = 0,6609). Prin urmare, se poate concluziona că ipoteza de necoliniaritate a variabilelor explicative este îndeplinită.

- **Criteriul Factorului de Inflație a Variației**

| Modified: 1 32 // vif_speranta = 1/(1-0.2983) | | | |
|---|---|---|---|
| 1.425110 | | | |

*Figură 17. VIF al speranței de viață*

| Modified: 1 32 // vif_somaj = 1/(1-0.0132) | | | |
|---|---|---|---|
| 1.013377 | | | |

*Figură 18. VIF al ratei șomajului*

| Modified: 1 32 // vif_pondere = 1/(1-0.3060) | | | |
|---|---|---|---|
| 1.440922 | | | |

*Figură 19. VIF al ponderii persoanelor cu studii superioare*

În fiecare dintre cele trei cazuri valoarea lui VIF aparține intervalului (1,5), demonstrând că multicoliniaritatea modelului este una foarte scăzută.

În urma testelor efectuate, putem aprecia că gradul de multicoliniaritate este scăzut, deci nu se impune corectarea modelului.

**4. Neautocorelarea erorilor aleatoare**

**Testul Durbin-Watson**

Folosind statistica Durbin-Watson cu ipotezele:

- $H_0$: $\rho$=0 (nu există autocorelarea erorilor aleatoare de ordinul I)
- $H_1$: $\rho \neq 0$ (există autocorelarea erorilor aleatoare de ordinul I).

Se obține DW = 2.147781.

Valoarea obținută este apropiată de valoarea teoretică 2, ceea ce indică absența autocorelării erorilor.

**Testul Breausch-Godfrey**

Pentru detectarea erorilor aleatoare de ordin superior, folosim testul Breusch-Godfrey, cu ipotezele:

- $H_0$: nu există autocorelarea erorilor aleatoare
- $H_1$: există autocorelarea erorilor aleatoare

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

| | | | |
|---|---|---|---|
| F-statistic | 0.124366 | Prob. F(2,26) | 0.8836 |
| Obs*R-squared | 0.303232 | Prob. Chi-Square(2) | 0.8593 |

Test Equation:
Dependent Variable: RESID
Method: Least Squares
Date: 01/05/26 Time: 18:25
Sample: 1 32
Included observations: 32
Presample missing value lagged residuals set to zero.

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -4835.823 | 104057.8 | -0.046472 | 0.9633 |
| SPERANTA_DE_VIATA | 63.05132 | 1378.764 | 0.045730 | 0.9639 |
| PONDERE_STUDII | -24.24799 | 471.5144 | -0.051426 | 0.9594 |
| RATA_SOMAJ | 80.28078 | 1332.359 | 0.060255 | 0.9524 |
| RESID(-1) | -0.096226 | 0.200504 | -0.479922 | 0.6353 |
| RESID(-2) | -0.040396 | 0.205910 | -0.196181 | 0.8460 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.009476 | Mean dependent var | -1.62E-10 |
| Adjusted R-squared | -0.181009 | S.D. dependent var | 16120.44 |
| S.E. of regression | 17518.77 | Akaike info criterion | 22.54729 |
| Sum squared resid | 7.98E+09 | Schwarz criterion | 22.82212 |
| Log likelihood | -354.7567 | Hannan-Quinn criter. | 22.63839 |
| F-statistic | 0.049747 | Durbin-Watson stat | 1.956771 |
| Prob(F-statistic) | 0.998305 | | |

*Figură 20. Modelul de regresie utilizând testul Breusch-Godfrey*

Autocorelarea reziduurilor a fost verificată utilizând testul Breusch–Godfrey (Serial Correlation LM Test), pentru două întârzieri. Probabilitatea asociată statisticii Chi-Square este 0,8593, valoare superioară nivelului de semnificație de 5%, motiv pentru care ipoteza nulă nu este respinsă. Astfel, se poate concluziona că nu există autocorelare a erorilor în modelul estimat.

### *1.4.5.Îmbunătățirea modelului prin adaptarea unor variabile dummy*

Pentru a surprinde diferențe structurale între țări, a fost introdusă o variabilă dummy definită în funcție de nivelul PIB-ului nominal pe cap de locuitor. Astfel, vom clasifica țările în doua categorii pe baza valorii:

- ➔ 0: Țările în care PIB-ul este sub nivelul mediu al PIB-ului al eșantionului
- ➔ 1: Tările care au un PIB peste nivelul mediu al PIB-ului al eșantionului

Am adăugat noua coloană modelului obținut în urma testării ipotezelor. Analizând rezultatele obținute, putem observa că toate variabilele independente sunt semnificative din punct de vedere

statictic, R-pătrat arată că 66.09% din variațiile PIB-ului sunt explicate de variațiile termenilor independenți și că testul este reprezentativ din punct de vedere statistic, cu nivel de încredere de 99% (datorită p-value al F-statistic).

În continuare com testa ipotezele statistice clasice.

Dependent Variable: PIB_NOMINAL
Method: Least Squares
Date: 01/05/26 Time: 19:07
Sample: 1 32
Included observations: 32

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -196504.0 | 83684.82 | -2.348144 | 0.0264 |
| SPERANTA_DE_VIATA | 2614.760 | 1101.918 | 2.372917 | 0.0250 |
| PONDERE_STUDII | 837.3206 | 389.8017 | 2.148068 | 0.0408 |
| RATA_SOMAJ | -1757.729 | 1078.903 | -1.629181 | 0.1149 |
| DUMMY_DEZV | 27879.95 | 6642.460 | 4.197233 | 0.0003 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.794795 | Mean dependent var | 42246.56 |
| Adjusted R-squared | 0.764394 | S.D. dependent var | 27683.15 |
| S.E. of regression | 13437.20 | Akaike info criterion | 21.99204 |
| Sum squared resid | 4.88E+09 | Schwarz criterion | 22.22106 |
| Log likelihood | -346.8727 | Hannan-Quinn criter. | 22.06796 |
| F-statistic | 26.14391 | Durbin-Watson stat | 1.765726 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | |

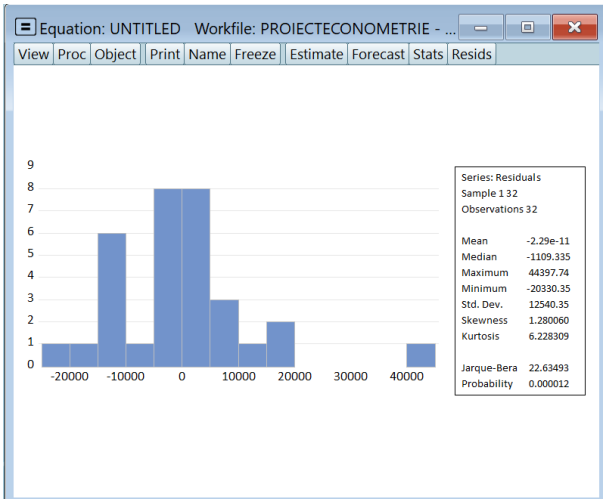
*Figură 21. Modelul de regresie cu variabilă dummy*

1. Multicoliniaritatea:

Introducerea acestei variabile a condus la o creștere semnificativă a coeficientului de determinare, de la 0,6609 la 0,7948, indicând o îmbunătățire a capacității explicative a modelului. Din punct de vedere tehnic, includerea acestei variabile a contribuit la reducerea problemei de multicoliniaritate. Erorile standard ale unor coeficienți, în special pentru speranța de viață, au scăzut semnificativ, ceea ce indică estimări mai precise și mai robuste, confirmând că variabilele independente captează eficient variația PIB-ului nominal.

Rezultatele regresiei îmbunătățite evidențiază câteva aspecte importante. Variabila dummy este extrem semnificativă din punct de vedere statistic, ceea ce confirmă existența unor diferențe structurale între economii. Cu un coeficient pozitiv de aproximativ 27.880, ceea ce sugerează că, **atunci când menținem celelalte variabile constante**, țările dezvoltate au un PIB nominal cu aproximativ 27.880 de unități mai mare decât țările în curs de dezvoltare. Acest lucru reflectă diferențe fundamentale în productivitate, capital uman, infrastructură și eficiență instituțională. În același timp, speranța de viață și ponderea populației cu studii superioare își păstrează impactul pozitiv și semnificativ asupra PIB-ului, în timp ce efectul ratei șomajului devine statistic nesemnificativ. Per ansamblu, modelul extins oferă o descriere mai bună a variației PIB-ului nominal pe cap de locuitor.

2. Media erorilor:




*Figură 22. Media erorilor*

Unul dintre atributele fundamentale ale metodei Celor Mai Mici Pătrate (OLS) este că media erorilor (reziduurilor) este nulă. Analiza histogramei reziduurilor confirmă acest fapt, valoarea mediei obținute fiind practic egală cu zero (Mean = -2.29e-11), ceea ce indică faptul că modelul nu este deplasat sistematic.

3. Necorelarea dintre regresori și erori – este îndeplinită

Necorelarea dintre regresori și termenul de eroare este o ipoteză fundamentală a metodei celor mai mici pătrate și este considerată îndeplinită, întrucât variabilele explicative utilizate sunt de natură macroeconomică și nu sunt influențate direct de termenul de eroare al modelului.

4. Erorile aleatoare nu sunt autocorelate – este respectată

Autocorelarea erorilor a fost verificată utilizând statistica Durbin–Watson și testul Breusch–Godfrey. Valoarea Durbin–Watson este 1.7657, apropiată de valoarea teoretică 2, iar testul Breusch–Godfrey indică o probabilitate mai mare decât 0.05. Prin urmare, ipoteza neautocorelării erorilor este respectată.

5. Homoscedasticitatea

| | | | |
|---|---|---|---|
| F-statistic | 1.211287 | Prob. F(13,18) | 0.3461 |
| Obs*R-squared | 14.93168 | Prob. Chi-Square(13) | 0.3116 |
| Scaled explained SS | 27.78865 | Prob. Chi-Square(13) | 0.0097 |

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 01/05/26 Time: 19:58
Sample: 1 32
Included observations: 32
Collinear test regressors dropped from specification

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | 4.41E+09 | 9.17E+10 | 0.048116 | 0.9622 |
| SPERANTA_DE_VIATA^2 | 645317.9 | 14616735 | 0.044149 | 0.9653 |
| SPERANTA_DE_VIATA*PONDERE_ST... | -344180.8 | 4275692. | -0.080497 | 0.9367 |
| SPERANTA_DE_VIATA*RATA_SOMAJ | -238743.2 | 14909494 | -0.016013 | 0.9874 |
| SPERANTA_DE_VIATA*DUMMY_DEZV | 18765498 | 2.08E+08 | 0.090064 | 0.9292 |
| SPERANTA_DE_VIATA | -87649464 | 2.31E+09 | -0.037881 | 0.9702 |
| PONDERE_STUDII^2 | 1342135. | 1376648. | 0.974930 | 0.3425 |
| PONDERE_STUDII*RATA_SOMAJ | 1392604. | 7467841. | 0.186480 | 0.8542 |
| PONDERE_STUDII*DUMMY_DEZV | 35882890 | 44231439 | 0.811253 | 0.4278 |
| PONDERE_STUDII | -64193635 | 3.06E+08 | -0.210091 | 0.8360 |
| RATA_SOMAJ^2 | -288316.7 | 12329618 | -0.023384 | 0.9816 |
| RATA_SOMAJ*DUMMY_DEZV | 35996794 | 1.11E+08 | 0.325435 | 0.7486 |
| RATA_SOMAJ | -24773575 | 1.05E+09 | -0.023663 | 0.9814 |
| DUMMY_DEZV^2 | -2.85E+09 | 1.62E+10 | -0.175829 | 0.8624 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.466615 | Mean dependent var | 1.52E+08 |
| Adjusted R-squared | 0.081392 | S.D. dependent var | 3.54E+08 |
| S.E. of regression | 3.39E+08 | Akaike info criterion | 42.42178 |
| Sum squared resid | 2.07E+18 | Schwarz criterion | 43.06304 |
| Log likelihood | -664.7485 | Hannan-Quinn criter. | 42.63434 |
| F-statistic | 1.211287 | Durbin-Watson stat | 2.041906 |
| Prob(F-statistic) | 0.346089 | | |

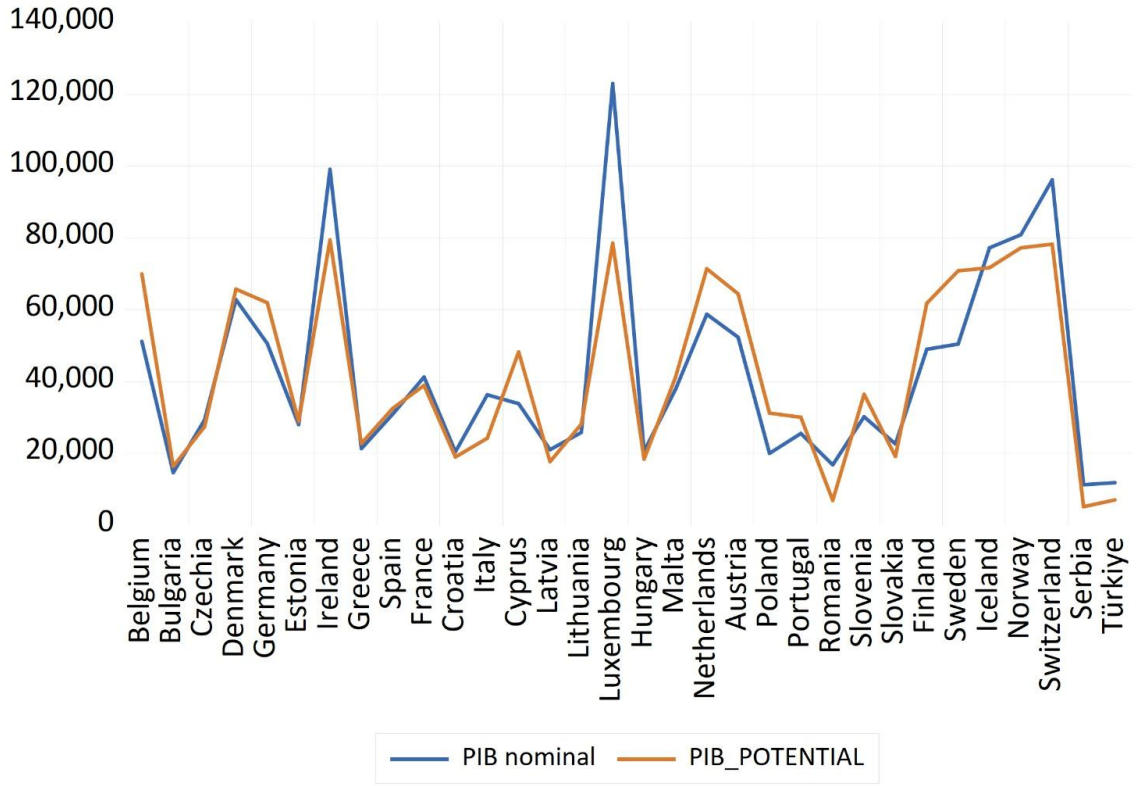
*Figură 23. Testul White după adăugarea unei variabile dummy*

Homoscedasticitatea erorilor a fost verificată utilizând testul White. Deoarece probabilitatea asociată statisticii Chi-Square este mai mare decât nivelul de semnificație de 5%, ipoteza nulă de homoscedasticitate nu este respinsă. Prin urmare, nu este necesară corectarea modelului prin metoda celor mai mici pătrate ponderate.

6. Erorile aleatoare au o distribuție aleatoare – aplicăm testul Jarque Bera = 23.6349

Normalitatea erorilor a fost verificată utilizând testul Jarque–Bera. Probabilitatea asociată testului este mai mare decât 0.05, ceea ce indică faptul că ipoteza nulă de normalitate a erorilor nu este respinsă.

### *1.4.6.Simularea impactului factorilor explicativi prin realizarea de prognoze*




*Figură 24. PIB potențial și PIB nominal*

Pentru a testa capacitatea predictivă a modelului econometric și a vizualiza diferențele dintre realitate și estimările statistice, am realizat o prognoză de tip in-sample. Procesul a constat în utilizarea funcției Forecast din EViews pe baza ecuației de regresie estimate anterior, ceea ce a permis generarea unei noi variabile, denumită PIB potential. Această nouă serie de date reprezintă nivelul teoretic al Produsului Intern Brut pe care fiecare țară ar trebui să îl înregistreze strict pe baza nivelului său de educație, a speranței de viață și a ratei șomajului. Ulterior, am grupat variabila observată (cea reală) cu cea prognozată și am generat un grafic comparativ de tip linie pentru a evidenția vizual gradul de suprapunere.

Analizând graficul rezultat, observăm că linia portocalie, aferentă PIB-ului potential estimat de model, urmărește îndeaproape traiectoria liniei albastre, care reprezintă PIB-ul nominal real, pentru marea majoritate a țărilor din eșantion. Această corelație vizuală puternică confirmă rezultatele statistice anterioare și validează faptul că modelul reușește să surprindă tendințele generale de dezvoltare economică din Europa.

Totuși, graficul scoate în evidență și anumite abateri semnificative, care corespund reziduurilor modelului. Se distinge clar cazul unor economii foarte dezvoltate, precum Luxemburg, unde linia albastra a valorilor reale depășește considerabil linia portocalie a estimărilor. Acest lucru sugerează că nivelul extrem de ridicat al PIB-ului în aceste state nu poate fi explicat în totalitate doar prin educație sau sănătate, ci este rezultatul unor factori specifici neincluși în model, cum ar fi politicile fiscale atractive sau un sector financiar supradezvoltat. În schimb, pentru țările cu venituri medii și mici, cele două linii sunt mult mai apropiate, ceea ce indică faptul că, pentru aceste economii, capitalul uman și gradul de ocupare sunt predictori foarte preciși ai nivelului de trai.

## 1.5. Concluzii aplicația 1 – Modelul de regresie multiplă

Prin intermediul acestui proiect, ne-am propus să analizăm factorii care influențează nivelul de trai în Europa și să înțelegem de ce unele țări sunt mult mai bogate decât altele. Folosind un model de regresie liniară în EViews pe un eșantion de 32 de state, am testat impactul educației, sănătății și șomajului asupra PIB-ului pe cap de locuitor. Rezultatele obținute au fost foarte interesante și ne-au confirmat, în mare parte, teoria economică învățată la cursuri.

În primul rând, modelul nostru a arătat clar că cea mai importantă resursă a unei economii sunt oamenii. Am observat o legătură directă și puternică între educație și bogăție: țările care au un procent ridicat de populație cu studii superioare au și un PIB mult mai mare. Același lucru este valabil și pentru sănătate, unde speranța de viață s-a dovedit a fi un indicator cheie al productivității. Practic, datele ne spun că o națiune educată și sănătoasă este, automat, o națiune mai productivă.

Pe de altă parte, am validat și relația inversă dintre șomaj și dezvoltare economică. Așa cum ne așteptam, o rată mare a șomajului acționează ca o frână pentru economie, deși am constatat că impactul acestuia nu este la fel de puternic precum cel al educației. Din punct de vedere tehnic, modelul s-a comportat foarte bine, reușind să explice o mare parte din diferențele de venituri dintre țări, iar testele statistice ne-au confirmat că rezultatele sunt corecte și nu avem erori de calcul.

În concluzie, analiza noastră sugerează că secretul dezvoltării economice nu este vreun mister, ci ține de investițiile în capitalul uman. Dacă ne dorim o creștere a nivelului de trai similară cu cea din Vest, politicile publice ar trebui să se concentreze prioritar pe sistemul de educație și pe cel de sănătate, deoarece aceștia sunt pilonii pe care se construiește o economie puternică pe termen lung.

## 1.6.Bibliografie


1. Sart, G., *et al.* (2024). Socioeconomic inequalities, education and life expectancy: A panel data analysis. *Frontiers in Public Health, 12*, Article 1397585. https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2024.1397585
2. Țarcă, V., *et al.* (2024). Economic and social determinants of life expectancy in Eastern Europe: A panel data approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 21*(6), 1148. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11171643/
3. Georgescu, I. A., *et al.* (2025). Life expectancy and its determinants in selected countries. *Sustainability, 17*(11), 5103. https://www.mdpi.com/2071-1050/17/11/5103
4. Butkuša, M. (2024). Okun's law revisited: Evidence from panel data. *Eastern Journal of European Studies, 15*(1), 45–60. https://ejes.uaic.ro/articles/EJES2024_1501_BUT.pdf
5. Barokha, M. E. (2025). The impact of higher education on economic growth: Panel data evidence. *Formosa Journal of Multidisciplinary Research, 4*(1), 1–15. https://npaformosapublisher.org/index.php/fjmr/article/view/250
6. Chakroun, M. (2024). Health and economic growth: New evidence from panel data. *Cogent Economics & Finance, 12*(1), 2331010. https://www.econstor.eu/bitstream/10419/321464/1/10.1080_23322039.2024.2331010.pdf
7. Alonso, J., *et al.* (2024). Unemployment and macroeconomic instability. *Heliyon, 10*(3), eXXXXX. https://www.sciencedirect.com/journal/heliyon
8. Kumar, S., *et al.* (2021). Unemployment dynamics and economic performance. *Entropy, 23*(3), 325. https://www.mdpi.com/1099-4300/23/3/325
9. Mura, L., *et al.* (2020). Determinants of economic performance and competitiveness. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 68*(4), 667–680. https://acta.mendelu.cz/
10. Stojanović, A., *et al.* (2024). Sustainable development and economic growth: Evidence from macroeconomic indicators. *Sustainability, 16*(6), 2574. https://www.mdpi.com/2071-1050/16/6/2574
11. Teixeira, A. A. C., & Queirós, A. S. S. (2011). Economic growth, human capital and higher education. *Higher Education, 62*(2), 203–224. https://link.springer.com/article/10.1007/s10734-010-9389-1
12. Education Sciences. (2023). Tertiary education and socio-economic outcomes. *Education Sciences, 13*, Article XXXX. https://www.mdpi.com/journal/education

# Aplicația 2: Modele cu date de tip panel

## 2.1.Introducere

Analiza determinanților creșterii economice reprezintă un subiect de interes major în literatura economică, fiind abordată frecvent prin modele econometrice capabile să surprindă atât dinamica în timp, cât și diferențele structurale dintre economii. În acest context, modelele de regresie cu date de tip panel oferă un cadru analitic adecvat, permițând combinarea informației temporale cu cea transversală și controlul efectelor individuale specifice fiecărei unități analizate.

Prezentul studiu dezvoltă analiza prin estimarea unui model de regresie cu date de tip panel pentru perioada 2015–2023, utilizând un eșantion de țări care include atât state membre ale Uniunii Europene, cât și țări din afara acesteia. Variabila dependentă analizată este produsul intern brut, utilizat ca indicator al nivelului de dezvoltare economică, iar setul de variabile explicative include rata șomajului, speranța de viață la naștere și ponderea populației cu studii superioare. Alegerea acestor variabile este fundamentată pe teoria economică, care evidențiază rolul pieței muncii, al capitalului uman și al stării de sănătate a populației în susținerea creșterii economice pe termen mediu și lung.

Perioada analizată a fost selectată în funcție de disponibilitatea și comparabilitatea datelor statistice, precum și de relevanța acesteia pentru surprinderea unor evoluții economice recente. Organizarea datelor în format panel permite controlul heterogenității neobservate dintre țări, care poate influența nivelul produsului intern brut, dar care nu este captată direct de variabilele explicative incluse în model.

Pentru identificarea specificației optime a modelului, sunt utilizate teste statistice specifice modelelor panel, în vederea alegerii între modelul pooled OLS, modelul cu efecte fixe și modelul cu efecte aleatorii. Estimarea parametrilor se realizează în conformitate cu rezultatele acestor teste, iar coeficienții obținuți sunt interpretați atât din punct de vedere economic, cât și econometric, cu scopul de a evidenția impactul factorilor analizați asupra produsului intern brut.

## 2.2.Literatură de specialitate

În literatura economică contemporană, produsul intern brut este analizat frecvent ca indicator sintetic al performanței economice, iar determinanții săi sunt investigați prin modele de regresie cu date de tip panel, care permit captarea simultană a dimensiunii temporale și a diferențelor structurale dintre țări. Această abordare este considerată adecvată în special în studiile internaționale, unde caracteristicile instituționale, demografice și economice diferă semnificativ între unitățile analizate.

Numeroase studii evidențiază rolul capitalului uman și al condițiilor socio-economice în explicarea variațiilor produsului intern brut. Sart et al. (2024) arată că nivelul educației și inegalitățile economice influențează indirect performanța economică prin impactul asupra stării de sănătate a populației. Autorii subliniază că speranța de viață reprezintă un canal important prin care factorii sociali și economici se transmit către creșterea economică, rezultatele obținute prin modele panel cu efecte fixe confirmând importanța acestor relații pe termen mediu și lung.

Legătura directă dintre sănătatea populației și nivelul activității economice este analizată și de Țarcă et al. (2024), care utilizează date panel pentru țări din Europa de Est. Studiul evidențiază faptul că speranța de viață are un impact pozitiv asupra produsului intern brut, sugerând că îmbunătățirea stării de sănătate contribuie la creșterea productivității forței de muncă și la extinderea perioadei de activitate economică. Autorii remarcă, totodată, existența unor diferențe semnificative între țări, justificate de factori structurali și instituționali.

Piața muncii reprezintă un alt factor esențial analizat în literatura de specialitate. Georgescu et al. (2025) evidențiază, prin intermediul unui model de regresie cu date de tip panel, efectul negativ al ratei șomajului asupra performanței economice și a indicatorilor sociali. Rezultatele sugerează că niveluri ridicate ale șomajului sunt asociate cu pierderi de output și cu deteriorarea condițiilor socio-economice, confirmând interdependența dintre piața muncii și produsul intern brut.

Această relație este confirmată și de Butkuša (2024), care analizează legătura dintre șomaj și produsul intern brut în cadrul țărilor Uniunii Europene, pornind de la legea lui Okun. Studiul evidențiază o corelație negativă semnificativă între cele două variabile, subliniind faptul că variațiile șomajului se reflectă rapid în nivelul activității economice. Utilizarea modelelor panel

permite controlul efectelor individuale specifice fiecărei economii, oferind rezultate mai robuste comparativ cu analizele cross-section.

Rolul educației în procesul de creștere economică este analizat de Barokha (2025), care utilizează date panel pentru a evalua impactul nivelului educațional asupra produsului intern brut. Rezultatele indică faptul că ponderea populației cu studii superioare are un efect pozitiv și semnificativ asupra PIB-ului, sugerând că investițiile în educație contribuie la creșterea productivității și la dezvoltarea economică pe termen lung. Studiul evidențiază importanța capitalului uman ca determinant esențial al performanței economice.

Într-o abordare complementară, Chakroun (2024) utilizează un model panel dinamic pentru a analiza relația dintre sănătate și creșterea economică. Rezultatele arată că indicatorii de sănătate, inclusiv speranța de viață, influențează pozitiv produsul intern brut, iar efectele acestora sunt mai pronunțate în economiile cu niveluri mai ridicate de dezvoltare. Studiul subliniază necesitatea includerii variabilelor socio-demografice în modelele econometrice utilizate pentru analiza creșterii economice.

În ansamblu, literatura de specialitate evidențiază faptul că produsul intern brut este influențat de un ansamblu complex de factori economici și socio-demografici, iar utilizarea modelelor de regresie cu date de tip panel reprezintă o abordare adecvată pentru analiza acestor relații în context internațional. Studiile analizate confirmă rolul negativ al ratei șomajului asupra performanței economice, precum și importanța capitalului uman și a stării de sănătate a populației, măsurate prin nivelul educației și speranța de viață, în susținerea creșterii economice pe termen mediu și lung. Totodată, rezultatele obținute în literatura recentă subliniază existența unor diferențe structurale semnificative între țări, care justifică utilizarea modelelor panel capabile să controleze heterogenitatea neobservată. Astfel, literatura oferă un cadru teoretic și empiric solid pentru analiza relației dintre produsul intern brut, piața muncii, educație și sănătate, evidențiind relevanța unei abordări integrate a acestor factori în studiile econometrice comparative.

## 2.3.Extinderea bazei de date

Extinderea și organizarea bazei de date a proiectului au vizat perioada 2015-2023, asigurând, pentru fiecare țară, un set complet de indicatori în fiecare an, astfel încât să putem analiza atât evoluțiile în timp, cât și diferențele dintre state. Spre deosebire de modelul de regresie

multifactorială studiată anterior, modelele de date de tip panel oferă avantaje suplimentare prin posibilitatea de a capta diferențele individuale dintre țări, de a controla mai eficient variabilele omise și de a obține estimări mai robuste, având în vedere dimensiunea temporală care contribuie la o înțelegere mai profundă a fenomenelor analizate. Din cauza lipsei de date pentru Turcia în anii 2021 și 2022 am renunțat la folosirea acestei țări.

## 2.4.Metodologie

Metodologia utilizată în cadrul studiului de caz se bazează pe estimarea unui model de regresie cu date de tip panel, utilizând un set de date organizat în format țară–an pentru perioada 2015–2023. Analiza este realizată prin estimarea succesivă a modelului pooled OLS, a modelului cu efecte fixe și a modelului cu efecte aleatorii, în scopul identificării specificației optime.

Pentru selectarea tipului de model panel adecvat sunt aplicate testele econometrice standard: testul F pentru compararea modelului pooled OLS cu modelul cu efecte fixe și testul Hausman pentru alegerea între modelele cu efecte fixe și efecte aleatorii. Pe baza rezultatelor acestor teste este selectat modelul final, iar parametrii sunt estimați conform metodei corespunzătoare specificației alese.

Rezultatele obținute sunt analizate și interpretate atât din punct de vedere economic, prin semnul și mărimea coeficienților, cât și din punct de vedere econometric, prin evaluarea semnificației statistice și a calității ajustării modelului.

## 2.5.Capitol aplicativ

### *2.5.1.Date utilizate*

În cadrul acestei aplicații sunt utilizate date de tip panel, organizate pe mai multe țări și pe o perioadă de timp comună, cu scopul de a analiza relația dintre produsul intern brut și o serie de factori economici și socio-demografici. Datele au fost preluate din baza de date Eurostat, asigurând comparabilitatea internațională a indicatorilor analizați. Setul de date este structurat în format țară–an și acoperă perioada analizată în cadrul studiului.

<u>Variabilă dependentă:</u>

- Produsul intern brut nominal

**Definiție:** Produsul Intern Brut (PIB) la prețurile pieței reprezintă rezultatul final al activității de producție desfășurate de unitățile producătoare rezidente. Este un indicator care măsoară valoarea totală a bunurilor și serviciilor finale produse într-o economie.

**Sursa:** https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/nama_10_gdp_esms.htm

**Metoda de calcul:** producție - consum intermediar

**Unitate de măsură:** Current prices, euro per capita

Variabile explicative:

- Speranța de viață

**Definiție:** Speranța de viață la anumite vârste reprezintă numărul mediu de ani pe care îi mai are de trăit o persoană care a atins o anumită vârstă exactă, presupunând că, pe parcursul restului vieții sale, este supusă condițiilor curente de mortalitate (probabilitățile de deces specifice vârstei).

**Sursa:** https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/demo_mlexpec/default/table?lang=en

**Metoda de calcul:** este derivată din tabelele de mortalitate și reprezintă numărul mediu de ani pe care un nou-născut îi poate trăi dacă ratele de mortalitate actuale se mențin.

$$e = \frac{\sum_{x=0}^{w} L}{l}$$

- e = speranța de viață la naștere
- L = numărul de ani trăiți de cohortă între vârstele x și x+1
- l= numărul de nou-născuți (de obicei 100.000 în tabelul standard)
- w = ultima vârstă din tabel (ex. 100+)

**Unitate de măsură:** ani

- Ponderea persoanelor cu studii superioare

**Definiție:** măsoară nivelul de educație atins de populație și tranziția de la educație la piața muncii. Setul de date include informații despre: nivelul de educație finalizat, tineri care părăsesc timpuriu educația și formarea, tineri NEET (nici în muncă, nici în educație), ratele de ocupare ale absolvenților recenți, experiența de muncă în timpul studiilor, tranziția de la școală la piața muncii.

**Sursa:** **https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/edat1_esms.htm**

**Metoda de calcul:** (Numar persoane cu studii superioare / Total populație) * 100

**Unitate de măsură:** procente

- Rata șomajului

**Definiție:** Rata șomajului reprezintă numărul persoanelor șomere exprimat ca procent din populația activă (forța de muncă). Forța de muncă include totalul persoanelor ocupate și al celor șomere.

**Sursa:**
https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/lfsa_esms.htm#shortunit_measureDisseminated

**Metoda de calcul:** Rata șomajului (%) = (Număr de șomeri / Forța de muncă) × 100

**Unitate de măsură:** procente

**Analiza descriptivă a datelor**

Analiza descriptivă a variabilelor evidențiază existența unor diferențe semnificative între țările incluse în eșantion, atât în ceea ce privește nivelul produsului intern brut, cât și valorile indicatorilor socio-economici analizați. PIB-ul pe locuitor prezintă o variabilitate ridicată între țări, reflectând diferențe structurale de dezvoltare economică. Speranța de viață și ponderea populației cu studii superioare înregistrează, în general, valori mai ridicate în economiile mai dezvoltate, sugerând o corelație pozitivă cu nivelul PIB-ului.

În același timp, rata șomajului prezintă fluctuații semnificative în timp și între țări, fiind influențată de condițiile economice și de particularitățile pieței muncii. Aceste diferențe justifică

utilizarea unui model de regresie cu date de tip panel, care permite controlul heterogenității neobservate dintre țări și surprinderea evoluțiilor în timp ale variabilelor analizate.

### *2.5.2.Rezultatele empirice ale cercetării*

**Testarea modelului**

- Pooled OLS

Pentru a analiza datele de tip panel în cadrul proiectului, vom aplica mai întâi metoda Pooled OLS deoarece oferă o abordare inițială simplă și directă, prin care toate observațiile sunt agregate într-o singură regresie. Această metodă ne permite să obținem rapid informații despre direcția și amploarea influențelor variabilelor independente asupra celei dependente, furnizând totodată o bază utilă pentru efectuarea unor comparații cu modele mai avansate. Prin centralizarea tuturor observațiilor într-o singură ecuație, Pooled OLS ajută la identificarea unor relații de bază între variabile și stabilește un punct de plecare pentru analiza ulterioară, chiar dacă nu surprinde diferențele specifice entităților sau schimbările în timp la fel de bine precum modelele cu efecte fixe sau aleatoare. Primul pas al analizei este să construim modelul de regresie liniară. Astfel, am obținut următorul output:

Dependent Variable: PIB_NOMINAL
Method: Panel Least Squares
Date: 01/06/26 Time: 14:02
Sample: 2015 2023
Periods included: 9
Cross-sections included: 31
Total panel (balanced) observations: 279

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -291087.4 | 24198.88 | -12.02896 | 0.0000 |
| RATA_SOMAJ | -1820.100 | 227.7429 | -7.991907 | 0.0000 |
| SPERANTA_DE_VIATA | 3743.638 | 324.8731 | 11.52339 | 0.0000 |
| PONDERE_STUDII | 1287.662 | 131.3445 | 9.803701 | 0.0000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.660241 | Mean dependent var | 35391.54 |
| Adjusted R-squared | 0.656535 | S.D. dependent var | 24319.44 |
| S.E. of regression | 14252.63 | Akaike info criterion | 21.98150 |
| Sum squared resid | 5.59E+10 | Schwarz criterion | 22.03356 |
| Log likelihood | -3062.420 | Hannan-Quinn criter. | 22.00239 |
| F-statistic | 178.1327 | Durbin-Watson stat | 0.111783 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | |

*Figură 25. Output model Pooled OLS*

Rezultatele estimării modelului pooled OLS, aplicat pe setul de date panel pentru perioada 2015–2023, evidențiază existența unor relații semnificative statistic între produsul intern brut nominal și variabilele explicative incluse în analiză. Modelul este global semnificativ, conform valorii ridicate a statisticii F (Prob(F-statistic) < 0,01), ceea ce indică faptul că variabilele explicative contribuie în mod semnificativ la explicarea variației PIB-ului.

Coeficientul asociat ratei șomajului este negativ și semnificativ statistic (p-value < 0,01), sugerând că o creștere a șomajului este asociată cu o reducere a produsului intern brut. Din punct de vedere economic, acest rezultat este explicabil prin subutilizarea factorului muncă și diminuarea nivelului producției economice în condiții de șomaj ridicat.

Speranța de viață prezintă un coeficient pozitiv și semnificativ statistic (p-value < 0,01), indicând faptul că îmbunătățirea stării de sănătate a populației este corelată cu un nivel mai ridicat al PIB-ului. Acest rezultat reflectă impactul pozitiv al sănătății asupra productivității forței de muncă și asupra duratei vieții active, confirmând concluziile literaturii de specialitate.

De asemenea, ponderea populației cu studii superioare are un efect pozitiv și semnificativ asupra produsului intern brut (p-value < 0,01). Acest rezultat susține rolul capitalului uman în procesul de creștere economică, întrucât un nivel mai ridicat de educație contribuie la creșterea productivității și la adoptarea tehnologiilor moderne.

Din punct de vedere econometric, coeficientul de determinare $R^2$indică faptul că aproximativ 66% din variația produsului intern brut este explicată de variabilele incluse în model, ceea ce sugerează o bună capacitate explicativă a acestuia. Totodată, semnificația statistică ridicată a coeficienților confirmă robustețea relațiilor estimate în cadrul modelului pooled OLS.

Valoarea scăzută a statisticii Durbin–Watson sugerează existența autocorelării reziduurilor, specifică datelor panel, ceea ce poate conduce la erori standard incorecte și, implicit, la teste de semnificație nesigure în cadrul modelului pooled OLS.

- **Modelul FE**

Modelul cu efecte fixe (FE) a fost estimat pentru a analiza relația dintre produsul intern brut nominal și variabilele explicative, controlând caracteristicile neobservate, constante în timp, specifice fiecărei țări. Estimarea inițială a modelului FE evidențiază diferențe privind semnificația statistică a variabilelor explicative.

Conform rezultatelor obținute, coeficientul asociat **ponderii populației cu studii superioare** este pozitiv și semnificativ statistic (p-value < 0,01), indicând un impact favorabil al capitalului uman asupra nivelului PIB-ului. De asemenea, **speranța de viață** prezintă un coeficient pozitiv și semnificativ statistic (p-value < 0,05), ceea ce sugerează că îmbunătățirea stării de sănătate a populației contribuie la creșterea produsului intern brut.

Dependent Variable: PIB_NOMINAL
Method: Panel Least Squares
Date: 01/06/26 Time: 14:11
Sample: 2015 2023
Periods included: 9
Cross-sections included: 31
Total panel (balanced) observations: 279

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -90081.88 | 32651.14 | -2.758919 | 0.0062 |
| RATA_SOMAJ | -77.43541 | 167.9393 | -0.461092 | 0.6451 |
| SPERANTA_DE_VIATA | 943.6507 | 406.9883 | 2.318619 | 0.0212 |
| PONDERE_STUDII | 1646.187 | 129.4795 | 12.71388 | 0.0000 |

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.975070 | Mean dependent var | 35391.54 |
| Adjusted R-squared | 0.971712 | S.D. dependent var | 24319.44 |
| S.E. of regression | 4090.321 | Akaike info criterion | 19.58441 |
| Sum squared resid | 4.10E+09 | Schwarz criterion | 20.02692 |
| Log likelihood | -2698.025 | Hannan-Quinn criter. | 19.76192 |
| F-statistic | 290.3749 | Durbin-Watson stat | 0.926904 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | |

*Figură 26. Rezultate teste includere efecte fixe de timp*

Valoarea ridicată a coeficientului de determinare este explicabilă prin includerea efectelor fixe specifice fiecărei țări, care captează o parte importantă din variația PIB-ului între unitățile analizate.

În schimb, **rata șomajului** nu este semnificativă statistic în cadrul modelului FE (p-value > 0,05). Acest rezultat indică faptul că, după controlarea efectelor fixe specifice fiecărei țări, variațiile ratei șomajului în interiorul aceleiași țări nu explică în mod semnificativ variația PIB-ului.

Având în vedere criteriul de semnificație statistică (p-value ≤ 0,05), variabila **rata șomajului** este considerată nesemnificativă și, în consecință, este eliminată din model. Modelul FE este ulterior reestimat utilizând doar variabilele explicative semnificative statistic.

Dependent Variable: PIB_NOMINAL
Method: Panel Least Squares
Date: 01/06/26 Time: 14:16
Sample: 2015 2023
Periods included: 9
Cross-sections included: 31
Total panel (balanced) observations: 279

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -92080.01 | 32310.46 | -2.849851 | 0.0047 |
| SPERANTA_DE_VIATA | 949.2914 | 406.1529 | 2.337276 | 0.0202 |
| PONDERE_STUDII | 1678.695 | 108.4268 | 15.48229 | 0.0000 |

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.975048 | Mean dependent var | 35391.54 |
| Adjusted R-squared | 0.971802 | S.D. dependent var | 24319.44 |
| S.E. of regression | 4083.769 | Akaike info criterion | 19.57811 |
| Sum squared resid | 4.10E+09 | Schwarz criterion | 20.00761 |
| Log likelihood | -2698.146 | Hannan-Quinn criter. | 19.75040 |
| F-statistic | 300.4040 | Durbin-Watson stat | 0.937031 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | |

*Figură 27. Rezultate test FE excluzând rata șomajului*

După eliminarea variabilei rata șomajului, considerată nesemnificativă statistic în specificația inițială a modelului cu efecte fixe, a fost estimat un nou model FE care include doar variabilele explicative semnificative statistic. Modelul final are ca variabile explicative **speranța de viață** și **ponderea populației cu studii superioare**, controlând efectele fixe specifice fiecărei țări.

Rezultatele obținute indică faptul că **speranța de viață** are un coeficient pozitiv și semnificativ statistic (p-value = 0,0202), ceea ce sugerează că o creștere a speranței de viață cu un an este asociată cu o creștere a produsului intern brut nominal pe locuitor de aproximativ **949 euro**, în interiorul aceleiași țări. Acest rezultat evidențiază rolul pozitiv al stării de sănătate a populației asupra performanței economice.

De asemenea, **ponderea populației cu studii superioare** prezintă un coeficient pozitiv și puternic semnificativ statistic (p-value < 0,01). Conform estimărilor, o creștere cu un punct procentual a ponderii persoanelor cu studii superioare determină o creștere a PIB-ului pe locuitor

de aproximativ **1.679 euro**, confirmând importanța capitalului uman în susținerea creșterii economice.

Din punct de vedere econometric, modelul FE final este global semnificativ, conform valorii statisticii F (Prob(F-statistic) = 0,0000). Coeficientul de determinare indică faptul că aproximativ **97,5%** din variația produsului intern brut este explicată de variabilele incluse în model, după controlarea efectelor fixe specifice fiecărei țări. Valoarea ajustată a coeficientului de determinare confirmă o bună calitate a ajustării modelului.

În concluzie, rezultatele modelului cu efecte fixe evidențiază faptul că, după controlarea caracteristicilor neobservate specifice fiecărei țări, **speranța de viață** și **nivelul educației superioare** reprezintă factori determinanți semnificativi ai produsului intern brut, în timp ce alte variabile analizate inițial nu au un impact statistic semnificativ în cadrul acestui model.

**Testul F pentru efecte fixe individuale**

- $H_0$: nu există efecte fixe individuale (modelul Pooled OLS este suficient)
- $H_1$: există efecte fixe individuale (trebuie model FE)

Redundant Fixed Effects Tests
Equation: Untitled
Test cross-section fixed effects

| Effects Test | Statistic | d.f. | Prob. |
|---|---|---|---|
| Cross-section F | 103.131153 | (30,245) | 0.0000 |
| Cross-section Chi-square | 728.789527 | 30 | 0.0000 |

Cross-section fixed effects test equation:
Dependent Variable: PIB_NOMINAL
Method: Panel Least Squares
Date: 01/06/26 Time: 14:22
Sample: 2015 2023
Periods included: 9
Cross-sections included: 31
Total panel (balanced) observations: 279

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -291087.4 | 24198.88 | -12.02896 | 0.0000 |
| SPERANTA_DE_VIATA | 3743.638 | 324.8731 | 11.52339 | 0.0000 |
| PONDERE_STUDII | 1287.662 | 131.3445 | 9.803701 | 0.0000 |
| RATA_SOMAJ | -1820.100 | 227.7429 | -7.991907 | 0.0000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.660241 | Mean dependent var | 35391.54 |
| Adjusted R-squared | 0.656535 | S.D. dependent var | 24319.44 |
| S.E. of regression | 14252.63 | Akaike info criterion | 21.98150 |
| Sum squared resid | 5.59E+10 | Schwarz criterion | 22.03356 |
| Log likelihood | -3062.420 | Hannan-Quinn criter. | 22.00239 |
| F-statistic | 178.1327 | Durbin-Watson stat | 0.111783 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | |

*Figură 28. Rezultate Testul F*

Testul pentru efecte fixe redundante indică respingerea ipotezei nule (p-value < 0,05), confirmând existența unor efecte individuale semnificative. În consecință, modelul pooled OLS este respins, fiind justificată utilizarea modelului cu efecte fixe.

- **Modelul cu efecte aleatorii (RE)**

Pentru completarea analizei cu date panel, a fost estimat și modelul cu efecte aleatorii (RE), care presupune că efectele individuale specifice fiecărei țări sunt necorelate cu variabilele explicative. Modelul RE permite captarea variațiilor atât între țări, cât și în timp, fiind utilizat în scop comparativ cu modelul cu efecte fixe.

Dependent Variable: PIB_NOMINAL
Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)
Date: 01/06/26 Time: 15:01
Sample: 2015 2023
Periods included: 9
Cross-sections included: 31
Total panel (balanced) observations: 279
Swamy and Arora estimator of component variances

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -123637.5 | 29531.64 | -4.186612 | 0.0000 |
| RATA_SOMAJ | -144.6510 | 161.3788 | -0.896345 | 0.3709 |
| SPERANTA_DE_VIATA | 1375.311 | 370.3267 | 3.713778 | 0.0002 |
| PONDERE_STUDII | 1627.979 | 122.0455 | 13.33912 | 0.0000 |

Effects Specification

| | S.D. | Rho |
|---|---|---|
| Cross-section random | 14011.37 | 0.9215 |
| Idiosyncratic random | 4090.321 | 0.0785 |

Weighted Statistics

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.513755 | Mean dependent var | 3427.743 |
| Adjusted R-squared | 0.508450 | S.D. dependent var | 5957.478 |
| S.E. of regression | 4176.825 | Sum squared resid | 4.80E+09 |
| F-statistic | 96.85267 | Durbin-Watson stat | 0.809887 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | |

Unweighted Statistics

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.536762 | Mean dependent var | 35391.54 |
| Sum squared resid | 7.62E+10 | Durbin-Watson stat | 0.051014 |

*Figură 29. Model de regresie cu efecte aleatorii*

A fost estimat modelul cu efecte aleatorii (RE), păstrând aceeași specificație ca în modelul FE inițial, pentru a asigura comparabilitatea necesară aplicării testului Hausman. Rezultatele indică faptul că speranța de viață și ponderea studiilor superioare au efect pozitiv și semnificativ asupra PIB-ului, în timp ce rata șomajului nu este semnificativă statistic (p-value > 0.05). Modelul este global semnificativ (Prob(F-statistic) = 0.0000).

**Testul Hausman**

- $H_0$: efectele aleatorii nu sunt corelate cu variabilele explicative (RE este corect)
- $H_1$: efectele aleatorii sunt corelate cu variabilele explicative (FE este corect)

Correlated Random Effects - Hausman Test
Equation: EQ_RE
Test cross-section random effects

| Test Summary | Chi-Sq. Statistic | Chi-Sq. d.f. | Prob. |
|---|---|---|---|
| Cross-section random | 14.754632 | 3 | 0.0020 |

Cross-section random effects test comparisons:

| Variable | Fixed | Random | Var(Diff.) | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| RATA_SOMAJ | -77.435413 | -144.651039 | 2160.497309 | 0.1482 |
| SPERANTA_DE_VIATA | 943.650726 | 1375.311380 | 28497.605... | 0.0106 |
| PONDERE_STUDII | 1646.186... | 1627.979342 | 1869.830014 | 0.6737 |

*Figură 30. Testul Hausman*

Pentru a decide între modelul cu efecte fixe și cel cu efecte aleatorii, a fost estimat modelul cu efecte aleatorii și aplicat testul Hausman. Rezultatele testului indică respingerea ipotezei nule (p-value = 0.0020), sugerând existența corelației dintre efectele individuale și variabilele explicative. Prin urmare, modelul cu efecte fixe este considerat adecvat și este utilizat ca specificație finală în analiză.

**Estimarea parametrilor modelului cu efecte fixe, conform rezultatelor testelor econometrice**

Dependent Variable: PIB_NOMINAL
Method: Panel Least Squares
Date: 01/06/26 Time: 15:22
Sample: 2015 2023
Periods included: 9
Cross-sections included: 31
Total panel (balanced) observations: 279

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -92080.01 | 32310.46 | -2.849851 | 0.0047 |
| SPERANTA_DE_VIATA | 949.2914 | 406.1529 | 2.337276 | 0.0202 |
| PONDERE_STUDII | 1678.695 | 108.4268 | 15.48229 | 0.0000 |

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.975048 | Mean dependent var | 35391.54 |
| Adjusted R-squared | 0.971802 | S.D. dependent var | 24319.44 |
| S.E. of regression | 4083.769 | Akaike info criterion | 19.57811 |
| Sum squared resid | 4.10E+09 | Schwarz criterion | 20.00761 |
| Log likelihood | -2698.146 | Hannan-Quinn criter. | 19.75040 |
| F-statistic | 300.4040 | Durbin-Watson stat | 0.937031 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | |

*Figură 31. Modelul final de regresie*

Modelul final estimat are următoarea forma:

$$PIB_{it} = \alpha_i + \beta_1 * SperantaViata_{it} + \beta_2 * PondereStudii + \varepsilon_{it}$$

unde:

- $\alpha_i = efect\ fix\ specific\ fiecărei\ ţări$
- $\varepsilon_{it} = termenul\ de\ eroare$

Rezultatele estimării indică faptul că speranța de viață are un impact pozitiv și semnificativ statistic asupra produsului intern brut nominal pe locuitor. Conform estimărilor, o creștere a speranței de viață cu un an determină, în medie, o creștere a PIB-ului pe locuitor de aproximativ 949 euro, în interiorul aceleiași țări, evidențiind rolul stării de sănătate a populației în susținerea performanței economice.

De asemenea, ponderea populației cu studii superioare prezintă un coeficient pozitiv și puternic semnificativ statistic. Estimările arată că o creștere cu un punct procentual a ponderii

persoanelor cu studii superioare este asociată cu o creștere a PIB-ului pe locuitor de aproximativ 1.679 euro, confirmând importanța capitalului uman în procesul de creștere economică.

Din punct de vedere econometric, modelul cu efecte fixe estimat este global semnificativ, conform valorii statisticii F, iar coeficientul de determinare ridicat indică o bună capacitate explicativă a modelului. Alegerea modelului cu efecte fixe este susținută de rezultatele testelor anterioare, ceea ce confirmă robustețea estimărilor obținute.

## 2.4.Concluzii aplicația 2 – Model cu date de tip panel

În această a doua etapă a studiului nostru, am extins analiza determinanților creșterii economice prin utilizarea modelelor cu date de tip panel pentru perioada 2015–2023. Această abordare ne-a permis să surprindem mult mai fidel realitatea economică, controlând atât evoluția în timp a indicatorilor, cât și diferențele structurale specifice fiecărei țări, aspecte care nu puteau fi captate prin regresia simplă anterioară.

Din punct de vedere metodologic, am testat comparativ trei tipuri de modele: Pooled OLS, modelul cu efecte fixe (FE) și cel cu efecte aleatorii (RE). Deși inițial modelul Pooled OLS sugera că toate variabilele sunt semnificative, aplicarea testelor statistice riguroase, în special a testului Hausman, ne-a indicat faptul că modelul cu efecte fixe este cel mai adecvat pentru datele noastre. Aceasta înseamnă că există caracteristici particulare ale fiecărei țări care rămân constante în timp și care influențează decisiv nivelul de dezvoltare economică.

Rezultatele finale ale modelului cu efecte fixe au reconfirmat importanța majoră a capitalului uman și a stării de sănătate. Am constatat că ponderea populației cu studii superioare are cel mai puternic impact pozitiv asupra PIB-ului, o creștere de un punct procentual a acesteia aducând un surplus de aproximativ 1.679 de euro pe locuitor. De asemenea, speranța de viață rămâne un predictor solid al prosperității, validând ipoteza că o populație mai sănătoasă este mai productivă și contribuie activ la creșterea economică pe termen lung.

O observație interesantă a fost legată de rata șomajului. Deși în analizele preliminare părea să aibă o influență negativă semnificativă, în cadrul modelului final cu efecte fixe aceasta și-a pierdut relevanța statistică. Acest lucru sugerează că, odată ce controlăm diferențele structurale dintre state, variațiile șomajului din interiorul aceleiași țări, în această perioadă specifică, nu au fost suficient de puternice pentru a explica modificările PIB-ului, impactul fiind preluat de ceilalți factori.

În concluzie, modelul nostru final explică într-o proporție covârșitoare, de peste 97%, variația produsului intern brut, demonstrând robustețea analizei. Rezultatele ne conduc la ideea că, pentru a stimula creșterea economică reală, statele trebuie să prioritizeze investițiile structurale în educație și sănătate, acestea fiind motoarele principale care generează valoare adăugată superioară, dincolo de fluctuațiile temporare ale pieței muncii.

## 2.5.Anexă

*Figură 1. Histogramă PIB nominal*

*Figură 2. Histogramă speranța de viață*

*Figură 3. Histrograma persoane cu studii superioare*

*Figură 4. Histrogama ratei șomajului*

*Figură 5. Corelograme*

*Figură 6. Modelul de regresie*

*Figură 7. Histrograma distribuției de valori*

*Figură 8. Testul White*

*Figură 9. Testul Glejser*

*Figură 10. Matricea coeficienților de corelație*

*Figură 11. Modelul de regresie după eliminarea speranței de viață*

*Figură 12. Modelul de regresie după eliminarea ratei șomajului*

*Figură 13. Modelul de regresie după eliminarea ponderii persoanelor cu studii superioare*

*Figură 14. Modelul de regresie cu speranța de viață ca variabilă dependentă*

*Figură 15. Modelul de regresie cu ponderea persoanelor cu studii superioare ca variabilă dependentă*

*Figură 16. Modelul de regresie cu rata șomajului ca variabilă dependentă*

*Figură 17. VIF al speranței de viațăFigură 18. VIF al ratei șomajului*

*Figură 19. VIF al ponderii persoanelor cu studii superioare*

*Figură 20. Modelul de regresie utilizând testul Breusch-Godfrey*

*Figură 21. Modelul de regresie cu variabilă dummy*

*Figură 22. Media erorilor*

*Figură 23. Testul White după adăugarea unei variabile dummy*

*Figură 24. PIB potențial și PIB nominal*

*Figură 25. Output model Pooled OLS*

*Figură 26. Rezultate teste includere efecte fixe de timp*

*Figură 27. Rezultate test FE excluzând rata șomajului*

*Figură 28. Rezultate Testul F*

*Figură 29. Model de regresie cu efecte aleatorii*

*Figură 30. Testul Hausman*

*Figură 31. Modelul final de regresie*

## 2.6.Bibliografie


1. Sart, G., *et al.* (2024). *Socioeconomic inequalities, education and life expectancy: A panel data analysis*. **Frontiers in Public Health, 12**, Article 1397585. https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2024.1397585
2. Țarcă, V., *et al.* (2024). *Economic and social determinants of life expectancy in Eastern Europe: A panel data approach*. **International Journal of Environmental Research and Public Health, 21**(6), 1148. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11171643/
3. Georgescu, I. A., *et al.* (2025). *Life expectancy and its determinants in selected countries*. **Sustainability, 17**(11), 5103. https://www.mdpi.com/2071-1050/17/11/5103
4. Butkuša, M. (2024). *Okun's law revisited: Evidence from panel data*. **Eastern Journal of European Studies, 15**(1), 45–60. https://ejes.uaic.ro/articles/EJES2024_1501_BUT.pdf
5. Barokha, M. E. (2025). *The impact of higher education on economic growth: Panel data evidence*. **Formosa Journal of Multidisciplinary Research, 4**(1), 1–15. https://npaformosapublisher.org/index.php/fjmr/article/view/250
6. Chakroun, M. (2024). *Health and economic growth: New evidence from panel data*. **Cogent Economics & Finance, 12**(1), 2331010. https://www.econstor.eu/bitstream/10419/321464/1/10.1080_23322039.2024.2331010.pdf