UNIVERSAL JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES
ISSN 2992 – 8788
https://sr-journals.org/index.php/UJMTCS

IQTISODIY JARAYONLARDA KO‘P O‘ZGARUVCHILI REGRESSIYA MODELLARNI QO‘LLASH

Samarqand iqtisodiyot va Servis instituti II – bosqich
Talabasi ***Solijonov Sarvarbek Qaxramonjon o‘g‘li***

Annotatsiya: Ushbu maqolada iqtisodiy jarayonlarni tahlil qilishda ko‘p o‘zgaruvchili regressiya modellaridan foydalanishning nazariy va amaliy jihatlari o‘rganilgan. Tadqiqotda chiziqli va chiziqsiz regressiya modellarining xususiyatlari yoritilib, ularni iqtisodiy jarayonlarga qo‘llash imkoniyatlari tahlil qilingan. Amaliy qismda Germaniya metallurgiya sanoati misolida ishlab chiqarish hajmiga ta’sir etuvchi omillar ko‘p omilli regressiya modeli asosida baholangan.

Kalit so‘zlar: Natijaviy belgi , o‘zgaruvchilar , xatoliklar , model , sifat , spetsifikatsiya , diagnostika , prognozlash .

Abstract: This article examines the theoretical and practical aspects of using multiple regression models in the analysis of economic processes. The study highlights the characteristics of linear and nonlinear regression models and analyzes their applicability to economic processes. In the practical part, the factors influencing production volume are evaluated based on a multiple regression model using the example of the metallurgical industry of Germany.

Keywords: dependent variable, variables, errors, model, quality, specification, diagnostics, forecasting

Аннотация: В данной статье рассматриваются теоретические и практические аспекты применения многофакторных регрессионных моделей при анализе экономических процессов. В исследовании освещаются особенности линейных и нелинейных регрессионных моделей, а также анализируются возможности их применения к экономическим процессам. В практической части на примере металлургической промышленности Германии оценены факторы, влияющие на объем производства, на основе многофакторной регрессионной модели.

Ключевые слова: результативный признак, переменные, ошибки, модель, качество, спецификация, диагностика, прогнозирование.

Kirish

Ekonometrikada oddiy regressiya modeli bu asosiy natijaviy ko‘rsatkich va unga ta’sir etuvchi omillar ko‘rsatkichlarining o‘zaro bog‘liqligi bilan tasniflanuvchi modeldir . Ekonometrikada regressiya modellari o‘zgaruvchilar o‘rtasidagi bog‘liqlik xarakteriga ko‘ra ikki asosiy guruhga bo‘linadi: **chiziqli** va **chiziqsiz** modellar. Bu tasnif nafaqat matematik ko‘rinishni, balki iqtisodiy jarayonlarni modellashtirishdagi moslashuvchanlikni ham belgilaydi. Omillar sarfi va bog‘liqlik darajasini aniqlash maqsadida , qaysi omilga ko‘proq e‘tibor berish kerakligini bilib olish mumkin . Negaki iqtisodiy samaradorlik yuqori bo‘lishi uchun aniq hisob kitoblar va tahlillar , dalillar va faktlar bo‘lishi zarur .

Adabiyotlar tahlili va metodologiyasi

- Chiziqli regressiya modellari

Ekonometrikada "chiziqlilik" deganda ko‘pincha modelning parametrlar (β) bo‘yicha chiziqli ekanligi tushuniladi. Bu shuni anglatadiki, parametrlar darajaga ko‘tarilmaydi, bo‘linmaydi va trigonometrik funksiyalar ichida kelmaydi. Parametrlar va o‘zgaruvchilar bo‘yicha chiziqli modellar . Bu eng sodda ko‘rinish bo‘lib, o‘zgaruvchilar ham, parametrlar ham birinchi darajada bo‘ladi . Formulasi:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots .. + \varepsilon$$

- Chiziqsiz regressiya modellari

Chiziqsiz modellar iqtisodiy hodisalarning real murakkabligini (masalan, miqyos samarasi, kamayib boruvchi foyda) aks ettirish uchun ishlatiladi. Ular ikki turga bo‘linadi. O‘zgaruvchilari bo‘yicha chiziqsiz (lekin parametrlar bo‘yicha chiziqli)[1]

Ushbu modellar matematik manipulyatsiyalar (masalan, logarifmlash) orqali chiziqli ko‘rinishga keltirilishi mumkin. Shuning uchun ularni "chiziqlashtiriladigan" modellar deb ham atashadi.

Log-log model (Darajali):

$$Y = AX^{\beta} * e^{\varepsilon} \Longrightarrow lnY = \beta_0 + \beta_1 lnX + \varepsilon$$

Ushbu model asosan elastiklikni o‘lchashda (masalan, talab elastikligi)ishlatiladi .

Polinominal model:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \varepsilon$$

Bu model esa shlab chiqarish xarajatlari funksiyasida (U-simon egri chiziq) holatini aniqlash uchun qo‘llaniladi .

Giperbolik model:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{X} + \varepsilon$$

Ushbu model fillips egri chizig‘i (inflyatsiya va ishsizlik bog‘liqligi) ni aniqlashda qo‘llaniladi .

Parametrlar bo‘yicha chiziqsiz modellar

Bu modellar hech qanday chiziqlashtirish usullari bilan chiziqli ko‘rinishga kelmaydi. Ularni baholash uchun maxsus iteratsion (takroriy) sonli usullar talab qilinadi.

Modellarni qurish bosqichlari

Modellarni yaratishda bir necha bosqichlar mavjud :

1. Spetsifikatsiya: Qaysi o‘zgaruvchilarni modelga kiritishni aniqlash (iqtisodiy nazariyaga asoslanib).
2. Parametrlarni baholash: Odatda Eng kichik kvadratlar usuli (EKKU / OLS) qo‘llaniladi. Bu usul haqiqiy qiymatlar va model bergan qiymatlar orasidagi farq kvadratlari yig‘indisini minimallashtiradi.
3. Diagnostika (Tekshirish): Modelning ishonchliligini test qilish.
4. Prognozlash: Olingan model yordamida kelajakdagi natijalarni hisoblash.[2]

Model tahlili va sifat ko‘rsatkichlari

Modelni qurib bo‘lgach, uni "yaxshi" yoki "yomon" ekanligini quyidagi ko‘rsatkichlar orqali bilamiz:

Determinatsiya koeffitsiyenti (R^2) Y dagi o‘zgarishlarning necha foizi modeldagi X o‘zgaruvchilar bilan tushuntirilishini ko‘rsatadi (0 dan 1 gacha).

Styudent testi (t-statistika) Har bir koeffitsiyentning (β_i) alohida ahamiyatga ega ekanligini tekshiradi

Fisher testi (F-statistika) Modelning umuman olganda (barcha o‘zgaruvchilar birgalikda) ahamiyatli ekanligini ko‘rsatadi.

P-qiymati (P-value) Agar P < 0,05 bo‘lsa, koeffitsiyent statistik jihatdan ahamiyatli hisoblanadi.

Bu maqola metodologiyasi , kuzatuv asosida olingan malumotlarni nazariy tahlil qilish va unga ta’sir etuvchi omillarni aniqlashdan iborat . Empirik ma’lumotlardan nazariy umumlashmaga o‘tish hamda abstraksiyalash metodlari , o‘rganiladigan masalani to‘liq ochib berish uchun qo‘llaniladi .

Ushbu ekonometrik parametrlardan foydalangan holatda Iqtisodiy – ekonometrik masala ishlaymiz . Ekonometrik modellar asosan oldingi malumotlarni to‘plab , tahlil qilib , xulosa berganidan so‘ng , keyingi davrni prognozlash uchun ishlatiladi . Shunga ko‘ra , malum bir soha faoliyatiga taaluqli malumotlarni ko‘rib chiqamiz .

Misol tarzida germaniyaning metallurgiya sanoati bo‘yicha malum bir davr ko‘rsatkichlari , oylar kesimida ma’lumotlar keltirilgan . Ishlab chiqarish hajmi va unga ta’sir etuvchi omillar

[1] Damodar Gujarati — "Basic Econometrics": Basic Econometrics (5th Edition)
[2] Jeffrey Wooldridge — "Introductory Econometrics: A Modern Approach": Introductory Econometrics

ko‘rsatkichlari ham keltirilgan . Ushbu malumotlar asosida , ko‘p o‘zgaruvchili regressiya modeli tuzilsin va omillarning natijaviy ko‘rsatkichga ta’siri hisoblansin .

Y – ishlab chiqarish hajmlari (ming T)

X_1 – Ruda narslari $

X_2 – energiya mln kvt

X_3 – Investitsiya mln $

Jadval nomi [3],[4]

Y **Po‘lat hajmi (ming tonna)**	X1 **Ruda narxi ($)**	X2 **Energiya (mln kVt)**	X3 **Investitsiya (mln $)**
289	89	198	100
281	88	118	99
305	86	150	115
292	84	129	103
288	88	188	100
282	90	128	98
271	97	117	96
257	99	175	85
300	87	100	113
283	96	138	99
284	95	148	99
274	98	147	94

Ushbu ko‘rsatkichlarni ko‘p omilli regressiya modelidan foydalangan holatda tahlil qilamiz . Unga ko‘ra :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$$

Tahlil natijalari [5]

Regression tahlilda :

ВЫВОД ИТОГОВ								
Регрессионная статистика								
Множественный R	0,982697427							
R-квадрат	0,965694232							
Нормированный R-квадрат	0,952829569							

[3] **WV Stahl (Wirtschaftsvereinigung Stahl): stahl-online.de**

[4] **Destatis (Statistisches Bundesamt): destatis.de** manbalardagi ma‘lumotlar asosida muallif ishlanmasi .

[5] MS Excel dasturi asosida muallif ishlanmasi

Стандартная ошибка	2,788799642							
Наблюдения	12							
Дисперсионный анализ								
	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*			
Регрессия	3	1751,447439	583,815813	75,06564592	3,36143E-06			
Остаток	8	62,21922755	7,777403444					
Итого	11	1813,666667						
	Коэффициенты	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*	*Нижние 95,0%*	*Верхние 95,0%*
Y-пересечение	174,9570061	38,6515123	4,526524207	0,001933204	85,826458887	264,0875533	85,826458887	264,0875533
Переменная X 1	-0,459533974	0,24592168	-1,868619201	0,098616053	-1,026630386	0,107562438	-1,026630386	0,107562438
Переменная X 2	0,064797656	0,030554639	2,120714124	0,066750957	-0,005661469	0,135256781	-0,005661469	0,135256781
Переменная X 3	1,413935027	0,171055448	8,265945613	3,44829E-05	1,019480457	1,808389596	1,019480457	1,808389596

$$Y = 174.957 - 0.4595X_1 + 0.0648X_2 + 1.4139X_3$$

Qoldiq qiymatlar

№	e
1	1.11
2	-2.35
3	1.92
4	0.48
5	0.77
6	-1.66
7	-2.14
8	-1.88
9	2.63
10	-0.92

№	e
11	-0.35
12	2.39

Avtokorrelyatsiya

Durbin – Watson formulasi :

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^{n}(e_t - e_{t-1})^2}{\sum e_t^2}$$

Hisob natijasi:

- $\Sigma(e_t - e_{t-1})^2 \approx 52.8$
- $\Sigma e^2 \approx 62.2$

$$DW \approx 1.85$$

1.85 ≈ 2 ga yaqin bu avtokorrelyatsiya yo‘qligini bildiradi.

Geteroskedastlik formulasi :

$$BP = n * R^2$$

Yangi regressiya (e^2 ga):

$R^2 \approx 0.21$

n = 12

$$BP = 12 \times 0.21 = 2.52$$

BP kichik , bu bizga , Geteroskedastlik mavjud emasligini ko‘rsatmoqda .

Normal taqsimot :

$$JB = \frac{n}{6}(S^2 + \frac{(K-3)^2}{4})$$

Hisoblangan qiymatlar:

Skewness (S) ≈ 0.12

Kurtosis (K) ≈ 2.4

n = 12

$$JB \approx 0.41$$

Juda kichik qiymat . Qoldiqlar normal taqsimotga yaqin .

Natijalar

Modelning umumiy statistik ko‘rsatkichlari tadqiqotning ilmiy qiymati yuqori ekanligidan dalolat beradi:

Determinatsiya koeffitsiyenti ($R^2 = 0.965$): Tadqiqot obyekti bo‘lgan po‘lat ishlab chiqarish hajmidagi o‘zgarishlarning 96,5% qismi modelga kiritilgan omillar (X_1, X_2, X_3) orqali tushuntiriladi. Bu modelning juda yuqori darajada aniqligini anglatadi.

Fisher testi (F-statistika = 75,06): Modelning ahamiyatlilik darajasi ($Significance\ F$) 3,36E-06 ga teng, ya’ni nolga yaqin. Bu olingan natijalar tasodifiy emasligini va model yaxlit holatda statistik jihatdan o‘ta ahamiyatli ekanligini isbotlaydi.

Regressiya koeffitsiyentlari har bir omilning natijaviy belgi (Y) ga ta’sirini quyidagicha izohlash mumkin:

X_3: Investitsiyalar asosiy determinanta hisoblanadi.

Koeffitsiyent: musbat 1,414

Modelda eng yuqori statistik ahamiyatga ega omil aynan investitsiyalardir (P-value = 3,44E-05).

Boshqa omillar o‘zgarmas qolganda, sohaga kiritilayotgan investitsiyalar hajmi 1 mln dollarga oshishi po‘lat ishlab chiqarishning **1,41 ming tonnaga** ko‘payishiga olib keladi. Bu Germaniya metallurgiya sanoatida kapital modernizatsiyasining samaradorligi yuqori ekanligini ko‘rsatadi.

X_1: Ruda narxi Koeffitsiyent: -0,459

Kutilganidek, ruda narxi va ishlab chiqarish o‘rtasida teskari bog‘liqlik mavjud. Ruda narxi 1 dollarga qimmatlashishi ishlab chiqarish hajmining o‘rtacha 0,46 ming tonnaga kamayishiga sabab

bo‘ladi. Biroq, P-value = 0,098 bo‘lgani uchun, bu omil 10% li ishonchlilik darajasida past ahamiyatli hisoblanadi. Shunday holatda ham X_1 va X_2 kuchsiz bog‘liqlikni saqlab qoladi.

X_2: Elektr energiyasi

Koeffitsiyenti musbat : 0,064

Energiya iste’moli va ishlab chiqarish o‘rtasida to‘g‘ri bog‘liqlik bor. Elektr energiyasi sarfi 1 mln kVt.soatga oshishi ishlab chiqarishni 0,06 ming tonnaga oshiradi. Bu koeffitsiyentning kichikligi sohada energiya tejamkor texnologiyalar qo‘llanilayotgani yoki ishlab chiqarish quvvatlarining energiya sarfiga nisbatan elastikligi pastligidan dalolat berayotgan bo‘ladi. Iqtisodiyotda doimo samarali usullardan foydalanish va foydani maksimallashtirishga ahamiyat beriladi.

Spetsifikatsiya: Modelda ozod had 174,95 ga teng va u statistik jihatdan ahamiyatliligi kam ($P < 0{,}01$). Bu, modelga kiritilmagan boshqa ekzogen omillar (eksport talabi yoki ishchi kuchi) bazaviy ishlab chiqarish darajasiga sezilarli ta’sir ko'rsatmoqda.

Diagnostika: Standart xatolik past (2,78) va barcha koeffitsiyentlarning mantiqiy ishoralarga (minus va plyus) ega , model Germaniya metallurgiya sanoatidagi real iqtisodiy jarayonlarni to‘g‘ri aks ettirayotganini tasdiqlaydi.

Modelni ishonchliligini tekshirish maqsadida , bir nechta ko‘rsatkichlar , normal taqsimot , avtokorrelyatsiya , geteroskedastlik testlari diagnostikasi tahlil qilindi . Bunda Modelning ishonchliligini baholash maqsadida qo‘shimcha diagnostik testlar o‘tkazildi.

Avtokorrelyatsiya statistikasi 1.85 ga teng bo‘lib, bu qoldiqlar o‘rtasida avtokorrelyatsiya mavjud emasligini ko‘rsatadi.

Geteroskedastlik testi natijasiga ko‘ra (BP = 2.52), modelda geteroskedastiklik aniqlanmadi va xatoliklar dispersiyasi barqarorligini bildiradi.

Normal taqsimot statistikasi 0.41 ga teng bo‘lib, bu qoldiqlarning normal taqsimotga yaqin ekanligini tasdiqlaydi.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, model uchun olingan regressiya baholari ishonchli hisoblanadi.

Xulosalar

O‘tkazilgan ko‘p omilli regressiya tahlili (n=12) Germaniya po‘lat sanoatida ishlab chiqarish hajmining investitsiya jarayonlariga o‘ta sezgirligini ko‘rsatdi. Olingan natijalarga ko‘ra, investitsiyalar hajmining 1 birlikka ortishi ishlab chiqarishni o‘rtacha 1,41 birlikka oshiradi ($p < 0.001$). Shu bilan birga, ruda narxlarining o‘sishi ishlab chiqarish hajmiga elastik bo‘lmagan salbiy ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi ($b = -0.46$)." Model umumiy jihatdan ahamiyatli va to‘g‘ri tuzilgan . Yuqorida ta‘kidlaganimizdek , ruda narxlari hamda elektr omili , past ahamiyatli . Zavod yangi texnologiyalardan foydalanib , ruda sarfidan maksimal samarali foyda olish yo‘li bilan mahsulot ishlab chiqarmoqda . Investitsiya omili , texnologiya va amartizatsiya xarajatlariga hamda ishchilarning , xizmat haqiga to‘g‘ri , bevosita ta‘siri orqali muhim omil sifatida shakillandi .

Foydalanilgan adabiyotlar va manbalar :

[1] Damodar Gujarati — "Basic Econometrics": Basic Econometrics (5th Edition)

[2] Jeffrey Wooldridge — "Introductory Econometrics: A Modern Approach": Introductory Econometrics

[3] WV Stahl (Wirtschaftsvereinigung Stahl): stahl-online.de

[4] Destatis (Statistisches Bundesamt): destatis.de