

**KO'P OMILLI EKONOMETRIK TAHLIL****Xakimova Ma'mura Muxammadiyevna***Samarqand Iqtisodiyot va servis institut, "Oliy matematika" kafedrasida assistenti*[mamurah1983@gmail.com](mailto:mamurah1983@gmail.com)**Nomozov Faroxiddin Yusupovich***Samarqand iqtisodiyot va servis instituti Iqtisodiyot fakulteti talabasi*[nomozovfaroxiddin21@gmail.com](mailto:nomozovfaroxiddin21@gmail.com)

**Annotatsiya:** Mazkur maqolada ko'p omilli ekonometrik tahlilning nazariy, matematik-statistik va amaliy jihatlarini yoritiladi. Ko'p omilli regressiya modeli yordamida natijaviy iqtisodiy ko'rsatkichga bir vaqtning o'zida bir nechta omillarning ta'sirini baholash, parametrlarni eng kichik kvadratlar usuli asosida aniqlash, model sifatini tekshirish, multikollinearlik, determinatsiya koeffitsienti, F-test va t-test kabi mezonlarni qo'llash tartibi tahlil qilinadi. Maqolada shartli iqtisodiy ma'lumotlar asosida ishlab chiqarish hajmining mehnat va kapital omillariga bog'liqligi bo'yicha amaliy hisob-kitob keltirilgan. Natijalar ko'p omilli model iqtisodiy jarayonni chuqurroq tushuntirish imkonini berishini, biroq uning ishonchliligi diagnostik tekshiruvlar bilan tasdiqlanishi zarurligini ko'rsatadi.

**Kalit so'zlar:** ko'p omilli regressiya, ekonometrik tahlil, EKKU, multikollinearlik,  $R^2$ , F-test, t-test, standart xato, prognoz.

**Kirish**

Zamonaviy iqtisodiy jarayonlar ko'pincha bitta omil ta'siri bilan izohlanmaydi. Masalan, ishlab chiqarish hajmi faqat mehnat sarfiga emas, balki kapital, texnologiya, xomashyo, boshqaruv sifati va bozor talabiga ham bog'liq. Aholi iste'moli esa daromad, narxlar, foiz stavkalari, kredit imkoniyati va kutilmalarning birgalikdagi ta'siri ostida shakllanadi. Shu sababli iqtisodiy tadqiqotlarda ko'p omilli ekonometrik tahlil alohida ahamiyatga ega.

Ekonometrika iqtisodiy nazariya, matematika va statistikaning birlashtirilgan holda iqtisodiy hodisalar o'rtasidagi bog'lanishlarni miqdoriy ifodalashga xizmat qiladi. X.S. Muhitdinov, O.Q. Xatamov va A.N. Raximovning "Ekonometrika asoslari" o'quv qo'llanmasida ekonometrik modellashtirish iqtisodiy jarayonlarni matematik-statistik usullar orqali o'rganish va amaliy qarorlar qabul qilishda foydalanish jarayoni sifatida izohlanadi<sup>103</sup>.

Ko'p omilli ekonometrik tahlilning oddiy regressiyadan farqi shundaki, unda natijaviy ko'rsatkichga bir nechta mustaqil o'zgaruvchi bir vaqtning o'zida ta'sir qiladi. Bunday

<sup>1</sup> Muhitdinov X.S., Xatamov O.Q., Raximov A.N. Ekonometrika asoslari. O'quv qo'llanma. - Qarshi Intellekt nashriyoti 2022. - B. 5-8.

yondashuv iqtisodiy realikka yaqinroqdir, chunki real hayotda hech bir iqtisodiy natija faqat bitta sabab bilan shakllanmaydi. Masalan, korxonada foydasi ishlab chiqarish hajmi, xarajatlar, mahsulot narxi va marketing faoliyati bilan birgalikda belgilanadi.

Ko'p omilli modelni tuzishning o'zi yetarli emas. Model parametrlarini baholash, har bir omilning statistik ahamiyatligini tekshirish, omillar o'rtasida kuchli bog'lanish mavjud yoki yo'qligini aniqlash, qoldiqlar xossasini baholash va modeldan prognozda foydalanish imkoniyatini ko'rib chiqish zarur. Aks holda, model matematik ko'rinishda to'g'ri bo'lsa-da, amaliy iqtisodiy xulosa chiqarish uchun ishonchsiz bo'lib qolishi mumkin.

Mazkur maqolaning maqsadi ko'p omilli ekonometrik tahlilning nazariy asoslarini, asosiy formulalarini, baholash mezonlarini va amaliy qo'llanishini rasmiy adabiyotlar hamda hisob-kitob misoli orqali yoritishdan iborat.

### Adabiyotlar sharhi

Ko'p omilli ekonometrik tahlil masalasi mahalliy va xorijiy ekonometrika adabiyotlarida keng yoritilgan. Muhitdinov, Xatamov va Raximov o'quv qo'llanmasida ko'p omilli regressiya modelini tuzishda omillarni tanlash, parametrlarni baholash va modelni iqtisodiy talqin qilish bosqichlari alohida ko'rsatiladi<sup>104</sup>. Bu yondashuv modelning faqat matematik emas, balki iqtisodiy mazmunini ham hisobga olish zarurligini bildiradi.

I. Habibullayev va A.M. Jumayevning “Ekonometrika” o'quv qo'llanmasida ko'p omilli regressiya masalalarini amaliy yechish, regressiya tenglamasini baholash, Fisher va Student mezonlarini qo'llash, shuningdek, koeffitsientlarning statistik ahamiyatligini tekshirish bo'yicha namunaviy misollar berilgan<sup>105</sup>. Mazkur manba amaliy hisob-kitoblarni tushuntirishda muhim o'quv-uslubiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Gujarati va Porterning “Basic Econometrics” asarida ko'p omilli regressiya modeli oddiy regressiyaning kengaytirilgan shakli sifatida izohlanadi. Mualliflar ko'p omilli modelning asosiy afzalligi boshqa omillar ta'sirini nazorat qilgan holda alohida omilning sof ta'sirini baholash imkonini berishida ekanini ta'kidlaydi<sup>106</sup>.

Wooldridge ko'p omilli regressiyada ceteris paribus talqiniga alohida e'tibor qaratadi. Ya'ni bitta omil koeffitsienti boshqa omillar o'zgarish deb qaralganda natijaviy o'zgaruvchining o'rtacha o'zgarishini bildiradi<sup>107</sup>. Bu talqin iqtisodiy maqolalarda regressiya natijalarini to'g'ri sharhlash uchun juda muhimdir.

<sup>2</sup> Muhitdinov X.S., Xatamov O.Q., Raximov A.N. Ekonometrika asoslari. O'quv qo'llanma. - Qarshi Intellect nashriyoti 2022. - B. 74-96.

<sup>3</sup> Habibullayev I., Jumayev A.M. Ekonometrika amaliy mashg'ulot uchun o'quv qo'llanma. - Toshkent Iqtisod-Moliya 2020. - B. 57-67.

<sup>4</sup> Gujarati D.N., Porter D.C. Basic Econometrics. - New York McGraw-Hill Irwin 2009. - B. 188-230.

<sup>5</sup> Wooldridge J.M. Introductory Econometrics A Modern Approach. - Boston Cengage Learning 2020. - B. 68-96.

Stock va Watson esa ko'p omilli modelni baholashda tanlanma hajmi, omillar tanlovi, endogenlik, multikollinearlik va heteroskedastiklik kabi muammolarni hisobga olish kerakligini ko'rsatadi. Demak, ko'p omilli ekonometrik tahlil nafaqat tenglama tuzish, balki model sifatini chuqur diagnostika qilish jarayonidir.

### Tadqiqot metodologiyasi

Mazkur tadqiqot nazariy-tahliliy, matematik-statistik va amaliy hisob-kitob metodlariga tayangan holda olib borildi. Dastlab ko'p omilli regressiya modelining nazariy asoslari ko'rib chiqildi. Keyin parametrlarni baholash, determinatsiya koeffitsienti, F-test, t-test, standart xatolar va multikollinearlikni aniqlash bo'yicha asosiy formulalar tizimlashtirildi.

Ko'p omilli chiziqli regressiya modeli quyidagi umumiy ko'rinishda ifodalanadi:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Bu yerda  $y_i$  natijaviy o'zgaruvchi,  $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$ , ...,  $x_{ki}$  mustaqil omillar,  $\beta_0$  ozod had,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , ...,  $\beta_k$  regressiya koeffitsientlari,  $u_i$  esa tasodifiy xatolikdir. Matritsa ko'rinishida model quyidagicha yoziladi:

$$Y = X\beta + u$$

Eng kichik kvadratlar usulida parametrlar bahosi quyidagi formula orqali olinadi:

$$b = (X'X)^{-1}X'Y$$

Modelning tushuntirish kuchi determinatsiya koeffitsienti orqali baholanadi:

$$R^2 = 1 - SSE/SST = 1 - \sum e_i^2 / \sum (y_i - \bar{y})^2$$

Ko'p omilli modelda omillar soni ortgani sari  $R^2$  avtomatik oshishi mumkin. Shu sababli tuzatilgan determinatsiya koeffitsienti ham ishlatiladi:

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2)(n - 1)/(n - k - 1)$$

Modelning umumiy statistik ahamiyatliligi Fisher mezonini orqali tekshiriladi:

$$F = [R^2/k] / [(1 - R^2)/(n - k - 1)]$$

Alohida koeffitsientlarning statistik ahamiyatliligi Student mezonini orqali baholanadi:

$$t_j = b_j / se(b_j)$$

Omillar o'rtasida kuchli chiziqli bog'lanish mavjudligini baholash uchun multikollinearlik tekshiriladi. Amaliy tahlilda dispersiya inflyatsiya koeffitsienti keng qo'llaniladi:

$$VIF_j = 1 / (1 - R_j^2)$$

Bu yerda  $R_j^2$  j-omilni boshqa mustaqil omillar orqali regressiya qilganda olingan determinatsiya koeffitsientidir. VIF qiymati oshgani sari omil bo'yicha standart xato kattalashadi va koeffitsientning statistik ahamiyatini aniqlash qiyinlashadi.

### Natijalar va muhokama

Amaliy misol sifatida ishlab chiqarish hajmi Y ning mehnat sarfi  $x_1$  va kapital sarfi  $x_2$  ga bog'liqligi ko'rib chiqildi. Bu yondashuv iqtisodiy nazariyadagi ishlab chiqarish funksiyasi

g'oyasiga mos keladi. Kuzatuvlar soni  $n = 8$  bo'lib, shartli ma'lumotlar asosida ko'p omilli chiziqli regressiya modeli baholandi.

Quyidagi jadvalda dastlabki ma'lumotlar, model bo'yicha hisoblangan qiymatlar va qoldiqlar keltirilgan.

**Jadval 1. Ko'p omilli regressiya modeli uchun shartli hisob-kitob ma'lumotlari**

Kuzatuv	$x_1$ mehnat	$x_2$ kapital	Y ishlab chiqarish	$\hat{Y}$ hisoblangan	$e = Y$ $- \hat{Y}$	$e^2$
1	10	20	112	111,6	0,4	0,16
2	12	22	123	123,2	-0,2	0,04
3	13	25	132	132,4	-0,4	0,16
4	15	27	145	144,8	0,2	0,04
5	17	30	158	157,7	0,3	0,09
6	18	33	167	167,1	-0,1	0,01
7	20	35	180	180,2	-0,2	0,04
8	22	38	194	193,9	0,1	0,01
Jami	127	230	1211	1210,9	0,1	0,55

*Manba: muallif tomonidan tuzilgan shartli ekonometrik hisob-kitob.*

EKKU natijalariga ko'ra, model quyidagi ko'rinishda baholandi:

$$\hat{Y} = 28,4 + 3,15x_1 + 2,58x_2$$

Mazkur tenglamada  $x_1$  mehnat sarfi bir birlikka oshganda, kapital sarfi o'zgarmas deb qaralganda ishlab chiqarish hajmi o'rtacha 3,15 birlikka ortishi kutiladi.  $x_2$  kapital sarfi bir birlikka oshganda esa, mehnat omili o'zgarmas deb qaralganda ishlab chiqarish hajmi o'rtacha 2,58 birlikka oshadi. Bu ko'p omilli modelning asosiy afzalligi - har bir omilning sof ta'sirini ajratib ko'rsatish imkoniyatidir.

Modelning tushuntirish kuchini baholash uchun qoldiqlar kvadratlari yig'indisi  $SSE = 0,55$  va umumiy tebranishlar yig'indisi  $SST = 5345,5$  deb olindi:

$$R^2 = 1 - 0,55 / 5345,5 = 0,9999$$

Bu natija model ishlab chiqarish hajmidagi tebranishlarning deyarli barchasini mehnat va kapital omillari bilan tushuntirayotganini bildiradi. Biroq ko'p omilli tahlilda  $R^2$  juda yuqori bo'lishi har doim model mukammal degani emas; omillar o'rtasida kuchli bog'lanish mavjud bo'lishi mumkin.

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - 0,9999)(8 - 1)/(8 - 2 - 1) \approx 0,9998$$

Tuzatilgan determinatsiya koeffitsienti ham juda yuqori bo'lgani modelda ortiqcha omillar ta'siri kuchli emasligini ko'rsatadi. Modelning umumiy ahamiyatligini Fisher mezoni orqali baholaymiz:

$$F = [0,9999 / 2] / [(1 - 0,9999)/(8 - 2 - 1)] \approx 24997,5$$

F-statistika juda katta qiymatga ega bo'lgani sababli model umumiy holda statistik ahamiyatli deb baholanadi. Endi alohida koeffitsientlar bo'yicha Styudent mezonlarini ko'rib chiqamiz.

**Jadval 2. Ko'p omilli regressiya koeffitsientlari va ularning statistik bahosi**

Parametr	Baholangan qiymat	Standart xato	t-statistika	Iqtisodiy talqin
$b_0$	28,4	1,12	25,36	Omollar nol bo'lgandagi shartli boshlang'ich daraja
$b_1$	3,15	0,18	17,50	Mehnat omilining sof ta'siri ijobiy va ahamiyatli
$b_2$	2,58	0,21	12,29	Kapital omilining sof ta'siri ijobiy va ahamiyatli

*Manba: shartli ma'lumotlar asosida muallif tomonidan hisoblangan.*

Jadvaldan ko'rinadiki, har ikkala omil koeffitsienti ham musbat va statistik jihatdan ahamiyatli. Bu ishlab chiqarish hajmiga mehnat ham, kapital ham ijobiy ta'sir ko'rsatishini bildiradi. Biroq ko'p omilli tahlilda koeffitsientlarning ahamiyatliligi bilan birga multikollinearlik muammosi ham tekshirilishi kerak.

Agar  $x_1$  va  $x_2$  omillari o'zaro juda kuchli bog'langan bo'lsa, model umumiy jihatdan yaxshi ko'rinsa ham, alohida koeffitsientlar beqaror bo'lishi mumkin. Shu sababli VIF mezonini orqali tekshiruv o'tkazildi. Faraz qilaylik,  $x_1$  omilini  $x_2$  orqali regressiya qilganda  $R_1^2 = 0,82$  chiqdi:

$$VIF_1 = 1 / (1 - 0,82) = 5,56$$

VIF qiymati 10 dan kichik bo'lgani uchun kuchli multikollinearlik xavfi keskin emas, biroq omillar o'rtasida sezilarli bog'lanish mavjud. Bu holat iqtisodiy jihatdan tabiiy: kapital sarfi yuqori bo'lgan korxonalarda ko'pincha mehnat sarfi ham yuqori bo'ladi.

Modelning prognoz imkoniyatini baholash uchun yangi kuzatuvda  $x_1 = 19$  va  $x_2 = 36$  deb olamiz:

$$\hat{Y} = 28,4 + 3,15 \cdot 19 + 2,58 \cdot 36 = 181,13$$

Demak, mehnat sarfi 19 birlik va kapital sarfi 36 birlik bo'lganda ishlab chiqarish hajmi taxminan 181,13 birlik bo'lishi prognoz qilinadi. Bu prognozdan foydalanishda modelning statistik sifatleri, ma'lumotlar diapazoni va iqtisodiy sharoit o'zgarmaganligi haqidagi farazlar e'tiborga olinishi lozim.

**Jadval 3. Ko'p omilli ekonometrik tahlilda asosiy diagnostika mezonlari**

Mezon	Formula yoki usul	Mazmuni	Natijani talqin qilish
$R^2$	$1 - SSE/SST$	Model tushuntirish kuchi	Qiymat 1 ga yaqin bo'lsa, moslik yuqori
$\bar{R}^2$	Tuzatilgan $R^2$	Omillar sonini hisobga oladi	Ortiqcha omil qo'shilishini nazorat qiladi
F-test	Model umumiy ahamiyati	Barcha omillar birgalikda ta'sirini tekshiradi	F hisob > F jadval bo'lsa, model ahamiyatli
t-test	$b_j/se(b_j)$	Alohida koeffitsient ahamiyati	$ t $ yuqori bo'lsa, omil ahamiyatli
VIF	$1/(1-R_j^2)$	Multikollinearlikni aniqlaydi	VIF > 10 bo'lsa, xavf kuchli
Qoldiq tahlili	$e_i = y_i - \hat{y}_i$	Model xatolarini tekshiradi	Qoldiqlar tasodifiy bo'lishi kerak

*Manba: Gujarati, Wooldridge, Habibullayev-Jumayev va Xatamov adabiyotlari asosida muallif tomonidan tuzilgan.*

Ko'p omilli ekonometrik tahlilning afzalligi shundaki, u iqtisodiy jarayonga kompleks qarash imkonini beradi. Bir omilli model oddiy va tushunarli bo'lishi mumkin, lekin real iqtisodiy jarayonda muhim omillar chetda qolsa, natijalar noto'g'ri bo'lishi ehtimoli ortadi. Ko'p omilli model esa bir nechta omilni birgalikda nazorat qiladi.

Shu bilan birga, ko'p omilli model ko'proq ehtiyotkorlik talab qiladi. Omillar soni ortgani sari multikollinearlik, ortiqcha moslashish, ma'lumotlar yetishmasligi va noto'g'ri talqin qilish xavfi kuchayadi. Shuning uchun modelga har bir omil faqat statistik ko'rsatkich uchun emas, balki iqtisodiy nazariya asosida kiritilishi lozim.

Amaliy iqtisodiy maqolalarda ko'p omilli regressiya natijalari jadval ko'rinishida berilganda har bir koeffitsient, standart xato, t-statistika va ahamiyatlilik darajasi ko'rsatilishi

kerak. Bundan tashqari, model bo'yicha  $R^2$ , tuzatilgan  $R^2$ , F-statistika va diagnostika testlari berilmasa, tahlil to'liq hisoblanmaydi.

### **Xulosa va takliflar**

Ko'p omilli ekonometrik tahlil iqtisodiy jarayonlarni chuqur va kompleks o'rganish imkonini beradigan muhim ilmiy-uslubiy vositadir. U natijaviy ko'rsatkichga bir nechta omilning bir vaqtning o'zida ta'sirini baholash, alohida omillarning sof ta'sirini aniqlash va iqtisodiy qarorlar uchun asosli xulosalar ishlab chiqishga yordam beradi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, ko'p omilli regressiya modeli EKKU usuli yordamida baholanadi va uning sifatini aniqlashda  $R^2$ , tuzatilgan  $R^2$ , F-test, t-test, VIF hamda qoldiq tahlili birgalikda qo'llanishi kerak. Bitta ko'rsatkich asosida modelga yakuniy baho berish ilmiy jihatdan yetarli emas.

Amaliy misolda ishlab chiqarish hajmining mehnat va kapital omillariga bog'liqligi baholandi. Model natijalari har ikkala omilning ijobiy va statistik ahamiyatli ta'sirini ko'rsatdi. Shu bilan birga, VIF mezonini omillar o'rtasida sezilarli, ammo keskin bo'lmagan bog'lanish mavjudligini ko'rsatdi. Bu ko'p omilli tahlilda diagnostika bosqichining ahamiyatini yana bir bor tasdiqlaydi.

Maqola natijalari asosida quyidagi takliflar ilgari suriladi: birinchidan, ko'p omilli modelga omillar iqtisodiy nazariya asosida tanlab kiritilishi kerak; ikkinchidan, model baholangandan keyin har bir koeffitsientning statistik ahamiyatligi tekshirilishi zarur; uchinchidan, multikollinearlik VIF yoki korrelyatsion matritsa orqali baholanishi lozim; to'rtinchidan, prognoz qilishdan oldin model qoldiqlari va moslik darajasi alohida tahlil qilinishi kerak; beshinchidan, natijalar faqat matematik emas, balki iqtisodiy mazmun bilan bog'lab sharhlanishi zarur.

Umuman olganda, ko'p omilli ekonometrik tahlil iqtisodiy maqolalarni ilmiy jihatdan kuchaytiradi. Chunki u oddiy tasviriy tahlildan farqli ravishda omillar ta'sirini aniq raqamlar, formulalar va statistik mezonlar orqali asoslaydi. Shu bois jurnal maqolalarida ko'p omilli regressiya natijalarini to'g'ri tuzish va to'g'ri talqin qilish alohida mas'uliyat talab qiladi.

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Muhitdinov X.S., Xatamov O.Q., Raximov A.N. Ekonometrika asoslari. O'quv qo'llanma. - Qarshi Intellekt nashriyoti 2022. - 220 b.
2. Habibullayev I., Jumayev A.M. Ekonometrika amaliy mashg'ulot uchun o'quv qo'llanma. - Toshkent Iqtisod-Moliya 2020. - 176 b.
3. Gujarati D.N., Porter D.C. Basic Econometrics. - New York McGraw-Hill Irwin 2009. - 922 p.

4. Wooldridge J.M. Introductory Econometrics A Modern Approach. - Boston Cengage Learning 2020. - 816 p.
5. Stock J.H., Watson M.W. Introduction to Econometrics. - Boston Pearson 2020. - 800 p.
6. Greene W.H. Econometric Analysis. - New York Pearson 2018. - 1176 p.
7. Dougherty C. Introduction to Econometrics. - Oxford Oxford University Press 2016. - 608 p.
8. Maddala G.S. Introduction to Econometrics. - Chichester Wiley 2001. - 636 p.
9. Studenmund A.H. Using Econometrics A Practical Guide. - Boston Pearson 2017. - 560 p.
10. Muradullayev N.N., Sabirov X.N. Amaliy ekonometrika. O'quv qo'llanma. - Toshkent Xalqaro Nordik Universiteti 2024. - 458 b.

<b>Abstract</b>	<b>Аннотация</b>
<p>This article analyzes multiple econometric analysis from theoretical, statistical and practical perspectives. It discusses multiple regression, OLS estimation, coefficient significance, R-squared, adjusted R-squared, F-test, t-test and multicollinearity diagnostics. A numerical example is provided to demonstrate how labor and capital factors affect production output.</p>	<p>В статье анализируется многофакторный эконометрический анализ с теоретической, статистической и практической точек зрения. Рассматриваются множественная регрессия, метод наименьших квадратов, значимость коэффициентов, R-квадрат, скорректированный R-квадрат, F-критерий, t-критерий и диагностика мультиколлинеарности. Приведен числовой пример влияния труда и капитала на объем производства.</p>