

Egyeznek-e az átlagok és eloszlások a SCImago gazdaságtudományi részterületi listák SJR értékei mentén?

Dobos Imre¹ – Kovács Erzsébet² – Sasvári Péter³

ABSZTRAKT: A Magyar Tudományos Akadémia IX. Gazdaság- és Jogtudományok Osztálya (GJO) nyolc, a doktori eljárásban illetékes bizottsága tudományterületi nemzetközi folyóiratlista alapján is értékeli az MTA doktora címre pályázó jelölteket. A listák meghatározott ideig (három-öt éven át) változatlanok. A tanulmány azt vizsgálja, hogy a SCImago adatbázis gazdaságtudományi szakterületeiben (subject areas) található részterületek (subject categories) SCImago Subject Ranking (SJR) értékeinek átlaga a részterületeken belül mennyire tér el egymástól. Ehhez a varianciaanalízis (ANOVA) olyan különböző modelljeit használjuk, mint a Welch és Kruskal-Wallis ANOVA.

KULCSSZAVAK: tudásmetria, folyóiratlista, ANOVA

JEL-KÓDOK: A20, A23, O3I, O35, O38

DOI: https://doi.org/10.35551/PFQ_2025_2_1

Bevezetés

A Magyar Tudományos Akadémia doktori eljárásaiban a jelöltek tudományos teljesítményének értékelésében kiemelt szerepet kapnak a minősített folyóiratokban megjelent cikkek. Ezek a folyóiratok meghatározott listákon szerepelnek, amelyek a tudományos értékítéletet tükrözik. Az MTA IX. Gazdaság- és Jogtudományok Osztályán (GJO) a doktori és tudományos bizottságok előre meghatározott eljárásrend szerint állítják össze ezeket a listákat annak eldöntésére, hogy a pályázók tudomá-

1 Levelező szerző, DSc, egyetemi tanár, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, Budapest dobos.imre@gtk.bme.hu

2 CSc, Professor Emerita, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest erzsebet.kovacs@uni-corvinus.hu

3 PhD, habilitált egyetemi docens, Nemzeti Közszozlálati Egyetem Államtudományi és Nemzetközi Tanulmányok Kar, Budapest és a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Kar egyetemi docense, Miskolc, sasvari.peter@uni-nke.hu

nyos és szakmai teljesítménye elegendő-e a doktori cím megszerzéséhez. Az MTA IX. Osztályán alkalmazott alapelveket és módszereket a nemzetközi folyóiratlisták felülvizsgálatával kapcsolatban Dobos et al. (2023) mutatta be. A folyóiratlista összeállításakor felmerülő statisztikai problémákat ugyanez a tanulmány tárgyalja a SCImago Journal Ranking (SJR) mutató becslése kapcsán. Az SJR a tudományos folyóiratok presztízsének mérőszáma, amely figyelembe veszi a folyóirat által kapott hivatkozások számát, valamint azon folyóiratok presztízsét is, amelyekből az idézetek származnak. A tanulmány ismerteti azt az algoritmust, amely alapján a folyóiratlista – statisztikai értelemben az adatbázis – létrehozható. Emellett bemutatja azt a statisztikai módszert is, amely segítségével SJR érték rendelhető azokhoz a folyóiratokhoz, amelyek nem szerepelnek a SCImago adatbázisában. Végül összeveti az érvényben lévő és az újonnan összeállított folyóiratlistát.

Ez a tanulmány azt vizsgálja, hogy a SCImago adatbázisból származó folyóiratlisták részterületi eloszlási jellemzői valóban megegyeznek-e, vagy szignifikánsan eltérnek egymástól. Ez azért lényeges kérdés, mert a folyóiratlista összeállításakor a szerzők abból a feltételezésből indultak ki, hogy az egyes részterületek átlagos értékei nem különböznek egymástól. Egyszerűbben fogalmazva: egy marketinggel foglalkozó kutatónak ugyanolyan esélye van-e egy magas presztízsű folyóiratban publikálni, mint egy közgazdaságtannal foglalkozó kutatónak?

Az alkalmazott ANOVA (Analysis of Variance) módszer széles körben használt statisztikai eszköz, amely populációk vagy adathalmazok átlagainak egyezőségét vagy azok közel azonos voltát vizsgálja. A gazdasági kutatások számos területén alkalmazzák, például digitális mutatók elemzésére (Tarjáni et al., 2022), élelmiszergyártó vállalatok innovációs tevékenységének vizsgálatára (Erdei et al., 2021), a turizmus biztonságának elemzésére (Tokodi, 2023), valamint vállalati fizetéseképtelenségi modellek kidolgozására (Ágoston, 2022). Ezek az alkalmazások egyben rámutatnak arra is, hogy a varianciaanalízis módszertanának mélyebb elméleti vizsgálata szükséges.

A tanulmány következő fejezete az adatállomány összeállítását ismerteti, ezt követően bemutatja az ANOVA módszereit és az alkalmazott Post hoc elemzési eljárásokat. Végül az adatokra alkalmazott Post hoc elemzések eredményei kerülnek ismertetésre. A tanulmány az összefoglalással zárul.

Az adatbázis összeállítása a gazdaságtudomány területén

A Gazdaságtudományi Doktori Bizottság (GMDB) a folyóiratlista összeállításához a Scopus/SCImago szabadon hozzáférhető adatbázisát (SCImago, n.d.) használta.

A folyóiratlista alapját a SCImago adatbázis képezi, amelyet minden év májusában frissítenek; a vizsgálat során a 2022. májusi állapotot vettük figyelembe. A listára új folyóiratok kerülhetnek fel, míg mások kikerülhetnek, ha nem felelnek meg a szigorú minőségi követelményeknek, ezért a listában szereplő folyóiratok száma évről évre változhat.

Ebben az adatbázisban a gazdaságtudományi folyóiratok két fő tudományterületen (subject area) belül érhetők el, amelyek további részterületekre (subject category) oszlanak. A vizsgálat a következő két tudományterületre terjed ki:

- ▶ Közgazdaságtan, ökonometria és pénzügyek (Economics, Econometrics and Finance, EEF)
- ▶ Üzleti tudományok, menedzsment és számvitel (Business, Management and Accounting, BMA)

A két fő tudományterület összesen 1111 és 1427 folyóiratot tartalmaz, vagyis 1111 közgazdasági és 1427 gazdálkodási témájú folyóirat szerepel a SCImago adatbázisban. Természetesen vannak olyan folyóiratok, amelyek mindkét szakterülethez kapcsolódnak, és cikkeket fogadnak mind közgazdaságtan, mind gazdálkodástudomány témában. Ezek száma 410, így a teljes gazdasági területen az adatfelvétel időpontjában összesen 2341 folyóirat volt elérhető. A két tudományterület összesen tizenhárom részterületre (subject category) oszlik, amelyeket az 1. táblázat mutat be, részterületenkénti folyóiratszámokkal. Fontos megjegyezni, hogy a táblázatban szereplő folyóiratszámokat nem lehet egyszerűen összeadni, mivel egyes folyóiratok több részterülethez, sőt akár több tudományterülethez is tartozhatnak.

1. táblázat. Scopus/SCImago gazdasági folyóiratok száma részterületenként

Szakterület	Nr.	Részterület	Tisztított folyóirat (db)	Összes folyóirat (db)	Tisztított/Összes
Business, Management and Accounting	1	Accounting	124	159	77,99
	2	Business and International Management	403	423	
	3	Business, Management and Accounting (miscellaneous)	269	343	95,27
	4	Industrial Relations	48	59	
	5	Management Information Systems	93	116	78,43
	6	Management of Technology and Innovation	134	262	81,36
	7	Marketing	91	199	80,17
	8	Organizational Behavior and Human Resource Management	109	207	

Szakterület	Nr.	Részterület	Tisztított folyóirat (db)	Összes folyóirat (db)	Tisztított/Összes
Business, Management and Accounting	9	Strategy and Management	143	458	51,15
	10	Tourism, Leisure and Hospitality Management	94	126	45,73
Economics, Econometrics and Finance	11	Economics and Econometrics	449	694	
	12	Economics and Econometrics (miscellaneous)	318	407	52,66
	13	Finance	66	298	31,22

Forrás: Saját szerkesztés a SCImago adatai alapján

Az egyes részterületekhez tartozó folyóiratokat úgy tisztítottuk, hogy minden folyóirat kizárólag egyetlen részterülethez tartozzon. Erre azért volt szükség, mert az alkalmazott módszer megköveteli, hogy a tizenhárom részterület diszjunkt halmazokat alkosson, vagyis egyetlen folyóirat se szerepeljen több kategóriában.

Felmerült a kérdés, hogy milyen elvek alapján soroljuk be a folyóiratokat az egyes részterületekhez. A besorolás során azt a szabályt alkalmaztuk, hogy egy folyóiratot mindig ahhoz a részterülethez rendelünk, amelyben a legmagasabb kvartilis értéket érte el. Ha egy folyóirat esetében nem lehetett egyértelműen meghatározni a legmegfelelőbb részterületet, akkor a besorolást véletlenszerűen határoztuk meg. Erre azért volt szükség, mert az ANOVA elemzés minden típusánál alapvető követelmény az adatok függetlensége és a diszjunkt halmazok kialakítása.

Fontos megjegyezni, hogy a SCImago adatbázisból nyert adatállományunk egyben a teljes populációt is reprezentálja, mivel a vizsgálat során a gazdaságtudományi terület összes folyóiratát figyelembe vettük.

A varianciaanalízis (ANOVA) típusai és alkalmazási feltételei

A varianciaanalízis (ANalysis Of VAriance, ANOVA) elnevezés nem teljesen tükrözi a módszer valódi célját. Elsődleges funkciója nem csupán a varianciák elemzése, hanem különböző adatbázisok vagy populációk átlagának összehasonlítása. Az ANOVA módszereit és azok statisztikai jellemzőit a következő, 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat. Az ANOVA módszerek összefoglalása

	Nem-para- metrikus ANOVA (Ordinális skála)	Parametrikus ANOVA (Intervallum és/vagy arányskála)		
	Kruskal- Wallis-féle ANOVA	Fisher-féle ANOVA, hagyományos (homoszkedasztikus)	Welch-féle ANOVA (heteroszkedasztikus)	Általános ANOVA
Függetlenség	Igen	Igen	Igen	Igen
Normalitás	Nem	Igen	Igen	Nem
Homogenitás	Nem	Igen	Nem	Nem

Forrás: Saját szerkesztés

A 2. táblázat szemlélteti a hagyományos ANOVA modell alkalmazási feltételeit, amelyeket az alábbiak szerint csoportosíthatunk:

1. Függetlenség: A populációk függetlenek és diszjunktak, továbbá azonos eloszlást követnek. Ez azt jelenti, hogy minden egyes megfigyelés vagy adatpont kizárólag egyetlen populációhoz tartozhat, így az adatbázis elemei egymástól függetlenek.
2. Normalitás: A függő változók eloszlása (1) normális, (2) közel normális, vagy (3) legalább szimmetrikus kell legyen minden vizsgált populációban.
Megjegyzés: Ha a populációk elemszáma meghaladja a 25-öt, a normalitás vizsgálata általában nem szükséges.
3. Homogenitás: A független változók varianciájának minden populációban azonosnak kell lennie.
 - Ha a populációk elemszáma közel azonos, a homogenitás vizsgálata elhagyható (lásd Field, 2024).
 - A homogenitás ellenőrzése szintén nem szükséges, ha a populációk szórása nem korrelál az átlagokkal.

A fenti feltétel, vagyis a populációk szórásai és átlagai közötti korrelálatlanság azt jelenti, hogy a két változó kovarianciája közel nulla. Ez egyben azt is eredményezi, hogy az átlagok és/vagy a szórások átlaga nullához közelít.

Az eddigiek alapján egyértelmű, hogy az eloszlás normalitása elhagyható, ha az eloszlás bizonyos tulajdonságai teljesülnek, illetve ha a populációk elemszáma meghalad egy bizonyos küszöbértéket. Hasonlóan, a klasszikus ANOVA modell egyik fontos feltétele, a varianciahomogenitás (vagyis a populációk azonos szórásának) vizsgálata szintén elhagyható, ha a populációk elemszáma közel azonos, vagy ha az átlagok és a szórások között nincs korreláció. Mindez azt jelenti, hogy a hagyományos ANOVA modell feltételei viszonylag széles körben feloldhatók, ezáltal az ANOVA-teszt és az F-próba alkalmazási lehetőségei jelentősen kibővülnek, lehetővé téve a populációk átlagainak összehasonlítását.

A normalitás feltétele például a Kolmogorov–Szmirnov-féle statisztikával ellenőrizhető, de számos egyéb módszer is rendelkezésre áll. Az SPSS28 programcsomagban például különböző tesztekkel vizsgálható a varianciák egyenlősége. Ha a feltételek valamelyike nem teljesül, alternatív statisztikai módszerek alkalmazhatók.

Amennyiben a varianciahomogenitás nem teljesül, a hagyományos Fisher-féle ANOVA egy általánosított változata, a Welch-féle ANOVA alkalmazható. Ez a módszer kifejezetten a heteroszkedaszticitás (vagyis a varianciák eltérése) esetére készült. Bár a homo- és heteroszkedaszticitás fogalmakat elsősorban regressziós modellek hibatagjainak vizsgálatára használják, az ANOVA esetében is relevánsak. Az SPSS ebben az esetben a klasszikus, súlyozatlan F-próba helyett a Levene-féle súlyozott F-tesztet alkalmazza.

Ha sem az eloszlás normalitása, sem a varianciahomogenitás nem teljesül, két lehetséges megoldás kínálkozik. Az egyik lehetőség az, hogy szimulációs módszerekkel próbáljuk előállítani az F-próba megfelelő eloszlását, és ennek segítségével döntünk a populációk átlagainak egyezőségéről. Az irodalomban ezt gyakran általánosított F-próbaként említik, amelynek eloszlását a szimuláció határozza meg (részletesebben lásd: Desi, 2022; Islam és Abbas, 2022; Lantz, 2013).

Ha a hagyományos ANOVA feltételei nem teljesülnek, nemparaméteres teszt is alkalmazható. Ebben az esetben az összehasonlítás alacsonyabb, ordinális skálán történik, például a Kruskal–Wallis-féle ANOVA-val, amely a H-próbán alapul. Ez a módszer az egész adatállomány és a populációk rangszámának mediánértékeit hasonlítja össze.

Az ismertetett módszerekkel eldönthető, hogy a populációk átlagai megegyeznek-e az adatállomány főátlagával vagy sem. Ugyanakkor ezek a tesztek nem adnak választ arra, hogy mely populációk átlagai egyeznek meg egymással – ezt a kérdést a következő szakasz tárgyalja.

Post hoc tesztek az ANOVA-ban

Az ANOVA elvégzése után a post hoc elemzéseknek két fő típusa alkalmazható. Az első módszer a populációk átlagainak páronkénti összehasonlítását végzi el a t-próba vagy annak módosított változatai segítségével, annyi páros összehasonlítást elvégezve, ahány populáció szerepel az elemzésben. Ezt a megközelítést többszörös összehasonlításnak nevezi a szakirodalom, és az SPSS28 is támogatja. Az eljárás egyik fő problémája azonban, hogy a páros összehasonlítások nem tranzitívek, vagyis az eredmények nem mindig következtetések, amit a későbbiekben részletesen bemutatunk.

A második módszer a homogén részhalmazok meghatározása, amely azoknak a populációknak a csoportosítását célozza, amelyek átlagai statisztikailag nem különböznek egymástól. Ezzel a megközelítéssel három fő részhalmaz alakítható ki: az alacsonyabb, azonos, illetve magasabb átlaggal rendelkező populációk. Ez az eljárás segít azonosítani a statisztikailag hasonló csoportokat, azonban nem nyújt információt arról, hogy a populációátlagok között milyen mértékű eltérések vannak.

A homogén részhalmazok meghatározására egy iteratív algoritmus alkalmazható. Első lépésként a populációk átlagait növekvő sorrendbe rendezzük, majd elvégezzük

az ANOVA tesztet annak ellenőrzésére, hogy az átlagok egyeznek-e. Ha az ANOVA nem mutat szignifikáns eltérést, az algoritmus befejeződik, és a populációk átlagait azonosnak tekintjük. Ha az átlagok egyezőségét elutasítjuk, a következő lépésben két részre bontjuk a mintát: először eltávolítjuk a legkisebb, majd a legnagyobb átlagot, és az új populációhalmazokon ismét elvégezzük az ANOVA tesztet. Amennyiben a populációátlagok egyezőségét valamelyik új csoportban nem utasítjuk el, a vizsgálat befejeződik. Ha azonban továbbra is szignifikáns eltérések tapasztalhatók, az eljárás folytatódik, és további populációkat vonunk ki a halmazból mindaddig, amíg el nem érjük a statisztikailag homogén csoportokat.

Ezt az iterációt addig folytatjuk, amíg

- a nullhipotézist el nem utasítjuk, vagy
- olyan szekvenciákat nem kapunk, amelyek esetében az iteráció nem folytatható tovább, mert a nullhipotézist nem lehet elutasítani, illetve
- már nem marad több populáció az elemzéshez.

A módszer előnye, hogy képes azonosítani az azonos átlaggal rendelkező populációkat. Ugyanakkor hátránya, hogy sok esetben több homogén részhalmazt is eredményez, ami megnehezítheti a megfelelő megoldás kiválasztását.

A 3. táblázat a lehetséges post hoc tesztek összehasonlítását tartalmazza. Fontos megjegyezni, hogy a táblázatban bemutatott tesztek többsége elérhető az SPSS28 szoftverben, kivéve a Ryan-Einot-Gabriel-Welch (R-E-G-W) Q, a Waller-Duncan, és a Dunnett teszteseteket.

3. táblázat. Az ANOVA Post Hoc tesztjeinek összehasonlítása

Post Hoc Teszt	Összehasonlítás	Homogenitás	Populációk nagysága
Duncan	Rendezett Átlagértékek	Igen	Azonos
Student-Newman-Keuls (SNK)	Rendezett Átlagértékek	Igen	Azonos
Tukey HSD	Rendezett Átlagértékek	Igen	Azonos
Gabriel	Rendezett Átlagértékek	Igen	
Hochberg	Rendezett Átlagértékek	Igen	
Ryan-Einot-Gabriel-Welch (R-E-G-W) F	Rendezett Átlagértékek	Igen	
Tukey b	Rendezett Átlagértékek	Igen	
Bonferroni-Test a Legkisebb Szignifikáns Eltérésre	Átlagértékpárok	Igen	Különböző
Scheffé	Átlagértékpárok	Igen	Különböző

Post Hoc Teszt	Összehasonlítás	Homogenitás	Populációk nagysága
Legkisebb Szignifikáns Eltérés (LSD)	Átlagértékpárok	Nem	Különböző
Šidák	Átlagértékpárok	Nem	
Tamhane T_2	Átlagértékpárok	Nem	
Games-Howell	Átlagértékpárok	Nem	
Dunnett's T_3	Átlagértékpárok	Nem	Kisebb populációk esetén
Dunnett's C	Átlagértékpárok	Nem	Nagyobb populációk esetén

Forrás: Saját szerkesztés a Wikipedia (n.d.) alapján

A táblázat harmadik és negyedik oszlopa is a varianciahomogenitást mutatja. Amint azt az ANOVA-módszerek bemutatásakor hangsúlyoztuk, a populációk azonos szórása és/vagy az elemszámok közel azonos volta garantálja, hogy a variancia tekintetében alkalmazhassuk a hagyományos ANOVA módszerét az F-próbával együtt.

A 3. táblázatban az SPSS28 használatakor feltételezzük, hogy a varianciák azonosak az első tizenegy tesztre, míg a szürkével jelölt négy próbánál nem tételezzük fel a szórások azonosságát. A szórások azonosságát a Levene-tesztel vizsgálhatjuk, majd annak eredménye függvényében alkalmazható az egyik, a szórások azonosságát feltételező tesztek valamelyike, vagy a másik, az azt elvető Post hoc teszt.

A részterületi csoportok SJR értékek átlagainak összevetése Post hoc elemzéssel

Az adatállomány bemutatásakor már jeleztük, hogy az adatbázis elemeit függetlenné tettük azáltal, hogy minden folyóiratot kizárólag egyetlen populációhoz rendeltünk. Ennek eredményeként az ANOVA alkalmazásához szükséges két fő feltételt, a normalitást és a homoszkedaszticitást kellett megvizsgálnunk.

A normalitás ellenőrzésére a Kolmogorov-Szmirnov statisztikát alkalmaztuk. Az SPSS28 segítségével minden egyes gazdaságtudományi részterületre és az adatállomány egészére kiszámítottuk, hogy az adatok normális eloszlástól való eltérése szignifikáns-e. Bár az eredmények azt mutatták, hogy az eloszlások nem követik szigorúan a normális eloszlást, az ANOVA és az F-próba alkalmazása mégis indokolt, mivel minden részterület esetében a folyóiratok száma meghaladja a 25-öt, ami általában elegendő ahhoz, hogy a normalitási feltételt figyelmen kívül hagyhassuk.

A varianciahomogenitás vizsgálatát a Levene-tesztel végeztük el, amelynek eredményeit a 4. táblázat tartalmazza. A teszt azt mutatta, hogy a homoszkedaszticitás feltétele nem teljesül, vagyis a populációk varianciái eltérnek egymástól. Ezért azt is megvizsgáltuk, hogy a populációk elemszáma közel azonos-e. Mivel a populációk

mérete jelentős eltéréseket mutat, a varianciák homogenitási feltételéről lemondhatunk, ugyanis a 13 populáció átlaga és szórása közötti korreláció 0,810, ami erős összefüggést jelez a két mutató között.

4. táblázat. A Levene-teszt eredménye

Varianciahomogenitás teszt					
		Levene- statisztika	df1	df2	Szign.
SJR	Átlag alapú	6,777	12	2328	< 0,001
	Medián alapú	3,336	12	2328	< 0,001
	Medián és korrigált szabadságfok alapú	3,336	12	1263,1301	< 0,001
	Csonkolt átlag alapú	4,208	12	2328	< 0,001

Forrás: Saját szerkesztés az SPSS28 alapján

A fentiek alapján a klasszikus Fisher-féle ANOVA nem alkalmazható, mivel a varianciahomogenitás feltétele nem teljesül. Ezért négy lehetséges alternatíva marad.

Ezek közül azonban az egyik, az általános ANOVA, nem jöhet szóba, mivel alkalmazhatóságáról még szakmai vita folyik, és az SPSS szoftver sem támogatja ennek közvetlen használatát. Így a további elemzések során a fennmaradó három módszer egyikét kell alkalmaznunk.

A Welch ANOVA modell alkalmazása

A három lehetséges alternatíva közül az első a Welch-féle ANOVA. Ebben az esetben a normalitás feltétele, vagy azzal egyenértékű követelmény, vagyis a populációk nagy elemszáma, teljesül, ugyanakkor a homoszkedaszticitás nem. Mivel a Welch ANOVA nem igényli a varianciák homogenitását, ezt a módszert alkalmazhatjuk az elemzésben. Az 5. táblázat a Welch ANOVA eredményeit tartalmazza. Az eredmények azt mutatják, hogy a részterületi folyóiratlisták átlagai szignifikánsan eltérnek egymástól, vagyis nem tekinthetők azonosnak.

5. táblázat. A Welch ANOVA eredménye

Az átlagok egyezőségének robusztus tesztje				
SJR				
	statisztika ^a	df1	df2	Szign.
Welch	4,691	12	571,240	< 0,001

a. Asszimptotikusan F eloszlású.

Forrás: Saját szerkesztés az SPSS28 alapján

Mivel az átlagok nem egyeznek meg, felmerül a kérdés, hogy mely részterületi listák átlagai tekinthetők azonosnak. Ennek meghatározására a korábban bemutatott post hoc elemzést alkalmazzuk.

Az SPSS egytényezős ANOVA vizsgálata négy lehetséges post hoc tesztet kínál, amelyeket a 3. táblázatban ismertettünk. Ezek azonban csak páros összehasonlításokat tesznek lehetővé, így homogén részhalmazok előállítására nem alkalmasak.

Elsőként a négy módszer közül a Games–Howell teszt páros összehasonlítási mátrixát vizsgáljuk a 6. táblázatban, és azt vizsgáljuk, hogy ez a mátrix lehetővé teszi-e ordinális rendezés megteremtését. Ezt a tesztet választottuk, mert a szakirodalomban és a gyakorlati alkalmazások során is ez a leggyakrabban ajánlott módszer a varianciahomogenitás hiányában.

A Games–Howell összehasonlítási mátrix szimmetrikus, és a szignifikánsan, 5%-os nem eltérő átlagú részterületeket szürke színnel jelöltük a táblázatban. Az egyéb részterületek átlagai statisztikailag azonosnak tekinthetők.

6. táblázat. A Games–Howell páros összehasonlítás szignifikanciaszintjei

Rész- területek	12	13	3	4	10	5	6	2	9	7	8	11	1
12		1,000	0,998	1,000	0,674	0,569	0,326	0,089	0,217	0,064	0,076	0,042	0,001
13	1,000		0,999	1,000	0,694	0,596	0,342	0,089	0,228	0,066	0,082	0,044	0,001
3	0,998	0,999		1,000	0,980	0,888	0,724	0,363	0,575	0,249	0,171	0,146	0,007
4	1,000	1,000	1,000		1,000	0,996	0,991	0,976	0,977	0,906	0,417	0,678	0,246
10	0,674	0,694	0,980	1,000		1,000	1,000	0,997	0,997	0,959	0,514	0,751	0,201
5	0,569	0,596	0,888	0,996	1,000		1,000	1,000	1,000	1,000	0,894	0,998	0,890
6	0,326	0,342	0,724	0,991	1,000	1,000		1,000	1,000	1,000	0,870	0,996	0,828
2	0,089	0,089	0,363	0,976	0,997	1,000	1,000		1,000	1,000	0,857	0,995	0,769
9	0,217	0,228	0,575	0,977	0,997	1,000	1,000	1,000		1,000	0,912	0,999	0,900
7	0,064	0,066	0,249	0,906	0,959	1,000	1,000	1,000	1,000		0,960	1,000	0,968
8	0,076	0,082	0,171	0,417	0,514	0,894	0,870	0,857	0,912	0,960		0,999	1,000

Rész- területek	12	13	3	4	10	5	6	2	9	7	8	11	1
11	0,042	0,044	0,146	0,678	0,751	0,998	0,996	0,995	0,999	1,000	0,999		1,000
1	0,001	0,001	0,007	0,246	0,201	0,890	0,828	0,769	0,900	0,968	1,000	1,000	

Forrás: Saját szerkesztés az SPSS28 alapján

Az eredményekből azonnal látható, hogy a 2., 4., 5., 6., 7., 8., 9. és 10. részterületek átlagai a páros összehasonlítások alapján azonosnak tekinthetők. Sőt, ez a nyolc részterület átlaga azonos az összes többi részterület átlagával is, amint azt a mátrix szürke területei is mutatják. Ha ez a páros összehasonlítás egy tranzitív reláció lenne, akkor minden részterület átlaga megegyezne. Azonban az eredmények azt mutatják, hogy öt olyan páros összehasonlítás is van, amelyek esetében az átlagok statisztikailag szignifikánsan különböznek. Ez ellentmondás, ami azt bizonyítja, hogy a páros összehasonlítás nem alkalmas homogén halmazok egyértelmű elkülönítésére.

A másik megoldás az, hogy a homogén részhalmazokat közvetlenül állítjuk elő. Az SPSS heteroszkedasztikus esetben nem generál homogén részhalmazokat, ezért ezt manuálisan, az egyes részterületek szekvenciális elhagyásával kell elvégeznünk. Ehhez először növekvő sorrendbe rendeztük az átlagokat, ahogyan azt a 7. táblázatban bemutattuk.

7. táblázat. Az átlagok és konfidencia intervallumaik emelkedő sorrendben

Nr.	Részterület	Átlag	Szórás	Az átlag 95%-os konfidencia intervalluma		db.
				Alsó határ	Felső határ	
12	Economics and Econometrics (miscellaneous)	0,498	1,036	0,384	0,612	318
13	Finance	0,508	0,424	0,404	0,613	66
3	Business, Management and Accounting (miscellaneous)	0,573	0,742	0,484	0,662	269
4	Industrial Relations	0,593	0,844	0,348	0,839	48
10	Tourism, Leisure and Hospitality Management	0,681	0,635	0,550	0,811	94
5	Management Information Systems	0,777	1,069	0,557	0,997	93
6	Management of Technology and Innovation	0,779	1,067	0,597	0,962	134
2	Business and International Management	0,787	1,446	0,646	0,929	403
9	Strategy and Management	0,802	1,105	0,619	0,985	143
7	Marketing	0,842	0,837	0,668	1,017	91

				Az átlag 95%-os konfidencia intervalluma		
Nr.	Részterület	Átlag	Szórás	Alsó határ	Felső határ	db.
8	Organizational Behavior and Human Resource Management	0,944	1,218	0,713	1,175	109
11	Economics and Econometrics	1,048	2,399	0,826	1,271	449
1	Accounting	1,162	2,202	0,770	1,553	124
Összesen		0,787	1,510	0,725	0,848	2341

Forrás: Saját szerkesztés az SPSS28 alapján

A homogén halmazok meghatározásához a 8. táblázatban bemutatott algoritmust alkalmaztuk. A táblázatban szereplő számok a részterületek számaait jelölik, a 7. táblázat szerinti sorrendben.

A nulladik lépésben a részterületek átlagait növekvő sorrendbe rendeztük, majd a Welch-féle ANOVA segítségével megvizsgáltuk, hogy az átlagok azonosak-e. Az eredmények szerint az átlagok nem tekinthetők azonosnak, tehát van legalább egy részterület, amelynek átlaga szignifikánsan eltér a többitől. Ezt a táblázatban világos színnel jelöltük, jelezve, hogy az átlagok között szignifikáns eltérés mutatható ki.

Az első lépésben a sorozat elejéről és végéről eltávolítottunk egy-egy részterületet, így 11 elemű sorozaton hajtottuk végre a Welch-tesztet. Ennek az eljárásnak az az oka, hogy feltételezhető, hogy a legkisebb és a legnagyobb átlaggal rendelkező részterületek térnek el leginkább a többitől. Az újabb teszt eredményei szerint továbbra is van legalább egy részterület, amelynek átlaga szignifikánsan különbözik a többitől.

8. táblázat. Homogén halmazok meghatározásának algoritmus

SJR átlagok növekvő sorrendben													
Lépe- sek	0,498	0,508	0,573	0,593	0,681	0,777	0,779	0,787	0,802	0,842	0,944	1,048	1,162
0.	12	13	3	4	10	5	6	2	9	7	8	11	1
1.	12	13	3	4	10	5	6	2	9	7	8	11	
		13	3	4	10	5	6	2	9	7	8	11	1
2.	12	13	3	4	10	5	6	2	9	7	8		
		13	3	4	10	5	6	2	9	7	8	11	
			3	4	10	5	6	2	9	7	8	11	1

SJR átlagok növekvő sorrendben													
Lépések	0,498	0,508	0,573	0,593	0,681	0,777	0,779	0,787	0,802	0,842	0,944	1,048	1,162
3.	12	13	3	4	10	5	6	2	9	7			
		13	3	4	10	5	6	2	9	7	8		
			3	4	10	5	6	2	9	7	8	11	
				4	10	5	6	2	9	7	8	11	1
4.	12	13	3	4	10	5	6	2	9				
		13	3	4	10	5	6	2	9	7			
			3	4	10	5	6	2	9	7	8		
5.	12	13	3	4	10	5	6	2					
		13	3	4	10	5	6	2	9				
			3	4	10	5	6	2	9	7			
6.	12	13	3	4	10	5	6						
		13	3	4	10	5	6	2					
			3	4	10	5	6	2	9				
7.	12	13	3	4	10	5							
		13	3	4	10	5	6						

Forrás: Saját szerkesztés az SPSS28 alapján

A második lépésben már két elemet távolítottunk el a sorozatból. Elsőként a legnagyobb két elemet, majd egy-egy elemet az elejéről és a végéről, végül a legkisebb két elemet hagyjuk ki. Az így kapott három új sorozatot ismét a Welch-féle ANOVA tesztnek vetettük alá. Az eredmények azt mutatták, hogy az átlagok továbbra sem egyeznek, ezért az algoritmust folytatjuk.

A harmadik lépésben már három elemet hagyunk ki a sorozatból, különböző módokon. Az eredmények szerint a négy vizsgált sorozatból három esetben az átlagok továbbra is szignifikánsan eltérnek, viszont a negyedik sorozatnál már nincs szignifikáns különbség, ami azt jelzi, hogy az átlagok azonossága elfogadható.

A következő lépés előtt figyelembe kell vennünk, hogy ha ebből a tízelemű sorozatból akár egy további elemet eltávolítunk az elejéről vagy a végéről, a megmaradó sorozat továbbra is azonos átlagot mutat. Ez azt jelenti, hogy az alternatív hipotézist nem utasítjuk el, vagyis az átlagok azonossága teljesül.

Ezzel együtt elegendő csak olyan átlag-sorozatokat vizsgálni, amelyek esetében a sorozat első eleme az első három átlagtól indul. Ez leegyszerűsíti a további vizsgálatokat, mivel csökkenti a szükséges kombinációk számát.

9. táblázat. A négy homogén részhalmaz az átlagokkal

Homogén részhalmazok					
Nr.	Részterület	1.	2.	3.	4.
12	Economics and Econometrics (miscellaneous)	0,498			
13	Finance	0,508	0,508		
3	Business, Management and Accounting (miscellaneous)	0,573	0,573	0,573	
4	Industrial Relations	0,593	0,593	0,593	0,593
10	Tourism, Leisure and Hospitality Management	0,681	0,681	0,681	0,681
5	Management Information Systems	0,777	0,777	0,777	0,777
6	Management of Technology and Innovation		0,779	0,779	0,779
2	Business and International Management			0,787	0,787
9	Strategy and Management			0,802	0,802
7	Marketing			0,842	0,842
8	Organizational Behavior and Human Resource Management				0,944
11	Economics and Econometrics				1,048
1	Accounting				1,162
Welch szignifikanciaszintek		0,105	0,053	0,069	0,070
Fisher szignifikanciaszintek		0,102	0,079	0,230	0,153

Forrás: Saját szerkesztés az SPSS28 alapján

A fentiek alapján a negyedik és ötödik lépésben már csak három-három sorozatot vizsgáltunk, amelyek átlagai szignifikánsan eltértek egymástól.

A hatodik lépésben, amikor a sorozat elejéről és végéről összesen hat átlagot kellett eltávolítani, az eredmények azt mutatták, hogy két esetben az átlagok továbbra is különböznek, míg a harmadik esetben már elfogadható az átlagok egyezése. Ez azt jelenti, hogy a maradék halmazból már legfeljebb két-két részterületet hagyhatunk el anélkül, hogy az átlagok szignifikáns eltérést mutatnának.

A hetedik, vagyis utolsó lépésben mindkét lehetséges sorozat esetében az átlagok egyezését nem utasítottuk el, vagyis az algoritmus ezzel lezárult. A végső homogén részhalmazokat a 9. táblázat mutatja be.

Az eredmények értelmezése a következő:

- Az első homogén részhalmazban az első hat részterület SJR értéke megegyezik, míg az ezt követő részterületek átlaga szignifikánsan nagyobb, mint az első hat részterületé.

- A negyedik homogén részhalmaz tíz részterülete azonos átlagot sejtet, ugyanakkor az első három részterület átlaga kisebb, mint a többi tíz részterületé.
- A második és harmadik részhalmazok esetében egyaránt találhatók kisebb és nagyobb átlagú folyóirathalmazok, így ezek a csoportok nem tisztán elkülöníthetők.

Összehasonlítottuk a Fisher-féle klasszikus ANOVA és a Welch ANOVA eredményeit. Az összevetés alapján megállapítottuk, hogy a Fisher ANOVA hajlamos felülbecsülni az átlagok egyezésének szignifikanciáját. Ugyanakkor mindkét ANOVA módszer lényegében ugyanazt az eredményt mutatta, ami megerősíti a Welch ANOVA alkalmazásának helyességét a varianciahomogenitás hiányában.

Az eredmények vizsgálatát és értelmezését a 7. fejezetben folytatjuk.

A Post hoc elemzés vizuális módszere

A homogén részhalmazok meghatározására lehetőséget nyújt a t-teszt is, amely az átlagok konfidenciasávjainak megállapításán és összevetésén alapul. Ehhez azonban ismernünk kell mind a 13 részterület átlagát, valamint a 95%-os megbízhatóságú konfidenciaintervallumukat, amelyek az SPSS által számított sztenderd értékekből a 7. táblázatban találhatók.

A homogén részhalmazok meghatározásának egyik módszere az, hogy a növekvő sorrendbe rendezett SJR-átlagok alsó és felső konfidenciaértékeit ábrázoljuk. Ezután olyan értékeket keresünk az alsó és felső határ között, amelyek a legtöbb részterület konfidenciaintervallumába esnek, vagyis a leghosszabb ideig megőrzik az átfedést a különböző részterületek között. Bár erre az eljárásra nehéz pontos algoritmust találni, egy lehetséges megközelítés az, hogy először a legkisebb felső határértéket vesszük figyelembe, és megvizsgáljuk, hogy ez a konstans meddig marad az alsó és felső határok között. A 10. táblázat szerint ez az első hat részterület esetében teljesül, vagyis ezek egy homogén részhalmazt alkotnak. Ez az eredmény megegyezik az előző fejezetben ismertetett Welch ANOVA homogén részhalmazával, így a két módszer azonos következtetésre vezetett.

A második lépésben a legnagyobb alsó határt vettük figyelembe, és megvizsgáltuk, hogy milyen hosszan marad ez az érték a két határ között. A 10. táblázat szerint ebben az esetben nyolc részterület maradt a vizsgált sávban, azonban ez az eredmény eltér a Welch ANOVA post hoc elemzésétől. A különbség abból adódik, hogy a Tourism, Leisure and Hospitality Management részterület felső határa 0,811 volt, amely kisebb, mint a meghatározott 0,826-os legnagyobb alsó határ. Ugyanakkor a negyedik legnagyobb átlagértékű részterület felső korlátja már lehetővé tette volna, hogy a sávban maradjon. Ennek következtében a Welch ANOVA hosszabb homogén részhalmazt eredményezett, mint a t-teszttel számolt változat, azonban a két módszer közötti különbség minimális.

Végül, a homogén részhalmazok végleges meghatározása érdekében meg kellett határoznunk azt az állandó értéket, amely a legalacsonyabb felső határ és a legma-

gasabb alsó határ között található, és amely mellett az érték végig a két határ között marad. Ez a két szélső érték 0,612 és 0,826 volt. Ezen belül a 0,662 és 0,811 közötti érték az, amely a legtöbb részterületet lefedi. Ez a tartomány a harmadik és ötödik legnagyobb részterülettől a kilencedik és tizenegyedik legnagyobbig terjed, vagyis egy hét részterület hosszúságú homogén halmazt alkot.

Az elemzés végső eredményeként megállapítható, hogy további homogén rész-halmazokat nem lehetett azonosítani, így az eljárást ezzel lezártuk.

10. táblázat. A vizuális elemzés három homogén részhalmaza

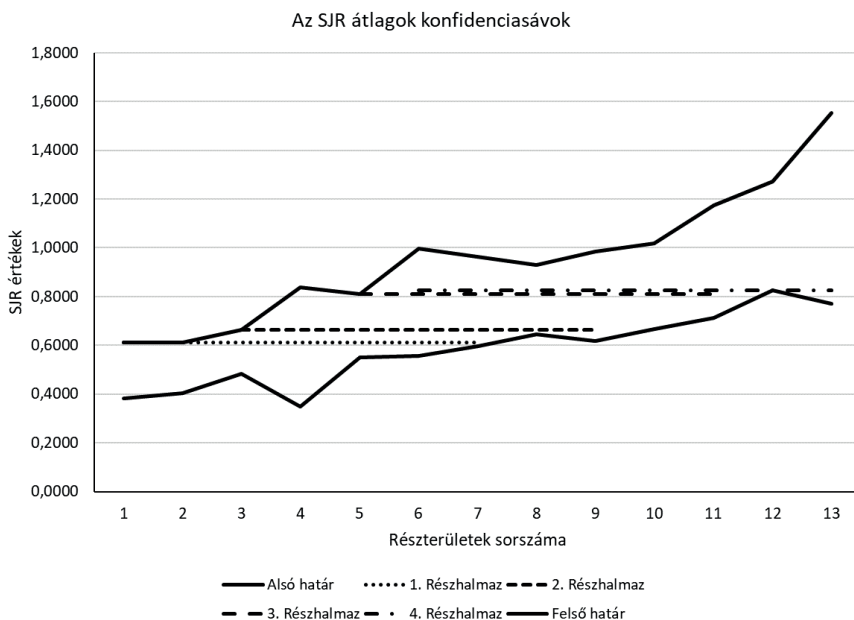
Homogén részhalmazok								
Nr.	Részterület	Átlag	Alsó határ	1.	2.	3.	4.	Felső határ
12	Economics and Econometrics (miscellaneous)	0,498	0,384	0,612				0,612
13	Finance	0,508	0,404	0,612				0,613
3	Business, Management and Accounting (miscellaneous)	0,573	0,484	0,612	0,662			0,662
4	Industrial Relations	0,593	0,348	0,612	0,662			0,839
10	Tourism, Leisure and Hospitality Management	0,681	0,550	0,612	0,662	0,811		0,811
5	Management Information Systems	0,777	0,557	0,612	0,662	0,811	0,826	0,997
6	Management of Technology and Innovation	0,779	0,597	0,612	0,662	0,811	0,826	0,962
2	Business and International Management	0,787	0,646		0,662	0,811	0,826	0,929
9	Strategy and Management	0,802	0,619		0,662	0,811	0,826	0,985
7	Marketing	0,842	0,668			0,811	0,826	1,017
8	Organizational Behavior and Human Resource Management	0,944	0,713			0,811	0,826	1,175
11	Economics and Econometrics	1,048	0,826				0,826	1,271
1	Accounting	1,162	0,770				0,826	1,553

Forrás: Saját szerkesztés az SPSS28 alapján

Az eredmények vizualizációját az 1. ábra szemlélteti. Az ábrán jól látható, hogy a második homogén részhalmaz esetében a konstans értéke 0,662 és 0,811 között helyezkedhet el, vagyis egy alsó és egy felső határ közé esik. Természetesen hasonló

alsó és felső határértékeket a másik két homogén részhalmaz esetében is megadhatunk, azonban a fenti két érték egyszerűbben számszerűsíthető, és jól reprezentálja az eredmények alapján kialakított homogén részhalmazokat. Az ábra vizuális megjelenítése segít abban, hogy az egyes részterületek közötti eltérések és az átfedések még könnyebben értelmezhetőek legyenek.

1. ábra. A t-próbával nyert átlagok konfidencia intervallumai és összevetésük⁴



Forrás: Saját szerkesztés

Az ábrázolás alkalmazható a Kruskal-Wallis ANOVA módszerrel nyert eredményekre is, amit a következő részben mutatunk be.

4 Részterületek átlag szerinti sorrendje és sorszáma: 1= Economics and Econometrics (miscellaneous); 2= Finance; 3= Business, Management and Accounting (miscellaneous); 4= Industrial Relations; 5= Tourism, Leisure and Hospitality Management; 6= Management Information Systems; 7= Management of Technology and Innovation; 8= Business and International Management; 9= Strategy and Management; 10= Marketing; 11= Organizational Behavior and Human Resource Management; 12= Economics and Econometrics és 13= Accounting.

Post hoc elemzés a Kruskal-Wallis ANOVA-ra

A Kruskal-Wallis ANOVA esetében a vizsgálat egy magasabb mérési skáláról egy alacsonyabb, kategorikus/ordinális skálára tér át. Ennek megfelelően a Kruskal-Wallis-féle H-tesztet alkalmazzuk, amely a rangszámok átlagaival számol. Az elemzés eredményei azt mutatták, hogy a rangszámok átlaga és azok eloszlása szignifikánsan különbözik, így ebben az esetben is Post hoc elemzésre van szükség.

A Post hoc elemzés során, hasonlóan a Welch ANOVA esetéhez, a páros összehasonlítást kizártuk, mivel a tranzitivitás hiánya miatt nem lehet egyértelmű sorrendet felállítani. Ehelyett az SPSS által generált homogén részhalmazokat vizsgáltuk, amelyek eredményeit a 11. táblázat tartalmazza.

Az elemzés eredményei nagyon hasonlítanak a 9. és 10. táblázatban megadottakhoz, ami arra utal, hogy nincs jelentős különbség a három alkalmazott Post hoc analízis között. Ez egyben azt is jelenti, hogy ebben az esetben nem követünk el lényeges hibát, ha kizárólag az egyik Post hoc módszert választjuk a részterületek közötti különbségek azonosítására.

Mivel a Kruskal-Wallis ANOVA a mediánokat használja, ezért a 11. táblázatban szereplő számok a részterületek mediánjait tartalmazzák, nem pedig az átlagokat. Ezért az így kapott homogén részhalmazok az adatok eloszlásának középvértékeire épülnek, ami eltérhet a másik két ANOVA módszer eredményeitől, de a következtetések szempontjából összhangban marad velük.

11. táblázat. A Kruskal-Wallis ANOVA három homogén részhalmaz

Homogén részhalmazok			
	Homogén részhalmazok		
	1	2	3
Economics and Econometrics (miscellaneous)	960,093		
Industrial Relations	1080,281	1080,281	
Business, Management and Accounting (miscellaneous)		1093,539	
Business, Management and Accounting		1118,136	
Finance		1160,439	1160,439
Management Information Systems		1168,048	1168,048
Management of Technology and Innovation		1184,940	1184,940
Strategy and Management		1238,706	1238,706
Economics and Econometrics			1269,640
Marketing			1282,187
Accounting			1298,468

Homogén részhalmazok			
	Homogén részhalmazok		
	1	2	3
Tourism, Leisure and Hospitality Management			1306,048
Organizational Behavior and Human Resource Management			1355,197
Teszt statisztika	1,162	5,938	8,560
Kruskal-Wallis 2-oldalú szign.	0,281	0,430	0,381

Forrás: Saját szerkesztés az SPSS28 alapján. A homogén részhalmazok az aszimptotikus szignifikancián alapulnak. A szignifikanciaszint 0,05.

Összefoglalás

A tanulmányban a SCImago folyóiratlista 2 gazdasági szakterületén belül a 13 részterület átlagait hasonlítottuk össze, arra a kérdésre keresve a választ, hogy lehet-e különbséget tenni a szakterületek között. Arra az eredményre jutottunk, hogy a gazdasági nemzetközi folyóiratlista részterületei között nagy különbségeket lehet látni. A vizsgált 13 részterületen 8 esetében hasonló – szignifikánsan nem különböző – átlagokat találtunk. A maradék 5 részterület közül 3 esetén SJR átlag alatti, 2 esetén átlag feletti értékeket mértünk. A legalacsonyabb átlaggal Economics and Econometrics (miscellaneous), a legmagasabbal pedig az Accounting részterület rendelkezik. Az SJR elsősorban arra alkalmas, hogy megmutassa azt, hogy egy folyóirat egy listán, az adott részterületen melyik negyedbe esik: az első negyedbe (0-25%, Q1, az élről számított első negyed, ahol a Q a kvartilist jelöli), vagy a második (Q2), harmadik (Q3), vagy utolsó negyedbe (Q4). Az alacsonyabb SJR átlagú részterület esetén kisebb SJR értékkel lehet elérni a kedvezőbb, magasabb besorolású Q1-s vagy Q2-es besorolást, a magasabb átlagúnál épp fordítva van. Ezt azért fontos megjegyezni, mivel a modellváltó egyetemek finanszírozása egyes esetekben a cikkek Q-s besorolásához kötött.

Ez a tanulmány hozzájárul a tudományos folyóiratok besorolásának jobb megértéséhez, különösen a gazdaságtudományi területeken. Az eredmények rámutatnak arra, hogy az egyes részterületek között jelentős eltérések vannak az SJR értékek tekintetében, ami hatással lehet a kutatók publikációs stratégiájára és az egyetemi rangsorokra is. Mivel egyes egyetemek finanszírozási modellje részben a Q-kategóriás besorolásokon alapul, a pontosabb besorolás hozzájárulhat a stratégiai döntések megalapozásához mind az egyetemek, mind a kutatók számára. ■

Hivatkozások

4. Ágoston N. (2022): Mesterséges intelligencia és gépi tanulási módszerek a vállalati fizetéseképtelenség becslésére= Artificial intelligence and machine learning methods to estimate firm insolvency. *Statisztikai Szemle*, 100(6), 584-609. <https://doi.org/10.20311/stat2022.6.hu0584>
5. Desai, T. A. (2022): One-Way ANOVA with Possible Heteroscedasticity of Variances and Non-Normality of Errors. In *Important Applications of the Behrens-Fisher Statistic and the False Discovery Rate* (pp. 3-13). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-99888-2_2
6. Dobos I. - Halmai P. - Sasvári P. (2023): A nemzetközi folyóiratlista összeállítása az MTA IX. Osztály Gazdaságtudományi Doktori Minősítő Bizottságában (GMDB). *Pénzügyi Szemle*, 23(2), 67-80. https://doi.org/10.35551/PFQ_2023_2_4
7. Erdei E. - Popp, J. - Neményi M. - Oláh J. (2021): Az Ipar 4.0 technológiák szerepe az élelmiszergyártó vállalatok innovációs tevékenységében. *Statisztikai Szemle*, 99(10), 978-996. <https://doi.org/10.20311/stat2021.10.hu0978>
8. Field, A. (2024): *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage Publ. Ltd.
9. Islam, T. U. - Abbas, E. (2022): Validity of ANOVA under Non-normality & Heterogeneity. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2071136/v1>
10. Lantz, B. (2013): The impact of sample non-normality on ANOVA and alternative methods. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 66(2), 224-244. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.2012.02047.x>
11. SCImago, (n.d.). SJR — SCImago Journal & Country Rank [Portal]. <http://www.scimagojr.com>, letöltés: 2023. február 13.
12. Tarjáni A. J - Kalló N. - Dobos I. (2022): A nemzetközi digitális gazdaság és társadalom index 2020. évi adatainak statisztikai elemzése= Statistical analysis of 2020 data for the international digital economy and society index. *Statisztikai Szemle*, 100(3), 266-284. <https://doi.org/10.20311/stat2022.3.hu0266>
13. Tokodi P. (2023): A turizmus félelemföldrajza A belföldi turisták biztonságérzetének dimenziói= The fear geography of tourism—dimensions of domestic tourists' perception of safety. *Statisztikai Szemle*, 101(1), 53-74. <https://doi.org/10.20311/stat2023.01.hu0053>
14. Wikipedia, (n.d.): Post-hoc-Test, <https://de.wikipedia.org/wiki/Post-hoc-Test>, letöltés: 2023. február 13.