

Strukturális Egyenletek modellezés használata a társadalomtudományokban

A társadalomtudományi megismerésben központi törekvés a megfigyelhető jelenségek ok-okozati viszonyainak feltárása, illetve a mögöttes faktorok feltárása. A Strukturális Egyenletek modellezés (SEM) módszere ebben nyújt segítséget. A SEM egy olyan statisztikai eljárásgyűjtemény, amelyekkel látens változók (faktorok, konstruktumok) közötti függőségi viszonyokat lehet vizsgálni és ez alapján egy integrált modellt kialakítani. [1] A kutatók elméleteiket és feltevéseiket absztrakt, konceptuális szinten fogalmazzák meg. Az elméletek összetevői az adott tudásterület fogalmai (konstruktumai) és az ezek viszonyait leíró kijelentések. Empirikus szinten ezek, mint változók, és a változók kapcsolatáról tett hipotézisek jelennek meg. A társadalomtudományi vizsgálatokban a látens változók általában több megfigyelhető (manifeszt) változó által reprezentáltak. A megfigyelhető változó lehet valamely skálaitem vagy valamilyen kvantitatív mérés eredménye. Az feltételezzük, hogy látens változóknak, ezeknek a feltételezett faktoroknak a hatása jelentkezik az empirikusan megfigyelt változók értékeiben. A SEM módszereket elsősorban hipotézisek megerősítésére használjuk, azaz konfirmációs eljárás, szemben például a társadalomtudományokban közismertebb feltáró (exploratory) faktoranalízissel, amellyel a manifeszt változók mögött meghúzódó, még nem ismert faktorstruktúrát lehet felfedni. A SEM- technikák alkalmazása esetén a vizsgált modell faktorstruktúrát, illetve a megfigyelt változók közötti ok-okozati viszonyokat jelenti. A modellt a tudásterület elméletei és korábbi vizsgálatok eredmények alapján előre felállítjuk (feltételezzük), majd az empirikus adatok tükrében próbáljuk annak fenntartóhatóságát vizsgálni.

A faktorokat, vagyis a látens változókat konceptuális szinten definiáljuk és mint ilyenek, közvetlenül nem mérhetőek. Ehelyett ezek a konstruktumok hatása a hozzájuk kapcsolódó manifeszt változók konzisztenciája alapján közvetetten vizsgálható és becsülhető. Általában ajánlott, hogy minden faktorhoz legalább három manifeszt, azaz megfigyelhető változó (skálaitem) tartozzon.

* Dunaiújvárosi Egyetem,
Tanárképző Központ
Email: juhaszle@uniduna.hu

[1] Münnich–Hidegkúti (2012):
Strukturális egyenletek modelljei:
Oksági viszonyok és komplex
elméletek vizsgálata pszichológiai
vizsgálatokban. *Alkalmazott Pszichológia*, 2012., (1.), Pp. 77–102.

[2] Hair, Black–Babin–Anderson (2019): *Multivariate Analysis. Cengage Learning.*

A SEM-elemzés lépései:

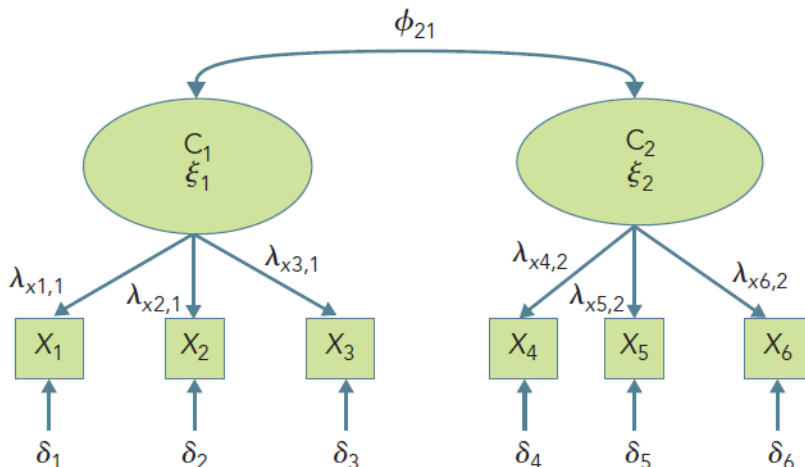
- (1) Az individuális konstruktumok definiálása.
- (2) A mérési modell specifikálása.
- (3) A mérési modell validitásának becslése.
- (4) Amennyiben a mérési modell érvényes, meghatározhatjuk a strukturális modellt.
- (5) A strukturális modell validitásának vizsgálata.
- (6) A strukturális modell érvényessége esetén következtetéseket tehetünk és ajánlásokat fogalmazhatunk meg.

A SEM-eljárások a változók közötti kovarianciák elemzésén alapulnak. A modell illeszkedése (model fit) annak függvénye, hogy a modell alapján becsült kovariancia mátrix (Σ_k) és a mérési eredmények alapján kapott ún. megfigyelt kovariancia mátrix (S) milyen közel van egymáshoz (a fit statisztika $|\Sigma_k - S|$ távolságon alapszik). Az illeszkedési mutatóknak bizonyos értéktartományon belül kell lennie, hogy a modellünket elfogadhatónak tarthassuk. Három nagy csoportját dolgozták ki és alkalmazzák az illeszkedési mutatóknak. Ezek az indexek jelentésének kifejtése nélkül [2]:

- (1) **Abszolút illeszkedési mutatók.** Ekkor minden modellt önmagában, függetlenül értékelünk minden más lehetséges alternatív modelltől. Goodness of Fit indexek: GFI, AGFI; Badness of Fit indexek: χ^2 , RMSR, SRMR, RMSEA
- (2) **Inkerementális illeszkedési mutatók.** Ezekben azonban a modell illeszkedését egy másik, kiindulási (baseline) modellnek tekintett másik modell az adatokhoz való illeszkedéséhez viszonyítjuk. Legáltalánosabban az alapmodell az ún. nullmodell, amiben a változók korrelációjának hiányát feltételezzük. Goodness of Fit indexek: NFI, NNFI, CFI, TLI, RNI
- (3) **Parszimónia illeszkedési indexek.** Ezek az illeszkedés értékelésében a modellek komplexitását is figyelembe veszik és elsősorban versengő modellek közül való választás esetén a leghasznosabbak. Az ún. parszimónia-arány a vizsgált modell szabadsági foka, illetve a változók száma alapján lehetséges szabadsági fok hányadosa. Goodness of fit indexek: PGFI, PNFI

A mérési modell a látens és a manifest változókat is tartalmazza. Meg kell adni azt is, hogy melyik mért változó melyik faktor indikátora. A strukturális modell grafikus ábrázolásakor a függőségi (oki) kapcsolatokat egyirányú nyílal, míg a korrelációs kapcsolatokat kétirányú nyílal jelölik.

1. ábra. Egy egyszerű mérési modell. [3]



Az ábrán a jelölések – látens faktorok: ξ , mérhető változók: X , faktorsúlyok: λ , hibák: δ , konstruktumok közötti korreláció: δ .

Ennek alapján a mérési modellt az alábbi alakú (strukturális) egyenletekkel lehet ábrázolni:

$$X_i = \lambda_{xi} \xi_j + \delta_i$$

A mérési modell validitásának vizsgálata során foglalkoznunk kell a mérőeljárás kompozit megbízhatóságával, illetve konvergens és diszkriminatív validitásával. Egyszerűen megfogalmazva, a realitás azt mutatja meg, hogy az adott mérőeszköz mennyire mér jól, pontosan. [4] Annak mértéke, hogy a teszt mennyire konzisztens és milyen mértékben szolgáltat azonos eredményt ismételt felvétel esetén. A kompozit megbízhatóság (composite reliability, CR) definíció szerint valódi érték varianciájának a mérési hibát tartalmazó teljes teszt pontérték varianciájának az aránya. Általában a 0.7-es vagy a fölötti szint tekinthető jó megbízhatóságú eszköznek [5]). A konvergens validitás annak mutatója, hogy skálánk mennyire korrelál egy olyan mérőeszközzel, amely szintén ugyanazt a konstruktumot méri. A faktorsúlyok magas értéke azt mutatja, hogy a megfigyelhető változók ugyanarra a faktorra (konstruktmura) konvergálnak.

[3] Malhotra (2020): *Marketing Research. An Applied Orientation*. Pearson.

[4] Rózsa-Nagybányai –Oláh (2006): *A pszichológiai mérés alapjai*. Budapest: Bölcsész Konzorcium.

[5] Cohen–Swerdlík (2009): *Psychological Testing*. 7th edition. New York: McGraw–Hill.

A konvergens validitás másik mutatója az átlagos kivont variancia (the average variance extracted, AVE), ami a látens faktor által megmagyarázott indikátor-variancia. Ennek legalább 50%-os szintet kell elérnie. A diszkriminatív validitás annak mutatója, hogy a skála mennyire „fókuszál” egy adott konstruktumra, azaz a skála által mért jelenség vagy tulajdonság különbözik más látens változóktól. A jelentékeny kereszt faktorsúlyok (cross-loadings) azt jelzik, hogy eljárás itemei nem csak egy faktor indikátorai lehetnek érzékenyek, azaz alacsony a teszt disztinktivitása, ami a teszt diszkriminatív validitásának a potenciális problémáit jelezheti. A diszkriminatív érvényesség akkor megfelelő, ha az átlag kivont variancia (AVE) nagyobb a korrelációk négyzetének összegénél. Ha a javasolt mérési modell validitása nem kielégítő, akkor a konfirmációs faktoranalízis (CFA) diagnosztikus információi alapján módosíthatjuk azt.

A megfelelő változtatáshoz rendelkezésre álló diagnosztikus kulcsok:

- (1) Útbecslések (faktorsúlyok) vizsgálata.
- (2) Standardizált reziduális (reziduális osztva a pontértékek szórásával).
- (3) Modifikációs indexek vizsgálata.
- (4) Specifikáció keresés. Ez próba-szerencse alapon történő modellkeresés.

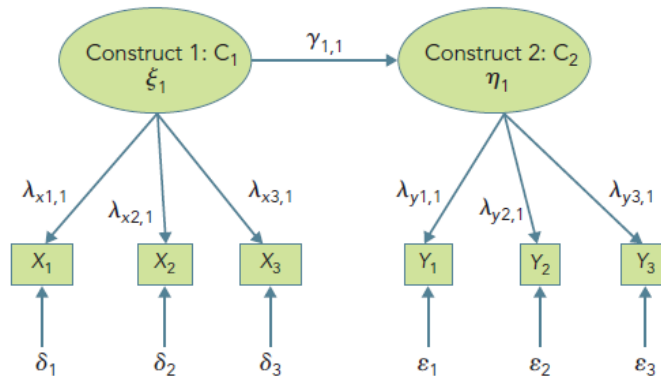
Ha jelentős módosításra van szükség, akkor változtatni kell a mérési modellen. Új mérési modellt kell specifikálni, és új adatokat felhasználva tesztelni kell az új modellt.

Amennyiben a mérési modell validitását megállapítottuk, a strukturális modell felállításával folytathatjuk. A mérési modell vizsgálata esetén a látens változók és a megfigyelhető változók kapcsolatára koncentráltunk. A strukturális modell esetén a konstruktumok közötti kapcsolatok minősége és nagysága van a vizsgálat előterében.

A strukturális modell validitásának vizsgálata hasonló ahhoz, mint ahogy a mérési modell esetén végeztük. A legfontosabb lépései:

- (1) Illeszkedés-vizsgálat (hasonlóan mint a mérési modell esetén).
- (2) A javasolt strukturális modell összehasonlítása versengő modellekkel.
- (3) Hipotézisek és a strukturális kapcsolatok tesztelések.

2. ábra. Egyszerű strukturális modell útdiagramja [3]



[3] Malhotra (2020): *Marketing Research. An Applied Orientation*. Pearson.

Számos szoftver hozzáférhető a SEM-elemzések végrehajtására. Ezek közül a legnépszerűbbek: LISREL, AMOS, CALIS, EQS illetve az R statistics lavaan csomagja.

