

*Forgács Anett – Lukács Judit – Csiszárík-Kocsír Ágnes –
Horváth Richárd*

Az internetes vásárlás magatartásának vizsgálata fuzzy következtetési rendszer segítségével

Investigating online shopping behaviour using a fuzzy inference system



Összefoglalás

Az elmúlt évtizedben az online vásárlás jelentős növekedést mutatott, és az előrejelzések szerint ez a tendencia tovább fog folytatódni. A fogyasztók nagy részének vonzóvá vált az online vásárlás kényelme és gyorsasága. Az online kiskereskedők számára kiemelt fontosságú a fogyasztói magatartás és az online vásárlási szokások alapos megértése, mivel ez lehetővé teszi számukra, hogy hatékonyabb marketingstratégiákat dolgozzanak ki, és az online vásárlók preferenciáihoz igazítsák kommunikációjukat. Az EuroStat 2021-es jelentését alapul véve, egyedi kérdőívet készítettünk egy saját felmérés céljából. A kérdőív által kapott adatok felhasználásával létrehoztunk egy fuzzy prediktív modellt, amely pontosabb előrejelzéseket tesz lehetővé a különböző fogyasztói csoportok igényeivel és viselkedésével kapcsolatban. A felmérés eredményei egyértelműen hasznosak az online kiskereskedők számára, akik igyekeznek javítani marketingstratégiáik hatékonyságát és mélyebb betekintést nyerni a vásárlói preferenciákba. Ebben a cikkben részletesen elemezzük a fuzzy következtetési rendszer

FORGÁCS ANETT, doktorandusz hallgató, Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola (forgacs.anett@phd.uni-obuda.hu); DR. LUKÁCS JUDIT, egyetemi adjunktus, Óbudai Egyetem, Mechatronika és Járműtechnikai Intézet (lukacs.judit@bgtk.uni-obuda.hu); DR. HABIL. CSISZÁRIK-KOCSÍR ÁGNES, egyetemi docens, Óbudai Egyetem, Közgazdaságtudományi, Pénzügyi és Számviteli Intézet (kocsir.agnes@kgk.uni-obuda.hu); DR. HORVÁTH RICHÁRD, egyetemi docens, Óbudai Egyetem, Kari Kutatásszervező Központ (horvath.richard@bgtk.uni-obuda.hu).

gyakorlati alkalmazását egy konkrét esettanulmány keretében, és rávilágítunk a különböző korcsoportok és földrajzi helyek közötti mintázatokra és preferenciákra. Emellett a kutatás a demográfiai jellemzők széles skáláját is felöleli, tovább bővítve az ismereteinket az EuroStat adataihoz képest az adott korcsoportok vonatkozásában.

Journal of Economic Literature (JEL) kódok: D12, E21, L67

Kulcsszavak: fogyasztói döntés, vásárlás, marketing stratégia, fuzzy

Summary

Over the past decade, online shopping has experienced substantial growth, with projections indicating that this trend will continue. The convenience and speed of online shopping have become increasingly appealing to consumers. For online retailers, gaining a deep understanding of consumer behaviour and online shopping habits is crucial, as it enables them to develop more effective marketing strategies and tailor their communications to the preferences of online shoppers. Based on the Eurostat 2021 report, we designed a unique questionnaire for our survey. Using the data from this questionnaire, we created a fuzzy predictive model, allowing for more accurate forecasts regarding the needs and behaviours of various consumer groups. The survey results are beneficial for online retailers seeking to enhance the effectiveness of their marketing strategies and gain deeper insights into customer preferences. The study thoroughly examines the practical application of the fuzzy inference system through a specific case study, highlighting patterns and preferences across different age groups and geographic locations. Additionally, the research encompasses a broad range of demographic characteristics, expanding our knowledge beyond the EuroStat data concerning the targeted age groups.

Journal of Economic Literature (JEL) codes: D12, E21, L67

Keywords: consumer decision, shopping, marketing strategy, fuzzy

BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedben az online vásárlás jelentős növekedésen ment keresztül, amely a fogyasztói bázis bővülésének és az e-kereskedelmi platformok globális elterjedésének köszönhetően, várhatóan továbbra is növekedni fog. Az online vásárlási szokások változatosak, ezek pedig a vásárlók által választott termékkategóriáktól, a vásárlásra fordított összegektől, valamint az online vásárlási eszközök használatától függenek (Tsai et al., 2011).. A fogyasztók általában az internetet preferálják termékeik keresésére, árak összehasonlítására és beszerzésre. Az online vásárlás kényelmes alternatívát nyújt számukra, mivel otthonaikból bármikor elérhetik a széles termékkínálatot, és nem igényel sok időt a vásárlás folyamata sem. Emellett élvezhetik az online áruházakban történő vásárlás előnyeit is, például az online fizetési lehetőségeket, valamint az akár ingyenes kiszállítást (Al-Debei et al., 2015).

Az online kiskereskedők számára a fogyasztói viselkedés és az online vásárlási szokások alaposabb megértése számos potenciális előnnyel járhat, mivel lehetőséget teremt a fogyasztók gondolkodásmódjának és viselkedésének mélyrehatóbb megismerésére. Ez a megértés elősegítheti hatékonyabb marketingstratégiák és célzott kommunikációs programok kialakítását az online kiskereskedők számára (Bashir et al., 2015).

A vásárlók döntései természetüknél fogva nehezen jósolhatók meg klasszikus matematikai módszerekkel, amelynek problémái főként a nehéz algoritmizálhatóságban, információhiányban, bizonytalanságban és homályosságban gyökereznek. Ezen ellentmondások feloldására biológiai ihletésű technikák bevezetése az egyik lehetséges megoldás. A leggyakrabban használt megoldások a fuzzy rendszerek, a mesterséges neurális hálózatok és a genetikai algoritmusok. A fuzzy következtetés esetében a fő ötlet az, hogy az emberek gondolkodását és döntéshozatali módját úgy írják le, hogy a kétértékű logikát többértékű logikára terjesztik ki tranziensek segítségével (Zadeh et al., 1996). 1979-ben Ponsard tanulmányozta a fogyasztói magatartást, és elutasította a fogyasztókra vonatkozó hagyományos elméleti feltételezést, miszerint a fogyasztók képesek tökéletesen megkülönböztetni a különböző termékeket egymástól (Ponsard, 1981). Számos kutatás során vizsgálták a fogyasztói magatartást lágy számítási módszerekkel: Lo és Zakaria (Lo – Zakaria, 2004) a villamosenergia-fogyasztókat energiafogyasztásuk alapján osztályozta, míg Meier és munkatársai fuzzy logikát használt a vásárlói hűség feltérképezésére (Meier et al., 2005). Sun és Collins (Sun – Collins, 2007) a Means-End Chain (MEC) módszert alkalmazták a vásárlók fogyasztási értékeinek elemzésére egy meghatározott termék kategóriában. Üzleti kontextusban Tettamanzi és munkatársai [9] (Tettamanzi, 2007) egy esettanulmányban részletezték a vásárlói viselkedést, amely során fuzzy szabályalapú rendszert, mint prediktív modellt alkalmaztak. A marketingorientált vállalkozások elsősorban a fogyasztói viselkedés modellezésére összpontosítanak annak érdekében, hogy javítsák vizuális információikat és támogassák a piaci döntéshozatali folyamataikat (Orriols-Puig, 2009). Ezen a területen végzett kutatásokból kitűnik, hogy több fontos tényező befolyásolja a vásárlási folyamatot. Ide tartozik a tapasztalt biztonság és bizalom (Sun – Lin, 2009; Pappas, 2018), a vásárlói elégedettség biztosítása (Das, 2009), valamint az önkéntes borraivalók, mint a szolgáltatásokért való fizetési mód (Tomescu – Ban, 2011). Basha és Ameen (Basha – Ameen, 2012) nemzetközi kontextusban értelmezte a fogyasztói magatartást, és a fuzzy módszert alkalmazta a fogyasztói kockázatértékeléshez szükséges adatok gyűjtésére. A fogyasztók igényei folyamatosan növekszenek, ami azt jelenti, hogy a kiskereskedőknek új stratégiákat és módszereket kell kidolgozniuk és alkalmazniuk ahhoz, hogy megértsék, továbbá megtartsák vásárlóikat. Ezek a lépések kulcsfontosságúak, különösen akkor, amikor új szereplők lépnek be a piacra (Casabayó et al., 2004). A fuzzy logika alternatív megközelítést nyújt a gazdasági és marketing jelenségek leírására. A klasszikus, szigorú értékek helyett a fuzzy halmazok használata hatékony módszernek bizonyult a vásárlói viselkedés elemzésében (Enache, 2015). Az e-kereskedelem terjedése, és a weboldallal kapcsolatos attitűdök jelentős hatást gyakorolnak az online vásárlási szándéokra, ezért Nilashi és Ibrahim (Nilashi – Ibrahim, 2014) bemutattak egy olyan modellt, amely TOPSIS és fuzzy logikát alkalmaz a vásárlási szándék szintjének meghatározására, figyelembe véve a vállalkozások és fogyasztók közötti (B2C) weboldalakon érvényes tényezőket. More és Gochhait (More – Gochhait, 2020) rámutattak arra, hogy a fuzzy fogalmak használhatók a

fogyasztói észlelések befolyásolására és a helyes fogyasztói magatartás elősegítésére. Az online kereskedelmi platformok megjelenése jelentősen megkönnyítette a vásárlási információk gyűjtését, lehetővé téve a vásárlók profilozásán alapuló kereskedelmi rendszerek fejlesztését. Ennek eredményeként képesek vagyunk azonosítani a vásárlók vásárlási szokásait és preferenciáit (Takács et al., 2015; Jiao et al., 2016). Az ebből származó adatok segítik a marketingtevékenységek végrehajtását és az árképzési stratégia kidolgozását (Nasibovet al., 2016; Morim et al., 2017; Howells – Ertugan, 2017). A vásárlói hűség elemzésére Toklu többkritériumos döntéshozatali megközelítést alkalmazott, amely magában foglalja a Fuzzy Analytic Network Process és a Fuzzy Decision Testing and Evaluation Laboratory Methods (Fuzzy döntéshozatali és értékelési laboratóriumi módszerek) módszereit.

A fogyasztók létfontosságú szerepet játszanak a termékek életciklusában, mivel a terméktervezés és a gyártási folyamat erőteljesen fogyasztóközpontú (Martin, 2018). Az elmúlt időszakban számos kutatás vizsgálta a fuzzy logika használatának lehetőségét a marketing területén előrejelzések készítése során (Stević et al., 2018; Dash et al., 2019; Sadikoglu – Saner, 2018; Pushkar et al., 2020). Shahzad Ashraf és kollégái (Ashraf et al., 2020) munkájukban Fuzzy Tech szoftvert alkalmaztak a kozmetikai szolgáltatások, a marketing és a kommunikációs elemek sajátosságainak meghatározására. Mandal és munkatársai (Mandal et al., 2021) a fuzzy piackutatási rendszer megközelítést alkalmazták egy ajánlási technika vizsgálatára az ügyfelek preferenciáinak megértésére. Li (Li, 2021) az ún. Back Propagation neurális hálózatot és egy fuzzy matematikai modellt használt a vásárlók döntéshozatali képességének elemzéséhez. A bemutatott modell az észlelt racionalitást és irracionaritást egyaránt hangsúlyozza, továbbá a mesterséges neurális hálózatok és a fuzzy matematika integrációját ismerteti. Számos tanulmány kimutatta, hogy a fogyasztói viselkedést jelentősen befolyásolják fiziológiai, társadalmi, személyes és gazdasági tényezők, melyek komoly hatással vannak a vásárlási szándéokra (Khan et al., 2022; Saáry et al., 2021).

AZ ADATBÁZIS ÉS MÓDSZER

Az EuroStat adatok elemzése

Jelen kutatás az Európai Unió 2021-es online vásárlási jelentésében található adatok elemzésére koncentrál, különös tekintettel a különböző termékkategóriák közötti összefüggésekre. Az adatok alapos elemzése jelentősen hozzájárul az európai uniós online vásárlási szokások részletes és pontos megértéséhez. Továbbá a kapcsolatok feltárása is elengedhetetlen az e-kereskedelmi piac mélyebb megismeréséhez és fejlesztéséhez.

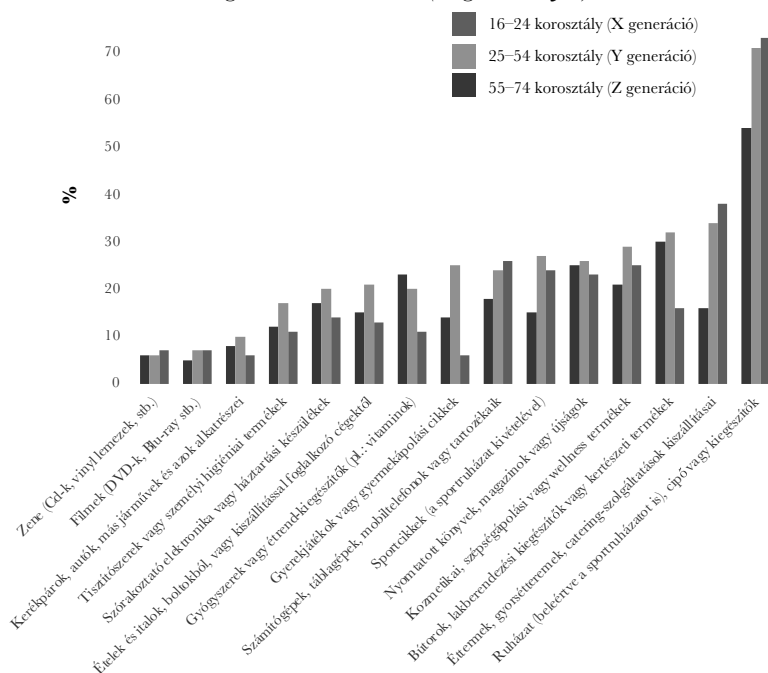
A jelentés számos tényezőt figyelembe vesz, például az online vásárlások termékkategóriáit, a vásárlási alkalmak számát, a bevásárlókosarak értékét, valamint a termékek származási helyét. A fogyasztók összehasonlíthatóságának érdekében az adatok korcsoportokra bontva kerültek elemzésre, úgy mint: 16–24 évesek, 25–54 évesek és 55–74 évesek. Az elemzés részletesen bemutatja a leggyakrabban vásárolt termékkategóriákat, az egyes kategóriákra jellemző átlagos vásárlási gyakoriságot és a bevásárlókosarak átlagos értékét. Emellett dokumentálja az online vásárlások származási helyét, különös figyelmet fordítva a hazai és külföldi eladók közötti különbségekre.

Az elemzés alapján a ruházat, lábbelik és kiegészítők voltak a legmagasabb online vásárlási arányú termékkategóriák az Európai Unióban, ahol a magánszemélyek 68%-a választotta az online vásárlást ezen termékek beszerzésére. Ezzel szemben a legalacsonyabb online vásárlási arányt a zenei termékkategória (CD-k, bakelitlemezek stb.) esetében mutatták ki, ahol mindössze az egyének 6%-a döntött az online vásárlás mellett (lásd 1. ábra). A vásárlási gyakoriságot tekintve a legtöbb személy 1–5 alkalommal vásárolt online az előző három hónapban. A 3–5 alkalommal történő vásárlások aránya volt a legmagasabb minden korcsoportban (32% és 34%). A legtöbb vásárló, akik tíznél vagy annál több alkalommal vásároltak online, a 25-54 éves korosztályhoz tartoznak, míg az 55-74 évesek között a legalacsonyabb volt az ilyen vásárlást választók aránya.

A pénzügyi kiadások terén az online vásárlók többsége az előző három hónap során kevesebb mint 100 eurót költött online platformokon. Az „50 eurónál kevesebbet” költők csoportja a 16-24 éves, és az 55-74 éves korosztályban volt a legnagyobb, ez 18% és 13% arányt jelent.

Ugyanakkor azok, akik 1000 eurót vagy ennél többet költöttek, leginkább a 25-54 éves korosztályhoz tartoztak, míg a 16-24 éves korosztályban a legalacsonyabb volt az ilyen vásárlások aránya. Az online vásárlások eredetét tekintve, a legtöbb ember minden korosztályban hazai eladótól vásárolt. Kevesebben vásároltak más uniós országok eladótól, és még kevesebben az EU-n kívüli eladóktól.

1. ábra: Az online áruvásárlások megoszlása százalékban (magánszemélyek)



Forrás: EU, 2021 (E-commerce statistics https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=E-commerce_statistics)

Egyedi kérdőív létrehozása

Az online vásárlási szokások termékkategóriák szerinti részletes elemzése kiemelkedő előnyökkel jár mind a fogyasztók, mind a vállalkozások számára. Ez az alapos vizsgálat segíti a vállalkozásokat abban, hogy precízebb marketingstratégiákat dolgozzanak ki, hatékonyabban kezeljék készleteiket, mélyebben megismerjék a fogyasztói preferenciákat, figyelemmel kísérik a versenytársak tevékenységét, és új termékkfejlesztési lehetőségeket tárjanak fel.

Jelen kutatásunk elsődleges célja a vásárlói preferenciák átfogó feltérképezése volt. Ennek érdekében részletesen elemeztük a fogyasztók demográfiai adatait. Az összegyűjtött adatok lehetővé tették számunkra, hogy mélyreható betekintést nyerjünk a különböző fogyasztói csoportok vásárlási szokásaiba és preferenciáiba, ezáltal elősegítve a célzott és hatékony piaci stratégiák kialakítását. A tanulmány alapjául az Európai Unió online vásárlásról szóló statisztikai jelentése szolgált, amely alapvető információkat nyújtott. Azonban a jelentés nem mélyed el a fogyasztók, és az általuk előnyben részesített termékkategóriák közötti bonyolult interakciók részletes elemzésében, ami akadályozza a fogyasztói csoportok pontosabb azonosítását. A korlátok áthidalása érdekében, kutatásunk célja egy részletes és célzott elemzés elvégzése, amely mélyebb betekintést nyújt a fogyasztók és preferenciáik közötti kapcsolatokba a különböző termékkategóriák tekintetében. A felmérést jelenleg magyarországi felsőoktatási intézményekben tanuló hallgatók körében végeztük, és a válaszadók száma meghaladta a 700 főt. Ezen specifikus csoport megcélzásával, a tanulmány célja értékes betekintést nyerni a felsőoktatásban részt vevő egyének fogyasztási preferenciáiba és viselkedésébe.

Elemzésünk során a résztvevők jellemzőit vizsgáltuk, figyelembe véve az olyan alapvető demográfiai tényezőket, mint az életkor, foglalkoztatási státusz és lakóhely. A válaszadók három kategóriába sorolhatták körülményeiket (lásd az 1. táblázatot). A résztvevők kifejezhetik személyes preferenciáikat az online vásárlás különböző áru kategóriáival kapcsolatban, mint például számlák és közüzemi szolgáltatások, élelmiszerek és vásárlás, szórakozás, wellness és szépségápolás, elektronikai cikkek, divat, otthoni dekoráció és egyéb termékek.

1. táblázat: A független bemeneti változók szintjei

Szint	Kor	Foglalkoztatási státusz	Lakóhely
1	X generáció (1965-1979)	Tanuló	Kis város
2	Y generáció (1980-1994)	Mindkettő	Város
3	Z generáció (1995-2007)	Alkalmazott	Főváros

Forrás: Saját szerkesztés

Az értékelési folyamat során a preferenciák meghatározására az előnyben részesített típusokat „1”-gyel jelöltük, míg a nem előnyben részesítetteket „0”-val. Az összegyűjtött adatokat összesítettük az értékeléshez, majd meghatároztuk a megadott válaszok átlagát. Ezeket az átlagértékeket használtuk a résztvevők hajlandóságának mérésére. A 2. táblázat ismerteti a különböző körülmények kombinációit, valamint az egyes termékkategóriákhoz tartozó preferencia fokozatokat.

2. táblázat: A kérdőív átlagolt eredményei

Sorszám	Életkor	Foglalkoztatottság	Lakhely	Számlák, közművek	Élelmiszer, vásárlás	Szórakoztatás	Egészség, szépségápolás	Elektronikai cikkek	Divat	Otthon, dekoráció	Egyéb
1.	1	1	2	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2.	1	1	3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
3.	1	2	1	0,500	0,000	0,000	0,500	0,000	0,000	0,000	0,500
4.	1	2	2	0,500	0,000	0,500	0,000	0,500	0,500	0,000	0,500
5.	1	2	3	0,800	0,400	0,800	0,600	0,400	0,600	0,400	0,400
6.	1	3	1	0,688	0,625	0,688	0,313	0,625	0,500	0,438	0,625
7.	1	3	2	0,735	0,353	0,559	0,471	0,500	0,441	0,412	0,412
8.	1	3	3	0,778	0,528	0,639	0,500	0,556	0,500	0,278	0,528
9.	2	1	1	1,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000
10.	2	1	2	0,667	0,667	0,667	1,000	0,333	0,667	1,000	1,000
11.	2	1	3	1,000	1,000	1,000	1,000	0,667	0,667	0,667	0,667
12.	2	2	1	0,600	0,600	0,400	0,200	0,600	0,600	0,200	0,400
13.	2	2	2	0,714	0,714	0,429	0,714	0,714	0,714	0,429	0,714
14.	2	2	3	0,846	1,000	1,000	0,846	0,846	0,769	0,692	0,769
15.	2	3	1	0,842	0,474	0,632	0,474	0,526	0,474	0,316	0,579
16.	2	3	2	0,707	0,537	0,610	0,634	0,561	0,659	0,439	0,512
17.	2	3	3	0,778	0,556	0,667	0,481	0,685	0,537	0,389	0,537
18.	3	1	1	0,224	0,408	0,461	0,566	0,605	0,645	0,250	0,566
19.	3	1	2	0,364	0,591	0,614	0,500	0,614	0,614	0,386	0,545
20.	3	1	3	0,411	0,664	0,738	0,682	0,766	0,748	0,336	0,701
21.	3	2	1	0,391	0,609	0,696	0,457	0,478	0,630	0,370	0,587
22.	3	2	2	0,553	0,426	0,745	0,617	0,745	0,362	0,191	0,617
23.	3	2	3	0,613	0,713	0,775	0,700	0,688	0,700	0,413	0,538
24.	3	3	1	0,556	0,722	0,722	0,444	0,500	0,500	0,444	0,611
25.	3	3	2	0,739	0,696	0,609	0,565	0,652	0,696	0,522	0,783
26.	3	3	3	0,600	0,660	0,680	0,700	0,700	0,620	0,440	0,680

Forrás: Saját szerkesztés

Elemzési módszer

A vállalati versenyképesség fokozása érdekében javasolt olyan innovatív és fejlett prediktív módszerek alkalmazása, amelyek túlmutatnak a hagyományos előrejelzési rendszerek határain. A prediktív modellek alapvető eszközök a döntéshozatalban, mivel lehetővé teszik a jövőbeli események és tendenciák előrejelzését. Ezek a modellek statisztikai és gépi tanulási eljárásokat alkalmaznak a jövőbeli események valószínűségének vagy várható értékeinek meghatározására. Az adatokon alapuló prediktív diagnosztikai rendszerek segítenek a döntéshozóknak hatékonyan tervezni és reagálni a közelgő eseményekre és kockázatokra. A prediktív modellek alkalmazási területe széleskörű, beleértve a közgazdaságtant, a pénzügyeket, a marketinget, a társadalomtudományokat és az egészségügyet is (Shmueli, G. – Koppius, 2011; Varga, 2021).

Az egyik leggyakrabban alkalmazott empirikus modellezési módszer a lineáris regresszió, amely az adatok közötti lineáris összefüggéseket tárja fel az előrejelzések készítése során. A gépi tanuláson alapuló fenomenológiai modellek, például a döntési fák, a klaszterezés és a neurális hálózatok azonban szintén nagyon hatékonyak lehetnek az előrejelző modellezésben (Manusov, 2023). A klaszterelemzés olyan statisztikai módszer, amely lehetővé teszi a hasonló jellemzőkkel rendelkező adatpontok csoportosítását. Ez a módszer kiemelkedő jelentőséggel bír a fogyasztói csoportok mélyebb megértése és a mintázatok azonosítása szempontjából. A klaszterelemzés például képes azonosítani olyan fogyasztói csoportokat, amelyek hasonló vásárlási szokásokkal, motivációval és preferenciákkal rendelkeznek. Ez a módszer lehetővé teszi a piac szegmentálását és a különböző csoportokra szabott stratégiák kidolgozását (Wu, 2008). A PRISM (principles-based, and sustainable project management methodology elveken alapuló és fenntartható projektmenedzsment módszertan) alkalmazása segít összefoglalni és elemezni a kockázatokat egy komplex scenárióban, ami lehetővé teszi, hogy előre lássunk és jobban megértsük a lehetséges problémákat és előrejelzéseket. Ezáltal a PRISM kiválóan alkalmazható komplex kockázatelemzésre és előre jelzésekre.

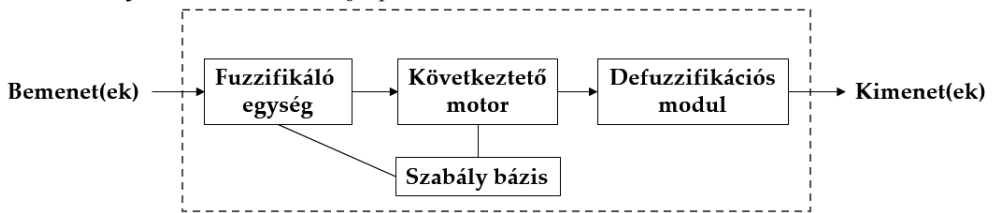
A prediktív modellek létrehozása azonban csak néha egyszerű, és számos tényezőt kell figyelembe venni, például az adatok minőségét, a modell érvényességét és azok értékelését. Ezért a prediktív modellek használatakor alapvető fontosságú az eredmények helyes értelmezése és annak biztosítása, hogy a modell jól működjön az alkalmazási területén (Bognár – Hegedűs, 2022).

A fuzzy halmazelméletet Zadeh (Zadeh, 1965) vezette be 1965-ben. Fő célja az volt, hogy megoldást nyújtson olyan problémák leírására és megoldására, amelyeket a klasszikus halmazelmélet keretein belül nem lehetett pontosan definiálni vagy hatékonyan megoldani. A fuzzy halmazelmélet olyan módszertani megközelítést alkalmaz, amely a halmazokat „homályosan” határozza meg, rugalmasan kezeli a tagság és az igazságtartalom részleges meghatározását. Azóta a fuzzy halmazelmélet koncepcióját továbbfejlesztették, és a létrehozott fuzzy szabályalapú rendszereket széles körben alkalmazzák a tudomány számos területén (Ponsard, 1980; Dompere, 1995; Escoda et al., 1997; Collan et al., 2009). A fuzzy halmazelméleten alapuló rendszerek alkalmasak arra, hogy hatékonyan és adaptív módon segítsék a döntéshozatalt. Emellett képesek kezelni a bizonytalanságot, továbbá lehetővé teszik a nemlineáris viselkedés modellezését is. Tehát a fuzzy halmazelmélet hozzájárul a komplex problémák jobb

megértéséhez, kezeléséhez és széles körű hatással van a tudományos kutatásokra, valamint az alkalmazások fejlesztésére.

A fuzzy következtetési rendszer (FIS), más néven homályos következtetési rendszer, négy alapvető komponensből épül fel (lásd 2. ábra). Az első rész, a fuzzifikáló egység, ami az egyes bemeneti és kimeneti változók tagsági függvényeinek definiálására szolgál, figyelembe véve a meghatározott tartományokat. Mivel az emberi nyelv gyakran használ szavakat és minőségi kifejezéseket a komplex rendszerek leírásához, ebben a szakaszban nem csak numerikus értékek, hanem speciális nyelvi változók is használhatók. Ennek a lépésnek a célja az adatok átalakítása tagsági függvényekké.

2. ábra: Fuzzy következtetési rendszer felépítése



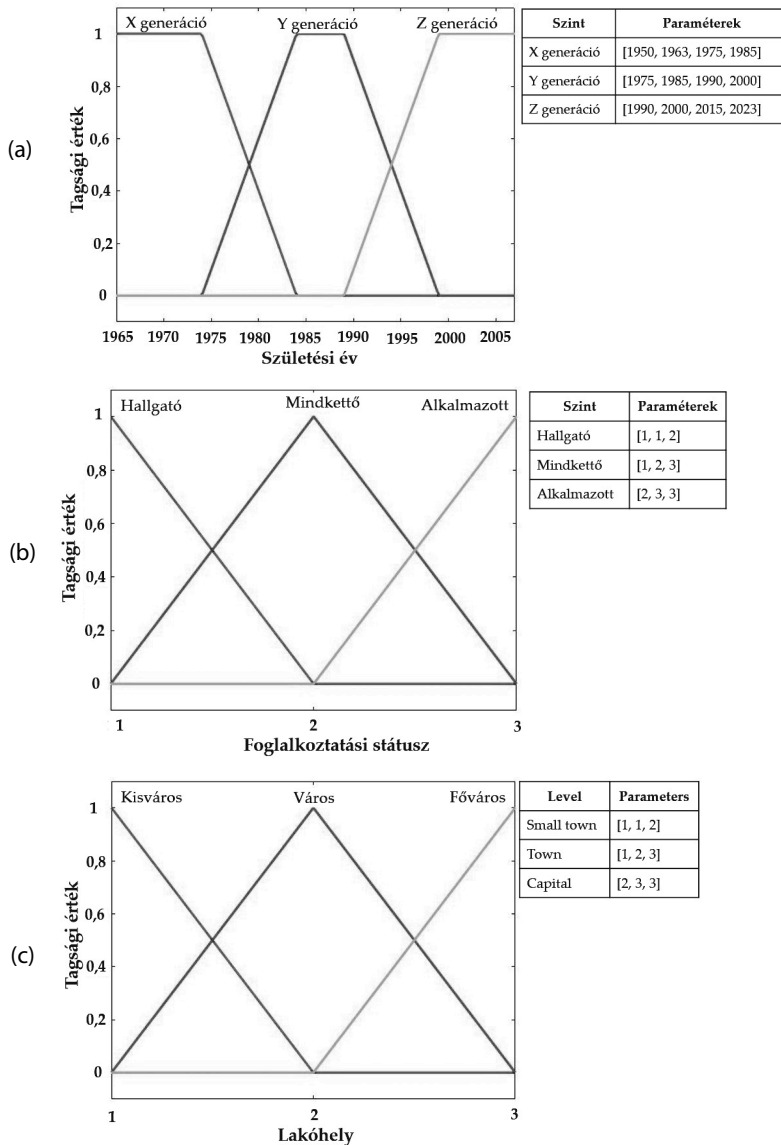
Forrás: Abonyi, 2003

A szabálybázis a kapcsolatokat rögzíti bemeneti és kimeneti változók között, és általában a „HA ... AKKOR ...” (ESETLEG...) formában jelenik meg. Az első rész tartalmazza a feltételeket a bemeneti oldalról, a második pedig a következmény(ek)e(t) (kimenet). A következtetési motor a rendszer központi része, ahol a szabályok aktiválásra kerülnek. Ezek erősségét a tüzelési szint adja meg, az adott tagsági függvény megfelelésének mértékével. Az egyidejűleg aktivált fuzzy halmazok, kimeneti fuzzy halmazok alakulnak. A leggyakrabban használt következtetési rendszerek a Mamdani, (Mamdani, 1974; Mamdani, 1978) és a Sugeno-típusok (Sugeno – Yasukawa, 1993)[55]. Általában a defuzzifikáció a következtetés utolsó lépése, amely a fuzzy kimenet éles értékké alakításának technikája. Erre a célra különböző módszerek használhatók. A Sugeno-típusú következtetés azonban nem igényel pontos defuzzifikációt (Abonyi, 2003; Zimmermann, 1996).

Fuzzy módszer alkalmazása

Ebben a tanulmányban egy Sugeno típusú Fuzzy Inference System (FIS) módszert alkalmaztunk, amely a különböző árucikkek vásárlási valószínűségét becsüli meg egyszerű bemenő paraméterek alapján. A Sugeno-típusú, több bemenetű rendszert a kérdőív eredményei alapján vezettük be. Független változóként minőségi (QL) és mennyiségi (QN) paramétereket választottunk: foglalkoztatási státusz (QL) és lakóhely (QL), életkor (QN). Ezeket a változókat három szinten változtattuk (lásd 1. táblázat). A bemeneti változók felosztását a 3. ábra mutatja be. Ebben a FIS-ben trapéz és háromszög alakú tagsági függvényeket használtunk.

3. ábra: Tagsági függvények a független bemeneti változókhoz; (a) Életkor; (b) Foglalkoztatás; (c) Lakóhely;



Forrás: Saját szerkesztés

A rendszer kimenetei a különböző áruk és szolgáltatások vásárlási valószínűsége volt a következő kategóriák szerint: (1) Számlák, közüzemi szolgáltatások; (2) Élelmiszer, vásárlás; (3) Szórakozás; (4) Wellness, szépségápolás; (5) Elektronikai cikkek; (6) Divat; (7) Otthon, dekoráció és (8) Egyéb áruk. A kimeneti értékek tartománya 0-tól 1-ig terjedt, 0,05-ös egyenletes lépésekben. Az algoritmus betanításához a 2. táblázatban szereplő átlagolt adatokat használtuk fel.

EREDMÉNYEK BEMUTATÁSA

A létrehozott Sugeno-típusú fuzzy következtetési rendszert grafikus módon értékeltük minden kimeneti kategóriára. Megállapítást nyert, hogy három különböző független változó hatását nem lehet hatékonyan ábrázolni 3D grafikonon. Ennek következtében a foglalkoztatási státuszt, mint kvantitatív paramétert rögzítettük. Így minden szint külön-külön került elemzésre. A mintázatok felismerésének megkönnyítése érdekében a 3D grafikonokat felülnézeti diagramokká alakítottuk át, ahol a szín a valószínűséget jelzi: a sárga magasabb, míg a kék alacsonyabb értéket jelent. Az alábbiakban részletesen bemutatjuk a főbb, fontos megfigyelt mintázatokat.

A számlák és közüzemi szolgáltatások tekintetében (4. ábra) megállapítható, hogy a legmagasabb valószínűség és a kimeneti tartomány a magasabb foglalkoztatási szintekkel nő. Emellett az átlagos érték is növekszik. A 4. ábrából még az is megállapítható, hogy az 1980-1990 között született és kisvárosokban vagy a fővárosban élő hallgatók nagyobb valószínűséggel fizetik online a számláikat (4. ábra (a)). Az alkalmazottak esetében azonban alacsonyabb ez a valószínűség. Azok, akik tanulnak és dolgoznak is, szintén hajlamosak online fizetni a számláikat, ha a fővárosban élnek. Mindazonáltal a munkaképes korú lakosság, főleg a középkorúak, akik kisvárosokban élnek, potenciális célcsoportnak tekinthetők ezen a területen.

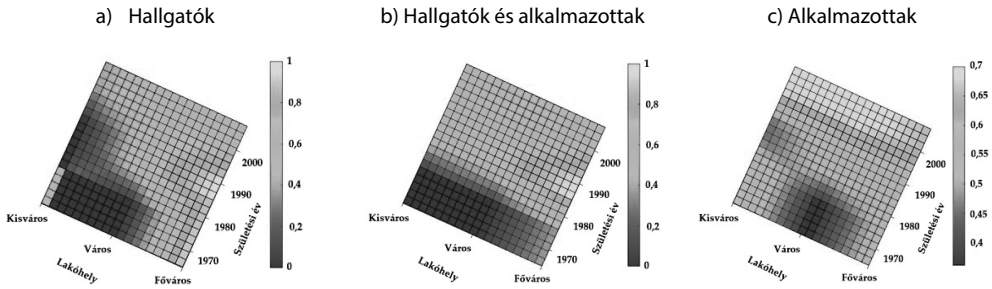
4. ábra: Valószínűség a számlák és közüzemi szolgáltatások esetében



Forrás: Saját szerkesztés

Az élelmiszerek online rendelése tekintetében a fővárosban élő hallgatók mutatják a legnagyobb hajlandóságot. A legígéretesebb korcsoport a Y generáció középső vagy annál fiatalabb része (lásd 5. ábra (a)). Azok számára, akik tanulnak és dolgoznak is, célszerű a késő 1980-as és korai 1990-es években születettekre összpontosítani. Ez a tendencia enyhén kiterjed a kisvárosokra is (5. ábra (b)). Ezzel szemben az 5. ábra (c) azt mutatja, hogy az alkalmazottak csak a fiatalabb generáció esetében részesítik előnyben az online élelmiszerrendelést, függetlenül a lakóhelytől. Emellett az X generáció az, amely kisvárosokban vagy városokban él, és a legkisebb valószínűséggel rendel online élelmiszert a hallgatók és a tanuló-munkavállalók körében. A munkavállalók esetében ez a hajlandóság jelentősen kisebb, és egyértelműen a városokra korlátozódik.

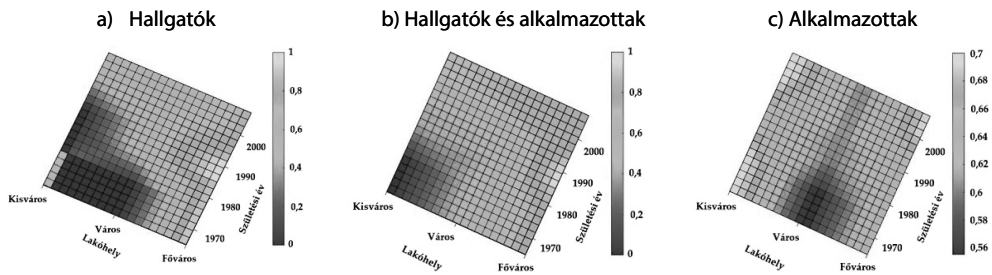
5. ábra: Valószínűség az élelmiszerek és vásárlás esetében



Forrás: Saját szerkesztés

A szórakozás terén megállapítást nyert, hogy a fővárosban élő Y generációs hallgatók mutatják a legnagyobb hajlandóságot a szórakozással kapcsolatban (lásd 6. ábra (a)). A hallgatók és dolgozók esetében hasonló mintázat figyelhető meg, amelyet az jellemez, hogy a Z generáció minden helyszínen jelentős növekedést mutat az online vásárlási valószínűségben (lásd 6. ábra (b)). A munkavállalók körében a vásárlási valószínűség maximuma csökken ($\approx 0,7$), és az elemzett tartomány szélei felé tolódik: a kisvárosi X generációra, valamint a kisvárosi és fővárosi Z generációra (6. ábra (c)). Az alsó határ értékében hasonló eltolódás figyelhető meg, mint az élelmiszerek esetében, valamint növekedés is tapasztalható az alsó értékekben.

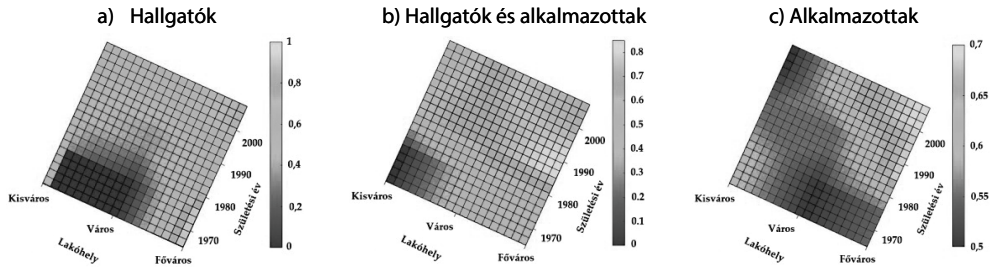
6. ábra: Valószínűség a szórakozás esetében



Forrás: Saját szerkesztés

A viszonylag szűk hallgatói csoport esetében az elektronikai cikkek vásárlási szándéka egyértelműen pozitívnak tekinthető a fővárosban élő X generáció számára. Azonban egy jelentős átmeneti sáv is megfigyelhető (a 7. ábra (a)-n zölddel jelölve) az 1990 után születettek körében, ahol a vásárlási valószínűség körülbelül 0.6 vagy annál magasabb. Azok esetében, akik egyszerre tanulnak és dolgoznak, az elektronikai cikkek értékesítése szempontjából a legkedvezőbb eredmény az 1980 után született városi és települési lakosok körében figyelhető meg. Ezen belül az 1985 és 1990 között született fővárosi lakosok képezik a központi csoportot. Végül, a munkavállalók körében az elérhető legmagasabb valószínűség közel 0,7-re csökken, de a minimális érték legalább 0,5 marad. A legkedvezőbb valószínűséget a Z generáció fővárosi lakosai mutatják.

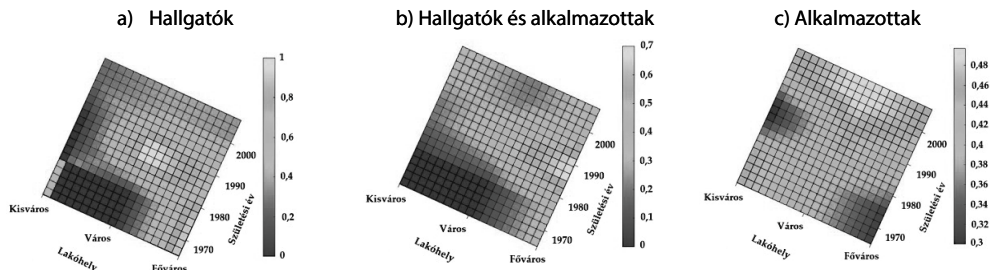
7. ábra: Valószínűség az elektronikai cikkek esetében



Forrás: Saját szerkesztés

A hallgatók körében a legnagyobb hajlandóságot a lakás- és dekorációs cikkek vásárlására, a kisvárosokban élő Y generáció, valamint a fővárosban lakó X generáció mutatja (8. ábra (a)). Az első csoportban figyelhető meg a legnagyobb koncentráció. A tanuló-munkavállalók esetében a központi tendencia a fővárosba tolik, miközben csökken a termék kategória vásárlásának maximális valószínűsége (lásd 8. ábra (b)). A 8. ábra (c) szerint a dolgozó csoportot nem célozzák meg kellő hatékonysággal ezen termékek online értékesítése során. Noha a Z generáció esetében a legnagyobb valószínűség meghatározható, ez csupán körülbelül 0,5 értékre korlátozódik.

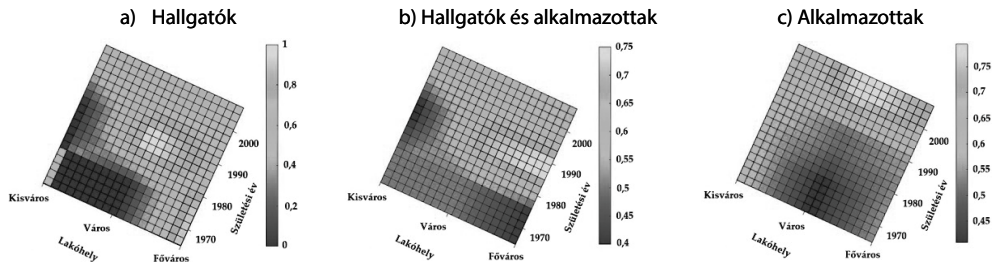
8. ábra: Valószínűség az otthoni termékek és dekoráció esetében



Forrás: Saját szerkesztés

Az Egyéb kategória esetében hasonló eredmények születtek, mint a Lakás kategóriánál. A kisvárosokban élő Y generációs hallgatók dominanciája szembe tünő, és egy eltolódás figyelhető meg a főváros irányába (9. ábra (a) és (b)). A 9. ábra (c) alapján a munkavállalók esetében is észrevehető, hogy a Z generáció dominanciája továbbra is fennáll. Azonban az előző kategóriától eltérően, a termékeket hatékonyan értékesítik a fiatal városi és fővárosi lakosoknak. Emellett a vásárlási valószínűség minimális értéke is jelentősen magasabb.

9. ábra: Valószínűség az egyéb termékek esetében



Forrás: Saját szerkesztés

KÖVETKEZTETÉSEK

A kutatásunk célja az online vásárlók fogyasztási szokásainak mélyreható elemzése és értékelése volt, amelynek eredményeként egy fenomenológiai modellt fejlesztettünk ki a vásárlói minták előrejelzésére. Ehhez egy Sugeno típusú, több bemenettel rendelkező fuzzy következtetési rendszert hoztunk létre, amely különböző termékkategóriákban képes az online vásárlási valószínűség előrejelzésére. A prognosztikai eljárásához három könnyen meghatározható demográfiai változót választottunk: életkor, foglalkoztatási státusz és lakóhely. Emellett nyolc kimeneti változót definiáltunk, amelyek a vásárlási folyamat során különböző termékkategóriákat képviselnek, nevezetesen: Számlák és közüzemi szolgáltatások; Élelmiszerek és vásárlás; Szórakozás; Wellness és szépségápolás; Elektronikai cikkek; Divat; Otthoni dekoráció, valamint Egyéb. A tanulmány részletesen tárgyalja a fuzzy következtetési rendszer gyakorlati alkalmazását, mint a piaci előrejelzés hatékony eszközét.

Az eredmények alapján az alábbi következtetések vonhatóak le:

- A prediktív modellhez szükséges felhasznált adatokat, az esettanulmányhoz egy kérdőíves vizsgálaton keresztül gyűjtöttük össze. E vizsgálat célja a lágyszámítási módszer alkalmazásának bemutatása volt.
- A bevezetett következtetési rendszer alkalmazható a mintázatok azonosítására. Ezek az eredmények hozzájárulhatnak az online kiskereskedők számára ahhoz, hogy precízebb célcsoportokat azonosítsanak, amelyeknek segítségével javíthatják marketingstratégiájukat és mélyebben megérthetik a vásárlói preferenciákat.
- A vizsgálat során megállapítást nyert, hogy az 1980 és 1990 között született diákok, különösen azok, akik kisvárosokban vagy a fővárosban laknak, magasabb hajlandóságot mutatnak arra, hogy az interneten keresztül rendezzék pénzügyi kötelezettségeiket.
- Ami az élelmiszerek vásárlását illeti, a fővárosban lakó diákok hajlamosabbak az online rendelésre, a legígéretesebb korosztály az Y generáció középső és alsó korosztálya.
- A szórakozás terén megfigyelhető, hogy a fővárosban élő diákok közül, különösen az Y generáció tagjai mutatják a legkiemelkedőbb hajlandóságot a vásárlásra.

- A városi területeken élő, egyidejűleg tanuló és dolgozó résztvevők között megállapítható, hogy az 1980 után születettek közül kerülnek ki a legkedvezőbb eredmények az elektronikus eszközök vásárlása terén.
- A lakberendezési és dekorációs termékek vásárlásának valószínűsége a diákok körében a legkiemelkedőbb a városi környezetben élő Y generációs résztvevők és a nagyvárosi területeken élő X generációs résztvevők között.

Eredményeink összehasonlításával az EuroStat által közölt adatokkal megállapítható, hogy a különböző korcsoportok fogyasztási szokásai hasonlóak az Európai Unióban tapasztalható fogyasztói viselkedéshez. Ugyanakkor az általunk végzett elemzés mélyebb megértést nyújt a vizsgált korcsoportokra vonatkozó demográfiai jellemzőkről.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Abonyi János (2003): Fuzzy model identification. Birkhäuser Boston, pp. 87–164. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0027-7>
- Al-Debei, Mutaz M. – Akroush, Mamoun N., Ashouri – Mohamed Ibrahim (2015): Consumer attitudes towards online shopping: The effects of trust, perceived benefits, and perceived web quality. *Internet Research*. 25(5), pp. 707–733. <https://doi.org/10.1108/IntR-05-2014-0146>
- Asgraf, Shahzad – Muhammad, Durr – Shuaeeb, Muhammad – Aslam, Zeeshan (2020): Development of shrewd cosmetology model through fuzzy logic. *Journal of Engineering Research and Applied Science*. 5(3), pp. 93–99.
- Atta-ur-Rahman, Sujata Dash, Luhach, Ashish Kr. – Chilamkurti, Naveen – Baek, Seungmin – Nam, Yunyoung (2019): Neuro-fuzzy approach for user behaviour classification and prediction. *Journal of Cloud Computing* 8(1), pp. 1–15. <https://doi.org/10.1186/s13677-019-0144-9>
- Basha, R. – Ameen, J. (2012): Tele-market Modelling of Fuzzy Consumer Behaviour. *International Journal of Computers and Communications*. Volume 6, pp. 1–8.
- Bashir, Rizwana, Mehboob, Irsa, Bhatti, Waqas Khaliq (2015): Effects of online shopping trends on consumer-buying behaviour: An empirical study of Pakistan. *Journal of Management and Research*. 2(2), pp. 1–24. <https://doi.org/10.29145/jmr/22/0202001>
- Bognár Ferenc – Hegedűs Csaba (2022): Analysis and Consequences on Some Aggregation Functions of PRISM (Partial Risk Map) Risk Assessment Method. *Mathematics*. 10(5), 676. <https://doi.org/10.3390/math10050676>
- Casabayó, Mónica – Agell, Núria – Aguado, Juan Carlos (2004): Using AI techniques in the grocery industry: Identifying the customers most likely to defect. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*. 14(3), pp. 295–308. <https://doi.org/10.1080/09593960410001678426>
- Collan, Mikael – Fuller, Robert – Mezei József (2009): A fuzzy pay-off method for real option valuation. In *2009 International Conference on Business Intelligence and Financial Engineering IEEE*, pp. 165–169. <https://doi.org/10.1109/BIFE.2009.47>
- Das, Parsun (2009): Adaptation of fuzzy reasoning and rule generation for customers' choice in retail FMCG business. *Journal of Management Research*. 9(1), pp. 15–26.
- Dompere, Kofi Kissi (1995): The theory of social costs and costing for cost-benefit analysis in a fuzzy-decision space. *Fuzzy Sets and Systems*. 76(1), pp. 1–24. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(94\)00382-H](https://doi.org/10.1016/0165-0114(94)00382-H)
- E-commerce statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=E-commerce_statistics (last accessed on June 15, 2023).
- Enache, Ioan Constantin (2015): Fuzzy logic marketing models for sustainable development. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Economic Sciences*. Series V, 8(1), 267.
- Escoda, I. – Ortega, A. – Sanz, A. – Herms, A. (1997): Demand forecast by neuro-fuzzy techniques. In *Proceedings of 6th International Fuzzy Systems Conference IEEE*, Volume 3, pp. 1381–1386. <https://doi.org/10.1109/FUZZY.1997.619745>

- Howells, Karen – Ertugan, Ahmet (2017): Applying fuzzy logic for sentiment analysis of social media network data in marketing. *Procedia Computer Science*. 120, pp. 664–670. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.293>
- Jiao, Ming-hai – Chen, Xiao-fang – Su, Zhong-hai – Chen, Xu (2016): Research on personalized recommendation optimization of E-commerce system based on customer trade behaviour data. In *2016 Chinese Control and Decision Conference (CCDC)*. pp. 6506–6511. IEEE. <https://doi.org/10.1109/CCDC.2016.7532169>
- Khan, Sameen – Tomar, Sarika – Fatima, Maryam – Khan, Mahd Zaheen (2022): Impact of artificial intelligent and industry 4.0 based products on consumer behaviour characteristics: A meta-analysis-based review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, pp. 218–225. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.01.009>
- Li, Weijie (2021): Consumer Decision-Making Power Based on BP Neural Network and Fuzzy Mathematical Model. *Wireless Communications and Mobile Computing*, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2021/6387633>
- Lo, K. L. – Zuhaina, Zakaria (2004): Electricity consumer classification using artificial intelligence. In *39th International Universities Power Engineering Conference IEEE*, Volume 1, pp. 443–447.
- Mamdani, E. H. (1974): Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant. In *Proceedings of the Institution of Electrical Engineers*. 121(12), pp. 1585–1588. <https://doi.org/10.1049/piee.1974.0328>
- Mamdani, E. H. – Assilian, S. (1975): An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International Journal of Man-Machine Studies*. 7(1), pp. 1–13. [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(75\)80002-2](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(75)80002-2)
- Mandal, Madhu – Mohanty, B. K. – Dash, Satyabhusan (2021): Understanding consumer preference through fuzzy-based recommendation system. *IIMB Management Review*. 33(4), pp. 287–298. <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2021.03.015>
- Manusov, Vadim – Kalanakov, Aysulu – Ahyoev, Javod – Zicmane, Inga – Praveenkumar, Seepana – Safaraliev, Murodbek (2023): Analysis of Mathematical Methods of Integral Expert Evaluation for Predictive Diagnostics of Technical Systems Based on the Kemeny Median. *Inventions*. 8(1), 28. <https://doi.org/10.3390/inventions8010028>
- Martin, Nivetha (2018): Ranking of the factors influencing consumer behaviour using fuzzy cognitive maps. *Asia Matematika*, 2(3), pp. 14–18.
- Meier, Andreas – Werro, Nicolas – Albrecht, Martin – Sarakinos, Miltiadis (2005): Using a fuzzy classification query language for customer relationship management. In *Proceedings of the 31st International Conference on Very Large Databases*, pp. 1089–1096.
- More, Ranjeet – Gochait, Saikat (2020): The role of perception in consumer behavior using Fuzzy logic marketing model. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology*. 11(10), 49. <https://doi.org/10.34218/IJARET.11.10.2020.049>
- Morim, Antonio – Sá Fortes, Eduardo – Reis, Paulo – Cosenza, Carlos – Doria, Francisco – Gonçalves, Armando (2017): Think fuzzy system: Developing new pricing strategy methods for consumer goods using fuzzy logic. *International Journal of Fuzzy Logic Systems*, 7(1), 1–17. <https://doi.org/10.5121/ijfls.2017.7101>
- Nasibov, Efendi – Vahaplar, Alper – Demir, Murat – Okur, Burak (2016): A fuzzy logic approach to predict the best fitted apparel size in online marketing. In *2016 IEEE 10th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)*. pp. 1–4. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICAICT.2016.7991773>
- Nilashi, Mehrbakhsh – Ibrahim, Othman Bin (2014): A model for detecting customer level intentions to purchase in B2C websites using TOPSIS and fuzzy logic rule-based system. *Arabian Journal for Science and Engineering*. 39, pp. 1907–1922. <https://doi.org/10.1007/s13369-013-0902-9>
- Orriols-Puig, Albert – Casillas, Jorge – Martínez-Lopez, Francisco J. (2009): Unsupervised learning of fuzzy association rules for consumer behavior modeling. *Mathware and Soft Computing*. 16(1), pp. 29–43.
- Pappas, Ilias O. (2018): User experience in personalized online shopping: a fuzzy-set analysis. *European Journal of Marketing*. 52(7/8), pp. 1679–1703. <https://doi.org/10.1108/EJM-10-2017-0707>
- Ponsard, Claude (1980): Producer's spatial equilibrium with a fuzzy constraint. (Doctoral dissertation, Institut de mathématiques économiques (IME)).
- Ponsard, Claude (1981): An application of fuzzy subsets theory to the analysis of the consumer's spatial preferences. *Fuzzy Sets and Systems*. 5(3), pp. 235–244. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(81\)90052-X](https://doi.org/10.1016/0165-0114(81)90052-X)
- Pushkar, Bijendra – Mail, Divya – Singh, Rajesh (2020): Consumer Behaviour Criterion: A Fuzzy Approach. *Test Engineering and Management*, 82, pp. 15606–15612.

- Saáry Réka – Csiszárík-Kocsir Ágnes – Varga János (2021): Examination of the Consumers' Expectations Regarding Company's Contribution to Ontological Security. *Sustainability*, 13(17), 9987. <https://doi.org/10.3390/su13179987>
- Sadikoglu, Gunay – Saner, Tulen (2019): Fuzzy logic based modelling of decision buying process. In *13th International Conference on Theory and Application of Fuzzy Systems and Soft Computing—ICAFS-2018*, Springer International Publishing, pp. 185–194. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04164-9_26
- Shmueli, Galit – Koppius, O. (2011): Predictive analytics in information systems research. *MIS Quarterly*, 553–572. <https://doi.org/10.2307/23042796>
- Stević, Željko – Stjepanović, Željko – Božičković, Zdravko – Das, Dillip Kumar – Stanujkić, Dragiša (2018): Assessment of conditions for implementing information technology in a warehouse system: A novel fuzzy piprecia method. *Symmetry*, 10(11), 586. <https://doi.org/10.3390/sym10110586>
- Sugeno, Michio – Yasukawa, Takahiro (1993): A fuzzy-logic-based approach to qualitative modeling. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. 1(1), pp. 7–31. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.1993.390281>
- Sun, Ximing – Collins, Ray (2007): The application of fuzzy logic in measuring consumption values: Using data of Chinese consumers buying imported fruit. *Food Quality and Preference*. 18(3), pp. 576–584. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2006.08.001>
- Sun, Chia-Chi – Lin, Grace T. R. (2009): Using fuzzy TOPSIS method for evaluating the competitive advantages of shopping websites. *Expert Systems with Applications*. 36(9), pp. 11764–11771. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.04.017>
- Takacs Márta – Zuban Ernesztina – Kovacs Kornel (2015): Customer habit analysis in an e-commerce system using soft computing based methods. In *2015 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*. pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/FUZZ-IEEE.2015.7338062>
- Tettamanzi, Andrea G. B. – Carlesi, Maria – Pannese, Lucia – Santalmasi, Mauro (2007): Business intelligence for strategic marketing: Predictive modelling of customer behaviour using fuzzy logic and evolutionary algorithms. In *EvoWorkshops*, pp. 233–240. https://doi.org/10.1007/978-3-540-71805-5_26
- Tomescu, Ada Mirela – Ban, Olimpia I. (2011): Consumer Profile and Tipping Habits. A Romanian Framework Using Fuzzy Method. *International Journal of Applied Mathematics and Informatics*. 5, pp. 1–8.
- Tsai, Janice Y. – Engelman, Serge – Cranor, Lorrie – Acquisti, Alessandro (2011): The effect of online privacy information on purchasing behavior: An experimental study. *Information Systems Research*. 22(2), pp. 254–268. <https://doi.org/10.1287/isre.1090.0260>
- Varga János (2021): Defining the Economic Role and Benefits of Micro, Small and Medium-sized Enterprises in the 21st Century with a Systematic Review of the Literature. *Acta Polytechnica Hungarica*, 18(11), pp. 209–228. <https://doi.org/10.12700/APH.18.11.2021.11.12>
- Wu, Xindong – Kumar, Vipin – Quinlan, J. Ross – Ghosh, Joydeep – Yang, Qiang – Motoda, Hiroshi – Steinberg, D. (2008): Top 10 algorithms in data mining. *Knowledge and Information Systems*. 14, pp. 1–37. <https://doi.org/10.1007/s10115-007-0114-2>
- Zadeh, L. A. (1965): Fuzzy sets. *Information and Control*. 8(3), pp. 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- Zadeh, Lotfi Asker – Klir, George J. – Yuan, Bo (1996): Fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy systems: selected papers. World Scientific.
- Zimmermann, H. J. (1996): Fuzzy control. In *Fuzzy Set Theory—and Its Applications*. Dordrecht: Springer Netherlands, pp. 223–264. https://doi.org/10.1007/978-94-010-0646-0_11