

# KUTATÁS A MAGYAR KIS- ÉS KÖZÉPVÁLLALATI SZEKTOR SPECIFIKUS SAJÁTOSSÁGAINAK DIGITÁLIS ALÁÍRÁS BEVEZETÉSÉT BEFOLYÁSOLÓ HATÁSÁIRÓL

## RESEARCH ON HOW HUNGARIAN SMES' SPECIFIC CHARACTERISTICS INFLUENCE DIGITAL SIGNATURE ADOPTION

A digitális aláírások alkalmazása az elmúlt években növekedett. A magyar kis- és középvállalatok (KKV-k) körében a technológia bevezetését számos tényező befolyásolhatja. Jelen tanulmány célja szakirodalmi alapokra építve e tényezők pontosabb megértése. A kutatásban 200 magyar KKV vett részt, vezetett telefonos interjúk és aszimmetrikus mintavételi stratégia alkalmazása mellett. Az eredmények elemzése adatvizualizációval és különféle statisztikai és ökonometriai módszerek felhasználásával történt. Az eredmények alapján a nagyobb vállalatok nagyobb valószínűséggel alkalmaznak digitális aláírást. Az iparági sajátosságok hatása a technológia bevezetési hajlandóságra szintén bebizonyosodott. Az üzleti működéshez kapcsolódó tényezők (üzleti partnerek közelsége) esetén ugyanakkor nem azonosítottak a szerzők statisztikailag szignifikáns kapcsolatot a felhasználási hajlandóság tekintetében. Az eredmények segítenek a technológia elterjedését támogató és gátló tényezők pontosabb azonosításában, melyek gyakorlati relevanciájuk mellett értékes hozzájárulást adhatnak a kapcsolódó elméleti területek további fejlődéséhez.

**Kulcsszavak:** digitális aláírás, használhatóság, felhasználói elfogadottság, kis- és középvállalkozások (KKV)

The adoption of digital signature technology has increased in recent years, and multiple factors can influence the implementation of such solutions among Hungarian small and medium-sized enterprises. This study aims to systematically examine these determinants, anchoring the research within existing literature. The study surveyed 200 Hungarian SMEs using telephone interviews and an asymmetric sampling strategy. Data visualization and various statistical and econometrics methods were utilized for data analysis. Findings indicate that larger companies are more likely to adopt digital signatures. Industry characteristics significantly influence adoption, whereas factors related to business operations, such as proximity to business partners, do not exhibit a statistically significant effect. Company size and industry orientation emerge as primary drivers of digital signature adoption. These findings contribute to both practical decision-making and the theoretical discourse on technology diffusion within SMEs.

**Keywords:** digital signature, usability, user acceptance, small and medium enterprises (SMEs)

### Finanszírozás/Funding:

A szerzők a tanulmány elkészítésével összefüggésben nem részesültek pályázati vagy intézményi támogatásban. The authors did not receive any grant or institutional support in relation with the preparation of the study.

### Szerzők/Authors:

Jámbor Péter<sup>a</sup> (peter.jambor@stud.uni-corvinus.hu) PhD-hallgató; Loibl Attila<sup>a</sup> (attila.loibl@stud.uni-corvinus.hu) PhD-hallgató

<sup>a</sup>Budapesti Corvinus Egyetem (Corvinus University of Budapest) Magyarország (Hungary);

A cikk beérkezett: 2024. 11. 13-án, javítva: 2025. 02. 19-én, 2025. 05. 26-án, 2025. 10. 17-én és 2025. 10. 26-án, elfogadva: 2025. 10. 29-én.

The article was received: 13. 11. 2024, revised: 19. 02. 2025, 26. 05. 2025, 17. 10. 2025, and 26. 10. 2025, accepted: 29. 10. 2025.

Copyright (c) 2026 Corvinus University of Budapest, publisher of *Vezetéstudomány* / Budapest Management Review. This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

A digitális aláírások használata a vállalati folyamatok egyik kulcselemévé vált az elmúlt évtizedben, összhangban azzal, ahogy a szervezeti működés egyre nagyobb részét érintik az online és távmenedzselt folyamatok. A technológia alkalmazása az elmúlt években jelentősen növekedett, különösen a COVID-19 járványt követően, amely felgyorsította a digitális megoldások alkalmazását (Goździaszek, 2021). A digitális aláírás egyszerre szolgálhat a hatékonyabb működés, a jobbiztonság és a költségcsökkentés eszközeként, ugyanakkor elterjedését vállalati, kulturális és iparági sajátosságok egyaránt befolyásolják. A magyar KKV-k esetében a bevezetést jelentősen gátolhatja a technológia implementációjának költségvonzata, a szabályozási környezet bizonytalansága és a technikai ismeretek hiánya. Kutatásunk ebbe a folyamatba illeszkedve azokat a tényezőket vizsgálja melyek a hazai KKV-k esetében meghatározzák a digitális aláírás bevezetésére és alkalmazására irányuló döntéseket, visszacsatolva a szélesebb technológiaelfogadási diskurzusra.

Az elektronikus és digitális aláírások fogalma gyakran keveredik, ezért érdemes azokat pontosítani. Egyszerű szabályként elmondható, hogy minden digitális aláírás elektronikus, de nem minden elektronikus aláírás digitális (Gonitro, 2022). A digitális aláírásokat magánszemélyek, vállalkozások és kormányzati szervek egyaránt használhatják hivatalos dokumentumok hitelesítésére (European Commission, 2024). Az elektronikus aláírás lehet egy beillesztett kép vagy e-mail segítségével végzett jóváhagyás. A digitális aláírás ennél biztonságosabb megoldás, amely különböző technológiákat alkalmazva biztosítja az adatok védelmét, a dokumentumok biztonságát, hitelességét és sértetlenségét, valamint az aláíró személyének letagadhatatlanságát (Adams & Lloyd, 2003; Pierre, 2019; Gonitro, 2022). Jelen kutatásban „digitális aláírás” alatt elsősorban a kriptográfiai alapú, PKI-rendszeren működő megoldásokat értjük, amely jogszabályi szempontból minősített elektronikus aláírásnak tekinthető (*Electronic Identification, Authentication and Trust Services, eIDAS* rendelet szerint). Ugyanakkor a kutatás során – a gyakorlatban tapasztalható fogalmi sokszínűség miatt – elfogadtuk a (szintén kriptográfiai módszereket alkalmazó) nem mindig PKI-tanúsítványon alapuló felhőalapú digitális aláírási szolgáltatásokat is (pl. DocuSign, Adobe Sign, magyar e-aláírás szolgáltatások), reflektálva a KKV-szektorban megfigyelhető valós technológiahasználatot.

Az aláírások több szempontból is fontosak, hitelességet biztosítanak. A virtuális térben különösen kritikus a biztonságos infrastruktúra, mivel enélkül az elektronikus aláírások nem megbízhatók. Az elektronikus dokumentumok előnyeik ellenére biztonsági kockázatot jelentenek, mivel feltörhetőek és ellophatóak, ezért védelemre van szükségük, például az adatok módosításának vagy megsemmisítésének megakadályozásával (Vijay et al., 2020). A jogszabályok kulcsszerepet játszanak a technológiák alkalmazásában és biztonságában (Bakhtiarifar & Savrai, 018). Az Európai Unió elektronikus azonosítást, hitelesítést és bizalmi szolgáltatásokat szabályozó rendelete, az *eIDAS* egységes keretbe foglalja az elektronikus aláírások szintjeit, kimondva, hogy a – tipikusan digitális

aláíráson alapuló – minősített elektronikus aláírás ugyanolyan joghatással bír, mint a saját kezű aláírás, továbbá az EU egész területén kölcsönösen el kell fogadni, bizonyos követelményeknek való megfelelés esetén (Prasetya & Bawono, 2022). E nemzetközi keret mellett a magyar jog is szabályozza az elektronikus aláírások használatát. A 2023. évi CIII. törvény (DÁP-törvény) – felismerve a digitális hitelesítés jelentőségét – 2024. december 31-i hatállyal kivette az addig használt AVDH (Azonosításra Vissavezetett Dokumentumhitelesítés) szolgáltatást, és 2025. január 1-től bevezette a Digitális Állampolgárság Program részeként működő eAláírás szolgáltatást (adozona.hu, 2025). A rendelkezés az állampolgárok számára a Digitális Állampolgár mobilalkalmazáson keresztül magánszemélyekre korlátozza a digitális aláírás lehetőségét (Digitális Állampolgárság Program (DÁP), 2025). A fentiek miatt a nem természetes személyek az EU/EEA listán szereplő (European Commission, 2025) piaci szolgáltatók által elérhető hiteles megoldásokat vehetnek igénybe.

A szakirodalmi eredmények alapján elmondható, hogy a digitális aláírással kapcsolatos technológiák elterjedését számtalan összetevő befolyásolhatja. Szervezeti tényezők közül például a felső vezetés támogatása, a beszállítók érettsége vagy a vállalat mérete (és ahhoz kapcsolódó erőforrás ellátottsága) lehet pozitív hatással a digitális aláírás bevezetésével kapcsolatos döntésekre. Az ágazati orientáció szerepe szintén megemlíthető – a kutatások szerint például pénzügyi szolgáltató vagy termelő vállalatok esetében szintén nagyobb fokú lehet a technológia elterjedése (Santosa & Alamsjah, 2022).

Egyéb tanulmányok alapján az elektronikus közbeszerzéssel kapcsolatos technológiák (beleértve a digitális aláírást is) elterjedését olyan tényezők korlátozhatják, mint például az *innovatív megoldásokkal szembeni ellenállás*, vagy a megfelelően kialakított és *standardizált folyamatok hiánya*, melyek szintén a kisebb méretű vállalatok jellemzői lehetnek (Aguiar Costa et al., 2013). A digitális aláírások továbbá elősegíthetik a hatékonyabb együttműködést a távoli (más városokban vagy országokban elhelyezkedő) vevőkkel, szállítókkal vagy akár munkavállalókkal is. E megállapítások arra engednek következtetni, hogy az *üzleti partnerek elhelyezkedése* is befolyásolhatja a technológia adaptációjával kapcsolatos döntések meghozatalát (Goździaszek, 2021; Park & Kim, 2014). Ugyanakkor fontos kiemelni, hogy e kutatások gyakran nem tesznek különbséget a technológia bevezetésének szándéka és a felhasználás valós, vállalati folyamatokba való integráltságának mértéke között. Elképzelhető ugyanis, hogy a KKV-k, bár nyitottak mutatkoznak az innovációkra, azok használata valójában felszínes, így az ilyen tanulmányok túlértékelhetik a kisebb cégek digitalizáltságának fokát.

Bár számos tanulmány foglalkozik a digitális aláírások technológiai és jogi aspektusaival (pl. Adams & Lloyd, 2003; European Commission, 2024), a KKV-szektorra vonatkozó empirikus vizsgálatok – kiváltképpen a közép-kelet-európai régióban – hiányosságokat mutatnak. Különösen szembetűnő az ilyen jellegű kutatások hiánya a magyarországi KKV-k vonatkozásában, melyet jelez,

hogy cikkünk írásakor az MTA A besorolású, gazdaságtudományi témájú folyóiratainak egyikében sem található digitális aláírások vizsgálatával kapcsolatos hozzájárulás, noha a vállalatok digitalizációs törekvéseit több cikk is tárgyalta (ld. például Marciniak et al. (2020) vizsgálatát a digitalizációs törekvésekre ható tényezőkről, Gubán & Sándor (2021) kutatását a KKV-k digitális érettségi életciklusmodelljéről, vagy Marolt et al. (2024) munkáját a külső diszrupciók – pl. COVID-19 – digitalizációt felgyorsító hatásáról). Munkánk ezt az űrt hivatott betölteni annak megértésével, hogy milyen tényezők befolyásolják a digitális aláírások bevezetését a magyar KKV-k vonatkozásában. A cél elérése az alábbi kutatási kérdések megválaszolásán keresztül teljesül:

*KK1: Hogyan befolyásolja a vállalati méret a digitális aláírással kapcsolatos technológiák használatára való hajlandóságot a magyar KKV-k esetében?*

*KK2: Hogyan befolyásolja az üzleti partnerek (beszállítók és/vagy vevők) földrajzi elhelyezkedése a digitális aláírással kapcsolatos technológiák használatára való hajlandóságot a magyar KKV-k esetében?*

*KK3: Hogyan befolyásolja a vállalatok ágazati orientációja a digitális aláírás elterjedését a magyar KKV-k esetében?*

Fontosnak tartjuk kiemelni, hogy a digitális aláírások (és általánosságban a digitális innovációk) elterjedését a fenti kutatási kérdésekhez képest jóval szélesebb spektrumú szervezeti, iparági és makroszintű összetevők befolyásolhatják. A kulturális tényezők hatása például közelíthető lenne az Európai Unió digitális gazdaság és társadalom fejlettséget mérő mutatójával (The Digital Economy and Society Index (DESI), 2022), a vállalatok digitális érettségének lehetséges proxyjaként. Terjedelmi korlátok miatt azonban ez a munka nem tér ki az ilyen jellegű komponensek hatásának elemzésére.

## Elméleti háttér

A tanulmányban szereplő fogalmak és a későbbi következtetések pontosabb megértésének érdekében fontosnak tartjuk tisztázni a területhez kapcsolódó jelentősebb elméleti meghatározásokat és keretrendszereket. Az elméleti háttér bemutatására a technológia és jogi aspektusok vizsgálatán, a digitális aláírások felhasználási területeinek áttekintésén, illetve a technológia elfogadási elméleti modellek bemutatásán keresztül kerül sor.

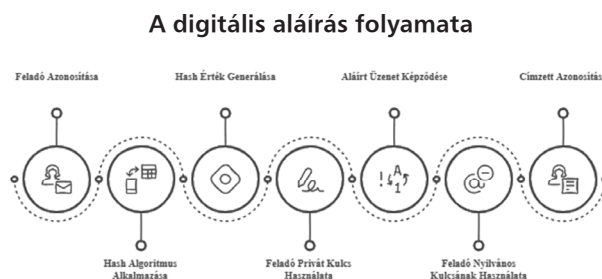
### A technológiai aspektus vizsgálata

A nyilvános kulcsú infrastruktúra (Public Key Infrastructure, PKI) az elektronikus kommunikáció és tranzakciók biztonságának alaprendszere, amely a digitális tanúsítványok létrehozását, kezelését és visszavonását biztosító irányelvekből, eljárásokból és technológiai komponensekből áll. A PKI nélkülözhetetlen az e-kereskedelemhez, internetes bankoláshoz és bizalmas kommunikációhoz, ahol az egyszerű jelszavak nem nyújtanak elegendő biztonságot (Höglund et al., 2020). Az ilyen típusú megoldások lényegében bizalmi szolgáltatásokat biztosítanak, garantálva az entitások – emberek vagy

gépek – megbízhatóságát, fenntartva a bizalmasság, integritás és hitelesség követelményeit (Boldyreva et al., 2012). A PKI-rendszer digitális tanúsítványokat generál és kezel, igazolva, hogy egy adott nyilvános kulcs egy meghatározott entitáshoz tartozik. A nyilvános kulcsú kriptográfia lehetővé teszi a biztonságos kommunikációt nem biztonságos hálózatokon, és támogatja a személyazonosság ellenőrzését digitális aláírásokkal (Adams & Lloyd, 2003; Trcek, 2006). A technológia fejlődésének fontos mérföldköve volt az 1976-ban publikált Diffie-Hellman kulcscsere. Ez volt az első olyan nyilvános kulcsú protokoll, amely lehetővé tette a kriptográfiai kulcsok biztonságos cseréjét publikus csatornákon (Diffie & Hellman, 1976).

Az elektronikus aláírások az aláíró magánkulcsának felhasználásával jönnek létre, amely kulcs mindig az aláíró kizárólagos birtokában van. Az aláírás kódolt formában összekapcsolja az aláírot a dokumentummal, és tartalmazza az aláíró tanúsítványát, beleértve a nyilvános kulcsot és az aláírás metaadatait (Pierre, 2019). A folyamat során először egy kivonat (hash) készül a dokumentumról, amelyet az aláíró magánkulcsával titkosítanak. A címzett a hash-ek összehasonlításán keresztül az aláíró nyilvános kulcsával ellenőrizheti a dokumentum integritását és az aláíró személyazonosságát. Ha az értékek nem egyeznek, a címzett látni fogja, hogy a dokumentumot meghamisították, ami érvénytelen elektronikus aláírást eredményez (Connective, 2021). A folyamatot az 1. ábra szemlélteti.

1. ábra



Forrás: saját szerkesztés

### Jogi aspektus vizsgálata

A bizalmi szolgáltatók (Trusted Service Provider, TSP) az Európai Unió bizalmi jelével rendelkező, magasan képzett piaci szereplők. Ezeket az európai kormányzati szervek az eIDAS rendeletnek megfelelő szigorú megfelelésértékelési eljárás során választják ki (Hellman, 2002), olyan szolgáltatásokat kínálva, mint az elektronikus aláírások, pecsétek, időbélyegzők, digitális tanúsítványok létrehozása, ellenőrzése és hitelesítése, valamint a dokumentumok elektronikus tárolásának és archiválásának kezelése.

Az eIDAS-rendelet jogi keretet hoz létre a nyilvánosság számára nyújtott, harmadik személyekre is kiható digitális szolgáltatásokra vonatkozóan. A rendelet a TSP-k számára magas szintű biztonsági előírásokra, megbízható rendszerek használatára, teljesítményellenőrzésre, jogbiztonságra, ügyfélvédelemre, valamint a szolgáltatások megbízhatóságának és az információk hosszú távú megőrzésének biztosítására vonatkozó konkrét követelmények teljesítését írja elő. A határozat a TSP-ket felelősségre

vonja a kellő gondosság elvének be nem tartásáért is (Atzori, 2018; Binder & Gortsos, 2015).

Noha számos e-aláírási megoldás létezik helyi és globális szinten egyaránt, azok között számottevő különbségek vannak. Ezek kontextustól, valamint egyes országok joghatóságától függően, más-más jelentőséggel alkalmazhatók elektronikus dokumentumok hitelesítésére (Lentner & Parycek, 2016). Érdekességként megemlítendő egy magyar sajátosság, az „e-akta” formátum, mely egy hazai vállalat által az Igazságügyi és Rendészeti Minisztérium számára tervezett fájlformátumot jelöl, amely az elektronikus céges eljárások során használatos. A dokumentumokon szereplő aláírások megfelelnek az Európai Távközlési Szabványosítási Intézet (European Telecommunications Standards Institute, ETSI) által felállított szabványnak, amely az XML fájlformátumon alapuló (XML Advanced Electronic Signature, XAdES) aláírásokra vonatkozik, biztosítva az egységes és szabványos megközelítést (Berta, 2011).

### A digitális aláírások felhasználási területei

A digitális aláírások egyik jellemző területe az *e-közbeszerzés*, melynek bevezetése és használata jelentős kihívásokat jelent, beleértve a technikai kérdéseken túl olyan szélesebb körű aggodalmakat, mint például a felhasználói igények nem megfelelő módon való kielégítése, az alkalmazott rendszerek komplexitása, vagy a vállalati kulturális normákkal való szembenállás. (Engstrom et al., 2009; Krogstie, 2008; Roman & Mccue, 2012; Williams & Hardy, 2005).

A közigazgatási területeken belül kiemelt szerepe van az elektronikus kommunikációs megoldások *adózási célú felhasználásának*. A COVID-19 járvány digitális eszközökre való áttérést felgyorsító hatása itt is észrevehető, melyet lassíthatnak olyan, újonnan felmerülő problémák, mint például a kibernetikus támadások elterjedése (Gozdiaszek, 2021). Egy másik kiemelt fontosságú közszolgáltatási területen, az *egészségügyi ágazatban* a digitális aláírás szintén alapvető eszköz az orvosi adatok hitelességének és hozzáférhetőségének biztosításához. A szektor ugyanakkor a többi területhez hasonló kihívásokkal néz szembe az elektronikus eszközök bevezetése terén, ami jelentős akadályokat gördít a növekedés és az elterjedés elé (Xu et al., 2020).

Vállalati környezetben a digitális aláírás használata mind a belső folyamatok, mind a külső üzleti kapcsolatok területén gyorsan terjed. A *humán erőforrás-menedzsment területén* például egyre gyakoribb a munkaszerződések és munkaügyi dokumentumok elektronikus hitelesítése. A *belső dokumentumkezelésben* az automatizált jóváhagyási folyamatok egyszerűsítik a munkát és csökkentik az adminisztrációs terheket. A *szervezetek közötti kapcsolatokban* a digitális aláírás felgyorsítja a szerződések és megrendelések folyamatát, erősítve a beszállítókkal és vevőkkel való együttműködést. A technológia továbbá kiemelt szerepet kap a *pénzügyi ügyletekben*, például hitelszerződések vagy számlanyitások során, ahol a KKV-k széles körben alkalmazzák a digitális aláírást a gyors és jogilag biztonságos ügyintézés érdekében (Borcoşi et al., 2023).

Végezetül, kiemelt figyelmet kell szentelni a digitális aláírások olyan felhasználási területeire, melyek a különböző, egymással kapcsolatban levő eszközök (*Dolgok Internetre vagy Internet of Things, IoT*) hálózati láncolatában végbemenő kommunikációval kapcsolatosak. Az IoT széles körben alkalmazott technológia olyan területeken, mint az okos otthoni eszközök vagy az automatizációs alkalmazások. A különböző kommunikációs protokollokkal működő eszközök összekapcsolása miatt az ilyen típusú architektúrák komoly kibernetikus fenyegetéseknek vannak kitéve, beleértve például a nem biztonságos szoftverekkel, az oldalsó csatornákon keresztül végzett támadásokkal, vagy a rosszzindulatú IoT-eszközökkel kapcsolatos problémákat (Dawood, 2020; Yousefnezhad et al., 2020). Ezekre válaszolva a környezetben kommunikáló csomópontok közötti információcserére alkalmazható egy hívás és válasz megközelítésen alapuló, digitális aláírás-hoz hasonló megoldás, mely integrálja a visszafelé és előre irányuló titkosítás módszereit (Fathima et al., 2022).

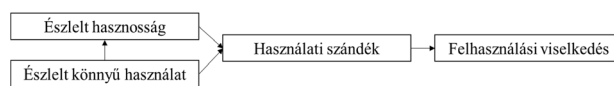
### A digitális érettség és a Technology Acceptance Model (TAM)

A *KKV-k digitális érettsége* olyan több faktorból álló képességként értelmezhető, amely lehetővé teszi a technológia, az emberi erőforrások, a folyamatok és az ügyféligenyek összehangolását, miközben a szervezet alkalmazkodóképességét és innovációs potenciálját is fenntartja (Pirola et al., 2019; Re et al., 2023; Sándor & Gubán, 2021). A digitális érettség több dimenziót ölel fel, beleértve a technológiai infrastruktúrát, a digitális készségeket, a szervezeti kultúrát és az innovációs képességet.

A digitális technológiák elfogadásának és használatának vizsgálatára az egyik legszélesebb körben alkalmazott elméleti keret a *Technology Acceptance Model (TAM)*, mely szerint a technológiaelfogadást alapvetően két tényező befolyásolja: az *észlelt hasznosság (Perceived Usefulness – PU)* és az *észlelt könnyű használat (Perceived Ease of Use – PEOU)* (Davis, 1989). Előbbi azt fejezi ki, hogy a felhasználó mennyire hiszi, hogy a technológia javítani fogja a teljesítményét, míg az észlelt könnyű használat arra vonatkozik, hogy mekkora erőfeszítést igényel a technológia alkalmazása (ld. 2. ábra).

2. ábra

A TAM-model ábrázolása



Forrás: saját szerkesztés Davis (1989) nyomán

A TAM-modellt az évek során továbbfejlesztették, egyéb változókkel kiegészítve (például társadalmi befolyás, támogató feltételek és észlelt kockázat), amelyek figyelembevételével született meg a *TAM2* (Venkatesh & Davis, 2000) és az *egységes technológiaelfogadási és használati modell* (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology – UTAUT). Ezeket a számos területen alkalmazták, beleértve a KKV-k digitális transzformációját,

ahol az olyan tényezők, mint a *szervezeti támogatás*, a *szabályozási környezet* és az *ügyfélelvárások* kiemelten befolyásolják a technológiák bevezetését.

Az UTAUT alapmodelljét a szerzők egy későbbi tanulmányukban kiterjesztették a technológia elfogadásával kapcsolatos döntéseket befolyásoló egyéni és magasabb szintű környezeti tényezőket azonosítva. Az előbbi kategóriába olyan komponensek tartoztak, mint például az *alkalmazottak személyes jellemzői* (életkor, biológiai nem, munkatapasztalat), az *elvégzendő feladat jellege* és *egyéb technológiai elemek* hatása. A magasabb szintű tényezők között pedig *környezeti, szervezeti és lokációs szempontok* szerepét azonosították (Venkatesh et al., 2013). A tanulmány következtetései alapján a technológiai elfogadást tehát több tényező is befolyásolhatja, melyek eltérő módon és mértékben fejthetik ki hatásukat a különböző vállalatok esetében.

A digitális érettség és a TAM-modell összekapcsolása lehetővé teszi annak mélyebb megértését, hogy a vállalkozások – különösen a KKV-k – milyen kihívásokkal néznek szembe a digitális átalakulás során. A leggyakoribb akadályok közé tartozik az *alacsony tudatosság*, az *erőforráshiány* és az *ellenállás a változásokkal szemben*. Emellett a *generációs különbségek*, az *iparág-specifikus igények* és a *digitális rendszerekbe vetett bizalom* is jelentős szerepet játszanak a digitális érettség alakulásában. Az ezekre a tényezőkre építő, célzott stratégiák segíthetik a szervezeteket a sikeres digitális adaptációban.

Összefoglalva megállapítható, hogy bár a digitális aláírások technológiai és jogi vonatkozásai széles körben kutatottak, valamint a KKV-szektor digitális érettségéről is számos tanulmány született, a digitális aláírás elterjedésének vizsgálata terén még mindig jelentős hiányosságok mutatkoznak. A digitális aláírás technológiája mára kiforrott és világszerte elterjedt, azonban a szabályozási környezet országonként eltérő, amit átfogó kutatások is alátámasztanak. Ennek ellenére a technológia elterjedését befolyásoló tényezők kevésbé feltártak. Jelen tanulmány ezeket a hiányosságokat figyelembe véve, a digitális érettséggel kapcsolatos meglévő kutatások következtetéseire építve vizsgálja a digitális aláírás bevezethetőségét.

## Kutatási módszertan

A kutatás *kvantitatív megközelítésen* alapul, vezetett telefonos interjúk során kitöltött kérdőíves módszert használva, a magyarországi 5-249 főt foglalkoztató vállalkozásokra fókuszálva. A kutatás 2023 utolsó negyedében történt, 200 hazai KKV vezetőjének részvételével. A KSH 2022-es adatai alapján az 5-249 fős

vállalkozások száma 84.698 volt. Mivel az 5-9 fős vállalkozások a teljes célcsoport több, mint 50 százalékát jelentik (55%), ezért *aszimmetrikus mintarétegzést* alkalmaztunk (Tracy & Carlin, 2014), mely alapján a nagyobb (10-49 és 50-249) vállalkozásokból többet kérdeztünk meg, mint ami a valós arányok mellett indokolt lett volna.

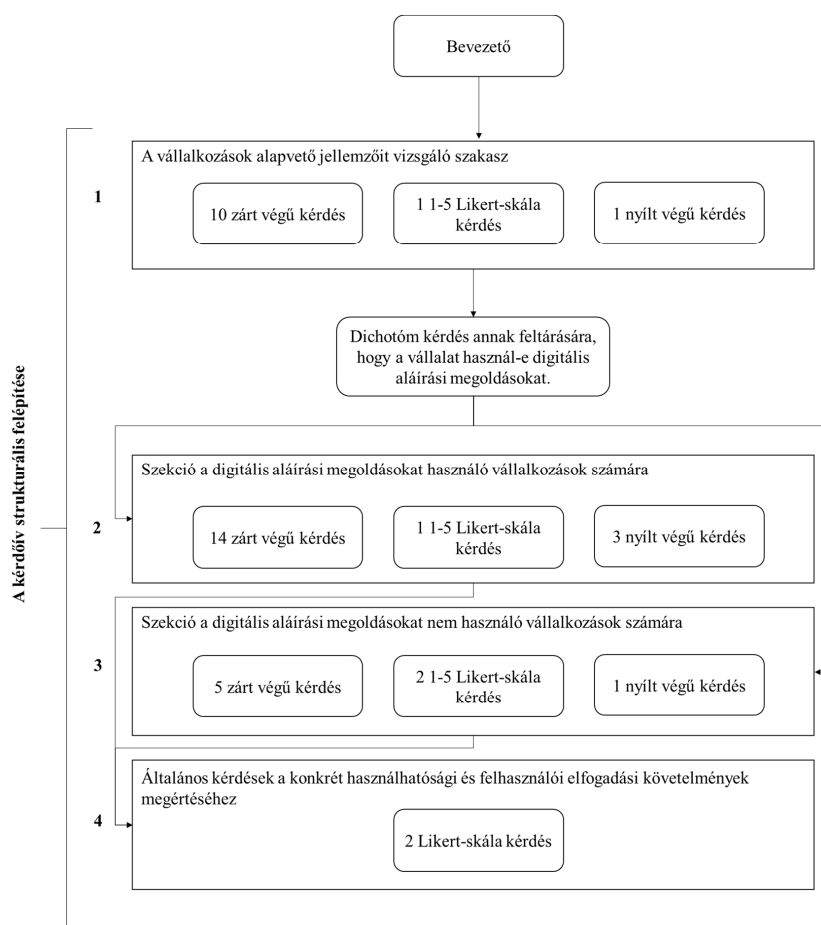
A kutatás módszertani megközelítésével kapcsolatban a *telefonos adatgyűjtési technika* mellett döntöttünk, amely 41 kérdésből álló kérdőívben alapult. A telefonos módszer kiválasztását több empirikus tényező együttes mérlegelése indokolta. A szakirodalmi források szerint a rövid telefonos interjúk válaszadási rátája (68-72%) szignifikánsan meghaladja az online kérdőívek 34%-os átlagát (Feveile et al., 2007). A COVID-19 pandémia utáni időszakban a távolságtartó adatgyűjtési metódusok előnyben részesítése is releváns szemponttá vált (Menon et al., 2021), illetve a kapcsolódó kutatások alapján a strukturált telefonos interjúk diagnosztikai megbízhatósága jelentősen felülmúlja az önkitöltős módszereket (Angermaier et al., 2023). Végül, a közvetlen kapcsolatfelvétel a válaszadókkal lehetővé tette a kérdések azonnali pontosítását és magyarázatát.

## A kérdőív bemutatása

A kérdőív négy fő szakaszra tagolódott (3. ábra). Az első szakasz célja a *vállalatok alapvető jellemzőinek*

3. ábra

### A kutatási kérdőív struktúrája



Forrás: saját szerkesztés

(például létszám, árbevétel, iparági besorolás) és a digitális aláírás használatának feltérképezése volt. A második szakasz a digitális aláírást használó válaszadók számára lett kialakítva, információkat nyerve a *technológia használatával kapcsolatos visszajelzésekről*. A harmadik szakaszban a digitális aláírást nem alkalmazó vállalatok válaszoltak a *technológia elterjedését korlátozó tényezőkkel* kapcsolatos kérdésekre. Az utolsó szakasz pedig *konkrét, használhatósági és felhasználói elfogadási követelmények* megértéséhez kapcsolódó kérdéseket tartalmazott.

A kérdőív többféle kérdéstípust kombinált annak érdekében, hogy átfogó képet adjon a digitális aláírás vállalati alkalmazásáról. A *zárt végű kérdések* a demográfiai és működési jellemzők, valamint a használat gyakoriságának, típusának és akadályainak feltárását szolgálták, biztosítva az összehasonlíthatóságot és a statisztikai feldolgozhatóságot. Az 1-5 fokozatú *Likert-skálán mért kérdések* lehetőséget teremtettek a különböző tényezők hatásának árnyalt mérésére. A *nyílt végű kérdések* pedig kvalitatív információkat biztosítottak, mélyebb kontextust és értelmezést adva a kvantitatív adatokhoz, erősítve a megállapítások megbízhatóságát.

A „digitális aláírás” terminológia potenciális félreértelmezésének elkerülése érdekében a kérdőívben a fogalom explicit definícióját alkalmaztuk, biztosítva ezzel a kérdések egységes értelmezését a válaszadók körében. A kutatás során minden önkéntes résztvevőt tájékoztattunk a vizsgálat céljáról, és biztosítottuk őket arról, hogy a válaszaikat anonim módon, kizárólag összesített statisztikai elemzés céljára használjuk fel.

### Az elemzési módszerek bemutatása

A releváns adathalmaz feldolgozása az IBM SPSS és Microsoft Excel használatával történt. Az első kutatási kérdés esetében a vállalat méretét két proxy, az árbevétel és az *alkalmazotti létszám* segítségével közelítettük. A második kutatási témakörnél az üzleti partnerek elhelyezkedésére vonatkozó kérdésre adott válaszokat használtuk függő változóként. Végül, a vállalkozás tevékenységi körét a főtevékenységre irányuló kérdés segítségével mértük, a kérdőívben alkalmazott megbontás (ipar/építőipar, kereskedelem, szolgáltatás) alapján. Bár

a kérdőívet kitöltők részletesen is megadhatták tevékenységi körüket, a gyakorlatban a 200 válaszadó összesen 151 különböző tevékenységi leírást adott meg. Az ilyen fokú töredezettség nem biztosított volna kellően nagy elemszámú csoportokat a statisztikailag megbízható összehasonlításhoz, így részletesebb ágazati elemzésre nem került sor.

### A statisztikai elemzések bemutatása

Az elemzés első lépéseként a mintában szereplő vállalatok gyakorisági eloszlását vizualizáltuk, a digitális aláírást használó és nem használó entitások disztribúcióját vizsgálva. Ezt követően további statisztikai vizsgálatokkal elemeztük a digitális aláírás felhasználási hajlandóságára vonatkozó függő változó és a magyarázó változók közötti kapcsolatot. Elsőként a *khi-négyzet próbát* alkalmaztuk, két diszkrét változó közötti kapcsolat szignifikanciájának vizsgálata céljából, összehasonlítva a megfigyelt és a (változók függetlensége esetén) elvárt gyakoriságokat. A khi-négyzet teszt három fő típusra osztható: illeszkedés jósága, függetlenség és homogenitás vizsgálata (Franke et al., 2012). Ebben a kutatásban a *függetlenség vizsgálatát* alkalmaztuk, hogy meghatározható legyen, van-e kapcsolat a mintában szereplő vállalatok fentiekben kifejtett jellemzői és a digitális aláírás használatával kapcsolatos döntéseik között.

Az egyes változók (bináris) függő változó értékére gyakorolt hatásának pontosabb megértése érdekében következő lépésként *logisztikus regressziós módszert* alkalmaztuk, amely egy olyan iteratív módszer, ami lépések sorozatán keresztül azonosítja azokat a leg-erősebb lineáris kombinációkat, melyek a legnagyobb valószínűséggel jutnak el a kívánt végeredményre. A logisztikus regresszió alapfeltételei a (1) *megfigyelések függetlensége*, (2) a  *folytonos változók linearitása*, (3) a *multikollinearitás hiánya*, illetve (4) a *kiugró értékek hiánya*.

Az alapfeltételek közül a kérdőíves megkérdezés módszertana biztosította a megfigyelések függetlenségét. Az adatok elemzése után megállapítható, hogy a (2) és (4) feltételek szintén teljesülnek. A multikollinearitás elemzésére korrelációs mátrixot számítottunk ki SPSS-ben a különböző független változókra vonatkozóan (1. táblázat).

1. táblázat

Korrelációs mátrix a független változókra számítva

Változó	Árbevétel	Létszám	Üzleti partnerek közelsége	Szektor – ipar	Szektor – kereskedelem	Szektor – szolgáltatás
Árbevétel	1					
Létszám	0,662**	1				
Üzleti partnerek közelsége	0,354**	0,341**	1			
Szektor – ipar	0,063	0,052	0,166*	1		
Szektor – kereskedelem	0,022	0,053	-0,046	-0,369**	1	
Szektor – szolgáltatás	-0,077	-0,093	-0,110	-0,583**	-0,540**	1

Forrás: saját szerkesztés

N = 200; \*\*p<0,01; \*<0,05

Az értékek alapján látható, hogy bár több esetben a korreláció statisztikailag szignifikáns, azok értéke egyetlen esetben sem haladja meg a 0,7-s határértéket. A multikollinearitás jelenlétének teljes kizárása érdekében a varianciainflációs tényezőt (*Variance Inflation Factor, VIF*) is kiszámítottuk SPSS-ben az egyes magyarázó változókra (2. táblázat). A tolerancia értéke az egyes magyarázó változók közötti összefüggéseket vizsgálja, számszerűsítve, hogy azok milyen mértékben függetlenek egymástól. Az eredmények értelmezésénél figyelembe kell venni, hogy az ágazati orientációt bináris jellege miatt az SPSS szoftver ún. referenciakategóriaként használja. Jelen esetben a *Szektor – ipar* változóra nem került sor együttható számítására, tehát a *Szektor – kereskedelem* és *Szektor – szolgáltatás* változókra vonatkozó értékeket ezzel a változóval szemben kell értékelni.

2. táblázat

**A VIF-számítás eredményei a multikollinearitás vizsgálatára**

Változó	Toleranciaérték	VIF-érték
Árbevétel	0,543	1,843
Létszám	0,546	1,830
Üzleti partnerek közelsége	0,834	1,199
Szektor – kereskedelem	0,696	1,438
Szektor – szolgáltatás	0,690	1,450

Forrás: saját szerkesztés

A tolerancia 0 és 1 között mozoghat, ahol 0 azt jelzi, hogy magyarázó változó teljesen összefügg a többi prediktorral, míg 1 esetén azok teljesen függetlenek egymástól. A VIF értéke a toleranciaérték reciproka. Elfogadott szabály, hogy 5-t meghaladó VIF-érték esetén súlyos multikollinearitás jelenléte feltételezhető (Studenmund, 2014). Mivel a VIF-értékek minden esetben 2 alatt vannak, ezért a multikollinearitás jelenléte elvethető az egyes regressziós modellekben.

A kutatási célok között megfogalmazott hipotézisek tesztelése különböző regressziós modellek szerint történt (3. táblázat). Az egyes modellek a korábban megfogalmazott független változók hatását vizsgálják a digitális aláírás használatával kapcsolatos döntésekre, a magyarázó változók körét folyamatosan bővítve. Az ágazati fókusz vizsgálat független változókat (a logisztikus regressziós egyenlet könnyebb értelmezhetősége érdekében) 3 darab bináris változóra bontottuk szét. A változók (Szektor-ipar,

3. táblázat

**A kutatás során tesztelt modellek**

M1: Digitális aláírás használata = $\alpha + \beta_1$ Árbevétel + $\beta_2$ Létszám
M2: Digitális aláírás használata = $\alpha + \beta_1$ Árbevétel + $\beta_2$ Létszám + $\beta_3$ Üzleti partnerek közelsége
M3: Digitális aláírás használata = $\alpha + \beta_1$ Árbevétel + $\beta_2$ Létszám + $\beta_3$ Üzleti partnerek közelsége + $\beta_4$ Szektor-ipar + $\beta_5$ Szektor-kereskedelem + $\beta_6$ Szektor-szolgáltatás

Forrás: saját szerkesztés

Szektor-kereskedelem és Szektor-szolgáltatás) az 1 értéket veszik fel, amennyiben a válaszadó KKV ágazati főszaként a kapcsolódó szektort jelölte meg (egyéb esetben a változók értéke nulla).

**Egyéb elemzési módszerek**

A kérdőív tartalmát tekintve teljesebb megértést tesz lehetővé a digitális aláírás bevezetésével kapcsolatos ismeretek megszerzéséhez a magyar KKV-k esetében. Terjedelmi okok miatt ebben a tanulmányban kifejezetten a meghatározott három feltáró kutatási kérdésre vonatkozó adatokat elemeztük komplex ökonometriai módszerekkel. Az egyéb releváns ítélt eredményeket röviden összefoglalva prezentáljuk egyszerűbb mutatók számítása mentén.

**Eredmények**

**A kutatási minta általános jellemzői**

Az eredmények alapján a mintában 44%-56% arányban voltak jelen a digitális aláírást használó és nem használó vállalatok (4. táblázat). A vállalatok méret, üzleti partnereinek elhelyezkedése és ágazati orientációja szerinti eloszlását KK1 – KK3 kutatási kérdések mentén a 4. ábra - 7. ábra mutatják.

4. táblázat

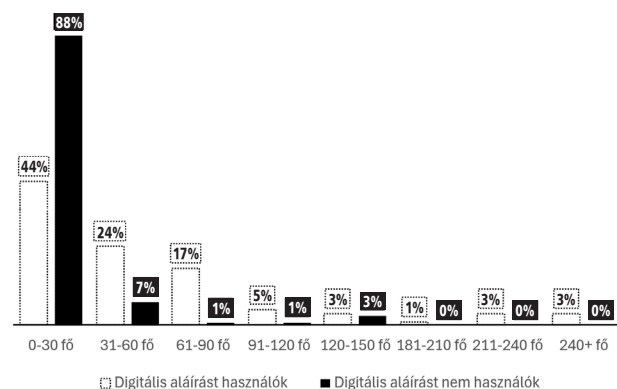
**Vállalatok száma (aránya) digitális aláírást használók és nem használók szerint**

Teljes populáció	Digitális aláírást használók	Digitális aláírást nem használók
200 (100%)	87 (44%)	113 (56%)

Forrás: saját szerkesztés

4. ábra

**Digitális aláírást használó és nem használó vállalatok létszám szerinti megoszlása**

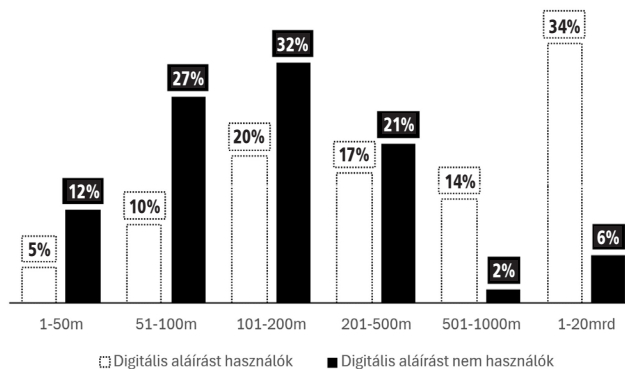


Forrás: saját szerkesztés

Az ábrából látható, hogy a digitális aláírást használók esetében jóval nagyobb arányban képviseltetik magukat a nagyobb vállalkozások, míg a technológiát nem használó vállalatok szinte teljes egészében 60 fő, vagy az alatti létszámmal rendelkeznek. Elmondható továbbá, hogy a digitális aláírást használó vállalatok jelentősen nagyobb

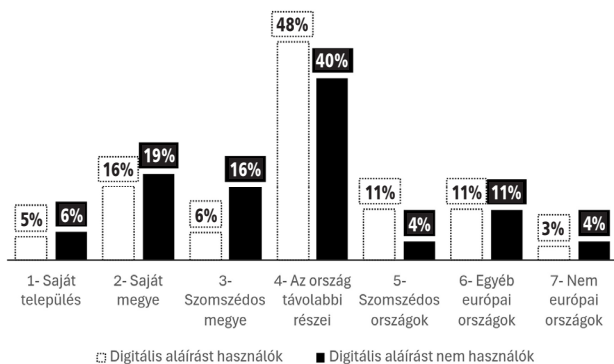
árbevétel realizálnak, különös tekintettel az 500 millió és egymilliárd forint, valamint az egymilliárd és húszmilliárd forint közötti éves árbevétellel rendelkező vállalatok esetében. Az üzleti partnerek elhelyezkedését tekintve megállapítható, hogy a digitális aláírást nem használó

5. ábra  
Digitális aláírást használó és nem használó vállalatok árbevétel szerinti megoszlása



Forrás: saját szerkesztés

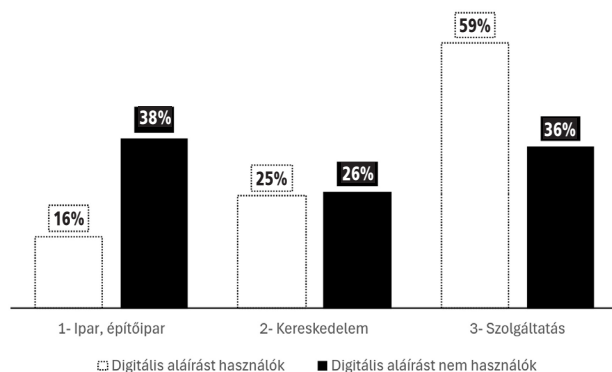
6. ábra  
Digitális aláírást használó és nem használó vállalatok üzleti partner elhelyezkedés szerinti megoszlása



Forrás: saját szerkesztés

KKV-k esetében túlsúlyban vannak a hazai vevőkkel/szállítókkal rendelkező cégek, míg a technológiát használók esetében szélesebb körű földrajzi kiterjedés megfigyelhető. Végül, az ágazati megoszlás tekintetében szintén markáns különbségek jelentkeznek, mivel a digitális

7. ábra  
Digitális aláírást használó és nem használó vállalatok ágazati orientáció szerinti megoszlása



Forrás: saját szerkesztés

aláírást használó vállalatok között jelentősen felülreprezentáltak a szolgáltató szervezetek, az ipari és kereskedelmi vállalkozásokhoz képest, szemben a technológiát nem használó vállalatokkal.

### A regressziós egyenletek eredménye

Elemzésünk első lépése a *keresztábra kiszámítása* volt, annak vizsgálata érdekében, hogy az egyes változók esetén mért különbségek magyarázhatják-e a digitális aláírást használó és nem használó vállalatokra. A *várható gyakoriságokat* minden magyar szó változóra kiszámoltuk, külön-külön a digitális aláírást használó és nem használó vállalatokra. A várható gyakoriságot tekintve a legalacsonyabb érték szinte minden esetben az (SPSS által javasolt) 5,0-s határérték felett volt. Ez, illetve a kellően magas elemszám alapján a khi-négyszet teszt eredménye megbízhatónak ítéltető. Ezt követően kiszámítottuk a *Pearson-féle khi-négyszet* mutatót, a *valószínűségi hányados mutatók* és az azokhoz kapcsolódó *p-értékek*, a változók közötti kapcsolat erősségének, irányának és szignifikanciájának mérésére.

Az összesített eredmények (5. táblázat) alapján megállapítható, hogy a méret és az ágazati orientáció esetében erős, pozitív és statisztikailag szignifikáns kapcsolat áll fent a digitális aláírást felhasználási döntésével kapcsolatban (99%-os szignifikanciaszinten). Az üzleti partnerek elhelyezkedése esetében az együtthatók értéke pozitív, a távolabbi elhelyezkedő üzleti partnerek által generált nagyobb felhasználási hajlandóságra utalva, összhangban a korábban

5. táblázat

### A khi-négyszet mutató és a valószínűségi hányados

Vizsgált változó	Pearson-féle khi-négyszet	Szignifikanciaszint	Valószínűségi hányados	Szignifikanciaszint
Árbevétel	44,780	<,001	47,075	<,001
Létszám	52,440	<,001	55,012	<,001
Üzleti partnerek közelsége	8,891	,180	9,242	,160
Ágazati orientáció	13,653	,001	14,131	<,001

Forrás: saját szerkesztés

jelzett eloszlással (6. ábra). A kapcsolat ugyanakkor nem szignifikáns a hagyományos szignifikanciaszinteken.

A logisztikus regressziós számítások eredményeit 6. táblázat tartalmazza. Mindhárom modell esetében látható, hogy a vállalati méret, illetve a digitális aláírás felhasználására vonatkozó döntés között pozitív és statisztikailag szignifikáns kapcsolat van (1%-os és 5%-os szinteken). A feltárt kapcsolat jellege nem meglepő, tekintettel arra, hogy a *vállalati méret* becsléséhez használt proxyk között erős, szignifikáns korreláció van (1. táblázat). Fontos kiemelni, hogy a modellben szereplő változók számának növekedésével a kapcsolat erőssége is növekszik. Az eredmények fontos támaszt nyújtanak az KK1 kutatási kérdés megválaszolásához.

Az üzleti partnerek távolságával kapcsolatos együtthatók negatívak, mely alapján arra következtethetünk, hogy a földrajzi szempontból távolabb elhelyezkedő vevőkkel és szállítókkal rendelkező vállalatok esetében alacsonyabb a digitális aláírás használatának valószínűsége. Ez szembe megy a korábbi megállapításokkal, ugyanakkor az azonosított kapcsolat statisztikai szempontból nem szignifikáns a hagyományos szinteken.

6. táblázat

**A regressziós egyenlet eredményei**

	M1	M2	M3
Metszéspont	-2,048** (0,451) ( $<,001$ )	-1,639** (0,546) (0,003)	-1,421* (0,591) (0,016)
Független változók			
Üzleti partnerek közelsége	-	-0,158 (0,122) (0,198)	-0,077 (0,130) (0,551)
Szektor – ipar	-	-	-2,232** (0,516) ( $<,001$ )
Szektor – kereskedelem	-	-	-0,846* (0,423) (0,045)
Szektor – szolgáltatás	-	-	-
Kontrollváltozók			
Árbevétel	0,338* (0,147) (0,022)	0,381* (0,153) (0,013)	0,413* (0,164) (0,012)
Létszám	0,019** (0,007) (0,006)	0,020** (0,007) (0,005)	0,024** (0,008) (0,002)
Minta elemszáma	200	200	200
Cox & Snell R <sup>2</sup>	0,223	0,229	0,318
Nagelkerke R <sup>2</sup>	0,299	0,308	0,426

Függő változó: digitális aláírás felhasználási döntés (1=igen, 0=nem)  
Táblázatban szereplő értékek: regressziós együttható (standard hiba) (p-érték)

Forrás: saját szerkesztés

A harmadik modell eredményeinek értelmezéséhez fontos kiemelni, hogy amennyiben *n* darab bináris változó szerepel a magyarázó változók között, úgy abban az esetben *n*-1 darab regressziós együttható számítására kerül sor, az utolsó

bináris változó referenciakategóriaként való kezelése végett. Látható, hogy a *Szektor – szolgáltatás* változó esetében nem került sor együttható számítására, tehát a *Szektor – ipar* és *Szektor – kereskedelem* változókra vonatkozó értékeket ezzel szemben kell értékelni. A negatív értékek azt mutatják, hogy mind az ipari, mind a kereskedelmi vállalatok alacsonyabb valószínűséggel fogják használni a digitális aláírás megoldásokat a szolgáltató vállalatokhoz képest. A Cox & Snell R<sup>2</sup>, illetve a Nagelkerke R<sup>2</sup> mutatók növekedése az egyes modellek közt arra utal, hogy a komplexebb modellekben a nagyobb számú független változók a variancia nagyobb hányadát írják le, azaz a modellek teljesítménye javul a magyarázó változók számának növelésével.

**Egyéb vizsgálatok**

A módszertani részben leírtak szerint, vizsgálatunk utolsó lépéseként az egyéb adatok átfogó eredményeit mutatjuk be. A 7. és 8. táblázat a digitális aláírásokat használó vállalatoknál a használat kontextusát mutatja be (használati időre és különböző megoldások fajtáira vonatkozóan). Az eredményekből látható, hogy a felhasználó vállalatok csupán 10%-a vezette be a technológiát kevesebb mint egy éve. A többi kategóriában (1-2, 3-5, 5+ év) a válaszadók aránya enyhe fluktuáció mellett közel azonos értékeket mutat, arra utalva, hogy a megkérdezetteknek már jelentős tapasztalatuk van a technológia értékelésére, erősítve a megállapítások hitelességét. Szembetűnő továbbá a felhőalapú azonosítást alkalmazó megoldások túlsúlya a hardvereszköz igénylő fizikai megoldásokhoz képest (68% és 30%-os felhasználási arány). A megállapítás összhangban van a kapcsolódó kutatásokkal, alátámasztva a digitális aláírás használók preferenciáját a felhőalapú azonosítást alkalmazó megoldások irányába (Ege et al., 2025).

7. táblázat

**A digitális aláírás felhasználásának ideje**

Használat ideje	Digitális aláírást használók	
	Száma (db)	Aránya (%)
<1 év	9	10%
1-2 éve	28	32%
3-5 éve	23	26%
>5 év	27	31%
Összesen	87	100%

Forrás: saját szerkesztés

8. táblázat

**A felhasznált digitális aláírás megoldások fajtái**

Felhasznált megoldások fajtái	Digitális aláírást használók	
	Száma (db)	Aránya (%)
Online, felhőalapú azonosítást alkalmazó	59	68%
Fizikai kártyás (azaz hardvereszköz igénylő)	26	30%
Mindkettővel rendelkeznek	1	1%
Nem tudja/nem válaszol	1	1%
Összesen	87	100%

Forrás: saját szerkesztés

Folytatva az elemzést, a 9., 10. és 11. táblázat a felhasználási mintákkal kapcsolatos egyéb eredményeket prezentálja. Ezek alapján a digitális aláírások felhasználási területeit tekintve szembetűnő a külső dokumentumok hitelesítéséhez (közigazgatási dokumentumok, üzleti partnerekkel kötött szerződések) túlsúlya a belső iratokhoz (pl. munkaszerződések) képest. A felhasználási platformok szerint a számítógép és laptop domináns, míg az okostelefon és a tablet szerepe marginális marad, arra utalva, hogy a digitális aláírás a legtöbb vállalatnál főként asztali munkakörnyezethez kötődik (9. táblázat).

9. táblázat

**A digitális aláírások felhasználási területei**

Felhasználási terület	Számítógép/laptop	Okostelefon	Tablet	Összesen
Hivatalos, közigazgatási ügyek dokumentumai	70	15	-	85 (98%)
Üzleti szerződések külső partnerekkel	51	6	-	57 (66%)
Időbélyegzést igénylő dokumentumok	20	0	-	20 (23%)
Munkaszerződések	12	6	1	19 (22%)
Számlák	12	3	-	15 (17%)
Belső utasítások	9	4	-	13 (15%)

Forrás: saját szerkesztés

A 9. táblázatban szereplő darabszámok azt jelzik, hogy az egyes felhasználási területeken hány válaszadó alkalmaz digitális aláírást, külön bontásban a számítógép, okostelefon és tablet platformokra. Az „Összesen” oszlop a területhez tartozó összes előfordulást mutatja, míg a zárójelben feltüntetett százaléktételeket az összes digitális aláírást használó válaszadóhoz (n = 87) viszonyítottuk ki.

A 10. táblázat eredményei azt mutatják, hogy a digitális aláírás felhasználóinak száma szoros összefüggésben van a vállalatok méretével. A legkisebb cégek (5–9 fő) körében jellemzően csak 1–2 fő használja a technológiát,

ami a digitális aláírás korlátozott elterjedésére utal. A kisvállalatoknál (10–49 fő) hasonló a kép, azonban már megjelennek olyan esetek, ahol 5–6 fő is aktív felhasználó, vagyis a használat fokozatosan terjed a szervezetben. A közepes méretű vállalatoknál (50–249 fő) látható a legnagyobb diverzitás: az esetek több mint felében továbbra is csak 1–3 fő kezeli az aláírásokat, ugyanakkor közel 20%-ban 10 fő feletti létszám is hozzáfér a technológiához. A felhasználás költségvonzatait vizsgálva (11. táblázat) megállapítható, hogy a felhasználók többsége ingyenes megoldásokat alkalmaz, és a fizetős szolgáltatást igénybe vevők is jellemzően alacsony költségkategóriába tartoznak.

11. táblázat

**A digitális aláírás használatának költségvonzata**

Felhasználás költségvonzata	Válaszok száma	Válaszok aránya
Ingyenes szolgáltatás	41	51%
Kevesebb, mint 10 ezer forint	4	5%
10-50 ezer forint	15	19%
51-100 ezer forint	12	15%
101-300 ezer forint	9	11%
Összesen	81	100%
Érvénytelen/nem tudja	6	

Forrás: saját szerkesztés

A digitális aláírást használó változatok jellemzése az ügyfélélmény értékelésével zárul. A 12. táblázat alapján a digitális aláírást használó válaszadók magas elégedettséget jeleztek szinte minden vizsgált dimenzióban. Közel maximális átlagérték figyelhető meg a számítógépről történő felhasználóbarát kezeléssel, illetve az onboarding folyamat, az okostelefonos használat és a partneri együttműködés egyszerűsége esetében. A válaszok alapján a technológia bevezetése és napi működése általában problémamentes. Összességében az ügyfélélmény értékelése azt mutatja, hogy a digitális aláírás nemcsak technológiai, hanem a használhatóság és a felhasználói elégedettség szempontjából is sikeresen teljesíti a válaszadók körében.

10. táblázat

**A digitális aláírás felhasználóinak száma**

Válaszadó létszáma	Felhasználók száma (db) és aránya (%)													
	1	2	3	4	5	6	8	10	12	20	25	30	40	Összes
5-9 fő	6 (33%)	7 (38%)	2 (11%)	1 (6%)	1 (6%)	-	1 (6%)	-	-	-	-	-	-	18 (21%)
10-49 fő	6 (30%)	8 (40%)	1 (5%)	1 (5%)	2 (10%)	-	1 (5%)	-	1 (5%)	-	-	-	-	20 (23%)
50-249 fő	9 (19%)	7 (14%)	10 (21%)	3 (6%)	7 (14%)	2 (4%)	2 (4%)	4 (8%)	-	1 (2%)	1 (2%)	1 (2%)	2 (4%)	49 (56%)

Forrás: saját szerkesztés

12. táblázat

**Az ügyfélélmény értékelése (digitális aláírást használók;  
1 = Egyáltalán nem elégedett, 5 = Teljes mértékben elégedett)**

Ügyfélélmény jellemzői	Válaszok száma	Érvénytelen válaszok	Átlag	Medián	Min	Max	Szórás
1 - Onboarding folyamata	84	3	4,87	5	3	5	0,40
2 - Felhasználóbarát kezelés (okostelefon)	46	41	4,85	5	4	5	0,36
3 - Felhasználóbarát kezelés (PC/laptop)	86	1	4,91	5	4	5	0,29
4 - Hibamentes működés	87	0	4,79	5	3	5	0,49
5 - Partnerekkel való egyszerű együttműködés	86	1	4,86	5	2	5	0,46
6 - Számlázás	50	37	4,92	5	4	5	0,27
7 - Panaszkezelés	18	69	4,83	5	4	5	0,38
8 - Átlátható árazás	61	26	4,87	5	3	5	0,39
9 - Kedvező árazás	59	28	4,88	5	4	5	0,33

Forrás: saját szerkesztés

A dokumentumkezelési kötelezettségek értékelése terén (13. táblázat) megállapítható, hogy a dokumentumkezelés költségeit a digitális aláírást használók lényegesen nagyobb arányban tartják érdeminek (15%), mint a technológiát nem alkalmazók (6%). Hasonlóképpen, a technológiát nem használó válaszadók harmada szerint a dokumentumkezelési kötelezettségek nem jelentenek érdemi költséget vállalatuk működésében, míg a másik csoport esetében ugyanezen arány 15%. A különbség összhangban van a papírmentes működés jellemzőivel (14. táblázat): míg a digitális aláírást használók több mint

60%-a esetében a papírmentes működés részben, vagy teljes egészében megvalósult, addig a technológiát nem használók közel háromnegyede vagy éppen csak elkezdte az átállást, vagy egyáltalán nem is tervezi a papírmentes működés bevezetését.

Végül, a 15. táblázat a digitális aláírástól várható és realizált előnyökre adott válaszok összefoglalását mutatja. Az eredmények alapján a digitális aláírást használók szinte az összes válasza közel maximális átlagpontszámot adtak (maximális mediánérték mellett). Kivételként kiemelhető, hogy a technológia használói a többi állításhoz képest

13. táblázat

**A dokumentumkezelési kötelezettségek értékelése**

Dokumentumkezelési kötelezettségek értékelés	Gyakoriság (db)		Gyakoriság (%)	
	Digitális aláírást használók	Digitális aláírást nem használók	Digitális aláírást használók	Digitális aláírást nem használók
Egyáltalán nem jelent érdemi költséget	13	37	15%	33%
Érezhető, de nem jelentős költséget jelent	61	69	70%	61%
Jelentős költséget jelent	13	7	15%	6%
	87	113	100%	100%

Forrás: saját szerkesztés

14. táblázat

**A papírmentes működés jellemzői**

Papírmentes működés jellemzői	Gyakoriság (db)		Gyakoriság (%)	
	Digitális aláírást használók	Digitális aláírást nem használók	Digitális aláírást használók	Digitális aláírást nem használók
Teljesen, vagy szinte teljesen papírmentesen működünk	4	5	5%	4%
Törekszünk az adminisztrációkat papírmentessé tenni és ez jelentős részben már meg is valósult	49	25	56%	22%
Törekszünk az adminisztrációkat papírmentessé tenni, de még a folyamat elején járunk	33	73	38%	65%
Nem törekszünk papírmentes működést kialakítani.	1	10	1%	9%
Összesen	87	113	100%	100%

Forrás: saját szerkesztés

kevésbé gondolják azt, hogy a partnereik nagy része ragaszkodna a dokumentumok hagyományos aláírásához (noha a mediánérték erre a kérdésre is a maximális értékű volt). A pontszám közel azonos a digitális aláírást nem használókkal összehasonlítva. Markáns különbség mutatkozik továbbá a digitális aláírásra való átállás nehézségének értékelésével kapcsolatban: míg a felhasználók szinte teljes egészében elvetik ezt az állítást, mint lehetséges problémát, addig a technológiát nem használók ezt jóval jelentősebb nehézségként értékelik (átlag: 2,77, medián: 3).

hasznosságát (PU). Az ipari vállalatoknál ugyanakkor a papíralapú vagy ERP-rendszerekbe ágyazott adminisztratív rutinok, valamint a szigorú minőségbiztosítási és megfelelőségi szabályok csökkenthetik az észlelt könnyű használatot (PEOU), lassítva az elfogadást. Eredményeink ezáltal alátámasztják a TAM- és az UTAUT-modellek azon megállapítását, hogy a technológia elfogadását a szektorspecifikus működési és kulturális tényezők is jelentősen befolyásolják.

*Az üzleti partnerek földrajzi elhelyezkedésével kap-*

15. táblázat

**A digitális aláírások használatától várt előnyök értékelése (1 = Egyáltalán nem ért egyet, 4 = Teljes mértékben egyetért)**

Várható előnyök	Digitális aláírást használók					Digitális aláírást nem használók				
	Átlag	Medián	Min	Max	Szórás	Átlag	Medián	Min	Max	Szórás
1 - Nyomtatási költség csökkenése	3,79	4	1	4	0,53	3,24	4	1	4	0,98
2 - Partnerek ragaszkodása a hagyományos aláíráshoz	3,21	4	1	4	1,14	3,24	4	1	4	0,93
3 - Digitális aláírásra váltás nehézsége	1,63	1	1	4	0,76	2,77	3	1	4	1,03
4 - Postai és ügyintézési költség csökkenése	3,79	4	1	4	0,56	3,20	3	1	4	0,91
5 - Biztonságosabb dokumentum tárolás	3,69	4	1	4	0,74	2,83	3	1	4	0,98
6 - Dokumentumkezelési költségek csökkenése	3,66	4	1	4	0,79	2,82	3	1	4	1,04
7 - Digitális aláírások biztonsága	3,77	4	2	4	0,54	3,20	3	1	4	0,81
8 - Környezetbarát működés	3,78	4	1	4	0,54	3,32	4	1	4	0,91
9 - EU-szintű elfogadás	3,68	4	1	4	0,68	3,25	3	1	4	0,86

Forrás: saját szerkesztés

## Következtetések

Az alábbi szakaszban a kutatási eredményekkel kapcsolatos fontosabb következtetéseket foglaljuk össze.

### A kutatási kérdések vizsgálatának eredményei

Az eredmények alapján a *vállalati méret* egyértelműen meghatározó tényező a digitális aláírás alkalmazásában (ld. khi-négyzet, illetve logisztikus regressziós modellek eredményeit). A megállapítás összhangban áll a korábbi kutatásokkal, melyek a belső erőforrásokat és folyamatrettséget kulcsfaktorként azonosítják az új technológiák bevezetésénél. A TAM-modell keretében ez a minta az észlelt hasznosság (PU) erősödésével magyarázható, feltételezve, hogy a nagyobb vállalatoknál a technológia bevezetése jobban integrálható a működési folyamatokba, közvetlen teljesítményjavulást eredményezve.

Az *ágazati orientáció* szintén szignifikáns hatást mutatott a digitális aláírás alkalmazására. A logisztikus regresszió negatív együtthatói alapján az ipari és kereskedelmi szektor vállalatai kisebb valószínűséggel használják a technológiát, mint a szolgáltató cégek. A különbség lehetséges magyarázata a szolgáltatások nagyobb dokumentumintenzitása és a külső partnerekkel való gyakoribb interakciók, melyek növelik a technológia észlelt

csalatos elemzés nem mutatott szignifikáns összefüggést a digitális aláírás használatával. Egy lehetséges magyarázat, hogy a földrajzi kitétségnél erősebb hatással bírnak a szabályozási és ökoszisztéma-feltételek, amelyek a – helyi és nemzetközi – jogszabályok révén támogatják a digitális hitelesítést. Ez összhangban van az UTAUT-modell elősegítő feltételek (*Facilitating Conditions - FC*) komponensével, mivel a technológiai infrastruktúra és a bizalmi szolgáltatók elérhetősége csökkenti a távolságból fakadó korlátokat. Egy lehetséges magyarázat tehát, hogy a digitális aláírás használata szorosabban függ az intézményi környezet fejlettségétől, mintsem az üzleti partnerek hálózatának földrajzi eloszlásától.

### Egyéb elemzések eredményei

A *digitális aláírás bevezetési mintáiban* egyértelműen kirajzolódik a felhőalapú megoldások dominanciája (70%-os használat) és a magas felhasználói elégedettség. Ez az elmozdulás az észlelt könnyű használat (PEOU) és az elősegítő feltételek (FC) felé mutat, ami a TAM- és UTAUT-modellek logikájával összhangban csökkenti a technológiai belépési akadályokat. A felhőmegoldások skálázhatósága, alacsony költségigénye és gyors hozzáférhetősége növeli az észlelt hasznosságot (PU), különösen a KKV-k esetében, ahol jellemző az IT-infrastruktúra és a

humán erőforrás korlátozottsága. Az ügyfélélmény magas értékelése alátámasztja, hogy a digitális aláírás nemcsak technológiai, hanem használhatósági szempontból is érett megoldássá vált a vizsgált vállalatoknál.

A *dokumentumkezelési költségek* és a *papírmentes működés* vizsgálata további fontos összefüggéseket tárt fel a digitalizációs érettség és a technológiahasználat között. A digitális aláírást alkalmazó vállalatok nagyobb tehernek érzékelik a dokumentumkezelés költségeit, adminisztratív folyamataik pontosabb mérését és kontrollálását feltételezve. Ugyanakkor e vállalatok több mint 60%-a részben vagy teljesen papírmentesen működik, szemben a nem használók háromnegyedével, akik még az átállás korai szakaszában tartanak. Az eredmények a TAM-modell észlelt hasznosság (PU) és az UTAUT-modell teljesítményvárakozás (*Performance Expectancy - PE*) dimenzióival magyarázhatók, hiszen a digitalizált folyamatok gyorsabb ügyintézés, átláthatóbb működést és költségmegtakarítást biztosítanak. Ezek alapján a digitális aláírás alkalmazása nemcsak technológiai újítás, hanem a vállalati hatékonyság és fenntarthatóság egyik kulcstényezője is.

A *költségek és a hozzáférés* vizsgálata azt mutatta, hogy a digitális aláírást használó vállalatok többsége ingyenes vagy alacsony költségű megoldásokat alkalmaz, jelentősen elősegítve a technológia elérhetőségét és terjedését. A költségkorlátok hiánya csökkenti a belépési akadályokat, növeli az észlelt könnyű használatot (PEOU), és erősíti a viselkedési szándékot a technológia elfogadására. A tendencia különösen kedvező a korlátozott beruházási lehetőségekkel rendelkező KKV-k számára. A felhőalapú szolgáltatások freemium modellje és az alacsony üzemeltetési költség olyan elősegítő feltételként jelenik meg, amely a TAM- és az UTAUT-modellek szerint kulcsfontosságú az új technológia széles körű adaptációjához. Ugyanakkor a nagyobb vállalatok esetében a skálázhatóság, adatbiztonság és a megfelelőségi követelmények kezelése egyre inkább stratégiai kérdéssé válik, ami a jövőben új döntési szempontokat emelhet be az elfogadási folyamatba.

### Endogenitási kockázatok és értelmezésük

Az alkalmazott keresztmetszeti kutatási kialakítás és a logisztikus regressziós elemzés eredményei statisztikai összefüggéseket azonosítanak, melyek önmagukban még nem bizonyítanak oksági kapcsolatokat. Elengedhetetlen ezért a potenciális *endogenitási problémák* értelmezése a modell érvényességének megítéléséhez. Az alábbiakban négy potenciális torzítási forrást vizsgálunk, kitérve a lehetséges kockázatok kezelésére a kutatás lefolytatása során.

Először a *fordított okságiság* kérdése merül fel, mivel elvileg elképzelhető, hogy például nem a vállalatméret hat pozitívan a digitális aláírás bevezetéséhez kapcsolódó hajlandóságra, hanem a technológia alkalmazása járul hozzá a magasabb árbevételhez. A válaszok alapján ennek valószínűsége elhanyagolható, tekintettel arra, hogy a válaszadók több mint fele kizárólag ingyenes, további 24%-uk pedig minimális (évi ötvenezer forint alatti) költségű megoldásokat használ (11. táblázat). A digitális aláírás a működés költségstruktúrájában marginális tényező,

feltételezhető tehát, hogy rövid távon aligha befolyásolja érdemben a vállalat árbevételét vagy a növekedését.

A második potenciális nehézség a *kihagyott változók problémája*. Feltételezhető ugyanis, hogy a modellünkben nem azonosított látens faktorok (például vezetői innováció, vállalati kultúra vagy digitális kompetencia) befolyásolják a vállalatméretet vagy a technológiai nyitottságot. Az empirikus eredmények (korrelációs mátrix és VIF-mutatók) azonban mérsékelt kockázatot jeleznek, mellyel a multikollinearitás kockázata kizárható. A felhasznált keresztmetszeti adatok, bár nem teszik lehetővé a nem megfigyelt tényezők időbeli hatásainak esetleges érvényesülését, a kiegyensúlyozott mintaszerkezet és a változók közötti gyenge függések mérséklék e torzítás valószínűségét.

A harmadik szempont a *szimultaneitás és ko-evolúció* problémája, amely fakadhat például a digitális aláírás és a vállalat digitális érettségének lehetséges kölcsönhatásából. A technológiát használók több mint 60%-a már részben vagy teljesen papírmentesen működik (14. táblázat). Ez utalhat arra, hogy a papírmentesesség elősegíti a digitális aláírás bevezetését, vagy fordítva, a digitális aláírás bevezetése segítheti a papírmentesességet. A két változó tényleges kölcsönhatása endogenitási torzítást okozhatna, mivel a kölcsönös befolyás iránya nem azonosítható egyértelműen a keresztmetszeti adatokból. Tekintettel arra, hogy a kutatásunk célja nem az egyirányú ok-okozati láncolatok feltárása, hanem az egyes hajtóerők összekapcsolódásának és egymásra való hatásának feltárása volt, ezt a lehetséges összefüggést nem tekintjük torzításnak, hanem a technológiai adaptáció természetes együttfejlődésének részeként értelmezzük.

Végül, a *self-reported adatok* a telefonos kérdőíves módszerből adódóan potenciális torzítást okozhatnak, például a társadalmi kívánatosság érvényesülése esetén. E kockázatot a kutatás módszertana érdemben mérsékli, mivel a kérdések előtesztelése, a strukturált kérdőív alkalmazása és a képzett interjúkészítők közreműködése biztosította a válaszok konzisztenciáját és a fogalmi félreértések minimalizálását. Így a lehetséges mérési hibák a statisztikai elemzések szintjén kezelhető mértékűnek tekinthetők.

Összességében az eredmények értelmezésekor fontos hangsúlyozni, hogy a vizsgálat *asszociatív jellegű*, nem pedig oksági. A keresztmetszeti design a vállalati jellemzők és a technológiahasználat közötti statisztikailag szignifikáns összefüggéseket azonosított, azonban nem alkalmas az időbeli sorrend és a kauzális hatások feltárására. Ennek ellenére a megfigyelt mintázatok – különösen a vállalatméret, az ágazati orientáció és a digitális érettség kapcsolatában – megbízható prediktív értéket képviselnek, és fontos kiindulópontot jelentenek a jövőbeli vizsgálatok számára.

### Konklúzió

Kutatásunk célja annak feltárása volt, hogy a KKV-k körében milyen tényezők befolyásolják a digitális aláírás technológiák bevezetését. A kvantitatív módszertanon alapuló

vizsgálat 200 hazai KKV vezetőjével készült, strukturált, telefonos kérdőíves felmérés formájában. A kutatási kérdések a vállalatméret, az üzleti partnerek földrajzi elhelyezkedése és az ágazati orientáció hatását vizsgálták a technológiahasználatra. Az adatelemzés során leíró statisztikákat és komplexebb modelleket alkalmaztunk, biztosítva az eredmények statisztikai megbízhatóságát és összehasonlíthatóságát. Az eredményeket egyéb elemzésekkel egészítettük ki a mélyebb megállapítások érdekében.

A kutatás megerősíti, hogy a digitális aláírás elterjedését magyar KKV-knál a vállalatméret és az ágazati orientáció határozza meg; a földrajzi kitettség és partnerkapcsolatok szerepe korlátozottabb. A méret a szervezeti erőforrások és digitális érettség közvetítő változója, az ágazat a technológiai hasznosság észlelésének kontextusa. A digitális aláírás elfogadása nem pusztán technológiai döntés, hanem a vállalati adaptációs képesség, erőforrások, folyamatilleszkedés és szervezeti kultúra komplex lenyomata.

Jelen kutatás több elméleti szinten is hozzájárul a technologiaelfogadási modellek – különösen a TAM és UTAUT – továbbfejlesztéséhez a KKV-k kontextusában. Az eredmények alapján a vállalatméret a KKV-k esetében nem pusztán kontrollváltozó, hanem központi tényező, amely a szervezeti erőforrásokkal való ellátottság fokát, a digitális érettséget és az adaptációs képességet együttesen fejezi ki. Javasoljuk tehát a hagyományos technologiaelfogadási modellek strukturális kiterjesztését a „méretmediált technológiai elfogadás” (size-mediated technology acceptance) fogalmával.

A digitális aláírás szabályozott technológiai jellege új megközelítést igényel: az intézményi környezet nem csupán elősegítő tényező, hanem küszöbfeltétel, amely nélkül az elfogadás nem értelmezhető. Ez a felismerés a szabályozási infrastruktúrát a technologiaelfogadási modellek egyik kulcsdimenziójaként pozicionálja, kiterjesztve azok alkalmazhatóságát a jogilag szabályozott digitális megoldásokra.

Az ágazati különbségek és a technológia-folyamat kompatibilitás elemzése azt mutatja, hogy a technológia bevezetésének sikerét alapvetően meghatározza az adott újítás illeszkedése a vállalat működési struktúrájához és iparági logikájához. Végül, a kutatás a „digitális érettség-technológia ko-evolúció” koncepcióját is bevezeti, amely a digitalizációs érettség és az új technológiák adaptációja közötti kölcsönhatást hangsúlyozza.

A fentiekre javasoljuk a következő Kontextuális TAM (C-TAM) modell definiálását:

$$C-TAM = TAM + Méret(központi) + Ágazat(strukturális) + Szabályozás(küszöb) + Digitális_érettség(ko-evolúció).$$

Az összefüggés integrálja a méret, ágazat, szabályozás és digitális érettség dimenzióit a klasszikus technologiaelfogadási modellbe, pontosítva a KKV-k technológiai döntéseinek összetettségét.

Gyakorlati javaslatként megfogalmazható a KKV-k számára célzott *méretspecifikus támogatási programok*

indítása. Emellett javasolt *ágazatspecifikus implementációs stratégiák* kidolgozása, annak érdekében, hogy azok megfelelő választ adjanak a különböző iparágak eltérő jogi, biztonsági és működési követelményei által támasztott elvárásokra. Végül a *szabályozási környezet fejlesztése* szintén kulcsfontosságú előfeltétel, mivel a jogi bizonytalanság, vagy a megfelelő iránymutatások hiánya gátolhatja a technológia széles körű elterjedését.

A kutatás kimenetelének értelmezésénél fontos az eredmények óvatos értelmezése különböző korlátok miatt. A magyar vállalatok kizárólagos részvétele miatt az eredmények nehezen általánosíthatók más gazdasági és szabályozási környezetre. A hazai digitális érettség, kulturális sajátosságok és a változó jogi környezet (pl. DÁP-törvény) egyedi kontextust teremtenek. A mintában a nagyobb cégek enyhe felülreprezentáltsága, valamint az önbevalláson alapuló, telefonos adatgyűjtés szelektív torzítást okozhatott, a digitálisan kevésbé aktív vállalkozások kisebb valószínűségű részvétele végett. A keresztmetszeti design szintén korlátozza az oksági összefüggések azonosítását, mivel az adatok egy időpontban történő gyűjtése nem teszi lehetővé a technologiahasználat dinamikus aspektusainak pontosabb megértését.

A fentiek alapján lehetséges jövőbeli kutatási irányként megfogalmazható a longitudinális adatgyűjtés alkalmazása, az időbeli változások és a digitalizációs fejlődési pályák lekövetését célozva. Nemzetközi összehasonlító vizsgálatokkal továbbá lehetőség nyílna a magyar és külföldi sajátosságok közötti eltérések pontosabb elemzésére. Emellett javasolt lenne kvalitatív mélyinterjúk alkalmazása, a vezetői döntések mögötti motivációk, a szervezeti ellenállással kapcsolatos nehézségek és a technologiahasználattal kapcsolatos gyakorlati tapasztalatok részletes feltárása érdekében. A jövőbeli kutatásoknak a különböző megközelítések kombinálásával érdemes törekedniük a digitális aláírás adaptációjának mélyebb, oksági alapú megértésére.

## Felhasznált irodalom

- Adams, C., & Lloyd, S. (2003). *Understanding PKI: Concepts, Standards, and Deployment Considerations*. Addison-Wesley Professional.
- Adozona.hu. (2025, február 26). *Itt az új digitális aláírás – elektronikus aláírások típusai magánszemélyeknek és cégvezetőknek*. adozona.hu. [https://adozona.hu/altalanos/Itt\\_az\\_uj\\_digitalis\\_alairas\\_6FNRUC](https://adozona.hu/altalanos/Itt_az_uj_digitalis_alairas_6FNRUC)
- Aguiar Costa, A., Arantes, A., & Tavares, L. (2013). Evidence of the impacts of public e-procurement: The Portuguese experience. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 19(4), 238-246. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2013.07.004>
- Angermaier, A., Koennecke, A., Kloetzer, C., Strauss, S., & Fleischmann, R. (2023). Reliability of a telephone interview for the classification of headache disorders. *Frontiers in Neurology*, 14, 1238266. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1238266>
- Atzori, M. (2018). Blockchain governance and the role of trust service providers: The TrustedChain® Network.

- The Journal of the British Blockchain Association*, 1(1), 1-17.  
[https://doi.org/10.31585/jbba-1-1-\(3\)2018](https://doi.org/10.31585/jbba-1-1-(3)2018)
- Bakhtiarifar, G., & Savrai, P. (2018). Comparative survey of various approaches of the laws & regulations in relation to electronic signatures & security thereof. *Journal of Politics and Law*, 11(1), 28-36.  
<https://doi.org/10.5539/jpl.v11n1p28>
- Berta, I. Z. (2011). *Nagy E-szignó könyv*. Microsec Kft. [http://static.e-szigno.hu/anyagok/nagy\\_e-szigno\\_konyv.pdf](http://static.e-szigno.hu/anyagok/nagy_e-szigno_konyv.pdf)
- Binder LL.M., J.H., & Gortsos, C.V. (2015). *The European Banking Union: A Compendium*. Nomos Verlagsgesellschaft.  
<https://doi.org/10.5040/9781509909568>
- Boldyreva, A., Palacio, A., & Warinschi, B. (2012). Secure proxy signature schemes for delegation of signing rights. *Journal of Cryptology*, 25(1), 57-115.  
<https://doi.org/10.1007/s00145-010-9082-x>
- Borcoși, C.A., Borcoși, I., Marian, M., Cusman, A., & Ionică, D. (2023). Sustainability of Romanian Small and Medium Enterprises Using the Electronic Signature as a Driving Digital Tool. *Sustainability*, 15(22), 15806.  
<https://doi.org/10.3390/su152215806>
- Connective. (2021). Ultimate guide about electronic signatures Update 2021. *Connective*. <http://www.connective.eu>
- Davis, F. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.  
<https://doi.org/10.2307/249008>
- Dawood, A. (2020). Internet of Things (IoT) and its Applications: A Survey. *International Journal of Computer Applications*, 175(21), 22-27.  
<https://doi.org/10.5120/ijca2020919916>
- Diffie, W., & Hellman, M. (1976). New directions in cryptography. *IEEE Transactions on Information Theory*, 22(6), 644-654.  
<https://doi.org/10.1109/TIT.1976.1055638>
- Digitális Állampolgárság Program (DÁP). (2025). *Digitális Állampolgárság Program (DÁP)*. <https://dap.gov.hu/>
- Ege, O., Cagal, M., & Bicakci, K. (2025). *Usability of Token-based and Remote Electronic Signatures: A User Experience Study* (No. arXiv:2505.18814). arXiv.  
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2505.18814>
- Engstrom, A., Wallström, Å., & Salehi-Sangari, E. (2009). Implementation of public e-procurement in Swedish government entities. In *Proceedings of the International Multiconference on Computer Science and Information Technology, IMCSIT '09* (pp. 315-319). IMCSIT.  
<https://doi.org/10.1109/IMCSIT.2009.5352708>
- European Commission. (2022). *The Digital Economy and Society Index (DESI)*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>
- European Commission. (2024). *eSignature FAQ*. <https://ec.europa.eu/digital-building-blocks/sites/display/DIGITAL/eSignature+FAQ>
- European Commission. (2025). *EU/EEA Trusted List Browser*. <https://eidas.ec.europa.eu/efda/trust-services/browse/eidas/tls>
- Fathima, N., Banu, R., & Ahammed, G.F.A. (2022). A signature-based data security and authentication framework for internet of things applications. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 12(3), 3298-3308.  
<https://doi.org/10.11591/ijece.v12i3.pp3298-3308>
- Feveile, H., Olsen, O., & Hogh, A. (2007). A randomized trial of mailed questionnaires versus telephone interviews: Response patterns in a survey. *BMC Medical Research Methodology*, 7, 27.  
<https://doi.org/10.1186/1471-2288-7-27>
- Franke, T.M., Ho, T., & Christie, C.A. (2012). The Chi-Square Test: Often Used and More Often Misinterpreted. *American Journal of Evaluation*, 33(3), 448-458.  
<https://doi.org/10.1177/1098214011426594>
- Gonitro. (2022). *Ultimate Guide to Electronic Signatures*. <https://www.gonitro.com/resources/ultimate-guide-to-electronic-signatures>
- Goździaszek, Ł. (2021). Electronic Signature of the Taxpayer in Times of COVID-19. *Białostockie Studia Prawnicze*, 26(4).  
<https://doi.org/10.15290/bsp.2021.26.04.07>
- Gubán, Á., & Sándor, Á. (2021). A KKV-k digitálisérettég-mérésének lehetőségei. *Vezetéstudomány*, 52(3), 13-28.  
<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2021.03.02>
- Hellman, M.E. (2002). An overview of public key cryptography. *IEEE Communications Magazine*, 40(5), 42-49.  
<https://doi.org/10.1109/MCOM.2002.1006971>
- Höglund, J., Lindemer, S., Furuhe, M., & Raza, S. (2020). PKI4IoT: Towards public key infrastructure for the Internet of Things. *Computers & Security*, 89, 101658.  
<https://doi.org/10.1016/j.cose.2019.101658>
- Krogstie, J. (2008). Introduction of a Public Sector e-Procurement Solution: Lessons Learned from Disappointing Adoption. In D. Avison, G.M. Kasper, B. Pernici, I. Ramos, & D. Roode (Eds.), *Advances in Information Systems Research, Education and Practice* (pp. 203-214). Springer US.  
[https://doi.org/10.1007/978-0-387-09682-7-9\\_17](https://doi.org/10.1007/978-0-387-09682-7-9_17)
- Lentner, G.M., & Parycek, P. (2016). Electronic identity (eID) and electronic signature (eSig) for eGovernment services – a comparative legal study. *Transforming Government: People, Process and Policy*, 10(1), 8-25.  
<https://doi.org/10.1108/TG-11-2013-0047>
- Marciniak, R., Móricz, P., & Baksa, M. (2020). Lépések a kognitív automatizáció felé: Digitális átalakulás egy magyarországi üzleti szolgáltatóközpontban. *Vezetéstudomány*, 51(6), 42-55.  
<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.06.05>
- Marolt, M., Pucihar, A., Borštnar, M.K., Lenart, G., Vidmar, D., Szabó, I., Fehér, P., Kovács, T., Kő, A., Szabó, Z., & Őri, D. (2024). Impact of COVID-19 pandemic on SMEs digital transformation journey: Slovenian and Hungarian experiences. *Vezetéstudomány/Budapest Management Review*, 55(11), 29-40.  
<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2024.11.03>

- Menon, S., Sonderegger, P., & Totapally, S. (2021). Five questions to consider when conducting COVID-19 phone research. *BMJ Global Health*, 6(Suppl 5), e004917.  
<https://doi.org/10.1136/bmjgh-2020-004917>
- Park, E., & Kim, K.J. (2014). An Integrated Adoption Model of Mobile Cloud Services: Exploration of Key Determinants and Extension of Technology Acceptance Model. *Telematics and Informatics*, 31(3), 376-385.  
<https://doi.org/10.1016/j.tele.2013.11.008>
- Pierre, D. (2019). *Digital Signature Explained*. [https://www.academia.edu/39257793/Digital\\_signature\\_explained](https://www.academia.edu/39257793/Digital_signature_explained)
- Pirola, F., Cimini, C., & Pinto, R. (2019). Digital readiness assessment of Italian SMEs: A case-study research. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 1045-1083.  
<https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0305>
- Prasetya, A.G.N., & Bawono, B.T. (2022). The Juridical Analysis of the Use of Electronic Signatures on Electronic Land Certificates in the Conception of Legal Certainty. *Sultan Agung Notary Law Review*, 4(3), 771-785.  
<https://doi.org/10.30659/sanlar.4.3.771-785>
- Re, N.U., Ghezzi, A., Balocco, R., & Rangone, A. (2023). Digital Maturity Models for SMEs: A Systematic Literature Review. In *Proceedings of the 25th International Conference on Enterprise Information Systems* (pp. 530-537). ICEIS.  
<https://doi.org/10.5220/0011828100003467>
- Roman, A., & Mccue, C. (2012). E-Procurement: Myth or Reality. *Journal of Public Procurement*, 12(2), 221-248.  
<https://doi.org/10.1108/JOPP-12-02-2012-B003>
- Sándor, Á., & Gubán, Á. (2021). A Measuring Tool for the Digital Maturity of Small and Medium-Sized Enterprises. *Management and Production Engineering Review*, 12(4), 133-143.  
<https://doi.org/10.24425/mper.2021.140001>
- Santosa, A.A., & Alamsjah, F. (2022). The Drivers of a Digital Signature System Adoption: Evidence from Finance and Information System Departments. *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, 8(1), 80-90.  
<https://doi.org/10.20473/jisebi.8.1.80-90>
- Studenmund, A.H. (2014). *Using Econometrics: A Practical Guide* (6<sup>th</sup> ed.). Pearson Education Limited.
- Tracy, P., & Carlin, D. (2014). Adjusting for Design Effects in Disproportionate Stratified Sampling Designs Through Weighting. *Crime & Delinquency*, 60(2), 306-325.  
<https://doi.org/10.1177/0011128714522114>
- Trcek, D. (2006). *Managing Information Systems Security and Privacy*. Springer Science & Business Media.
- Venkatesh, V., & Davis, F. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186-204.  
<https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- Venkatesh, V., Brown, S., & Bala, H. (2013). Bridging the Qualitative-Quantitative Divide: Guidelines for Conducting Mixed Methods Research in Information Systems. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 37(1), 21-54.  
<https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37.1.02>
- Vijay, N., Singh, K., & Saxena, A. (2020). A Systematic Literature Review of Various Digital Signature Techniques. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 8(9), 33-37.  
<https://doi.org/10.26438/ijcse/v8i9.3337>
- Williams, S., & Hardy, C. (2005). Public E-Procurement as Socio-Technical Change. *Strategic Change*, 14, 273-281.  
<https://doi.org/10.1002/jsc.728>
- Xu, L., Chen, L., Gao, Z., Fan, X., Suh, T., & Shi, W. (2020). DIoT: Decentralized-Ledger-Based Framework for Data Authenticity Protection in IoT Systems. *IEEE Network*, 34(1), 38-46.  
<https://doi.org/10.1109/MNET.001.1900136>
- Yousefnezhad, N., Malhi, A., & Främling, K. (2020). Security in product lifecycle of IoT devices: A survey. *Journal of Network and Computer Applications*, 171, 102779.  
<https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102779>