

TDK-dolgozat

Nagy Balázs Gábor

Használt autók árváltozásának elemzése hedonikus árindexszel és kvantilis regresszióval

Analysis of used car prices using hedonic price indices
and quantile regressions

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM



Szerző:

Nagy Balázs Gábor
alkalmazott közgazdaságtan
2021/22-es évfolyam

Témavezető:

Madari Zoltán
egyetemi tanársegéd

Budapest, 2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
2. Gazdasági környezet bemutatása	2
2.1. COVID-19 miatti lezárások és hatásai	2
2.2. Chipherény	2
2.3. Orosz-ukrán háború	3
2.4. Használtautók árainak emelkedése	4
3. Adatok bemutatása	5
3.1. Adatok forrása	5
3.2. Adatok szűrése, tisztítása	5
3.3. Karakterisztikák kiválasztása	6
3.4. Leíró statisztika	7
3.4.1. Mennyiségi változók	7
3.4.2. Minőségi változók	7
4. Módszertan	9
4.1. Általános bemutatás	9
4.2. Hedonikus index	9
4.2.1. Hedonikus függvény	10
4.2.2. Hedonikus ár- és minőségindex	10
4.3. Lineáris regresszió	11
4.4. Kvantilis regresszió	12
5. Eredmények	13
5.1. Hedonikus árindex eredményei	13
5.1.1. Referencia modell	13
5.1.2. Kvantilisek árváltozása	14
5.2. Fiatalkorú autók árváltozása	17

6. Összefoglalás	19
6.1. Hedonikus ár- és minőségindexek	19
6.2. Kvantilis regressziók eredményei	19
6.3. Új és fiatal autók árainak tulajdonságai	20
6.4. Limitációk	20
Köszönetnyilvánítás	21
Irodalomjegyzék	21
Ábrajegyzék	25
Táblázatjegyzék	26
A. További ábrák és táblázatok	27

Absztrakt

Kutatásomban a 2022 tavasza és 2024 tavasza közötti használt autó árváltozást elemzem, hedonikus indexek segítségével, ahol a hedonikus függvényem együtthatóit kvantilis regresszió segítségével becslém, annak érdekében, hogy a különböző kvantilisekre is tudjak együttható becslést készíteni.

A kutatásom két fő részre osztható, az elsőben a hedonikus indexek módszertan segítségével becslém meg a medián, illetve a vételár alapján az első és negyedik kvantilis ár- és minőségindexét. Míg a második részében a fiatal használt autók árainak változását nézem, és hasonlítom azokat az adatbázisomban lévő új autók áraihoz, azzal a hipotézissel, hogy ezen használt autók ára megközelítette a új autók árát az ellátási lánc nehézségeknek köszönhetően.

Eredményeim alapján a vizsgált időszak alatt az alsó kategóriás autók ára emelkedett a legjobban, míg a legkevésbé a felső kategóriás autóké változott. Emellett a fiatal és új autók árainak vizsgálatánál, azt az eredményt kaptam, hogy az új autók nem járnak felárral, de nem is érték el a használt autók az áraikat.

Abstract

In the research, used car data collected from the spring of 2022 to the spring of 2024 was analysed using hedonic price indices, which were estimated using quantile regressions, as to estimate the price indices of various quantiles as well.

The research can be divided into two main parts, the first being the hedonic price indices estimated using quantile regressions, and the second being an analysis of of young used and new car prices. With the hypothesis that due to the supply-chain issues present at the time, prices of these used cars reached those of the new cars.

By the findings of the paper, the prices of the lower car categories' increased the most, with the higher categories' increasing the least. Also, it was found, that within the data, the new cars didn't have a premium, but the used cars did not reach the new cars' prices either.

JEL: C21, C43, C55, E31

Kulcsszavak: használtautó, hedonikus árindex, kvantilis regresszió

1. fejezet

Bevezetés

Az előző pár évben több nehézség is érte az autóiipart, kezdve a COVID-19 világjárványt, és az annak köszönhető chip hiánytól és ellátási lánc összeomlástól, egészen az orosz-ukrán háborúig, melynek köszönhetően több gyárat is be kellett zárni. Ezek együttese jelentősen csökkentette az ezen évek alatt készített autók számát (Statista 2024), míg eközben a kereslet nem csökkent a kínálattal megegyező mértékben. Ezek jelentős áremelkedéseket idéztek elő a használtautók piacán, melyet dolgozatomban fogok elemezni.

Kutatásomban a magyar hasznaltauto.hu nevű internetes autóhirdető felületről féléves gyakorisággal 2022 és 2024 tavaszai között letöltött hirdetés szintű adatokat fogom elemezni.

Elemzésem során két fő témát fogok vizsgálni, ezek a megfigyelt időszak alatti ár- és minőségindexek változása, melyet a mediánra, illetve az autók ár szerint négy részre osztott alcsoportjainak mediánjára fogok kiszámolni. Míg a második témám a fiatal használt autók (1-5 éves korú autók) árváltozása, az újakhoz (kevesebb, mint 100 kilométert futott gépjárművek) viszonyítva. Itt az új autók kínálati hiánya miatt anomália történhetett a kevesett használt autók piacán, az árak megközelíthette az eredeti vételárakat.

2. fejezet

Gazdasági környezet bemutatása

Dolgozatom eredményeinek értelmezésének érdekében nem elegendőek a kiszámolt változások, azokat egy gazdasági kontextusba is szeretném helyezni, hogy a történéseknek egy lehetséges magyarázatot is tudjak adni. A hírekben a Koronavírus miatti lezárásoktól kezdve, egészen 2023 közepéig, végéig sokat olvashattunk a különböző gyártási és ellátási lánci nehézségekről, a következő pár oldalban ezek közül a kutatásomhoz relevánsokat gyűjtöttem össze és fejtem ki, a megtörténésük sorrendjében.

2.1. COVID-19 miatti lezárások és hatásai

2020 Március 11-én a WHO által járványnak nyilvánította COVID-19 vírust, ekkor 114 országban 118,000 megbetegedésről tudtak, mely 4,291 ember halálát okozta (Ghebreyesus 2020). Ezt követően több országban is vészhelyzetet jelentettek be, utazási és egyéb korlátozásokat vezettek be. Ezen korlátozásoknak nem csak az emberek életére, hanem a gazdaságra is jelentős hatással voltak, több vállalatnak is le kellett állítania, vagy erősen vissza kellett vennie a termelését, többek között az autógyártóknak, illetve beszállítóiknak is, mint például a félvezetőket előállító vállalatoknak.

2.2. Chiphiány

Frieske és Stieler 2022 kutatásában a gépjármű ellátási láncok járvány miatti sokkját elemezte, mely során 26 autóiipari vezetővel (CEO, beszerzési vezető, logisztikai vezetők, stb) készített interjút 2020 júliusa és 2021 szeptembere között. Kutatásában több okot is felsorolt a chiphiány indokaként. Az okokkal kezdve, az autóiipar a félvezetők piacának egy kis részét

teszi ki, ellentétben a telekommunikációval, adatechnológiákkal, így a chip gyártó vállalatok kevésbé voltak motiváltak ezeknek a problémáknak a megoldására, illetve az autógyártóknak nem volt elegendő piaci ereje, hogy jelentős hatást érhessenek el. A kutatás által azonosított másik két szisztematikus ok a félvezetők komplex ellátásiláncai, mivel ez hosszú átfutási időt eredményez, így 5-8 hónap mire az alkatrész eljut az autógyárig. A másik szisztematikus ok az a gépjárművek egyre növekvő elektronika dependenciája, mivel egyre több olyan funkciót adnak az autógyártók autóihoz, melyekhez szükségesek mikrochippek. (Például tolatóradar, fedélzeti navigáció, intelligens sávtartás, automatikus biztonsági fékezés) A szisztematikus problémák mellett történtek előre nem várható sokkok is a félvezetők iparában, ilyenek voltak a különböző gyárakban történő tüzek (AKM és Renesas), illetve egy extrém hideghullám Austin Texasban. Ezek gyárleállásokat kényszerítettek, melyek tovább rontották a chiphiányt.

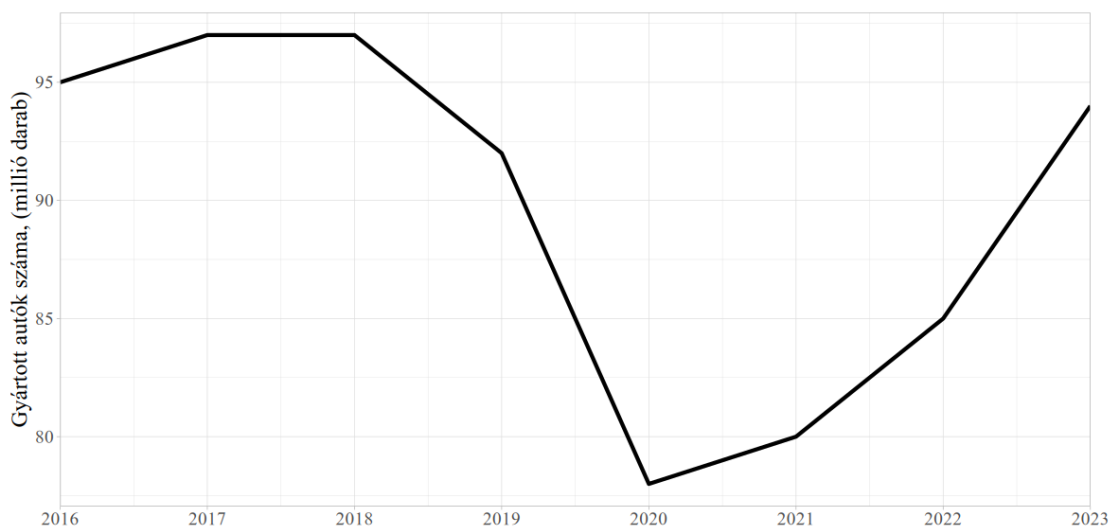
Ezeket a hatásokat tovább erősítette a Jit azaz Just-in-time gyártási technika amely célja a különböző komponensek a lehető legkevesebb időt töltsék a gyárban, azok minél hamarabb bele legyenek építve a gyártott termékbe. Így amikor kereslet növekvést jeleznek előre, növelik rendeléseiket, míg amikor csökkenést, visszavesznek belőlük. Ez a technika normális körülményeknél jól működik, azonban kiszámíthatatlan gyors változásoknál (mint a járvány miatti lezárások) össze tud omlani. Ezt láthattuk az autógyártók esetében is, melyek a járvány vártánál gyorsabb lecsengését, és kereslet javulására nem számítottak. Illetve természetesen ezt a helyzetet több más faktor is rontotta, ilyen volt például a Kína és USA közötti export korlátozások bevezetése, melyek szigorításától félve több kínai gyár is jelentős mennyiségű félvezetőt halmozott fel, ezzel is növelve a már említett elektronikai komponensek hiányát. (Times 2021)

Ezeket a beszerzési nehézségeket minden kontinensen megéreztek a gyártók, az USA-ban például többek között a Fordnak és a General Motorsnak (Naughton 2020, Isidore 2021), míg Európában többek között a Mercedesnek az alacsonyabb kategóriás autómódelljeinek termelését leállítania (Ewing és Boudette 2021).

2.3. Orosz-ukrán háború

A chiphiányon felül, az európai ellátási láncokat még egy nagyobb sokk érte 2022 elején, amikor Oroszország inváziót indított Ukrajna ellen. (Santora és Marc 2022) Ennek hatására több vállalatnak is szüneteltetnie kellett a gyártást, mivel Ukrajnában gyártottak valamilyen komponenst, illetve az orosz gyárakban folytatott tevékenységeit másik országba kellett átszerveznie, és ezen gyárak leállítása is csökkentette a kínálati oldalt. (News 2022)

Ezen hatások együttese miatt világszerte több millió autóval kellett visszavennie a gyártóknak az éves kapacásaikat. Egyes becslések szerint 2021-ben világszerte 10,5 millió, 2022-ben 4,6 millió (Irwin 2022) és 2023-ban körül-belül 2,5 millió autóval készülhetett kevesebb (Chappel 2023). Ezt jól láthatjuk a 2.1. ábrán is, ahol 2020-ban egy jelentős visszaesést, majd egy pár éves növekedést figyelhetünk meg, mely 2023-ra érte el a 2019-es szintet .



2.1. ábra. Éves autógyártás (teljes világ, millió autó), adatok forrása: Statista 2024, saját szerkesztés

2.4. Használtautók árainak emelkedése

A fentebb leírt nehézségeknek köszönhetően az új autók piaca jelentős kínálati problémákkal küszködött, jelentősen nőtték a várakozási idők, több millióval kevesebb autót gyártottak, mint amire kereslet lett volna, így ennek köszönhetően az új autók iránti kereslet egy része átcsapódott a használt autók piacára.

Ez olyan szinteket is elért, hogy a két év körüli autók egyes hírportálok szerint a hazai és közép-európai piacokon gyakorlatilag elérték ugyanazt az árszintet. (Portfolio.hu 2022) Kutatásomban ezt is elemezni fogom, hogy az általam használt adatbázisban megállja-e a helyét ez az állítás.

3. fejezet

Adatok bemutatása

3.1. Adatok forrása

Az adatok forrása mindegyik megfigyelési időpontban a Használtautó.hu nevű internetes autó hirdetési portál. Innen minden megfigyelési időpontra nagyjából 60-90 ezer autó adata állt rendelkezésre, azonban ezen több ezer autó adatai változó minőségűek, több elírás, rosszul kitöltött és hiányos adat, vagy scrapelési hiba is megtalálható benne. Emiatt fontos az adatok megfelelően alapos szűrése, mely jelentősen csökkentette a megfigyelések számát, körülbelül 50-70 ezer közöttire.

3.2. Adatok szűrése, tisztítása

Első lépésként a 23 változó közül kiválasztottam azokat, amelyek megfelelő mennyiségű adattal rendelkeztek, és magyarázóerővel rendelkezhetnek az autó árával kapcsolatban. Végül a kor, teljesítmény, szállítható személyek száma, saját tömeg és a kilométeróra állásának logaritmus-mennyiségi, illetve az autó kivitele, hajtás típusa, állapota, üzemanyagtípusa illetve márka minőségi változókat választottam ki.

Az adatokat több változó alapján is szűrtem, tisztítottam, annak érdekében, hogy az adatsor jól használható legyen. Csak azon autómárkák autóit vettem be, amelyeknek minden időszakban rendelkeznek megfigyeléssel, és a teljes adatsorban minimum 500 megfigyelésük van. Ez több, mint 180 márkát lecsökkentette 36 darabra, miközben a megfigyelések közül nem szűrt ki sokat.

Ezen felül kiszűrtem a gépjárművek vételár szerinti első és utolsó 5-5 percentilisét, mivel az elemzésem során a használtautó piac átlagfogyasztói számára reprezentatív adatpontjait elemzem, és ezek az autók vagy nagyon prémium kategóriások, vagy tragacsok. Továbbá a

teljesítmény változó teljesítmény legalsó és legfelső 0,1%-át illetve a kilométeróra változó 99. percentilisénel nagyobb értékű autókat. (A megadott intervallumokban gyakori adathibák miatt) Ezen felül a 100 km-nél kevesebbet megtett autókra (ezeket új autóknak tekintem, így a kutatás első részének nem részei), új autó dummy változót állítottam be, és kivettem a hedonikus ár-index adataiból. Továbbá a veterán autókat is kiszűrtem, ezt a Magyar Autóklub Oldtimer autó definíciója szerint 30 éves, vagy annál idősebb autókra alkalmaztam. (Autóklub 2024) Ezeken felül a különböző kategorikus változókat leegyszerűsítettem, azokat a kategóriákat amelyekben kevés megfigyelés volt (például Hot Rod, Buggy autók) kivettem az adatok közül, továbbá az üzemanyagtípusnál leegyszerűsítettem a kategóriákat dízel, benzin, elektromos és hibrid autókra. (A gázzal hajtott autókat kihagytam, mivel azokból kevés volt.)

A szűrésekhez, a lehető legtöbb adatpont megőrzése, illetve a sorrendtől függetlenség érdekében a különböző szűréseknek megfelelő adatok metszetét vettem.

3.3. Karakterisztikák kiválasztása

A hedonikus indexek előállításához szükséges a megfelelő karakterisztika vektorok meghatározása, ezt numerikus változók esetében az adott változó megfelelő kvantilisével, míg a minőségi változók esetében a módozt használtam, kivéve az autó márkáját és az adathalmazban a különböző változó szintek előfordulási gyakoriságával súlyozva adtam meg. Amiatt használtam ezt a módszert a módoz helyett, mivel így a minőségi változók szintjeinek változását részletesebben tudtam megfogni. Illetve a súlyozással kiküszöbölöm azt, hogy van két hasonló gyakoriságú, de jelentősen más együtthatójú szint, amelyek időszakonként váltják egymást, és így pontatlan hedonikus indexekhez vezetnek.

Így például, ha a teljes adathalmaz 5 elemű lenne, és két márka között 3-2 arányban oszlanának el az adatok akkor az első márka együtthatója $3/5$ -öd, míg a második $2/5$ -öd súlyt kapna.

A teljes adathalmazon kívül még két további karakterisztika vektort készítettem, ezek az első és utolsó kvartilis adatait tartalmazzák. Ezek célja az adatsor alacsonyabb, illetve magasabb kategóriájú autóinak árváltozásának külön megfigyelése, mivel lehet, hogy ezek máshogyan változtak. Mennyiségi változó esetében a megfelelő kvartiliseket használtam, míg a minőségi változók esetében a vételár szerinti első kvartilis előtti és a harmadik kvartilis utáni adatok fentebb leírt súlyozását alkalmaztam.

3.4. Leíró statisztika

A szűréseket követően minden megfigyelési időszakban 50 és 72 ezer közötti darab adattal rendelkezik az adatbázis.

3.4.1. Mennyiségi változók

A fentebb felsorolt változók közül elsőnek a mennyiségi változók leíró statisztikáit elemzem, ezek részletesen megtekinthetők a 3.1. táblázatban.

Változó	Min	q ₁	\tilde{x}	\bar{x}	q ₃	Max	σ
Vételár	570000	1880000	3699000	5279584	7390000	21990000	4512700
log Vételár	13,3	14,4	15,1	15,1	15,8	16,9	0,9
Teljesítmény	45,0	105	131,0	144,8	165	650	64,5
Kor	0	5,0	10	10,1	15,0	29,0	6,2
Kilométeróra állás	0	80709,0	157000,0	154795,1	220000,0	432243,0	97477,8
log Km.óra állás	0	11,3	12,0	11,0	12,3	13,0	3,0
Saját tömeg	1200	1740	1925	1970	2150	3500	347,8
Szállítható. szem. száma	2	5	5	5,1	5	9	0,7

3.1. táblázat. Teljes szűrt (új autókkal) numerikus változóinak leíró statisztikái

A vételár változót logaritmizáltam, hasonlóan Griliches 1971-es kutatásához. Mivel az így kapott log-lin modellek együtthatóit százalékos változásként tudjuk értelmezni szemben a lin-lin modell forintos változásával. A százalékos változás mellett amiatt is érdemes volt a változót logaritmizálni, mivel az adatbázisban a vételár változó eloszlása lognormális volt (Függelék A.1. ábrája). A megtett kilométerek változót is hasonló eloszlási okból logaritmizáltam.

3.4.2. Minőségi változók

A mennyiségi változók után a minőségi változók leíró statisztikáit elemzem, itt a főbb változók a márka, üzemanyag és állapot. Az összes kategorikus változó időszakonkénti darabszámát a A.2. táblázaton tekinthetjük meg. A márka változó pár szintje az egyéb kategóriában lett aggregálva a helytakarékoság érdekében azonban a regressziókban ezek külön-külön vannak.

A márkával kezdve a 3.2. táblázatban láthatjuk, hogy hogyan változik a megfigyelési időszakok között a márkák darabszáma, a méret miatt aggregáltam a leggyakoribb márkákon kívül a többi.

Ahogy azt a táblázatban láthatjuk, a leggyakrabban előforduló márka a Volkswagen, míg a második és harmadik helyekért a BMW, Ford és Opel márkák versenyeznek. A kategorikus

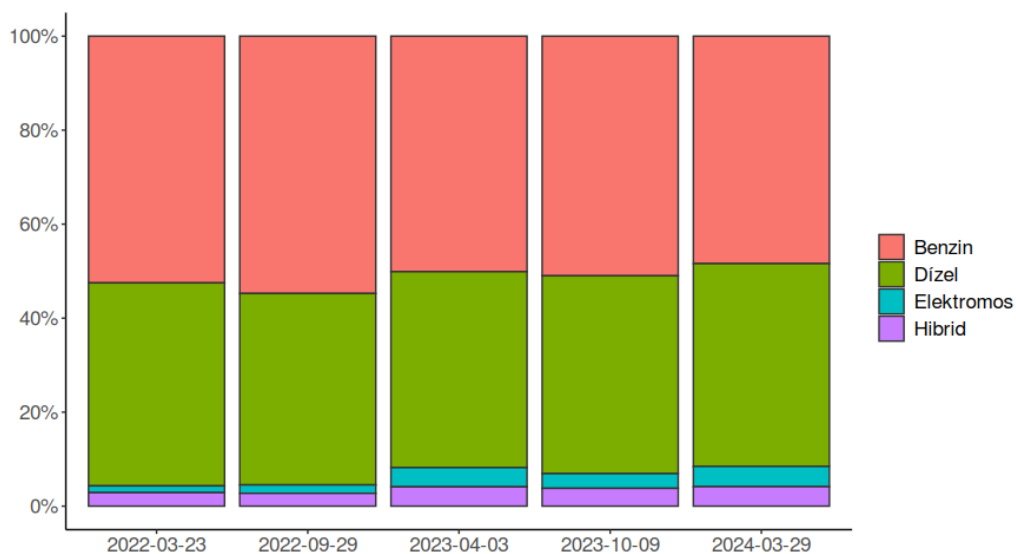
3. Adatok bemutatása

Márka	2022-03-23	2022-09-29	2023-04-03	2023-10-09	2024-03-29
Audi	3287	3244	3980	4008	4339
BMW	4575	4556	5496	5207	5973
Ford	3987	5156	6043	5867	5964
Mercedes-Benz	3629	3641	4308	4127	4897
Opel	4367	5174	5658	5859	5904
Skoda	2150	2732	3427	3556	3513
Toyota	2530	2719	3826	3809	3757
Volkswagen	4879	5424	6544	6996	7167
Egyéb	21748	24947	30075	29637	30203

3.2. táblázat. Márkák gyakoriságai a különböző időpontokban (darab)

változók súlyozását a móduszuk vétele helyett főleg a márka miatt alkalmaztam, mivel a márka egy erősen meghatározó tényezője lehet egy autónak, és a módusz esetében kevésbé pontos képet kaptunk volna.

Az üzemanyag változóval folytatva, a 3.1. ábrán láthatjuk, hogy egyértelműen a benzin és dízel a két legnépszerűbb üzemanyagtípus, azonban az elektromos és hibrid autók aránya nőtt a megfigyelt időszak alatt.



3.1. ábra. Üzemanyag változó eloszlása, saját szerkesztés

4. fejezet

Módszertan

4.1. Általános bemutatás

Dolgozatomban az árak változásának elemzésére hedonikus árindexeket fogok használni, hasonlóan Griliches 1971-es írásához, amelyben új autók árait elemezte. Azokkal a különbségekkel, hogy az általam elemzett adatsorban használt autók adatai találhatóak és lineáris regresszió helyett kvantilis regressziót használok, hogy pontosabb képet lehessen kapni az adat kvartiliseinek változásairól is, hiszen a különböző árkategóriájú autóvásárlók lehetséges, hogy a gépjárművek különböző tulajdonságait más súllyal értékelik. Például egy olcsóbb autónál a vevők valószínűsíthető, hogy kevesebb pénzt lennének hajlandóak adni egy automata autóért egy manuálshoz képest, mint a tehetősebb vásárlók.

4.2. Hedonikus index

A hedonikus árindexet először Andrew Court használta 1939-ben (Court 1939), azonban ebben az időszakban még nem vált népszerű módszertanná. Az igazi népszerűségét Zvi Griliches 60-as években kezdődő munkásságának köszönheti, amikor is mind a munkapiacot és egyes termékeket is, így például autókat (Griliches 1971), munkaerőt (Griliches 1969), vagy az 1990-es évek számítógépeit (Berndt, Griliches és Rappaport 1995) elemezte hedonikus függvény és árindex segítségével. (Triplett 2007)

Emellett mások is használták a módszertant egyéb termékek árváltozásainak magyarázására, már az 1960-as években sokféle felhasználása volt, ingatlanoktól kezdve, hűtőkön át traktorokig sok terméken alkalmazták. (Griliches 1967)

4.2.1. Hedonikus függvény

A hedonikus függvény, és így a hedonikus árindex alapja az a feltételezés, hogy a termékek árait a különböző tulajdonságaik árának összegére fel lehet bontani. Emögött az a mikroökonomiai gondolat, hogy minden fogyasztónak létezik egy saját hasznosságfüggvénye, amely az adott termék tulajdonságainak valamilyen függvénye, és ezek alapján tudunk készíteni egy implicit ár készletet, amely segítségével a termék árát ki tudjuk számolni. (Rosen 1974)

Ezt általánosítva a következőképp tudjuk felírni:

$$P_t(\underline{z}_t) = F_t(z_{t,0}, z_{t,1}, \dots, z_{t,n}) \quad (4.1)$$

Ahol a t időpontban P_t a z_t tulajdonságvektorral rendelkező termék, és F_t a t időszaki hedonikus függvény. A releváns tulajdonságok kiválasztása után ezeknek az árra való hatását kell megbecsülnünk, ezt Griliches 1971 lineáris regresszióval tette, azonban ez nem kötött, bármilyen más függvényt felírhatunk, például használhatunk hedonikus függvény becslésére gradient boosted trees-t (Hjort és tsai. 2022, norvég ingatlan tranzakciós adatokra), vagy kvantilis regresszió (Zietz, Zietz és Sirmans 2007, amerikai ingatlan hirdetési adatokra).

A kutatásomban a hedonikus függvényt kvantilis regresszióval fogom becsülni, az a hipotézisem miatt, hogy a különböző árszegmensek az autók tulajdonságait másképp árazzák, mely azért történhet, mivel a különböző árkategóriák vásárlói más-más keretekkel rendelkeznek és máshogyan árazzák a különböző karakterisztikákat (Zietz, Zietz és Sirmans 2007). Így a következő lesz a hedonikus függvényem:

$$\ln p_{t,q} = \alpha_{t,q} + \underline{\beta}_{t,q}^T \cdot \underline{z}_t + \varepsilon_t \quad (4.2)$$

Ahol t az időpontot, q a kvantilis regresszió kvantilisét, α a konstans és $\underline{\beta}$ a regressziós együtthatókat, illetve ε a hibtagot jelöli.

4.2.2. Hedonikus ár- és minőségindex

Az előző szekcióban leírt hedonikus függvények segítségével ki tudjuk számolni a hedonikus ár- és minőségindexeket. Ezeket a tradicionális indexekhez hasonlóan kell előállítani, azzal a különbséggel, hogy mivel nem ismerjük a pontos árakat, így azt a hedonikus függvénnyel becsüljük.

Ezt azért kell megtennünk, mivel a használt autók piaca heterogén, minden eladásra szánt autó különbözik egymástól, illetve nem tudjuk ugyanolyan autóknak a tranzakcióit megfigyelni

a különböző megfigyelési időpontokban. Így ugyanolyan tulajdonságú autókat becslünk.

A hedonikus árindexet 0 és T időszak között a következőképp írhatjuk fel:

$$HPI(0, T) = \frac{\widehat{P}_T(z_t)}{\widehat{P}_0(z_t)} \quad (4.3)$$

Míg a hedonikus minőségindexet 0 és T időszak között a következőképp:

$$HQI(0, T) = \frac{\widehat{P}_t(z_T)}{\widehat{P}_t(z_0)} \quad (4.4)$$

Ahol t a tetszőleges időszak, attól függően, hogy Laspeyres- (bázis időszaki súlyozású, $t = 0$) vagy Paasche-index (tárgy időszaki súlyozású, $t = T$). Ezek mellett a Fisher-indexet is használok majd dolgozatomban, mivel annak nincs torzítása, ellenben a bázis és tárgy indexekkel, melyeknek le- illetve felfele torzítanak. Kiszámításához a Paasche- illetve Laspeyres-indexekre van szükségünk, melyek mértani átlagát vesszük. (Fisher 1921) A hedonikus árindexre ez a következőképp néz ki:

$$HPI_F = \sqrt{HPI_B \cdot HPI_T} \quad (4.5)$$

4.3. Lineáris regresszió

A lineáris regresszió (OLS) egy olyan módszertan, mely segítségével egy előre megadott lineáris függvény együtthatóit tudjuk megbecsülni. A következő lineáris egyenletrendszer β együttható vektorát becsüljük meg.

$$\underline{Y} = \underline{\beta} \cdot \underline{X} \quad (4.6)$$

Ezt a regresszió hibafüggvényének minimalizálásával tudjuk elérni. Ez a sum of squared residuals (SSR, maradéktanok négyzetének összege) hibafüggvény. (Wooldridge 2019)

$$\min_{b_0, b_1, \dots, b_k} \sum_i^n \left(y_i - \sum_{j=0}^k b_j x_{j,i} \right)^2 \quad (4.7)$$

4.4. Kvantilis regresszió

A kvantilis regresszió hasonló a lineáris regresszióhoz, azzal a különbséggel, hogy más a hibafüggvénye, illetve ennek köszönhetően nem csak az átlagra, hanem a kvantilisekre is tudunk együttható becslést számolni. Ez amiatt fontos, mivel a kutatás egyik hipotézise az, hogy a használatú piacon több, mint egy különböző fogyasztó van. Míg az OLS regresszió veszteségfüggvénye a már ismert sum of squared residuals-t (maradéktagok négyzetének összege) minimalizálja. (Wooldridge 2019) Addig a kvantilis regresszió a súlyozott least absolute deviation veszteségfüggvényt használja. Ennek előnye, hogy a hibák négyzete helyett az abszolútértékük vétele miatt kevésbé érzékeny a kiugró értékekre, illetve a megfigyelések megfelelő súlyozásával nem csak a mediánra, hanem bármelyik kvantilisre tudunk együtthatókat becsülni. A LAD (abszolút eltérés) veszteségfüggvény a következőképp írhatjuk fel:

$$\min_{b_0, b_1, \dots, b_k} \sum_i^n h_i \left| y_i - \sum_{j=0}^k b_j x_{j,i} \right| \quad (4.8)$$

Ahol

$$h_i = \begin{cases} 2q & y_i - \hat{y}_i > 0 \\ 2 - 2q & y_i - \hat{y}_i \leq 0 \end{cases} \quad (4.9)$$

És q ($0 \leq q \leq 1$) a becsült kvartilist jelöli. (Koenker 2005) A h_i tagja a veszteségfüggvénynek a jobb és baloldali (pozitív és negatív előjelű) hibáknak különböző súlyozásával éri el a kvantilis becslését. Például a medián (0,5-ös kvantilis) esetén a hibák súlyozása szimmetrikus, az alul- és felülbecsült értékeket ugyanannyira büntetjük. Azonban például egy $q = 0,2$ esetben, míg a felülbecsléseket 0,4-szeresen ($2q$), az alulbecsléseket $2q - 2$, azaz 1,6-szorosan büntetjük, így a kisebb értékekre pontosabb becslést adó együtthatókat kapunk a veszteségfüggvény minimalizálása után. (Zietz, Zietz és Sirmans 2007)

Dolgozatomban a kvantilis regressziók együtthatóinak becslésére az R programcsomag (R Core Team 2024) *quantreg* (Koenker 2023) nevű csomagját használtam.

5. fejezet

Eredmények

5.1. Hedonikus árindex eredményei

Az együttthatók becslése és a karakterisztika vektorok kiszámítása után regressziós együttthatók, illetve a karakterisztika vektorok segítségével kiszámolhatóak a tárgy- és bázisidőszaki hedonikus ár- és minőségindexek. Ezek segítségével kiszámolhatjuk ezek Fisher indexét is.

Az indexek változását a medián árváltozással is összehasonlíthatjuk, amennyiben szorozzuk a tárgyidőszaki ár és bázisidőszaki minőség indexeket, megkapjuk a modell szerinti teljes árváltozást, ezt a következő levezetés mutatja.

$$HPI(0, T)_T \cdot HQI(0, T)_0 = \frac{\hat{P}_T(z_T)}{\hat{P}_0(z_T)} \cdot \frac{\hat{P}_0(z_T)}{\hat{P}_0(z_0)} = \frac{\hat{P}_T(z_T)}{\hat{P}_0(z_0)} \quad (5.1)$$

5.1.1. Referencia modell

Annak érdekében, hogy a kvantilis modelleket össze tudjuk hasonlítani, elkészítettem az átlag hedonikus indexeit is, amely együttthatóit lineáris regresszióval becsültem. Ennek eredményeit a 5.1. táblázatban láthatjuk.

Az adatokat megnézve, láthatjuk, hogy az átlagár indexét (első időszak a bázis), jól követi a 5.1. levezetéssel indokolt Paasche ár és Laspeyres minőségindex szorzata.

	2022-03-23	2022-09-29	2023-04-03	2023-10-09	2024-03-29
Átlagár i.	100	114.03	126.69	123.65	128.64
modell i.	100	113.46	125.74	123.13	128.64
HPI_F	100	109.13	119.55	117.52	123.80
HQI_F	100	104.43	105.55	105.08	103.92
HPI_T	100	108.95	119.76	117.71	124.35
HQI_T	100	104.71	106.12	105.55	104.38
HPI_B	100	109.31	119.33	117.32	123.25
HQI_B	100	104.14	104.99	104.60	103.45

5.1. táblázat. Átlagár változása és referenciamodell indexei

A két indexet külön-külön nézve látható, hogy az átlagár index növekedésének nagy részét az árindex adja, a minőségindex a változás kisebb részét adja. A HPI esetében 2023 tavaszi időszakig volt erős növekedés, a Fisher HPI -t nézve az egy év alatt 19,55%-ot nőtt, majd ezután az index értéke nem változott sokat, az addigiakhoz képest.

Továbbá HQI esetében 2022 tavasza és ősze között történt egy kisebb minőségbeli javulás, az első két időszak között volt egy a Fisher HQI -t nézve 4,43%-os féléves növekedés, mely után a minőségindex értéke nem változott sokat. Ezt a változást lehetséges, hogy a megnövekedett gépjármű árak miatt meghirdetett fiatalabb, az addig eladásra szántaknál jobb felszereltségű, és tulajdonságú autók okozták.

Ezt a hipotézist a következő szekcióban meg is vizsgálom, amikor az 5 évnél fiatalabb, illetve az adatbázisban található általam újnak definiált (a weboldalon nincs opció hivatalosan is új autók hirdetésére, így a tulajdonságok alapján lehet meghatározni, mely gépjárműveket tekintjük újnak) autók árváltozásait, és árait fogom elemezni, összehasonlítani. Emellett az alsó- és felsőkategóriás autók árváltozását is elemezni fogom a következő szekcióban, mivel a két kategória ár- vagy minőségváltozása más lehet, mint a teljes adathalmaz változásai.

5.1.2. Kvartilisek árváltozása

A referencia modell után a kvantilis regressziós modellt készítettem el, ez a módszertanban már leírt specifikáció alapján készült el. A hedonikus indexek kvartilisekre elkészítése előtt Wald-F teszttel vizsgáltam mind azt, hogy a regressziók együtthatói között együttesen és külön-külön vannak-e különbségek, annak érdekében, hogy képet kaphassunk arról, hogy melyek azok a karakterisztikák, amelyek árai változnak a különböző kvartilisek között.

A tesztek eredménye minden időszakra az, hogy a kvartilisek együtthatói között statisztikailag szignifikáns eltérések vannak (p -értékek < 0.001). Így az a hipotézisem, hogy a különböző

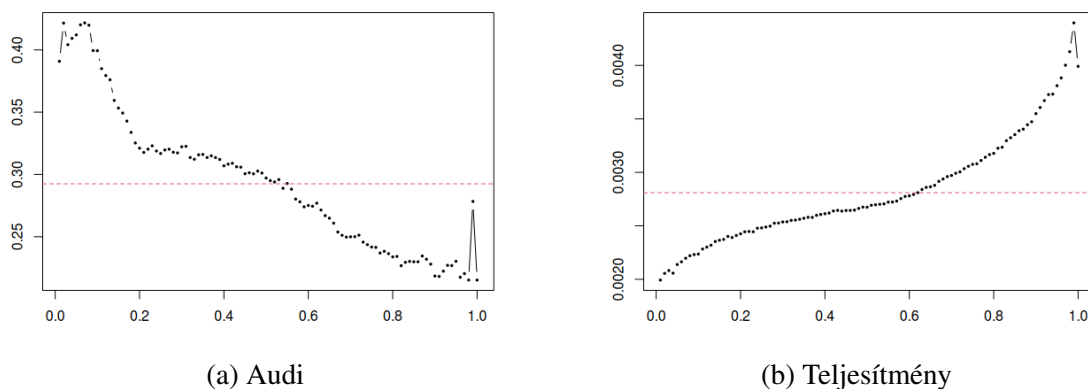
árkategóriák vásárlói más-más árat hajlandóak fizetni egyes tulajdonságokért az általam vizsgált adatokon belül beigazolódott.

A változónkénti tesztek esetében az eredményeiket a A.5. táblázatban láthatjuk. A fontosabb eredményei azok, hogy az autó kora, megtett kilométerek, illetve a normál állapot, Audi és BMW márkák változói minden időszakban változnak kvantilisenként. Így ezen változók esetében van statisztikailag kimutatható különbség az árkategóriák vásárlóinak preferenciái között.

A teljesítmény illetve az Audi márka együtthatóinak változását a 5.1. ábra két grafikonján láthatjuk. Itt az Y tengely az együttható értékét, míg az X tengely a kvantilist mutatja. Az együtthatók az első időszaki adatokra vannak megadva, a többi időszaki grafikonok is hasonló formájúak, csak el vannak tolva és más az intervallumuk.

Míg az Audi esetében (a BMW-nél is) az együttható értéke csökken ahogyan egyre magasabb kvantilisekben becsüljük meg az értékét. Azaz egyre kisebb hozzájárulása van az adott márkának az autó árához, a fogyasztók egyre kisebb százalékos árnövelést hajlandóak érte adni a referencia (Alfa Romeo) márkához képest.

Ezzel szemben a teljesítmény változónál ennek a fordítottját figyelhetjük meg. Míg az olcsóbb autók vásárlói megközelítőleg $\sim e^{0.0025} \approx 0,25\%$ -os árnövekedést fogadnak el egy 1-el több lóerővel rendelkező autóért (ceteris paribus), addig a magasabb árkategóriáknál $\sim e^{0.0032} \approx 0.32\%$ -os árnövekedést is hajlandóak a fentebb említett árváltozásért elfogadni, így mondhatjuk, hogy a felsőbb árkategóriákban autót vásárló fogyasztók számára fontosabb az autójuk teljesítménye.

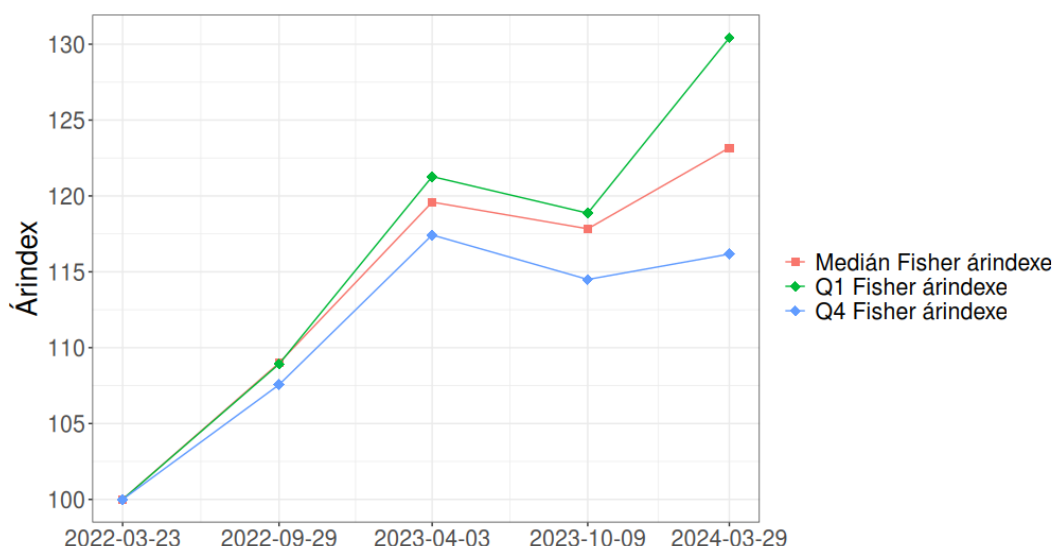


5.1. ábra. Változók együtthatóinak kvantilisenkénti változása, saját szerk.

Az előzőekkel ellentétben, az autó tömege, szállítható személyek száma, illetve az autó hajtástípusainak együtthatói között nem mutatható ki statisztikailag szignifikáns különbség, azaz az autó árát ugyanolyan százalékkal változtatják ezek a tulajdonságok, függetlenül attól, hogy

melyik kvartilisben nézzük azt. Így ezeket a tulajdonságokat olyanak mondhatjuk, melyek százalékosan ugyanannyit érnek a különböző kvantilisek autó vásárlóinak.

Az együtthatók változásainak elemzése után a három kvartilis ár- és minőségindexek értékeit számoltam ki. Ennek eredményeit a 5.2. táblázat, illetve a 5.2. ábrán láthatjuk. A táblázatban a helytakarékosság érdekében csak a Fisher-indexeket, és azok szorzatát tüntettem fel, a maradék értékeket a függelék A.4. táblázatában tekinthetjük meg.



5.2. ábra. Kvantilisek hedonikus árindexei, saját szerk.

	2022-03-23	2022-09-29	2023-04-03	2023-10-09	2024-03-29
Megf. medián	100,00	119,24	138,13	136,59	140,05
Med. Index	100,00	120,99	135,24	130,60	141,76
Med. HPI_F	100,00	108,87	119,90	118,23	124,10
Med. HQI_F	100,00	111,13	112,79	110,46	114,23
Q1 Index	100,00	110,37	126,84	123,10	135,33
Q1 HPI_F	100,00	108,92	121,28	118,86	130,42
Q1 HQI_F	100,00	101,33	104,59	103,56	103,77
Q4 Index	100,00	116,23	129,55	120,61	130,77
Q4 HPI_F	100,00	107,56	117,43	114,50	116,17
Q4 HQI_F	100,00	108,06	110,33	105,34	112,56

5.2. táblázat. Kvantilisek hedonikus indexek értékei (Fisher)

A két kvartilis és medián indexeit nézve láthatjuk, hogy a teljes változást nézve, a medián indexé a legnagyobb, azonban ennek egy részét a minőségindex első és második időszak közötti növekedése adta, így az árindex 2022 tavaszától 2023 tavaszáig 19,90%-kal emelkedett, majd ez utáni évben már kevésbé változott (2023-2024-es változása 3,50% volt).

Ezzel szemben az első kvartilis árváltozásának csupán egy kisebb részét tette ki a minőségindex növekedése, mely első megfigyelt évben 4,59%-kal nőtt (jelentősen a medián minőségindexe alatti érték), majd a második év alatt 0,78%-kal csökkent. Ezzel szembe állítható az árindex változása, amely magasabb volt mind a medián, mind a negyedik kvartilis értékeinél. Ez főleg a második év során jelentősen magasabb, amikor a Q1 HPI-je 7,54%-kal nőtt, míg a medián és Q4 a már említett 3,50%-kal, illetve -1.07% -kal változtak.

Vagyis az adatok alapján kijelenthetjük, hogy a két év alatt, a minőségi változásokat kiszűrve, az alacsony kategóriájú autók ára emelkedett a legjobban, míg a legkevésbé a harmadik kvartilis autói drágultak. Ezt a hatást több minden is okozhatta, például az, hogy a magyarországi gazdasági helyzet romlása miatt, az autók kereslete valamennyire eltolódott az alacsonyabb kategóriás autók felé, mivel az emberek ezeket az autókat engedhetik meg maguknak, ez a hatás az alacsonyabb árú gépjárművek keresletét és így az árát is növeli, míg a drágábbak ára az alacsonyabb kereslet miatt nem tudott ugyanolyan mértékben nőni.

5.2. Fiatal autók árváltozása

A következő szekcióban a fiatal autók árváltozását fogom elemezni, ehhez először két definíciót kell bevezetni, az első a fiatal autó, míg a második az új autó, a második fogalmat kutatásomban autókat úgy definiáltam, hogy minden olyan 5 évnél nem idősebb autó, amely kevesebb, mint 100 kilométert tett meg. Erre amiatt volt szükség, mivel a hirdetésekben nem elérhető, hogy melyik autók újak, és melyikiek nem. Míg a fiatal gépjárműveket úgy definiáltam, hogy minden olyan meghirdetett automobil, amely kevesebb, mint 5 éves, de nem új.

A téma alapja az az anekdota, hogy olyan szinten megemelkedtek a pár éves használt autó árak, hogy azokat már az eredeti vételár környékén el lehetett adni a használtpiacon. Ennek ellenőrzésére a már használt kvantilis regressziót fogom használni, melyet az előző szekcióban használt modellspecifikációval (a többi változó hatására kontrollálás érdekében) futtatok, azzal az egy különbséggel, hogy az 5 évesnél fiatalabb gépjárművekre szűkíttem az adatokat, illetve egy új autó dummy változót is belerakok az egyenletbe. Amennyiben ennek az együtthatója statisztikailag, illetve gazdaságilag szignifikánsan pozitív, a hipotézisem megcáfoltnak tekintem.

A regressziók elvégzése után az eredmények értelmezéséhez, és így viszonyítási alapnak az új autók együtthatói mellé a kor és megtett kilométer változókat is láthatjuk a 5.3. táblázatban.

Változó	Kvantilis	2022-03	2022-09	2023-04	2023-10	2024-03
Új	Q1	-0,4290	-0,6317	-0,3339	-0,3931	-0,3917
Új	Med.	-0,4550	-0,7063	-0,3781	-0,5473	-0,4042
Új	Q4	-0,5091	-0,7657	-0,3754	-0,6262	-0,4306
log Kmóraállás	Q1	-0,0551	-0,0852	-0,0521	-0,0626	-0,0586
log Kmóraállás	Med.	-0,0617	-0,0983	-0,0577	-0,0822	-0,0627
log Kmóraállás	Q4	-0,0708	-0,1069	-0,0582	-0,0940	-0,0670
Kor	Q1	-0,0998	-0,0871	-0,0872	-0,0776	-0,0872
Kor	Med.	-0,0955	-0,0841	-0,0850	-0,0710	-0,0820
Kor	Q4	-0,0933	-0,0843	-0,0861	-0,0699	-0,0790

Mindegyik együtttható p-értéke < 0,001

5.3. táblázat. 5 évnél fiatalabb autók regresszióinak együttthatói

Ahogy az a táblázatban láthatuk, minden időszakban és kvartilisben negatív az új autók dummyja, azaz ceteris paribus az új autók kevesebbet érnének, azonban ez a dolgot az új autók definíciója miatt nem így van. (Mivel az új autókat a megtett kilométerek alapján határoztuk meg, melyik autók újak)

Azonban azt meg tudjuk vizsgálni, hogy a kor és a megtett kilométerek milyen kombinációjának együttthatója egyezik meg az új autókéval. Azaz két, a táblázatban szereplő változón kívül megegyező tulajdonságokkal rendelkező autók ára mikor egyezik meg, amennyiben az egyik egy 4 kilométert (új autóknál a medián) megtett 0 éves új autóké, míg a másik egy használt autóké. Akkor feltéve, hogy a használt autók 2 évesek, és a medián együttthatóival számolunk, akkor az időszaktól függően egy 136-898km közötti számot kapunk. A pontos számokat a A.1. táblázatban tudjuk megtekinteni. De minden időszakban jelentősen a Bosch 2014-es kutatása szerinti éves nagyságból 12-16 ezer kilométer (Bosch 2014) alatti értéket kapunk.

Így a számok alapján nem mondható, hogy a megfigyelt időszakok bármelyikében el lehetett adni egy használt autót olyan áron, mint egy újat, azaz a használtautópiacot bár erősen érintette a chip hiány és egyéb ellátásiláncbeli problémák, a használt autók árai az újakénál alacsonyabban maradtak. Azonban az mondható, hogy az adathalmazban nem mutatható ki az új autók árpremiuma.

Ezt két dolog is okozhatta, az első az az, hogy a megfigyelt időszakban akkora volt a kereslet a használtautókra, hogy az megemelte az árakat. A második lehetőség az az, hogy a fogyasztók számára nem jelent többlethasználtságot a teljesen új gépjárművek vásárlása. A keveset használtak gyakorlatilag ugyanolyan hasznosak nekik. Én a másodikat tartom valószínűbbnek, mivel az enyhén használt autók, azon kívül, hogy valamivel kevesebb maradt már a garanciájukból, nincs érezhetően nagy különbség véleményem szerint.

6. fejezet

Összefoglalás

Dolgozatom eredményeit két részre lehet osztani, ezek a 2022-2024 tavaszai közötti hedonikus árindexek és az ezekhez szükséges kvantilis regressziók, illetve a fiatal és új autók tulajdonságainak összehasonlításai.

6.1. Hedonikus ár- és minőségindexek

A hedonikus árindexek eredményei alapján látható, hogy az alacsonyabb kategóriájú autók áremelkedése volt a legjelentősebb, a mediánnál ehhez hasonló, de valamivel alacsonyabb, míg a felsőkategóriás autóké volt a legalacsonyabb. Ezzel szemben a nyers árváltozásnál a középkategória autói drágultak a legnagyobb mértékben. Ezt a hatást a jelentős minőségbeni javulásnak köszönhetjük, mely a felsőkategória javulását is felülmúlta. Ezzel szemben az alsó kategória minőségindexe minimális javulást mutatott.

6.2. Kvantilis regressziók eredményei

Ahogy az eredmények szekcióban olvashattunk, a dolgozatom fő eredményei, azok, hogy a felhasznált adatokon belül a különböző árkategóriák vásárlói az autók egyes tulajdonságait, más-más mennyiségben értékelnek. Ilyen karakterisztikák egyes márkák (BMW, Audi), illetve a gépjárművek kora, teljesítménye illetve kilométeróra állása, míg más változóknál nem mutatható ki statisztikailag szignifikáns különbség, ezek közé tartoznak az autó tömege, szállítható személyek száma és hajtástípusa. Így ezeket a különböző kategóriák fogyasztói százalékosan ugyanannyira értékelik. Azaz a használt autók fogyasztói nem homogének.

6.3. Új és fiatal autók árainak tulajdonságai

Az új és fiatal autók alhalmazánál azt figyelhettük meg, hogy az új autók árai hasonlóak egy enyhén használt autóéval, vagyis az adatokban nem mutatható ki új autó prémium. Így a hipotézis, hogy a használt autó árak elérték az újakét köszönhetően a lecsökkent kínálatnak nem bizonyult igaznak.

6.4. Limitációk

A kutatásomnak több limitációja is van, ezeket a következő pár bekezdésben taglalom. Illetve a témában több altéma is van, melyeket külön kutatásban érdemes lehet megvizsgálni, főleg akkor, amennyiben a chip hiány időszakára is pontos adatokat tudunk szerezni.

A fő limitáció a felhasznált adatbázis, amely több szempontból is limitálta a kutatást. Mivel nem tranzakciókat tartalmaz, hanem csak hirdetéseket, így lehetséges, hogy egyes autók nem a tényleges piaci árakon voltak meghirdetve, amely a torzíthatja a becsléseket. Ez valamennyire orvosolható azzal, ha a hirdetések teljes életét végigkövetjük (első feltöltéstől levételig), amikor feltételezhetjük, hogy az adott autót megvették. (Kivéve, ha a platformnak van valamilyen hirdetéstörlési policy-ja, amely esetben ezzel korrigálnunk kell) Ez megvalósítható, azonban jelentősen több erőforrást igényel a féléves snapshotok készítésénél. Erre a módszerre példa is, lásd Granát és Vékás 2022.

Emellett az adatok nem reprezentatívak a magyar autópiacra, így csak azon belüli és nem a teljes piac árváltozásairól tudunk következtetéseket levonni. Továbbá az adatokban sok a hiány, mely akár torzítást is okozhat a portál összes hirdetéséhez képest is (például, ha az olcsóbb autók információit hiányosabban töltik ki).

Ezek mellett későbbi kutatásokban érdemes lehet magasabb gyakoriságú adatokat használni, mivel azokkal pontosabb képet tudunk a használtautópiacról kapni.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet Zupkó Balázs Péternek a 2022 március és 2023 április közötti használatú adatokért.

Irodalomjegyzék

- Statista (2024). *Estimated worldwide motor vehicle production from 2000 to 2023(in million vehicles)*. <https://www.statista.com/statistics/262747/worldwide-automobile-production-since-2000/>. [Accessed 12-04-2024].
- Ghebreyesus, Tedros Adhanom (2020). *WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020* — *who.int*. <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>. [Accessed 11-04-2024].
- Frieske, Benjamin és Sylvia Stieler (2022. okt.). „The “Semiconductor Crisis” as a Result of the COVID-19 Pandemic and Impacts on the Automotive Industry and Its Supply Chains”. *World Electric Vehicle Journal* 13.10, 189. old. ISSN: 2032-6653. DOI: 10.3390/wevj13100189. URL: <http://dx.doi.org/10.3390/wevj13100189>.
- Times, Financial (2021). *Chip shortage shows the pitfalls of ‘just in time’*. URL: <https://www.ft.com/content/8fd09156-434c-45c6-8d26-3765b98f1980>.
- Naughton, Keith (2020). *Ford's three shutdowns in two days signal bumpy factory restart*. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-05-20/ford-s-three-shutdowns-in-two-days-signal-bumpy-factory-restart>.
- Isidore, Chris (2021). *GM shutting down production at most of its plants in North America | CNN business*. URL: <https://edition.cnn.com/2021/09/03/business/gm-plant-closings-chip-shortage/index.html>.
- Ewing, Jack és Neal E. Boudette (2021). *A Tiny Part's big ripple: Global chip shortage hobbles the auto industry*. URL: <https://www.nytimes.com/2021/04/23/business/auto-semiconductors-general-motors-mercedes.html>.
- Santora, Shashank Bengali és Marc (2022). *Russia attacks Ukraine: Ukrainian officials report missile attacks in Kyiv (published 2022)*. URL: <https://www.nytimes.com/live/2022/02/24/world/russia-attacks-ukraine>.

- News, Automotive (2022). *How the war in Ukraine is impacting the auto industry* | *Automotive News*. URL: <https://www.autonews.com/manufacturing/how-war-ukraine-impacting-auto-industry>.
- Irwin, John (2022). *The latest numbers on the microchip shortage: Recession would ease crisis*. <https://www.autonews.com/manufacturing/latest-numbers-automotive-microchip-shortage-77>. [Accessed 12-04-2024].
- Chappel, Lindsay (2023). *The latest numbers on the microchip shortage: Pressure eases*. <https://www.autonews.com/manufacturing/latest-numbers-automotive-microchip-shortage-115>. [Accessed 12-04-2024].
- Portfolio.hu (2022). *Töretlenül drágulnak a HASZNÁLT autók Magyarországon*. URL: <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20220325/toretlenül-dragulnak-a-hasznalt-autok-magyarorszagon-535505>.
- Autóklub, Magyar (2024). *Oldtimer*. <https://www.autoklub.hu/oldtimer/>. [Accessed 08-04-2024].
- Griliches, Zvi (1971). „3. Hedonic Price Indexes for Automobiles: An Econometric Analysis of Quality Change”. *Price Indexes and Quality Change, Studies in New Methods of Measurement*. Szerk. Zvi Griliches. Cambridge, MA és London, England: Harvard University Press, 55–87. old. ISBN: 9780674592582. DOI: doi : 10 . 4159 / harvard . 9780674592582 . c4. URL: <https://doi.org/10.4159/harvard.9780674592582.c4>.
- Court, A.T. (1939). *Hedonic price indexes with automotive examples*.
- Griliches, Zvi (1969). „Capital-skill complementarity”. *The review of Economics and Statistics*, 465–468. old.
- Berndt, Ernst R, Zvi Griliches és Neal J Rappaport (1995). „Econometric estimates of price indexes for personal computers in the 1990’s”. *Journal of Econometrics* 68.1, 243–268. old.
- Triplett, Jack E (2007). „Zvi Griliches’ contributions to economic measurement”. *Hard-to-measure goods and services: Essays in honor of Zvi Griliches*. University of Chicago Press, 573–589. old.
- Griliches, Zvi (1967). „Hedonic price indexes revisited: Some notes on the state of the art”. *Proceedings of the American Statistical Association*, 324–332. old.
- Rosen, Sherwin (1974). „Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition”. *Journal of political economy* 82.1, 34–55. old.
- Hjort, Anders és tsai. (2022. máj.). „House price prediction with gradient boosted trees under different loss functions”. *Journal of Property Research* 39.4, 338–364. ISSN: 1466-4453.

DOI: 10.1080/09599916.2022.2070525. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/09599916.2022.2070525>.

Zietz, Joachim, Emily Norman Zietz és G. Stacy Sirmans (2007. júl.). „Determinants of House Prices: A Quantile Regression Approach”. *The Journal of Real Estate Finance and Economics* 37.4, 317–333. ISSN: 1573-045X. DOI: 10.1007/s11146-007-9053-7. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s11146-007-9053-7>.

Fisher, Irving (1921). „The best form of index number”. *Quarterly Publications of the American Statistical Association* 17.133, 533–551. old.

Wooldridge, Jeffrey (2019. jan.). *Introductory econometrics*. en. 7. kiad. Florence, AL: South-Western College Publishing.

Koenker, Roger (2005). *Quantile Regression*. Cambridge University Press. ISBN: 9780511754098. DOI: 10.1017/cbo9780511754098. URL: <http://dx.doi.org/10.1017/CB09780511754098>.

R Core Team (2024). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.

Koenker, Roger (2023). *quantreg: Quantile Regression*. R package version 5.97. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=quantreg>.

Bosch (2014). *Bosch-kutatás: a válság évei után ismét többet használják autóikat a magyarok — boschmediaservice.hu*. <https://www.boschmediaservice.hu/sajtokozlemeny/bosch-kutatas-a-valsag-evei-utan-ismet-tobbet-hasznaljak-autoikat-a-magyarok-197.html>. [Accessed 14-04-2024].

Granát, Marcell és Péter Vékás (2022). *Mennyi idő eladni egy használt autót? — portfolio.hu*. <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20221029/mennyi-ido-eladni-egy-hasznalt-autot-575549>. [Accessed 13-04-2024].

Ábrák jegyzéke

2.1. Éves autógyártás (teljes világ, millió autó), adatok forrása: Statista 2024, saját szerkesztés	4
3.1. Üzemanyag változó eloszlása, saját szerkesztés	8
5.1. Változók együtthatóinak kvantilisenkénti változása, saját szerk.	15
5.2. Kvantilisek hedonikus árindexei, saját szerk.	16
A.1. Vételár változó eloszlása logaritmizálás előtt és után, saját szerk.	27

Táblázatok jegyzéke

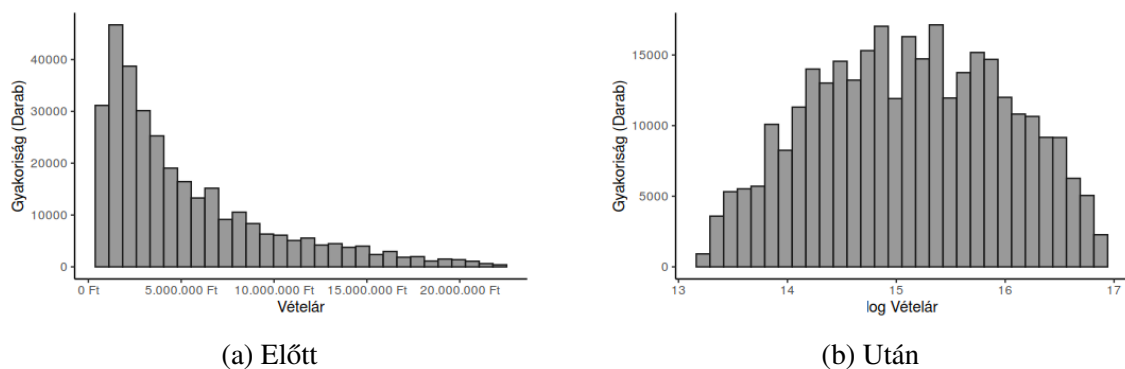
3.1. Teljes szűrt (új autókkal) numerikus változóinak leíró statisztikái	7
3.2. Márkák gyakoriságai a különböző időpontokban (darab)	8
5.1. Átlagár változása és referenciamodell indexei	14
5.2. Kvantilisek hedonikus indexek értékei (Fisher)	16
5.3. 5 évnél fiatalabb autók regresszióinak együtthatói	18
A.1. Különböző időszakok új (4 Km, 0 év) autóval megegyező árú használt autók tulajdonságai (kor, megtett Km.)	27
A.2. Kategorikus változók időszakonkénti darabszámai és arányai	29
A.3.	30
A.4. Kvantilisek és medián további indexei	30
A.5. Egyes változók szignifikanciaszintjei a különböző időpontokban	31

A. függelék

További ábrák és táblázatok

	2022-03-23	2022-09-29	2023-04-03	2023-10-09	2024-03-29
1 éves	1260,80 Km	2180,44 Km	618,63 Km	1208,87 Km	628,10 Km
2 éves	250,65 Km	898,36 Km	136,41 Km	470,45 Km	156,23 Km
3 éves	49,83 Km	370,13 Km	30,08 Km	183,08 Km	38,86 Km
4 éves	9,91 Km	152,50 Km	6,63 Km	71,25 Km	9,67 Km
5 éves	1,97 Km	62,83 Km	1,46 Km	27,73 Km	2,40 Km

A.1. táblázat. Különböző időszakok új (4 Km, 0 év) autóval megegyező árú használt autók tulajdonságai (kor, megtett Km.)



A.1. ábra. Vételár változó eloszlása logaritmizálás előtt és után, saját szerk.

Levels	n ₂₀₂₂₋₀₃₋₂₃	% ₂₀₂₂₋₀₃₋₂₃	n ₂₀₂₂₋₀₉₋₂₉	% ₂₀₂₂₋₀₉₋₂₉	n ₂₀₂₃₋₀₄₋₀₃	% ₂₀₂₃₋₀₄₋₀₃	n ₂₀₂₃₋₁₀₋₀₉	% ₂₀₂₃₋₁₀₋₀₉	n ₂₀₂₄₋₀₃₋₂₉	% ₂₀₂₄₋₀₃₋₂₉	n _{all}	% _{all}
Cabrio	1287	2,5	1415	2,5	1418	2,0	1497	2,2	1570	2,2	7187	2,2
Coupe	1960	3,8	2071	3,6	2291	3,3	2239	3,2	2561	3,6	11122	3,5
Egyéb	5	0,0	9	0,0	2	0,0	6	0,0	3	0,0	25	0,0
Egyterű	5879	11,5	6392	11,1	7225	10,4	7776	11,3	7740	10,8	35012	11,0
Ferdehátú	16001	31,3	17678	30,7	20885	30,1	20591	29,8	20050	28,0	95205	29,9
Kisbusz	471	0,9	732	1,3	967	1,4	865	1,2	1112	1,6	4147	1,3
Kombi	9887	19,3	11156	19,4	13196	19,0	13942	20,2	14796	20,6	62977	19,8
Lépcsőshátú	105	0,2	107	0,2	147	0,2	143	0,2	141	0,2	643	0,2
Pickup	222	0,4	266	0,5	397	0,6	396	0,6	379	0,5	1660	0,5
Sedan	6680	13,1	6905	12,0	7915	11,4	7564	10,9	7923	11,1	36987	11,6
Sport	6	0,0	8	0,0	9	0,0	7	0,0	10	0,0	40	0,0
Terepjáró	751	1,5	917	1,6	910	1,3	851	1,2	870	1,2	4299	1,4
Városi terepjáró (crossover)	7898	15,4	9937	17,2	13995	20,2	13189	19,1	14562	20,3	59581	18,7
Állandó összkerék	74	0,1	82	0,1	93	0,1	107	0,1	132	0,2	488	0,1
Első kerék	36939	72,2	42338	73,5	51036	73,6	51699	74,8	51828	72,3	233840	73,3
Hátsó kerék	5586	10,9	5553	9,6	6729	9,7	6608	9,6	7259	10,1	31735	9,9
Kapcsolható összkerék	157	0,3	198	0,3	192	0,3	221	0,3	208	0,3	976	0,3
Összkerék	8396	16,4	9422	16,4	11307	16,3	10431	15,1	12290	17,1	51846	16,3
ALFA ROMEO	588	1,1	633	1,1	658	0,9	647	0,9	675	0,9	3201	1,0
AUDI	3287	6,4	3244	5,6	3980	5,7	4008	5,8	4339	6,0	18858	5,9
BMW	4575	8,9	4556	7,9	5496	7,9	5207	7,5	5973	8,3	25807	8,1
CHEVROLET	524	1,0	547	0,9	635	0,9	598	0,9	594	0,8	2898	0,9
CITROEN	1293	2,5	1384	2,4	1605	2,3	1592	2,3	1752	2,4	7626	2,4
DACIA	590	1,1	801	1,4	896	1,3	937	1,4	894	1,2	4118	1,3
FIAT	1131	2,2	1134	2,0	1362	2,0	1380	2,0	1442	2,0	6449	2,0
FORD	3987	7,8	5156	8,9	6043	8,7	5867	8,5	5964	8,3	27017	8,5
HONDA	1344	2,6	1473	2,6	1396	2,0	1548	2,2	1646	2,3	7407	2,3
HYUNDAI	1530	3,0	2048	3,6	2523	3,6	2376	3,4	2539	3,5	11016	3,5
JAGUAR	207	0,4	190	0,3	220	0,3	256	0,4	257	0,4	1130	0,3
JEEP	264	0,5	297	0,5	312	0,5	289	0,4	328	0,5	1490	0,5
KIA	1614	3,2	2056	3,6	2479	3,6	2624	3,8	2480	3,5	11253	3,5
LADA	64	0,1	113	0,2	108	0,2	86	0,1	68	0,1	439	0,1

LEXUS	355	0,7	349	0,6	396	0,6	440	0,6	502	0,7	2042	0,6
MAZDA	1312	2,6	1654	2,9	1888	2,7	1917	2,8	1956	2,7	8727	2,7
MERCEDES-AMG	71	0,1	91	0,2	79	0,1	53	0,1	131	0,2	425	0,1
MERCEDES-BENZ	3629	7,1	3641	6,3	4308	6,2	4127	6,0	4897	6,8	20602	6,5
MG	7	0,0	55	0,1	212	0,3	279	0,4	365	0,5	918	0,3
MINI	421	0,8	377	0,7	463	0,7	505	0,7	560	0,8	2326	0,7
MITSUBISHI	746	1,5	749	1,3	828	1,2	943	1,4	861	1,2	4127	1,3
NISSAN	1565	3,1	1877	3,3	2640	3,8	1906	2,8	1890	2,6	9878	3,1
OPEL	4367	8,5	5174	9,0	5658	8,2	5859	8,5	5904	8,2	26962	8,5
PEUGEOT	1727	3,4	1958	3,4	2438	3,5	2450	3,5	2555	3,6	11128	3,5
PORSCHE	229	0,5	245	0,4	250	0,4	222	0,3	267	0,4	1213	0,4
RENAULT	2070	4,0	2297	4,0	2868	4,1	2756	4,0	2812	3,9	12803	4,0
SEAT	963	1,9	991	1,7	1149	1,7	1202	1,7	1161	1,6	5466	1,7
SKODA	2150	4,2	2732	4,7	3427	4,9	3556	5,2	3513	4,9	15378	4,8
SMART	47	0,1	73	0,1	94	0,1	78	0,1	95	0,1	387	0,1
SSANGYONG	250	0,5	273	0,5	364	0,5	332	0,5	352	0,5	1571	0,5
SUBARU	212	0,4	209	0,4	222	0,3	234	0,3	202	0,3	1079	0,3
SUZUKI	1439	2,8	1828	3,2	2041	2,9	2220	3,2	1675	2,3	9203	2,9
TESLA	58	0,1	80	0,1	354	0,5	151	0,2	314	0,4	957	0,3
TOYOTA	2530	5,0	2719	4,7	3826	5,5	3809	5,5	3757	5,2	16641	5,2
VOLKSWAGEN	4879	9,5	5424	9,4	6544	9,4	6996	10,1	7167	10,0	31010	9,7
VOLVO	1127	2,2	1165	2,0	1595	2,3	1616	2,3	1830	2,5	7333	2,3
Kitűnő	14786	28,9	17073	29,6	22038	31,8	20897	30,3	22216	31,0	97010	30,4
Megkímélt	11949	23,4	13254	23,0	15114	21,8	16413	23,8	16752	23,4	73482	23,0
Normál	17266	33,8	19151	33,2	21820	31,5	22383	32,4	22850	31,9	103470	32,5
Sérülésmentes	2665	5,2	2898	5,0	3569	5,2	3181	4,6	3295	4,6	15608	4,9
Újszerű	4486	8,8	5217	9,1	6816	9,8	6192	9,0	6604	9,2	29315	9,2
Benzin	26858	52,5	31536	54,8	34756	50,1	35222	51,0	34708	48,4	163080	51,1
Dízel	22089	43,2	23454	40,7	28917	41,7	29066	42,1	30945	43,1	134471	42,2
Elektromos	736	1,4	1032	1,8	2839	4,1	2159	3,1	3097	4,3	9863	3,1
Hibrid	1469	2,9	1571	2,7	2845	4,1	2619	3,8	2967	4,1	11471	3,6

A.2. táblázat. Kategorikus változók időszakonkénti darabszámai és arányai

A.3. táblázat

	2022-03-23	2022-09-29	2023-04-03	2023-10-09	2024-03-29
Medián indexei					
<i>HPI_B</i>	100,00	108,75	120,21	118,64	125,02
<i>HPI_T</i>	100,00	108,99	119,59	117,83	123,18
<i>HPI_F</i>	100,00	108,87	119,90	118,23	124,10
<i>HQI_B</i>	100,00	111,71	113,68	111,12	115,08
<i>HQI_T</i>	100,00	110,56	111,91	109,80	113,38
<i>HQI_F</i>	100,00	111,13	112,79	110,46	114,23
1. kvartilis indexei					
<i>HPI_B</i>	100,00	108,87	121,37	119,37	130,28
<i>HPI_T</i>	100,00	108,98	121,18	118,36	130,56
<i>HPI_F</i>	100,00	108,92	121,28	118,86	130,42
<i>HQI_B</i>	100,00	101,41	104,48	103,51	103,66
<i>HQI_T</i>	100,00	101,24	104,70	103,61	103,87
<i>HQI_F</i>	100,00	101,33	104,59	103,56	103,77
4. kvartilis indexei					
<i>HPI_B</i>	100,00	107,51	118,04	115,26	117,78
<i>HPI_T</i>	100,00	107,60	116,81	113,74	114,58
<i>HPI_F</i>	100,00	107,56	117,43	114,50	116,17
<i>HQI_B</i>	100,00	108,62	111,85	106,25	114,13
<i>HQI_T</i>	100,00	107,51	108,83	104,44	111,02
<i>HQI_F</i>	100,00	108,06	110,33	105,34	112,56

A.4. táblázat. Kvartilisek és medián további indexei

A. További ábrák és táblázatok

	2022-03-23	2022-09-29	2023-04-03	2023-10-09	2024-03-29
Teljesítmény	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Kor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Km.óra állás	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Saját tömeg	0.2486	0.3891	0.1062	0.1055	0.2806
Szállítható szem. száma	0.4477	0.7130	0.0678	0.3651	0.1558
Coupe	0.0036	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000
Egyéb	0.0000	0.0168	0.0000	0.0000	0.0249
Egyterű	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ferdehátú	0.0155	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Kisbusz	0.0929	0.0419	0.0344	0.0766	0.0815
Kombi	0.1352	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
Lépcsőshátú	0.0970	0.0167	0.6649	0.0589	0.1434
Pickup	0.0023	0.8779	0.1925	0.0552	0.0805
Sedan	0.0171	0.0001	0.0003	0.0001	0.0000
Sport	0.0000	0.0017	0.0022	0.0001	0.0198
Terepjáró	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Városi terepjáró (crossover)	0.0131	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Első kerék	0.2979	0.1548	0.7192	0.4761	0.0384
Hátsó kerék	0.1726	0.2252	0.5734	0.4133	0.0409
Kapcsolható összkerék	0.7181	0.6228	0.8036	0.5522	0.3441
Összkerék	0.4190	0.1020	0.8973	0.6363	0.0647
AUDI	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000
BMW	0.0000	0.0004	0.0003	0.0005	0.0000
CHEVROLET	0.2749	0.0357	0.0245	0.0005	0.0194
CITROEN	0.7859	0.6331	0.5971	0.3145	0.3906
DACIA	0.5447	0.6180	0.8341	0.7333	0.2776
FIAT	0.6212	0.3158	0.2048	0.9071	0.9095
FORD	0.0044	0.0532	0.0115	0.0054	0.0036
HONDA	0.0000	0.0117	0.0000	0.0000	0.0000
HYUNDAI	0.2359	0.7893	0.2739	0.0743	0.1835
JAGUAR	0.2784	0.1750	0.0887	0.7195	0.5006
JEEP	0.0321	0.8580	0.4839	0.5531	0.0102
KIA	0.0092	0.1637	0.5030	0.0432	0.0109
LADA	0.8998	0.9860	0.3199	0.0076	0.0847
LEXUS	0.1779	0.2306	0.1245	0.6827	0.1430
MAZDA	0.1937	0.9953	0.1398	0.9967	0.9092
MERCEDES-AMG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000
MERCEDES-BENZ	0.5690	0.5678	0.2762	0.0824	0.0221
MG	0.1068	0.0000	0.0000	0.3548	0.0140
MINI	0.0004	0.0310	0.0000	0.0006	0.0002
MITSUBISHI	0.0906	0.0157	0.0451	0.0016	0.0814
NISSAN	0.0073	0.2696	0.0423	0.0002	0.0004
OPEL	0.0003	0.0100	0.0088	0.0001	0.0004
PEUGEOT	0.0468	0.6733	0.4210	0.3374	0.5971
PORSCHE	0.0010	0.0024	0.0789	0.0001	0.0071
RENAULT	0.9486	0.7344	0.7349	0.2785	0.1615
SEAT	0.0565	0.8878	0.1724	0.1036	0.0442
SKODA	0.1223	0.4271	0.8499	0.5387	0.6834
SMART	0.0246	0.6284	0.0933	0.0225	0.0475
SSANGYONG	0.0147	0.4097	0.7075	0.5721	0.1785
SUBARU	0.0485	0.0206	0.1680	0.0000	0.0035
SUZUKI	0.0222	0.1961	0.4734	0.0117	0.1133
TESLA	0.0048	0.0410	0.0002	0.7124	0.0014
TOYOTA	0.0167	0.2842	0.4330	0.1797	0.4818
VOLKSWAGEN	0.0090	0.2207	0.0173	0.0131	0.0017
VOLVO	0.0003	0.0354	0.0008	0.0219	0.0006
Megkímélt	0.1075	0.0626	0.1351	0.2854	0.0545
Normál	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sérülésmentes	0.9587	0.0249	0.0428	0.1530	0.0334
Újszerű	0.5022	0.1842	0.0200	0.0859	0.0198
Dízel	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Elektromos	0.0000	0.0000	0.0659	0.4534	0.0244
Hibrid	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0035

A.5. táblázat. Egyes változók szignifikanciaszintjei a különböző időpontokban