

SZAKDOLGOZAT

Elek Dorina

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
élelmiszermérnöki alapképzési szak

**Sütőipari termékek minőségellenőrzése számítógépes
látórendszer alkalmazásával**

Belső konzulens: Dr. Baranyai László
tanszékvezető

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Élelmiszeripari Méréstechnika
és Automatizálás tanszék

Készítette: **Elek Dorina**

Budapest

2025

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Szak neve: BSc Élelmiszermérnöki
Élelmiszertechológiai automatizálás és digitalizáció

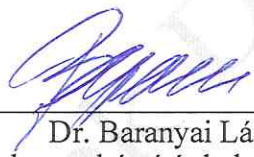
Szakedolgozat készítés helye: Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék

Hallgató: Elek Dorina

A szakedolgozat címe: Sütőipari termékek minőségellenőrzése számítógépes látórendszer alkalmazásával

Konzulens: Dr. Baranyai László

Beadás dátuma: 2025.április 24.



Dr. Baranyai László
szakedolgozat készítés helyének vezetője



Dr. Baranyai László
konzulens



Dr. Baranyai László
Élelmiszertechológiai automatizálás és digitalizáció felelős

TARTALOMJEGYZÉK

1	Bevezetés és célkitűzés.....	1
2	Irodalmi áttekintés	3
2.1	Sütőipari termékek minőségellenőrzése	3
2.1.1	Szín mint minőségellenőrzési paraméter.....	3
2.1.2	Alak mint minőségellenőrzési paraméter	4
2.2	Digitális látórendszerek alkalmazása a sütőiparban	5
2.2.1	Digitális látórendszerek létjogosultsága	5
2.2.2	Digitális látórendszer gyakorlati alkalmazása	7
2.2.3	Digitális látórendszer felépítése	8
2.3	Tejes kifli.....	8
3	Módszertan	10
3.1	Képek elkészítése	10
3.2	Előfeldolgozás	13
3.3	Szegmentálás	13
3.4	Elemzés.....	13
3.5	Referenciaértékek meghatározása	14
3.6	Tesztesetek.....	14
4	Eredmények értékelése	16
4.1	Háttérszín kiválasztása	16
4.2	Képfeldolgozás lépései.....	17
4.3	Kiflit meghatározó paraméterek	18
4.4	Azonos gyártásból származó kifli elfogadása	19
4.5	Sérült és ép termékek elválasztása.....	19
4.6	Kifli és idegen termékek elválasztása.....	22
4.7	Hasonló kifli felismerése	23
5	Következtetések és javaslatok	24
5.1	A digitális látórendszer minősége.....	24
5.2	Fejlesztési lehetőségek	24
6	Összefoglalás.....	26

1 BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

Amikor előállítunk egy terméket, szeretnénk tudni, hogy az megfelelő-e vagy sem. A minőség-ellenőrzés feladata, hogy meghatározza és betartassa a termékkel szemben támasztott elvárásokat. Az, hogy mik a pontos elvárások, mikor lesz megfelelő a termék, nyitott kérdés, amelyet az előállító kell, hogy megválasszon. Ehhez általában van egy etalon, egy viszonyítási alap, amelyhez képest minden más terméket mérünk. A cél, hogy minél több termék minél közelebb kerüljön az ideálshoz.

Az élelmiszeriparban gyakori, hogy a termény, termék külalakja befolyásolja annak biztonságát, eladhatóságát, így kifejezetten fontos, hogy előállításkor figyelmet szenteljünk a termék megjelenésének. Pusztán esztétikai hibás termékektől az élelmiszerbiztonsági veszélyig nagyon sok minden ellenőrizhető digitálisan. Erre kiváló lehetőséget nyújtanak kamerával felszerelt gyártósorok, szállítószalagok, amelyek állandó visszajelzést adnak az áthaladó termék minőségéről.

Terméktől függ, hogy pontosan milyen részletekre szeretnénk jobban odafigyelni, illetve melyik tulajdonságok azok, amelyek alapján el tudjuk dönteni, hogy egy termék minősége megfelelő. Sütőipari termékeknél nem mindegy, hogy például bajor perccet vagy vizes szemlét vizsgálunk: a sötét szín a perecnél elvárás, míg zsemlénél ugyanez az árnyalat jelentheti akár azt is, hogy a termék megégett. Érthető tehát, hogy minden egyes termékvonatra specifikusan a termékre szabott rendszert kell telepíteni.

Az élelmiszerkönyv egy-egy általános leíráson kívül nem tér ki a sütőipari termékek pontos geometriai leírására, így a gyártónak kell eldöntenie, hogy milyen alaki sztenderdhez tartja magát gyártás során, észben tartva a termék jellegzetes megjelenését. Digitális látórendszer alkalmazásával a sztenderd felállítása és a minőség-ellenőrzés is egyszerűen megvalósítható.

Szakdolgozatom célja egy olyan digitális látórendszer létrehozása, amely alkalmas a hagyományos tejes kifli minőségi paramétereit meghatározni, illetve képes ezen paraméterek felhasználása mellett minőségellenőrzési feladatok ellátására. Ennek érdekében a program első verzióját úgy fejlesztettem, hogy az különbséget tudjon tenni ép- és sérült kifli, valamint ép kifli és egyéb idegen sütőipari termék között. Fontos, hogy a fejlesztett program ipari felhasználásra adaptálható legyen, beilleszthető már létező gépsorokba.

A fejlesztett program egy megoldást kínál egy jelenleg megoldatlan problémára, hiszen nem létezik kifejezetten kiflire specializált minőségellenőrzési rendszer, illetve nem ismertek a tejes kiflire jellemző mérőszámok. Az élelmiszeripar automatizációs törekvéseiben egy első lépés lehet ez a fajta egyszerűen telepíthető és működtethető látórendszer, nem jelent nagy elköteleződést, viszont esélyt ad arra, hogy a rendszer használója optimalizálni tudja a termelését.

Elek Dorina szakdolgozat

2.1 SÜTŐIPARI TERMÉKEK MINŐSÉGELLENŐRZÉSE

Mielőtt létezett volna bármilyen minőség ellenőrzését szolgáló eszköz, a minősítést hozzáértő vizsgálók végezték. Mára ez többnyire ki van egészítve valamilyen mérésen alapuló, objektív vizsgálattal (Nashat és Abdullah 2016). Amennyiben egy üzem kizárólag a szemrevételezéssel és tapintással történő vizsgálatra hagyatkozik, kiteszi magát a vizsgáló személy szubjektív döntésének, amely akár napról napra változhat, nem beszélve arról, hogy etalon legtöbb esetben nem is áll rendelkezésre (León és mtsai. 2006; Nashat és Abdullah 2016).

Az ismételhetőség és pontosság szempontjából is hátrányos a kizárólag érzékszervi bírálatra hagyatkozó minőségellenőrzés, mivel függ a bírálatot végző személytől, annak frissességétől; mindemellett nem alkalmazható automatizált rendszerekben (Ghasemi-Varnamkhashti és Lozano 2016; Olakanmi, Jayas, és Paliwal 2023).

Termelési kapacitás függvényében vagy nincs mód minden egyes terméket megvizsgálni, vagy hatalmas költségeket jelentő emberi erőforrás alkalmazására kényszerülne az üzem. A mintavételezésen alapuló minőségosztályozás, még akkor is, ha jól megtervezett a mintavétel, nem zárja ki, hogy a minták alapján elfogadhatónak ítélt batchben selejtek forduljanak elő (Nashat és Abdullah 2016). A mintavételezés, amellet, hogy gyakran nem jó reprezentációja az adott gyártásnak, relatíve lassú is, ami bőven elég időt hagy arra, hogy hibás termék kerüljön forgalomba (Görgülü 2025).

2.1.1 Szín mint minőségellenőrzési paraméter

A legalapvetőbb információt hordozó jellemzője a sütőipari termékeknek a színe. A textúra és szín kialakulása és végállapota egy egyszerűen felügyelhető indikátora a sütésnek, és ezáltal a késztermék minőségének is (Purlis 2010; Nashat és Abdullah 2016). Ezen felül bizonyos termékeknél a beltartalomra is lehet következtetni a színből (Du, Cheng, és Sun 2012).

A termék színnyerése Maillard-reakciók eredménye, amelynek minimum követelménye 0,4-0,7-es vízaktivitás és 105-120°C elérése (Purlis 2010). Ha túlzott mértékű vagy nem elégséges a barnulás, abból következtetéseket tudunk levonni a kemence működéséről.

Mindamellett, hogy az üzem számára jelentős paraméter a szín, az eladott termékek mennyiségére is befolyással bír (León és mtsai. 2006). A vásárló termékről alkotott

összképének nagy hányadát a termék színe teszi ki, ugyanis ez alapján következtet a sütés milyenségére, ezáltal a késztermék minőségére (Nashat és Abdullah 2016; Du, Cheng, és Sun 2012; Howell és Schifferstein 2019). Mindez azt jelenti, hogy pusztán a színelemzésen alapuló minőségellenőrzés is egy előnyös lépés az üzemek folyamatainak optimalizálása felé (Castro és mtsai. 2017).

Színmérést objektív módon végre lehet hajtani például kémiai módszerekkel, amely a barnulást okozó HMF és furfural koncentrációját méri (Purlis 2010). Bár pontos eredményt ad, relatíve lassú, valamint nem roncsolásmentes módszer lévén nem elvégezhető a batch összes elemére.

Költséghatékonyabb, robusztusabb és pontosabb megoldást jelent valamiféle optikai eszköz használata. Ilyen célra léteznek kifejezetten sütőipari termékekre szakosodott kézi színmérő készülékek. Használatuk kényelmes, egyszerű és nem igényel szakértői felügyeletet. Ezekkel kiküszöbölhető az emberi szubjektivitás, viszont továbbra sem nyújt átfogó képet a termékről, hiszen nem a teljes felszínét fedi le, hanem annak csak egy részletét (Du, Cheng, és Sun 2012): például a Minolta CR-300 0,95 cm²-en képes a termék színét meghatározni (Purlis 2010). Jellemzően limitált, hogy mennyi adatot tud egy készülék eltárolni, ahogy az is, hogy milyen mérési tartományban tud eredményt adni. Az adatok átviteléről is külön gondoskodni kell (Konica Minolta 2016).

2.1.2 Alak mint minőségellenőrzési paraméter

Minden sütőipari terméknek megvan a rá jellemző mérete, alakja, formája (Nashat és Abdullah 2016). A terület, oldalárányok, görbület, folytonosság és sugár a leggyakrabban használt alakot leíró tulajdonságok (Du, Cheng, és Sun 2012). A termékekre jellemző alaktól való eltérésnek több oka is lehet: hiba a tészta receptjében, formázási problémák, túlsütés vagy szállítás közbeni események (Abdullah 2008). Mindamelllett, hogy esetlegesen nem kívánatos terméket eredményez a félresikerült előállítás, előfordulhat, hogy az előállításhoz használt eszköz károsul vagy a késztermék csomagolása alul- vagy túlsúlyossá válik (Nashat és Abdullah 2016).

Több dolog végett is érdemes használni a termék alakját minőségellenőrzésre. Segítségével szűrhető, ha a termékek töröttek, összesültek egy másik termékkel vagy bármilyen változás történt a kerülete mentén (Du, Cheng, és Sun 2012). Sütés közben az alakváltozás megfigyelésével lekövethető a termék térfogatváltozása is, amely a kemence beállításairól adhat visszajelzést (Paquet-Durand és mtsai. 2012).

2.2 DIGITÁLIS LÁTÓRENDSZEREK ALKALMAZÁSA A SÜTŐIPARBAN

A kémiai módszerek és színmérők, valamint még a szenzorok használatánál is kényelmesebb egy digitális látórendszer alkalmazása, amelyek megbízhatóbb, átfogóbb eredményt nyújtanak (Lind és Murhed 2012). A látórendszeres megoldásnak rengeteg előnye van: hogy roncsolásmentes, valós idejű, automatizálható, a termék teljes felszínét lefedi, akár minden legyártott termékre egyszerűen elvégezhető, és összetettebb vizsgálatra is lehetőséget ad, mint például a felszín, forma, textúra elemzése (Du, Cheng, és Sun 2012; Castro és mtsai. 2017; Purlis 2010; León és mtsai. 2006).

A látórendszerek által leggyakrabban betöltött feladatkör a termék fizikai sérüléseinek felismerése, szennyezések, hamisítványok kiszűrése, termékek osztályozása, beltartalmi érték megbecslése (Meenu és mtsai. 2021).

2.2.1 Digitális látórendszerek létjogosultsága

Gyümölcsök és zöldségek osztályozása volt az első feladatok egyike, amelyet számítógépes látórendszerrel végeztek, de egyre inkább szükségessé vált, hogy húst, halat, gabonát is hasonló módszerekkel tudjanak minősíteni (Brosnan és Sun 2004). Az egyre jobban csökkenő munkaerőállomány és annak emelkedő költségei motiválták a számítógépes fejlesztést, és az egyre fejlettebb technika már képessé vált ilyen és ehhez hasonló törekvések támogatására (Hannan, Burks, és Bulanon 2009).

A technológia fejlődésével párhuzamosan megjelentek a magasabb fogyasztói elvárások, amelyek minden eddiginél szükségesebbé tették az élelmiszeripari kutatás-fejlesztést, sztemderdekben gondolkozást, régi folyamatok korszerűsítését és új folyamatok kidolgozását (Ghasemi-Varnamkhasti és Lozano 2016). A sütőipar is csatlakozott és elkezdett a saját termékeire fejleszteni, olyannyira, hogy az élelmiszeripar egyik leginkább kutatott területévé vált a kenyérfélék minőségellenőrzése képfeldolgozás segítségével (Olahanmi, Jayas, és Paliwal 2023).

Az állandóan magas termékminőség biztosítása és a termelési folyamatok rugalmassá tétele az élelmiszeripar kihívásai közé tartoznak (Abdanan Mehdizadeh 2022; Castro és mtsai. 2017). Mindemellett fontos szempont, hogy a termék elvesztése nélkül legyen végrehajtható a minőség ellenőrzése (Castro és mtsai. 2017; Chherawala, Lepage, és Doyon 2006). E kihívásokra megfelelő eszköz a digitális látórendszer.

Mind környezetvédelmi, mind gazdasági szempontból van haszna látórendszer alkalmazásának (Nashat és Abdullah 2016). Alacsony beruházási és üzemeltetési költségű,

könnyen kezelhető eszközről van szó, emellett gyors adatelemzést tesz lehetővé, valamint adatgyűjtésben is kulcsszerepet kaphat (Meenu és mtsai. 2021).

A fogyasztó vásárlásról való döntésben nagy szerepet játszik a termék megjelenése (Du, Cheng, és Sun 2012; Chen és mtsai. 2022; Howell és Schifferstein 2019), így a kifogástalan kinézetre való törekvés előnyhöz juttathatja a termelőt. Nagy léptékű termelés mellett pedig nem elhanyagolható a minőségellenőrzést kivitelező személyzet kapacitása sem. Egy látórendszer megbízhatóbban és nagyságrendekkel nagyobb mennyiségben képes ugyanezt a feladatot elvégezni, kisebb anyagi ráfordítással (Nashat és mtsai. 2011; Gomes és Leta 2012).

Egy 2017-es NÉBIH felmérésben (Szabó-Bódi és Dr Kasza 2017) 100 magyar háztartás 1 hét alatt keletkező élelmiszerhulladékának összetételét vizsgálták. Ez alapján a teljes elpazarolt élelmiszer mennyisége 68,04 kg/fő/év, amelynek két komponense a potenciálisan elkerülhető és a ténylegesen elkerülhető hulladék. Potenciálisan elkerülhető hulladék minden olyan termék, amely a fogyasztó személyes preferenciája okán kerül szemétké. Gusztusosabb, kiváló megjelenésű termékkel feltehetőleg csökkenthető az évente felmerülő 2,8 kg/fő/éves potenciális hulladék mennyisége.

Az elkerülhető élelmiszerpazarlás mértéke 33,1 kg/fő/év. Elkerülhető hulladék minden olyan termék, amelyet a fogyasztó feleslegesen vásárolt vagy tárolási problémák miatt megromló termékek. A felmérés alapján a második leginkább elpazarolt élelmiszerkategória a sütőipari termékek. Digitális látórendszerrel még polcra kerülés előtt kiszűrhetőek a termék olyan defektjei, amelyek hajlamosítják azt a romlásra, illetve biztosítható, hogy csak a kifogástalan termék kerüljön értékesítésre (Gomes és Leta 2012).

A KSH 2020-as adatai alapján (KSH 2022) a teljes élelmiszerhulladék mennyiségének több mint 20%-át a termelés és feldolgozás adja. Az élelmiszerhulladék kategóriába a sérült termékek is beletartoznak, és bár a selejtes termékek mennyiségét nem teszik közzé nyilvánosan, érdemes foglalkozni azzal, hogy ezt a mutatót csökkenteni tudják. A több lépésből álló élelmiszer gyártásánál kiváltképp fontos, hogy időben észlelje az ipar a selejtes terméket, például ne szórja be szezámmaggal az eleve hibás alakú hamburgerzsemlet (Lind és Murhed 2012).

Sütőipari termékek esetén az alapanyagok változékonysága végett a kemencébe kerülő termék összetétele, állaga ingadozó, amely mindig más és más beállítást követelne meg (Abdanan Mehdizadeh 2022). Egyetlen alapbeállítás és látórendszer kombinációban történő

alkalmazása segítségével állandó visszajelzést kaphatunk (és szükség esetén be is avatkozhatunk) a sülési folyamat helyes lezajlásáról, így a sütés után történő minőségellenőrzés leváltható egy sütés közbeni online vizsgálattal (Paquet-Durand és mtsai. 2012), elkerülve a termék túlsülését, megégését.

Egy jól kivitelezett rendszer apró eltérést is jó hatékonysággal érzékel, így még azelőtt korrigálhatóak a gépek beállításai, hogy nagyobb mértékben megjelenne ugyanaz a hiba a gyártás során (Brosnan és Sun 2004).

A digitális látórendszer egy objektív megoldást kínál a termékek standardizációjára, amely mért értékekre, meghatározott vizsgálati körülményekre épül; megkönnyítve az előállítónak a termékek osztályozását, illetve a fogyasztó által támasztott követelményeknek való megfelelést (Gomes és Leta 2012).

Mindent összevetve egy jól telepített látórendszer hozzájárulhat a minőség javításához, növelt termelési mennyiséghez, pazarlás-csökkentéshez és munkaerő jobb felhasználásához (Lind és Murhed 2012).

2.2.2 Digitális látórendszer gyakorlati alkalmazása

Az sütőipari termékek palettája egyre csak nő, rengeteg szín, alak, méret és íz van jelen a piacon (Gomes és Leta 2012). Ráadásul rövid idő alatt nagy mennyiség legyártására van lehetőség, ehhez pedig egy hasonlóan gyors, állandóan rendelkezésre álló és megbízható rendszerre van szükség (Nashat és mtsai. 2011), amely a termékek folytonos magas minőségét biztosítani tudja.

Fontos megjegyezni, hogy a sütőipari termékek sokszínűsége miatt nem létezik egyetlen általánosan használható módszer a vizsgálatukra. Minden egyes termék más és más tulajdonságokkal rendelkezik mind összetevők, szín, alak, méret tekintetében. Bár léteznek széleskörűen alkalmazható (gyakran túlzóan egyszerűsítő) módszerek, a képfeldolgozást leginkább az adott termékjellemzőkre kell szabni (Du, Cheng, és Sun 2012).

Az adott termék bemérésén kívül adatgyűjtésre is alkalmazható egy látórendszer. Megfelelő adathalmaz esetén van lehetőség az érzékszervi tulajdonságok megjelölésére is (Meenu és mtsai. 2021).

Egy digitális látórendszer alkalmazása nem csak a termék elemzésében merül ki. Nagyon sok minden más mellett használható a csomagolóanyag helyes nyomtatásának ellenőrzésére,

termékosztályozásra, termék és idegen testek elválasztására, csomag telítettség vizsgálatára, adagolásra is (Lind és Murhed 2012).

2.2.3 Digitális látórendszer felépítése

A digitális látórendszerek három alapvető alkotórészből állnak: egy fényforrás, egy rögzítőeszköz és egy számítógépes rendszer (Gomes és Leta 2012; Patel és mtsai. 2012). Fő feladata egy ilyen eszköznek, hogy a termékről négy kategóriában információt tudjon szolgáltatni: morfológiai, kromatikus, texturális és strukturális tulajdonságok (Gomes és Leta 2012). Mindezen tulajdonságok kinyeréséhez a következő lépések szükségesek: a kép elkészítése, a kép előkészítése (preprocessing), szegmentáció, tulajdonságok kinyerése és kép feldolgozása (processing) (Mery és Pedreschi 2005; Gomes és Leta 2012).

A szegmentációs lépés megkönnyítéséhez fontos, hogy jól válasszuk meg a termék háttérének színét. Egy összefoglaló tanulmány szerint élelmiszeripari termékek esetén a fehér és fekete hátterekkel volt elérhető a legpontosabb szegmentáció, de a szerzők megjegyzik, hogy a termék sajátosságait figyelembe kell venni, amikor megválasztjuk a háttér színét – gránátalma esetén például a kék szín bizonyult a legmegbízhatóbbnak (Gomes és Leta 2012). Élelmiszerbiztonsági megfontolásból a legelterjedtebb szállítószalag szín a fehér mellett a kék, mivel ez fordul elő legritkábban élelmiszerekben (Kold és Silverman 2016; Heide 2007).

Az elkészült képnek a lehető legpontosabban kell tükröznie a valóságot, ehhez fontos a megvilágítás milyensége. A világítás legfontosabb tulajdonsága, hogy egységes fényerősséget biztosítson (Mery és Pedreschi 2005). Ideális esetben a visszaverődő fény mennyiségét is csökkenteni kell, hogy minél kevesebb árnyék keletkezzen, ami ronthatja a képfeldolgozást (León és mtsai. 2006).

2.3 TEJES KIFLI

A Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/81-1 számú előírása (Egyes kenyerek és péksütemények) szerint a tejes kiflimeghatározása: „BL 55 finomlisztből, élesztő, só, lisztre számított legalább 3% tejpor vagy annak megfelelő tej, margarin, cukor, víz, esetleg adalékanyag felhasználásával, tésztakészítéssel, alakítással, kelesztéssel, majd sütéssel előállított termék” („1-3/81-1 számú előírás Egyes kenyerek és péksütemények” 2012).

Látórendszerrel történő roncsolásmentes minőségellenőrzés szempontjából releváns az alak és a héj érzékszervi jellemzőinek leírása. Az előírás szerint a kifli alakja „termékre jellemzően ívelt (esetleg egyenes), keresztirányú metszete majdnem kör alakú; két vége

irányában csúcsosodó, arányosan domború, ne legyen torz”(„1-3/81-1 számú előírás Egyes kenyerek és péksütemények” 2012) (1. ábra). A héj „aranyárgából vörösesbarnába hajló színű, fényes, sima vagy cserepes, a sodrás nyomai láthatók; ne legyen végigrepedt, kormos, szennyezett, égett, ázott vagy feltűnően sérült” („1-3/81-1 számú előírás Egyes kenyerek és péksütemények” 2012).

1. ábra: Tejes kifli

(forrás: „Tejes kifli 45 g - Tesco Online, Tesco Otthonról”)



A késztermék tömegére is kitér az előírás: „30 db termék mérésével megállapított átlagtömeg az előállítás napján 42-46 g között legyen” („1-3/81-1 számú előírás Egyes kenyerek és péksütemények” 2012).

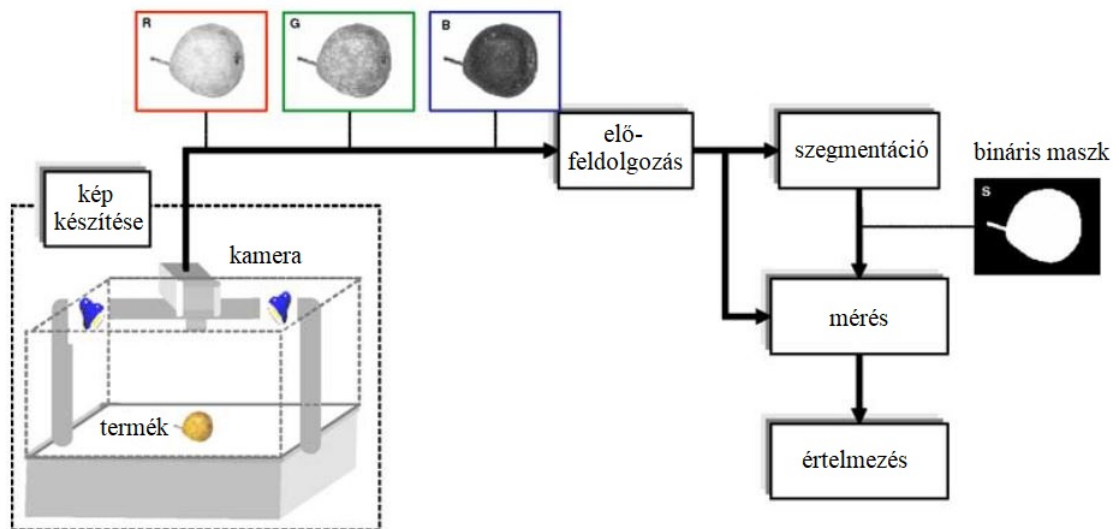
Az Élelmiszerkönyvi definíció nem tér ki pontosan a geometria leírására, így minden egyes előállító számára nyitva áll a saját sztenderd termékalkak megállapítása.

3 MÓDSZERTAN

A digitális látórendszerem megvalósításához követtem a szakirodalomban megfogalmazott lépéseket, amelyet az **2. ábra** mutat be: kép elkészítése, előfeldolgozás, szegmentáció, elemzés, értelmezés (Mery és Pedreschi 2005; Gomes és Leta 2012).

2. ábra: Látórendszer felépítése és a képfeldolgozás lépései

(forrás: Mery és Pedreschi 2005)



A programot SciLab 6.1.1 környezetben írtam, benne használtam az „Image Processing & Computer Vision” eszköztárat, illetve az adatok elemzéséhez Microsoft Excelt használtam.

3.1 KÉPEK ELKÉSZÍTÉSE

A fotóállványt házilag készítettük, amely állandó 34,5 cm magasságot biztosított fotózáshoz (**3. ábra**). Természetes szórt fénnel világítottam meg a kifliket, ehhez egy megfelelően napsütötte napot választottam, ezen felül a telefon vakuja szolgáltatott még felülől megvilágítást az árnyékok csökkentése végett.

3. ábra: Fotóállvány

(forrás: saját fotó)



Fényképezésre egy iPhone 8 kamerát használtam. A „Kamera” alkalmazás nem ad lehetőséget finomhangolásra, manuális üzemmód nincs, így automatikus üzemmódban készítettem a képeket, amelynek beállításait a 4. ábra tartalmazza. Az elkészült képek adatai a 5. ábrán láthatóak.

4. ábra: Fényképezőgép beállításai

(forrás: saját kép)

Kamera	
Fényképezőgép gyártója	Apple
Fényképezőgép típusa	iPhone 8
F-stop	f/1.8
Expozíciós idő	1/35 s
Érzékenység (ISO)	ISO-32
Expozícióeltolás	0 lépés
Fókusz távolság	4 mm
Max. rekesz	
Fénymérési üzemmód	Mintázat
Tárgy távolsága	
Vakumód	Vaku, kötelező
Vaku energiája	
35 mm-es fókusz távolság	28

5. ábra: Kép metaadatok

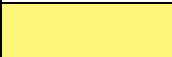




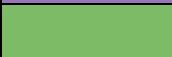



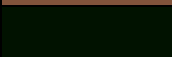

(forrás: saját kép)

Kép	
Képezonosító	
Méret	3024 x 4032
Szélesség	3024 képpont
Magasság	4032 képpont
Vízszintes felbontás	72 dpi
Függőleges felbontás	72 dpi
Bitmélység	24
Tömörítés	
Felbontási egység	2
Színreprezentáció	Nincsen kalibrálva
Tömörített bit/képpont	

A fényképeket többféle háttérszínnel készítettem el, hogy ki tudjam választani a programhoz a legmegfelelőbbet erre a célra. A hátteret Heyda A4-es tíz darabos színespapírtömbje és egy hagyományos fehér fénymásolópapír adta, amelynek színeit az **1. táblázat** tartalmazza.

1. táblázat: Heyda színek és fehér nyomtatópapír RGB megfelelői

(forrás: saját munka)

SZÍN MEGNEVEZÉSE	SZÍNMINA
„lemon yellow”	
„orange”	
„medium red”	
„pink”	
„lilac”	
„medium green”	
„sky blue”	
„royal blue”	
„medium brown”	
„black”	
fehér	

A pixel-centiméter átváltásokhoz kalibrációs céllal egy vonalzót is lefotóztam, majd egy képszerkesztő programban leolvastam, hány pixelt tartalmaz egy 10 cm-es szakasz (**6. ábra**).

6. ábra: Kalibrációs vonalzó

(forrás: saját kép)



3.2 ELŐFELDOLGOZÁS

A nyers képeket (7. ábra) először úgy vágtam körbe, hogy csak a háttérként szolgáló lap és a kifli szerepeljen rajta (8. ábra).

7. ábra: Nyers kép

(forrás: saját kép)



8. ábra: Körbevágott kifli

(forrás: saját kép)



3.3 SZEGMENTÁLÁS

Az előző lépésben elkészült képet HSV színtérben elemzem a H (színezeti szög) csatorna alapján. A SciLab beépített függvényével (im2bw) 0,2-es határértékkel készítettem egy fekete-fehér bináris maszkot, ez a maszk lesz a további lépések alapja.

3.4 ELEMZÉS

A bináris maszk alapján elvégzem a termék paramétereinek felvételét. A programom többek között a kifli köré írt téglalap kerületét és területét, valamint a kifli kerületét és területét rögzíti. Ezekkel az adatokkal három, a kiflit leíró paramétert alkotok: az „alaki tényezőt” (kifli kerületének és területének hányadosa), a „területhányadost” (kifli és a köréírt téglalap területeinek aránya), illetve a „bonyolultságot” (kifli kerületének és a köréírt téglalap területének hányadosa) (2. táblázat).

2. táblázat: Három számolt tulajdonság és számításuk módja

(forrás: saját munka)

TULAJDONSÁG	KÉPLET
alaki tényező	$\frac{K_{kifli}}{T_{kifli}}$
területhányados	$\frac{T_{kifli}}{T_{téglalap}}$
bonyolultság	$\frac{K_{kifli}}{T_{téglalap}}$

3.5 REFERENCIAÉRTÉKEK MEGHATÁROZÁSA

A három kiszámolt tulajdonságot (alaki tényező, területhányados, bonyolultság) használom fel arra, hogy a referencia határértéket meghatározzam. Az összes kifli mindhárom értékéhez kiszámítom az átlagot és a szórást, majd ezekből valamennyi kiflire a Mahalanobis távolságot az **1. képlet** szerint. Az elfogadhatóság határértéke a referenciacsoport legnagyobb Mahalanobis távolsága lesz.

Minden további vizsgált ép, sérült vagy idegen terméket ehhez az értékhez fogok viszonyítani.

1. képlet: Mahalanobis távolság számítása

$$d_{Mahalanobis} = \sqrt{\left(\frac{x - \bar{x}}{\sigma_x}\right)^2 + \left(\frac{y - \bar{y}}{\sigma_y}\right)^2 + \left(\frac{z - \bar{z}}{\sigma_z}\right)^2}$$

x és \bar{x} : alaki tényező és referencia alaki tényezők átlaga

σ_x : referencia alaki tényezők szórása

y és \bar{y} : területhányados és referencia területhányadosok átlaga

σ_y : referencia területhányadosok szórása

z és \bar{z} : bonyolultság és referencia bonyolultságok átlaga

σ_z : referencia bonyolultságok szórása

3.6 TESZTESETEK

Referenciában nem szereplő, de azonos gyártású kiflivel ellenőrzöm, hogy a program helyesen felismeri kifliként a terméket. Azonos gyártású, sérült kiflivel ellenőrzöm, hogy a

program nem elfogadhatónak jelöli. Egyéb sütőipari termékkel szintén a nem elfogadhatóságot tesztelem. Megvizsgálom továbbá, hogy ránézésre hasonló, de más gyártási helyről származó kifliket hova sorol a program.

Elek Dorina szakdolgozat

4 EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

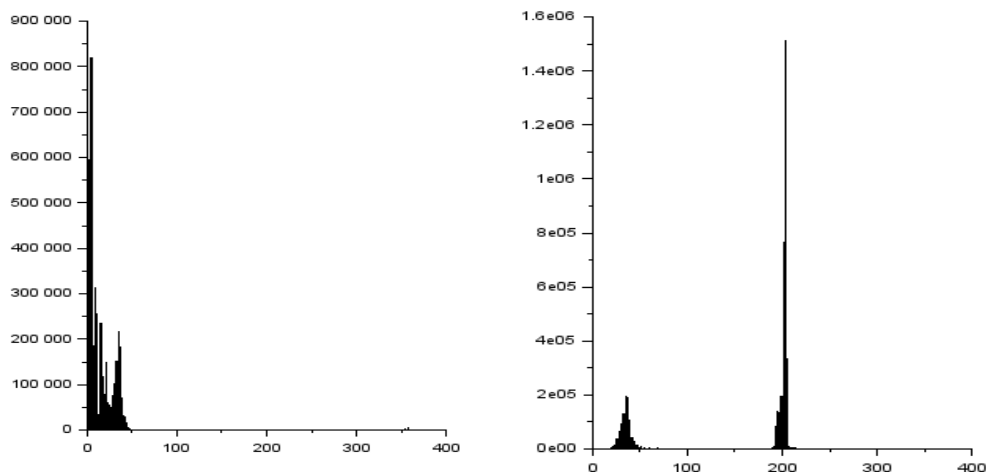
A szakdolgozatomhoz egy 19 kifliből álló referenciacsoportot fényképeztem be tizenegy különböző színű háttérrel.

4.1 HÁTTÉRSZÍN KIVÁLASZTÁSA

Mivel a színezeti szöveget (HSV színtér H csatornája) választottam a szegmentáció alapjául, ez kizárja a feketét és a fehéret, illetve kifli saját színéhez közeli színeket is, mint a sárga, narancssárga vagy barna. A barna háttér hisztogramján látszik, hogy a háttér és termék elválasztása ily módon nem lehetséges, míg a világoskék háttéren egyértelmű az elhatárolódás (9. ábra, 10. ábra).

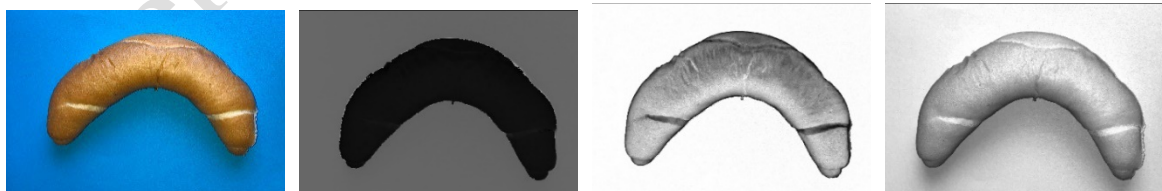
9. ábra: Barna és kék háttéren fotózott kifli hisztogramja

(forrás: saját munka)



10. ábra: Eredeti kép és annak HSV csatornái

(forrás: saját munka)

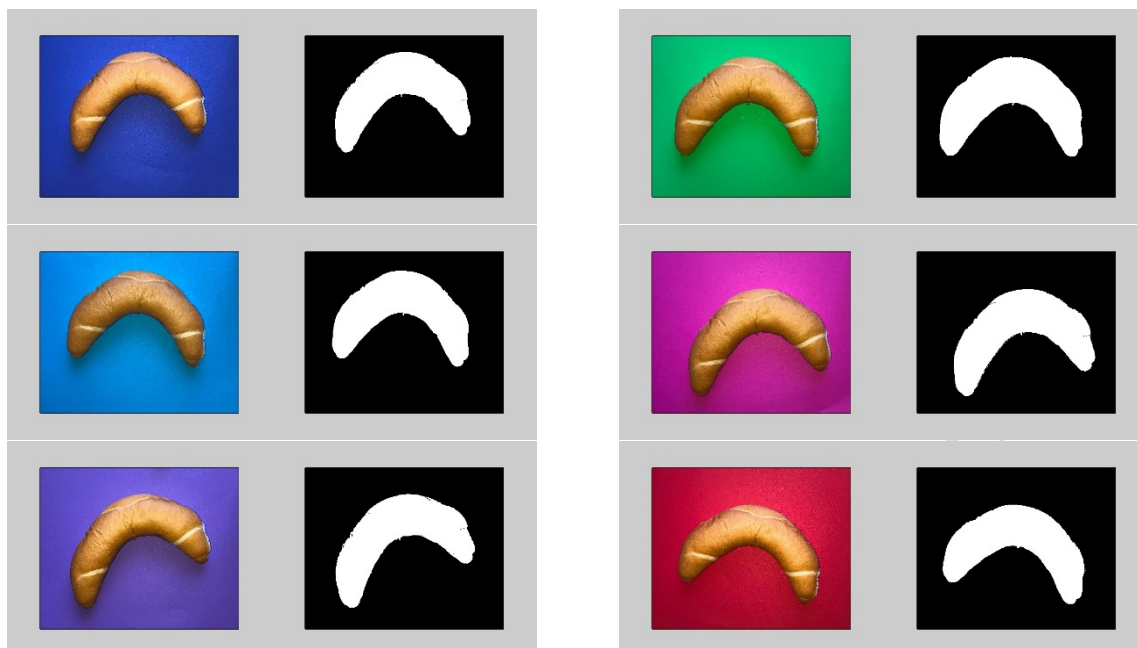


Eredeti kép és annak HSV csatornái

A fennmaradó hat színt (zöld, sötétkék, világoskék, lila, rózsaszín, piros) összehasonlítottam egymással, hogy bebizonyosodjon, hogy egyformán jó eredményeket adnak-e. Bár ránézésre a piros háttér ugyanolyan jól működik, mint a többi (11. ábra), a köréírt téglalap területe alapján mégis ki kell zárni a lehetőségek közül (12. ábra).

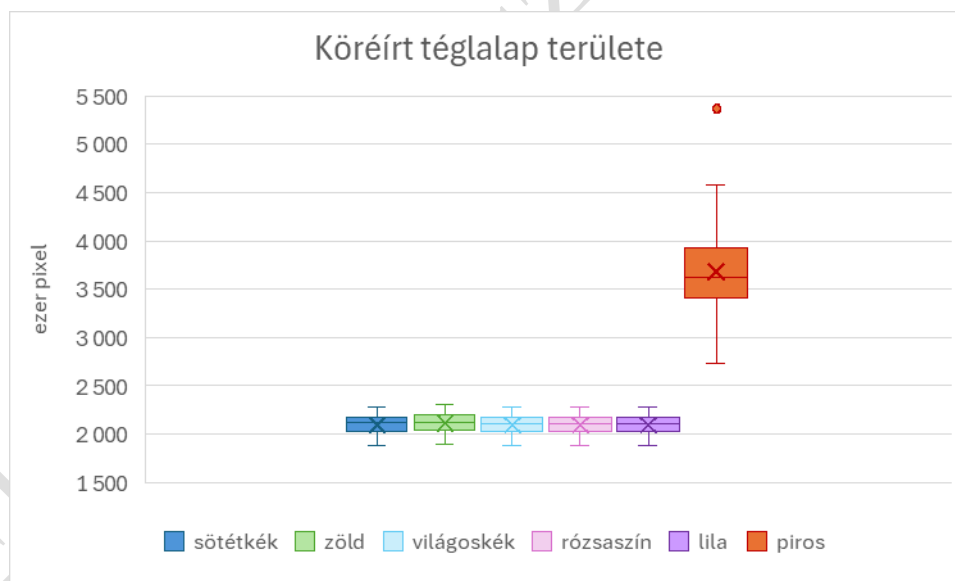
11. ábra: Szegmentált kiflik (im2bw függvény, határérték = 0,2)

(forrás: saját munka)



12. ábra: Kifli köréirt téglalapjának területe különböző háttérszínek mellett

(forrás: saját munka)



Szakdolgozatomban a világoskék háttérrel végeztem minden további számítást, ugyanakkor a másik négy szín (sötétkék, zöld, rózsaszín, lila) is minden tekintetben alkalmas lett volna.

4.2 KÉPFELDOLGOZÁS LÉPÉSEI

A nyers képet először színezeti szög alapján szegmentáltam (10. ábra). A szegmentált képről a SciLab beépített im2bw függvényével 0,2-es határértékkel maszkot készítettem (11. ábra). A maszk alapján a kiflit a csúcsaihoz viszonyított vízszintes helyzetbe forgattam,

majd így meghatároztam a köréírt téglalapot (**13. ábra**). Elvégeztem egy élkeresést is (**14. ábra**).

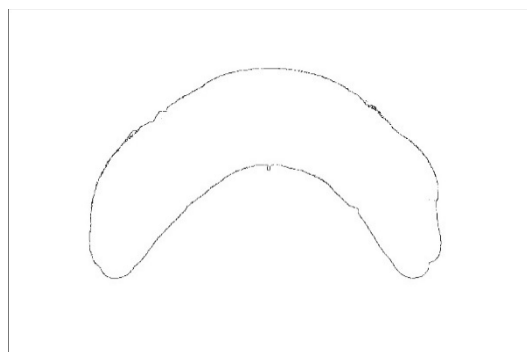
13. ábra: Köréírt téglalap

(forrás: saját munka)



14. ábra: Kifli kerülete

(forrás: saját munka)



4.3 KIFLIT MEGHATÁROZÓ PARAMÉTEREK

A befényképezett 19 kifli alapján a termékre jellemző alap paramétereket az alábbi **3. táblázat** tartalmazza. A **4. táblázatban** szereplő három kulcsparaméter átlag- és szórásértékhez mérten számítottam valamennyi kifli Mahalanobis távolságát, hogy meghatározzam az elfogadás határát. Ezen távolságok átlaga $1,71 \pm 1,13$. Ahhoz, hogy az elfogadhatóság határát kiterjesszem az összes referenciakiflire, 1,8-szoros szórás, azaz $1,71 \pm 2,03$ szükséges. Az elfogadás határértéke tehát 3,74, amelynél ha nagyobb Mahalanobis távolságot produkál egy adott termék, nem tekintem elfogadhatónak.

3. táblázat: Kiflire jellemző alap paraméterek

(forrás: saját munka)

TULAJDONSÁG	ÁTLAG \pm SZÓRÁS
kifli kerület	$55,61 \pm 2,71$ cm
befoglaló téglalap szélessége	$18,81 \pm 1,13$ cm
befoglaló téglalap magassága	$11,43 \pm 0,61$ cm
kifli alapterület	$110,94 \pm 4,55$ cm ²
köréírt téglalap terület	$214,49 \pm 11,12$ cm ²

4. táblázat: Számolt kulcsparaméterek

(forrás: saját munka)

KULCSPARAMÉTER	ÁTLAG ± SZÓRÁS
alaki hányados $\left(\frac{K_{kifli}}{T_{kifli}}\right)$	0,50 ± 0,02
területhányados $\left(\frac{T_{kifli}}{T_{téglalap}}\right)$	0,52 ± 0,02
bonyolultság $\left(\frac{K_{kifli}}{T_{téglalap}}\right)$	0,26 ± 0,01

4.4 AZONOS GYÁRTÁSBÓL SZÁRMAZÓ KIFLI ELFOGADÁSA

Legfontosabb feladata a programnak, hogy az azonos gyártmányú tejes kiflit (ha kifogástalan) felismerje. Ehhez egy nem referenciacsoport-beli, de ugyanarról a helyről származó kiflit szerettem volna vizsgálni. Ezt a tesztet nem sikerült kiértékelnem, ugyanis az élelmiszerbolt, ahonnan a kifliket vásároltam, szemmel láthatóan másképp készíti a kiflijeit (15. ábra). Ezt a számítások is megerősítették: az „új” gyártású kiflik 4,58-17,36 Mahalanobis távolságra vannak a „rég” referencia kifliketől. Ez igazolhatja, hogy változtatást eszközöltek a készítésben.

15. ábra: „Rég” és „új” tejes kifli

(forrás: saját munka)



4.5 SÉRÜLT ÉS ÉP TERMÉKEK ELVÁLASZTÁSA

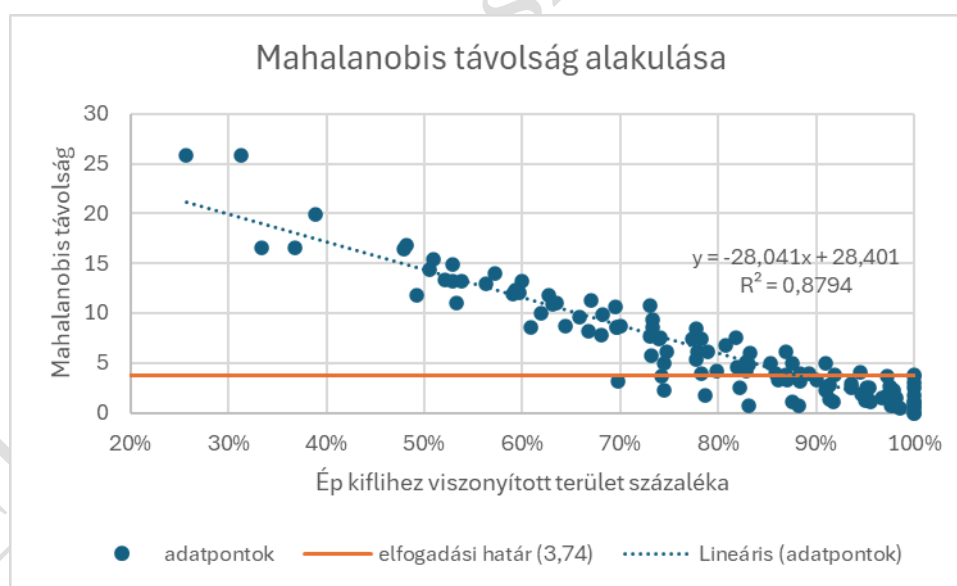
Megvizsgáltam, hogy 3,74-es tőrés határt milyen mértékű százalékos eltérésnél érik el a termékek. A sérülést az ép kifli területének százalékában fejeztem ki (16. ábra).

16. ábra: Ép kifli (100%) és a „sérült” kiflik egyike (ép kifli területének 83,24%-a)
(forrás: saját munka)



Tizenegy kiflire végeztem el a számításokat, amelyek alapján általánosan elmondható, hogy a átlagosan legfeljebb 12,05%-os eltérést tolerál a módszer. Ennél nagyobb eltérés esetén már nem minden vizsgált kifli fért bele a 3,74-es határértékbe (**17. ábra**). Ez azt jelenti, hogy az adott kifli területe a korábban látott kiflik területének legalább 87,95%-a kell, hogy legyen, hogy még megfelelőnek számíthasson.

17. ábra: Mahalanobis távolság a sérülés mértéke függvényében
(forrás: saját munka)

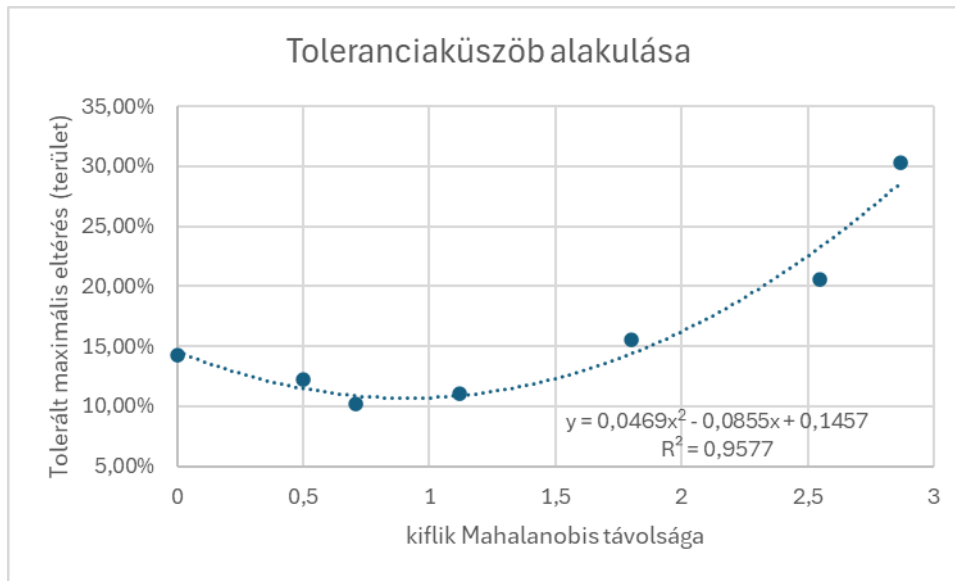


Összesen 115 esetet vizsgáltam meg, hogy megállapítsam a módszer érzékenységét és specificitását. A 3,74-es határértékkel és az általa meghatározott 12,05%-os tolerált eltéréssel az érzékenység 90,24%, specificitás 86,49%. Ez azt jelenti, hogy az összes eset 90,24%-ában helyesen dönt a program, illetve tévesen ítéli elfogadhatónak a bemért kiflik 13,51%-át.

Az ép kiflik területének csökkentésével vizsgáltam, hogy potenciálisan mekkora tévedést követ el a program, ha a Mahalanobis távolságot használom a megfelelőség megállapítására. A **18. ábra** szerint a legkisebb maximális tévedés 0,78-as Mahalanobis távolságnál esik, míg a maximálisan elfogadható 3,74-es távolságnál akár 48%-os eltérés is mutatkozhat.

18. ábra: Tolerált eltérés mértéke a Mahalanobis távolság függvényében

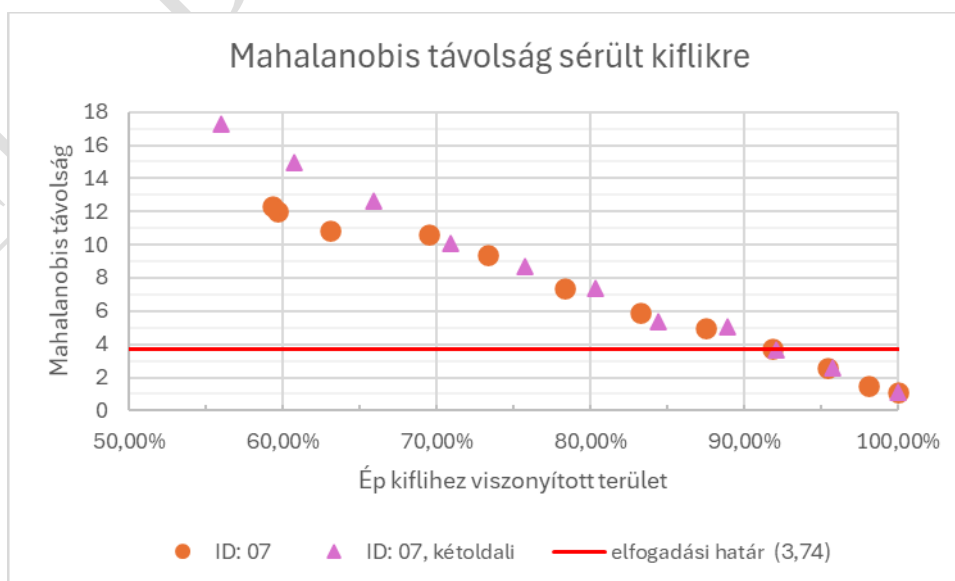
(forrás: saját munka)



Összehasonlítottam azt is, hogy van-e különbség az egyoldali, illetve kétoldali sérülés között. A **19. ábrán** látszik, hogy ez a tényező nem befolyásolja a kifli osztályozását.

19. ábra: Mahalanobis távolság ugyanazon kifli egy- és kétoldalú sérülésére

(forrás: saját munka)



4.6 KIFLI ÉS IDEGEN TERMÉKEK ELVÁLASZTÁSA

Amellett, hogy a program képes különbséget tenni sérült és ép kiflik között, képesnek kell lennie arra is, hogy elválassza az idegen termékeket és a kifliket. Ehhez háromféle pékáruval teszteltem a látórendszert: bajor sajtos stangli, vizes zsemle és két nosztalgia kifli (20. ábra). Ehhez is a termékek Mahalanobis távolságait vettem össze.

20. ábra: Idegen termékek (bajor stangli, vizes zsemle és nosztalgia kifli 1-2)

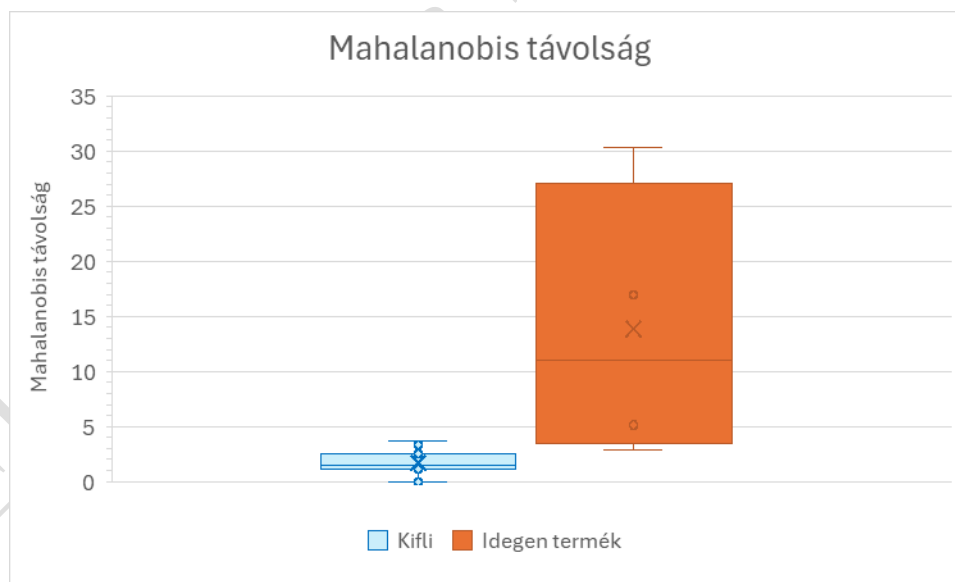
(forrás: saját munka)



Összességében nézve egyértelműen azonosítható, ha egy termék nem illik be a mintakiflik közé (21. ábra). Az alapsokaság kiflijeinek Mahalanobis távolságai 0 és 3,74 között mozognak, míg ezen változatos idegen termékek 2,87 és 30,37 között vannak (5. táblázat).

21. ábra: Kiflik közötti és idegen termékek közötti Mahalanobis távolságok alakulása

(forrás: saját munka)



Érdemes megfigyelni, hogy a nosztalgia kiflik egyike beleillik a modellbe, a másik nosztalgia kiflinek pedig – bár nem illeszkedik a tejes kiflik sorába – jóval alacsonyabb Mahalanobis távolsága lett, mint a többi, nem kifli alakú terméknek. Elmondható tehát, hogy vannak olyan termékek, amelyek jobban hasonlítanak a tejes kiflire, mint mások.

5. táblázat: Idegen termékek Mahalanobis távolságai a mintakiflikhez képest

(forrás: saját munka)

IDEGEN TERMÉK	MAHALANOBIS TÁVOLSÁG
bajor sajtos stangli	30,37
vizes zsemle	16,95
nosztalgia kifli 1	2,87
nosztalgia kifli 2	5,15

4.7 HASONLÓ KIFLI FELISMERÉSE

Fontos, hogy ne csak a nem odaillő terméket ismerje fel a program, hanem azt is, amelyik beleilleszkedik a modellbe. Megnéztem másik gyártási helyről származó kiflikre (**22. ábra**), hogy elfogadhatónak tartja-e őket a program vagy sem. Mind a három vizsgált kifli a 3,74-es elfogadási határon belül van.

22. ábra: Mintakifliktől eltérő eredetű kiflik

(forrás: saját munka)



5.1 A DIGITÁLIS LÁTÓRENDSZER MINŐSÉGE

A fejlesztett programom felállított egy sztenderdet, amihez a gyártó tudja az előállított kifliket viszonyítani, és amely mentén el tud végezni egy primitív minőségellenőrzést. A módszer érzékenysége és specificitása egy egészen megbízható elválasztást nyújt. Értelemszerűen az elfogadott eltérő eredetű kiflik, valamint a program „jósága” végett a rendszert finomítani érdemes.

Egyszerűen kinyerhető paraméterekkel dolgozik a program, amely egy viszonylag általános módszert kínál, tehát többféle termékre is adaptálható.

5.2 FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK

Egy másik szögből készített fotóval (amely a kifli magasságát ábrázolja) egyfajta térfogatszerű adatot lehetne számolni, amely a kifli tömegbecsléséhez lenne felhasználható.

A kifli állományának vizsgálata egy új dimenziót tudna adni a minőségellenőrzéshez. Ez a vizsgálat, bár nem roncsolásmentes, más adatokkal társítva előfordulhat, hogy elegendő információt szolgálna egy állománybecsléshez. Ehhez szükséges az adott kifli keresztmetszeti képe.

A program jelenlegi állapotában nem tud különbséget tenni alul- vagy túlsült, vagy éppen megégett termékek között, így logikus következő lépés a kifli színét mint paramétert bevenni, amikor a Mahalanobis távolságokat számítom.

A kiflin mért paraméterekből több termékre jellemző mérőszámot is ki lehet nyerni, amely szintén tovább tudja finomítani a módszer pontosságát. Többek között például a kifli átmérője, az ív szöge, hajtások láthatósága vagy száma.

Gépi tanulás és mesterséges intelligencia alkalmazásával gördülékenyebbé lehet tenni az adatok gyűjtését és azok minőségellenőrzési célra való felhasználását.

A program rugalmasságát nagyban növelné, ha képes lenne több háttérszínnel működni, például feketével és fehérrel, amely a szakirodalom szerint a legjobb elválasztást adja minden szín közül (Gomes és Leta 2012). Ehhez nemcsak a HSV szintér színezeti szögét lehetne használni, hanem a világossági szintet is. A megvilágításból eredő hibák

kiküszöböléséhez pedig érdemes a CIELab színtérbe konvertálni a készített képeket és azokon elvégezni a szükséges lépéseket (León és mtsai. 2006).

Piackutatással, kérdőívekkel összekötve a látórendszer által felfedett adatokat kikutatható, hogy pontosan milyen alakú kifli felel meg az aktuális közízlésnek, és a gyártó ennek fényében alakíthatja ki az ideális külalakot. Így lehetőség nyílik arra, hogy az adott paraméterekkel rendelkező kifliket népszerűség szerint rangsorolja a gyártó, amely alapján megbecsülheti a termék kelendőségét.

Elek Dorina szakdolgozó

6 ÖSSZEFOGLALÁS

Szaktervezésem célja volt, hogy fejlesszek egy sütőipari termékek minőségellenőrzésére használható programot, kifejezetten tejes kiflire kiélezve. Referencia terméksokaság megadásával a látórendszerem meg tudja határozni az adott termék elfogadhatósági feltételeit. Jelen esetben ez a feltétel három paraméterből számolt Mahalanobis távolság volt. A digitális látórendszer sikerességét három tesztesettel vizsgáltam: azonos gyártású kifli beleilleszkedése a modellbe, sérült kifli elutasítása, idegen (nem kifli) termék elutasítása. Elvégeztem egy negyedik tesztet is, amelyben ránézésre hasonló kiflit ellenőriztem, hogy beleilleszkedik-e a modellbe.

A szakirodalomban bevett képfeldolgozási lépéseket használva azonosítottam a képen a kiflit, amelyből különböző paramétereket nyertem majd elemeztem ki. Az elemzés alapja az adott termék Mahalanobis távolsága a referenciacsoporttól.

Egy 19 kifliből álló referenciacsoportot fotóztam be, amelyek alapján a tejes kifli elfogadási határa a 3,74-es Mahalanobis távolság. Bármilyen termék, amely ennél nagyobb értéket produkált, a program nem tekintett kiflinek.

A program 90,24%-os érzékenységgel, 86,49%-os specificitással tud különbséget tenni ép és sérült tejes kiflik között. A tesztesetek alapján nem kifli alakú idegen termékeket 100%-os bizonyossággal tud kiszűrni. Kifli alakú termékeknél van olyan eset, ahol a látórendszer elfogad nem azonos eredetű kiflit.

A fejlesztett digitális látórendszer általános használatra készült, bármilyen sütőipari termékre adaptálható. Az elfogadásra került termékek alapján a program finomításra szorul, de egy kezdeti automatizált minőségellenőrzési lépésnek megfelelő. A finomítás megvalósítható több paraméter használatával (szín, átmérő stb.), mesterséges intelligencia alkalmazásával is.

- „1-3/81-1 számú előírás Egyes kenyerek és péksütemények”. 2012.
- Abdanan Mehdizadeh, Saman. 2022. „Machine Vision Based Intelligent Oven for Baking Inspection of Cupcake: Design and Implementation”. *Mechatronics* 82 (április):102746. <https://doi.org/10.1016/j.mechatronics.2022.102746>.
- Abdullah, Mohd. Zaid. 2008. „20 - Quality Evaluation of Bakery Products”. In *Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation*, szerkesztette Da-Wen Sun, 481–522. Food Science and Technology. Amsterdam: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012373642-0.50023-5>.
- Brosnan, Tadhg, és Da-Wen Sun. 2004. „Improving Quality Inspection of Food Products by Computer Vision—a Review”. *Journal of Food Engineering*, Applications of computer vision in the food industry, 61 (1): 3–16. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00183-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00183-3).
- Castro, Wilson, Jimmy Oblitas, Tony Chuquizuta, és Himer Avila-George. 2017. „Application of Image Analysis to Optimization of the Bread-Making Process Based on the Acceptability of the Crust Color”. *Journal of Cereal Science* 74 (március):194–99. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.02.002>.
- Chen, Wei, Xinwei Wu, Zhenyi Liu, Ying Liu, Qiang Liu, Michael R. Pointer, Jinxing Liang, és Tran Quoc Khanh. 2022. „The Impact of Illuminance Level, Correlated Colour Temperature and Viewing Background on the Purchase Intention for Bread and Cakes”. *Food Quality and Preference* 98 (június):104537. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104537>.
- Chherawala, Y., R. Lepage, és G. Doyon. 2006. „Food Grading/Sorting Based on Color Appearance through Machine Vision: the Case of Fresh Cranberries”. In *2006 2nd International Conference on Information & Communication Technologies*, 1:1540–45. <https://doi.org/10.1109/ICTTA.2006.1684612>.
- Du, C.-J., Q. Cheng, és D.-W. Sun. 2012. „Computer Vision in the Bakery Industry”. In *Computer Vision Technology in the Food and Beverage Industries*, 422–50. Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9780857095770.3.422>.
- Ghasemi-Varnamkhasti, Mahdi, és Jesus Lozano. 2016. „Electronic Nose as an Innovative Measurement System for the Quality Assurance and Control of Bakery Products: A Review”. *Engineering in Agriculture, Environment and Food* 9 (4): 365–74. <https://doi.org/10.1016/j.eaef.2016.06.001>.
- Gomes, Juliana Freitas Santos, és Fabiana Rodrigues Leta. 2012. „Applications of Computer Vision Techniques in the Agriculture and Food Industry: A Review”. *European Food Research and Technology* 235 (6): 989–1000. <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1844-2>.
- Görgülü, Ahmet. 2025. „Real-time quality analysis of baked goods using advanced technologies”. *Journal of Food Engineering* 388 (március):112359. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2024.112359>.
- Hannan, M. W., T. F. Burks, és Duke M. Bulanon. 2009. „A Machine Vision Algorithm Combining Adaptive Segmentation and Shape Analysis for Orange Fruit Detection”. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/1281>.
- Heide, O. 2007. „Hygienic Design Solutions for Food Conveyor Belts”. *Trends in Food Science & Technology* 18 (január):S89–92. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.10.005>.

- Howell, Bryan F., és Hendrik N. J. Schifferstein. 2019. „How Neutral Coloured Backgrounds Affect the Attractiveness and Expensiveness of Fresh Produce”. *Food Quality and Preference* 78 (december):103718. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.05.018>.
- Kold, J., és C. Silverman. 2016. „Chapter 27 - Conveyors Used in the Food Industry”. In *Handbook of Hygiene Control in the Food Industry (Second Edition)*, szerkesztette Huub Lelieveld, John Holah, és Domagoj Gabrić, 367–82. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. San Diego: Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100155-4.00027-3>.
- Konica Minolta. 2016. „Konica Minolta BC-10 PLUS BAKING CONTRAST METER használati utasítás”. 2016. https://www5.konicaminolta.eu/fileadmin/content/eu/Measuring_Instruments/2_Products/1_Colour_Measurement/4_Colour_Readers/BC-10_PLUS/BC-10_Plus_low_res.pdf.
- KSH. 2022. „Élelmiszer-hulladék – Fenntartható fejlődési célok”. <https://ksh.hu/s/kiadvanyok/fenntarthato-fejlodes-indikatorai-2022/3-28-sdg-12#1-abra>.
- León, Katherine, Domingo Mery, Franco Pedreschi, és Jorge León. 2006. „Color Measurement in L*a*b* Units from RGB Digital Images”. *Food Research International*, Physical Properties VI, 39 (10): 1084–91. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.03.006>.
- Lind, R., és A. Murhed. 2012. „Computer Vision in Food Processing: An Overview”. In *Computer Vision Technology in the Food and Beverage Industries*, 133–49. Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9780857095770.2.133>.
- Meenu, Maninder, Chinmay Kurade, Bala Chakravarthy Neelapu, Sahil Kalra, Hosahalli S. Ramaswamy, és Yong Yu. 2021. „A concise review on food quality assessment using digital image processing”. *Trends in Food Science & Technology* 118 (december):106–24. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.09.014>.
- Mery, Domingo, és Franco Pedreschi. 2005. „Segmentation of colour food images using a robust algorithm”. *Journal of Food Engineering* 66 (3): 353–60. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.04.001>.
- Nashat, S., A. Abdullah, S. Aramvith, és M. Z. Abdullah. 2011. „Support Vector Machine Approach to Real-Time Inspection of Biscuits on Moving Conveyor Belt”. *Computers and Electronics in Agriculture* 75 (1): 147–58. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2010.10.010>.
- Nashat, S., és M. Z. Abdullah. 2016. „Chapter 21 - Quality Evaluation of Bakery Products”. In *Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation (Second Edition)*, szerkesztette Da-Wen Sun, 525–89. San Diego: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802232-0.00021-9>.
- Olakanmi, Sunday J., Digvir S. Jayas, és Jitendra Paliwal. 2023. „Applications of Imaging Systems for the Assessment of Quality Characteristics of Bread and Other Baked Goods: A Review”. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 22 (3): 1817–38. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13131>.
- Paquet-Durand, O., D. Solle, M. Schirmer, T. Becker, és B. Hitzmann. 2012. „Monitoring Baking Processes of Bread Rolls by Digital Image Analysis”. *Journal of Food Engineering* 111 (2): 425–31. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.01.024>.
- Patel, Krishna Kumar, A. Kar, S. N. Jha, és M. A. Khan. 2012. „Machine Vision System: A Tool for Quality Inspection of Food and Agricultural Products”. *Journal of Food Science and Technology* 49 (2): 123–41. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0321-4>.

- Purlis, Emmanuel. 2010. „Browning Development in Bakery Products – A Review”.
Journal of Food Engineering 99 (3): 239–49.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.03.008>.
- Szabó-Bódi Barbara, és Dr Kasza Gyula. 2017. „Kutatási eredmények összefoglalása”.
NÉBIH.
- „Tejes kifli 45 g - Tesco Online, Tesco Otthonról”. é. n. Elérés 2024. február 1.
<https://bevasarlas.tesco.hu/groceries/hu-HU/products/2004008607788>.

Elek Dorina szakdolgozat

8 ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. ábra: Tejes kifli.....	9
2. ábra: Látórendszer felépítése és a képfeldolgozás lépései	10
3. ábra: Fotóállvány.....	11
4. ábra: Fényképezőgép beállításai.....	11
5. ábra: Kép metaadatok.....	11
6. ábra: Kalibrációs vonalzó.....	12
7. ábra: Nyers kép	13
8. ábra: Körbevágott kifli	13
9. ábra: Barna és kék háttéren fotózott kifli hisztogramja.....	16
10. ábra: Eredeti kép és annak HSV csatornái	16
11. ábra: Szegmentált kiflik (im2bw függvény, határérték = 0,2)	17
12. ábra: Kifli köréirt téglalapjának területe különböző háttérszínek mellett.....	17
13. ábra: Köréirt téglalap.....	18
14. ábra: Kifli kerülete	18
15. ábra: „Régi” és „új” tejes kifli.....	19
16. ábra: Ép kifli (100%) és a „sérült” kiflik egyike (ép kifli területének 83,24%-a).....	20
17. ábra: Mahalanobis távolság a sérülés mértéke függvényében	20
18. ábra: Tolerált eltérés mértéke a Mahalanobis távolság függvényében	21
19. ábra: Mahalanobis távolság ugyanazon kifli egy- és kétoldalú sérülésére.....	21
20. ábra: Idegen termékek (bajor stangli, vizes zsemle és nosztalgia kifli 1-2).....	22
21. ábra: Kiflik közötti és idegen termékek közötti Mahalanobis távolságok alakulása ...	22
22. ábra: Mintakifliktől eltérő eredetű kiflik.....	23
1. táblázat: Heyda színek és fehér nyomtatópapír RGB megfelelői	12
2. táblázat: Három számolt tulajdonság és számításuk módja.....	14
3. táblázat: Kiflire jellemző alap paraméterek	18
4. táblázat: Számolt kulcsparaméterek.....	19
5. táblázat: Idegen termékek Mahalanobis távolságai a mintakiflikhez képest.....	23
1. képlet: Mahalanobis távolság számítása.....	14

Elek Dorina szakdolgozat

NYILATKOZAT

a szakdolgozat¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Elek Dorina
A Hallgató Neptun kódja: RQV8W0
A dolgozat címe: Sütőipari termékek minőségellenőrzése számítógépes látórendszer alkalmazásával
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.


Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2025. április 22.



Elek Dorina
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

NYILATKOZAT

Elek Dorina (hallgató Neptun azonosítója: RQV8W0) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2025. április 16.



Dr. Baranyai László
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.