

ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE DIN BUCUREȘTI

Școala Doctorală Informatică Economică



TEZĂ DE DOCTORAT

Prezentată și susținută public de către autor:

ANDREEA-ALINA V. CORNEA

Titlul tezei de doctorat:

**TRASABILITATEA PRODUSELOR ÎN CONTEXT
INTERNET OF THINGS**

Conducător de doctorat: prof. univ. dr. **MARIAN DÂRDALĂ**

Comisia de susținere a tezei de doctorat:

Prof. univ. dr. Claudiu HERȚELIU (președinte) - Academia de Studii Economice din București

Prof. univ. dr. Anca-Marilena MEHEDINȚU (referent) - Universitatea din Craiova

Prof. univ. dr. Daniela POPESCU (referent) - Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași

Prof. univ. dr. Ion SMEUREANU (referent) - Academia de Studii Economice din București

Prof. univ. dr. Marian DÂRDALĂ (conducător de doctorat) - Academia de Studii Economice din
București

București, aprilie 2025

ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE DIN BUCUREȘTI

Consiliul pentru Studii Universitare de Doctorat

Școala Doctorală *Informatică Economică*

**TRASABILITATEA PRODUSELOR ÎN CONTEXT
INTERNET OF THINGS**

Andreea-Alina Cornea

Conducător de doctorat: prof. univ. dr. Marian Dârdală

București, 2025

CUPRINS

1. INTRODUCERE	1
1.1. CONTEXT GENERAL	1
1.2. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRII.....	1
1.3. METODOLOGIA CERCETĂRII.....	2
1.4. STRUCTURA TEZEI DE DOCTORAT	4
2. DIGITALIZAREA PROCESELOR DE AFACERI.....	6
2.1. INSTRUMENTE PENTRU DIGITALIZAREA PROCESELOR DE AFACERI	7
2.2. IMPLICAȚII ALE INTERNET OF THINGS ȘI BIG DATA.....	9
2.3. FACILITĂȚI DE TIP SELF-SERVICE	16
3. IMPACTUL PROCESULUI DE DIGITALIZARE	20
3.1. MODERNIZAREA ȘI EFICIENTIZAREA MEDIULUI DE AFACERI	20
3.2. MODIFICAREA PROFILULUI DE CONSUM.....	24
3.3. ASIGURAREA TRASABILITĂȚII PRODUSELOR ÎN CADRUL PROCESELOR .	28
3.4. STADIUL CURENT AL PROCESULUI DE RECHEMARE ÎN ROMÂNIA.....	32
4. SOLUȚII INFORMATICE ȘI TEHNOLOGII UTILIZATE ÎN TRASABILITATE	34
4.1. SOLUȚII INFORMATICE PENTRU MANAGEMENTUL FLUXURILOR DE APROVIZIONARE.....	36
4.2. INSTRUMENTE PENTRU IDENTIFICAREA ȘI COLECTAREA DATELOR REFERITOARE LA PRODUSE.....	38
4.2.1. Coduri de bare	41
4.2.2. Coduri Quick Response	43
4.2.3. Radio Frequency Identification.....	46
4.2.4. Near Field Communication.....	50
4.2.5. Instrumente Big Data.....	52
4.3. CONSIDERAȚII PRIVIND INTEGRAREA TEHNOLOGIILOR PENTRU PROCESUL DE RECHEMARE.....	57
4.3.1. Integrarea tehnologiei blockchain	57
4.3.2. Integrarea RFID cu IoT.....	63
5. STUDIU CANTITATIV PRIVIND IMPACTUL PROCESULUI DE RECHEMARE	68
5.1. CUANTIFICAREA IMPACTULUI ASUPRA CONSUMATORILOR.....	70

5.2. EVALUAREA PREJUDICIULUI DE IMAGINE CAUZAT PRODUCĂTORILOR IMPLICAȚI	75
6. PROIECTAREA ȘI IMPLEMENTAREA UNUI SISTEM INFORMATIC PENTRU GESTIUNEA ALERTELOR DE NECONFORMITATE.....	78
6.1. ARHITECTURĂ SOFTWARE PROPUȘĂ ȘI COMPONENTE	78
6.2. DESCRIEREA CAZURILOR DE UTILIZARE.....	86
6.3. PREZENTAREA INTERFEȚEI APLICAȚIEI PROPUSE	90
6.4. INTEGRAREA MODULULUI DE NOTIFICARE A CLIENȚILOR.....	102
7. EXTINDEREA UTILIZĂRII TEHNOLOGIILOR PREZENTATE	107
7.1. UTILIZAREA CODURILOR QR ȘI RFID ÎN LANȚURILE DE MAGAZINE.....	107
7.1.1. Modalități pasive de identificare a produselor	107
7.1.2. Modalități active de identificare a produselor.....	109
7.2. CREȘTEREA VIZIBILITĂȚII PRODUCĂTORILOR LOCALI	116
7.2.1. Considerente economice și sociale.....	116
7.2.2. Considerente tehnologice.....	119
7.2.3. Considerente de marketing	121
8. CONCLUZII.....	123
8.1. CONCLUZII ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE.....	123
8.2. CONTRIBUȚII PROPRII.....	125
8.3. DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRII	127
REFERINȚE BIBLIOGRAFICE	130
LISTA ABREVIERILOR ȘI ACRONIMELOR.....	142
LISTA FIGURILOR ȘI GRAFICELOR	144
LISTA TABELELOR	146
ANEXE	147

CUVINTE CHEIE: rechemare produse, trasabilitate produse, alertă de neconformitate, Internet of Things, Big Data, coduri QR, RFID, NFC, automatizare, management lanț de aprovizionare, microservicii, dezvoltare tehnologică.

REZUMAT

Lucrarea de cercetare a avut ca scop prezentarea tehnologiilor și abordărilor moderne care au dus la digitalizarea proceselor din cadrul unor industrii variate. Pe parcursul lucrării au fost explorate facilități care pot fi puse la dispoziție pentru a optimiza mecanismele de lucru și a îmbunătăți modul în care se desfășoară diferite activități. Astfel, a fost pus în evidență rolul pe care aplicațiile software îl au în obținerea, distribuirea și comercializarea unui produs, oferind o nouă experiență de achiziție și consum și asigurând trasabilitatea produselor în context Internet of Things.

Lucrarea a fost structurată pentru a oferi o imagine de ansamblu a proceselor din industrii variate, evidențiind elementele de trasabilitate, și pentru a defini cadrul conceptual al retragerii produselor neconforme, prezentând astfel noile perspective tehnologice prin prototipul propus și exemplificând utilitatea practică prin studii de caz și analize relevante. Împărțirea în capitole dedicate, derivate din elementele structurale principale, care au fost enunțate anterior, a permis expunerea în detaliu a considerentelor de natură economică, socială și tehnologică.

Din perspectivă tehnologică, au fost plasate în prim plan tehnologii conexe Internet of Things, precum RFID și NFC, și modul în care acestea pot interacționa cu scopul de a oferi soluții moderne și de a rezolva probleme identificate la nivelul diferitelor industrii. Capitolul a cuprins inițial o revizuire a literaturii de specialitate referitoare la perspectivele economice și tehnologice din mediul de afaceri, continuând cu analiza profilurilor de consum, practică esențială pentru personalizarea experiențelor de cumpărare și creșterea loialității clienților, facilitând trecerea către abordările moderne.

Prin integrarea cu IoT s-a obținut o monitorizare mai eficientă a produselor, iar adăugarea unui nivel tehnologic suplimentar prin tehnicile de procesare Big Data a dus la obținerea unor rezultate relevante referitoare la mediu, logistică și distribuție.

În același context au fost analizate în detaliu RFID și NFC, cu accent pe demonstrarea utilității acestora în urmărirea produselor și eficientizarea proceselor industriale. Aplicabilitatea acestora a fost dublată de utilizarea codurilor QR și a codurilor de bare în scopul accesării detaliilor referitoare la un bun achiziționat, punând în evidență noi metode de automatizare a proceselor și de îmbunătățire a experienței utilizatorilor, permițând astfel identificarea și monitorizarea în timp real a produselor.

Tema principală a tezei de doctorat a gravitat în jurul trasabilității produselor, a managementului acestora, a proceselor componente și a gradului de inovație asociat. Astfel, au

fost prezentate facilitățile de tip self-service, care oferă clienților o experiență de cumpărare rapidă, sigură și eficientă, fără a mai interacționa cu personalul dedicat, ca alternativă modernă a etapei de comercializare. De asemenea, blockchain și soluțiile informatice moderne, precum platformele ERP și sistemele de gestionare a stocurilor, au eficientizat procesele de gestiune, având impact în etapa de producție, transport și distribuție. Însă, s-a identificat în literatura de specialitate și a fost menționat cu scopul de a reflecta posibile riscuri, faptul că implementarea perspectivelor tehnologice moderne presupune costuri ridicate cu adaptarea industriei și a consumatorilor deopotrivă, fiind întâmpinată uneori cu rezistență la schimbare și proteste.

Cadrul conceptual a fost marcat de prezentarea unei provocări regăsite în managementul lanțului de aprovizionare și anume retragerea produselor neconforme, care rămâne o problemă critică în majoritatea industriilor. Stadiul curent al procesului de rechemare a produselor în România a evidențiat necesitatea unor sisteme mai eficiente și mai transparente, iar o parte din instrumentele moderne precum codurile QR, RFID și NFC au fost luate în considerare pentru a îmbunătăți modul în care se realizează monitorizarea produselor și trasabilitatea acestora.

Prin metodologia cercetării au fost aplicate studii cantitative și calitative pentru a identifica starea industriilor, opiniile consumatorilor și perspectivele de creștere. Au fost interpretate statisticile referitoare la implicarea tehnologiei în industriile din România și Uniunea Europeană, insistând ulterior pe industria alimentară și pe modul în care digitalizarea a impactat consumatorii într-un fel sau altul, modificând comportamentul de cumpărare și așteptările acestora. La finalul acestui capitol a fost prezentat un chestionar referitor la impactul retragerii unui produs asupra imaginii comerciantului, ale cărui rezultate au evidențiat necesitatea stabilirii unor procese eficiente de gestionare a situațiilor de criză pentru a menține încrederea consumatorilor.

Astfel, prin identificarea problemei și căutarea unei abordări inovative care să faciliteze rezolvarea acesteia, lucrarea a continuat cu capitolul dedicat prototipului propus pentru implementare și a arhitecturii soluției, punând în prim plan tehnologiile RFID, NFC și exemplificând practic prin alternarea între NFC și QR. Au fost implementate scenarii de utilizare care ilustrează situații concrete de aplicare a conceptului și planul etapizat de utilizare a soluției, facilitând astfel prezentarea unei aplicații care aduce beneficii precum reducerea timpului de reacție în caz de rechemare și identificarea mai rapidă a produselor. Rezultatele obținute au confirmat eficiența prototipului, deschizând calea implementării pe scară largă în diferite industrii.

Prin continuarea exemplificării prototipului și oferirea unor perspective practice de utilizare a soluțiilor propuse, au fost enunțate o parte din beneficiile pe care RFID, NFC sau codurile QR le aduc în contextul integrării IoT. Așadar, s-au prezentat situații specifice precum creșterea vizibilității producătorilor locali în supermarketuri prin tehnici moderne de profilare și fidelizare a clienților, comercializarea unor produse care sunt caracterizate de transparență în manufacturare și prelucrare și alte scenarii care pot fi aplicate în cadrul diverselor entități comerciale. Utilizarea metodelor digitale de creare a profilului de consum a evidențiat modul în care conceptul propus

poate avea implicații în marketing și publicitate, creând noi oportunități de afaceri și îmbunătățind relația cu clienții. Prin evidențierea avantajelor și dezavantajelor implementării unei abordări moderne, s-au studiat considerentele sociale, economice și tehnologice care au conturat nevoia stabilirii unui echilibru între inovație și consecvență.

Implementarea într-un context extins a acestor tehnologii a depins de anumite premise care trebuiau luate în considerare și asigurate, astfel încât să permită dezvoltarea software propusă. Printre premise se numără investițiile inițiale în infrastructură, incluzând componentele hardware RFID sau NFC, sistemele de gestionare a datelor și personalul specializat în administrarea și întreținerea acestor tehnologii. De asemenea, comunicarea eficientă și interoperabilitatea se poate realiza doar prin stabilirea unei colaborări între producători, distribuitori și comercianți, eliminând astfel impedimente precum reticența la schimbare. Costurile ridicate de implementare și mentenanță, precum și complexitatea gestionării datelor au reprezentat alte posibile obstacole de care trebuie să se țină cont la momentul implementării conceptului.

Arhitectura propusă a oferit o viziune modernă asupra modului în care se realizează trasabilitatea produselor în procesul de rechemare. Provocările pe care le implică dezvoltarea acestora vor fi abordate de autor în continuare, ca obiectiv de cercetare, cu scopul de a exploata la maximum potențialul tehnologiilor propuse și, de ce nu, cu dorința de a studia alte opțiuni tehnologice compatibile cu scenariul de business.

Se preconizează că implementarea prototipului propus va demonstra practicabilitatea și eficiența unei abordări integrate pentru rechemarea produselor, adăugând valoare literaturii existente și oferind informații care pot reprezenta fundamentul unor noi cercetări.

În concluzie, potențialul transformator al tehnologiilor moderne, în diverse sectoare industriale, a fost evidențiat pe parcursul lucrării de cercetare. Aceste tehnologii oferă soluții avansate pentru gestiunea inventarului, trasabilitate și transparență operațională, iar integrarea lor în procesele comerciale a dus la automatizarea și digitalizarea fluxurilor de lucru, contribuind semnificativ la creșterea satisfacției consumatorilor.

La rândul lor, consumatorii tind să răspundă prin loialitate față de implementările adoptate de entitățile comerciale, cele din urmă având scopul de a oferi produse și servicii de calitate superioară. Astfel, utilizarea acestor tehnologii se dovedește a fi o necesitate strategică pentru asigurarea succesului și sustenabilității pe termen lung.