

BLOCKCHAIN TEXNOLOGIYASI ORQALI MAHSULOTNING RAQAMLI PASPORTINI JORIY QILISHNING NAZARIY ASOSLARI

Avloqulova Sadoqat Sobirjon qizi,

TDIU tayanch doktoranti

E-mail: avloqulova07@gmail.com

Annotatsiya

Yevropa Ittifoqining Barqaror Mahsulotlar uchun Ekodizayn Reglamenti (ESPR) doirasida taklif etilgan Mahsulotning raqamli pasporti(MRP) konsepsiyasi mahsulotlarning butun hayotiy sikli davomida ekologik barqarorlik va shaffoflikni ta'minlashga qaratilgan. Ushbu maqolada MRP tizimining funksiyalari, afzalliklari hamda uni amalga oshirishda blockchain texnologiyasining tutgan o'rni tahlil qilinadi. MRP mahsulotlar haqidagi ma'lumotlarni izchil va o'zgartirib bo'lmaz tarzda saqlashni, yetkazib beruvchilar, ishlab chiqaruvchilar va iste'molchilar o'rtasida ishonchli axborot almashuvini ta'minlashni maqsad qiladi. Blockchain asosidagi yondashuvlar — jumladan tokenlashtirish, verifikatsiyalanadigan credentiallar, gibril saqlash tizimlari va orakle mexanizmlari — MRP'ning ishonchliligi va funktsionalligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Shu bilan birga, tizim joriy etilishi bilan bog'liq bo'lgan muammolar – texnologik murakkablik, normativ huquqiy muvofiqlik, shaxsiylik xavotirlari va ishtirokchilar o'rtasidagi hamkorlik ehtiyoji ham ko'rib chiqiladi. Maqola MRP'ning global barqarorlik va aylana iqtisodiyot maqsadlariga xizmat qiluvchi raqamli infratuzilma sifatida strategik ahamiyatini yoritadi.

Kalit so'zlar: Mahsulot raqamli pasporti (MRP), blockchain texnologiyasi, barqarorlik, aylanma iqtisodiyot, mahsulot hayotiy sikli, Ekodizayn reglamenti (ESPR)

Аннотация

Концепция Цифрового паспорта продукта (ЦПП), предложенная в рамках Регламента ЕС по экологичному проектированию устойчивых продуктов (ESPR), направлена на обеспечение экологической устойчивости и прозрачности на протяжении всего жизненного цикла продукта. В данной статье анализируются функции и преимущества системы ЦПП, а также роль технологии блокчейн в процессе её реализации. ЦПП предназначен для последовательного и неизменяемого хранения данных о продуктах, обеспечения надёжного обмена информацией между поставщиками, производителями и потребителями.

Подходы на основе блокчейна — включая токенизацию, проверяемые учётные данные (verifiable credentials), гибридные системы хранения и механизмы оракулов — играют ключевую роль в повышении надёжности и функциональности ЦПП. Наряду с этим рассматриваются проблемы, связанные

с внедрением системы: технологическая сложность, нормативно-правовое соответствие, вопросы конфиденциальности и необходимость координации между участниками.

Статья раскрывает стратегическое значение ЦПП как цифровой инфраструктуры, служащей целям глобальной устойчивости и циркулярной экономики.

Ключевые слова: Цифровой паспорт продукта (ЦПП), технология блокчейн, устойчивое развитие, циркулярная экономика, жизненный цикл продукта, Регламент ЕС по экологичному проектированию (ESPR).

Abstract

The concept of the Product Digital Passport (PDP), proposed within the framework of the EU Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR), aims to ensure environmental sustainability and transparency throughout the entire product life cycle. This article analyzes the functions and advantages of the PDP system, as well as the role of blockchain technology in its implementation. The PDP is designed to provide consistent and immutable data storage about products, enabling reliable information exchange among suppliers, manufacturers, and consumers.

Blockchain-based approaches — including tokenization, verifiable credentials, hybrid storage systems, and oracle mechanisms — play a key role in enhancing the reliability and functionality of the PDP. At the same time, the article discusses challenges associated with system deployment, such as technological complexity, regulatory compliance, privacy concerns, and the need for stakeholder collaboration.

The paper highlights the strategic importance of the PDP as a digital infrastructure that supports global sustainability and circular economy objectives.

Keywords: Product Digital Passport (PDP), blockchain technology, sustainability, circular economy, product life cycle, Ecodesign Regulation (ESPR).

KIRISH

Yevropa Ittifoqi tomonidan ishlab chiqilgan mahsulot raqamli pasporti (MRP) reglamenti barqarorlikni targʻib qilish hamda Yevropa Yashil Bitimi (European Green Deal) doirasidagi maqsadlarni ilgari surishga xizmat qiluvchi muhim tashabbus hisoblanadi. Mazkur tashabbus “Barqaror Mahsulotlar uchun Ekodizayn Reglamenti” (Ecodesign for Sustainable Products Regulation – ESPR) tarkibiga kiritilgan boʻlib, 1990-yilga nisbatan 2030-yilgacha uglerod chiqindilarini 55% ga kamaytirishni koʻzda tutadi.

MRP – bu markazlashtirilmagan va tarqatilgan raqamli platformalar tarmogʻi boʻlib, har bir platforma oʻzining foydalanuvchi jamoasi va sanoat sohasining ehtiyojlariga moslashtirilgan. Mazkur pasport Yevropa Ittifoqi bozorida mavjud

mahsulotlarning ekologik va barqarorlik xususiyatlari haqida iste'molchilar va tadbirkorlarga yuqori darajadagi shaffoflik va xabardorlikni ta'minlashga xizmat qiladi. Shu orqali u mahsulot hayotiy siklining har bir bosqichida barqaror yondashuvlarni qo'llab-quvvatlash, mahsulotlarning ta'mirlanishi va qayta ishlanishini osonlashtirishga yordam beradi.

MRP tashabbusi ESPR (2022) tarkibiy qismi bo'lib, Yevropa Ittifoqining Aylana Iqtisodiyot Harakat Rejasi (Circular Economy Action Plan – CEAP, 2020) doirasidagi asosiy amaliy choralardan biridir. Xususan, CEAP doirasida ishlab chiqilgan Batareyalar Reglamenti ham batareya mahsulotlari uchun raqamli pasport joriy etilishini rag'batlantirmoqda. Raqamli Mahsulot Pasportining dastlabki mahsulot toifalari bo'yicha majburiy joriy etilishi 2027-yilga mo'ljallangan bo'lib, bu bizneslar uchun qisqa muddatda moslashuvni talab qiladi.

ADABIYOTLAR SHARHI

So'nggi yillarda barqarorlik va raqamli transformatsiyaga oid ilmiy va amaliy tadqiqotlar mahsulot ma'lumotlarini boshqarishning samarali va shaffof usullariga e'tiborni kuchaytirdi. Xususan, Yevropa Ittifoqi tomonidan ishlab chiqilgan Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) va Circular Economy Action Plan (CEAP) kabi strategik hujjatlar MRP'ni muhim siyosiy vosita sifatida belgilab berdi¹.

Mahsulot raqamli pasportlari konsepsiyasini amalga oshirishda blockchain texnologiyasi muhim rol o'ynaydi. Don va Alex Tapscott tomonidan ishlab chiqilgan "trust protocol" konsepsiyasi bu texnologiyaning ishonchlilik, o'zgarmaslik va shaffoflik tamoyillariga tayangan holda tanlanishini ta'kidlaydi. Ularning "Blockchain Revolution" asarida blockchainni "trust protocol" sifatida tasvirlab, bu texnologiyaning MRP kabi tizimlar uchun infratuzilma sifatida xizmat qilishiga urg'u berilgan².

Texnologik cheklovlar, jumladan, blockchain'ni keng ko'lamda joriy etishda yuzaga keladigan masshtablilik (scalability), interoperabilitet va me'yoriy moslik masalalari ham tadqiq qilinmoqda. Horst Treiblmaier tomonidan IoT va blockchain integratsiyasi tahlili, shuningdek, masshtablilik va uzluksizlik monitoringi o'rganilgan³.

MRP ning amaliy integratsiya misollaridan biri sifatida Digital battery passport konsepsiyasi GBA, Minespider va Batraw kabi loyihalar doirasida EU Batteriyalar Reglamenti (2023) asosida elektromobil akkumulyatorlarida joriy etilmoq. Ushbu

¹ European Commission. *Proposal for Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR)*. Brussels, March 2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52022PC0142>

² Tapscott D., Tapscott A. *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies is Changing the World*. Penguin, 2016.

³ Treiblmaier H. *Combining blockchain technology and the physical internet to achieve triple bottom line sustainability: A comprehensive research agenda for supply chain management*. International Journal of Production Economics, 2020. DOI: 10.1016/j.ijpe.2020.107853

tadqiqotlar MRP arxitekturasini, hayotiy sikl fazalari bo'yicha ma'lumot turlari va ularni boshqarish modeli yoritilgan¹.

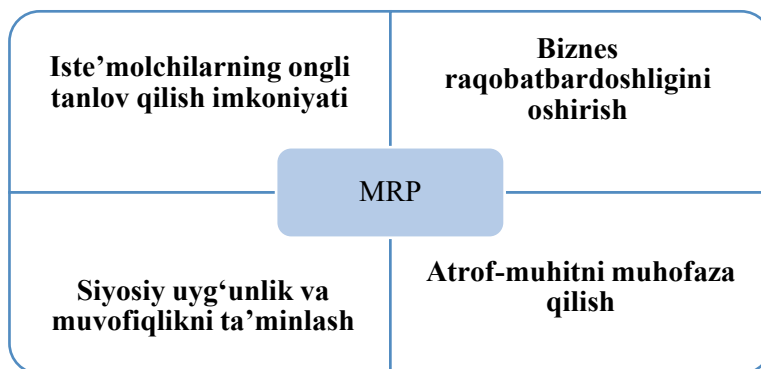
METODOLOGIYA

Ushbu tadqiqotda sifatli tahlil usuli asos qilib olindi. Yevropa Ittifoqi tomonidan ishlab chiqilgan ESPR, CEAP va MRP bo'yicha rasmiy hujjatlar, qonunchilik asoslari va texnik tavsiflar chuqur o'rganildi. Shuningdek, ilg'or ilmiy maqolalar, xalqaro konferensiya materiallari hamda blockchain texnologiyasiga oid standartlar tahlil qilindi. Ma'lumotlar kontent tahlili asosida turlarga ajratilib, MRP tizimlarining arxitekturasini, texnologik asoslari va qo'llanilish ssenariylari strukturalashtirilgan holda ko'rib chiqildi. Blockchain asosidagi turli yondashuvlar — tokenlashtirish, gibrid saqlash, oracle integratsiyasi — ularning afzallik va cheklovlari nuqtai nazaridan solishtirma tahlil orqali baholandi. Tadqiqot natijalari asosida MRP tizimining texnologik samaradorligi va barqarorlikka qo'shgan hisssasi haqida xulosalar chiqarildi.

TAHLIL VA NATIJALAR

MRP — Yevropa Ittifoqining aylana iqtisodiyotga o'tish strategiyasida markaziy rol o'ynaydi. U mahsulotlarning ekologik barqarorligi bo'yicha muhim ma'lumotlarni taqdim etib, butun qiymat zanjiri davomida izlanuvchanlik va shaffoflikni oshirishni maqsad qiladi. Shuningdek, bu tizim mahsulotlarga oid ma'lumotlarni samarali boshqarish va almashinish imkonini yaratadi, bu esa mahsulotlarning uzoq umr ko'rishini ta'minlash va ularni aylana iqtisodiyot tamoyillari asosida boshqarishga xizmat qiladi.

MRP barcha mahsulot toifalari uchun majburiy bo'ladi, bu toifalar esa ESPR doirasida belgilangan delegatsiyalangan hujjatlar orqali aniqlanadi.



1-rasm. MRP ning turli manfaatdor tomonlar uchun afzalliklari²

Mahsulot Raqamli Pasporti (MRP) turli manfaatdor tomonlar uchun bir qator muhim afzalliklarni taqdim etadi (1-rasm). MRP iste'molchilarga ekologik barqarorlikni inobatga olgan holda ongli tanlov qilish imkoniyatini beradi. Bu pasport mahsulotlar haqida aniq va ishonchli ma'lumotlarni taqdim etadi, bu orqali foydalanuvchilar mahsulotlarni ularning barqarorlik ko'rsatkichlari asosida

¹ CEPS. *Implementing the EU Digital Battery Passport: Challenges and Recommendations*. CEPS Policy Brief, March 2024. https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2024-03/1qp5rxiz-CEPS-InDepthAnalysis-2024-05_Implementing-the-EU-digital-battery-passport.pdf

² Muallif ishlanmasi

solishtirishlari mumkin. Natijada, korxonalar yanada yashil va barqaror amaliyotlarga o'tishga rag'batlantiriladi.

Barqaror dizayn, ishlab chiqarish va utilizatsiya jarayonlarini rag'batlantirish orqali MRP innovatsiyalarni kuchaytiradi va korxonalar o'rtasida raqobatni oshiradi. Atrof-muhitga foydali yechimlarni ustuvorlikka aylantirgan kompaniyalar tobora ortib borayotgan ekologik ongli bozor talablariga javob bera olgan holda muhim raqobat ustunligiga ega bo'ladi.

Mahsulotning raqamli pasporti resurslardan samarali foydalanish, chiqindilarni kamaytirish va ekologik toza materiallardan foydalanishni rag'batlantirish orqali raqamli mahsulotlarning atrof-muhitga bo'lgan salbiy ta'sirini kamaytirishni maqsad qiladi. Bu esa tabiiy resurslarning yanada barqaror ishlatilishini va elektron chiqindilarning sezilarli darajada kamaytirilishini ta'minlaydi.

EU MRP Yevropa Yashil Bitimi (European Green Deal) va Aylana Iqtisodiyot Harakat Rejasi (Circular Economy Action Plan) kabi keng ko'lamli siyosiy tashabbuslarni qo'llab-quvvatlaydi. U a'zo davlatlar o'rtasida barqaror raqamli mahsulotlarni ishlab chiqish va tartibga solish bo'yicha umumiy me'yoriy asos yaratadi va muvofiqlashtirishni ta'minlaydi.

Raqamli mahsulot pasportlari (MRP) zamonaviy davrda mahsulotning hayotiy sikli, aylanuvchanligi, ekologik izlari va standartlarga muvofiqligi haqida muhim ma'lumotlarni taqdim etuvchi vosita sifatida tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ularni samarali joriy etish uchun 1-jadvalda keltirilgan tamoyillarga rioya qilish zarur. Keltirilgan tamoyillar asosida ishlab chiqilgan MRP lar mahsulot haqiqiylikini, ekologik barqarorlikni va asosli tanlov qilish imkoniyatlarini ta'minlovchi muhim vositaga aylanadi.

1-jadval.

Mahsulot raqamli pasportlarini (MRP) yaratishning asosiy tamoyillari va talablari¹

Tamoyil	Tasnifi
Standartlashtirish	Global miqyosda MRP'larni muvofiqlashtirish uchun xalqaro standartlar asosida yagona yondashuv zarur. Bu turli sohalar o'rtasida uzviy ma'lumot almashinuvini ta'minlaydi
To'liq mahsulot ma'lumotlari	MRP butun mahsulot hayot siklini qamrab olgan – xomashyo yetkazib berishdan tortib utilizatsiya yoki qayta ishlashgacha bo'lgan barcha bosqichlarni aks ettirishi lozim.
Hayotiy sikl ma'lumotlari	Energiya sarfi, chiqindilar va boshqa ekologik ko'rsatkichlar standart metodologiyalar asosida aniqlanib, shaffof qaror qabul qilishga xizmat qiladi
Kuzatuvchanlik	MRP orqali mahsulot komponentlarining manbasini aniqlash mumkin bo'lib, bu soxta mahsulotlarga qarshi kurash va ta'minot zanjiri nazoratini kuchaytiradi
Moslashuvchanlik	MRP'lar mavjud raqamli infratuzilmalarga (logistika, e-commerce, normativ nazorat) osongina integratsiyalashishi kerak
Ma'lumot xavfsizligi	Maxfiy ma'lumotlar himoyasi uchun qat'iy xavfsizlik protokollari va ruxsat asosida ma'lumotni boshqarish mexanizmlari joriy qilinadi
Foydalanuvchi uchun qulaylik	MRP'lar intuitiv interfeyslar, vizual elementlar va barcha foydalanuvchilar, shu jumladan nogironlar uchun mos formatlarda taqdim etilishi kerak
Real-vaqt yangilanishlar	Mahsulotdagi har qanday o'zgarishlar darhol pasportda aks ettirilishi lozim, bu uning dolzarbligini ta'minlaydi

¹ Muallif ishlanmasi

Tamoyil	Tasnifi
Barqarorlik ko'rsatkichlari	Ekologik va barqarorlikka oid ko'rsatkichlar MRP tarkibiga kiritilib, blockchain asosida ishonchli va o'zgartirib bo'lmaydigan shaklda saqlanishi mumkin
Normativ moslik va xalqaro uyg'unlik	MRP'lar Yevropa Ittifoqi va boshqa mintaqaviy standartlarga muvofiq ishlab chiqilishi, shuningdek xalqaro savdoga moslashuvchan bo'lishi kerak
Masshtablilik	MRP tizimi keng ko'lamdagi mahsulotlar va ma'lumotlarni qamrab olishga tayyor bo'lishi zarur

Mahsulot raqamli Pasporti (MRP) mahsulotlarning kelib chiqishi, ekologik ta'siri va butun hayotiy sikli bo'yicha shaffof ma'lumot taqdim etuvchi tizimdir. Bunday tizimning ishonchliligi, o'zgartirib bo'lmazligi va global miqyosda amal qilishi uchun kuchli texnologik asos talab etiladi. Shu nuqtai nazardan, blockchain texnologiyasi MRP'ni joriy qilishda muhim rol o'ynaydi, chunki u mahsulotga oid barcha ma'lumotlarni o'zgartirib bo'lmaz tarzda saqlaydi, barcha ishtirokchilar o'rtasida shaffof va ishonchli ma'lumot almashinuvini ta'minlaydi, mahsulot va hujjatlarning izini kuzatishga yordam beradi hamda raqamli identifikatsiya orqali mahsulot egalari va yetkazib beruvchilarning haqiqiylikni tasdiqlaydi. Blockchain yordamida yaratilgan MRP nafaqat xavfsiz, balki xalqaro savdo va barqarorlik maqsadlariga mos global tizimga aylanadi.

Blockchain – bu tarqatilgan reyestr texnologiyasi bo'lib, unda ma'lumotlar yagona markazsiz tarmoq ishtirokchilari tomonidan saqlanadi va yangilanadi. Bu MRP uchun mahsulot haqidagi ma'lumotlarni ishlab chiqaruvchilar, yetkazib beruvchilar, iste'molchilar va davlat organlari o'rtasida markaziy boshqaruvsiz va senzura chidamli tarzda taqsimlash imkonini beradi.

Blockchain da yozilgan barcha tranzaksiyalar va ma'lumotlar tarmoq ishtirokchilariga ochiq bo'lib, bu ularning mustaqil ravishda mahsulot haqidagi tarix va haqiqatni tekshirishi imkonini beradi. Bu shaffoflik manfaatdor tomonlar o'rtasida ishonchni mustahkamlaydi va iste'molchilarga mahsulotning kelib chiqishi, ishlab chiqarish jarayoni, ishlatilgan materiallar va ekologik ta'siri haqida xabardor qaror qabul qilish imkonini yaratadi.

Ma'lumotlar blockchain ga kiritilgach, uni o'zgartirish yoki o'chirish deyarli imkonsiz bo'ladi. Bu MRP ichidagi ma'lumotlarni soxtalashtirishdan himoya qiladi va mahsulot sertifikatlash hamda muvofiqlikni ishonchli tarzda tasdiqlash imkonini beradi.

Blockchain kriptografik vositalar yordamida ma'lumot va tranzaksiyalarni himoya qiladi, bu esa faqat ruxsat etilgan ishtirokchilar tomonidan ma'lumotlarga kirish va ularni yangilash imkonini beradi. Ayniqsa, farmatsevtika yoki oziq-ovqat sanoati kabi tartibga solinuvchi sohalarda bu jihat muhim hisoblanadi.

Texnologiya mahsulotning kelib chiqish zanjirini shaffof va ishonchli tarzda qayd etadi. Mahsulot hayotiy siklining har bir bosqichi blockchain'da yozilib, u istalgan vaqtda manbaga qaytib tekshirilishi mumkin. Bu mahsulotlarni aniqlash va chaqirib olish jarayonlarini tez va samarali tashkil etadi.

Blockchain asosidagi MRP quyidagi ustunliklarni ta'minlaydi:

- shaffoflik va ishonchlilik,
- soxtalashtirishning kamayishi,

- me'yoriy talablarga muvofiqlik,
- ekologik barqarorlik,
- ta'minot zanjiri samaradorligi,
- iste'molchi huquq va qarorlarini kengaytirish.

Tizimning muvaffaqiyatli amalga oshirilishi uchun yechilishi lozim bo'lgan bir qator muammolar va cheklovlar ham mavjud.

Masshtablilik. blockchain tarmoqlari past tezlik va yuqori xarajatlar sababli real vaqtli mahsulot kuzatuvda muammolarga duch kelishi mumkin.

Shaxsiylik va xavfsizlik. Blockchain'ning o'zgarmasligi uning afzalligi bo'lsa-da, bu holat nozik ma'lumotlar oshkor bo'lishi xavfini tug'diradi. Shaffoflik va maxfiylik o'rtasidagi muvozanatni saqlash dolzarb vazifadir.

Texnologik moslik va muvofiqlik. Turli blockchain tizimlari va MRP platformalari o'rtasidagi standartlar farqi global integratsiyani qiyinlashtirishi mumkin. Interoperabilitet ta'minlanmasa, MRP'ning xalqaro ta'minot zanjiridagi salohiyati cheklanib qoladi.

Me'yoriy huquqiy muvofiqlik. Raqamli identifikatsiya, maxfiylik va blockchain texnologiyasiga oid normativlar murakkab va o'zgaruvchan bo'lib, tizimning global joriy etilishini qiyinlashtiradi.

Ishtirokchilar hamkorligi. MRP'ning keng qamrovli qabul qilinishi uchun ishlab chiqaruvchilar, yetkazib beruvchilar, nazoratchilar va iste'molchilar o'rtasida faol hamkorlik talab etiladi. Bu esa mavjud tizimlardan voz kechish va yangi yechimlarni oson integratsiyalashni talab qiladi.

Shuningdek, tizimning texnik murakkabligi va uni ishlab chiqish, joriy qilish va doimiy boshqarish uchun zarur bo'lgan mablag'lar ham muhim masalalardan biridir. Korxonalar uchun sarmoya evaziga aniq foyda taqdim etilmasa, bunday tizimlarga o'tish istagi past bo'lishi mumkin.

Yana bir muhim jihat – ma'lumot sifati. Blockchain qanchalik mustahkam bo'lmasin, agar unga noto'g'ri yoki soxta ma'lumotlar kiritilsa, butun tizim ishonchliligi yo'qqa chiqadi. Shu bois, kiritilayotgan ma'lumotlarni verifikatsiyalash va tasdiqlash mexanizmlarini ishlab chiqish muhimdir.

Ushbu muammolarni hal etish uchun texnologik innovatsiyalar, normativ moslashuvchanlik, manfaatdor tomonlar o'rtasida hamkorlik, ta'lim va targ'ibot faoliyati zarur. Bu yondashuvlar blockchain asosidagi MRP'larning to'liq salohiyatini ochib berib, mahsulotlar hayotiy siklining shaffof, samarali va ekologik barqaror bo'lishiga xizmat qiladi.

Raqamli mahsulot pasportini (MRP) blockchain texnologiyasi asosida joriy etish murakkab texnologik va me'yoriy omillarni hisobga olgan holda amalga oshirilishi lozim. Ayniqsa, tokenlashtirish, ma'lumotlar saqlovi va ishonch infratuzilmasi bo'yicha turli yondashuvlar orasida mavjud bo'lgan almashinuv (trade-off)larni tahlil qilish muhimdir. Bu borada gibrid yondashuv – ya'ni, mavjud metodologiyalarning afzalliklarini uyg'unlashtirgan yondashuv – eng samarali va barqaror yechimni taqdim etishi mumkin. Shuningdek, blokcheynlararo o'zaro ishlash (interoperabilitet) standartlarini joriy etish va reguliyativ talablarga moslashuv tizimning funksionalligi,

huquqiy asoslanganligi va keng ko'lamda qabul qilinishini ta'minlashda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Quyidagi jadval ushbu yondashuvlarning umumiy tahlilini taqdim etadi.

2-jadval.

Yondashuvlarning umumiy tahlili¹

Yondashuv	
Tokenlashtirish: Mahsulotni yoki uning atributlarini blockchain'da raqamli ko'rinishda ifodalash. Bu noyob mahsulotlar uchun NFTlar orqali yoki takrorlanuvchi qismlar uchun fungible tokenlar orqali amalga oshiriladi.	Afzalliklari: - Mahsulot egaligi va tarixining o'zgarmas yozuvini taqdim etadi. - Mahsulotlarni xavfsiz tarzda uzatish va kuzatish imkonini beradi. Kamchiliklari: - Blockchain'da kengayuvchanlik muammolari tranzaksiya tezligi va xarajatlariga ta'sir ko'rsatadi. - Ba'zi tarmoqlarning yuqori energiya sarfi ekologik xavotirlarga sabab bo'ladi.
Verifikatsiyalanadigan Ma'lumotlar (Verifiable Credentials): Mahsulotga oid atributlar yoki malakalarni xavfsiz va ishonchli tarzda almashish. Bu DID (Markazlashmagan Identifikatorlar) yordamida ma'lumotlarning haqiqiyliги va yaxlitligini ta'minlaydi.	Afzalliklari: - Tanlab ma'lumot oshkor qilish orqali shaxsiylikni kuchaytiradi. - Soxta mahsulotlar xavfini kamaytiradi. Kamchiliklari: - Credentiallarni yaratish va boshqarish murakkabligi. - DID'lar va credential standartlarining keng joriy etilishiga bog'liqlik.
Ma'lumotlar joylashuvi	
To'liq on-chain saqlash (Fully on-chain storage): Barcha ma'lumotlarni to'g'ridan-to'g'ri blockchain'da saqlash orqali o'zgartirib bo'lmazlik va shaffoflik ta'minlanadi.	Afzalliklari: - Ma'lumot yaxlitligi va xavfsizligi yuqori. - Smart-kontraktlar bilan oson integratsiyalanadi Kamchiliklari: - Blockchain'da saqlash xarajatlari yuqori. - Kengayuvchanlik cheklovları yuzaga keladi.
Gibrid saqlash (Hybrid storage): Muhim ma'lumotlar uchun blockchain, katta hajmli ma'lumotlar uchun esa IPFS, Filecoin kabi markazlashmagan tizimlardan foydalaniladi.	Afzalliklari: - Tejamkor saqlash yechimi. - Muhim ma'lumotlar uchun blockchain'ning afzalliklarini saqlab qolgan holda, ommaviy ma'lumotlar uchun off-chain yechimlardan foydalanadi. Kamchiliklari: - Turli saqlash tizimlari o'rtasida ma'lumotni boshqarish murakkabligi. - Off-chain ma'lumotlarga kirishda kechikish ehtimoli.

Blockchain'da ma'lumot kiritish jarayoni odatda ushbu ma'lumotni taqdim etayotgan subyektga bo'lgan ishonch asosida amalga oshiriladi. Bu esa "yagona ishonch nuqtasi" (single point of trust) muammosini keltirib chiqaradi. Ushbu muammoni bartaraf etish yoki kamaytirish uchun bir nechta yondashuvlar qo'llaniladi.

¹ Muallif ishlanmasi

Ulardan biri — bir nechta mustaqil tasdiqlovchilar (multiple reviewers) ishtirokida ma'lumotni blockchain'ga yozishdan avval uning to'g'riligini tasdiqlash. Shuningdek, oracle'lar orqali tashqi manbalardan ma'lumotlar olinib, ularning dolzarbligi va haqqoniyligi baholanadi. Markazlashmagan oracle tarmoqlari esa bir nechta manbadan ma'lumot yig'ish va ularni tekshirish orqali yanada ishonchli va manipulyatsiyaga qarshi chidamli mexanizm yaratadi. Bu kabi usullar MRP (Digital Product Passport) tizimlarida ishonchni kuchaytirishga xizmat qiladi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Mahsulotning raqamli pasporti(MRP) Yevropa Ittifoqining barqarorlik va aylana iqtisodiyotga o'tish strategiyasida muhim vosita bo'lib, mahsulotlar haqida to'liq, shaffof va ishonchli ma'lumotlarni taqdim etish orqali ekologik ongini oshirishga xizmat qiladi. Ushbu tizimning muvaffaqiyatli joriy etilishi uchun blockchain texnologiyasi markaziy rol o'ynaydi — u ma'lumotlarning o'zgarmasligi, izlanish imkoniyati va ishonchli almashinuvi kabi afzalliklarni ta'minlaydi. Tadqiqot shuni ko'rsatadiki, tokenlashtirish, verifikatsiyalanadigan credentiallar va gibrid saqlash kabi blockchain yondashuvlari MRP tizimini texnik jihatdan mustahkamlash imkonini beradi. Biroq, tizimning keng qamrovli qabul qilinishi uchun texnologik, huquqiy va tashkiliy muammolarni hal etish, manfaatdor tomonlar o'rtasida hamkorlikni kuchaytirish va standartlarni uyg'unlashtirish zarur. MRP'ning to'liq salohiyati, faqatgina texnologik innovatsiyalar emas, balki raqamli ishonch, axborot sifati va global hamkorlik orqali yuzaga chiqadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. European Commission. *Proposal for Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR)*. Brussels, March 2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52022PC0142>
2. Tapscott D., Tapscott A. *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies is Changing the World*. Penguin, 2016.
3. Treiblmaier H. *Combining blockchain technology and the physical internet to achieve triple bottom line sustainability: A comprehensive research agenda for supply chain management*. International Journal of Production Economics, 2020. DOI: 10.1016/j.ijpe.2020.107853
4. CEPS. *Implementing the EU Digital Battery Passport: Challenges and Recommendations*. CEPS Policy Brief, March 2024. https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2024-03/1qp5rxiz-CEPS-InDepthAnalysis-2024-05_Implementing-the-EU-digital-battery-passport.pdf