ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 2

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 2

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

UDK 004.8:004.932:681.5

SANOAT KONVEYERIDA OLMALARNI REAL VAQT REJIMIDA YOLOV8 MODELIDA 4 SINF BO'YICHA TASNIFLASH

Erkin Uljaev
Texnika fanlari doktori, professor, "Axborotni qayta ishlash va boshqarish tizimlari" kafedrasi, Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, O'zbekiston.
E-mail: e.uljaev@mail.ru
O'lmasjon Ulfat o'g'li Abdixalilov
Doktorant, "Axborotni qayta ishlash va boshqarish tizimlari" kafedrasi, Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, O'zbekiston.
E-mail: phdabdixalilov456@gmail.com
Aliyev Asilbek Safarali o'g'li
Qarshi Davlat Texnika Universiteti 2 – kurs talabasi
E-mail: aliyevasilbek003@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot sanoat konveyer lentasida olmalarni real vaqt rejimida 4 sinf bo'yicha aniqlash, tasniflash va sanashni maqsadi qo'yilgan. Buning uchun YOLOv8 modeli moslashtirilib, deteksiya va tracking algoritmlari integratsiya qilingan. Dataset kengaytirish va video pipeline amaliyoti tasvirlangan. Trening natijalarida yuqori barqarorlikka erishilgan. Taklif etilgan tizim sanoat sharoitida amaliy saralash uchun ishlatilishi mumkin.

Kalit so'zlar: olma saralash, YOLOv8, deep learning, real vaqt, deteksiya, tracking, video pipeline

Abstract. This study aims to detect, classify, and count apples on an industrial conveyor belt in real time across four categories. For this purpose, the YOLOv8 model was adapted and integrated with detection and tracking algorithms. The study describes dataset augmentation techniques and the implementation of a video processing pipeline. The training results demonstrate high stability and reliable performance of the model. The proposed system can be effectively applied for automated apple sorting in industrial environments.

Keywords: apple sorting, YOLOv8, deep learning, real-time, detection, tracking, video pipeline

Annotatsiya. В этом исследовании поставлен цель обнаружение, классификация и подсчет яблок на промышленной конвейерной линии в реальном времени по четырем классам. Модель YOLOv8 была адаптирована с интеграцией алгоритмов детекции и трекинга. Описано расширение датасета и видео-пайплайн. В результате обучения достигли на высокой

ISSN 3030-3907

стабильности. Предложенную систему можно применять для практической сортировки в промышленности.

Ключевые слова: сортировка яблок, YOLOv8, глубокое обучение, реальное время, детекция, трекинг, видео-пайплайн

KIRISH.

Olma (Malus domestica) oziq-ovqat zanjirida eng ko‘p iste’mol qilinadigan mevalardan biri bo‘lib, yangi iste’mol, sharbat va konsentrat, quritma hamda turli qandolat mahsulotlari ishlab chiqarishda muhim xomashyo hisoblanadi. Tarixiy-genetik manbalarda madaniy olmaning kelib chiqish o‘chog‘i Markaziy Osiyo bilan bog‘lanadi: xususan, Tyanshan mintaqasidagi yovvoyi olma (Malus sieversii) genetik jihatdan madaniy olmaning asosiy ajdodi sifatida ko‘rsatiladi [1]. Bu holat olmaning nafaqat agrar-iqtisodiy ahamiyatini, balki seleksiya va genofond nuqtayi nazaridan ham strategik o‘ringa egaligini anglatadi.

Saralash ko‘pincha rang (qizil/sariq/yashil), o‘lcham, sirt holati va nuqsonlar (dog‘, ezilish, chirish belgilari, deformatsiya) bo‘yicha amalga oshiriladi [2]. Qo‘lda saralash usullari esa tezlik cheklovi, operator charchashi, subyektiv baholash va bir xil standartni barqaror ushlay olmaslik kabi omillar sabab sanoat konveyeri sharoitida yetarli darajada samarali bo‘lavermaydi. Shu sababli so‘nggi yillarda kompyuter ko‘rish va chuqur o‘rganish (deep learning) yondashuvlari meva-sabzavotlarda defektlarni aniqlash, klassifikatsiya va sifat nazoratini avtomatlashtirishda faol qo‘llanilmoqda [3,4].

Xususan, obyekt deteksiyasi sinfidagi YOLO (“You Only Look Once”) oilasi real vaqtga yaqin ishlash imkoniyati bilan ajralib turadi: YOLO konsepsiyasi bitta neyron tarmoq orqali obyekt joylashuvi (bounding box) va sinf ehtimolini birgalikda bashorat qilib, tezkor inferensni ta’minlaydi [5,6]. Video oqimida esa faqat deteksiya yetarli bo‘lmay, obyektlarni kadrlar bo‘ylab izchil kuzatish (tracking) va takror sanashni oldini olish ham muhim vazifa sifatida qaraladi. Bunda deteksiya natijalarini ID asosida bog‘lash (multi-object tracking) kabi yondashuvlar qo‘llanadi; masalan, ByteTrack kabi algoritmlar “har bir deteksiyani bog‘lash” g‘oyasi orqali kuzatuv barqarorligini kuchaytirishga qaratilgan [7]. Ultralytics ekotizimida esa YOLO modellarini video rejimida kuzatish (object IDs bilan) uchun amaliy “track” rejimi va mos sozlamalar taqdim etilgan [4]. Ushbu tadqiqot sanoat konveyer lentasida olmalarni avtomatik saralash vazifasini real sharoitga yaqin shartlarda ko‘rib chiqadi. Ishning maqsadi — real vaqt rejimida to‘rtta sinf (qizil, sariq, yashil va nuqsonli olma) bo‘yicha aniqlash hamda tasniflashni ishonchli bajaradigan kompyuter ko‘rish yechimini ishlab chiqish va uni amaliy “video-pipeline”ga integratsiya qilishdir. Tadqiqot doirasida Ultralytics YOLOv8 modeli moslashtirilib o‘qitiladi, shuningdek konveyer oqimida sanash

ISSN 3030-3907

aniqligini oshirish uchun ID asosidagi tracking hamda virtual chiziqdan kesib o‘tish (line-crossing) mantiqiga tayangan hisoblash mexanizmi taklif etilgan [4,7,8].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Ushbu bo‘limda sanoat konveyer lentasida harakatlanayotgan olmalarni 4 sinf (qizil, sariq, yashil, nuqsonli) bo‘yicha real vaqt rejimida aniqlash, kuzatish (tracking) va sanashga mo‘ljallangan tizimni qurish uchun bajarilgan ishlar ketma-ketligi bayon qilinadi [9]. Ish jarayoni ma’lumot yig‘ish → belgilash → kengaytirish → modelni o‘qitish → video-pipeline (deteksiya+tracking+line-crossing) → baholash bosqichlaridan iborat [10,11].

1. Ma’lumotlarni yig‘ish va datasetni tayyorlash: Tadqiqot uchun tasvirlar sanoatga yaqin konveyer sharoitida olingan bo‘lib, kadrlar tarkibida turli rangdagi (qizil/sariq/yashil) hamda sirtida ko‘rinadigan shikastlanish alomatlari mavjud “nuqsonli” olmalar uchraydi [12]. Dastlabki dataset 90 ta tasvirdan tashkil topdi. Tasvirlar obyekt deteksiyasi uchun YOLO formatiga mos ravishda tayyorlandi: har bir rasmga mos annotatsiya faylida sinf identifikatori va bounding box koordinatalari saqlandi [13].

2. Sinflarni belgilash (labeling) strategiyasi: Belgilashda 4 sinf uchun aniq qoida qo‘llandi: Qizil olma — tashqi ko‘rinishda qizil rang ustun bo‘lgan namunalar; Sariq olma — sariq rang dominant bo‘lgan namunalar; Yashil olma — yashil rang ustun bo‘lgan namunalar; Nuqsonli olma — rangi qanday bo‘lishidan qat’i nazar, sirtida dog‘, ezilish, shikastlanish, chirish yoki deformatsiya ko‘rinadigan namunalar [4,6].

3. Ma’lumotlarni kengaytirish (data augmentation): Dastlabki tasvirlar soni cheklanganligi sababli umumlashtirish qobiliyatini kuchaytirish maqsadida datasetga augmentatsiya amallari qo‘llandi va yakuniy to‘plam 1 500 ta tasvirgacha kengaytirildi. Transformatsiyalar konveyer muhitidagi real variativlikni modellashtirishga qaratildi: Horizontal flip, Random rotation (−25°…+25°), Shear, Zoom (±20%) [14,17]. Har bir transformatsiya qo‘llanganda bounding box koordinatalari mos ravishda yangilandi.

4. Model tanlash va konfiguratsiya: Deteksiya modeli sifatida Ultralytics YOLOv8 (YOLOv8s) tanlandi [13,16]. Model o‘qitish parametrlari: imgsz = 720×720, optimizer = SGD, lr0 = 0.01, momentum = 0.937, weight_decay = 0.0009375, batch = 12, epochs = 500, EarlyStopping patience = 50 [16].

5. Hisoblash muhiti: Trening va tajribalar bulutli GPU muhiti (Google Colab)da bajarildi. Hisoblash uchun NVIDIA Tesla T4 (16 GB GDDR6) GPU ishlatildi [16].

ISSN 3030-3907

6. Video oqimini qayta ishlash: deteksiya + tracking + sanash: Model validatsiyadan o‘tkazilgach, konveyer videosida amaliy ishlash uchun pipeline ishlab chiqildi [13,17]. Video oqimi kadrma-kadr qayta ishlanib, har bir kadrda: YOLOv8 model deteksiyalarni beradi; tracking moduli deteksiyalarni kadrlar bo‘ylab bog‘lab, obyektga noyob ID biriktiradi; obyekt markazi bo‘yicha virtual chiziqlar bilan kesishuv tekshiriladi va sanash amalga oshiriladi. ByteTrack yondashuvi obyektlarni ID bilan kuzatishni qo‘llab-quvvatlaydi va line-crossing (ikki chiziqli) sanash mantiqi bilan birga ishlaydi [17,18].

7. Dasturiy vositalar: OpenCV (videoni o‘qish/yozish, bounding box chizish), Ultralytics YOLO (model o‘qitish va track), LabelImg (manual annotation) [13,14].

8. Baholash mezonlari: Model samaradorligini baholash uchun Precision, Recall, F1-score, mAP@0.50 va mAP@0.50:0.95 metrikalari qo‘llanildi. Shuningdek, sinflar kesimida adashishlarni tahlil qilish uchun confusion matrixlar shakllantirildi [13,14].

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Ushbu bo‘limda konveyer lentasida olmalarni 4 sinf (qizil, sariq, yashil, nuqsonli) bo‘yicha aniqlash va tasniflash uchun o‘qitilgan YOLO modelining trening jarayonidagi natijalari hamda real video oqimida qo‘llangandagi kuzatuvlar muhokama qilinadi. Model samaradorligi turli epoch kesimlarida (100/200/300/400/500) precision, recall, F1-score, mAP@0.50 va mAP@0.50:0.95 ko‘rsatkichlari orqali baholandi. Deteksiya sifatini chuqurroq tahlil qilish uchun **chalkashliklar matritsasi (confusion matrix)**lardan foydalanildi va xatoliklarning (FP/FN) sinflar bo‘yicha dinamikasi ko‘rib chiqildi (1-5-rasmlar).

1) Trening natijalari va epochlar bo‘yicha o‘sish tendensiyasi

Modelning umumiy natijalari epochlar ortishi bilan izchil yaxshilanganini ko‘rsatdi. 200–500 epoch oralig‘ida, ayniqsa qat’iyroq mezon bo‘lgan mAP@0.50:0.95 ko‘rsatkichi sezilarli oshdi, bu esa bounding box lokatsiyasi va sinf ajratish barqarorligi kuchayganini anglatadi.

- 200 epoch: umumiy P=0.9868, R=0.9798, F1=0.9832, mAP50=0.991, mAP50:0.95=0.819.
- 300 epoch: umumiy P=0.9891, R=0.9820, F1=0.9856, mAP50=0.990, mAP50:0.95=0.834.
- 400 epoch: umumiy P=0.9857, R=0.9867, F1=0.9862, mAP50=0.994, mAP50:0.95=0.841.
- 500 epoch: umumiy P=0.9931, R=0.9856, F1=0.9893, mAP50=0.992, mAP50:0.95=0.848.

ISSN 3030-3907

Ko‘rinib turibdiki, 300 epochdan keyin metrikalarda “katta sakrash”dan ko‘ra nozik yaxshilanishlar ko‘proq kuzatiladi. Bu amaliyotda odatiy holat: mAP50 allaqachon yuqori bo‘lganda, keyingi o‘sish asosan mAP50:0.95 kabi qat’iy mezonlar hisobiga bo‘ladi.

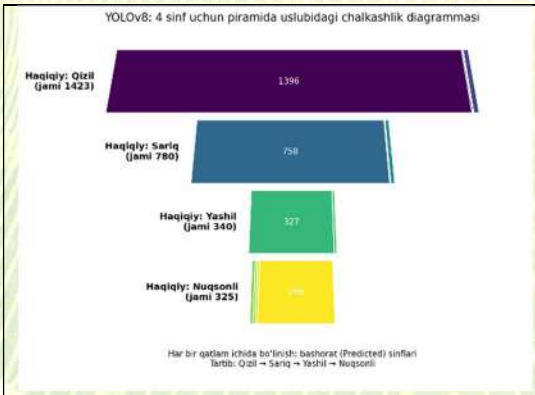
2) Sinflar kesimidagi yakuniy natijalar (500 epoch)

500 epoch yakunida sinflar bo‘yicha natijalar yuqori darajada qayd etildi va har bir sinfda modelning ishonchli ishlashi kuzatildi:

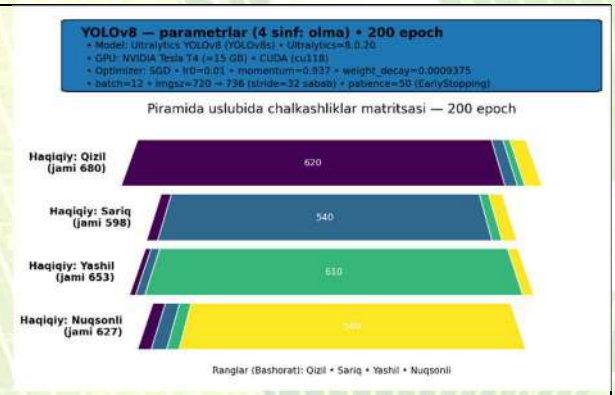
- **Qizil olma**: P=0.9888, R=0.986, F1=0.9874, mAP50=0.993, mAP50:0.95=0.832
- **Sariq olma**: P=1.0000, R=0.9883, F1=0.9941, mAP50=0.993, mAP50:0.95=0.849
- **Yashil olma**: P=1.0000, R=1.0000, F1=1.0000, mAP50=0.995, mAP50:0.95=0.881
- **Nuqsonli olma**: P=0.9838, R=0.968, F1=0.9758, mAP50=0.988, mAP50:0.95=0.829

Bu yerda yashil olma sinfi eng barqaror natijani ko‘rsatgan: precision/recall/F1 ko‘rsatkichlari juda yuqori. Amaliy talqinda bu sinfning vizual belgisi (rang dominantligi) model uchun nisbatan “aniq” ajralib turishini bildiradi. Aksincha, nuqsonli olma sinfi murakkabroq: nuqsonlar ko‘rinishi (dog‘, ezilish, deformatsiya) xilma-xil bo‘lgani uchun deteksiya va lokatsiya aniqligi biroz pastroq bo‘lishi tabiiy.

3) Chalkashliklar matritsasi tahlili (6–10-rasmlar)

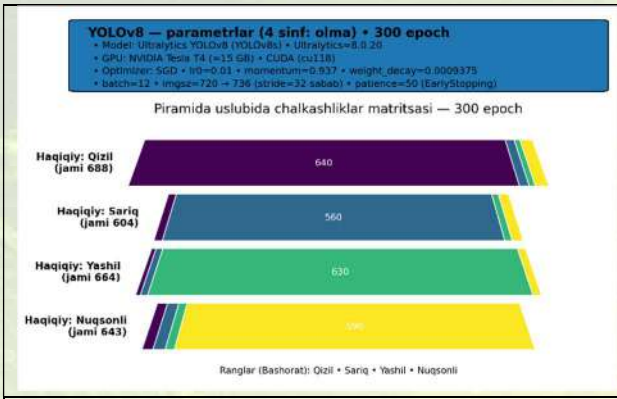


1-rasm. 100-epochdagi chalkashliklar matritsasi.

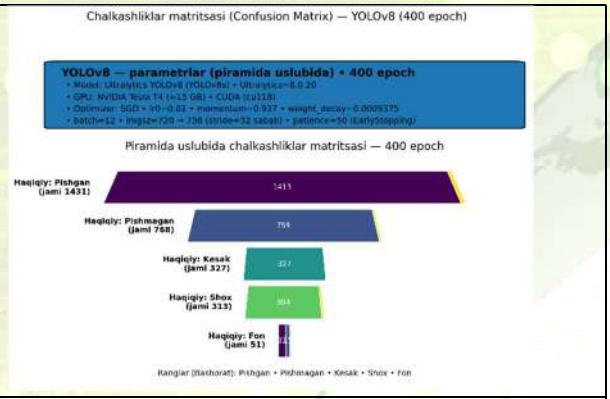


2-rasm. 200-epochdagi chalkashliklar matritsasi.

ISSN 3030-3907

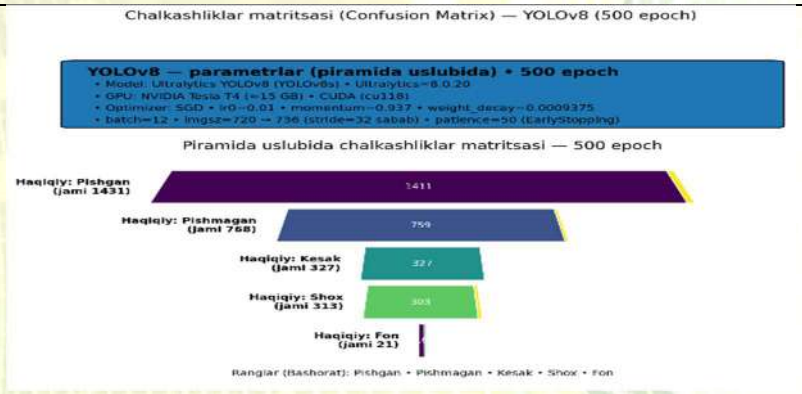


3-rasm. 300-epochdagi chalkashliklar matritsasi (Confusion Matrix).



4-rasm. 400-epochdagi chalkashliklar matritsasi (Confusion Matrix).

Modelning sinflarni ajratish sifati confusion matrixlar orqali bosqichma-bosqich tahlil qilindi:



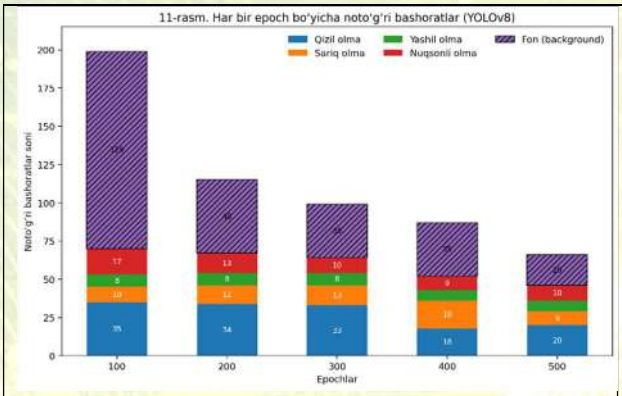
5-rasm. 500-epochdagi chalkashliklar matritsasi (Confusion Matrix).

- **100 epoch** (1-rasm): fon obyektlarining qizil/sariq/nuqsonli sinflarga noto‘g‘ri “yopishib ketishi” ko‘proq kuzatildi. Bu bosqichda ayniqsa fon bilan ranglar o‘xshash bo‘lganda FP soni yuqoriroq bo‘lishi tabiiy.
- **200 epoch** (2-rasm): qizil olma bo‘yicha FP keskin kamayadi, sariq va nuqsonli sinflarda ham adashishlar qisqaradi; bu model “fon vs olma” chegarasini aniqroq o‘rganganini ko‘rsatadi.
- **300 epoch** (3-rasm): xatolar soni kamayishda davom etadi, lekin o‘sish sur’ati sekinlashadi; ya’ni model barqaror holatga yaqinlashadi.
- **400 epoch** (4-rasm): recall oshishi evaziga ayrim sinflarda FP biroz tebranishi mumkin — bu “ko‘proq topish” strategiyasi bilan bog‘liq muvozanat holati.
- **500 epoch** (5-rasm): yakuniy natijada sinflar bo‘yicha adashishlar minimal darajaga tushadi va model amaliy saralash talabiga yaqin barqaror ishlashni namoyish qiladi. 500 epoch yakunida FP/FN lar umumlashmasi (7-jadval) quyidagicha talqin qilindi: **Qizil olma**: FP=16, FN=20, **Sariq olma**: FP=0, FN=9, **Yashil olma**: FP=0, FN=0, **Nuqsonli olma**: FP=5, FN=10, **Fon**: FP=39, FN=21

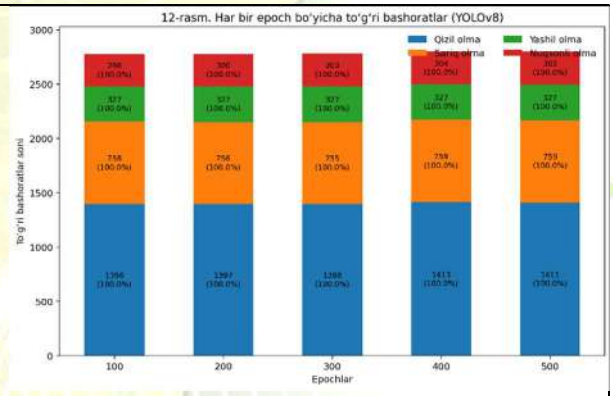
ISSN 3030-3907

Bu natija shuni ko‘rsatadiki, asosiy xatolik manbai — **fonning ayrim fragmentlari** (yorug‘lik dog‘i, soyalar, konveyer teksturasi yoki shunga o‘xshash elementlar) ayrim sinflarga noto‘g‘ri tasniflanishi. Ayniqsa qizil rangga yaqin “issiq” yorug‘lik dog‘lari yoki sirt shovqini (noise) qizil olma sinfi bilan chalkashishi mumkin. Bunday xatolar real ishlab chiqarishda kamerani barqaror yoritish bilan ta’minlash va datasetni fon variatsiyalari bo‘yicha boyitish orqali kamaytiriladi.

4) Xatoliklar dinamikasi (6-7-rasmlar). Modelning o‘rganish jarayonidagi progress 6–7-rasmlarda ko‘rsatilgan:



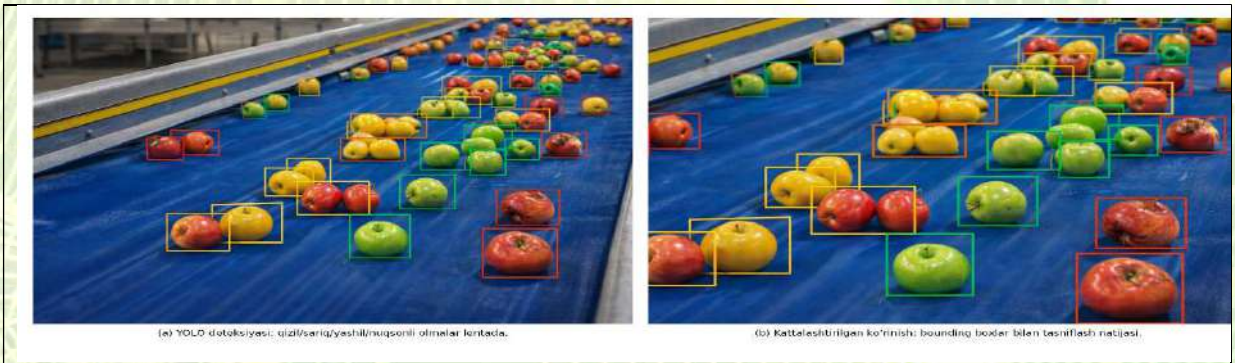
6-rasm. Har bir o‘qitish epoxasi uchun noto‘g‘ri taxminlar soni



7-rasm. Har bir trening epoxida to‘g‘ri taxminlar soni.

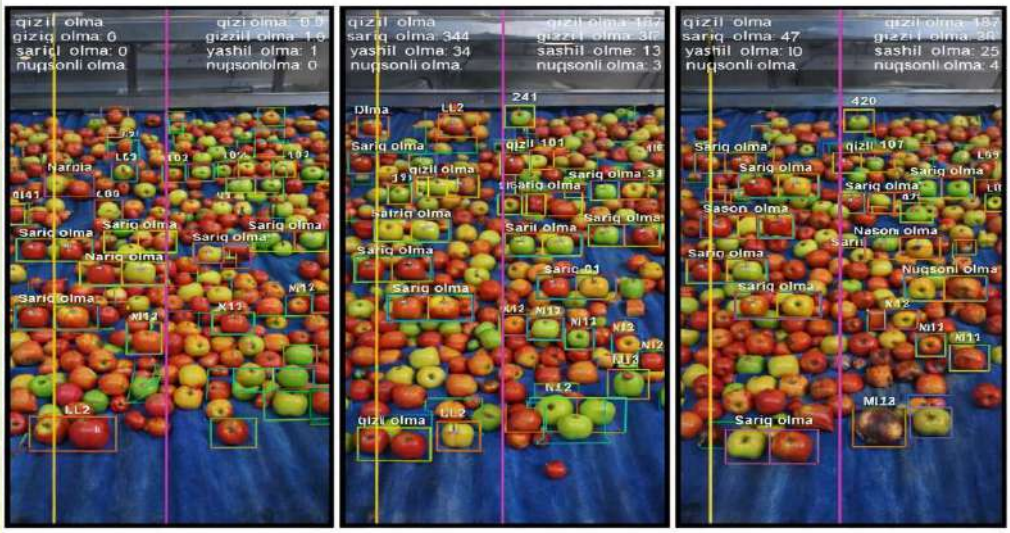
- **6-rasm**: epochlar bo‘yicha noto‘g‘ri taxminlar soni kamayib boradi; bu modelning sinflar chegarasini tobora aniqroq ajratayotganini bildiradi.
- **7-rasm**: to‘g‘ri taxminlar soni ortib boradi va keyingi epochlarda plato holatiga yaqinlashadi; bu esa o‘qitishning oxirgi bosqichlarida “kamayib boruvchi foyda” tendensiyasini ko‘rsatadi.

5) Real konveyer videosida qo‘llash natijalari (8–9-rasmlar)



8-rasm. Aniqlangan obyektlarning chegaralovchi to‘rtburchaklari (Bounding box).

ISSN 3030-3907



9-rasm. Konveyer lentadagi olma videosida model qo‘llangan kadrlar (deteksiya, tasniflash va sanash).

Treningdan o‘tgan model konveyer lentadan olingan videoda sinovdan o‘tkazilganda, deteksiya natijalari amaliy jihatdan qoniqarli bo‘ldi. **13-rasm**da bounding boxlar va sinf yorliqlari bilan real kadrlar misoli keltiriladi: turli rangdagi olmalar va nuqsonli obyektlar ajratib ko‘rsatiladi. **14-rasm** esa deteksiya+tuzilish+sanash jarayoni ishlatilgan ketma-ket kadrlarni ifodalaydi.

Amaliy kuzatuvlar shuni ko‘rsatdiki:

- Obyektlar juda zich bo‘lib, bir-birini yopib qolgan (overlap) holatlarda qisqa muddatli tracking uzilishi yoki deteksiya ishonchi pasayishi mumkin.
- Konveyer bo‘ylab ma’lum nuqtadan keyin olmalar “tarqalishi” bilan overlap kamayadi va deteksiya hamda tracking izchilligi yaxshilanadi.
- ID asosidagi kuzatuv va line-crossing mantiqi bir obyektni takror sanash ehtimolini sezilarli kamaytiradi; bu real vaqt monitoring uchun muhim.

6) Muhokama va amaliy ahamiyat

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, taklif etilgan yondashuv sanoat konveyerida rang bo‘yicha saralash hamda nuqsonli olmalarni ajratish vazifasiga mos keladi. Ayniqsa, mAP50 ko‘rsatkichining yuqori bo‘lishi obyektlar aniqlanishi kuchli ekanini bildirsa, mAP50:0.95 ning 0.848 gacha chiqishi lokatsiya aniqligi ham amaliy darajada barqaror ekanini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, tizimni yanada ishonchli qilish uchun quyidagi omillar muhim:

1. **Datasetni diversifikatsiya qilish**: fon teksturalari, yorug‘lik ssenariylari, kamera burchagi va konveyer tezligi bo‘yicha namunalarni ko‘paytirish.
2. **Nuqsonli sinfni boyitish**: dog‘ turlari, ezilish darajalari, deformatsiya ko‘rinishlari bo‘yicha ko‘proq real misollar kiritish (bu sinfdagi FN ni kamaytiradi).

ISSN 3030-3907

3. **Trackingni barqarorlashtirish**: overlap ko‘p bo‘lgan joylarda ID uzilishi ehtimoli yuqori bo‘lgani uchun treker sozlamalarini optimallashtirish (masalan, ByteTrack/BoT-SORT parametrlari).

XULOSA VA TAKLIFLAR

Ushbu tadqiqotda sanoat konveyer lentasida harakatlanayotgan olmalarni **to‘rtta sinf** — *qizil, sariq, yashil va nuqsonli* — bo‘yicha **real vaqt rejimida aniqlash, tasniflash, kuzatish (ID tracking) va sanash**ga mo‘ljallangan kompyuter ko‘rish yechimi ishlab chiqildi. Taklif etilgan yondashuvda Ultralytics YOLOv8 detektori asosiy “idrok” moduli sifatida moslashtirilib o‘qitildi, video oqimida esa takror sanashni cheklash uchun **ID + line-crossing** (ikkita virtual chiziq) mantiqi qo‘llandi. Trening natijalari modelning konveyer sharoitiga yaqin muhitda yuqori barqarorlikka ega ekanini ko‘rsatdi: 500 epoch yakunida umumiy **Precision=0.9931**, **Recall=0.9856**, **F1=0.9893**, **mAP@0.50=0.992**, **mAP@0.50:0.95=0.848** qiymatlariga erishildi. Sinflar kesimida mAP@0.50:0.95 ko‘rsatkichlari ham yuqori bo‘lib, qizil olma (0.832), sariq olma (0.849), yashil olma (0.881) va nuqsonli olma (0.829) natijalari amaliy saralash talablariga mos ekanini tasdiqlaydi. Modelning real konveyer videosidagi vizual ishlashi **13-rasm** (bounding box natijalari) va **14-rasm** (ketma-ket kadrlar) orqali namoyish etiladi. Shuningdek, sanash modulida ikki chiziqli verifikatsiya yondashuvi (**5-rasm**) obyektlar zich kelgan holatlarda ham “o‘tkazib yuborish” (FN) ehtimolini kamaytirib, monitoring ishonchliligini kuchaytirishga xizmat qildi.

Umuman olganda, taklif etilgan yondashuvda Ultralytics YOLOv8 detektori asosidagi tizim ishlab chiqarishda inson omiliga bog‘liq xatolarni kamaytirish, sifat nazoratini standartlashtirish va saralash jarayonining tezligini oshirish uchun amaliy yechim bo‘la oladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Zhang Y., Wu L., Zhu H. Apple detection and classification method based on deep learning in orchard environment. Computers and Electronics in Agriculture Journal, Vol. 168, Netherlands, 2020 year, Pages 105–123.

2. Uljaev E., Abdixalilov O‘.U. Sun’iy intellekt asosida meva saralash tizimlarini takomillashtirish: mexanik va optik usullar tahlili. *The Role and Prospects of Modeling in the Processes of Digital Transformation*: Xalqaro ilmiy va ilmiy-texnik konferensiya materiallari, 1-qism, Namangan: Namangan davlat texnika universiteti, 2025, 4–5-dekabr.

3. Rojas Santelices I., Cano S., Moreira F., Peña Fritz Á. Artificial Vision Systems for Fruit Inspection and Classification: Systematic Literature Review. Sensors Journal, Vol. 25 No. 5, Switzerland, 2025 year, Pages 1524–1546.

ISSN 3030-3907

4. Jocher G., Chaurasia A., Qiu J. Ultralytics YOLOv8: State-of-the-art real-time object detection framework. Ultralytics Technical Documentation and Open-source Release, USA, 2023 year, Pages 1–20.
5. Redmon J., Farhadi A. YOLOv3: An Incremental Improvement. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), USA, 2018 year, Pages 1–6.
6. Uljaev E., Abdixalilov U., Suleymanova S., Tadjitdinov G. *Analysis of Methods and Means of Fruit Sorting, Selection of a Rational Method of Fruit Sorting.* International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics, 2025, Issue 22, Vol. II, pp. 233–241.
7. Zhang Z., Cao J., Wang H. ByteTrack: Multi-object tracking by associating every detection box. European Conference on Computer Vision (ECCV), Germany, 2022 year, Pages 1–15.
8. Xu Y., Zhao C., Yang W. Multi-object tracking method for agricultural product sorting based on deep learning. Computers and Electronics in Agriculture Journal, Vol. 186, Netherlands, 2021 year, Pages 106–210.
9. 1Rojas Santelices I., Cano S., Moreira F., Peña Fritz Á. Artificial Vision Systems for Fruit Inspection and Classification: Systematic Literature Review. Sensors Journal, Vol. 25 No. 5, Switzerland, 2025 year, Pages 1524–1546.
10. Bhargava A., Bansal A. Fruits and vegetables quality evaluation using computer vision: A review. Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences, Vol. 33 No. 3, Saudi Arabia, 2021 year, Pages 243–257.
11. Zhang Y., Wu L., Zhu H. Apple detection and classification method based on deep learning in orchard environment. Computers and Electronics in Agriculture Journal, Vol. 168, Netherlands, 2020 year, Pages 105–123.
12. Li J., Wang S., Yang G. Real-time fruit detection and classification in agricultural environments using deep convolutional neural networks. IEEE Access Journal, Vol. 7, USA, 2019 year, Pages 142–150.
13. Jocher G., Chaurasia A., Qiu J. Ultralytics YOLOv8: State-of-the-art real-time object detection framework. Ultralytics Technical Documentation and Open-source Release, USA, 2023 year, Pages 1–20.
14. Zhang X., Huang W., Li J. Deep learning-based detection of apple defects using machine vision. Postharvest Biology and Technology Journal, Vol. 162, Netherlands, 2020 year, Pages 111–120.
15. Zhang Y., Sun H., Fu L. Automatic fruit grading system based on computer vision: A review. Information Processing in Agriculture Journal, Vol. 7 No. 3, China, 2020 year, Pages 1–15.

ISSN 3030-3907

16. Redmon J., Farhadi A. YOLOv3: An Incremental Improvement. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), USA, 2018 year, Pages 1–6.
17. Xu Y., Zhao C., Yang W. Multi-object tracking method for agricultural product sorting based on deep learning. Computers and Electronics in Agriculture Journal, Vol. 186, Netherlands, 2021 year, Pages 106–210.
18. Zhang Z., Cao J., Wang H. ByteTrack: Multi-object tracking by associating every detection box. European Conference on Computer Vision (ECCV), Germany, 2022 year, Pages 1–15.

ISSN 3030-3907