# РАҚАМЛАШТИРИШНИНГ ПАРВОЗЛАР ХАВФСИЗЛИГИ ВА ҲАВО КЕМАЛАРИГА ТЕХНИК ХИЗМАТ КЎРСАТИШГА ТАЪСИРИ

**[1]Абдукаюмов А, [2]Матуразов И.С, [3]Сарсенбаев Д.Ж.**
[1,2,3]Тошкент давлат транспорт университети (Тошкент, Ўзбекистон)

***https://doi.org/10.5281/zenodo.10748023***

***Abstract.*** *To ensure the safety and reliability of flights in the aviation sector, it is necessary to constantly improve the maintenance of aircrafts. One of the main tools to achieve this goal is the digitalization of maintenance processes. The article discusses digitalization in the field of aircraft maintenance, ensuring flight safety, increasing economic efficiency, improving the passenger experience, airspace management and methods for developing autonomous systems. Their impact on flight safety was studied.*

***Keywords:*** *aircraft, digitalization, maintenance, flight safety, digital technologies, reliability.*

***Аннотация.*** *Для обеспечения безопасности и надежности полетов в авиационном секторе требуется постоянно совершенствовать техническое обслуживание воздушных судов. Одним из основных инструментов достижения этой цели является цифровизация процессов технического обслуживания. В статье рассматривается цифровизация в области обслуживания воздушных судов, обеспечение безопасности полетов, повышение экономической эффективности, улучшение опыта пассажиров, управление воздушным пространством и методы развития автономных систем. Было изучено их влияние на безопасность полетов.*

***Ключевые слова****: воздушная судна, цифровизация, техническое обслуживание, безопасность полетов, цифровые технологии, надежность.*

***Аннотация.*** *Авиация соҳасида парвозлар хавфсизлиги ва ишончлилигини таъминлаш учун ҳаво кемаларига техник хизмат кўрсатишни доимий равишда такомиллаштириб бориш талаб этилади. Ушбу мақсадга эришишнинг асосий воситаларидан бири бу техник хизмат кўрсатиш жараёнларини рақамлаштиришдир. Мақолада рақамлаштириш орқали ҳаво кемаларига техник хизмат кўрсатишни, парвозлар хавфсизлигини таъминлашни, иқтисодий самарадорликни такомиллаштиришни, йўловчилар тажрибасини яхшилашни, ҳаво майдонини бошқаришни ва автоном тизимларнинг ривожлантириш усуллари кўриб чиқилган. Уларнинг парвозлар хавфсизлигига таъсири ўрганилган.*

***Калит сўзлар:*** *ҳаво кемаси, рақамлаштириш, техник хизмат кўрсатиш, парвозлар хавфсизлиги, рақамли технологиялар, ишончлилик.*

Авиация соҳасининг кескин ривожланиб бораётган бир даврида у билан биргаликда соҳани рақамлаштириш ҳам унинг барча жабҳаларида, парвозлар хавфсизлиги ва самарадорлигидан тортиб ҳаво кемалирини бошқариш ҳамда техник хизмат кўрсатишгача бўлган жараёнда қўлланилмоқда.

Авиация соҳасида рақамлаштириш орқали қуйидагиларга алохида эътибор бериш талаб этилади:

- хавфсизликни яхшилаш;
- иқтисодий самарадорликни оптималлаштириш;
- техник хизмат кўрсатишни яхшилаш;
- йўловчилар тажрибасини яхшилаш;

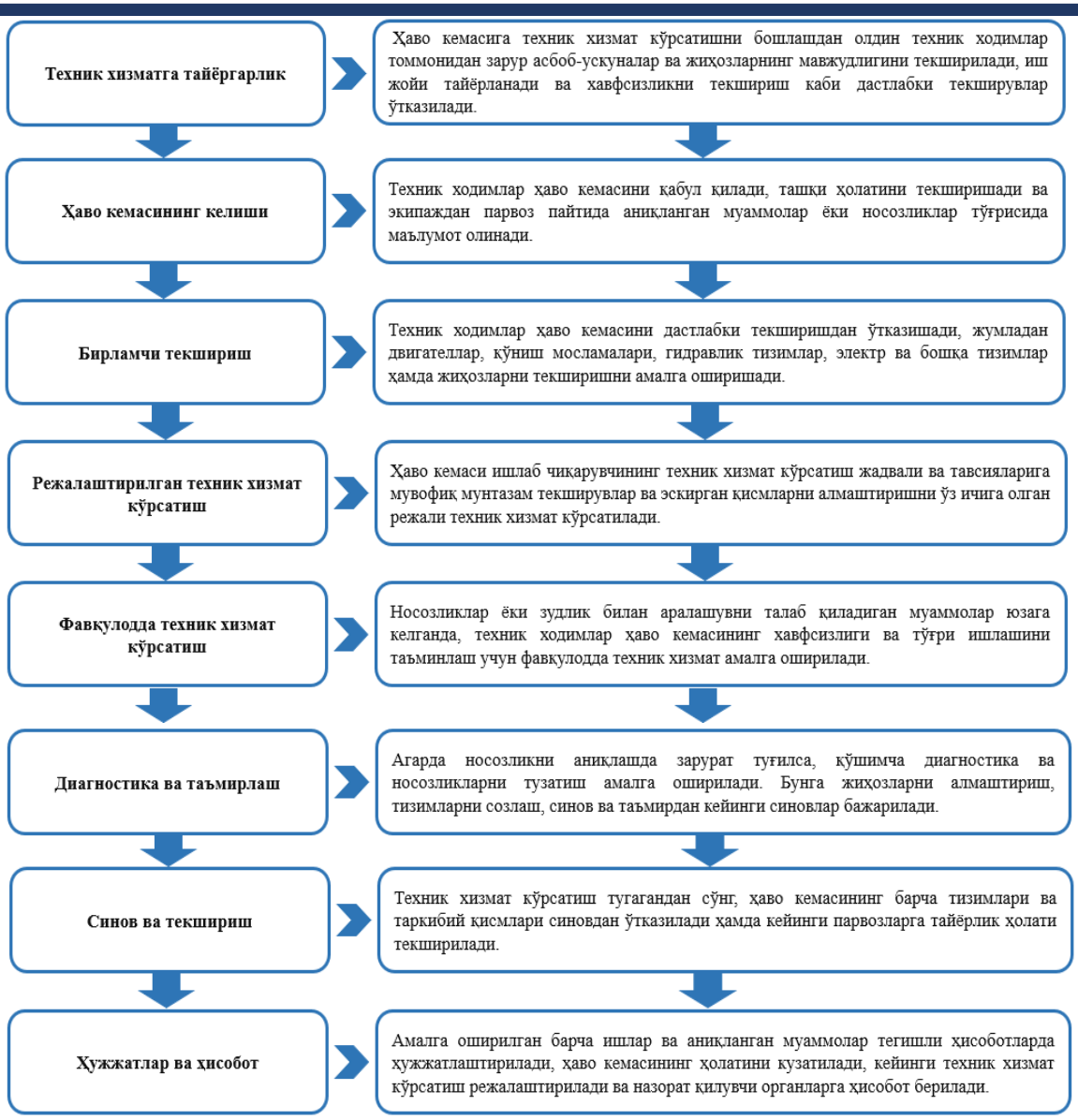
- ҳаво майдонини бошқариш;
- автоном тизимларнинг ривожланиши.

Авиация соҳасида автоматик парвозларни бошқариш тизимлари ва бортдаги электроникани бошқариш тизимлари каби рақамлаштириш тизимлари ҳаво ҳаракати хавфсизлигини яхшилашга ёрдам беради. Ушбу тизимларнинг ишлаши тўғрисидаги маълумотларни таҳлил қилиш мумкин бўлган муаммоларни аниқлашга ва жараёнларни яхшилашга ёрдам беради. Авиация техникасининг хавфсизлигини ошириш авиация соҳаси ишлаб чиқарувчилари, уни эксплуатация қилувчилар ва парвозларни тартибга солувчилар учун ҳам энг муҳим устувор вазифалардан биридир [1; 3].

Airbus ва Boeing ҳаво кемаларига техник хизмат кўрсатиш жараёнида рақамли технологиялардан фойдаланишда бир неча асосий жиҳатларга эътибор қаратилган. Булардан мониторинг тизими ҳолати, маълумотларни таҳлил қилиш, кенгайтирилган ҳақиқат технологиялари (AR - Augmented Reality), масофавий мониторинг ва диагностика, хизматларни бошқариш тизимлари ҳамда роботлар ва автоном тизимлардан кенг фойдаланишади. Airbus ва Boeing ҳаво кемаларига техник хизмат кўрсатишда рақамли технологиялардан фойдаланиш хавфсизликни яхшилаш, харажатларни камайтириш, самарадорликни ошириш ва ҳаво кемаларининг янада ишончли ишлашини таъминлашмоқда.

Авиация хавфсизлигини оширишда рақамлаштирилган технологияларга алоҳида эътибор берилган. Уларни қуйидагича изохлаш мумкин.

Автоматик парвозларни бошқариш тизимлари (AFCS - automatic flight control system), тўқнашувларни огоҳлантириш тизимлари (TCAS - traffic collision avoidance system), парвоз ва қўнишни автоматик бошқариш тизимлари (ATLCS - automatic takeoff and landing control systems), шунингдек самолёт ҳолатини кузатиш тизимлари каби янги технологияларнинг жорий этилиши бахтсиз ҳодисаларнинг олдини олишга ва парвозлар хавфсизлигини яхшилашга ёрдам беради. Учувчилар, стюардессалар, техник ходимлар ва авиация соҳасининг бошқа ходимларини узлуксиз малакасини ошириб бориш фавқулодда вазиятларни бартараф этиш билан бирга парвозлар хавфсизлигини оширишга ҳам хизмат қилади. Шу билан биргаликда доимий олинган маълумотларни таҳлил қилиб бориш ва олдиндан хавфнинг олдини олиш ҳам парвозлар хавфсизлигини оширади. Бунда албатта халқаро фуқаро авиацияси ташкилоти (ИСАО) томонидан ишлаб чиқилган халқаро авиация хавфсизлиги стандартларига, шунингдек, миллий қоидалар ва белгиланган авиация қоидаларга доимий риоя қилиш ҳаво кемаларининг хавфсизлигининг юқори даражасини таъминлайди. Ҳаво кемаларига мунтазам техник хизмат кўрсатиш ва носозликларини текшириш, шунингдек мунтазам белгиланган тартибда текширувлар олиб борилиши носозликларни аниқлаш ва бартараф етишга ёрдам беради. Ҳаво майдонини бошқариш тизимларининг такомиллаштирилиши ҳаво кемалари ҳаракатини самарали назорат қилиш, тўқнашувларнинг олдини олиш ва бахтсиз ҳодисалар хавфини минималлаштириш имконини беради. Ушбу ҳаракатлар биргаликда авиация хавфсизлигини яхшилашга ёрдам беради ва йўловчилар ҳамда ҳаво кемаси ходимлари учун хавфсизлик ва қулайликни таъминлашга ёрдам беради [2, 5].

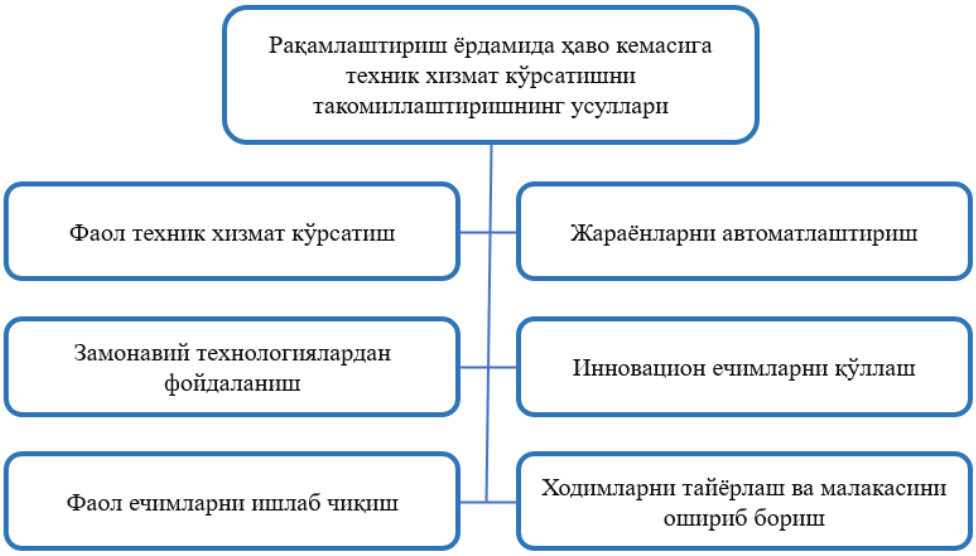



1-расм. Ҳаво кемаларига парвоздан кейинги техник хизмат кўрсатиш технологиясининг асосий компонентлари.

Рақамлаштириш авиакомпанияларга йўналишларни оптималлаштириш, ёқилғи сарфини бошқариш ва техник хизмат кўрсатиш харажатларини камайтириш имконини беради. Ҳаво кемаларининг ишлаши ва ресурслардан фойдаланиш тўғрисидаги маълумотларни таҳлил қилиш ҳам иқтисодий фойда олиб келади. Талабдан келиб чиққан ҳолда, рақобат ва ёқилғи тежамкорлигини ҳисобга олиб йўналишлар ва парвозлар жадвалини оптималлаштириш учун йўловчилар ҳамда юк ташиш маълумотларини таҳлил қилиш зарур. Ёқилғи сарфини камайтиришга қаратилган технологиялар ва усулларни амалга ошириш, масалан, йўналишни оптималлаштириш, янада самарали двигателлар ва вазн чекловларидан фойдаланиш, шунингдек ёқилғи тежамкорлигига қаратилган ҳаракатлар шулар жумласидан. Камроқ ёқилғи сарфлайдиган ва операцион харажатлари паст бўлган замонавий ва энергия тежайдиган ҳаво кемаларидан фойдаланиш талаб этилади. Тўхташ вақтини минималлаштириш ва ҳаво кемаларининг ҳолатини яхшилаш, шунингдек техник хизмат кўрсатиш харажатларини камайтириш учун эҳтиёт қисмлар ва материаллар инвентаризациясини оптималлаштириш зарур. Кўпроқ мижозларни жалб қиладиган ва нархларни чегирмага олиб келмасдан парвозларни оптималлаштирадиган

самарали тизим ва нархлаш стратегияларини ишлаб чиқиш керак. Операцион самарадорлигини ошириш ва операцион харажатларни камайтириш учун автоматлаштирилган парвозларни бошқариш ва техник хизмат кўрсатиш тизимлари каби инновацион технологияларни жорий этиш керак бўлади. Самолётларнинг ишлаши, парвозлар хавфсизлиги, иқтисодий муҳитдаги ўзгаришлар ва бошқа омиллар билан боғлиқ хавфларни таҳлил қилиш ва уларни юмшатиш стратегиясини ишлаб чиқиш зарур. Авиацияда иқтисодий самарадорликни самарали оптималлаштириш турли омилларни, шу жумладан техник, эксплуатацион, иқтисодий ва бозор жиҳатларини ҳисобга оладиган комплекс ёндашувни талаб қилади [4; 7].

Ҳаво кемаларининг ҳолатини кузатиш тизимлари профилактика ва юзага келиши мумкин бўлган муаммоларга тезкор жавоб беришга имкон беради. Жиҳозларнинг ҳолати бўйича маълумотларини таҳлил қилиш носозликларни башорат қилишга ва ишдан чиқишни камайтиришга ёрдам беради.




2-расм. Рақамлаштириш ёрдамида ҳаво кемасига техник хизмат кўрсатишни такомиллаштиришнинг усуллари.

Ҳаво кемаларга техник хизмат кўрсатиш ва техник ёрдам парвозлар хавфсизлигини таъминлашда, авиация жиҳозларини ишончлилиги ва самарадорлигини оширишда ҳал қилувчи рол ўйнайди. Ҳаво кемасини ишлаб чиқарувчилари ва назорат қилувчи органларнинг талабларига мувофиқ қатъий техник хизмат кўрсатиш жадвалини ишлаб чиқилади. Бу кутилмаган носозликларнинг олдини олишга ва ҳаво кемаларининг ишончлилигини оширишга ёрдам беради. Мумкин бўлган муаммоларни автоматик равишда аниқлайдиган ва жиддий носозликлар юз беришидан олдин уларни огоҳлантирадиган ҳаво кемаларининг ҳолатини кузатиш тизимларини жорий қилиш муҳим ҳисобланади. Шунингдек, ҳаво кемалари ва уларнинг тизимлари ҳақида ишончли ва долзарб маълумотларга доимий маълумотлар базасида йиғиб борилади. Эҳтиёт қисмларни бошқариш тизимини ишлаб чиқиш, бу ўз вақтида захиралашни таъминлайди ва зарур қисмларнинг мавжуд эмаслиги сабабли эксплуатациядан чиқишнинг олди олинади. Сунъий интеллект ва маълумотлар таҳлилидан фойдаланган ҳолда мунтазам вазифалар ва диагностика учун замонавий тизимларни техник хизмат кўрсатиш соҳасида янги технологияларни жорий қилиш талаб этилади. Техник хизмат кўрсатиш ва техник қўллаб-қувватлаш жараёнларини доимий равишда таҳлил қилиш, уларни оптималлаштириш

йўлларини излаш ва самарадорликни ошириш ва харажатларни камайтириш учун мавжуд тизимларни такомиллаштириш зарур [6].

Рақамлаштириш, шунингдек, инновацион хизматларни тақдим этиш ва парвозлар қулайлиги ҳамда йўловчиларга қулайликни ошириш орқали йўловчилар тажрибасига таъсир қилиб борилади. Авиацияда йўловчилар тажрибасини яхшилаш авиакомпанияларнинг рақобатбардошлиги ва мижозларни жалб қилиш ҳамда ушлаб туришнинг асосий омилидир. Ҳаво кемасининг бортида юқори даражадаги хизмат ва қулайликни таъминлаш, шу жумладан хушмуомала ходимлар, тезкор хизмат кўрсатиш ва сифатли озиқ-овқат бортдаги хизматни яхшилашга хизмат қилади. Кенг ва қулай ўриндиқларни танлаш, бортдаги кўнгилочар тизимлар ва бошқа қулайликларни тақдим этиш орқали йўловчиларга қулайликлар оширади. Кутиш вақтини қисқартириш ва йўловчиларнинг асабий ҳолатини камайтириш учун тез ва самарали рўйхатдан ўтиш, хавфсизликни текшириш ҳамда бортга чиқиш жараёнларини рақамлаштириш орқали такомиллаштириб бориш зарур. Ўриндиқларни танлаш ёки овқатланиш каби шахсий хизматлар ва таклифларни тақдим этиб борилиши бу йўловчиларга янада қулайликлар яратади.

Яхшиланган бизнес-класс хизматларини кўрсатиш, йўловчилар парвоз пайтида алоқада бўлишлари учун бортда юқори тезликдаги интернет ва бошқа алоқа воситаларига киришни таъминлаб бориш зарур. Йўловчилар жўнашдан олдин қулай вақт ўтказишлари учун сифатли аэропорт хизматларини кўрсатиш, жумладан кутиш жойлари, ресторан ва дўконлар сифатини яхшилаб бориш талаб этилади.

Рақамлаштириш ҳаво майдонини бошқариш тизимларини такомиллаштиришга олиб келади, бу унинг самарадорлиги ва хавфсизлигига ҳисса қўшади. Ҳаво кемаси ҳаракати маълумотларини таҳлил қилиш мавжуд ресурслардан фойдаланишни такомиллаштиришга ва низоларнинг олдини олишга ёрдам беради. Автоматлаштирилган ҳаво ҳаракатини бошқариш тизимлари ва бортдаги автоматик тизимларда янги технологияларни жорий этиш ҳаво майдонидан фойдаланишни такомиллаштиришга ва парвозларнинг кечикишини олдини олишга ёрдам беради [1].

Авиацияда ҳаво кемаларини учувчилар иштирокисиз бошқариши мумкин бўлган автоном тизимларни ишлаб чиқиш устида ишлар олиб борилмоқда. Рақамлаштириш ушбу технологияларни ривожлантиришда асосий рол ўйнайди ва уларнинг иши тўғрисидаги маълумотларни таҳлил қилиш бошқарув алгоритмларини такомиллаштиришга ҳамда парвозлар хавфсизлигини таъминлашга ёрдам беради. Учувчисиз учиш аппаратлари авиациянинг турли соҳаларида, жумладан, мониторинг қилиш, аэрофотосурат, геодезия, қидирув ва қутқаришда кенг қўлланилмоқда. Автоном навигация ва бошқарувнинг ривожланиши уларга учувчининг бевосита иштирокисиз мураккаб вазифаларни бажаришга имкон беради.

Рақамлаштириш парвозлар хавфсизлиги ва ҳаво кемаларига техник хизмат кўрсатишга сезиларли таъсир кўрсатади. Авиация соҳасига рақамли технологияларнинг жорий этилиши хавфсизлик ва техник хизмат кўрсатишнинг кўп жиҳатларида сезиларли яхшиланишларга олиб келади. Таҳлилларга таянган ҳолда қуйидаги хулосалар келтирилади:

- рақамли навигация ва парвозларни бошқариш тизимлари тўқнашувларнинг олдини олиш ва маршрутларни оптималлаштириш учун ҳаво кемасининг жойлашишини аниқроқ аниқлаш ва унинг парвоз йўлини автоматик равишда созлаш имконини беради;

- рақамли диагностика тизимлари ҳаво кемалари билан юзага келиши мумкин бўлган муаммоларни тезда аниқлаш ва жиддий бахтсиз ҳодисалар содир бўлишидан олдин уларни бартараф этиш чораларини кўриш имконини беради. Бу парвозларнинг ишончлилиги ва хавфсизлигини оширади;

- рақамли технологиялар учувчилар ва техник ходимларни онлайн ўқитишнинг имконини беради. Симуляторларда инсон ҳаётига ва соғлиғига хавф солмасдан турли хил фавқулодда вазиятларда машқ қилиш имконини беради;

- рақамли алоқа тизимлари ҳаво кемалари ва диспетчерлар ҳамда ер усти станциялари ўртасида маълумотларни янада ишончли ва тезроқ узатишни таъминлайди. Бу фавқулодда вазиятларни кузатиш ва уларга жавоб бериш қобилиятини яхшилайди;

- аммо шуни ҳам таъкидлаш керакки, рақамли технологиялардан фойдаланишнинг кўпайиши билан киберҳужумлар хавфи ҳам ортиб боради. Рақамли тизимларнинг хавфсизлиги парвозлар хавфсизлигини таъминлашнинг муҳим жиҳатига айланиб боради ва кибер таҳдидлардан ҳимоя қилиш учун тегишли чораларни ишлаб чиқиш талаб этилади;

Умуман олганда, рақамлаштириш парвозлар хавфсизлиги ва ҳаво кемаларига техник хизмат кўрсатишга ижобий таъсир кўрсатади, аммо кибер таҳдидлардан самарали ҳимоя қилиш ва тизимларнинг ишончлилигини таъминлаш учун доимий тизимларни такомиллаштириб бориш ва янгиланишларни талаб қилади.

**REFERENCES**

1. Maturazov I.S., Sarsenbayev D.J. Analysis of aircraft maintenance / Railway transport: topical issues and innovations. –Toshkent, 2023. – №4. – P. 97-101.
2. Abdukayumov A., Maturazov I.S. Remote diagnostic capability of aircraft special equipment / MIP: Engineering-2020. – Krasnoyarsk, 2020.
3. Maturazov I.S., Sadullaev X.X. Boeing va airbus havo kemalarining parvozni tashkil etish hamda ularga texnik xizmat ko‘rsatish tahlili/ Научный журнал транспортных средств и дорог. – Toshkent, 2023. – №4. – P. 94-100.
4. Fitch E.C. Extending Component Service Life Through Proactive Maintenance / An FES/BarDyne Technology Transfer Publica-tion #2. Tribolics, Inc., 1998.
5. Aviation Week & Space Technology. (2020). Advances in aviation maintenance technology: A comprehensive overview. Aviation Week & Space Technology, 55(8), 30-45.
6. Brown, M. A., & White, P. L. (2020). Proactive measures in aircraft maintenance: A case study of Western airlines. Aviation Engineering Journal, 34(2), 78-92.
7. European Aviation Safety Agency. (2018). Maintenance procedures and guidelines for airworthiness. EASA Bulletin of Airworthiness Standards, 30(4), 88-104.