**IoT ulgamyna baha bermekde ulanylýan standartlar**

IoT (Internet zatlar) ulgamlary dürli enjamlaryň, protokollaryň, platformalaryň we maglumat ulgamynyň sazlaşykly işlemeginden ybarat bolan çylşyrymly ulgamlardyr. Şeýle ulgamyň netijeliligine we ygtybarlylygyna baha bermek üçin ýörite standartlar we ölçegler ulanylýar. Bu baha bermek IoT ulgamynyň hili, howpsuzlygy, ulanylyş amatlylygy, energiýa sarp edişi we giňeldilme mümkinçiligi ýaly taraplary öz içine alýar.

Aşakda IoT ulgamyna baha bermekde ulanylýan esasy standartlar we ölçegler beýan edilýär:

**1. ISO/IEC 30141 – IoT arhitekturasy üçin standarty**

**2. ISO/IEC 27001 – Maglumat howpsuzlygynyň dolandyrylyşy**

**3. ISO/IEC 25010 – Ulgamyň hilini ölçemek üçin model**

**4. NIST SP 800-183 – IoT ulgamynda maglumat howpsuzlygyna baha bermek**

**5. ETSI EN 303 645 – IoT üçin howpsuzlyk talaplary**

**6. ISO/IEC 14543 – Awtomatlaşdyrylan ulgamlar üçin standart**

**ISO/IEC 30141** standarty barada giňişleýin gürrüň edeliň. Bu standart IoT ulgamyny dogry gurmak, taslamalaryň arasynda sazlaşyklylygy üpjün etmek we howpsuzlygyny ýokarlandyrmak üçin iň möhüm halkara standartlaryň biri bolup durýar. ISO/IEC 30141 — bu halkara standarty IoT ulgamynyň umumy arhitekturasy üçin framework hödürleýär.

### ****Standartyň maksady****

* IoT ulgamyny gurmakda birmeňzeşlik döretmek.
* Ulgamyň gurluşy boýunça umumy düşünje bermek.
* Enjamlaryň, programmalaryň we aragatnaşyk ulgamlarynyň sazlaşykly işlemegini üpjün etmek.
* Howpsuzlyk, şahsy maglumatlaryň goragy, maglumat akymy ýaly meselelerde ýokary ülňüler girizmek.

### ****ISO/IEC 30141-nyň esasy bölekleri****

#### 1. ****Actorlar (rol oýnaýjy taraplar)****

Standart IoT ulgamynda gatnaşýan ähli taraplary (ulanyjy, enjamlary öndüriji, ulgam admini, maglumat alyjy, hyzmat üpjün ediji we ş.m.) aýratyn kategoriýalara bölýär.

#### 2. ****Ulgam komponentleri****

IoT arhitekturasy birnäçe möhüm komponentlerden durýar:

* **Edge (çet) enjamlar:** Sensorlar, aktuatorlar – maglumat toplama we hereket edýän bölekler.
* **Gateway-lar:** Maglumatlary geçirýän we gaýtadan işleýän ara birikler.
* **Bulut platformalary:** Maglumatlaryň ýygnalýan, saklanýan we işlenýän merkezi.
* **Aragatnaşyk kanallary:** Wi-Fi, Zigbee, LoRaWAN, Bluetooth we ş.m.
* **Ulanyjy interfeýsi:** Ulanyjy bilen ulgam arasyndaky aragatnaşyk platformasy.

#### 3. ****Maglumat akymy****

* Sensorlardan gelen maglumatlaryň gateway arkaly buluta gitmegi.
* Serwerde bu maglumatlaryň işlenip, netijeleriň ulanyja ýa-da enjam bilen baglanyşykly hereketlere öwrülmegi.

#### 4. ****Funksional we logiki gatlaklar (layers)****

ISO/IEC 30141 dürli funksiýalary gatlaklara bölýär. Mysal üçin:

* Fiziki gatlak (sensorlar, kabel/simsiz aragatnaşyk),
* Aragatnaşyk gatlagy (protokollar),
* Maglumat işlemek gatlagy,
* Dolandyryş we howpsuzlyk gatlagy.

#### 5. ****Howpsuzlyk we şahsy maglumatlar****

* IoT ulgamlarynda howpsuzlyk birinji derejeli meseledir.
* ISO/IEC 30141 maglumatlaryň şifrlenmegi, ygtybarly giriş dolandyryşy, maglumatlaryň integriteti, maglumat elýeterliligi ýaly ugurlara üns berýär.

### ****Bu standart näme üçin wajyp?****

* IoT ulgamlary köplenç dürli öndürijileriň enjamlaryndan düzülýär. Bu ýagdaý dürli formatlarda, dürli protokollarda işleýän enjamlar bilen işleşmegi kynlaşdyrýar.
* ISO/IEC 30141 şol dürli enjamlaryň bir ulgamyň içinde sazlaşykly işlemegi üçin umumy çägirlenme berýär.
* Bu standart taslama taýýarlamakdan başlap, synag, işe girizmek we hyzmat tapgyrlarynda ulanylyp bilýär.
* Şeýle-de, howpsuzlyk we şahsy maglumatlaryň goragy boýunça halkara derejesindäki talaplara laýyk çözgütleri üpjün edýär.

**ISO/IEC 27001 – Maglumat howpsuzlygynyň dolandyrylyşy(leksiyadan almaly)**

**ISO/IEC 25010** — **ulgamlaryň we programma üpjünçilikleriň hiline baha bermek üçin ulanylýan halkara standarty** bolup durýar. IoT ulgamlarynda bu standart esasan **ulgamyň näderejede gowy işleýändigini**, **ulanyjynyň isleglerine nähili jogap berýändigini** we **ulgamyň durnuklylygyny** ölçemekde giňden ulanylýar.

IoT ulgamy diňe bir enjamlar däl — olar maglumat alyş-beriş, işleniş, görkeziliş we aragatnaşyk arkaly işläp dur. Şol sebäpli **IoT ulgamynyň hili** hem birnäçe ugur boýunça ölçenilýär.

## **ISO/IEC 25010-nyň 8 sany esasy hil häsiýeti** (IoT kontekstinde düşündirişli):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Hil aýratynlygy** | **IoT ulgamyndaky manysy** |
| 1 | **Funksionallyk** | Ulgam öz işini dogry we doly ýerine ýetirýärmi? Sensorlar dogry maglumat berýärmi? |
| 2 | **Howpsuzlyk** | Maglumatlar şifrlenýärmi? Ulgama girýän her kim ygtybarlymy? |
| 3 | **Ygtybarlylyk** | Ulgam elektrik öçmesi ýa-da aragatnaşyk kesilende nähili reaksiýa berýär? |
| 4 | **Ulanylyş amatlylygy** | Ulanyjy interfeýsi düşnüklimi? Ulgamy ulanmak aňsatmy? |
| 5 | **Täzelenme we hyzmat berişlik** | Ulgam soň täzelenmäge ýa-da giňeldilmäge taýynmy? |
| 6 | **Iş öndürijiligi** | Maglumat haýal dälmi? Sensorlardan gelen maglumat wagtynda işlenýärmi? |
| 7 | **Üýtgedilenlik (modifiýasiýa)** | Ulgamy täzeden gurmazdan täze enjam goşup bolýarmy? |
| 8 | **Portýatylylyk** | IoT ulgamy başga platforma ýa-da bulut sistemasy bilen işleşip bilýärmi? |

## **IoT ulgamynda ISO/IEC 25010-nyň ulanylyşy**

Mysallar arkaly düşüneliň:

* Sen bir **akylly öý ulgamy** döredýärsiň.
* Bu ulgamyň **temperatura sensorlary**, **kameralary**, **ulanyjy interfeýsi**, **bulut integrasiýasy** bar.
* Olaryň her biri **ISO/IEC 25010-nyň aýratynlyklary** boýunça baha berilýär.

Mysallar:

* Eger sensorlar nädogry maglumat berse → Funksionallyk pesdir.
* Eger parol 1234 bolsa → Howpsuzlyk pesdir.
* Eger internet bolmasa we ulgam işlemeýän bolsa → Ygtybarlylyk ýokdur.
* Eger ulanyjy interfeýsi gaty çylşyrymly bolsa → Ulanylyş amatlylygy pesdir.

## **Standartyň IoT taslamasyna girizýän peýdasy**

ISO/IEC 25010 arkaly IoT ulgamynyň:

* Hilini ýokarlandyryp bolýar.
* Potensial kemçiliklerini öňünden ýüze çykaryp bolýar.
* Ulanyjy üçin amatly we ygtybarly çözgüt döretmek mümkin bolýar.
* Howpsuzlyk we durnuklylyk boýunça halkara ülňülere laýyklykda taslama taýýarlanyp bilýär.

**ISO/IEC 25010** – IoT ulgamynyň diňe işlemegini däl-de, näderejede gowy işleýändigini, ulanyjynyň razylygyny, durnuklylygyny we howpsuzlygyny ölçemek üçin ulanylýan halkara derejesindäki hil standarty. IoT taslamasynyň her tapgyrynda bu ýörelgelere esaslanyp baha bermek, netijede ýokary hilli çözgüt döretmäge mümkinçilik berýär.

Indi bolsa, **NIST SP 800-183** standarty barada gürrüň edeliň we onuň **IoT ulgamynda maglumat howpsuzlygyna nähili baha berýändigini** giňişleýin düşündireliň.

**"Networks of ‘Things’ (NoT)"** – Bu dokument **Amerikanyň Milli Standartlar we Tehnologiýalar Instituty (NIST)** tarapyndan taýýarlanyldy we **IoT ulgamyndaky komponentleriň özara gatnaşygyndaky maglumat howpsuzlygyny modellemek** üçin niýetlenendir.

## **Standartyň esasy maksady:**

* IoT ulgamlarynda **maglumat nädip hereket edýär** we nähili ýerlerde **howpsuzlyk howpy döreýär** diýen soraglara model esasynda jogap bermek.
* Maglumat akymynyň her tapgyrynda **potensial howplary** ýüze çykarmaga ýardam bermek.
* IoT ulgamynyň iş prinsiplerine **strukturaly düşünme** bermek.

NIST bu modelde IoT ulgamyny **5 sany esasy bölek** arkaly düşündirýär. Olaryň her biri maglumat akymynda aýratyn rol oýnaýar we **howpsuzlyk taýdan aýratyn seljerilýär**:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Komponent** | **Düşündirişi** |
| 1 | **Sensor** | Daşky gurşawdan maglumat ýygnap, ulgama geçirýär. |
| 2 | **Aggregator** | Sensorlardan gelen maglumatlary jemleýär we gaýtadan işleýär. |
| 3 | **Communication** | Maglumaty bir ýerden başga ýere geçirýän aragatnaşyk kanaly. |
| 4 | **Eýriler (eIdentifier)** | Maglumat çeşmesiniň kimdigi ýa-da nämedigi baradaky tanatma. |
| 5 | **Gateway, External Network** | IoT ulgamynyň daşarky dünýä (internet, bulut ulgamy) bilen baglanyşygy. |

Bu komponentleriň her biri **maglumat howpsuzlygy taýdan aýratyn seljerilýär** we **howplaryň nireden döräp biljekdigi** görkezilýär.

## **Maglumat akymyna baha bermek – NIST SP 800-183 boýunça nähili?**

Maglumat sensor arkaly ýygnalyp, aggregator tarapyndan işlenýär, soňra kommunikasiýa arkaly geçirilýär. Her bu tapgyrda:

* **Şifrleme (encryption) bar ýalymy?**
* **Maglumat kimden gelýär, kim alýar – identifikasiýa anykmy?**
* **Sensor galplaşdyrylyp bilinermi?**
* **Maglumat gatnawy “man-in-the-middle” hüjümine sezewar bolup bilermi?**
* **Netije maglumatlary nädip we nirä iberilýär?**

Bu soraglaryň hemmesi **howpsuzlygyň audit we bahalandyrmak tapgyrynda** möhüm rol oýnaýar.

## **IoT ulgamyndaky peýdasy (NIST SP 800-183):**

* IoT ulgamynyň ähli böleklerini **bölümleýin analiz etmäge mümkinçilik berýär**.
* Maglumat akymynyň ýoluny çyzyp, **hakyky howp nokatlaryny ýüze çykarýar**.
* Täze IoT çözgüt gurmazdan öň, **taslama derejede audit geçirmäge** şert döredýär.
* **Ulgam durnuklylygyny we howpsuzlygyny ýokarlandyrmaga** kömek edýär.

**NIST SP 800-183** – bu IoT ulgamynyň maglumat akymyny modelläp, her tapgyrda **howpsuzlyk ýagdaýyna baha bermäge mümkinçilik berýän standartdyr**. Bu standart IoT ulgamynyň diňe işlemegini däl, **ygtybarly işlemegini** hem üpjün etmek üçin möhüm gurallaryň biridir.

Indi bolsa, **ETSI EN 303 645** standarty barada giňişleýin gürrüň edeliň. Bu standart **IoT enjamlarynyň howpsuzlygyny üpjün etmek üçin esasy ýol görkeziji** bolup hyzmat edýär.

**ETSI EN 303 645** — bu **European Telecommunications Standards Institute (ETSI)** tarapyndan kabul edilen standart bolup, **Internet zatlar (IoT) enjamlary üçin başlangyç we möhüm howpsuzlyk düzgünlerini** kesgitleýär. Bu standart esasan **sarpaçy (consumer) IoT** enjamlaryna gönükdirilen bolsa-da, ol ähli IoT ulgam taslamalary üçin örän wajyp gollanmadyr.

## **Standartyň maksady:**

* IoT enjamlaryny **haker hüjümlerinden goramak**
* Ulanyjylaryň şahsy maglumatlaryny **gorap saklamak**
* Ulgam öndürijilerini we taslama taýýarlaýanlary **ýörite howpsuzlyk çäreleri** görmäge höweslendirmek
* IoT bazarynda **standartlaşdyrylan we ygtybarly enjamlar** döretmek.

## **ETSI EN 303 645 standartyndaky esasy 13 howpsuzlyk talaby:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Talap** | **IoT ulgamyndaky ähmiýeti** |
| 1 | **Parol üçin güýçli düzgünler** | "admin:admin" ýaly standart parollardan gaça durmaly |
| 2 | **Günelleşdirmeler (updates) üçin mehanizm** | Ulgamlar howpsuzlyk deşikleri üçin täzelenmeli |
| 3 | **Maglumatlary we aragatnaşygy şifrlemek** | IoT arkaly geçýän maglumatlar üçünji tarapdan ogurlanmaz ýaly |
| 4 | **Minimal maglumat ýygnamak** | Ulanyjydan diňe zerur maglumat ýygnalýar |
| 5 | **Maglumatlary ygtybarly saklamak** | Şahsy maglumatlaryň belli bir düzgün bilen saklanmagy |
| 6 | **Ulanyjy maglumatlarynyň goragy** | Maglumatlar ýitende ýa-da enjam ýok edilende, pozulmagy kepillendirilmeli |
| 7 | **Giriş kontroly (access control)** | Kimiň nire girip bilýändigine doly gözegçilik bolmaly |
| 8 | **Içki ulgamyň howpsuzlygy** | Enjamyň öz gurluşy, operasion ulgamy we firmware howpsuz bolmaly |
| 9 | **Zehinli hakerlikden gorag (brute-force protection)** | Paroly yzly-yzyna synap tapjak bolanlara garşy gorag |
| 10 | **Ulgam bilen baglanyşykly meseleleriň bildirilmegi** | Ulanyjy enjamdaky howpsuzlyk meselesi barada habarly bolmaly |
| 11 | **Ulanyjy bilen aç-açan aragatnaşyk** | Ulanyja näme maglumat ýygnalýandygyny we nämä üçin ulanýandygyny aýtmak |
| 12 | **Maglumatlar syýasaty bilen düşnükli şertnama** | Ulanyjy bilen aralyk aç-açan saklanmaly |
| 13 | **Howpsuz konfigurasiýa boýunça başlangyç ýagdaý** | Enjam ilkinji gezek açylanda iň howpsuz ýagdaýda başlamaly |

## **IoT ulgamynda bu standartyň peýdasy**

1. **Haker hüjümleriniň öňüni alýar**
2. **Ulanyjy maglumatlaryny gorap saklaýar**
3. **Bazarda ynamy artdyrýar**
4. **Kanunçylyk bilen sazlaşykly**
5. **Ulgamyň ömri uzaldýar**

IoT ulgamynyň ähli tapgyrlarynda — taslama, gurnama, işe girizmek, hyzmat bermek — **ETSI EN 303 645 standartlaryny göz öňünde tutmak**, häzirki döwrüň iň möhüm tehniki we etiki talaby hasaplanylýar.