

Texnoloji Suverenlik: Qlobal Çağırışlar, Təhlükələr və Risklər

Şakir Mehdiyev¹, Lalə Mehdiyeva²

^{1,2}İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

¹shakir.mehtieff@gmail.com, ²lalazaidova@mail.ru

Xülasə— Qlobal geosiyasi qeyri-müəyyənlik, təchizat zəncirlərinin pozulması və ixrac məhdudluqlarının artması texnoloji asılılıqları strateji riskə çevirmişdir. Bu şəraitdə texnoloji suverenlik dövlətin kritik texnologiyalar üzrə müstəqil qərar vermə və davamlı inkişaf imkanlarını müəyyən edir. Məqalədə anlayışın mahiyyəti, əsas çağırışlar və mövcud vəziyyət təhlil olunur. İnstitusional, iqtisadi və rəqəmsal amillər müqayisəli şəkildə qiymətləndirilir. Göstərilir ki, texnoloji suverenlik yalnız istehsalın lokallaşdırılması deyil, həm də innovasiya, insan kapitalı və kibereyanıqlılıq potensialının gücləndirilməsini tələb edən çoxölçülü sistem xüsusiyyətidir.

Açar sözlər— texnoloji suverenlik; milli təhlükəsizlik; rəqəmsal suverenlik; kibereyanıqlılıq; yarımkeçiricilər; qlobal təchizat zəncirləri.

I. Giriş

Texnologiyalar tarix boyu yalnız sosial-iqtisadi inkişafın deyil, həm də dövlətlərin strateji gücünün və təhlükəsizlik arxitekturasının formalaşmasında həlledici rol oynamışdır [1, 2]. İstehsal vasitələrinin təkamülü, resurslardan istifadə üsulları və idarəetmə mexanizmləri texnoloji səviyyədən birbaşa asılı olmuş, bu isə sivilizasiyaların yüksəlişi və tənəzzülü ilə sıx əlaqələnmişdir. Tarixi təcrübə göstərir ki, texnologiyalara çıxış və onların üzərində nəzarət dərəcəsi dövlətlərin müstəqilliyinin qorunmasında həlledici rol oynamışdır. Strateji texnologiyaların itirilməsi və ya kritik komponentlər üzrə xarici asılılığın artması iqtisadi zəifləmə, siyasi manevr imkanlarının məhdudlaşması və təhlükəsizlik risklərinin yüksəlməsi ilə nəticələnə bilər. Bu səbəbdən texnologiya müasir dövrdə yalnız innovasiya və istehsal vasitəsi deyil, eyni zamanda güc, təsir və suverenlik kateqoriyası kimi təhlil olunur.

Son illərdə qlobal rəqabətin kəskinləşməsi, sanksiya və ixrac nəzarəti rejimlərinin genişlənməsi texnoloji asılılıqları daha dərin və struktur xarakterli etmişdir [3]. Rəqəmsal iqtisadiyyatın genişlənməsi və verilənlərə əsaslanan idarəetmə mexanizmlərinin tətbiqi texnologiyaların strateji əhəmiyyətini artırmışdır. Rəqəmsal infrastruktur, süni intellekt sistemləri, yarımkeçirici komponentlər, bulud hesablama mühitləri və kibertəhlükəsizlik ekosistemləri dövlətlərin müstəqil qərar vermə qabiliyyətinə birbaşa təsir göstərən kritik sahələrə çevrilmişdir.

Bu şəraitdə texnoloji suverenlik (TS) anlayışı xüsusi aktualıq qazanmışdır. TS dövlətin kritik texnologiyalar üzrə müstəqil qərar vermə qabiliyyətinin qorunması, alternativ texnoloji imkanlar formalaşdırması və sistem risklərini idarə etməsi ilə səciyyələnir [4].

Postsovet məkanında TS anlayışı daha çox texnoloji müstəqillik (TM) və idxalın əvəzlənməsi kontekstində şərh olunur [5].

Bu məqalənin məqsədi TS-in tarixi və konseptual əsaslarını sistemləşdirmək, onun dövlət suverenliyi strukturunda yerini müəyyənləşdirmək və qlobal praktikada tətbiq olunan siyasət alətlərini müqayisəli şəkildə təhlil etməkdir. Tədqiqatın əsas töhfəsi TS yalnız lokallaşdırma ilə məhdudlaşdırmayan, proqram təminatı, standartlar, logistika, məlumat resursları, STEM insan kapitalı və kibereyanıqlılığın qarşılıqlı təsiri əsasında formalaşan çoxkomponentli sistem kimi əsaslandırılan integrativ çərçivənin təqdim edilməsidir.

II. TEXNOLOJİ SUVERENLİYİN ƏDƏBİYYAT İCMALI VƏ TARİXİ TƏKAMÜLÜ

TS anlayışının müasir məzmunu uzun tarixi təkamül prosesinin nəticəsi kimi formalaşmışdır. Texnologiyalar üzərində nəzarət, onların yayılmasının məhdudlaşdırılması və strateji istifadəsi müxtəlif dövrlərdə fərqli institusional formalar almış olsa da, dövlət gücü və texnoloji üstünlük arasında əlaqə ardıcıl şəkildə qorunub saxlanılmışdır [6, 7].

A. Qədim sivilizasiyalar dövrü: texnologiya və dövlət gücü arasında ilkin əlaqə

Texnoloji üstünlük ilə siyasi hakimiyyət arasında əlaqə ilk dəfə qədim sivilizasiyalar dövründə sistemli xarakter almışdır. Roma İmperiyası, Qədim Çin, Mesopotamiya və Qədim Misir kimi sivilizasiyalarda mühəndislik, hərbi texnologiyalar və kənd təsərrüfatı sistemləri dövlət sabitliyinin və ekspansiyanın əsas dayacağı olmuşdur.

Roma su kəmərləri, yollar və hərbi logistika sistemi vasitəsilə geniş ərazilərdə idarəetməni təmin edə bilmişdir. Bu infrastruktur üstünlüyü imperiyanın iqtisadi və hərbi dayanıqlılığını gücləndirmişdir. Qədim Çində metallurgiya, barıtın ilkin formaları və mürəkkəb müdafiə mexanizmləri hərbi gücün texnoloji əsasını təşkil etmişdir. Mesopotamiyada suvarma sistemləri kənd təsərrüfatı məhsuldarlığını artıraraq şəhər dövlətlərinin inkişafına imkan yaratmışdır. Qədim Misirdə isə monumental tikinti texnologiyaları və hidrotexniki idarəetmə sistemi mərkəzləşdirilmiş dövlət modelini möhkəmləndirmişdir. Bu dövrdə texnologiya əsasən dövlət nəzarəti altında saxlanılır, strateji biliklər məhdud dairədə ötürülürdü. Texnoloji üstünlük yalnız iqtisadi inkişaf deyil, həm də hərbi və inzibati üstünlük mənbəyi idi. Eyni zamanda tarix göstərir ki, texnoloji geriləmə və ya innovasiya

qabiliyyətinin zəifləməsi sivilizasiyaların tənəzzülündə mühüm rol oynamışdır. Roma İmperiyasının son mərhələlərində infrastrukturun saxlanması çətinləşməsi və hərbi texnologiyalarda adaptasiya tempinin azalması onun zəifləməsinə təsir göstərmişdir. Oxşar şəkildə, texnoloji dinamikasının dayanması və institusional elastikliyin azalması bir sıra qədim dövlətlərin rəqəbat qabiliyyətini zəiflətməmişdir.

Beləliklə, TS-in ilkin formaları artıq qədim dövrdə dövlətin texniki sistemləri nəzarətdə saxlamaq, onları qorumaq və strateji üstünlük əldə etmək qabiliyyəti ilə bağlı olmuşdur. Bu mərhələ TS-in konseptual əsaslarının formalaşdığı başlanğıc nöqtə kimi qiymətləndirilə bilər.

B. Orta əsrlər dövrü (V–XV əsrlər): texnologiya üzərində nəzarətin institusional formaları

Orta əsrlərdə texnoloji biliklər əsasən ustalıq ənənələri, gildiyalar və peşəkar korporasiyalar vasitəsilə ötürülürdü. Avropa Renessansı dövründə kitab çapının, dəqiq ölçü alətlərinin, gəmiqayırma texnologiyalarının, riyaziyyat və astronomiya biliklərinin sürətlə yayılması texnoloji biliklərin cəmiyyət daxilində daha geniş dövriyyəyə daxil olmasına şərait yaratdı. Bununla belə, dövlətlər və krallıqlar strateji əhəmiyyətli texnologiyaları, xüsusilə silah istehsalı, dənizçilik, mədənçilik və hərbi mühəndislik sahələrini, ciddi nəzarət altında saxlayırdılar.

Bu mərhələdə texnologiyanın kommersiyalaşdırılması prosesi də başlanmışdır. Texniki ixtiralar və istehsal üsulları getdikcə dövlətlərlə sıx bağlı olan ticarət şirkətləri və manufakturalar vasitəsilə yayılırdı. Hollandiya, İngiltərə və İspaniya kimi dövlətlərdə texnoloji üstünlük artıq yalnız məxfi biliklərə deyil, sənaye və ticarət imkanlarının genişlənməsinə əsaslanmağa başlamışdı. Beləliklə, texnologiya ilk dəfə olaraq sistemli iqtisadi güc amilinə çevrilirdi.

C. Sənaye dövrü (XVIII–XIX əsrlər): texnologiyanın sənayeləşməsi və milli çərçivələr

Sənaye inqilabı TS-in məzmununda keyfiyyətə yeni mərhələ yaratdı. Texnologiya ailə ustalıqları və lokal istehsal modellərindən çıxaraq fabrik sistemlərinə, standartlaşdırılmış istehsal proseslərinə və kütləvi sənayeyə keçdi. Bu dövrdə İngiltərə, Almaniya, Fransa və ABŞ kimi dövlətlər texnoloji üstünlüyü milli sərhədlər daxilində qorumağa yönəlmiş siyasətlər həyata keçirirdilər.

Tekstil maşınları, buxar mühərrikləri, metallurgiya və dəmir yolu texnologiyaları strateji resurslar kimi qəbul edilir, onların ixracı və ya texniki biliklərinin ötürülməsi ciddi şəkildə məhdudlaşdırılırdı. TS bu mərhələdə artıq yalnız bilik üzərində nəzarət deyil, sənaye istehsalı gücü və milli iqtisadi müstəqillik göstəricisi kimi formalaşdı.

D. Müasir mərhələyə keçid və təcrübələrin müqayisəsi

Müasir dövrdə TS dövlətlərin kritik texnologiyaları müstəqil şəkildə inkişaf etdirmək, idarə etmək və onların həyat dövrünə nəzarət etmək bacarığı ilə ölçülür [8, 9]. Qlobal təcrübə yarımkeçiricilər, süni intellekt və rəqəmsal infrastruktur sahələrində həm uğurlu, həm də struktur

məhdudiyətlərlə müşayiət olunan modellərin mövcudluğunu göstərir.

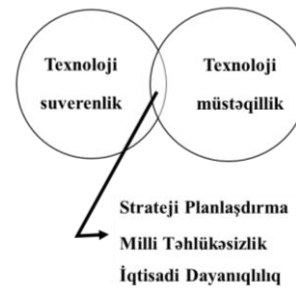
Almaniya sənaye avtomatlaşdırılması və yüksək dəqiqlikli maşınqayırma sahəsində dövlət–sənaye–elm inteqrasiyasına əsaslanan “Industrie 4.0” modeli vasitəsilə TS-in institusional çərçivəsini formalaşdırmışdır [10].

Cənubi Koreya isə dövlət yönümlü sənaye siyasəti və iri texnoloji konsorsiumlar vasitəsilə yarımkeçirici və elektronika sektorunda yüksək texnoloji muxtariyyətə nail olmuşdur [11].

İsrail dövlət dəstəyi və müdafiə sektorunun təsiri ilə kibertəhlükəsizlik və Sİ sahəsində güclü innovasiya ekosistemi qurmuşdur [12]. Çin isə “Made in China 2025” strategiyası çərçivəsində mikroelektronika və telekommunikasiya sahələrində xarici asılılığın azaldılmasını prioritetləşdirmişdir [13]. Bu nümunələr göstərir ki, TS qəfil şəkildə formalaşmış, uzunmüddətli dövlət siyasəti, institusional koordinasiya və məqsədyönlü investisiyalar nəticəsində əldə olunur.

III. TEXNOLOJİ SUVERENLİK VƏ TEXNOLOJİ MÜSTƏQİLLİK ANLAYIŞLARININ FƏRQLƏNDİRİLMƏSİ

Elmi və siyasi müzakirələrdə TS və TM anlayışları tez-tez sinonim kimi işlədilsə də, analitik baxımdan onlar eyni məzmunu ifadə etmir və fərqli strateji yanaşmaları əks etdirir. Bu anlayışların düzgün fərqləndirilməsi texnoloji siyasətin məqsəd və alətlərinin dəqiq müəyyənləşdirilməsi baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır. TM əsasən texnologiyaların xarici mənbələrdən asılı olmadan milli səviyyədə yaradılması və tətbiqini ifadə edir. Bu anlayış daha çox texniki və istehsal yönümlü xarakter daşıyır və “öz texnologiyasına malik olmaq” prinsipi üzərində qurulur. Bu modeldə prioritet xarici texnologiyaların əvəzlənməsi, idxalın azaldılması və mümkün qədər lokallaşdırmaqdır. Lakin qlobal texnoloji qarşılıqlı asılılıqların yüksək olduğu müasir şəraitdə bu yanaşma iqtisadi və elmi baxımdan ciddi məhdudiyətlərlə üzləşə bilər. TS isə daha geniş və sistemli anlayışdır. O, yalnız texnologiyaların milli mənsəyini deyil, dövlətin texnoloji seçimlər üzərində qərarvermə azadlığını, kritik texnologiyaların həyat dövrünə nəzarət imkanlarını və texnoloji asılılıqların idarə olunmasını əhatə edir. TS tam müstəqilliyi deyil, strateji planlaşdırma, risklərin idarə edilməsi və seçici inteqrasiya əsasında dayanıqlı texnoloji mövqenin formalaşdırılmasını nəzərdə tutur. Bu baxımdan TS və TM arasında kəsişmə zonası mövcuddur və bu zona strateji prioritetlərdən asılı olaraq genişlənə və ya daralə bilər.



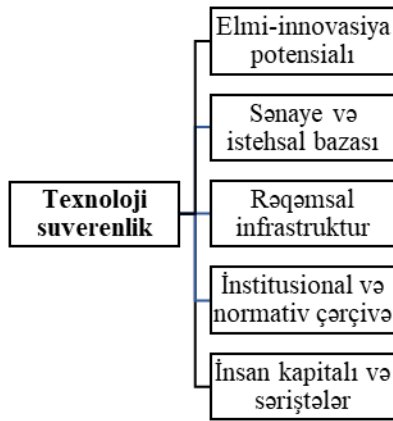
Şəkil 1. Texnoloji suverenlik və Texnoloji Müstəqillik

Bu zona strateji planlaşdırma, milli təhlükəsizlik və iqtisadi dayanıqlılıq kimi əsas məqsədlərlə müəyyən olunur. Müdafiə, enerji infrastrukturunu, rabitə və rəqəmsal platformalar kimi kritik sahələrdə TM TS-in mühüm tərkib hissəsidir. Bununla belə, TS yalnız bu komponentlə məhdudlaşmır və sistem səviyyəsində idarəetmə prinsiplərini əhatə edir.

Beləliklə, TM TS-in mümkün, lakin məcburi olmayan komponentidir. TS isə müasir dövlət üçün daha realist və çevik strategiya kimi çıxış edərək, qlobal texnoloji sistemdə iştirak etməklə yanaşı, milli maraqların qorunmasını və strateji manevr imkanlarının saxlanılmasını təmin edir.

IV. TEXNOLOJİ SUVERENLIYIN İNTEQRATİV STRUKTUR MODELİ

Aparılmış nəzəri və müqayisəli təhlil göstərir ki, TS yalnız texniki istehsal imkanları ilə məhdudlaşmır və çoxözlü sistem xarakteri daşıyır. O, qarşılıqlı əlaqəli struktur komponentlərin funksional inteqrasiyası əsasında formalaşır. Bu baxımdan TS-in inteqrativ struktur modeli təklif olunur (Şəkil 2).



Şəkil 2. Texnoloji suverenliyin inteqrativ struktur modeli.

Təklif edilən modelə görə, TS ayrı-ayrı sahələrdə əldə olunan nailiyyətlərin cəmi deyil, milli texnoloji sistemin struktur bütövlüyü və koordinasiya qabiliyyətidir. Hər bir blok texnoloji sistemin müəyyən funksional ölçüsünü əhatə edir və digər bloklarla qarşılıqlı asılılıq şəraitində fəaliyyət göstərir.

Model aşağıdakı prinsiplərə əsaslanır:

- komponentlərdən heç biri ayrıca suverenlik yaratmır;
- struktur asılılıq müxtəlif səviyyələrdə yarana bilər;
- balanssız inkişaf ümumi sistem dayanıqlılığını zəiflədir;
- TS dinamik və davamlı idarə olunan prosesdir.

Bu prinsiplər TS-in abstrakt anlayış kimi deyil, konkret struktur quruluş kimi modelləşdirilməsini zəruri edir. Məhz bu baxımdan, model beş əsas funksional komponent əsasında formalaşdırılmışdır və onların qarşılıqlı əlaqəsi texnoloji sistemin bütövlüyünü təmin edir.

A. Elmi-innovasiya potensialı

Bu blok texnoloji inkişafın intellektual və yaradıcı əsasını təşkil edir. Buraya milli elmi məktəblər, fundamental və tətbiqi tədqiqat infrastrukturunu, elmi-tədqiqat və təcrübə-konstruktor (Research and Development, R&D) mərkəzləri, texnologiya transfer mexanizmləri və patent fəaliyyəti daxildir.

Elmi-innovasiya potensialı yeni texnologiyaların yaradılması və xarici texnoloji həllərin adaptasiyası imkanlarını müəyyən edir. Əgər bu sahə zəifdirsə, ölkə uzunmüddətli perspektivdə texnoloji qərarları müstəqil formalaşdırmaq qabiliyyətini itirir.

B. Sənaye və istehsal bazası

Bu komponent texnoloji sistemin maddi və istehsal əsasını əhatə edir. Kritik texnologiyaların lokal istehsalı, sənaye infrastrukturunu, enerji təminatı, yüksək texnoloji avadanlıqlar və təchizat zəncirlərinin idarə olunması bu blokun əsas elementləridir.

İstehsal bazası yalnız məhsul istehsalı deyil, həm də texnoloji dəyər zəncirində mövqe tutmaq imkanını müəyyən edir. Fiziki istehsal imkanları olmadan texnoloji asılılıq struktur xarakter alır.

C. Rəqəmsal infrastruktur

Rəqəmsal infrastruktur texnoloji sistemin funksional idarəetmə mühitini formalaşdırır. Buraya informasiya sistemləri, sənaye proqram təminatı, rəqəmsal platformalar, süni intellekt həlləri, məlumatların saxlanması və emalı infrastrukturunu, eləcə də kibertəhlükəsizlik mexanizmləri daxildir.

Müasir şəraitdə platforma və proqram təminatı asılılığı fiziki istehsal asılılığından az riskli deyil. Rəqəmsal mühit üzərində nəzarət və məlumat resursları üzərində yurisdiksiya TS-in ayrılmaz tərkib hissəsidir.

D. İnstitusional və normativ çərçivə

Bu blok texnoloji inkişafın idarə olunması və koordinasiyası üçün zəruri olan hüquqi və strateji mexanizmləri əhatə edir. Dövlət siyasəti, texnoloji strategiyalar, tənzimləmə mexanizmləri, texniki standartlar və beynəlxalq əməkdaşlıq çərçivələri bu komponentə daxildir.

Effektiv institusional sistem olmadan digər komponentlər arasında sinerji formalaşmır. TS yalnız texniki deyil, həm də idarəetmə qabiliyyətidir.

E. İnsan kapitalı və səriştələr

İnsan kapitalı bütün sistemin əsas dayacağıdır. STEM təhsili, yüksək ixtisaslı mühəndis və tədqiqatçı kadrlar, texnoloji idarəetmə bacarıqları və biliklərin reproduksiyası mexanizmləri bu blokun tərkib hissələridir.

Kadr potensialı digər komponentlərin effektiv fəaliyyətini təmin edir və texnoloji sistemin uzunmüddətli dayanıqlılığını müəyyənləşdirir. İnsan kapitalının zəifliyi struktur asılılığı dərinləşdirir.

Beləliklə, təqdim olunan inteqrativ struktur modeli TS ayrı-ayrı sahələrdə əldə edilmiş nailiyyətlərin məcmusu kimi deyil, milli texnoloji sistemin balanslı və koordinasiyalı fəaliyyəti kimi izah edir. Model göstərir ki, beş əsas komponent arasında funksional uyğunluq və institusional koordinasiya təmin olunmadıqda texnoloji asılılıq struktur xarakter alır və sistem dayanıqlılığını zəifləyir.

Bu baxımdan TS-in səviyyəsi yalnız mövcud texnoloji potensialı deyil, həm də komponentlərarası əlaqələrin effektivliyi və sistemin adaptiv qabiliyyəti ilə müəyyən olunur.

Eyni zamanda model göstərir ki, hər bir struktur blok potensial risk mənbəyi kimi çıxış edə bilər. Elmi-innovasiya sahəsində zəiflik texnoloji qərarvermə müstəqilliyini məhdudlaşdırır, sənaye bazasının yetərsizliyi xarici istehsal asılılığını dərinləşdirir, rəqəmsal infrastrukturun xarici platformalara bağlılığı isə məlumat və idarəetmə suverenliyini zəiflədə bilər.

Bu səbəbdən növbəti mərhələdə TS-in əsas riskləri və struktur həssaslıqları sistemli şəkildə təhlil olunur.

V. TEXNOLOJİ SUVERENLİYİN RİSKLƏRİ

TS strateji məqsəd kimi qəbul edilsə də, onun reallaşdırılması çoxözlü və qarşılıqlı əlaqəli risklərlə müşayiət olunur. Bu risklər iqtisadi, texnoloji, siyasi, sosial və təhlükəsizlik müstəvisində paralel şəkildə formalaşır və birini gücləndirə bilər.

A. İqtisadi və maliyyə riskləri

TS-in təmin olunması məqsədilə istehsalın lokallaşdırılması və milli texnoloji infrastrukturun qurulması əhəmiyyətli maliyyə resursları tələb edir. Xüsusilə yarımkeçirici sənayesi, mikroelektronika, sənaye avtomatlaşdırması və bulud infrastrukturunu kimi kapital tutumlu sahələrdə ilkin investisiyalar milyardlarla dollar səviyyəsində qiymətləndirilir. Bu sahələr yüksək giriş baryerləri, uzun geri dönüş müddəti və sürətli texnoloji köhnəlmə riski ilə xarakterizə olunur.

Lakin TS strategiyası iqtisadi səmərəliliyi avtomatik şəkildə təmin etmir. Məhdud daxili bazar və miqyas iqtisadiyyatının zəifliyi səbəbindən yerli istehsal olunan həllər idxal alternativləri ilə müqayisədə daha bahalı və ya texnoloji baxımdan geri qala bilər. Bu isə dövlət tərəfindən subsidiya və tənzimləmə mexanizmləri vasitəsilə qorunan sektorların uzunmüddətli rəqabət qabiliyyətinə mənfi təsir göstərə bilər.

Nəticədə, TS məqsədi ilə iqtisadi səmərəlilik arasında struktur ziddiyyət yaranır. Həddindən artıq müdafiəedici siyasət bazar mexanizmlərinin siqnal funksiyasını zəiflədərək resursların qeyri-effektiv bölünməsinə və innovasiya tempinin azalmasına səbəb ola bilər.

B. Texnoloji risklər

Texnoloji izolasiya qlobal innovasiya dinamikasından geri qalmaq riskini artırır. Müasir yüksək texnologiyalar – xüsusilə süni intellekt, yarımkeçiricilər və rəqəmsal platformalar – geniş beynəlxalq əməkdaşlıq şəbəkələri, qlobal dəyər zəncirləri və transsərhəd bilik mübadiləsi üzərində formalaşır. Bu sahələrdə texnoloji irəliləyiş kollektiv tədqiqat infrastrukturunu, açıq standartlar və çoxmərkəzli innovasiya ekosistemləri ilə sıx bağlıdır.

Texnologiya idxalına və beynəlxalq əməkdaşlığa sərbəst məhdudiyətlərin tətbiqi milli sistemin qlobal standartlardan uzaqlaşmasına, patent və lisenziya mexanizmlərinə inteqrasiyanın zəifləməsinə və birgə tədqiqat layihələrinin azalmasına səbəb ola bilər. Bu isə texnoloji bilik axınlarının daralmasına və innovasiya tempinin aşağı düşməsinə gətirib çıxarır.

Məsələn, 2020–2022-ci illərdə qlobal yarımkeçirici çatışmazlığı avtomobil, elektronika və sənaye avadanlıqları istehsalında ciddi fasilələrə səbəb olmuşdur. COVID-19 pandemiyası dövründə Asiya istehsal mərkəzlərində istehsalın dayanması və lojistika zəncirlərinin pozulması nəticəsində bir sıra ölkələrdə avtomobil istehsalı kəskin şəkildə azalmış, bəzi zavodlar fəaliyyətini müvəqqəti dayandırmışdır. Bu hadisə göstərdi ki, yüksək texnoloji komponentlər üzrə hətta inkişaf etmiş sənaye dövlətləri belə qlobal dəyər zəncirindən dərin asılılıq şəraitində fəaliyyət göstərir [14].

Nəticədə, TS əldə etmək məqsədilə həddindən artıq izolasiya siyasəti paradoksal şəkildə texnoloji durğunluq riskini gücləndirə bilər. Bu risk xüsusilə yüksək sürətlə yenilənən süni intellekt və yarımkeçirici sənayesi kimi sahələrdə daha kəskin xarakter daşıyır, çünki həmin sektorlar miqyas iqtisadiyyatı, qlobal standartlaşma və beynəlxalq tədqiqat şəbəkələrinə dərin inteqrasiya tələb edir.

C. Siyasi və strateji risklər

Texnoloji sahənin tam qapanması beynəlxalq gərginliyin artmasına səbəb ola bilər. Qlobal texnologiya ekosistemi qarşılıqlı asılılıq üzərində qurulduğundan, birtərəfli məhdudiyətlər ticarət müharibələrinə, sanksiyalara və texnologiya bloklaşmasına gətirib çıxara bilər.

Digər tərəfdən, hətta inkişaf etmiş texnoloji bazaya malik ölkələr belə nadir materiallar, qabaqcıl litografiya avadanlıqları, xüsusi proqram təminatı və ya komponentlər üzrə tam müstəqilliyə nail ola bilmirlər. Bu struktur asılılıq TS-in nisbi xarakter daşdığını göstərir.

D. Sosial və kadr riskləri

TS yalnız maddi infrastruktur və istehsal bazası ilə məhdudlaşmır; o, yüksək ixtisaslı insan kapitalının mövcudluğuna və davamlı formalaşdırılmasına əsaslanır. Strateji texnologiyaların inkişafı sistem mühəndisliyi, mikroelektronika, kibertəhlükəsizlik və süni intellekt sahələrində dərin elmi bilik, tətbiqi mühəndislik bacarıqları və institusional təcrübə tələb edir.

Bu sərəfələrin qısa müddətdə formalaşdırılması struktur səbəblərə görə çətindir, çünki onların yaranması uzunmüddətli təhsil, tədqiqat infrastrukturunu və sənaye-akademiya əməkdaşlığı tələb edir. İxtisaslı mütəxəssislərin çatışmazlığı, beyin axını və qlobal əmək bazarında rəqabət texnoloji strategiyasının dayanıqlılığını zəiflədə bilər.

Eyni zamanda, TS məqsədilə xarici texnologiyaların və əməkdaşlıq kanallarının sərbəst şəkildə məhdudlaşdırılması innovasiya ekosisteminin açıq xarakterini zəiflədə, startap mühitini daralda və beynəlxalq elmi əməkdaşlığın intensivliyini azalda bilər. Bu isə uzunmüddətli perspektivdə texnoloji dinamizmin azalması riskini yaradır.

E. Təhlükəsizlik riskləri

TS kibertəhlükəsizlik risklərini avtomatik olaraq aradan qaldırır. Əksinə, texnologiyaların idarə olunması və lokallaşdırılması sənaye casusluğu, məlumat sızmaları kibercümlər riskini artırır.

Kiberfiziki sistemlərdə bir komponent üzrə yaranan kritik həssaslıq qarşılıqlı asılılıq səbəbindən bütün sənaye infrastrukturunda kaskad dayanmalarla səbəb ola bilər. Bu baxımdan TS kibərdayanıqlılıq mexanizmləri ilə paralel qurulmalıdır.

F. Ani səmərəlilik və struktur paradoksu

Hətta inkişaf etmiş texnoloji bazaya malik ölkələr qlobal təchizat zəncirindən tam asılılığı aradan qaldıra bilmirlər. Bu vəziyyət əsas paradoksu ortaya qoyur:

Tam izolyasiya → innovasiya itkisi.

Tam inteqrasiya → asılılıq riski.

Deməli, TS-in optimal modeli “idarə olunan inteqrasiya” prinsipinə əsaslanmalıdır. Dövlətlər kritik texnologiyalar üzrə alternativlər formalaşdırmalı, lakin qlobal bilik mübadiləsindən tam imtina etməməlidirlər.

Bu risklərin sistemli təhlili göstərir ki, TS sıfır asılılıq deyil, asılılıqların idarə olunmasıdır. Növbəti mərhələdə TS-in təmin olunması üçün zəruri struktur elementlərin, o cümlədən insan kapitalı, innovasiya ekosistemi və kibərdayanıqlılıq mexanizmlərinin inteqrasiyası təhlil olunmalıdır.

NƏTİCƏ

Müasir geosiyasi və texnoloji transformasiya şəraitində TS dövlətlərin strateji qərarvermə qabiliyyətinin və milli dayanıqlılığının mühüm elementi kimi çıxış edir. Məqalədə əsaslandırılmışdır ki, TS TM-lə eyniləşdirilə bilməz və tam izolyasiya modelini nəzərdə tutmur. O, kritik texnologiyalar üzrə qərarvermə azadlığının qorunması və struktur asılılıqların idarə olunması ilə xarakterizə olunur. Təklif edilən inteqrativ model TS-i çoxkomponentli sistem kimi təqdim edərək onun sənaye, rəqəmsal, institusional və insan kapitalı ölçülərini vahid çərçivədə birləşdirir. Bu yanaşma göstərir ki, TS ayrı-ayrı təşəbbüslərin cəmi deyil, koordinasiyalı və uzunmüddətli dövlət strategiyası tələb edən sistem prosesidir. Eyni zamanda təhlil göstərir ki, TS-in təmin olunması iqtisadi səmərəlilik, beynəlxalq inteqrasiya və innovasiya dinamizmi arasında həssas balans tələb edir. Optimal model qapanma və tam asılılıq arasında deyil, idarə olunan inteqrasiya prinsipi əsasında formalaşır. Gələcək tədqiqatlar TS-in ölçülməsi, sektorlar üzrə risklərin diferensial qiymətləndirilməsi və müqayisəli regional modellərin işlənməsi istiqamətində aparıla bilər.

ƏDƏBİYYAT

- [1] H. Farrell, A. L. Newman, “Weaponized Interdependence: How Global Economic Networks Shape State Coercion,” *International Security*, 44 (1), pp. 42–79, 2019. doi: https://doi.org/10.1162/isec_a_00351.
- [2] J. Nye, *Cyber Power*, Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School, May 2010.
- [3] K. H. Zhang, “Geoeconomics of US-China tech rivalry and industrial policy,” *Asia and the Global Economy*, Volume 4, Issue 2, 2024, 100098. <https://doi.org/10.1016/j.aglobe.2024.100098>.
- [4] J. Edler et al., *Technology sovereignty: From demand to concept, Perspectives - Policy Brief*, No. 02 / 2020, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe, <https://doi.org/10.24406/publica-fhg-300409>.

- [5] E. V. Потапова, В. В. Акбердина, “Технологический суверенитет: понятие, содержание и формы реализации,” *Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика*, Т. 25, № 3, с. 5–16, 2023. <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2023.3.1>.
- [6] H. J. Chang, *Kicking Away the Ladder, Development Strategy in Historical Perspective* London, Anthem Press, 2002, 176 pp.
- [7] J. Mokyr, *The lever of riches: Technological creativity and economic progress*, Oxford University Press, Apr. 1992.
- [8] R. Baldoni, G. Di Luna, “Sovereignty in the digital era: The quest for continuous access to dependable technological capabilities,” *IEEE Security & Privacy*, 23(1), pp. 91–96, 2025. doi: 10.1109/MSEC.2024.3500192.
- [9] OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023: Enabling Transitions in Times of Disruption, OECD Publishing, Paris, 2023. <https://doi.org/10.1787/0b55736e-en>.
- [10] H. Kagermann, H., W. Wahlster, “Ten Years of Industrie 4.0,” *Sci*, 4(3), 26, 2022. <https://doi.org/10.3390/sci4030026>
- [11] OECD Reviews of Innovation Policy: Korea 2023, OECD Reviews of Innovation Policy, OECD Publishing, Paris, 2023. <https://doi.org/10.1787/bdcf9685-en>.
- [12] J. Wonglimpiyarat, “Government policies towards Israel's high-tech powerhouse,” *Technovation*, Volumes 52–53, pp. 18–27, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.02.001>.
- [13] D. Blaugher, B. Gordon, “Made in China 2025: Evaluating China's Performance,” *U.S.-China Economic AND Security Review Commission*, Nov. 2025. Available at: <https://www.uscc.gov/research/made-china-2025-evaluating-chinas-performance>.
- [14] W. Mohammad, A. Elomri, L.Kerbache, “The Global Semiconductor Chip Shortage: Causes, Implications, and Potential Remedies,” *IFAC-PapersOnLine*, Volume 55, Issue 10, pp. 476–483, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.439>

Technological Sovereignty: Global Challenges, Vulnerabilities, and Risks

Shakir Mehdiyev¹, Lala Mehdiyeva²

Institute of Information Technology, Baku, Azerbaijan

Abstract— Growing global geopolitical uncertainty, disruptions in supply chains, and the expansion of export restrictions have transformed technological dependencies into strategic risks. In this context, technological sovereignty determines a state's capacity for independent decision-making and sustainable development in critical technologies. This article examines the conceptual foundations of technological sovereignty, its key challenges, and the current global landscape. Institutional, economic, and digital factors are assessed from a comparative perspective. The study demonstrates that technological sovereignty is not limited to the localization of production, but represents a multidimensional systemic characteristic that requires strengthening innovation capacity, human capital, and cyber resilience.

Keywords— technological sovereignty; national security; digital sovereignty; cyber resilience; semiconductors; global supply chains.