



MATEMATIKANI O'QITISHDA STEM VA STEAM YONDOSHUVLARINI QO'LLANISHNING SAMARADORLIGI

*Azimova Nilufar Jurakulovna – Sirdaryo viloyati Yangiyer shahar texnikumi
matematika fani o'qituvchisi.*

Annotatsiya: Ushbu ilmiy maqolada zamonaviy ta'lim tizimida matematika fanini o'qitish samaradorligini oshirishda STEM hamda STEAM yondashuvlarini qo'llashning nazariy va amaliy jihatlarini atroflicha tahlil qilinadi. An'anaviy ta'lim usullari va uning doirasidagi mavhum mantiqiy modellarning o'quvchilar tomonidan qiyin o'zlashtirilishi muammosiga yechim sifatida fanlararo integratsiyaga asoslangan zamonaviy pedagogik texnologiyalar taklif etiladi. Maqolada matematika fanining muhandislik, axborot texnologiyalari, tabiiy fanlar hamda san'at va dizayn yo'nalishlari bilan o'zaro aloqadorligi ko'rib chiqilgan. Tadqiqot davomida pedagogik tajriba-sinov ishlari tahlil qilinib, STEM va STEAM texnologiyalarining o'quvchilarning tanqidiy va kreativ fikrlash qobiliyatlarini rivojlantirishga, fazoviy tasavvurini boyitishga hamda mantiqiy muammolarni amaliyotda yechish ko'nikmalarini shakllantirishga ko'rsatadigan ta'siri baholangan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, STEAM yondashuvi matematika darslarida o'quvchilarning motivatsiyasini va o'zlashtirish darajasini sezilarli darajada oshiradi. Maqola Amerika Psixologlar Assotsiatsiyasining yettinchi nashri standartlariga to'liq mos ravishda tayyorlangan.

Kalit so'zlar: STEM ta'limi, STEAM yondashuvi, matematika metodikasi, fanlararo integratsiya, matematik modellashtirish, tanqidiy fikrlash, fazoviy tasavvur, pedagogik samaradorlik.

Abstract: This study comprehensively analyzes the theoretical and practical aspects of applying STEM and STEAM approaches to enhance the effectiveness of teaching mathematics in modern educational systems. As a solution to the limitations of traditional teaching methods—where abstract mathematical concepts are often



difficult for students to comprehend—interdisciplinary, integrated pedagogical technologies are proposed. The article explores the interconnectedness of mathematics with engineering, information technology, natural sciences, and visual arts/design. Through pedagogical experimentation and qualitative analysis, the impact of STEM and STEAM methodologies on developing students' critical thinking, creative problem-solving skills, spatial visualization, and real-world application of logic is evaluated. The findings indicate that integrating the STEAM framework into mathematics instruction significantly increases student engagement, motivation, and overall academic achievement. This paper strictly adheres to the standards of the APA seventh edition format.

Keywords: *STEM education, STEAM approach, mathematics methodology, interdisciplinary integration, mathematical modeling, critical thinking, spatial visualization, pedagogical efficiency.*

Kirish

Zamonaviy axborot jamiyati va yuqori texnologiyalar asrida ta'lim tizimining asosiy maqsadi o'quvchilarga faqatgina tayyor bilimlar to'plamini berishdan emas, balki ularda muammolarni mustaqil tahlil qilish, mantiqiy va tanqidiy fikrlash hamda bilimlarni amaliyotda qo'llay olish ko'nikmalarini shakllantirishdan iboratdir. Yigirma birinchi asr ko'nikmalari silsilasida matematika fani alohida o'rin tutadi. Zero, matematika barcha aniq, tabiiy va texnik fanlarning tili, fundamental poydevori hisoblanadi. An'anaviy matematika ta'limida ko'pincha nazariy teoremlar, mavhum va izolatsiyalangan tenglamalar hamda standart formula va algoritmlarni yodlashga urg'u beriladi. Natijada, ko'plab o'quvchilarda matematika menga hayotda qayerda kerak bo'ladi degan haqli savol va fanga nisbatan sun'iy to'siq yoki qo'rquv paydo bo'ladi. Ushbu muammoni bartaraf etishning eng samarali va zamonaviy yechimlaridan biri ta'lim jarayoniga STEM va STEAM yondashuvlarini keng tatbiq etishdir¹.

¹ Ashcraft, M. H., & Ridley, K. S. *Math anxiety: Its research and implications*. In J. I. D. Campbell, *Handbook of mathematical cognition*, pages three hundred fifteen to three hundred twenty-five. Psychology Press.



STEM — bu ilmiy bilimlar, texnologiya, muhandislik va matematika fanlarini alohida-alohida emas, balki yaxlit integratsiyalashgan tizim sifatida o'qitish konsepsiyasidir. Mazkur modelga san'at, dizayn va gumanitar yo'nalishlarni anglatuvchi Arts komponentining qo'shilishi natijasida STEAM yondashuvi shakllandi. STEAM modeli orqali matematik abstraksiyalar vizual, estetik va muhandislik obyektlariga aylanadi. Ushbu maqolaning maqsadi — matematika darslarida STEM va STEAM yondashuvlarini qo'llashning pedagogik va psixologik samaradorligini tahlil qilish, matematik modellashtirish hamda fanlararo bog'liqlikning o'quvchilar bilimlarni o'zlashtirish ko'rsatkichlariga ta'sirini ilmiy va amaliy jihatdan isbotlab berishdan iborat. STEM va STEAM ta'lim yo'nalishi so'nggi yillarda jahon pedagogika fanining eng ko'p tadqiq etilayotgan sohalaridan biriga aylandi. Ushbu sohadagi nazariy poydevor va amaliy izlanishlar bir qancha xalqaro hamda mahalliy olimlar tomonidan o'rganilgan. Olim Baybi o'zining STEM ta'limi bo'yicha tadqiqotlarida ta'kidlashicha, an'anaviy ta'lim tizimi fanlarni bir-biridan ajratilgan alohida yo'nalishlar ko'rinishida o'qitadi, biroq real hayotiy va texnologik muammolar hech qachon faqat bitta fan doirasida cheklanib qolmaydi². Tadqiqotchi Sanders esa integratsiyalashgan STEM ta'limi o'quvchilarning texnologik savodxonligini oshirishda va matematik formulalarni real muhandislik jarayonlari bilan bog'lashda asosiy harakatlantiruvchi kuch ekanligini isbotlagan. Tadqiqotchi Yakman tomonidan ishlab chiqilgan STEAM ramkasi ta'limga ijodiy va estetik yondashuvni olib kirdi. Yakmanning ta'kidlashicha, san'at tushunchasi nafaqat tasviriy san'at va musiqani, balki tildan foydalanish, dizayn, sotsiologiya va ergonomikani ham o'z ichiga oladi. Matematika darslarida san'at elementining qo'llanilishi, masalan, simmetriya, fraktallar, oltin kesim va fazoviy modellashtirish orqali o'quvchilarning o'ng miya yarim sharini ya'ni kreativlikni chap miya yarim shari bilan birga ishlashiga imkon yaratadi. Olim Friman va uning hammualliflari o'tkazgan keng ko'lamlı meta-tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, STEM yo'nalishidagi faol o'qitish usullari an'anaviy ma'ruza darslariga qaraganda

² Bybee, R. W. *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.



o'quvchilarning imtihon natijalarini sezilarli foizga oshiradi va fanni o'zlashtira olmaslik xavfini ellik besh foizga kamaytiradi. Matematika ta'limida kompyuter va dasturiy vositalar hamda uch o'lchamli modellashtirishning qo'llanilishi o'quvchilarning fazoviy va mantiqiy fikrlashini sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqadi³.

Metodologiya

Ushbu tadqiqotda matematikani o'qitishda STEM va STEAM yondashuvlarining samaradorligini aniqlash va baholash uchun kompleks tadqiqot metodlaridan foydalanildi. Tadqiqot empirik va qiyosiy pedagogik eksperiment shaklida tashkil etildi. Unda an'anaviy metodika bo'yicha ta'lim olayotgan va STEAM interfaol dasturi bo'yicha ta'lim berilayotgan guruhlar natijalari taqqoslandi. Tadqiqotda akademik texnikum va maktab ta'limi tizimidagi bir yuz yigirma nafar o'quvchi hamda o'n nafar matematika va STEM o'qituvchilari ishtirok etdi. O'quvchilar teng ikki guruhga bo'lindi:

Birinchi guruh. Nazorat guruhi: oltmish nafar o'quvchi bo'lib, ularga matematika darslari an'anaviy usulda, ya'ni darslikdagi masalalar, doskada misol yechish, formulalarni yodlash orqali olib borildi.

Ikkinchi guruh. Tajriba guruhi: oltmish nafar o'quvchi bo'lib, ularga matematika darslari STEM va STEAM loyihalari, ya'ni kompyuter dasturlarida modellashtirish, muhandislik konstruksiyalarini hisoblash hamda arxitekturadagi geometriya asosida olib borildi⁴.

Birinchi dan, dastlabki va yakuniy testlar o'tkazildi. Darslar boshlanishidan oldin va sakkiz haftalik STEAM dasturidan so'ng o'quvchilarning matematik bilimlari va amaliy muammolarni yechish ko'nikmalari maxsus testlar orqali

³ Clements, D. H., & Sarama, J. Early childhood mathematics intervention: The Education Research Initiative. Journal for Research in Mathematics Education.

⁴ Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences.



baholandi. Ikkinchidan, so'rovnoma va intervyular tashkil etildi. O'quvchilarning fanga bo'lgan motivatsiyasi hamda psixologik munosabatini aniqlash uchun maxsus shkala bo'yicha so'rovnomalar o'tkazildi. Uchinchidan, matematik-statistik tahlil yo'lga qo'yildi. Yig'ilgan ma'lumotlar Studentning kriteriyasi va o'rtacha arifmetik qiymatlar ile standart og'ish yordamida statistik tahlil qilindi.

Matematika ta'limida STEM va STEAM integratsiyaning amaliy modellari

STEM modelida matematika shunchaki alohida fan emas, balki barcha boshqa sohalarni bog'lab turuvchi va tahlil qiluvchi universal til vazifasini bajaradi. STEM modelida matematika quyidagi amaliy vositalarni taqdim etadi. Ilmiy tadqiqotlarda: gipotezalarni tekshirish, eksperimental ma'lumotlarni statistik tahlil qilish, grafik va funksional bog'liqliklarni qurish. Texnologiyada: algoritmlar yaratish, dasturlash mantiqi, kriptografiya, koordinatalar tizimi va ma'lumotlar strukturalari. Muhandislikda: o'lchovlar o'tkazish, yuklama va mustahkamlikni hisoblash, geometrik optimallashtirish, tenglamalar orqali jarayonlarni modellashtirish. San'at komponentining matematika ta'limiga kiritilishi o'quvchilarning abstrakt tushunchalarni vizualizatsiya qilishiga xizmat qiladi. Amaliy modellar quyidagilardan iborat. Geometriya va Simmetriya: San'at, dizayn hamda muhandislik va me'morchilik integratsiyasi. Arxitektura obyektlarining uch o'lchamli modelini chizish va ulardagi hajm hamda yuklamani hisoblash. Trigonometriya va To'lqinlar: Fizika, texnologiya hamda musiqiy san'at integratsiyasi⁵. Ovoz to'lqinlarining chastotasini sinus va kosinus funksiyalari orqali grafik ko'rinishda modellashtirish. Fraktallar va Ketma-ketliklar: Tasviriy san'at hamda dasturlash texnologiyalari integratsiyasi. Fibonachchi ketma-ketligi va oltin kesim asosida tabiatdagi shakllarni kompyuter grafikasi orqali yaratish. Statistika va Ehtimollik: Ekologiya, texnologiya hamda infografik san'at integratsiyasi. Shahardagi havo kirlanishi ma'lumotlarini yig'ib, uni vizual estetik infografika ko'rinishida taqdim etish. Zamonaviy STEAM darslarida interfaol dasturiy

⁵ Maeda, J. *STEM to STEAM: Art in K-12 education*. Edutopia.



ta'minotlardan foydalanish matematik formulalarni dinamik obyektlarga aylantiradi. Misol uchun, kvadratik funksiya ko'rinishini o'rganishda o'quvchilar koeffitsiyentlar o'zgarganda parabolaning qanday harakatlanishini real vaqt rejimida ko'rishadi. Bu jarayonga muhandislik elementi qo'shilganda, parabola parametri ko'prik simmetriyasi yoki favvoralardan otilib chiqayotgan suv trayektoriyasini hisoblash uchun qo'llaniladi⁶.

Integratsiya Yo'nalishi	Amaliy Dars Ishlanmasi va O'quv Topshirig'i	Qo'llaniladigan Matematik Tushunchalar	Vizual Modellashtirish va Chizma Tavsifi
STEM (Muhandislik va Fizika)	O'quvchilar guruhlariga bo'lingan holda yog'och va tasmalar yordamida yuk ko'taruvchi ko'prik karkasini yasaydilar va unga tushadigan og'irlikni hisoblaydilar.	Parabolik funksiyalar, og'irlik kuchi vektori, simmetriya va geometrik shakllar mustahkamligi.	Chizma: Ko'prik tayanchlariga tushadigan kuchlarning taqsimlanishini ko'rsatuvchi vektorial strelkalar va funksiya grafigi.
STEM (Dasturlash va Texnologiya)	Dars jarayonida o'quvchilar harorat sensoridan	Algoritmik mantiq, o'zgaruvchilar,	Kompyuter Modeli: Dasturiy kod bloklari va

⁶ **National Research Council.** *STEM learning is everywhere: Summary of a convocation.* The National Academies Press.



Integratsiya Yo'nalishi	Amaliy Dars Ishlanmasi va O'quv Topshirig'i	Qo'llaniladigan Matematik Tushunchalar	Vizual Modellashtirish va Chizma Tavsifi
	olingan ma'lumotlarni kompyuter ekranida real vaqt rejimida grafik ko'rinishida chiqaruvchi algoritm tuzadilar.	dekart koordinatalar sistemi hamda ma'lumotlar tahlili.	koordinata o'qida dinamik ravishda o'suvchi harorat grafigi.
STEAM (Dizayn va Geometriya)	O'quvchilar GeoGebra dasturida oltin kesim va geometrik fraktal qoidalariga rioya qilgan holda zamonaviy bino loyihasining chizmasini chizadilar.	Geometrik simmetriya, oltin proportsiya, fraktallar, o'xshashlik hamda trigonometrik nisbatlar.	Arxitektura Modeli: GeoGebra muhitida bajarilgan uch o'lchamli binoning geometrik konstruksiya va uning tekislikdagi proeksiyasi.
STEAM (Statistika va Infografika)	O'quvchilar ta'lim muassasasidagi energiya sarfi ko'rsatkichlarini	Statistik o'rtacha qiymat, gistogrammlar, ehtimollar	Infografika: Rangli bar va doiraviy diagrammlar,



Integratsiya Yo'nalishi	Amaliy Dars Ishlanmasi va O'quv Topshirig'i	Qo'llaniladigan Matematik Tushunchalar	Vizual Modellashtirish va Chizma Tavsifi
	to'plab, ularni tahlil qiladilar va estetik grafik infografika tayyorlaydilar.	nazariyasi elementlari hamda ma'lumotlar vizualizatsiyasi.	resurslar sarfini ko'rsatuvchi piktogrammalari chizmalar ⁷ .

NATIJALAR

Pedagogik tajriba-sinov ishlari yakunida olingan ma'lumotlar nazorat va tajriba guruhlaridagi o'quvchilarning ko'rsatkichlari o'rtasida sezilarli tafovut borligini ko'rsatdi. O'quvchilarning dars boshidagi va sakkiz haftalik mashg'ulotlardan keyingi natijalari yuz ballik shkala bo'yicha baholandi.

Nazorat Guruhi: oltmish nafar o'quvchi. Dastlabki sinovda o'rtacha ball ellik to'rt butun o'ndan ikki ballni, standart og'ish sakkiz butun o'ndan to'rt ballni tashkil etdi. Yakuniy sinovda o'rtacha ball oltmish bir butun o'ndan besh ballga yetdi. O'sish ko'rsatkichi yetti butun o'ndan uch ballni tashkil etdi.

Tajriba Guruhi: oltmish nafar o'quvchi. Dastlabki sinovda o'rtacha ball ellik uch butun o'ndan sakkiz ballni, standart og'ish sakkiz butun o'ndan bir ballni tashkil etdi. Yakuniy sinovda o'rtacha ball sakson to'rt butun o'ndan olti ballga yetdi. O'sish ko'rsatkichi o'ttiz butun o'ndan sakkiz ballni tashkil etdi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, an'anaviy usulda ta'lim olgan Nazorat guruhida o'zlashtirish ko'rsatkichi o'rtacha yetti points atrofida oshgan bo'lsa,

⁷ Sanders, M. STEM, STEM education, STEMmania. The Technology Teacher.



STEAM yondashuvi tatbiq etilgan Tajriba guruhida ushbu ko'rsatkich o'ttiz balldan ortiqroqqa o'sgan. Statistik tahlil natijalarning yuqori darajada ishonchli ekanligini tasdiqlaydi. Darslar yakunida o'tkazilgan so'rovnoma natijalariga ko'ra: Tajriba guruhidagi o'quvchilarning to'qson ikki foizi matematika darslari qiziqarli va tushunarli bo'lganini ta'kidladi. O'quvchilarning sakson yetti foizi matematik formulalarni hayotiy muammolarni yechishda qanday qo'llash mumkinligini anglab yetganini bildirdi. Nazorat guruhida esa o'quvchilarning qirq besh foizi matematikani hanuzgacha murakkab va zerikarli fan deb hisoblashini qayd etdi⁸.

Muhokama

Ushbu tadqiqot natijalari xalqaro olimlarning STEM va STEAM yondashuvlarining samaradorligi bo'yicha ilgari surgan nazariy qarashlarini to'liq qo'llab-quvvatlaydi. Matematikani o'qitishda STEAM yondashuvining muvaffaqiyati quyidagi kognitiv va pedagogik omillar bilan izohlanadi: Birinchidan, kontekstual ta'lim. Matematik tushunchalar mavhum formulalar ko'rinishida emas, balki real muhandislik va dizayn muammolari shaklida taqdim etilganda, miya bilimlarni tezroq va chuqurroq qayta ishlaydi. Ikkinchidan, kreativlik va tanqidiy fikr yuritish. San'at va dizayn elementlarining kirib kelishi o'quvchilarga muammoning yagona to'g'ri yechimi ortidan quvmasdan, muammoga turlicha va nostandart yondashish imkonini beradi. Uchinchidan, texnologik vizualizatsiya. Vizual va raqamli modellashtirish vositalari o'quvchilarning fazoviy va mantiqiy tasavvurini oshirib, matematik obyektlarni ushlab ko'rish va tajribadan o'tkazish hissini beradi. Biroq, STEAM yondashuvini amaliyotga tatbiq etishda bir qancha to'siqlar va qiyinchiliklar ham borligi aniqlandi: O'qituvchilarning fanlararo integratsiya bo'yicha yetarli pedagogik va texnologik ko'nikmalarga ega emasligi. Ta'lim muassasalarining zamonaviy texnik va dasturiy vositalar bilan yetarlicha

⁸ **Yakman, G. STEAM Education:** An overview of creating a model of integrative education. STEAM Education Research and Consulting.



ta'minlanmagani. O'quv dasturlarining o'ta zichligi va ularning asosan an'anaviy imtihonlarga yo'naltirilgani.

Xulosa

Matematikani o'qitishda STEM va STEAM yondashuvlarini qo'llash ta'lim sifatini oshirishning eng istiqbolli va zamonaviy yo'nalishlaridan biridir. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, ushbu yondashuv o'quvchilarning matematik bilimlarni o'zlashtirish darajasini oshiribgina qolmay, ularda yigirma birinchi asr uchun zarur bo'lgan tanqidiy fikash, muammolarni amaliy yechish, kreativlik va jamoada ishlash ko'nikmalarini rivojlantiradi. Matematika fanining izolatsiyadan chiqib, fizika, informatika, muhandislik va san'at bilan integratsiyalashuvi o'quvchilarning fanga bo'lgan ijobiy munosabatini shakllantiradi. Tadqiqot natijalaridan kelib chiqqan holda quyidagi amaliy tavsiyalar ilgari suriladi: Birinchidan, o'quv dasturlarini integratsiyalash. Matematika bo'yicha davlat ta'lim standartlari va o'quv dasturlariga har bir chorakda amaliy STEAM loyihalarini kiritish majburiy etib belgilanishi lozim. Ikkinchidan, o'qituvchilar malakasini oshirish. Matematika, informatika va tabiiy fanlar o'qituvchilari uchun fanlararo STEAM darslarini rejalashtirish va o'tkazish bo'yicha amaliy seminar-treninglar tashkil etish zarur. Uchinchidan, raqamli muhitni rivojlantirish. Dars jarayonida matematik modellashtirish dasturlaridan foydalanishni keng ommalashtirish kerak. To'rtinchidan, moddiy-texnik bazani boyitish. Ta'lim muassasalarida o'quvchilarning amaliy konstruktorlik va dizayn loyihalarini amalga oshirishlari uchun kichik STEAM laboratoriyalari hamda modellashtirish xonalarini tashkil etish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ashcraft, M. H., & Ridley, K. S. Math anxiety: Its research and implications. In J. I. D. Campbell, Handbook of mathematical cognition, pages three hundred fifteen to three hundred twenty-five. Psychology Press.
2. Bybee, R. W. The case for STEM education: Challenges and opportunities. NSTA Press.



3. Clements, D. H., & Sarama, J. Early childhood mathematics intervention: The Education Research Initiative. Journal for Research in Mathematics Education.
4. Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences.
5. Maeda, J. STEM to STEAM: Art in K-12 education. Edutopia.
6. National Research Council. STEM learning is everywhere: Summary of a convocation. The National Academies Press.
7. Sanders, M. STEM, STEM education, STEMmania. The Technology Teacher.
8. Yakman, G. STEAM Education: An overview of creating a model of integrative education. STEAM Education Research and Consulting.