

TURK TILIDA OT SO‘Z TURKUMI BO‘YICHA MATEMATIK MODELLARNI QURISH VA LINGVISTIK PROTSESSORNI YARATISH

Muftakh Khakimov,

Nafosat Atoyeva,

Farruxjon Ne‘matillayev

National University of Uzbekistan named

Mirzo Ulugbek, Uzbekistan

Annotatsiya: Mazkur maqolada turk-o‘zbek yo‘nalishidagi kompyuter tarjimai uchun turk tilidagi ot so‘z turkumiga mansub birliklarni matematik modellashtirish masalasi ko‘rib chiqilgan. Tadqiqotda Kengayuvchi Kirish Tili (KKT) asosida ot birliklarining o‘zak - qo‘shimcha tuzilishi, affiksatsiya va kompozitsiya orqali yasalishidagi matematik modellarini qurish masalasi ko‘rilgan. Taklif etilgan yondashuv operatorlar tizimi, kodlash tamoyillari va matematik modellar yordamida turk tilidagi ot birliklarini ixcham va algoritmlashtiriladigan ko‘rinishda ifodalash imkonini beradi. Shuningdek, ushbu matematik modellar lingvistik protsessor yaratish uchun zarur bo‘lgan konseptual asosni – tabiiy tillarni tushunish, tahlil qilish va so‘zlarni generatsiyalashni tavsiflaydi. Bunda lingvistik protsessor orqali turk tilidagi ot birliklarini kompyuterda avtomatik tarzda tahlil qilish, matematik modelni qurish va so‘zlarni derivatsiyalash masalalarini amalga oshiradi.

Kalit so‘zlar: turk tili, kompyuter lingvistikasi, ot so‘z turkumi, formal model, matematik modellashtirish, kengayuvchi kirish tili, affiksatsiya, kompozitsiya, lingvistik protsessor, morfologik tahlil.

Abstract: This article examines the problem of formal and mathematical modeling of noun units in the Turkish language. Based on the Extensible Input Language approach, the study describes root–suffix structures, derivational patterns formed through affixation and composition, and their formal representations. The proposed framework relies on an operator system, coding principles, and mathematical formulas to represent Turkish noun units in a compact and algorithmically processable form. These mathematical models also provide the conceptual framework needed to create a linguistic processor – a natural language understanding, analysis, and word generation system. This involves the automatic

analysis of Turkish nouns using a linguistic processor, the construction of a mathematical model, and the derivation of words.

Keywords: Turkish language, computational linguistics, noun class, formal model, mathematical modeling, expanding input language, affixation, composition, linguistic processor, morphological analysis.

1. Kirish.

Turk tili tuzilish jihatidan agglutinativ tillar sirasiga kiradi va ushbu xususiyat soʻz shakllarining morfologik murakkabligini, qoʻshimchalar ketma-ketligining yuqori mahsuldorligini hamda bir xil shaklning kontekstga qarab turli grammatik talqinlarga ega boʻlishini yuzaga keltiradi. Shu bois turk tilidagi matnlarni kompyuter yordamida qayta ishlashda faqat lugʻaviy moslashtirish bilan cheklanib boʻlmaydi; aksincha, morfologik, sintaktik va qisman semantik axborotni yagona formal tizimda birlashtiradigan model zarur boʻladi.

Hozirgi bosqichda turk tili uchun morfologik tahlil, parsinglash, soʻz turkumini aniqlash va sintaktik bogʻlanishlarni modellashtirishga doir tadqiqotlar mavjud boʻlsa-da, rasmiy belgilar tizimi, berilgan bazalari va qayta ishlovchi modulni bir butun konsepsiya doirasida uygʻunlashtiradigan yondashuvlar yetarli darajada tizimlashtirilmagan. Ayniqsa, soʻz turkumlari bilan gap turlarini yagona matematik apparat orqali bogʻlash masalasi amaliy lingvistik protsessor yaratish nuqtayi nazaridan dolzarbdir.

Mazkur maqolaning ilmiy yangiligi shundan iboratki, unda turk tilidagi soʻz turkumlari, hosila shakllar va gapning tarkibiy boʻlaklarini ifodalash uchun KKT operatorlariga tayanadigan matematik modellar taklif etiladi. Ushbu modellar nafaqat lingvistik tavsifni ixchamlashtiradi, balki keyingi bosqichda avtomatik tahlil, belgilash va generatsiya jarayonlarini dasturiy jihatdan amalga oshirish uchun ham qulay asos yaratadi [1-5, 9].

2. Maqsad va vazifalar

Mazkur maqolaning maqsadi turk tilidagi soʻz turkumlarini, ayniqsa ot soʻz turkumiga mansub birliklarni kengayuvchi kirish tili asosida formal va matematik modellashtirish hamda ularga ishlov beruvchi lingvistik protsessorning umumiy konsepsiyasini ishlab chiqishdan iborat.

- turk tilidagi so‘z turkumlari uchun umumiy matematik qoliplarni (model andozalarini) berish;
- KKT yordamida variantlilik, ixtiyoriylik va bazalar bilan bog‘lanishni formal ifodalash;
- gap turlari va gap bo‘laklarini BNFga yoki kontektdan ozod gramatika qoidalari bilan modellashtirish;
- amaliy lingvistik protsessor arxitekturasi va disambiguatsiya mexanizmini tavsiflash.

3. Kengayuvchi kirish tili: alifbo va operatorlar

3.1. Alifbo

KKT [1] alifbosi lotin harflari (katta-kichik), 0–9 raqamlari va maxsus belgilar to‘plamidan iborat bo‘ladi. Maxsus belgilar rasmiy modellashtirish amallarini (biriktirish, variant berish, ixtiyoriy komponent va bazadan tanlash) ifodalash uchun xizmat qiladi. Formal qavslar va ajratgichlar esa qoidalar sintaksisini aniq belgilaydi.

3.2. Asosiy operatorlar va ularning semantikasi

KKTga tegishli to‘rtta asosiy operator 1- jadvalda keltirilgan.

1- jadval KKT operatorlari

Amal	Nomlanishi	Formal ma’nosi	Izoh
\oplus	Biriktirish (konkatenatsiya)	$X \oplus Y \rightarrow XY$	Ildiz \oplus qo‘shimcha zanjiri
\vee	Variantlilik (“yoki”)	$W \oplus (Q_1 \vee Q_2 \vee \dots \vee Q_n)$	So‘z \oplus (qo‘shimcha ₁ \vee qo‘shimcha ₂ . . . \vee qo‘shimcha _n)
\downarrow	Majbur emaslik	$\downarrow X \rightarrow \varepsilon X$	Majbur emaslik amali εX bilan ekvivalent
$\$$	Tanlash	$\$_{[i,1-h]}$	Old qo‘shimcha, o‘zak suffiks

4. Belgilar tizimi va maxsus bazalar

Formal modelni ixcham yozish uchun turkumlar, qo‘shimchalar (QB) va so‘zlar (WB) bazalari kodlar bilan belgilanadi. Amaliy jihatdan bu kodlar lug‘atlar (root lexicon) (PSB), qo‘shimchalar ro‘yxati, bog‘lovchi bazalar, hamda so‘z negizi va uning parsinglariga mos keladi.

Quyida keltirilgan kodlar tizimi lingvistik modellarni rasmiy ko‘rinishda berish uchun tayanch belgilash tashkil etadi [1]. Quyidagi 2- jadvalda [1]dan olingan maqolada ishlatilgan kodlar va yangi qo‘shilgan kodlash keltirilgan.

2- jadval. Kodlash

Kod	Izoh
A6	“-umum” affiksi (umumiylik)
AC	Affiks-ot (otga bog‘liq affiks)
C	Ot (so‘z turkumi)
CC	Otga tegishli so‘zlar bazasi
D	Predlog
G	Fe‘l
GG	Fe‘lga tegishli so‘zlar bazasi
H	O‘zgaruvchi
h1	o‘zagi ot bo‘lgan so‘zlar soni
h2	o‘zagi sifat bo‘lgan so‘zlar soni
h3	o‘zagi fe‘l bo‘lgan so‘zlar soni
h4	o‘zagi son bo‘lgan so‘zlar soni
h5	o‘zagi olmosh bo‘lgan so‘zlar soni
h6	o‘zagi ravish bo‘lgan so‘zlar soni
I	O‘zgaruvchi
J	O‘zgaruvchi
K	Ildiz
L1	So‘zlar (umumiy ro‘yxat)
M8	“alla” morfemasi
P	Sifat

Q	Maxsus ma'lumotlar bazalari (BD)
Q5	Chet tilidan kirgan o'zak so'zlar
S	Suffiks
SF	So'z hosil qiluvchi suffiks
T	Prefiks
U1	Inkor yuklamasi
U5	Shaxs (person) yuklamalari
X	Ko'plik qo'shimchalari
X6	Harakatni bildiruvchi so'zlar

2-jadvalda keltirilgan kodlar turk tilidagi ot birliklarini formal va matematik modellashtirish jarayonida asosiy belgilash tizimi sifatida qo'llanadi. Ushbu kodlar yordamida so'z turkumlari, o'zaklar, qo'shimchalar, maxsus bazalar va grammatik birliklar ixcham shaklda ifodalanadi. Masalan, **C** belgisi ot so'z turkumini, **G** fe'lni, **P** sifatni, **K** esa so'z o'zagi yoki asosini bildiradi. **SF** belgisi so'z hosil qiluvchi suffiksni, **X** ko'plik qo'shimchasini, **Q** esa maxsus ma'lumotlar bazasini ifodalash uchun ishlatiladi.

Matematik modellarda ushbu kodlar operatorlar bilan birgalikda qo'llanadi. Masalan, $K(C) \oplus SF \rightarrow C$ modeli ot o'zagiga so'z yasovchi suffiks qo'shilishi orqali yangi ot hosil bo'lishini bildiradi. Xuddi shuningdek, $K(G) \oplus SF \rightarrow C$ modeli fe'l o'zagidan ot yaslashini, $K(P) \oplus SF \rightarrow C$ modeli esa sifat o'zagidan ot hosil bo'lishini ko'rsatadi.

Demak, kodlash tizimi lingvistik birliklarni oddiy matn shaklida emas, balki kompyuter tomonidan qayta ishlanishi mumkin bo'lgan formal belgilar tizimi sifatida ifodalashga xizmat qiladi. Bu esa lingvistik protsessor uchun o'zakni aniqlash, qo'shimchani ajratish, birlikning yasash turini belgilash va natijani matematik model orqali chiqarish imkonini beradi.

5. Turk tilidagi ot so'z turkumining matematik modellari va ularning tahliliy natijalari

Turk tilidagi ot so'z turkumini matematik modellashtirish tabiiy til birliklarini formal tavsiflash va ularni kompyuter yordamida qayta ishlash jarayonining muhim

bosqichlaridan biridir. Mantiqiy-lingvistik model til birliklarining ichki tuzilishini va o‘zaro munosabatini tavsiflasa, matematik model ushbu munosabatlarni aniq belgilangan formulalar, simvollar va operatorlar yordamida ifodalash imkonini beradi. Shu sababli turk tilidagi ot birliklarini matematik model asosida tavsiflash nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy protsessor yaratish nuqtai nazaridan ham muhim ahamiyatga ega.

Turk tili agglutinative til bo‘lgani sababli ot so‘z turkumi tarkibida o‘zak va qo‘shimcha o‘rtasidagi bog‘lanish qat’iy tartib asosida yuzaga keladi. Bu esa otlarning formal modellarini ishlab chiqishda qulay imkoniyat yaratadi. Ot birliklari sodda, yasama va qo‘shma shakllarda namoyon bo‘ladi, ularning har biri alohida strukturaviy qolipga ega. Quyidagi jadvallar va formulalar turk tilida ot yasashning asosiy affiksatsion va kompozitsion ko‘rinishlarini tizimli ravishda ifodalaydi [1-9].

3- jadvalda affiksatsiya usuli bo‘yicha otlarning yasalishi turli turkum o‘zaklaridan ko‘rsatilgan. Ushbu modellar asosida o‘zak va qo‘shimcha, shuningdek komponentlar o‘rtasidagi strukturaviy munosabatlar aniq ifodalanadi.

3- jadval. Affiksatsiya usulida ot so‘z turkumidagi so‘zlarning yasalishiga misollar

№	Mantiqiy-lingvistik model	Misol turk tilida	Misol o‘zbek tilida
1	Fe‘l o‘zagi ⊕ qo‘shimcha	yaz ⊕ I → yazı	yozmoq → yozuv
		gel ⊕ -ir → gelir	kelmoq → daromad
		oku ⊕ ma → okuma	o‘qimoq → o‘qish
2	Sifat o‘zagi ⊕ qo‘shimcha	güzel ⊕ -lik → güzellik	chiroyli → chiroylilik
		genç → gençlik	yosh → yoshlik
		iyi → iyilik	yaxshi → yaxshilik
3	Ot o‘zagi ⊕ qo‘shimcha (kasb so‘z yasovchi qo‘shimcha)	balık ⊕ -çı → balıkçı	baliq → baliqchi
		Süt ⊕ çü → sütçü	sut → sut sotuvchi
		müzik → müzisyen	musiqa → musiqachi
4		bilgi ⊕ -siz → bilgisiz	bilim → bilimsiz

	Ot ⊕ qo'shimcha (inkor so'zni yasovchi qo'shimcha)	para ⊕ -siz →parasiz	pul → pulsiz
		ev ⊕ -siz → evsiz	(uy → uysiz)
5	Ot ₁ ⊕ Ot ₂ ⊕ egalik qo'shimcha	bilgisayar ⊕ ekran ⊕ -1 →bilgisayar ekranı	kompyuter ekranı
		uçak ⊕ bilet ⊕ I →uçak bileti	samolyot bileti
		telefon ⊕ numara ⊕ -sı →telefon numarası	telefon raqami
6	Fe'l ⊕ qo'shimcha ⊕ ↓ot	çalış ⊕ -ma ⊕ ↓ odası →çalışma odası	çalışma odası → ish xonasi
		bekle ⊕ -me ⊕ salon ⊕ -u → bekleme salonu	bekleme salonu → kutish zali
		dinle ⊕ -me ⊕ oda ⊕ -sı → dinleme odası	dinleme odası → inglash xonasi
7	Ot ⊕ ↓ qo'shimcha ⊕ ↓ ko'plik qo'shimchasi	çocuk ⊕ -luk ⊕ - lar → çocukluklar	bolalik → bolaliklar
		genç ⊕ -lik ⊕ -ler → gençlikler	yoshlik → yoshliklar
		güzellik ⊕ -ler → güzellikler	go'zallik → go'zalliklar
8	Prefiks ⊕ ot	mikro ⊕ fon → mikrofon	mikrofon
		tele ⊕ fon → telefon	telefon

		Turk \oplus -çe \rightarrow türkçe	turk \rightarrow türkcha
9	Ot \oplus -çe	Arap \oplus -ça \rightarrow Arapça	arab \rightarrow arabcha
		çocuk \oplus -ça \rightarrow çocukça	bola \rightarrow bolalarcha
		ak \oplus -ıntı \rightarrow akıntı	oqmoq \rightarrow oqim
10	Fe'l \oplus qo'shimcha (natija)	bas \oplus -inç \rightarrow basinç	bosmoq \rightarrow bosim
		kes \oplus -it \rightarrow kesit	kesmoq \rightarrow kesim
		gram \oplus -er \rightarrow gramer	gram \rightarrow grammatika
11	Begona ildiz \oplus qo'shimcha	program \oplus -cı \rightarrow programcı	dastur \rightarrow dasturchi
		spor \oplus -cu \rightarrow sporcu	sport \rightarrow sportchi
		yurt \oplus -daş \rightarrow yurtdaş	vatan \rightarrow vatandosh
12	Ot \oplus <-daş> (umumiylikni bildiruvchi qo'shimcha)	meslek \oplus -taş \rightarrow meslektaş	kasb \rightarrow kasbdosh
		sınıf \oplus -daş	sınıfdaş \rightarrow sinfdosh
		gör \oplus -üş \rightarrow görüş	ko'rishmoq \rightarrow ko'rish
		arkadaş \oplus çevre \oplus -lik \rightarrow arkadaşçevrelik	arkadaşçevrelik \rightarrow do'stlik muhiti
14	Ot \oplus \downarrow ot \oplus <-lik>	genç \oplus -lik \rightarrow gençlik	yosh \rightarrow yoshlik

3-jadvalda keltirilgan misollar turk tilida affiksatsiya usuli bilan yasalgan ot birliklarining formal va mantiqiy-lingvistik tuzilishini ko'rsatadi. Jadvaldagi modellar fe'l, sifat, ot, o'zlashma asos hamda qo'shimchalar o'rtasidagi

munosabatni ochib beradi. Bu misollar matematik modelning nazariy formulasini aniq til materiallari bilan mustahkamlaydi [6-9].

Affiksatsiya modellarini tahlil qilish natijasida bir necha xulosaga kelish mumkin. Birinchidan, **-lk/-lik/-luk/-lük** va **-ci/-ci/-cu/-cü** turidagi qo‘shimchalar turk tilida eng faol ot yasovchi affikslardan biri ekanligi ko‘rinadi. Ikkinchidan, ayrim qo‘shimchalar semantik jihatdan barqaror: masalan, **-daş** umumiylikni, **-hane** joyni, **-siz** yo‘qlikni ifodalaydi. Uchinchidan, matematik model bunday semantik qatlamlarni ham strukturaviy tarzda ifodalash imkonini beradi, ya’ni model faqat “shakl” emas, balki “vazifa”ni ham aks ettiradi. Quyida affiksatsiya usuli bo‘yicha yaratilgan matematik modellar keltirilgan:

1. $C(K, G, SF) = \$_{[i,1-h3]}K(G_i) \oplus \$_{[j,1-10]}G(SF_j)$
2. $C(K, P, SF) = \$_{[i,1-h2]}K(P_i) \oplus \$_{[j,1-6]}P(SF_j)$
3. $C(K, C, SF) = \$_{[i,1-h1]}K(C) \oplus \Downarrow \$_{[j,1-6]}C(SF_j)$
4. $C(K, S, U1) = \$_{[i,1-h1]}K(C) \oplus \Downarrow \$_{[j,1-2]}P(U1_j)$
5. $C(K, C, X) = \$_{[i,1-h1]}K(C_1) \oplus \$_{[i,1-h1]}C_2 \oplus \Downarrow \$_{[j,1-10]}C(X_j)$
6. $C(K, G, SF, C) = \$_{[i,1-h3]}K(G) \oplus \$_{[j,1-6]}G(SF_j) \oplus \Downarrow \$_{[i,1-h1]}C$
7. $C(K, C, SF, X) = \$_{[i,1-h1]}K(C) \oplus \Downarrow \$_{[j,1-2]}C(SF_j) \oplus \Downarrow \$_{[j,1-2]}X$
8. $C(K, T, SF) = \$_{[i,1-h3]}K(T) \oplus \$_{[j,1-37]}T(SF_j)$
9. $C(K, C, SF) = \$_{[i,1-h1]}K(C) \oplus \Downarrow \$_{[j,1-2]}C(SF_j)$
10. $C(K, G, SF) = \$_{[i,1-h3]}K(G) \oplus \$_{[j,1-10]}C(SF_j)$
11. $C(K, Q5, SF) = \$_{[i,1-h1]}K(Q5) \oplus \$_{[j,1-6]}Q5(SF_j)$
12. $C(K, C, A6) = \$_{[i,1-h1]}K(C) \oplus \Downarrow \$_{[j,1-4]}C(A6_j)$
13. $C(K, G, X6) = \$_{[i,1-h3]}K(G_i) \oplus \$_{[j,1-10]}G(X6_j)$
14. $C(K, C, SF) = \$_{[i,1-h1]}K(C_i) \oplus \$_{[i,1-h1]}C_2 \oplus \Downarrow \$_{[j,1-10]}C(SF_j)$

Mazkur modellar shuni ko‘rsatadiki, matematik yondashuvigizda hosila ot modeli bitta misol bilan cheklanmaydi; aksincha, ma’lum oraliqdagi o‘zaklar va qo‘shimchalar bazasidan tanlash tamoyili asosida ishlaydi. Bu esa protsessor uchun qulay bo‘lgan umumlashtirilgan modelni yuzaga keltiradi. Yana bir muhim jihat shundaki, formulalarda $\$_{[i,1-h]}$ ko‘rinishidagi ifoda tanlash mexanizmini bildiradi, ya’ni model berilganlar bazasidagi har qanday mos element bilan ishlay oladi. Shu

ma'noda matematik model Turk tilining tizimini qat'iy formulalar orqali emas, balki rasmiy tanlovlar va birikishlar tizimi orqali aks ettiradi.

Kompozitsiya usuli asosidagi matematik modellar. Turk tilida kompozitsiya usuli ham ot birliklarini hosil qilishda muhim o'rin egallaydi. Bu usulda ikki yoki undan ortiq asosning birikishi orqali yangi ma'noli nominativ birlik paydo bo'ladi. Qo'shma birliklar ko'pincha joy, vosita, tushuncha, atama yoki murakkab predmet nomlarini ifodalaydi. Tadqiqot materiallarida **başkent**, **yurtdışı**, **anaokul**, **açikhava**, **fark etme** kabi birliklar aynan shu usulga misol sifatida keltirilgan.

Kompozitsiya usuli asosidagi eng sodda matematik model quyidagicha ifodalanadi: $K(C1) \oplus K(C2) \rightarrow C$

Bu yerda ikki otning birikishi natijasida yangi ot hosil bo'ladi.

Masalan: **baş** \oplus **kent** \rightarrow **başkent**

Agar sifat va ot biriksa, model:

$K(P) \oplus K(C) \rightarrow C$ ko'rinishini oladi.

Masalan: **açık** \oplus **hava** \rightarrow **açikhava**, **büyük** \oplus **şehir** \rightarrow **büyükşehir**

Ot va fe'l asosidagi birikmalar esa quyidagicha ifodalanadi:

$K(C) \oplus K(G) \rightarrow C$

Masalan: **fark** \oplus **et** \rightarrow **fark etme**, **karar** \oplus **ver** \rightarrow **karar verme**

4- jadvalda esa kompozitsiya usuli orqali hosil bo'ladigan ot birliklari misollar bilan berilgan.

4- **jadval. Kompozitsiya usulida ot so'z turkumidagi so'zlarning yasalishiga misollar.**

№	Mantiqiy-lingvistik model	Mantiqiy-lingvistik model turi	Misol
1	Ot \oplus ↓ot	baş \oplus kent	baş = bosh kent = shahar başkent (poytaxt)
		yurt \oplus dışı	yurt = yurt / vatan, dışı = tashqarisi, yurtdışı = yurt tashqarisi = chet el
		ana \oplus okul	ana = asosiy / ona okul = maktab anaokul = bolalar bog'chasi

2	Ot \oplus fe'l	fark \oplus et	fark = farq (ot) et = qilmoq / etmoq (fe'l) fark et \rightarrow farq etmoq \rightarrow farq etish
		karar \oplus ver	karar = qaror (ot) ver = bermoq (fe'l) karar vermek = qaror qilmoq
		davet \oplus et	davet = taklif (ot) et = qilmoq / etmoq (fe'l) davet etmek = taklif qilmoq
3	Sifat \oplus ot	açık \oplus hava	açık = ochiq (sifat) hava = havo (ot) açık hava = ochiq havo
		büyük \oplus şehir	büyük = katta şehir = shahar büyükşehir = katta shahar / megapolis
		yüksek \oplus okul	yüksek = yuqori okul = maktab yüksek okul = oliy o'quv yurti

Bunda turk tilidagi qo'shma otlarning yasalish ko'rinishlari keltirilgan. Jadvaldagi misollar ot+ot, ot+fe'l va sifat+ot modellarining turli ko'rinishlarini aks ettirib, kompozitsiya usulining semantik va strukturaviy imkoniyatlarini ko'rsatadi.

Kompozitsiya usulida yaratilgan matematik modellar quyidagicha bo'ladi:

1. $C(K, C) = \mathcal{K}_{[i,1-h1]}(C_i) \oplus \mathcal{C}_{[i,1-h1]}C_i$
2. $C(K, C, G) = \mathcal{K}_{[i,1-h1]}(C_i) \oplus \mathcal{G}_{[j,1-h3]}G_j$
3. $C(K, P, C) = \mathcal{K}_{[i,1-h2]}(P_i) \oplus \mathcal{C}_{[j,1-h1]}C_j$

Bu matematik modellar ham kompozitsiya usuli orqali bazadan tanlash tamoyiliga tayangan holda ishlaydi. Ya'ni model ma'lum bir juftlikka bog'lanib qolmaydi, aksincha, o'zaklar bazasidan mos birliklarni tanlash orqali yangi hosila shakllarini formal ravishda tavsiflaydi. Shu jihatdan kompozitsiya modelining kompyuter

uchun ahamiyati katta, chunki protessor qo'shma birliklarni alohida lug'at elementi sifatida emas, tarkibiy tuzilishga ega konstruksiya sifatida tahlil qilishi mumkin.

5- **jadval. Fe'l o'zagiga qo'shimcha qo'shilganda ot yasovchi qo'shimchalar**

№	Qo'shimcha	Vazifasi	Misol	Ma'nosi
1	-ma / -me	harakat oti yasaydi	oku-ma → okuma	o'qish
2	-iш / -iш / -uш / -üş	harakat yoki natija oti yasaydi	gör-üş → görüş	ko'rish/uchrashuv
3	-I / -I / -u / -ü	fe'ldan natija oti yasaydi	yaz-I → yazı	yozuv
4	-ir / -ır / -ur / -ür	fe'ldan hosila ot	gel-ir → gelir	daromad
5	-ıntı / -inti / - untu / -üntü	natija, holat, oqim ma'nosi	ak-ıntı → akıntı	oqim
6	-inç / -inç / - unç / -ünç	natijaviy/mavhum ot	bas-inç → basınç	bosim
7	-it / -ıt / -ut / - üt	fe'ldan hosila ot	kes-it → kesit	kesim / bo'lim
8	-im / -ım / - um / -üm	harakat yoki natija oti	umumiy model sifatida	—
9	-k / -ak / -ek	fe'ldan predmet yoki natija oti	suffiks ro'yxatida keltirilgan	—
10	-gı / -gi / -gu / -gü	fe'ldan ot	suffiks ro'yxatida keltirilgan	—
11	-ma + ot	fe'l asosida ot birikma hosil qiladi	çalış-ma odası	ish xonasi
12	-me + ot	fe'l asosida birikma ot	bekle- me salonu	kutish zali

13	-me + ot	fe'l asosida birikma ot	dinle-me odasi	tinglash xonasi
----	----------	----------------------------	-------------------	-----------------

Ushbu 5- jadvalda fe'l o'zagiga qo'shilib ot yasovchi qo'shimchalar keltirilgan. Ular orasida **-ma/-me, -iŝ/-iŝ/-uŝ/-üŝ, -i/-i/-u/-ü** kabi qo'shimchalar nisbatan faol va mahsuldor hisoblanadi. **-inti/-inti, -inç/-inç, -it/-it** kabi ayrim qo'shimchalar esa cheklanganroq leksik qatlamda uchraydi va barcha fe'llarga bir xil darajada qo'llanmaydi.

Quyidagi 6- jadvalda yuqoridagi qo'shimchalarning fe'ldan ot yasovchilari *mahsuldorlik darajasiga ko'ra* tasniflangan [9].

6- jadval. Mahsuldorlik darajasi ko'ra jadval.

Turkum	Misollar
Faol qo'shimchalar	oku-ma → okuma, gör-üş → görüş, yaz-ı → yazı
O'rtacha faol qo'shimchalar	gel-ir → gelir, bas-inç → basınç
Kamroq mahsuldor qo'shimchalar	ak-intı → akıntı, kes-it → kesit

7- jadval. Fe'l o'zagiga qo'shimcha qo'shilganda ot yasovchi qo'shimchalar

-ma	-me	-iŝ	-iŝ	-uŝ	-üŝ	-i	-i	-u	
-ü	-ir	-ır	-ur	-ür	-inti	-inti	- untu	-üntü	
-inç	-inç	-unç	-ünç	-it	-it	-ut	-üt	-im	
-ım	-um	-üm	-k	-ak	-ek	-gı	-gi	- gu	- gü

Keltirilgan 7- jadvalda turk tilida fe'l o'zagiga qo'shilib ot yasovchi asosiy affikslar umumlashtirilgan. Unda turli fonetik variantlarga ega qo'shimchalar (*-ma/-me, -iŝ/-iŝ/-uŝ/-üŝ, -i/-i/-u/-ü* va boshqalar) bir tizimda keltirilgan. Bu affikslar asosan *harakat, natija, holat va mavhumlik ma'nolarini* ifodalovchi otlarni hosil qiladi. Jadval turk tilining *agglutinatív xususiyatini*, ya'ni qo'shimchalarning unlilar uyg'unligiga mos ravishda o'zgarishini ham ko'rsatadi.

8- jadval. Sifat o‘zagiga qo‘shimcha qo‘shilganda ot yasovchi qo‘shimchalar

№	Qo‘shimcha	Vazifasi	Misol	Ma’nosi
1	-lik / -lık / -luk / -lük	holat, sifat, mavhum ot yasaydi	güzel-lik → güzellik	go‘zallik
2	-lik / -lık / -luk / -lük	yosh, davr, mavhumlik	genç-lik → gençlik	yoshlik
3	-lik / -lık / -luk / -lük	sifatdan mavhum ot	iyi-lik → iyilik	yaxshilik
4	-ce / -ca / -çe / -ça	til, uslub, tarz bildiradi	Türk-çe → Türkçe	turk tili / turkcha
5	-ce / -ca / -çe / -ça	til nomi	Arap-ça → Arapça	arabcha
6	-ça / -çe	uslub, tarz ma’nosi	çocuk-ça → çocukça	bolalarcha
7	-iyet / -iyyet	sifatdan mavhum ot	millî-yet → milliyet	milliylik / millat

8- jadvalda sifat o‘zagiga qo‘shilib ot yasovchi qo‘shimchalar ko‘rsatilgan. Turk tilida bu guruhda, ayniqsa, -lik/-lık/-luk/-lük qo‘shimchasi eng faol va mahsuldor vosita hisoblanadi. -ce/-ca/-çe/-ça qo‘shimchalari ko‘proq til, uslub va tarz ma’nolarida qo‘llanadi, -iyet/-iyyet esa asosan o‘zlashma qatlam bilan bog‘liq bo‘lib, kamroq mahsuldor birlik sifatida qaraladi [7-9].

9- jadvalda sifatdan ot yasovchi qo‘shimchalar *funksional va mahsuldorlik jihatidan* guruhlarga ajratilishi berilgan.

9- jadval. Mahsuldorlik darajasi ko'ra jadval

Turkum	Misollar
Faol qo'shimchalar	güzel-lik → güzellik, genç-lik → gençlik, iyi-lik → iyilik
Uslub va til bildiruvchi shakllar	Türk-çe → Türkçe, Arap-ça → Arapça, çocuk-ça → çocukça
Kamroq mahsuldor shakllar	millî-yet → milliyet

10- jadval. Sifat o'zagiga qo'shimcha qo'shilganda ot yasovchi qo'shimchalar.

-lik	-lık	-luk	-lük	-ce	-ca	-çe	-ça	iyet	-iyyet
------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	------	--------

Ushbu 10- jadvalda sifatdan ot yasovchi qo'shimchalarning umumiy affikslar bazasi keltirilgan. Bu qo'shimchalar turk tilida mavhumlik, holat, til va uslub ma'nolarini ifodalovchi otlarni hosil qiladi. Shuningdek, ularning fonetik variantlari **unli uyg'unligi qonuniga** mos ravishda o'zgaradi (-lik/-lık/-luk/-lük; -ce/-ca/-çe/-ça).

11- jadval. Ot asosiga qo'shimcha qo'shilganda ot yasovchi qo'shimchalar

№	Qo'shimcha	Vazifasi	Misol	Ma'nosi
1	-cı / -ci / -cu / -cü	kasb, shug'ullanuvchi shaxs	deniz-ci → denizci	dengizchi
2	-çı / -çi / -çu / -çü	kasb/shaxs	balık-çı → balıkçı	balıqchi
3	-lık / -lik / -luk / -lük	joy, predmet, holat, mavhumlik	orman-lık → ormanlık	o'rmonzor
4	-lık / -lik / -luk / -lük	asbob/idish	bardak-lık → bardaklık	stakan tagligi
5	-lık / -lik / -luk / -lük	to'plam/joy	taş-lık → taşlık	toshli joy

6	-sız / -siz / -suz / -süz	yo‘qlik, inkor	bilgi-siz → bilgisiz	bilimsiz
7	-sız / -siz / -suz / -süz	yo‘qlikdan mavhum ot hosil qiluvchi zanjir	umut-suzluk → umutsuzluk	umidsizlik
8	-daş / -taş	umumiylik, hamkorlik	yurt-daş → yurttaş	vatandosh
9	-daş / -taş	kasbiy yaqinlik	meslek-taş → meslektaş	kasbdosh
10	-daş / -taş	guruhdosh	sınıf-daş → sınıfdaş	sinf dosh
11	-hane	joy bildiradi	kahve-hane → kahvehane	qahvaxona
12	-hane	joy bildiradi	yemek-hane → yemekhane	ovqatxona
13	-ce / -ca / -çe / -ça	til/uslub	Türk-çe → Türkçe	turkcha
14	-gâh	joy bildiradi	namaz-gâh → namazgâh	namoz joyi
15	-dar	ega, sohib	ev-dar → evdar	uy egasi
16	-name	kitob, hujjat	arma-name → armaname	hisobot / kitob
17	-men / -man	faoliyat egasi	futbol-man → futbolman	futbolchi
18	-altı + egalik	birikma ot hosil qiladi	deniz altı-sı → denizaltısı	suvosti
19	ot + ot + egalik	qo‘shma ot	bilgisayar ekran-ı	kompyuter ekрани
20	ot + ot + egalik	qo‘shma ot	uçak bilet-i	samolyot bileti

21	ot + ot + egalik	qo'shma ot	telefon numara-sı	telefon raqami
----	---------------------	------------	----------------------	-------------------

11- jadvalda ot asosiga qo'shib yana ot yasovchi qo'shimchalar jamlangan. Jadvaldagi -cı/-ci/-cu/-cü, -çı/-çi/-çu/-çü, -lık/-lik/-luk/-lük, -sız/-siz/-suz/-süz, -daş/-taş kabi qo'shimchalar turk tilida faol qo'llanadigan va mahsuldor birliklar hisoblanadi.

-gâh, -dar, -name, -man/-men kabi ayrim qo'shimchalar esa ko'proq o'zlashma qatlam yoki cheklangan qo'llanish doirasiga ega bo'lgani sababli, izoh bilan berilishi maqsadga muvofiqdir.

12- jadvalda ot asosiga qo'shib yana ot yasovchi qo'shimchalar *mahsuldorlik va funksiyasiga ko'ra* guruhlangan.

12- jadval. Mahsuldorlik darajasi ko'ra jadval

Turkum	Misollar
Faol qo'shimchalar	deniz-ci → denizci, balık-çı → balıkçı, bilgi-siz → bilgisiz, yurt-daş → yurttaş
Faol, lekin ma'nosi turlicha bo'ladigan shakllar	orman-lık → ormanlık, bardak-lık → bardaklık, taş-lık → taşlık
Kamroq mahsuldor yoki o'zlashma qatlam bilan bog'liq shakllar	namaz-gâh → namazgâh, ev-dar → evdar, arma-name → armaname, futbol-man → futbolman

13- jadval. Ot o'zagiga qo'shimcha qo'shilganda ot yasovchi qo'shimchalar

-cı	-ci	-cu	-cü	-lık	-lik	-luk	-lük
-sız	-siz	-suz	-süz	-daş	-taş	-hane	-ce
-ca	-çe	-ça	-gâh	-dar	- name	men	-man

Ushbu 13- jadvalda ot asosiga qo'shib ot yasovchi qo'shimchalarning *umumiy affikslar tizimi* jamlangan. Bu qo'shimchalar turk tilida *shaxs, kasb, holat, yo'qlik,*

hamlik, joy va mavhumlik ma'nolarini ifodalovchi otlarni hosil qiladi. Ularning fonetik variantlari esa *unli uyg'unligi qonuniga* mos ravishda o'zgaradi (-ci/-ci/-cu/-cü; -siz/-siz/-suz/-süz).

Yuqorida keltirilgan 7-, 10- va 13- jadvallar asosida turk tilidagi ot so'z turkumlarini yaratish uchun qo'shimchalar bazasi (QB_tr) [10]dan foydalangan holda maxsus usulda yaratiladi.

Xulosa. Maqolada turk tilidagi ot so'z turkumiga mansub birliklarni formal va matematik modellashtirish masalasi ko'rib chiqildi. Tadqiqot davomida turk tilining agglutinativ xususiyati, otlarning o'zak va qo'shimcha asosida shakllanishi, affiksatsiya hamda kompozitsiya orqali yangi ot birliklarining hosil bo'lishi tahlil qilindi. Ushbu jarayonlarni kompyuterda qayta ishlash uchun Kengayuvchi Kirish Tili operatorlari va kodlash tizimidan foydalanish imkoniyatlari asoslab berildi.

Taklif etilgan matematik modellar ot birliklarining ichki tuzilishini, ya'ni o'zak, suffiks, grammatik qo'shimcha va hosila birliklar o'rtasidagi munosabatlarni formal ko'rinishda ifodalashga xizmat qiladi. Ayniqsa, fe'l o'zagidan ot yasalishi, sifat o'zagidan ot hosil bo'lishi, ot o'zagiga qo'shimcha qo'shilishi hamda ikki yoki undan ortiq asosning birikishi orqali qo'shma otlarning shakllanishi alohida model sifatida ko'rsatildi. Maqolada ishlab chiqilgan yondashuv turk tilidagi ot birliklarini avtomatik tahlil qilish, ularning yasalish turini aniqlash, o'zak va qo'shimchalarni ajratish hamda natijani lingvistik protsessor uchun qulay formal ko'rinishda berish imkonini yaratadi. Bu esa turk-o'zbek yo'nalishidagi kompyuter tarjimasi, morfologik tahlil, elektron lug'atlar va lingvistik ma'lumotlar bazalarini shakllantirishda muhim amaliy ahamiyatga ega.

Kelgusida ushbu modelni real turkcha matnlar korpusi asosida sinovdan o'tkazish, ot birliklari va qo'shimchalar bazasini kengaytirish hamda modelni fe'l, sifat, ravish va boshqa so'z turkumlariga tatbiq etish orqali lingvistik protsessor imkoniyatlarini yanada rivojlantirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Хакимов М.Х. Технология многоязыкового моделируемого компьютерного переводчика. Монография // LAP LAMBERT. Academic Publishing, Riga, 2019, 174 с.

2. Omonov A.A., Sirojiddinov Z.Sh. Ingliz tilidagi gaplarni intellektual tahlil qiluvchi va avtomatik tarzda matematik modelini quruvchi dasturiy ta'minotni yaratish // Kompyuter lingvistikasi: muammo va yechimlar Xalqaro ilmiy amaliy onlayn konferensiya, 2021-yil.
3. Khakimov M.Kh., Sirojiddinov Z.Sh. Computer algorithmization in multilanguage modelled translator technology // Modern problems of applied mathematics and information technologies/ Al-Khwarizmi, 2021. – P. 23
4. Khakimov M.Kh., Omonov A.A. Computer algorithmization of models of english sentences in translator system // Modern problems of applied mathematics and information technologies Al-Khwarizmi, 2021. – P. 22
5. Khakimov M.Kh. Tabiiy tillarni kengayuvchi kirish tilida rasmiylashtirish usuli. O'zbekiston Respublikasi adliya vazirligi, Patent №IAP 07121, 21.09.2022
6. Shomenov J. Turk tiliningimlo qoidalari. Toshkent. 2010
7. Salomov G'. "Tarjima nazariyasi asoslari". Toshkent. "O'qituvchi", 1983 y
8. Usmonov, S. Qiyosiy turkiy tillar morfologiyasi. – Toshkent: Yangi asr avlodi, 2015. – 295 b.
9. Khakimov M., Bekova V., Omonov A. Analysis and mathematical models of pronouns for computer translation in Uzbek-English direction // *AIP Conf. Proc.* 3356, 050005 (2025). <https://doi.org/10.1063/5.0296416>
10. Hakimov M.X, Gaynazarov S.M. Berilganlar bazasini boshqarish tizimlari. Darslik. 3- o'zgartirilgan va to'ldirilgan nashr. Toshkent, "Ma'naviyat ma'rifat", 2021, 672b.