

**QORA TUYNUKLAR VA VAQT TUSHUNCHASI: UMUMIY NISBIYLIK  
NAZARIYASINING SODDA TALQINI**

**Botiraliyeva Mohira**

*Termiz Davlat Pedagogika Instituti. Tabiiy va aniq fanlar fakulteti.*

*Fizika ta'lim yo'nalishi 2 kurs talabasi.*

[botiraliyevamohira472@gmail.com](mailto:botiraliyevamohira472@gmail.com)

*Ilmiy rahbar: Safarali Ko'charov*

*Termiz davlat pedagogika instituti o'qituvchisi*

[safaralikocharov2@gmail.com](mailto:safaralikocharov2@gmail.com)

**MAQOLA  
MALUMOTI**

**ANNOTATSIYA:**

**MAQOLA TARIXI:**

*Received: 23.04.2026*

*Revised: 24.04.2026*

*Accepted: 25.04.2026*

**KALIT SO'ZLAR:**

*Qora tuynuk, fazo-vaqt, gravitatsion to'liqlar, hodisalar gorizonti, singularlik, astrofizika, akkretsiya diski, galaktika evolyutsiyasi, nisbiylik nazariyasi*

*Ushbu maqolada qora tuynuklarning zamonaviy astronomiya va astrofizika fanidagi o'rni hamda ularning evolyutsion jarayonlari tahlil qilinadi. Tadqiqotda qora tuynuklarning paydo bo'lishi, akkretsiya jarayoni orqali massaning ortishi, boshqa qora tuynuklar bilan birlashishi va gravitatsion to'liqlarning hosil bo'lishi kabi jarayonlar ilmiy manbalar asosida yoritilgan. Shuningdek, qora tuynuklar atrofidagi fizik jarayonlarni o'rganishda zamonaviy kuzatuv texnologiyalarining ahamiyati ko'rib chiqiladi. Xususan, Event Horizon Telescope, James Webb Space Telescope hamda LIGO Scientific Collaboration tomonidan olingan kuzatuv natijalari asosida qora tuynuklarning fizik xususiyatlari va koinot evolyutsiyasidagi roli tahlil qilingan.*

**Qora tuynuk** – gravitatsiya kuchi ta'sirida jismni o'z markazi tomon juda katta tezlikda siqilib borishi natijasida vujudga keladigan koinotdagi obyekt. Qora tuynukning o'ziga xosligi atrofida akkretsiya disk deb ataluvchi hudud joylashgan bo'lib, u yerda materiya shunchalik kuchli tortilish tufayli aylanma harakat qiladi.

Qora tuynuk-bu kosmosdagi tortishish kuchi shunchalik kuchliki, hech narsa, hatto yorug'lik ham qochib qutula olmaydi. Ushbu mintaqaning chegarasi voqealar gorizonti deb ataladi. Qora tuynukning o'ziga xosligi ichida gravitatsion singularlik, cheksiz zichlik va fazo-vaqtning egri chiziqli nuqtasi joylashgan.

Hodisalar gorizonti: qora tuynukning "chegarasi" bo'lib, undan biror narsa chiqib ketolmaydi, shu jumladan yorug'lik ham. Gravitatsion nuqtai nazardan, hodisalar gorizonti atrofidagi vaqt "sekinlashadi" — masofaviy kuzatuvchi uchun harakatlar deyarli to'xtagandek ko'rinadi. Qora tuynukni aniqlash: Hodisalar gorizonti atrofidagi gaz va yulduzlarning harakati orqali qora tuynuk mavjudligini aniqlash mumkin. Umumiy nisbiylik nazariyasiga ko'ra, qora tuynuklar - ulkan tortishish kuchiga ega kosmik obektlar bo'lib, ular haqiqatdan mavjuddir. Biroq, hatto ushbu nazariyaning yaratuvchisi - Albert Eynshteyn ham bunga ishonmagan. 1965 yilda bo'lajak nobeliat Rojyer Penrouz qora tuynuklar haqiqatan ham mavjudligini isbotladi va ularning tuzilishini batafsil bayon qildi. Qora tuynuklar juda katta zichlikdagi massalar makon-vaqtni shu darajada egritadi-ki, hatto yorug'lik ham undan qochib qutula olmaydi. Nisbiylik nazariyasi bizning koinot haqidagi tushunchamizni chuqurlashtirgan va ko'plab ilmiy va texnologik inqiloblarga zamin yaratgan fundamental nazariyadir. Hawking nurlanishi: Hodisalar gorizonti kvant effektlar natijasida "bug'lanish" jarayoni paydo bo'ladi. Bu Hodisalar gorizontidan chiqadigan nurlanish hisoblanadi. Vaqt sekinlashuvi: Hodisalar gorizontiga yaqinlashgan jismlar uchun vaqt tashqi kuzatuvchi uchun sekinlashadi. Shu sababli qora tuynuk atrofidagi hodisalar "kinoteatr effektini" beradi: tashqi kuzatuvchi ularni asta-sekin harakat qilayotgandek ko'radi. Gravitatsion to'lqinlar. LIGO va Virgo detektorlarining kuzatuvlariga ko'ra, qora tuynuklarning birlashuvi paydo bo'lgan gravitatsion to'lqinlar aniqlanadi. Masalan: 2025-yilda 128 ta yangi gravitatsion to'lqin manbalari ro'yxatga olindi. Bu orqali qora tuynuklarning massasi, o'lchami va birlashish jarayoni o'rganiladi. NASA va ESA teleskoplari qora tuynuk atrofidagi gazning "kosmik tebranishini" o'lchash orqali uning mavjudligini aniqlaydi.

2019-yilda Event Horizon Telescope (EHT) yordamida M87 galaktikasidagi supermassiv qora tuynukning ilk rasmiy tasviri olingan. 2022-yildan keyin Sagittarius A (bizning galaktikamiz markazidagi qora tuynuk) ham tasvirga olindi. 2023-yilda LIGO gravitatsion to'lqin observatoriyasi tarixdagi eng katta qora tuynuk to'qnashuvini aniqladi. Ikkita qora tuynuk massasi: 103 quyosh massasi 137 quyosh massasi ular birlashib 265 quyosh massali qora tuynuk hosil qilgan hodisa 10 milliard yorug'lik yili uzoqlikda sodir bo'lgan. Bu kashfiyot shuni ko'rsatdiki: qora tuynuklar bir-biri bilan birlashib yanada kattaroq qora tuynuklar hosil qilishi mumkin. 2024-yilda Event Horizon Telescope yangi tasvirlarni e'lon

qildi. Somon yo'li markazidagi qora tuynuk Sagittarius A atrofida juda kuchli spiral shaklidagi magnit maydonlar aniqlangan. Bu magnit maydonlar: gaz va plazmaning qora tuynukka tushishini boshqaradi kuchli relativistik jetlar hosil bo'lishiga sabab bo'lishi mumkin. Astronomlar Tidal Disruption Event (TDE) deb ataladigan hodisani kuzatishdi. Bu hodisada: yulduz qora tuynukka juda yaqin keladi kuchli tortishish kuchi yulduzni parchalab yuboradi va juda katta energiya chiqadi. Bunday hodisa 600 million yorug'lik yili uzoqlikda kuzatilgan. Bu hodisa olimlarga: qora tuynuklar qanday ovqatlanishini ularning energiya chiqarishini o'rganishga yordam beradi. 2025-yilda gravitatsion to'lqin detektorlari GW250114 deb nomlangan signalni aniqladi. Bu ikki qora tuynuk birlashuvi edi signal juda aniq bo'lgani uchun olimlar Einshteynning umumiy nisbiylik nazariyasini yana bir bor tekshira olishdi. 2025 yil — juda qadimgi supermassiv qora tuynuk James Webb kosmik teleskopi juda uzoq galaktikada: 570 million yillik koinot davrida mavjud bo'lgan tez o'sayotgan supermassiv qora tuynukni aniqladi. Bu galaktika CANUCS-LRD-z8.6 deb ataladi. Bu kashfiyot shuni ko'rsatdi: koinot boshida qora tuynuklar juda tez o'sgan galaktikalar bilan birga rivojlangan. 2025-yilda James Webb teleskopi juda qiziq hodisani tasdiqladi. Supermassiv qora tuynuk galaktikadan otilib chiqib ketgan. Tezligi 2.2 million mil/soat massasi 10 million quyosh massasi. Bu hodisa ehtimol: ikki galaktika to'qnashuvi va qora tuynuklar birlashuvi natijasida yuz bergan.

So'nggi yillarda kuzatuv texnologiyalarining rivojlanishi natijasida qora tuynuklarning tuzilishi, evolyutsiyasi va fizik xususiyatlari haqida muhim ilmiy natijalar olingan. Ayniqsa, Event Horizon Telescope tomonidan qora tuynuk tasvirlarining olinishi, LIGO Scientific Collaboration tomonidan gravitatsion to'lqinlarning aniqlanishi hamda James Webb Space Telescope orqali uzoq galaktikalardagi supermassiv qora tuynuklarning kuzatilishi ushbu obyektlarni chuqurroq o'rganishga imkon yaratdi. Tadqiqot natijalari qora tuynuklar galaktikalarning shakllanishi va rivojlanishida muhim rol o'ynashini ko'rsatadi. Shuningdek qora tuynuklarning tabiati, fizik xususiyatlari shakllanish mexanizmlari, paydo bo'lishi, ichki tuzulishi, yulduzlarning evolyutsiyasi va gravitatsion kollaps jarayonlarini ilmiy va nazriy jihatdan tahlil qiladi.

**Xulosa:** Ushbu ilmiy tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, qora tuynuklar o'z atrofiga tushayotgan moddalarni yutib borishini, qora tuynuklar o'zaro birlashib yanada katta massali qora tuynuklarni hosil qilishi mumkinligini. Ushbu jarayonlar kuchli gravitatsion to'lqinlarning paydo bo'lishi bilan birga kechadi va bu hodisalar zamonaviy detektorlar yordamida kuzatilmoqda. Nazariy jihatdan esa qora tuynuklar kvant effektlari natijasida juda uzoq vaqt davomida energiya chiqarib, asta-sekin bug'lanishi mumkinligi qora tuynuklar

koinot evolyutsiyasida muhim rol o'ynaydigan, galaktikalarning shakllanishi va rivojlanishiga bevosita ta'sir ko'rsatadigan fundamental kosmik obyektlar hisoblanadi. Ularni o'rganish gravitatsiya tabiati, fazo-vaqt tuzilishi hamda koinotning kelib chiqishi haqidagi ilmiy tasavvurlarni yanada boyitishga xizmat qiladi.

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Stephen Hawking. A Brief History of Time. Bantam Books, 1988.
2. Stephen Hawking. "Particle Creation by Black Holes." Communications in Mathematical Physics, 1975.
3. Albert Einstein. "The Foundation of the General Theory of Relativity." Annalen der Physik, 1916.
4. LIGO Scientific Collaboration. Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger, 2016.
5. Event Horizon Telescope Collaboration. First Image of a Black Hole, 2019.
6. NASA. Black Hole Research and Observations, 2023–2025.
7. Hawking, S. W. (1975). Particle creation by black holes. Communications in Mathematical Physics, 43(3), 199–220.
8. Event Horizon Telescope Collaboration. (2019). First M87 Event Horizon Telescope Results. The Astrophysical Journal Letters, 875:L1.
9. Schutz, B. F. (2009). A First Course in General Relativity. Cambridge University Press.