

Tartu Ülikool  
Usuteaduskond

Marta Vibo

**ISLAMI ÕPETUSTE PANUS ASTRONOOMIA ARENGULE ISLAMI**

**KULDAJASTUL**

Bakalaureusetöö

Juhendaja  
Elo Süld, PhD

Tartu 2024

## SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	3
Teema valiku põhjendus .....	3
Töö eesmärk.....	4
Uurimismetoodika.....	4
1. ISLAMI KULDAJASTU.....	6
1.1 Qiblah ehk palvesuund.....	6
2. ISLAMI ASTRONOOMIA KUJUNEMINE.....	8
2.1. <i>Qiblah</i> tabelid.....	8
2.2. Kuuekümnendsüsteem .....	9
3. SFÄÄRILISE-TRIGONOMEETRIA KUJUNEMINE .....	11
3.1. Trigonomeetria valemid.....	11
3.2. Ptolemaiose geotsentriline maailmasüsteem.....	12
3.3. Al-Battānī.....	14
3.4. Al-Biruni ja teadusmetodoloogia .....	16
4. MAA KUJU JA TEADUS ISLAMIS .....	18
KOKKUVÕTE .....	20
KASUTATUD KIRJANDUS.....	22
The Contributions of Islamic Teachings in the Development of Astronomy During the Golden Age of Islam.....	25
LISAD.....	27
Lihtlitsents töö reprodutseerimiseks .....	30

## SISSEJUHATUS

Islami õpetuses on astroloogial ja astronoomial oluline roll. Näiteks tuleb moslemitel palvetada viis korda päevas Meka suunas ja paastuda ramadaani ajal, mida määravad kuufaasid (aasta üheksandal kuul alates vana kuu ilmumisest kuni noorkuuni). (Sahih al-Bukhari 7499, 97:124) Õpetustest lähtudes oli moslemite seas tekkinud koraani ja Muhamedi õpetuste järgimisel konflikt, mis arenguhimulisele riigivõimule toetudes pani aluse teadusmetodoloogia kujunemisele ning motiveeris nii sekulaarsetele kui ka religioossetele küsimustele leidma vastuseid just läbi metodoloogilise lähenemise. Antud töös käsitletakse Abbassiidide algatatud teadusmetodoloogia kujunemist.

### Teema valiku põhjendus

Käesoleva töö teema sai valitud eelkõige autori isiklikust huvist islami kuldajal levinud teaduslike meetodite vastu ning selle vastu, kuidas religioossed õpetused on inspireerinud teaduse ja eelkõige astronoomia arengut. Esmane kokkupuude teemaga oli autoril araabia ajaloo ja kultuuriloo õppeaine raames, kus autor tegi ettekande islami astronoomiast kuldajastul. Ettekande koostamise käigus õnnestus autoril tuvastada ettekandes kasutatud lähteallikas arvutusvigu. Nimelt ilmneseid David A. Kingi peatükis „Astronomy“ raamatus „History of Arabic Literature“ arvutustes komakohtade osas leheküljel 278 vead, mis käesolevas töös on parandatud. Samuti ilmnese vigu David A. Kingi tuletatud valemite teoses „Astronomy and Islamic society: Qibla, gnomonics and timekeeping“ leheküljel 144, kuigi antud juhul oli pigem tegemist trükivigadega, sest ülejäänud tuletus oli korrektne. Arvutusvigade tuvastamisel võttis käesoleva töö autor ühendust ka David A. Kingiga, kes soostus, et tema arvutustes on vead. Teema käsitlemisel tekkis suurem huvi kirjutada uurimus täpsemalt arvutuskäikude lahti seletamiseks. Töö kirjutamisel esines katsumusi nii arvutuste kui ka keeleliste aspektide osas.

Käesoleva töö eesmärk on näidata, kuidas on islami kuldajastul usuõpetust rakendatud teaduse arengus ja kuidas see omakorda viis Maa kuju tõestamiseni. Islami astronoomia suutis oma kuldajastu kestel juba 10. sajandiks kinnitada, et Maa on kerakujuline, toetudes sealjuures ka koraani õpetustele (Maameri & Khensal, 2014, lk 61-62).

## Töö eesmärk

Käesoleva uurimistöö eesmärk on uurida, kuidas islami õpetlased jõudsid arusaamale, et Maa on kerakujuline. Töö on üles ehitatud ajalooliste allikate analüüsimisele ja tekstiallikate võrdlemisele, autoripoolne panus on arvutuste lahtiseletamine ja nende kontrollimine. Tekstianalüüsi osa keskendub sellele, kust tekkis islamis vajadus arendada astronoomiat ja matemaatikat. Kuldajastul dokumenteeritud vahendite abil on autor kirjeldanud kuldajastul kasutatud matemaatikat ja seda selgitanud. Töös on käsitletud ka seda, milline oli islami kuldajastul Abbassiidide kalifaadi panus hariduse edendamisel.

Uurimistöö aluseks on järgmised uurimisküsimused:

1. Millised islami õpetused aitasid kaasa teaduse arengule, sh Maa kerakujulisuse tõestamisele?
2. Milliste vahenditega ja kuidas tõestati Maa kuju?

## Uurimismetoodika

Esmalt uurib autor koraanist ja *hadith*'idest tulenevaid õpetuste sõnastusi ja nende tõlgendusi, mis toetasid hariduse arengut ja seeläbi soodustasid ka astronoomia kui teaduse levikut. Autor on lähtunud nii koraanist kui ka *hadith*'idest ning nende tõlgendustest, mille on kirja pannud islami teoloogid ja islami teadlased nii varakeskajal kui ka tänapäeval. Peamiste allikatena on kasutatud araabia- ja inglisekeelset koraani ning eesti keelde tõlkimisel on kasutatud abivahendina ka Haljand Udami koraani eestikeelset tõlget. Sekundaarsete allikatena on kasutusele võetud islami teadlaste tõlgendused koraani keelest, semiootikast ja ajaloost.

Teisele uurimisküsimusele vastamisel lähtub autor peamiselt David A. Kingi peatükist „*Astronomy*“ raamatust „*History of Arabic Literature*“ (King, 1990), mis käsitleb astronoomia arengut ja islami kuldajastul kasutusel olevaid astronoomilisi vahendeid. Kuna David A. King ei käsitle antud peatükis kõiki kuldajastu astronoomilisi vahendeid, kuid viitab ülejäänutele, lähtub autor ka al-Biruni käsikirjadest, nendest leiduvatest joonistest ja matemaatilistest arvutustest, mis on avalikustatud täisversioonina Internet Archive'is (Barni & al-Biruni, 2020). Sekundaarallikatena on kasutatud nii matemaatika, füüsika kui ka islami teadlaste seletusi ja tõlgitud versioone al-Battānī käsikirjadest ja joonistest (King, 1996). David A. King on kõige tuntum islami astronoomia valdkonnas, mistõttu lisaks teosele „*History of Arabic Literature*“ kasutab autor ka teisi David A. Kingi avaldatud töid, sh „*Supplementary notes on Medieval*

Islamic Multiplication Tables“ (1979) ja „Astronomy and Islamic society: Qibla, gnomonics and timekeeping“ (1996).

Autor analüüsib ja kirjeldab protsessi, kuidas islami astronoomid matemaatika abil tuvastasid, et Maa on kerakujuline ja isegi arvutasid välja selle ümbermõõdu.

# 1. ISLAMI KULDAJASTU

Islami kuldajastule pani alguse 8. sajandil Abbassiidide kaliif Harun al-Rashid ja see lõppes 13. sajandi keskel mongolite sissetungiga Baghdadi. Kaliif al-Rashidi valitsuse ajal ehitati esimene raamatukogu Bait al-Hikmah (tõlkes tarkuste maja) eesmärgiga koguda sinna teadlaste uurimistöid. Bait al-Hikmah koguti erinevaid käsikirju Kreekast, Roomast, Indiast ja Pärsiast, et neid tõlkida araabia keelde. (Achmad Khudori Soleh, 2023, lk 279) Tänu sellele said teadustööd, mis ei olnud pärit Araabiast, araablastele kättesaadavaks ja teadlastel tekkis ka võimalus üksteise tööde ja neis olevate arvutustega tutvuda ning neid kontrollida.

Teadmiste kättesaadavus andis võimaluse leida lahendusi või vastuseid erinevatele, kaasa arvatud usulistele küsimustele. Sealhulgas hakati võrdlema erinevaid töid ja nendes kasutatud meetodeid (Chandio, 2021, lk 1-4). Al Ma'muni võimu vältel lahendasid astronoomid ja matemaatikud just geodeetilisi küsimusi, näiteks oli nende ülesanne võimalikult korrektset maailma kaarti koostada. Kaliif Ma'mun palkas mitmeid teadlasi koostama ka käsiraamatuid, mis tagaks ühtluse teadusmetodoloogias. Sealhulgas palkas Ma'mun al-Khwarizmi kirjutama raamatu nimega "Ilm al-Hisaab" (tõlkes "Arvutamise teadus"), mis seletas lahti arvutuskäikude esitamise reeglid ja printsiibid. (Mansur & Ajmol, 2020, lk 527).

## 1.1 Qiblah ehk palvesuund

Islami õpetuste järgimisel on vaja moslemil täita viit islami sammast, millest üks on palvetamine ehk *Salat* (araabia k. صلاة). Palvetatakse viis korda päevas: koidu ajal, keskpäeval, pärastlõunal, päikeseloojangul ja õhtul. Lisaks on palvetamisel ette nähtud suund Mekas asuva Masjid al-Harami ehk Püha mošee (araabia k. المسجد الحرام) (õuel asuva Kaaba (araabia k. بَيْتِكَ الْمُحَرَّمِ) poole. (Hussain, 2012, lk 71, 76) Seda suunda nimetatakse *qiblah* 'ks (araabia k. قِبْلَة). (King, 1996, lk 128) Koraanis ilmneb mitmel korral korraldus palvetada suunaga Masjid al-Harami poole:

“...قُولِ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ...” (Al-Baqarah 2:144)

(Tõlkes “Pöörake oma paled püha Masjid al-Harami poole, kus iganes te olete, pöörake selle suunas.”)

Kaheksanda sajandi algul ja üheksandal sajandil puudusid vastavad vahendid ja meetmed, et palvesuunda kindlaks teha. Prohvet Muhamed palvetas alati lõuna suunas, mida tõlgendati, et *qiblah* on alati lõunas. Nõnda olid ka mitmed esimese põlvkonna moslemite mošeedest ehitatud suunaga lõuna poole. Iraagi aladel olid mošeed ehitatud talve päikeseloojangu suunas, sest eeldati, et kui Euroopa ja Süüria aladel jääb Kaaba lõunasse, siis peaks Iraagis mošeed olema

umbes 30° edela suunas. (King, 1996, lk 128-132) Kuna palvesuund ei olnud kindlaks määratud ja tegemist oli peamiselt eeldustega, siis tekkisid toonaste islami õpetlaste seas selles küsimuses ägedad vaidlused. Osa õpetlasi leidis, et tuleb lähtuda Muhamedi tegudest ja õpetustest sõna-sõnalt ning palvetada alati lõuna poole. Teised pidasid õigeks leida *qiblah* täpne suund, mis lähtub palvetaja asukohast. Seega tuli *qiblah* selgeks tegemiseks pöörduda koraani poole.

## 2. ISLAMI ASTRONOOMIA KUJUNEMINE

Islami astronoomia sünni olulisim nurgakivi oli palvesuuna väljaselgitamine, sest Mekast väljaspool elavatel moslemitel oli samuti vaja kindlaks teha, mis suunas palvetada. Suuna kindlaks tegemiseks pöörduiti taevatähtede poole, lähtudes koraani kuuendast ja kuueteistkümnendast suurast:

„وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ النُّجُومَ لِتَهْتَدُوا بِهَا فِي ظُلُمَاتِ اللَّيْلِ وَالنَّجْمِ الَّذِي هُمْ يَعْلَمُونَ ۗ ٩٧“

Ehk „Ja Tema see on, kes tegi teie jaoks tähed, et võiksite olla õigesti juhutatud seeläbi maa ning mere pimedustes. Me oleme tunnustähed kategoriseerinud ning detailideni lahti seletanud inimestele, kes teavad.“ (Al-An'am 6:97)

„وَعَلَّمَنَّاكَ وَالنَّجْمِ هُمْ يَهْتَدُونَ ۗ ١٦“

Ehk „ja maamärgid. Ja läbi tähe on nad õigesti juhutatud.“ (An-Nahl 16:16)

Nendes koraani õpetustes on erilist tähelepanu juhitud tähtedele, mis on ühtlasi islami õpetuse järgi tõend jumala tegutsemistest, ning tähed on abivahendid, mida jumal on andnud inimestele navigeerimiseks, kui päike on loojunud. Lähtudes al-An'ami 6:97-s kajastatust, on „Jumala poolt tähed teejuhtimise vahendiks pimedas“. Kuna koraan väidab, et taevakehad on jumala loodud looduslikud fenomenid, siis osutusid tähed peamiseks vahendiks navigatsioonis nii rahvaastronoomias kui ka matemaatilises astronoomias. (King, 1996, lk 132)

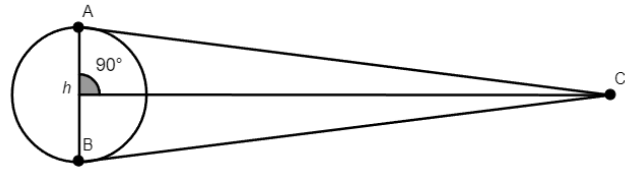
Islami kuldajastu astronoomia kujunemisel oli esimeseks etapiks palvesuundade tabelite koostamine. Need koosnesid erinevatest Maa pikkus- ja laiuskraadidest ning Kaaba suunast nendest punktidest kraadi, minuti ja sekundi täpsusega. Tabelite koostamisel hinnati kõrgelt astronoomide ja astroloogide panust. Neid tunnustati ühiskonnas kui islami teoloogide poolt, sest nende töös seoti omavahel koraanis ilmutatud jumala tarkust ja inimese oskusi.

### 2.1. *Qiblah* tabelid

Kaheksandal sajandil hakkasid ilmuma *qiblah* tabelid, mille eesmärk oli näidata vastavalt palvetaja ja päikese asukohale palvesuunda.

Esimese teadaoleva *qiblah* tabeli koostas al-Khwarizmi Baghdadis üheksandal sajandil. (vt Lisa 1) Tabel sisaldas ühe päeva palveaegasid, mis olid arvutatud pikkuskraadi alusel. Tabel jälgis valemit:  $T = \frac{1}{15} \arcsin\left(\frac{\sin h}{\sin H}\right)$ . See tähendab, et  $h$  on altituud/kõrgus,  $H$  on kõrguse meridiaan ning  $T$  on vähem või võrdväärne 6-ga. Tegemist oli valemiga, mida sai rakendada ainult pööripäevil, sest valemis ilmnevad olukorrad, kus  $T$  ja  $h$  on mõlemad 0 või kui  $T=6$ , siis

ühtlasi  $h=H$ . (King, 1996, lk 173-174) See tähendab, et pööripäeval tähtede asukohti kaardistades sai arvutada Maa ja valitud tähe vahelist kaugust. Kauguse arvutamisel võeti kolmnurga aluseks Maa diameeter ( $d$ ) ning teised kaks kolmnurga haara olid



Joonis 1. Maa diameeter AB ja tähe C-ga moodustunud kolmnurk.

võrdsed, ristudes tähe juures. Kui kolmnurga aluse pikkus (ehk Maa diameeter) ning aluse ja haara vahel tekkinud nurkade kraadid olid teada, siis oli võimalik arvutada ka kolmnurga kõrgus ehk Maa kaugus taevakehast (vt Joonis 1). Teisisõnu oli tabelis ära märgitud Maa laiuskraad ja pikkuskraad, mis andis suuna palvetamiseks. Tabelis leiduvad laiuskraadid ulatusid Egiptuse aladelt tänapäeva Iraani aladeni ning tabelid koostati kuuekümnendsüsteemides.

*Qiblah* tabelit tuli kasutada koos kaardiga. Näiteks maakaardilt tuli palvetajal otsida enda lähim suurim maamärk või linn ning *qiblah* tabelist leida selle maamärgi kohta üles täheldatud kraad põhjast või lõunast, kus suunas palvetada. Selleks võis kasutada nii taevakaarti kui ka maakaarti. (King, 1986, lk 124-128) Al-Khalīlī koostas tabelleid, kus vasakul olid kirjas meridiaanid ning üleval oli palvesuuna kraad, mis lähtus põhjast (märgitud musta värviga) või lõunast (märgitud punase värviga). Tabelist tuli seejärel leida, millise *qiblah* kraadi alla jäi laiuskraad, kus palvetaja asus (vt Lisa 2). (King, 1975, lk 86-88)

## 2.2. Kuuekümnendsüsteem

Tähtede kaardistamiseks on vaja eelkõige mõista, kuidas arvutuskäigud olid üles ehitatud. Suuremas osas islami astronoomia tabelites või arvutustes kasutati kuuekümnendsüsteemi ning enamik säilinutest on pärit 14. sajandist. See tähendas, et numbrite peamine jaotus käis kuuekümnendike kaudu. Ehk siis, kui tahta leida numbrit, mis vastaks  $22^{\circ} 43' 19''$ -le, tähendaks see arvutuskäiku, kus iga arv tuleb jagada 60-ga astmel  $n$  ehk mitmendana jagatav arv jadas ilmneb (King, 1990, lk 274-289):

$$\frac{22}{60^0} + \frac{43}{60^1} + \frac{19}{60^2} = 22 + \frac{43}{60} + \frac{19}{3600} = 22 + 0,7167 + 0,0053 \approx 22,722$$

Needsamad kuuekümnendsüsteemid olid kasutusel ka korrutustabelite ja *qiblah* tabelite koostamisel. Tavaliselt olid need arvutatud sekundi täpsusega. Teisisõnu oli valemiks  $m \times n$ , kus  $m$  ja  $n$  on nurga minutid ja sekundid, kuid  $n$  on jagatav 60-ga astmes  $n=0,1,2, \dots, 60$ . Näide  $27^{\circ} 51'$  naturaalarvuna on  $27 \times 51 = 27 \times \frac{51}{60^1} = 22,95 (= 1377)$  ehk kõik korrutustabelis

esinevad korrutised on jagatud teiste tegurite murru nimetaja 60-ga astmes arvude jadast järjekorras esinemise numbriga. (King, 1979, lk 405-417) Selle abil on võimalik leida nurga kraad. Kuna 1 kraad on võrdne 60 minutiga või 3600 sekundiga, siis iga järgnev ajaühik on  $\frac{1}{60^n}$ . Seega palve ajal sai palvetaja eeldatavasti vaadata tabelist oma umbkaudset asukohta ja Maa laiuskraadi ning pikkuskraadi alusel välja selgitada, mitu kraadi, minutit ja sekundit tuli tal pöörduda selleks, et palvesuund oleks Kaaba poole.

### 3. SFÄÄRILISE-TRIGONOMEETRIA KUJUNEMINE

Käesoleva peatüki eesmärk on anda ülevaade esmalt trigonomeetristest valemitest, et tekiks arusaam selle rakendatavusest Ptolemaiiose, al-Battānī ja al-Biruni arvutustes. Seejärel tutvustab autor eelpool mainitud astronoomide kasutatud meetodikat ja nende avastuste ning teadustööde mõju islami õpetusele.

#### 3.1. Trigonomeetria valemid

Kuuekümnendsüsteemi olulisus paistab välja alles trigonomeetrias, kus tänapäeval kasutatakse nurkade mõõtmiseks pigem kraade, kuid ka minuteid ja sekundeid. Sumerid ja babüloomlased olid oma vaatluste alusel järeldanud, et iga pööripäeva vahel oli 180 päeva ja seega aastas pidi olema 360 päeva. Omakorda järeldati sellest, et üks ring koosneb 360 kraadist, mis igaüks jaguneb kuuekümnendsüsteemi järgi 60 minutiks ja iga minut 60 sekundiks. (Devaraj, 2021, lk 2)

Kuigi siinuse kontseptsioonid pärinesid juba Indiast, siis al-Battānī tutvustas maailmale siinuse vastandit, mis olemuselt oli suurema võnkega ning võimaldas seetõttu arvutada ka nurke, mis olid üle 90 kraadi. Al-Battānī oli ka tuntud seepoolest, et tema koostatud tabelid erinevatest väärtustest kuuekümnendsüsteemi järgi võeti hiljem kasutusele palvesuuna väljaselgitamiseks. (Donalds, 2018) Koosinuse eesmärk oli siinusele vastanduda ning pakkuda võimalust arvutada nurki, milleks siinuse kasutamine ei olnud võimalik, kuna  $\sin\alpha = \frac{\text{vastaskaatet}}{\text{hüpoteenus}}$  ei võimalda leida nurka läbi lähikaateti, leidis al-Battānī  $\cos\alpha = \frac{\text{lähikaatet}}{\text{hüpoteenus}}$ . (Donalds, 2018)

Erinevate kraadide siinused, koosinused, tangensid ja kootangensid pandi kirja astronoomilistes kogumikes ja käsiraamatutes ehk *zīj*'ides. *Zīj* tabelites oli kirjas terve, pool- ja veerandkaare nurga kraadide tulemused iga nurga valemi järgi (King, 1990, lk 274-289). *Zīj*'id olid kogumikud, mis sisaldasid arvutuskäike trigonomeetria, sfäärilisest trigonomeetria, taevakehade liikumisest, päikese ja kuuvarjutuse aegadest ning paljust muust. 10. sajandi lõpus täitis Ibn Yūnus siinuse tabelid kuni viienda kuuekümnendsüsteemi arvuni, täpsusega ligi üheksa komakohta iga kaare minuti kohta ning andis iga sekundi vahe. (Bergenn, 2016, lk 155-188) Sisuliselt olid *zīj*'i tabelid kiirjuhendiks erinevates astronoomia valdkondades.

*Zīj*'i tabelid sisaldasid kaare nurka minutites ja sekundites ning tavaliselt ka nende tuletisi kui ka siinuseid ja koosiinuseid vastavatest nurkadest (vt Lisa 3). Nendes tabelites

kasutati algselt numbrite asemel araabia tähestiku tähti<sup>1</sup>. (Bergenn, 2016, lk 129-132) Veel tuleks arvesse võtta, et kuna araabia keelt loetakse paremalt vasakule, siis nurga väärtused on samuti algses tabelis paremalt vasakule.

Ibn Yūnuse tabeli kaudu saame võtta suvalise nurga väärtuse ja läbi kuuekümnendsüsteemi leida selle nurga kraadi koos komakohtadega. Näiteks kui võtta, et nurk on 0° 38' 44" 52c", siis arvutuskäik näeks välja selline (nulli me arvutusse kirja ei pane, kuna see ei anna väärtust):

$$(38 \times 44 \times 52) = \frac{38}{60^1} \times \frac{44}{60^2} \times \frac{52}{60^3} = \frac{38}{60} \times \frac{44}{3600} \times \frac{52}{216000} = 0,0000186 (= 86944)$$

Selle järgi on võimalik välja arvutada nurga täpne väärtus naturaalarvuna kuni kaheksanda komakohani.

### 3.2. Ptolemaiose geotsentriline maailmasüsteem

Esimesena arendas välja teooria geotsentrilisest maailmasüsteemist Aleksandriast pärit Ptolemaios, kes elas kaks sajandit enne islamit (ca 100-170 pKr). Geotsentriline süsteem seisnes arusaamas, et Maa on kera, mille ümber tiirlevad teised taevakehad, sealhulgas ka Päike. Tema arusaam maailmast oli võrreldav tänapäeval teadaolevale päikesesüsteemile, kus ühe tähe ümber tiirlevad ning ümber oma telje pöörlevad planeedid, ainult Ptolemaiosel oli tähe asemel keskpunktiks Maa. (Schobert, 2011)

Sellest teoriast lähtudes oli võimalik välja arvutada tähtede asukoht ja kaugus Maast. Ptolemaiose teos "Optilisuse raamat" (araabia k. *Kitāb al-Manāẓir*) mõjutas oluliselt islami astronoomia kujunemist ning mitmed islami astronoomid lähtusid Ptolemaiose teooriatest ja vaatluste tulemustest. "Optilisuse raamat" oli kogumik, mis sisaldas kaarti Maast ja taevatähtedest. Siinkohal tuleks märkida, et Ptolemaiose arvates oli Maa staatiline ja ülejäänud taevakehad ringlesid kas ümber Maa või üksteise (Schobert, 2011) (Recio, 2017, lk 116-118).

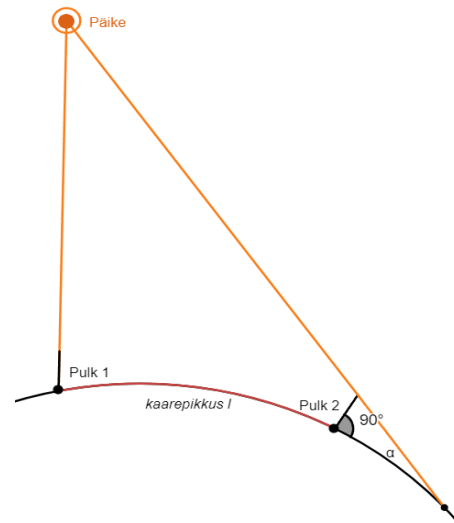
Ptolemaiose tähtede kaardistamine seisnes meetodis, mille korral ta kasutas Maa geomeetrilisi aspekte. Ptolemaiose järgi, kui panna maasse ühes linnas pikk pulgalaadne ese Päikese all nii, et Päike on seniidis, ei teki varju, samal ajal teises linnas sama tehes tekib

---

<sup>1</sup> Araabia tähestiku järgi tähendab see, et tähestiku esimene täht „ا“ tähendab number 1, tähestiku teine täht „ب“ tähendab number 2 jne.

pulgast vari. Seda meetodit kirjeldas Ptolemaios kõige täpsemalt töös nimega „Analemma“.  
(Tupikova, 2014, lk 1-3) Pulga pikkuse ja varju vahel on võimalik kasutada trigonomeetria valemeid, nagu Pythagorase teoreemi, et arvutada välja nurgakraad (vt Joonis 2). Samas Pythagorase teoreemi on võimalik kasutada vaid juhul, kui üks nurk on 90°. Ptolemaiose “Optilisuse raamatu” järgi sai peamiseks arvutamise vahendiks valem, mida tänapäeval tuntakse siinusteoreemina:  $\frac{a}{\sin\alpha} = \frac{b}{\sin\beta} = \frac{c}{\sin\gamma}$ .

Kasutades Pythagorase teoreemi, oli võimalik leida pulga (külge  $a$ ) ja varju (külge  $b$ ) vaheline distant ehk tekkinud kolmnurga hüpotenuus (külge  $c$ ):  $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ . Seejärel oli võimalik leida kolmnurga kraade lähtudes eelnimetatud valemist, nt  $\cos\alpha = \frac{\text{lähikaatet}}{\text{hüpotenuus}}$ .



Joonis 2. Ptolemaiose meetod "Analemma".

See kraad näitas omakorda, mis nurga all oli päike selle pulga punktis.

Kahe pulga vaheline distant moodustas kaarepikkuse  $l$ . Kuna oli teada, et ringis on 360 kraadi, siis jagati 360  $\alpha$ -ga, et saada teada, kui suure osa moodustab kaarepikkus 360 kraadist. Näiteks, kui nurgakraadiks saadakse 30°, siis  $l = \frac{1}{12}$  Maa ümbermõõdu. Maa ümbermõõdu arvutamiseks tuleb  $l$  korrutada 12-ga.

Ptolemaiose perioodil ei olnud veel teada maakera raadiust, sest Maa kuju peeti pigem lapikuks. Seega tuli Ptolemaiosel oma teooria kinnitamiseks lähtuda Maa välistest elementidest. Selle asemel, et mõõta distantse ja kraade ühe taevakeha suhtes varjudega tähtede kaardistamise meetodi abil, mõõtis Ptolemaios mitme tähe vahelist nurka. (Tupikova, 2014, lk 1-3) Kaare pikkuse ja taevakehade vahelise nurga teadasaamisel oli võimalik Ptolemaiosel rakendada kaarepikkuse valemit nõnda, et otsitavaks sai raadius:  $r = \frac{l \times 180^\circ}{\pi \alpha}$ . Lisaks oli selleks hetkeks teada ringi ümbermõõdu valem, mis tähendab, et raadiuse väljaselgitamisel oli ka võimalik arvutada Maa ümbermõõtu, kasutades valemit:  $C = 2\pi r$ . Kuigi Ptolemaiose teooria geotsentrilisest maailmasüsteemist oli väär, olid tema meetodid tähtede kaardistamiseks õiged.

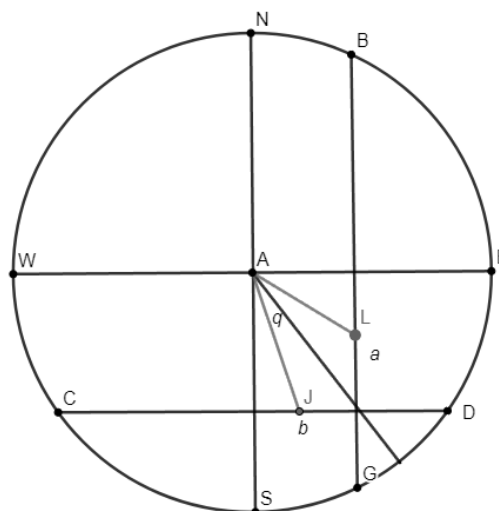
Ptolemaiose avastusi ja järeldusi kasutasid islami astronoomid tugipunktina *qiblah* tabelite koostamisel.

### 3.3. Al-Battānī

Abū ‘Abd Allāh Muḥammad ibn Jābir ibn Sinān al-Raqqī al-Ḥarrānī aṣ-Ṣābi’ al-Battānī ehk lühidalt al-Battānī on üks kolmest mõjukamast astronoomist ja matemaatikust, keda käesoleva töö autor käsitleb. Nimelt olid al-Battānī skeemid kõige lihtsustatumad, millest ta ka taevakehasid arvutuste tegemisel, viidates suurele Ar-Rahman 55:05,

„الشمس والقمر بحسبان“ ehk eesti keeles „Päike ning Kuu on täpsed<sup>2</sup>“ (Marken, 2016). Seega koraan väitis, et lähtudes Päikesest ja Kuust on võimalik kõige täpsemaid lahendusi leida.

Al-Battānī koostas *qiblah* tabeleid, joonestades skeemi Maast kui tasapinnalisest ringist. Seejärel tõmbas ta üksteisega 90° nurga alt ristuvad teljed (ilmakaared NS – põhi-lõuna ja EW – ida-lääs) ning nendega omakorda paralleelsed teljed ükskõik mis suunas esialgsetest telgedest (AB ja CD), nii et tekkis ruudustikulaadne joonis (vt Joonis 3).



Joonis 3. Al-Battānī skeem qiblade leidmiseks.

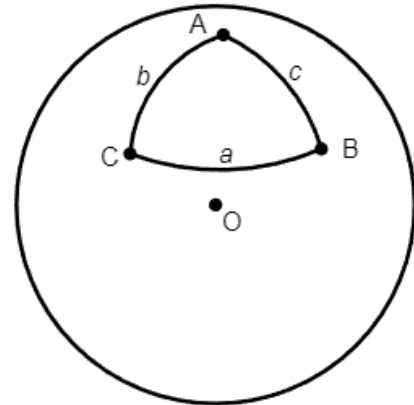
Joonisel kujutatud  $q$  on *qiblah* ja ED vahel tekkinud pikkuskraadide vahe on tähistatav  $a$ -ga ja SA vaheline laiuskraadide vahe on  $b$ .  $J$  on  $b$  diferents ja  $L$  on  $a$  diferents. Kujutledes nüüd, et keskpunktiks  $O$  on Kaaba ja esialgsete telgedega paralleelsete telgede ristumispunktis ehk punktis  $Q$  on palvetaja, on võimalik välja arvutada tänu täisnurkse kolmnurga valemitele palvetaja asukoht Kaaba suhtes ning mis nurga alt tuleks moslemil sel juhul palvetada. See omakorda lubas al-Battānīl tuletada valem:  $\tan q = \frac{\sin \Delta L}{\sin \Delta J}$  (King, 1996, lk 142-143).

Sisuliselt tähendab valem seda, et kui võtta siinus täisnurga alt Kaabast ida või lääne poole distantssi diferents ja jagada seda siinuse põhja või lõuna poole diferentsiga on võimalik saada *qiblah* tangens, sest tangensi valem on  $\tan \theta = \frac{\text{vastaskaatet}}{\text{kõrvalkaatet}}$ . Ühtlasi leidis al-Battānī, et arvutades läbi teiste kaatetite ei ühtinud vastused alati tegelikkusega, sest Maa on kerakujuline ning arvutustes oleks pidanud arvesse võtma Maa kumerust. Maa kumerusega mitteamvestamine tähendas, et korrektseid vasteid oli ainult Meka läheduses ning mida

<sup>2</sup> Eestikeelse tõlke puhul tuleb täheldada, et tegusõna „بحسبان“ on tõlgendatav „arvesse võtmisena“, kuid otsetõlget pole võimalik sellele sõnale eesti keeles pakkuda.

kaugemale palvetaja Kaabast läks, seda suurem viga tuli *qiblah* arvutamisel. Selle probleemi avastamisel võttis al-Battānī kasutusele sfäärilise trigonomeetria.

Sfääriline trigonomeetria hõlmas endas lahendust, kus keral (vt Joonis 4) kujutatakse kolmnurka kahest fikseeritud punktist, millest üks on Kaaba (punkt A), teine mõõdetaval kaugusel punkt näiteks linn (punkt B) ja kolmas muutlik tegur ehk palvetaja asukoht (punkt C). Nii tekib kolmnurk  $\triangle ABC$ , kus on vastavalt küljed  $a$ ,  $b$  ja  $c$ . Tänu tarkuste majas levinud informatsioonile oli ka selleks hetkeks teada, et



Joonis 4. Kolmnurk ABC keral.

1.  $\frac{\sin A}{\sin a} = \frac{\sin C}{\sin c}$
2.  $\begin{cases} \cos a = \cos b \times \cos c + \sin b \times \sin c \times \cos A \\ \cos c = \cos a \times \cos b + \sin a \times \sin b \times \cos C \end{cases}$

Asendades esimeses võrrandis näiteks  $\cos c$  alumise avaldisega ehk  $\cos a \times \cos b + \sin a \times \sin b \times \cos C$ -ga on meil võimalik lihtsustada:

$$\text{I } \cos a = \cos b(\cos a \times \cos b + \sin a \times \sin b \times \cos C) + \sin b \times \sin c \times \cos A = \cos b(\cos a \times \cos b + \sin a \times \sin b \times \cos C) + \sin b \left( \frac{\sin C}{\sin A} \times \sin a \right) \times \cos A = \cos^2 b \times \cos a + \sin a \times \sin b \times \cos b \times \cos C + \sin b \times \sin a \times \sin C \times \cot A$$

$$\text{II } \cos a - \cos^2 b \times \cos a = \sin a \times \sin b \times \cos b \times \cos C + \sin b \times \sin a \times \sin C \times \cot A$$

$$\text{III } \cos a(1 - \cos^2 b) = \sin a \times \sin b \times \cos b \times \cos C + \sin b \times \sin a \times \sin C \times \cot A$$

$$\text{IV } \cos a \times \sin^2 b = \sin a \times \sin b \times \cos b \times \cos C + \sin b \times \sin a \times \sin C \times \cot A \text{ ning jagades mõlemat poolt } \sin a \times \sin b \text{-ga,}$$

$$\text{V } \cot a \times \sin b = \cos b \times \cos C + \sin C \times \cot A$$

$$\text{VI } \cos b \times \cos C = \cot a \times \sin b - \sin C \times \cot A$$

Avaldades nüüd  $\cot A$

$$\cot A = \frac{\cot a \sin b - \cos b \cos C}{\sin C} = \frac{\cos a \sin b - \cos b \cos C \sin a}{\sin a \cos C}$$

$$\therefore \cot A = \frac{\cos a \sin b - \cos b \cos C \sin a}{\sin a \cos C}$$

Al-Battānī arvutuskäikudest on näha tuletusi, kus ta kasutas lihtsustamisviise, et arvutada sfääril trigonomeetriaga *qiblah* asimuuti Mekast. (King, 1996, lk 143-145) *Qiblah* on päripäeva nurk põhjasuunas asuva Meka ja palvetaja suuna vahel.

Al-Battānī arvutuste põhjal koostatud *qiblah* tabelid osutusid populaarseks Baghdati imaamide seas. (Donalds, 2018) Nimelt al-Battānī *qiblah* tabelid võttis kasutusele ka lihtrahvas, kes ei tahtnud oma usu praktiseerimisel lähtuda imaamide veendumustest, vaid teaduslikest arvutustest. *Qiblah* tabelid andsid kindlustunde, et palved ei lähe raisku. Tabelite olemasolu tõttu oleks võinud eeldada, et järgnevad mošeed oleks ehitatud ka vastavalt tabelite arvutuskäikudele just Kaaba suunas, kuid paraku aastal 2009 oli ka Meka linnas veel hiliskeskajal ehitatud mošeesid, mille palve suund ei olnud Kaaba poole. (BBC News, 2009)

### 3.4. Al-Biruni ja teadusmetodoloogia

Al-Biruni oli üks esimesi, kes tänapäeva mõistes teadusmetodoloogia kasutusele võttis ning seda populariseeris eelkõige tänapäeva Afganistani alade *qiblah*'de kirjapanekuga. Ta eesmärk oli nimelt kontrollida *qiblah*'de täpsust erinevate arvutusmeetoditega, et veenduda oma töö korrektsuses. (King, 1996, lk 147) Enne Afganistani alade *qiblah* tabelite kirja panemist keskendus al-Biruni teiste astronoomide teooriate ja tulemuste õigsuse kontrollimisele ehk koostas nn eksperthinnanguid. (Sparavigna, 2013, lk 8-9)

Kõige olulisema panuse teaduse arengusse islami kuldajastul tegi al-Biruni matemaatilises geograafias. Al-Biruni arvutuskäike ja lähenemisi kasutati just kaartide koostamisel, sest nende tulemusel saadi kõige täpsemad vahemaad geograafiliste punktide vahel. Al-Biruni kasutas maapealsete geograafiliste punktide arvutamisel nii sfäärilist trigonomeetriat kui ka kaarepikkuse arvutamise meetodeid. (Sparavigna, 2014, lk 3-6) See tähendab, et arvutamisel lähtus ta mitmest erinevast meetodist, et veenduda punktide vahelise distantsi õigsuses ja seeläbi tuletada perioodi kõige täpsemaid tulemusi Maa ümbermõõdust. Al-Biruni koostatud maakaartide hulka kuulus ka tarkuste majas koostatud perioodi suurim maailmakaart, mille valmimisel teadlaste koostööd toetas ja korraldas Abbassiidide kaliif al Ma'mun. (Sparavigna, 2014, lk 7)

Al-Biruni pani aluse tänapäeval kõige populaarsemale meetodile kaartide joonistamiseks, mille nimi on inglise keeles *flat projection* (tõlkes kerakujuliste objektide lame projektsioon) või kaardiprojektsioon. (Sparavigna, 2014, lk 7) Kaardiprojektsioon kujutab ette objekti elementide (näiteks maismaapiiride) projektsioone tasasel pinnal. Kera või Maa puhul tuleks sel juhul kasutada silindrilist projektsiooni, kus tuleb kujutleda, et Maa ümber on silindrikujuline paber ning kõiki maismaa piiride projektsioone joonestatakse silindrikujulisele paberile. Tegemist on ka tänapäeval kõige levinuma kaartide joonestamise meetodiga. Selle meetodi puhul aga osutub peamiseks puuduseks see, et kaart ei kuva riikide tegelikke suurusi,

kuna ei võeta arvesse Maa kumerust ja tekib moonutus Maa põhja- ja lõunapoolkeral. (Kerkovits, 2022, lk 5, 24) Nimelt on kaardiprojektsioonil silindriga puutepunktiks ekvaator ehk kõige täpsem projektsioon tuleb just ekvaatoril asuvatest maismaapiiridest.

#### 4. MAA KUJU JA TEADUS ISLAMIS

Maa kuju küsimus on islami õpetuses olnud arutelude aluseks alates kuldajastust, teadusmetodoloogia ja astronoomia areng intensiivistas seda arutelu. Samas tuli moslemitel ikkagi pöörduda koraani poole, et leida sealt kinnitust. Nimelt sisaldab koraan sõnastusi, mille tõlgendused on ajas muutunud seoses just teaduse ja astronoomia arenguga, näiteks An-Nazi'at 79:30: „وَالْأَرْضَ بَعْدَ ذَلِكَ دَحَلَهَا“, mis otsetõlkes tähendab „Ja pärast seda Ta laotas laiali maa“. Tõlgendamisel on konkreetset lahatud sõna دَحَلَهَا, mis ladina transkriptsioonis on *daha*. Olenevalt dialektidest ja lähenemistest on kerkinud ka tõlgendusi, kus lähtutakse just sõna algsest tüvest *dah*, mis tähendab muna või täpsemalt jaanalinnu muna. (Khattab, 2024) Selle kaudu põhjendatakse, et koraanis on viidatud, et Maa on kerakujuline.

Teine variant An-Nazi'at 79:30 tõlgendamiseks on läheneda sõnale „دَحَلَهَا“ tegusõnana „laiali laotama“, kus jumal on Maa laotanud laiali kui lõputu vaiba. Kuna tõlgenduses kasutatakse sõna „lõputu“, siis ei saa olla vaibal serva ning lõputult vaibal kõndida saab vaid juhul, kui kõndida ümber millegi, mis on kerakujuline. Seda küll ei kasutata Maa kerakujulisuse tõestamiseks nagu jaanalinnu muna tõlgendust, vaid pigem kinnitamaks, et see sõna ei pruugi otseselt välistada kerakujulist Maad. (Ali, 1937)

Teoloogiline perspektiiv tuleb taas mängu koraani tõlgendamisel Az-Zumar 39:5-s:

خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ بِالْحَقِّ يُكْوَرُ اللَّيْلَ عَلَى النَّهَارِ وَيُكْوَرُ النَّهَارَ عَلَى اللَّيْلِ وَسَخَّرَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ يَجْرِي „لِأَجَلٍ مُّسَمًّى“ ۗ أَلَا هُوَ الْعَزِيزُ الْعَفْوَ

(Tõlkes „Ta lõi taevad ning maa tões. Tema mähib öö päeva ning mähib päeva öösse ja tegi teenistusvalmiks päikese ning kuu, kumbki kulgemas ettemääratud tähtajani. Kas pole Ta Võimas, Armuandev?“ (Udam, 2024))

Selles õpetuses arutletakse Maa kuju üle, lähtudes tegusõnast „يُكْوَرُ“, mis tähendab „ümber mähkima“. Seda tegusõna kasutatakse näiteks turbani pähe mähkimisel. Islami teoloogid on siinkohal lähtunud arusaamast, et turbani moodi mähkimine on võimalik juhul, kui Maa on kerakujuline või keralaadse kujuga. (Zaheer, 2020)

Tegemist võib siiski olla tõlgendustega, mida on adapteeritud pärast teadusalaseid edasiminekuid, kuna ka al Ma'muni võimu vältelt lähtuti koraanis õpetatust, mis asetas rõhku just teadmiste arendamisele ja arenguga kaasas käimisele:

(Qaf 50:37) „إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرًا لِمَنْ كَانَ لَهُ قَلْبٌ أَوْ أَلْقَى السَّمْعَ وَهُوَ شَهِيدٌ“

Ehk eesti keeles „Selles on meeldetuletus temale, kel on süda ehk kes on kohal teadveloleva meelega.“ (Udam, 2024) Tõlgendades on tegemist ütlusega, et tähelepanelikkuse ja erapooletusega lähenemine on keskne tegur islami filosoofias ja teoloogias. Omakorda on

islami teoloogias seda suhestatud ideega, et need on iseloomujooned, mida läheb vaja teadusliku edasimineku jaoks, ning teadus iseenesest on vahend, mille kaudu on võimalik olla lähemal jumalale. (Farida, Putra, Wardani, Kasdi, & Majibatun, 2022, lk 69)

## KOKKUVÕTE

Islami astronoomia arengule panid olulise aluse just kolm peamist komponenti. Esmalt andis islami õpetus ülesande igale moslemile palvetada Kaaba poole Mekas. Palvesuuna küsimuses esile tõusnud erinevad lahendused omakorda sütitasid tuliseid vaidlusi kogukondade vahel. Näiteks oli kogukondi, kus mošeede palvesuunaks oli alati lõuna, ja Iraagi aladel eeldati, olenemata tegelikust positsioonist Kaaba suhtes, et mošeed peaksid olema alati 30° lõunast edela poole. Abbassiidide kalifaat, toetades teadusemetodoloogia arengut, andis sellega võimaluse tegelik palvesuund ehk *qiblah* välja selgitada ja vajadusel korrigeerida.

Eelkõige toetas Abbassiidide kalifaat islami astronoomia arengut teadusmetodoloogia kasutusele võtmise ja nõuete sätestamisega. Abbassiidide esimesed kaliifid panid teaduse arendamisele suurema rõhu kui nende eelkäijad. Näiteks rajas kaliif al-Rashid esimese raamatukogu, Bait al-Hikmah ehk Tarkuste maja, mille eesmärk oli hoiustada kõiki maailma teadustöid, ning kaliifide jaoks töötasid mitmed tõlgid, et maailma teadustööd oleks kõik ka araabia keeles kättesaadavad. Teadmiste kättesaadavus omakorda tähendas, et oli võimalik selgeks teha Masjid al-Haramis ehk Pühas mošees asuva Kaaba paiknevust, olenemata palvetaja asukohast. Ühtlasi tõestati selle käigus ka teooria, et Maa pole sugugi lame, vaid kerakujuline.

Islami kuldajastu astronoomias olid kõige kuulsamad ja ka kõige suurema mõjuga õpetlased al-Battānī ja al-Biruni, kes mõlemad omakorda toetusid 2. sajandi astronoomi Ptolemaiose teostele. Nende tööd kujundasid oluliselt 9. ja 10. sajandil moslemite mõttemaailma. Kõik kolm lähtusid arusaamast, et Maa on kerakujuline. Kahedimensioonilistel joonistel erines arvutatud distants tegelikkusest, sest need ei arvestanud Maa kumerusega. Seega arvutuskäiku kaasati taevatähed. Ptolemaiose leitud nurgakraadide alusel oli võimalik välja selgitada Maa umbkaudset ümbermõõtu ja al-Battānīl oli võimalik võtta arvesse Maa kumerust qibla tabelite koostamisel. Vastavalt Ptolemaiose teostele võeti kasutusse Päikesest tekkinud vari, et arvutada välja Maa kumeruskraad, mis võimaldas määrata täpselt palvesuunda ehk *qiblah*, aga ka arvutada Maa ümbermõõtu. Islami kuldajastu periood pani aluse mitte ainult tasapinnalisele trigonomeetria, vaid ka sfäärilisele trigonomeetria.

Käesolevas töös tõi autor välja vahendid, mille abil suutsid eelnimetatud astronoomid välja arvutada Maa ümbermõõtu ning seeläbi rakendada seda usulise küsimuse lahendamiseks. Õpetlastelt said tuge ka kaliifide poolt, kes usulistel põhjustel nende tegevust võimaldasid ja toetasid. Islami kuldajastul olid teadlased ühiskonnas kõrgelt tunnustatud ja riigi võimu poolt

toetatud, teadus- ja usuküsimused ei olnud üksteisest lahutatud, vaid toimised harmoonilises koosluses.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- Achmad Khudori Soleh, A. H. (2023). FACTORS IN THE DEVELOPMENT OF THINKING IN THE ABBASID DYNASTY. *Jurnal Hunafa: Studia Islamika*, 273-285.
- Ali, Y. (1937). *Sūra 79: Nāzi'āt*. Allikas: The Holy Qur'an translation by Yusuf Ali: <https://quranyusufali.com/79/>
- Barni, S. H., & al-Biruni, A. R. (28. detsember 2020. a.). *Al-Biruni*. Allikas: Internet Archive: <https://archive.org/details/alberoni/page/n215/mode/2up>
- BBC News*. (5. aprill 2009. a.). Allikas: Mecca mosques 'wrongly aligned': [http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle\\_east/7984556.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle_east/7984556.stm)
- Bergenn, J. L. (2016). *Episodes in the Mathematics of Medieval Islam: Trigonometry in the Islamic World*. New York: Springer.
- Chandio, A. R. (2021). The house of wisdom (Bait Al-Hikmah): A sign of glorious period of Abbasids caliphate and development of science. *International Journal of Engineering and Information Systems*, 5(3), 1-4.
- Charette, F. (2004). al-Khwārizmī and practical astronomy in ninth-century Baghdad. The earliest extant corpus of texts in Arabic on the astrolabe and other portable instruments. *SCIAMVS* 5 , 162.
- Devaraj, P. (2021). *THE ORIGIN OF DIVIDING A CIRCLE INTO 360 PARTS*. Allikas: INSTITUTE FOR THE ADVANCEMENT OF VEDIC MATHEMATICS: <https://instavm.org/wp-content/uploads/2021/05/H8.pdf>
- Donalds, N. (2018). *University of California*. Allikas: Islamic Mathematics: <https://www.math.uci.edu/~ndonalds/math184/islam.pdf>
- Farida, U., Putra, A. D., Wardani, Y., Kasdi, A., & Majibatun, S. (2022). CORRELATION OF SCIENCE AND THEOLOGY ACCORDING TO THE QUR'AN AND HADITH. *European Judaism*, 65-76.
- Haque-Copilah, S. (16. juuni 2009. a.). THE ROLE OF ASTRONOMY IN ISLAM. Kingston, Jamaica. Allikas: <https://moonsighting.com/articles/roleofislam.html>
- Hussain, M. (2012). *The Five Pillars of Islam: Laying the Foundations of Divine Love and Service to Humanity*. Kube Publishing Ltd.
- Kerkovits, K. (2022). Quadrature Rules to Calculate Distortions of Map Projections. *Journal of Spatial Science*, 67(3), 5, 24.

- Khattab, D. M. (2024). *The Clear Quran*, 79:30. Allikas: quran.com: <https://quran.com/79>
- King, D. A. (1975). Al-Khalili's Qibla Table. *Journal of Near Eastern Studies*, 86-88.
- King, D. A. (1979). *Supplementary notes on Medieval Islamic Multiplication Tables*, *Historia Mathematica* 6. New York: New York University.
- King, D. A. (1986). Astronomical Observations from Egypt. *Islamic Mathematical Astronomy*, 124-128.
- King, D. A. (1990). *Astronomy*, *The Cambridge History of Arabic Literature*. Cambridge: Cambridge University Press.
- King, D. A. (1996). *Astronomy and Islamic society: Qibla, gnomonics and timekeeping* (Kd. 1). London: Encyclopedia of the History of Arabic Science.
- Maameri, F., & Khensal, N. (2014). *Muslims' Contributions to Western Civilization: Al-Idrissi's Map of the World in the Twelfth Century AD*. Oum-El-Bouaghi: University of Oum-El-Bouaghi.
- Mansur, A. H., & Ajmol, H. L. (2020). Reassessing The Scientific Literature Of The Abbasid Period, Its Culture, Philosophy And Intellectual Achievements. *Journal of Language and Linguistic Studies*, 527.
- Marken, T. (2016). *Koraan*. Kasutamise kuupäev: 2024, allikas Koraan.ee: <https://www.koraan.ee/55-2>
- Rashed, R. (märts 1990. a.). A Pioneer in Anaclastics: Ibn Sahl on Burning Mirrors and Lenses. *The University of Chicago Press: A Journal of the History of Science Society*, lk 464.
- Rausch, A. (8. august 2022. a.). *The Waterloo-Cedar Falls Courier*. Allikas: Will universities teach flat-Earth theory?: [https://wfcourier.com/opinion/letters/will-universities-teach-flat-earth-theory/article\\_1a8db5ba-db24-53d5-be45-dcddfb155da8.html](https://wfcourier.com/opinion/letters/will-universities-teach-flat-earth-theory/article_1a8db5ba-db24-53d5-be45-dcddfb155da8.html)
- Recio, G. L. (5. märts 2017. a.). Adjusting Venus: The Use of Maximum Elongations in the *Almagest* and Ptolemy's Theory of Knowledge. *INTERNATIONAL STUDIES IN THE PHILOSOPHY OF SCIENCE*, lk 116-118.
- Sahih al-Bukhari 7499, 97:124. (kuupäev puudub).
- Schobert, J. (2011). *Astronomy 123: Galaxies and the Expanding Universe*. Allikas: Medieval Cosmology (Ptolemy): <http://abyss.uoregon.edu/~js/ast123/lectures/lec02.html>
- Sparavigna, A. C. (2013). The Science of al-Biruni. *International Journal of Sciences*, 2(12), 8-9.

- Sparavigna, A. C. (2014). *Al-Biruni and the Mathematical Geography*. Allikas: ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/335060657\\_Al-Biruni\\_and\\_the\\_Mathematical\\_Geography](https://www.researchgate.net/publication/335060657_Al-Biruni_and_the_Mathematical_Geography)
- Tupikova, I. (2014). Ptolemy's Circumference of the Earth. *TOPOI – Towards a Historical Epistemology of Space*, 1-3.
- Udam, H. (2024). *Koraan eesti keeles*. Allikas: Koraan.ee: <https://www.koraan.ee/39-2>
- Yilmaz, M., & Tiryakioglu, I. (2018). The astronomical orientation of the historical Grand mosques in Anatolia (Turkey). *Archive for History of Exact Sciences*, 577.
- Zaheer, S. I. (2020). *Tafsir Ishraq al-Ma'ani Quran Translation & Commentary*. Allikas: Islamicstudies.info: <https://islamicstudies.info/quran/ishraq.php?sura=39>

# **The Contributions of Islamic Teachings in the Development of Astronomy During the Golden Age of Islam**

## **SUMMARY**

The aim of this research is to focus on the development of astronomy during the Islamic Golden Age, and how Islamic teachings contributed to the said development. The need for development in astronomy was greatly influenced by the Islamic teaching of Salat meaning prayer, as praying was intended to be done in the direction of the Great Mosque in Mecca. To find the direction of the prayer or qibla, Muslims searched for guidance from the Qu'ran.

Upon analysis of the Qu'ran, scholars settled on trying to find the qibla through celestial bodies, such as the sun, the moon, and other stars. By the time, a form of trigonometry had already developed, but with the qibla question, trigonometry and astronomy became the main tools upon detecting the direction of a prayer.

Until the Golden Age of Islam, the direction of the prayer caused arguments between scholars and congregations. Prophet Muhammed had always prayed towards the South, which meant that many congregations especially around the Mediterranean believed the qibla to be always South. Congregations in modern day Iraq believed that if the qibla in Mediterranean is always South, then theirs must be 30 degrees to West from South. However, some congregations believed that qibla must be determined through scientific methods to ensure that prayers won't go to waste.

The Golden Age of Islam was influenced by the Abbasid dynasty, who built the Bait al-Hikmah, known as the House of Wisdom. The building was meant to hold the collection of all scientific research, and the caliphs Harun al-Rashid and al Ma'mun ensured that their translators had made copies of said research available in Arabic.

During the search for qibla, however, the Islamic astronomers at the time discovered there to be a curvature of Earth, thus the idea of a spherical Earth started to gain traction. Astronomers like al-Battānī and al-Biruni found that upon adding the curvature of the Earth to the equation, the results were more accurate, and Islamic teachings adapted to the idea of a round or spherical Earth with the development of astronomy.

This paper includes the author's findings on the contribution of the Islamic teachings to Astronomy, and the author has compiled explanations on how previously mentioned scholars

with the assistance of Ptolemy's research had proven that Earth is a sphere or has a sphere-like shape; all from the need to find the direction in which to pray.







## **Lihtlitsents töö reprodutseerimiseks**

Mina, Marta Vibo,

1. Annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „ISLAMI ÕPETUSTE PANUS ASTRONOOMIA ARENGULE ISLAMI KULDAJASTUL,“, mille juhendaja on Elo Süld, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Marta Vibo

28. aprill 2024. aasta