

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
Majandusteaduskond  
Majandusanalüüsi ja rahanduse instituut

Tatjana Tšudakova

KRÜPTORAHHA TURU INVESTORITE KARJAKÄITUMINE  
COVID-19 PANDEEMIA AJAL

Magistritöö

Õppekava Ärirahandus ja majandusarvestus, peaeriala Ärirahandus

Juhendaja: Kalle Ahi, MA

Tallinn 2021

Deklareerin, et olen koostanud lõputöö iseseisvalt ja olen viidanud kõikidele töö koostamisel kasutatud teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele, ning ei ole esitanud sama tööd varasemalt ainepunktide saamiseks. Töö pikkuseks on 11 334 sõna sissehüatusest kuni kokkuvõtte lõpuni.

Tatjana Tšudakova

.....11.05.2021.....

(allkiri, kuupäev)

Üliõpilase kood: 200772TARM

Üliõpilase e-posti aadress: tatjana.tsudakova@gmail.com

Juhendaja: Kalle Ahi, MA

Töö vastab kehtivatele nõuetele

.....

(allkiri, kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees:

Lubatud kaitsmisele

.....

(nimi, allkiri, kuupäev)

# SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE .....	5
SISSEJUHATUS .....	6
1. TEOREETILISED ALUSED .....	9
1.1. Krüptoraha .....	9
1.2. Karjakäitumine .....	14
1.3. COVID-19 ja selle mõju finantsturule.....	17
1.4. Empiiriline kirjeldus .....	19
2. METOODIKA JA ANDMED .....	23
2.1. Kasutatav meetodika .....	23
2.2. Andmed .....	27
2.3. Kirjeldav statistika.....	30
2.4. Aegridade graafik .....	31
3. EMPIIRILINE ANALÜÜS .....	32
3.1. Karjakäitumise standardse mudeli analüüs.....	32
3.2. Karjakäitumise asümmeetria analüüs .....	34
3.3. Suurema ja väiksema krüptoraha alamturgude karjakäitumise analüüs.....	35
3.4. Bitcoin'i ja altcoin'ide karjakäitumise analüüs .....	37
3.5. Järeldused .....	39
KOKKUVÕTE.....	44
SUMMARY .....	48
KASUTATUD ALLIKATE LOETELU .....	51
LISAD .....	55
Lisa 1. Krüptorahade hind, maht ja turukapitalisatsioon seisuga 11.03.2020.....	55
Lisa 2. Karjakäitumise standardse regressioonmudeli tulemused (COVID-19-le eelnev periood) .....	57
Lisa 3. Karjakäitumise standardse regressioonmudeli tulemused (COVID-19 periood) .....	58
Lisa 4. Karjakäitumise asümmeetria analüüsi regressioonmudeli tulemused (COVID-19-le eelnev periood) .....	59
Lisa 5. Karjakäitumise asümmeetria analüüsi regressioonmudeli tulemused (COVID-19 periood).....	60
Lisa 6. Suurema ja väiksema krüptoraha karjakäitumise regressioonmudeli tulemused (COVID- 19-le eelnev periood).....	61

Lisa 7. Suurema ja väiksema krüptoraha karjakäitumise regressioonmudeli tulemused (COVID-19 periood).....	62
Lisa 8. Bitcoin'i ja altcoin'ide karjakäitumise regressioonmudeli tulemused (COVID-19-le eelnev periood) .....	63
Lisa 9. Bitcoin'i ja altcoin'ide karjakäitumise regressioonmudeli tulemused (COVID-19 periood).....	64
Lisa 10. Lihtlitsents .....	65

## LÜHIKOKKUVÕTE

Krüptoturg on üsna noor finantsturg ja selle käitumine kriitilises ja ebastabiilses olukorras on uurimata ning jääb tundmatuks. Käesoleva töö eesmärk on hinnata krüptoraha karjakäitumist enne Covid-19 pandeemiat ja selle leviku perioodil 40 suurema krüptoraha näitel. Eesmärgi saavutamiseks kasutatakse läbilõikelise absoluuthälbe CSAD põhinevat meetodit, mille abil analüüsitakse mittelineaarset seost krüptovaluuta tootluse dispersiooni ja kogu krüptovaluuta turu tootluse vahel.

Käesoleva töö autor sai tulemuse, et COVID-19 pandeemiaks kuulutamisega krüptoraha investorite karjakäitumine oluliselt ei muutunud. Standardmudelite tulemused näitavad, et COVID-19 pandeemiale eelneval perioodil ei tuvastatud krüptoraha puhul karjakäitumist, mis muutus COVID-19 pandeemiaks tunnistamisega ehk investorite karjalaadne käitumine tuli esile haigusepuhangu perioodil. Tõusvate ja langevate turgude analüüs annab sarnase tulemuse ehk karjalaadne käitumine krüptoturul ilmub pärast COVID-19 pandeemiaks kuulutamist. Aga detailsema regressioonianalüüsi tulemused näitasid, et COVID-19 pandeemiale eelneval perioodil karjakäitumine valitses väikesel alamturul negatiivse tootluse päevadel ning suuremal alamturul positiivse tootluse päevadel. Haiguspuhangu levikuga krüptoturu pilt natuke muutus ehk karjaefekt avastati nii tõusvas kui ka langevas suunas liikuvale suuremal alamturul, samal ajal oli enne valitsenud väikese alamturu karjakäitumine kadunud. Võrreldes teiste krüptorahadega krüptoturu liider bitcoin on karjakäitumise suhtes tundlikum. Käsitluse tulemused viitavad altcoin'ide karjaefekti puudumisele mõlemal perioodil ehk COVID-19 ajal ei muutnud altcoin'ide investorite käitumist. Bitcoin'i karjaefekt pandeemiale eelneval perioodil oli silmapaistev nii tõusvatel kui ka langevatel turgudel. COVID-19 perioodil muutus bitcoin'i karjakäitumine nõrgemaks tõusva turu päevadel ja tugevamaks langeva turu päevadel. Bitcoin'il on mõõdukas mõju kogu krüptoraha turule, mis suurenes COVID-19 pandeemia perioodil

Võtmesõnad: karjakäitumine, krüptoraha, COVID-19, CSAD, Bitcoin, altcoin.

## SISSEJUHATUS

Tänapäevasel tehnoloogiaajastul on krüptoraha ja sellesse investeerimise populaarsus kasvamas nii kogenud investorite kui ka investeerimiskogemuseta inimeste hulgas. See ahvatleb investoreid peamiselt tänu oma ainulaadsetele omadustele ja suurepärasele väljendamisele turul. Kuna krüptoraha kasutatakse investeerimisvahendina ja paberraha ning krediitkaartide alternatiivina, sellega seotud operatsioonid tehakse ilma vahendajata ja kõik tehingud on anonüümsed, kasvab selle populaarsus kogu maailmas ülikiires tempos.

COVID-19 ülemaailmseks tervisehädalukorraks väljakuulutamine mõjutas maailma tugevalt: müügid ja tootmised vähenesid, töötuse määr kasvas, tarbijate käitumine muutus jne. Olukord finantsturgudel hakkas muutuma ning turud hakkasid kukkuma, mis tekitas aktsiaturgude investoritele lühikese aja jooksul olulisi kahjusid. Eeldatakse, et need muutused mõjutavad ka krüptoturgu. Kuna COVID-19 on inimestes tekitanud hirmu ja ärevust, võib investorite psühholoogiline seisund põhjustada käitumuslikke eelarvamusi nagu karjakäitumine (Mnif *et al.* 2020, 1).

Karjakäitumise uuringute aktuaalsus suureneb. Need uuringud on suunatud pigem aktsiaturu karjakäitumisele ja krüptoturg jääb peaaegu uurimata, ehkki viimasel ajal äratab see paljudes investorites huvi. Krüptoturgu iseloomustab nõrk õiguslik raamistik ja kvaliteetse informatsiooni puudumine, mis toob endaga kogenematutele investoritele suure investeerimisriski (Bouri *et al.* 2019, 216). Varasemad uuringud (Gandal, Halaburda (2016), Bouri *et al.* (2017), Calderon (2018), Kallinerakis, Wang (2019) jne) näitasid, et krüptoturud on kallutatud investorite pidevalt varieeruvast karjakäitumisest. Pikaajaline karjakäitumine turul viitab selle ebatõhususele. See muudab tõenäolisemaks süstemaatilise riski tekkimise, mis võib ohustada turu stabiilsust (Bouri *et al.* 2019, 218).

Krüptoraha on eeldatavasti tulevane valuuta ja arvatakse, et tulevikus võib see kogu maailmas praegust paberraha asendada. Karjalaadne käitumine on faktor, mis võib paanikasituatsioonide korral viia tugeva ja pikaajalise finantskriisi levikuni. Karjakäitumise mõistmine aitab seletada

krüptoraha turumulli teket ja langust. Kuna pangad ja eri riikide valitsusorganid kasutavad või arutavad aktiivselt krüptoraha kasutusele võtmist ja reguleerimist, omab käesolev töö praktilist kasu. Kuna suure tõenäosusega omavad varem või hiljem valitud krüptovaluutad kogu maailmas ametlikku staatust, peab see turg olema põhjalikult uuritud ja arusaadav.

Kuna krüptoturg on üsna noor finantsturg ega ole pandeemia, epideemia või mõne muu tõsise kriisiga kokku puutunud, on selle käitumine kriitilises ja ebastabiilses olukorras uurimata ning jääb tundmatuks. Selle tühimiku täitmiseks käsitletakse käesolevas töös krüptoturu investorite karjakäitumist kriitilisel ja ebastabiilsel ajal COVID-19 pandeemia näitel. Mõned sarnased uuringud (Mnif *et al.* (2020), Yarovaya *et al.* (2021) ja Lahmiri, Bekiros (2020)) on tehtud, aga hõlmavad COVID-19 pandeemia varasemat perioodi ega ole detailsed, seega ei anna need täielikku ülevaadet.

Käesoleva töö eesmärk on kontrollida, kas COVID-19 pandeemia ajal ilmneb krüptoturu investorite karjakäitumises tugevus, võrreldes stabiilse ajaga.

Magistri töö kirjutamisel otsib autor vastuseid järgmistele küsimustele:

1. kas COVID-19 pandeemiaks tunnistamisega kaldusid krüptoraha investorid karjakäitumisele;
2. kas karjakäitumine on COVID-19 perioodil stabiilse perioodiga võrreldes tugevam;
3. kas viie suurema turukapitalisatsiooniga krüptoraha käitumine erineb oluliselt teiste krüptovaluutade käitumisest pandeemia ja sellele eelnenud ajal;
4. kas bitcoin'i turu käitumine erineb oluliselt teiste krüptovaluuta turgude käitumisest ehk kui suur on krüptovaluuta turu sõltuvus Bitcoin'ist enne pandeemiat ja pandeemia ajal.

Käesoleva töö püstitatud eesmärgi saavutamiseks uuritakse krüptoturgu 40 suurema turukapitalisatsiooniga krüptoraha näitel ning vaadatakse, kas ja kuidas mõjutas COVID-19 pandeemia krüptoturgu, rakendades läbilõikelise absoluuthälbe ehk CSAD (Cross Sectional Absolute Deviation) meetodit (Chang *et al.* 2000), mida kasutatakse investorite karjakäitumise olemasolu tuvastamiseks. Selle abil hinnatakse mittelineaarse seose olemasolu krüptovaluuta tootluse dispersiooni ja kogu krüptovaluuta turu tootluse vahel. Selleks vaadeldakse läbi kaks perioodi: COVID-19-le eelnenud ja COVID-19 leviku periood. Seoses sellega, et krüptoturu kapitalisatsioon hakkas oluliselt muutuma 2017. aastal, võetakse valimisse periood, mis algas

01.01.2017. Kuna 2020. aasta 11. märtsil kuulutas Maailma Terviseorganisatsioon COVID-19 pandeemiaks, millele krüptoturg reageeris tohutute hinnalanguste ja erakordselt negatiivse päevase tootlusega (keskmiselt -30%), kasutab autor seda kuupäeva murdepunktina. Selle töö kirjutamise ajal oli COVID-19 pandeemia endiselt täies hoos, mistõttu lõpeb analüüsitarv periood 31.12.2020. Seega hõlmab COVID-19 pandeemia eelnenud aeg perioodi 01.01.2017–10.03.2020 ja COVID-19 periood algab 11.03.2020 ning lõpeb 31.12.2020. Samuti hindab autor Waldi testi abil mõlema perioodi tõusu- ja langusturgudel esinevaid asümmeetrilisi mõjusid. Järgnevalt analüüsib autor, kuidas käituvad viie kõige suurema ja 35 väiksema turukapitalisatsiooniga krüptovaluutat ning kui suur on COVID-19 mõju krüptoturu liidri ehk bitcoin'i investorite käitumisele ja kas pandeemia levikuga muutusid altcoin'ide ja bitcoin'i vahelised suhted.

Käesolev töö on jagatud kolmeks peatükiks. Esimeses osas annab autor ülevaate krüptorahast, karjakäitumisest, COVID-19 pandeemiast ja selle mõjust finantsturule. Seejärel tutvustatakse karjakäitumise olemasolule ja selle mõjule suunatud varasemate empiiriliste uuringute tulemusi. Käesoleva magistr töö teine peatükk tutvustab empiirilise analüüsi käigus kasutatavat meetodikat ja selle omadusi ning annab ülevaate valimi koostamise põhimõtetest. Selle peatüki lõpus kirjeldatakse valimi statistilisi omadusi ja aegriidade graafikut. Kolmandas peatükis tuuakse välja empiirilise analüüsi tulemused nelja erineva mudeli kohta kahe perioodi lõikes. Peatüki lõpus on välja toodud olulised järeldused ja autori saadud tulemuste võrdlus varasemate uuringute tulemuste ning järeldustega.



# 1. TEOREETILISED ALUSED

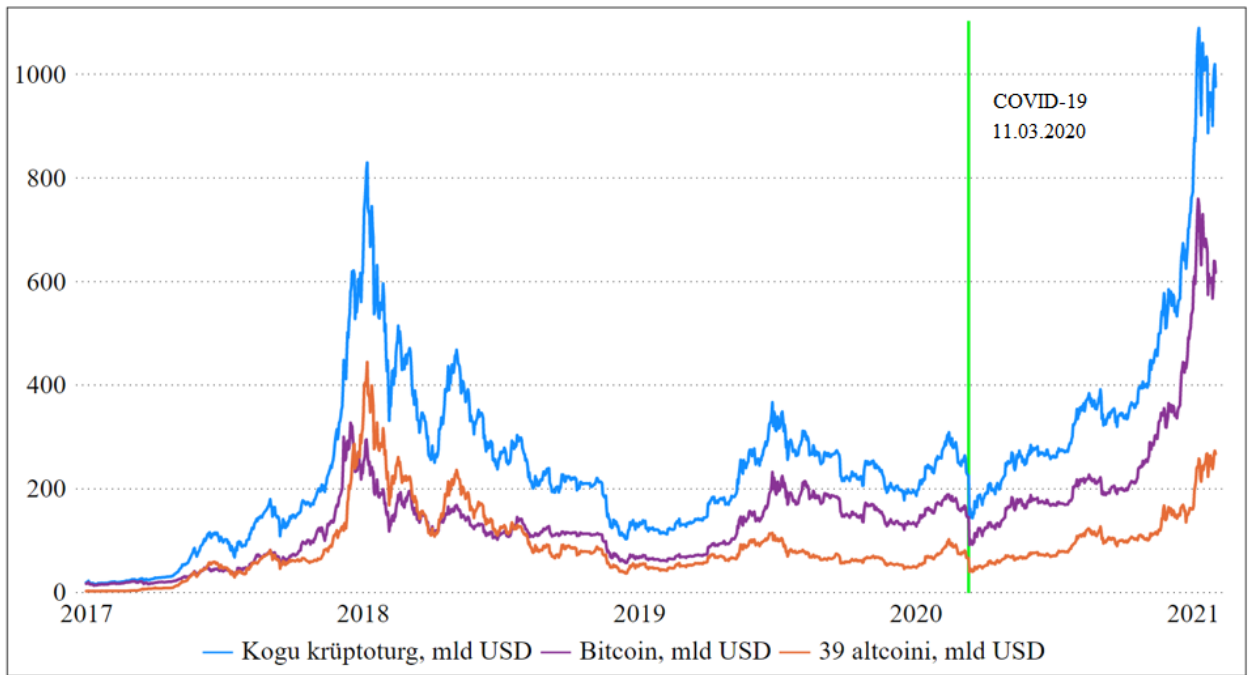
Selles peatükis sõnastab autor krüptoraha, bitcoin'i, karjakäitumise ja COVID-19 definitsioonid ja annab nende kohta teoreetilist informatsiooni. Samuti esitab autor varasemate empiiriliste uuringute tulemusi.

## 1.1. Krüptoraha

Krüptoraha (CC – ingl.k. *cryptocurrency*) on digitaalne vara, mis baseerub krüptograafial (krüpteerimistehnika) ja tehinguid tehakse ploki ahela (ingl.k. *blockchain*) tehnoloogia kaudu. Krüptoraha on tsentraliseeritud finantsasutustest väljaspool toimiv raha- ja investeerimisvõimaluse alternatiiv (Ciaian *et al.* 2018, 173).

Selleks, et võimaldada ühisvõrgustiku kaudu tehtavaid ja saadavaid elektroonilisi makseid, loodi 2009. a jaanuaris esimene krüptoraha Bitcoin (BTC). Bitcoin'i edu viis paljude alternatiivsete virtuaalsete valuutade (altcoinide – ingl.k. *alternative coins*) tekkimiseni. BTC aluseks olev tehnoloogia inspireeris uut CC põlvkonda, mida imiteeriti aastatel 2011–2012. Seega tekis uus varaklass, mille populaarsus investeerimismaailmas kasvab pidevalt. (Fauzi *et al.* 2020, 697) Juba 2014. aastal oli krüptoturul mitusada virtuaalset valuutat, 2016. a lõpuks oli CC-sid peaaegu 800 ja 2020. aasta lõpus oli rohkem kui 7 000 elektroonilist valuutat turukapitalisatsiooniga üle 190 miljardi USD (CoinMarketCap).

Joonis 1 näitab, et krüptoturu turukapitalisatsioon on väga muutlik. Ühe aasta jooksul (2017–2018) suurenes see peaaegu 33 korda ja järgmise aasta jooksul vähenes kuus korda. See langes COVID-19 pandeemiaks tunnistamise päeval, hakkas kohe pärast seda kasvama ning ületas 2020. aasta lõpus ühe miljardi USD piiri. Kuna turuliider on bitcoin, sõltub kogu turukapitalisatsioon otseselt selle turukapitalisatsioonist ja ülejäänud altcoin'ide turukapitalisatsiooni graafik sarnaneb bitcoin'i graafikuga.



Joonis 1. Krüptoturu, Bitcoin ja 39 peamise krüptoraha turukapitalisatsioon perioodil 01.01.2017–31.01.2021, mld USD.

Allikas: CoinMarketCap, autori koostatud

Kõik CC maksmise operatsioonid tehakse ilma vahendajata nagu pangad või muud rahandusasutused. See tähendab, et võrreldes paberraha ja krediitkaardiga ei nõuta CC tehingu puhul isiklike andmete avaldamist erinevalt pankadest või muudest vahendajatest, kes valdavad ostja ja müüja andmeid, mistõttu ei teki krüptovaluuta puhul isikuandmete kaitse küsimusi (Fauzi *et al.* 2020, 695). See on parim lahendus nendele, kes eelistavad makseid teha ja saada anonüümselt. Kuna CC-ga seotud tehingud on anonüümsed, võrreldakse seda sularahaga (Gandal, Halaburda, 2016, 1).

Nagu eelnevalt mainitud, ei ole krüptovaluuta riikide või pankade kontrolli all ehk see on reguleerimata raha, millel puuduvad korralikud tsentraliseeritud kontrollmenetlused ning lubatakse anonüümseid tehinguid ja mitut kontot ühele inimesele (Fauzi *et al.* 2020, 699). Seega eeldatakse, et CC-d kasutatakse ka ebaseaduslikuks tegevuseks nagu näiteks rahapesu või relva- ja uimastikaubandus. Mõnede riikide reguleerimisorganid keelavad või reguleerivad CC kasutamist, näiteks Hiinas ei ole lubatud krüptoraha kasutamine finantsasutuses ja äritegevuses, USA-s on legaliseeritud ainult BTC. Nepalis, Boliivias ja Indoneesias on CC kasutamine seadusega keelatud (Comply Advantage, Cryptocurrency Regulations). Eestis kuulub krüptoraha alternatiivsete maksevahendite hulka.

Informatsioon CC kohta on kättesaadav enamasti internetist, seega sõltuvad uued ja vanad investorid mitmekesistest allikatest saadud teabest, mis tähendab, et CC-st huvitatud isikud kujundavad oma veendumisi tavaliselt kahe peamise allika – uudiste ja sotsiaalmeedia – põhjal. Tänapäeval on olemas konkreetsed usaldusväärsed foorumid, kus kasutajad jagavad muljeid viimaste uudiste ja tulevaste probleemide kohta, näiteks seoses CC hindade ootamatu muutusega või plokiahela platvormi uuendusega. (Calderon 2018, 6) Enamik CC omanikke on noored ja kogemusetu üksikinvestorid, kes toetuvad veebis kättesaadavale informatsioonile, mistõttu on nad kergesti mõjutatavad. See on üks põhjustest, miks CC käitumine finantsturul ei ole sarnane teiste finantsvarade käitumisega. Suurima CC bitcoin'i suur spekulatiivsus muudab krüptoturu kõikuvaks, mis viitab potentsiaalselt karjakäitumisele (Bouri *et al.* 2019, 217).

Märgitakse, et detsentraliseeritud valuutade idee (ilma pankade ja valitsuse reguleerimiseta) on jõudnud investorite, valitsuste, ettevõtete ja teadlaste tähelepanu keskpunkti. Kuigi Corbet *et al.* (2018) näitasid, et traditsioonilised finantsvarad ei mõjuta krüptorahasid, toimuvad paljud sisemised nähtused sarnaselt tavapärasele finantsturule. Vaatamata krüptoturu eraldatusele, on selle paljud funktsioonid finantsturgudega sarnased. Kuna CC ja teiste investeerimisvarade vahel on madal korrelatsioon, tekitab see portfelliinvestorites tohutut tähelepanu (Bouri *et al.* 2019, 218). Kuna enamiku krüptorahade keskmine päevane tootlus on kõrgem kui teiste investeerimisvarade tootlus, siis eeldatakse, et CC-d võib kasutada portfelli riskide hajutamise võimalusena. (Lee *et al.* 2018, 33).

Krüptoraha on suhteliselt uus ja seda iseloomustatakse kui väga heitlikku vara, millel puudub seos traditsiooniliste varadega nagu aktsiad, võlakirjad ja valuutad. CC volatiilsus suureneb, reageerides rohkem positiivsetele kui negatiivsetele šokkidele, mis viitavad asümmeetrilisele efektile, mis erineb aktsiaturgudest. Positiivsetele šokkidele reageerimisel suurenenud volatiilsust on seletatud investorite karjakäitumisega, kuna ostu põhjuseks on CC hindade tõusul põhinev hirm jääda n-ö rongist maha. (Baur, Dimpfl 2018, 151)

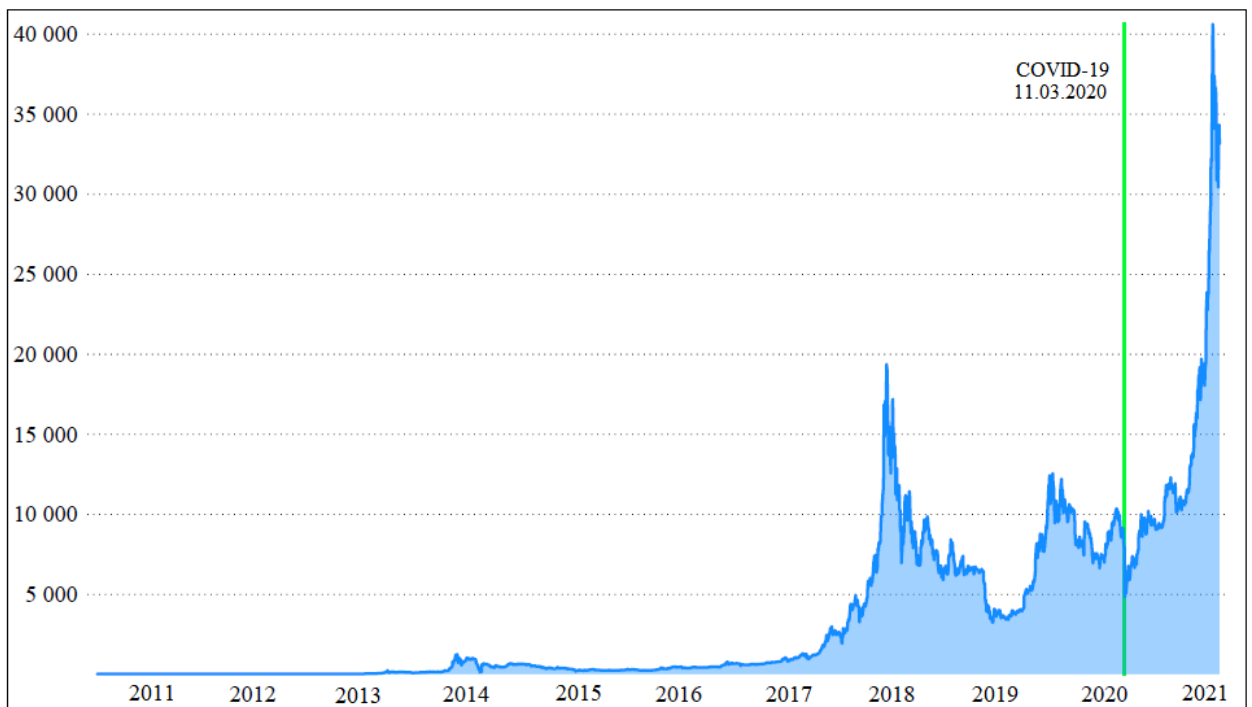
Eeldatakse, et suur huvi CC vastu on BTC teene, kuna see on esimene edukalt juurutatud ühisevõrgustik, mida saaks kasutada makseviisina (Calderon 2018, 2). Tänapäeval on BTC kõige tuntum ja populaarsem krüptovaluuta, mille turukapitalisatsioon oli 2020. aasta lõpu seisuga 539 miljardit USD, mis moodustas 70% kogu krüptoturu kapitalisatsioonist. Samuti on see kõige kallim krüptovaluuta ehk 31. detsembril 2020 ületas ühe BTC hind 29 000 USD piiri. (CoinMarketCap).

Gandari ja Halaburda (2016) sõnul esineb CC turul positiivne võrguefekt ehk selle väärtus kasvab koos kasutajate arvuga. Mida suurem on CC populaarsus, seda kasulikum see on ja seda lihtsamalt meelitab see uusi kasutajaid. Seetõttu eeldatakse, et populaarseim krüptovaluuta saab veel populaarsemaks ja seega finantsturul domineerivaks. Varasemad uuringud (Ciaian *et al.* (2017), Osterrieder *et al.* (2017), Vidal-Tomas *et al.* (2019) jm) näitasid, et BTC domineerimisvõime ei ole stabiilne – mõnikord see nõrgeneb, mõnikord tugevneb, aga vaatamata sellele jääb BTC krüptoturu liidriks.

Varasemad uuringud leidsid ka, et stressiajal kasvab oluliselt investorite huvi BTC vastu. Weber (2014) märgib, et krüptovaluuta kasv on põhjustatud sellest, et avalik usaldus pangandussüsteemi vastu hakkas alates 2008. aasta ülemaailmsest majanduskriisist vähenema ning CC sai alternatiivseks lahenduseks. Bouri *et al.* (2019) väidavad, et investorite huvi BTC vastu suurenes oluliselt 2013. aasta esimeses pooles, mille põhjustas Küprose finantskriis, kui pärast usalduse kadumist pangandussüsteemi hakati ostma BTC-d. Sel perioodil kasvas bitcoin'i hind peaaegu kaks korda.

Ajalugu (vt joonis 2) näitab, et BTC on kõikuv valuuta. Kuue aasta jooksul kasvas selle hind rohkem kui 2000 korda ehk 2012. aasta alguses oli selle hind ligikaudu 7 USD ja 2018. aasta alguses üle 17 000 USD. Ehk need, kes ostsid BTC-d 2012. aastal ja müüsid ära 2018. aasta alguses, said keskmiselt 240 000% kasumit. Need fundamentaalsed tulud sillutasid teed BTC populaarsuse kasvule (Kallinerakis, Wang 2019, 241), mis mõjutas kogu krüptoturgu. Alates 2018. aasta algusest kuni 2019. aasta alguseni vähenes selle hind peaaegu viis korda ja järgmise poole aasta jooksul suurenes 200% võrra. Vaatamata sellele on see investoritele märkimisväärne finantsvara.

Sama joonis näitab, et 11.03.2020 COVID-19 pandeemiaks tunnistamisega vähenes bitcoin'i hind 39%. Suur hinnalangus oli aga ühepäevane nähtus ja kohe pärast seda hakkas BTC hind tõusma, jõudes 2020. aasta lõpuks rekordilisele tasemele. Hind jätkab kasvamist, olles töö kirjutamise hetkeks peaaegu 60 000 USD.



Joonis 2. Bitcoin'i hind perioodil 18.07.2010–31.01.2021.  
Allikas: CoinMarketCap, autori koostatud

Urquharti ja Zhang'i (2019) analüüs näitas, et *BTC*-l on riskimaandamise omadused, seega saab see olla mõnedele rahvusvahelistele valuutadele turvalise pelgupaigana. Demir *et al.* (2020) väidavad, et investorid peaksid kaaluma oma portfellidesse krüptorahade lisamist, kuna *CC* näitas riskide maandamise suurenenud võimalust COVID-19 tekitatud ebakindluse vastu. Nende arvamusel, ei paku krüptorahad ainult eeliseid pandeemiast tulevate riskide maandamiseks, vaid neid saab kasutada ka makse- ja ülekande vahenditena. Smales (2019) väidab, et võrreldes muude finantsvaradega on *BTC* volatiilsem ja vähem likviidsem, mistõttu ei ole see n-ö turvaline pelgupaik. Shahzad *et al.* (2019) leidsid tõendeid selle kohta, et bitcoin'i turvaline pelgupaik on üsna nõrk, kuid see muutub aja jooksul. Conlon *et al.* (2020) leidsid, et finantsturgude languspäevadel (COVID-19 leviku alguses) näitas *BTC* ennast ebaturvalise pelgupaigana

Ciaian *et al.* (2018) usuvad, et bitcoin'i ja altcoin'ide hinnad võivad olla üksteisest sõltuvad, põhjendades seda sellega, et *BTC* on domineeriv krüptovaluuta ning bitcoin'i ja altcoin'ide hinnaarengu mustrid on sarnased, lisades, et suurem osa altcoin'ide ostudest tehakse bitcoin'ide eest. *BTC* tõhusus suureneb aja jooksul, mis on põhjustatud sellest, et *BTC* reageerib kiiresti sündmustele ja rahvusvaheline rahapoliitika ei mõjuta selle krüptovaluutat. (Vidal-Tomas, Ibanez 2018, 263)

Arvamused krüptovaluuta kohta on erinevad – mõned on kindlad, et see on petlik valuuta, teised väidavad, et CC on tuleviku valuuta, mistõttu sõltub selline raha sotsiaalselt konstrueeritud arvamustest (Bouri *et al.* 2019, 217). Krüptoraha on eeldatavasti tulevane valuuta, mis võib asendada praegust pabervaluutat kogu maailmas (Fauzi *et al.* 2020, 595). Kuna tänapäeval usuvad investorid, poliitikud, valitsus ning pangandus- ja finantsorganid krüptovaluuta tulevikku, peab see olema hästi analüüsitud.

## 1.2. Karjakäitumine

Viimasel ajal on hakatud rohkem tähelepanu pöörama investorite karjakäitumisele, mida tõestab suurenenud hulk sellealaseid uuringuid ja kirjandust. Efektiivsete finantsturgude teooria väidab, et turud on tõhusad informatsiooni vaatenurgast ehk investorid kujundavad ratsionaalseid ootusi tulevaste hindade kohta ja turule saabuv uus informatsioon mõjutab kohe oodatud hindasid. (Yao *et al.* 20014, 12) Karjakäitumine finantsturgudel on protsess, kus turuosalised kauplevad samaaegselt samas suunas ja/või nende käitumine läheneb konsensusele (Galariotis *et al.* 2013, 589). Karjakäitumist kirjeldatakse tavaliselt kui investorite käitumistendentsi järgida teiste investorite tegusid ja ignoreerida oma veendumusi. Eksperimentaalsed tõendid investorite käitumise kohta viitavad sellele, et investorid järgivad teiste investoriterühma otsuseid isegi siis, kui nad tajuvad, et rühm on vale (Christie, Huang 1995, 31).

Tegelikult on efektiivse turu teooria vaidlustatud nii teoreetiliselt kui ka empiirilisel. Seda on seletatud inimlike vigade ja reageeringutega, näiteks on investorite karjakäitumine kõige populaarsem seletus finantsturu ülemäärasele volatiilsusele ja muudele lühiajalistele suundumustele. Käitumuslik rahandus osutab investorite käitumise süstemaatilistele kõrvalekalletele ratsionaalsusest, mille asemel on investorid kognitiivsete eelarvamuste mõju all, mis tekitab finantsturul ebaefektiivsust, nõrkust ja anomaaliaid (Calderon 2018, 2).

Finantsinvestorite karjakäitumine on üks olulisemaid finantsraskuste põhjuseid. Karjakäitumine kui investorite üleliigne ja ebaratsionaalne kalduvus fundamentaalse informatsiooni ignoreerimisele on võimeline finantsturu destabiliseerimiseks, turu ebaefektiivsuse ja nõrkuseni viimiseks, üleliigse volatiilsuse põhjustamiseks ja süsteemiriski tekitamiseks (Bikhchandani, Sharma 2000, 280). Turbulentsi perioodil võib karjakäitumine ohustada finantskeskkonna stabiilsust.

Karjakäitumise põhjused on erinevad. Näiteks võib teiste investorite tegevuste imiteerimine olla loodud finantsanalüütikute maine kaitsmiseks, institutsionaalsete investorite tasu kaitsmiseks või põhjendatud fundamentaalsele informatsioonile reageerimisega (Galariotis *et al.* 2013, 589). Bikhchandani ja Sharma (2000) väidavad, et investorid võivad teha sarnaseid otsuseid, kuna nad reageerivad sarnaselt samadele muudatustele ja informatsioonile. Nad nimetavad sellist käitumist võltsiks või irratsionaalseks karjakäitumiseks. Kui investorid ei usalda oma veendumusi ja kopeerivad teineteist sihilikult, siis on tegemist tahtliku või ratsionaalse karjakäitumisega, mille tulemuseks on infokaskaad (Bikhchandani, Sharma 2000, 282). Tasub nentida, et üks neist võib põhjustada turu ebaefektiivsust, teine aga peegeldab lihtsalt varade tõhusat ümberjaotamist ühiste põhiuudiste põhjal, mistõttu on oluline neid empiirilisel eraldada (Hwang, Salmon 2004, 586). Samal ajal on nende kahe karjakäitumise eristamine peaaegu võimatu, kuna investeerimisotsuseid mõjutavad liiga paljud faktorid (Bikhchandani ja Sharma 2000, 280).

Karjakäitumine ei vii aga alati turu ebaefektiivsuseni. Kui tegemist on võltsi karjakäitumisega, võib see põhjustada tõhusaid hinnareaktsioone ja olla seega isegi soovitatav. Kui teadmised teiste kauplejate otsustest mõjutavad investorite tegevust, võib tahtlik karjakäitumine anda aga ebatõhusaid tulemusi. Kuid isegi see võib olla ratsionaalseks strateegiaks juhul, kui ei kopeerita lihtsalt teiste otsuseid, vaid neid otsuseid, mis on tehtud õige ja parima teabe põhjal. (Gebka, Wohar 2013, 56)

Empiirilised uuringud on enamasti keskendunud karjakäitumise olemasolu tuvastamisele. Finantsturgude karjakäitumisega on seotud kaks empiirilise kirjanduse suunda. Ühelt poolt keskenduvad empiiriline kirjandus ja uuringud institutsionaalsete investorite karjakäitumisele ehk käsitletakse kindlate investorigruppide (fondijuhtide või finantsanalüütikute) karjakäitumise aktiivsust, vaadeldes nende tehinguid konkreetse väärtpaberi osas (Lakonishok *et al.* 1992). Teiselt poolt on uuringud, kus käsitletakse finantsturgude andmeid (tootlus, turukapitalisatsioon jne) ja hinnatakse karjakäitumist vastavalt turu konsensusele (näiteks Chang *et al.* 2000). Selle uurimismeetodiga käsitletakse, kuidas üksikute turuinstrumentide tootlus koguneb suure hinnaliikumise perioodi jooksul turutootluse ümber.

Mõned nendest uuringutest on suunatud karjakäitumise analüüsile turutootluse läbilõike (dispersiooni) kaudu. Eeldatakse, et karjakäitumise esinemisel dispersioon langeb, mille tulemusena koguneb investeerimisinstrumentide tootlus turutootluse ümber. Seega annab hajumise ja turutootluse vaheliste seoste uurimine ülevaate karjakäitumise olemasolu kohta. (Zhou,

Anderson 2011, 84) Vaatamata sellele, et viimasel ajal on karjakäitumist laialt arutatud, ei ole see siiski selgelt määratletud.

Karjakäitumine võib olla ratsionaalne kasulikkuse maksimeerimise mõttes, näiteks kui arvatakse, et teised turuosalised on paremini informeeritud või kui kauplejate teabe keskmise täpsuse osas valitseb ebakindlus, nii et turuosalistel on ekslik, kuid ratsionaalne veendumus, et enamikul kauplejatel on täpne informatsioon. Isikliku informatsiooni mahasurumine karjakäitumise suurenemisel võib viia olukorrani, kus turuhind ei ole piisavalt hea statistikanäitaja kogu asjakohase informatsiooni kajastamiseks. See on protsess, mis liigutab turgu infokaskaadis ebaefektiivsuse poole. (Hwang, Salmon 2004, 586) Kui turuhind on endogeenne, kauplejad on ratsionaalsed turuosalejad ja hind võtab arvesse kogu avalikult kättesaadavat teavet, siis ei ole infokaskaadid võimalikud ja karjakäitumine ei saa põhjustada varade pikaajalist väärhindamist. Kui turg ei ole kindel, kas vara väärtus on algsest eeldatavast väärtusest muutunud, võib karjakäitumine taas ilmned, aga selle efekt on piiratud ja mõju hinnakujundusele võib olla väike. (Bikhchandani *et al.* 1992, 1016) Kui lisatakse ebakindlust kaupleja teabe keskmise täpsuse suhtes, võib karjakäitumine muutuda domineerivaks ning karjakäitumise äärmuslikud mõjud väärhindamise osas võivad põhjustada mulle ja krahhe (Hwang, Salmon 2004, 586).

Võrreldes teiste finantsvaradega, ei ole krüptorahal piisavalt fundamentaalseid aluseid. Arvestades finantsturgude suurt ebakindlust, mõjutavad krüptoturu investeerimiskäitumist peamiselt välistest informatiivsetest allikatest saadud signaalid. Informatiivsed signaalid esinevad kõrvalmõjude vormis, mis muutuvad hiljem irratsionaalseks karjakäitumiseks (Philippas *et al.* 2020, 10191).

Kaiser ja Stöckl (2019) omistavad krüptoturu karjakäitumist irratsionaalsetele üksikutele investoritele. Selles osas domineerivad krüptoturul mitteinstitutionaalsed investorid, kelle investeerimisotsused on põhjustatud tõenäoliselt turu sentiment, infokaskaadide ja positiivse tagasisidega kauplemisest, mille tulemuseks on ebaratsionaalne karjakäitumine. Fundamentaalsete aluste puudumisel ja informatsioonilistel kaskaadidel baseeruv irratsionaalsete üksikinvestorite kasumi suurendamise soov põhjustab turgudel šokki ja kõrget volatiilsust, mis on krüptoturul täheldatav omadus. Samas arvavad nad, et krüptoturu investoritel tuleb olla ettevaatlikum CC õiglase hindamise ja kogu krüptoturu suhtes, kuna fundamentaalsete teadmiste puudumine ei võimalda turu ülehindamist objektiivselt hinnata ja liigset optimismi tuvastada. Selle tulemuseks võib olla mullilaadne hindade tugev ja kiire tõus, mis viib suure tõenäosusega kokkuvarisemiseni. Raimundo *et al.* (2020) arvamusel võib karjakäitumine põhjustada märkimisväärset CC hindade



langust, mis viib tootluse tasakaalustamatusele, mis võib olla turu ebaefektiivseks muutumise põhjuseks.

Hwang ja Salmon (2004) usuvad, et mitte ükski turg ei ole kunagi täiesti ilma karjakäitumiseta, seega väidavad nad, et teatud ajahetkel esineb turul alati kas suurem või väiksem karjaefekt võrreldes teise ajahetkega. Karjakäitumine on väga oluline nähtus, mida on vaja uurida ja dokumenteerida nii regulatiivsest kui ka investeerimise seisukohast. Karjakäitumisega seotud uuringud annavad vastakaid tulemusi.

### **1.3. COVID-19 ja selle mõju finantsturule**

Koroonaviirus SARS-CoV-2 ehk COVID-19 on haiguspuhang, mis sai alguse 2019. aasta lõpus Hiinas Wuhani linnas ja levis kiiresti üle maailma, nakatades miljoneid inimesi ja põhjustades tuhandeid surmajuhtumeid. Olukord on halvenenud, kuna nakkuse levik on ületanud geograafilisi piire. 11. märtsil 2020 kuulutas Maailma Terviseorganisatsioon selle puhangu ülemaailmseks pandeemiaks (Just, Echaust 2020, 1). Pandeemia tekitas COVID-19 kriisi, mis on põhjustanud suuruse ja kiiruse osas enneolematu majandusliku šoki. See põhjustas ülemaailmse majanduslanguse, mida võrreldakse 1930. aasta suure depressiooniga (Wheelock 2020, 1).

Ali *et al.* (2020) leiud viitavad finantsturgude üha paanilisemale ja kiiresti halvenevale olukorrale perioodil, mil COVID-19 muutus epideemiast pandeemiaks. Zhang *et al.* (2020) nõustuvad sellega, kuna nende uuringud näitasid, et pandeemial on tugev mõju aktsiaturgudele, mis viis riskitaseme olulisele tõusule. COVID-19 kriisi olemuse üle käivad praegu arutelud, kus mõned eksperdid võrdlevad seda 2008. aasta ülemaailmse finantskriisiga ja teised varasemate epideemiatega. Mõned nimetavad seda kriisi nn musta luige sündmuseks, võttes arvesse, et seda oli raske ennustada ja seda ei olnud varem kunagi juhtunud. Teised väidavad, et traditsiooniliste finantsturgude puhul ei ole see sündmus täiesti nn must luik, kuna on olnud ka muid ajaloolisi sündmuseid, millel on olnud majandusele ja finantsturgudele sarnane mõju. (Yarovaya *et al.* 2021, 3). Nüüdseks on juba selge, et COVID-19 pandeemia tekitab suurt majanduslikku kahju. See erineb sündmustest nagu ülemaailmne tuumasõda, mida ei saa üle elada ja millel pole asjakohaseid kulusid, või kliimamuutused ja lokaliseeritud katastroofid, mis ei mõjuta kogu maailma. COVID-19 pandeemial on otsene hävitav majanduslik mõju, mis avaldub igas maailma piirkonnas (Goodell 2020, 4).

Finantsturg oli COVID-19 suhtes tundlik, millest kõneleb aktsiate kukkumine ja volatiilsuse tõus kogu maailmas. Näiteks USA finantsturu volatiilsus ületas 2008. aasta kriisiaja taset, S&P500 indeks langes 2020. a märtsikuu lõpuks ligikaudu 30% (Just, Echaust 2020, 1). Mitte ükski varasem pandeemia või epideemia (ebola, SARS, sea- ja linnugriip) ei toonud kaasa igapäevaseid aktsiaturu kõikumisi nagu COVID-19 puhul. Kui nakkushaiguse levikuperioodidel kehtsid aktsiaturgude langused ja tõusud mitu nädalat või kuud, siis COVID-19 periood paistab silma igapäevaste suurte aktsiaturgude ülisuurte liikumistega (Baker *et al.* 2020, 746). Tuleb rõhutada, et suured igapäevased aktsiaturgude liikumised olid COVID-19 pandeemia perioodil nii tõusvas kui ka langevas suunas. Nii suur COVID-19 mõju võib olla põhjustatud sellest, et võrreldes varasemate epideemia- ja pandeemiaperioodidega, on praegusel ajal informatsiooni kordades rohkem ja see on lihtsamalt kättesaadav ning levib oluliselt kiiremini. Seega tugevdavad uudised ja sotsiaalmeedia turusentimenti, mis põhjustab finantsvarade äärmuslikku hinnaliikumist. Baker *et al.* (2020) arvamusel võib see olla seotud piiriüleste kaubavoogude rolliga kaasaegses majanduses ehk geograafiliselt laienevad tarneahelad ja õigeaegne varude levimus on ootamatute tarnehäirete suhtes väga haavatavad.

Muidugi mõjus COVID-19 finantssektoritele erinevalt, näiteks oli sellel negatiivne mõju lennundussektorile (2020. aasta jooksul langes Boeingu aktsia hind 35%), lennuteenuse sektorile (American Airlinesi aktsia hind langes 45%), naftale (2020. a aprilliks oli nafta hind langenud 67%), ent samal ajal tõi COVID-19 edu IT sektorile (2020. aasta jooksul kasvas Zoom Video Communicationsi aktsia hind peaaegu kuus korda), farmaatsiasektorile (2020. aasta jooksul suurenes Moderna aktsia hind ligikaudu 500%) ja kaubandussektorile (Amazoni aktsia hind suurenes aasta jooksul 74%) (Nasdaq). Ali *et al.* (2020) väidavad, et pandeemia perioodil hakkas bitcoin karmis finantsolukorras näitama olemuslikku nõrkust ja selle rekordiliselt negatiivne tootlus, -37,17%, registreeriti 12. märtsil 2020 ehk COVID-19 pandeemiaks tunnistamisele järgnenud päeval.

Käesoleva töö kirjutamise ajal kestab COVID-19 pandeemia endiselt ja selle mõju lõplik ulatus ei ole veel kindlaks määratud. Praegu on arusaadav, et COVID-19 levikul on kahjulikud tagajärjed, mis on seotud mitte ainult inimeste elude ja tervise, vaid ka majanduse ja finantsturgudega. Praegu on väga keeruline hinnata, kui suur on pandeemiaga tekitatud kahju majandusele ja finantsturule. Sellele küsimusele vastuse leidmine võtab akadeemikutel veel mitu aastat.

## 1.4. Empiiriline kirjeldus

Karjakäitumise fenomeni uuringud on tehtud peamiselt aktsiaturu näitel (Lakonishok *et al.* 1992, Bikhchandani ja Sharma 2000, Chang *et al.* 2000, Chiang, Zheng 2010). Tihti uuritakse karjakäitumist turu konsensuse suhtes, arvestades, et karjakäitumist loovad investorid, kes ignoreerivad oma veendumusi ja lähtuvad investeerimisotsuste tegemisel teiste investorite tegevustest (Vidal-Thomas *et al.* 2019, 181). Karjakäitumise olemasolu analüüsimine on tähtis, kuna selle nähtuse esinemine osutab negatiivset mõju turu efektiivsusele ja viib ebameeldivate tagajärgedeni.

Kuna finantsturgude reaktsioon pandeemiale äratas akadeemikutes huvi, hindasid nad COVID-19 mõju aktsia- ja krüptoturgudele erinevatest perspektiividest. Üks nendest on turgude sõltuvus COVID-19 nakatunute ja surmade arvust. Demir *et al.* (2020) analüüs näitas, et COVID-19 nakatunute ja surmade arvu ning bitcoin'i vahel oli esialgu negatiivne seos, mis muutus hiljem positiivseks. COVID-19 seos teiste krüptorahadega ehk altcoin'idega on sarnane, kuid vastastikmõjud on nõrgemad. See näitab CC maandamise võimalust COVID-19 tekitatud ebakindluse vastu. Alguses käitusid CC-d nagu traditsioonilised finantsvarad, kuid COVID-19 mõju süvenemisega muutusid need paremateks riskide maandajateks. Philippas *et al.* (2020) uurisid, kuidas hindavad ja arvestavad CC investorid finantsturuga seotud informatsiooni ning saadud tulemused näitasid, et aktsiaturuga seotud signaalid on absoluutselt eksogeensed ehk ei ole CC investoritele väärtuslikud. See on kooskõlas varasema Corbet *et al.* (2018) uuringu tulemustega, millest ilmnes, et traditsioonilised finantsvarad ei mõjuta krüptoraha. Samuti leidsid Philippas *et al.* (2020), et bitcoin'iga seotud säutsud ja Google'i otsingud tekitavad ja tugevdavad CC investorite karjakäitumist, samas poliitiline ebakindlus ning aktsia- ja valuutaturgude ühenduvus vähendavad CC karjalaadset käitumist. Feng *et al.* (2017) tõestasid, et BTC kipub reageerima pigem negatiivsetele kui positiivsetele uudistele ja sündmusetele. Seega saab eeldada, et finantsturgude languse põhjuseks sai COVID-19-ga seotud informatsiooni kiire liikumine.

Viimasel ajal on üha populaarsemad investorite karjakäitumisega seotud uuringud. Need on keskendunud peamiselt aktsiaturgudele, kuid mitu uuringut olid suunatud krüptoturu karjakäitumise olemasolu hindamisele. Varasemate empiiriliste uuringute tulemused on kahemõttelised ja vastuolulised. Mõnede turgude uuringud avastasid karjakäitumise olemasolu, teised tõestasid selle puudumist, mõned uuringud tuvastasid karjakäitumise suurenemist stressi ajal, teised analüüsid lükkasid selle teooria ümber.

CSAD meetodi autorid Chang *et al.* (2000) leidsid, et aastatel 1963–1997 ei esinenud USA, Hongkongi ja Jaapani aktsiaturu investorite hulgas karjakäitumist. Nende turukapitalisatsioonil põhinevate uuringute tulemused näitavad, et karjakäitumine ei sõltu aktsiate turukapitalisatsiooni mahust. Chiang ja Zheng (2010) said vastandliku tulemuse. Nemad väidavad, et Euroopa aktsiaturgudel esineb tugev karjaefekt.

Mõned uuringud tõendavad karjakäitumise olemasolu krüptoturul. Näiteks Calderon (2018) leidis, et alates 2013. aasta aprillist kuni 2018. aasta aprillini esines CC investorite karjakäitumist ainult suureneva tootlusega päevadel ja investorid ei järginud turu konsensust väheneva tootluse perioodidel. Temaga nõustuvad Kallinerakis ja Wang (2019), kes väidavad, et krüptoturu karjaefekt on märkimisväärne pigem tõusvate turgude, madala volatiilsuse ja suurema CC mahuga päevade ajal. Kõige hilisema analüüsi tulemused (Yarovaya *et al.* 2021), mis hõlmavad perioodi 2019. aasta jaanuarist 2020. aasta märtsini, viitavad karjakäitumise olemasolule, mis suureneb tõusva turu perioodidel. Nendega vastuolus on Vidal-Tomas *et al.* (2019), kes analüüsisid 65 CC karjakäitumist 2015. aasta jaanuarist 2017. aasta detsembrini ja leidsid, et see esineb perioodidel, mil krüptoturg on langev ehk CC investorid järgivad turu konsensust hindade langusel. Sama tulemuse said Da Gama *et al.* (2019). Nad analüüsisid 50 kõige likviidsema ja suurema turukapitalisatsiooniga CC igapäevaseid andmeid 2015. aasta märtsist 2018. aasta novembrini ja leidsid, et sel perioodil esines väga nõrk karjaefekt, mis tuvastati päevadel, mil turg langes. Samuti viitavad Chang *et al.* (2000) ja Chiani ning Zhengi (2010) uuringute tulemused sellele, et aktsiaturgude karjakäitumise olemasolu on tuvastatud pigem langevatel kui tõusvatel turgudel. Kaiser ja Stöckl (2019) ning Ballis ja Drakos (2020) tuvastasid karjakäitumise olemasolu 2015. aasta jaanuarist 2019. aasta märtsini nii tõusvatel kui ka langevatel turgudel.

Bouri *et al.* (2019) eeldavad, et aastatel 2013–2018 ei ilmnenu 14 peamise CC puhul karjakäitumist. Pärast valimi mitmeks ajavahemikuks jagamist tuvastati karjakäitumine 2016. aasta aprillist 2017. aasta septembrini, mis näitab, et see ei ole stabiilne ja muutub aja jooksul. Christie ja Huang (1995) ning Vo ja Phan (2017) märgivad, et karjakäitumine on finantsturul lühiajaline nähtus. Christie ja Huang (1995) väidavad, et karjaefekt esineb pigem tõusva turu päevadel, aga Vo ja Phan (2017) ütlevad, et see on tugevam langevatel turgudel.

Osa empiirilistest uuringutest keskendusid CC karjakäitumisele turu stressiajal ehk COVID-19 perioodil. Lahmiri ja Berikos (2020) esitasid tõendeid, et COVID-19 pandeemia muutis CC turgude stabiilsustaseme tõsiselt häirituks ja kõikuvaks ning suurendas krüptovaluutade

volatiilsust, mis muutis turu ettearvamatumaks ja kaootilisemaks. Lisaks näitasid nende tulemused, et karjakäitumine on intensiivsem äärmuslikes turutingimustes ja avaldub kriisi alguses, kuid muutub lõpus oluliselt nõrgemaks. Samal ajal ei ole rahvusvaheliste aktsiaturgude stabiilsuse tase muutunud, mis viitab sellele, et pandeemia ajal on krüptoturg ebastabiilsem kui aktsiaturg. Sama tulemuse said Raimundo *et al.* (2020), kes leidsid, et 80 CC karjakäitumise parameetrite ja turustressi vahel on tugev seos, mis viitab sellele, et karjakäitumine on potentsiaalselt suurem turustressi perioodil.

Mõned teadlased said vastupidise tulemuse ehk CC karjakäitumine esines pigem stabiilsetel perioodidel. Näiteks Mnif *et al.* (2020) eeldavad, et COVID-19 levikuga vähenes CC karjakäitumine. Nendega nõustuvad Yarovaya *et al.* (2021) kes leidsid, et COVID-19 pandeemia ajal suurenes CC turgude volatiilsus, kuid karjakäitumine ei olnud väga tugev languse suunas liigutaval turgudel. Seega väidatakse saadud tulemuste põhjal, et COVID-19 pandeemial on krüptoturgude efektiivsusele positiivne mõju.

Mnif *et al.* (2020) analüüsisid fraktaali meetodil viit suurema turukapitalisatsiooniga CC-d ja leidsid, et BTC oli kõige tõhusam enne haiguse puhkemist, muutudes pandeemia ajal vähem efektiivsemaks, võrreldes teiste CC-dega, mis muutusid tõhusamateks kui COVID-19-le eelnenud perioodil.

Krüptoturu karjakäitumise analüüsimisel pööratakse tähelepanu ka bitcoin'i ja altcoin'ide vahelistele suhetele ning sellele, kuidas erineb suuremate CC-de käitumine väiksematest. Gandal ja Halaburda (2016) märkasid tugevat seost BTC ja seitsme altcoin'i vahel. Nende arvamusel tugevneb aeg-ajalt BTC domineerimispositsioon krüptoturul. Sel juhul bitcoin'i hind kasvab ja altcoin'ide hind langeb. BTC domineerimispositsioon varieerub aja jooksul, mis mõjutab ülejäänud krüptorahasid ehk BTC-ga seotud muutused toovad kaasa muutusi kogu krüptoturul. Nendega nõustuvad Osterrieder *et al.* (2017), kes väidavad, et BTC ja viie altcoin'i vahel esineb mõõdukalt tugev seos. Nad arvavad, et bitcoin'i investeerimine on turvalisem, kuna BTC-ga võrreldes on altcoin'id madalama likviidsuse ja suurema volatiilsuse tõttu riskantsemad. Corbet *et al.* (2018) said tulemuse, et bitcoin'i, ripple'i ja litecoin'i vahel on tugev seos. Ciaian *et al.* (2017) esitasid tõendeid, et BTC ja 16 digivaluuta vahel on vastastikune sõltuvus lühiajalises, kuid mitte pikaajalises perspektiivis. Lühiajalises perspektiivis mõjutab BTC uuritud altcoin'ide hindu, kuid pikemas perspektiivis on vaid nelja altcoin'i hinnad BTC hindadega integreeritud. Autorid leidsid, et CC nõudluse ja pakkumise mõju hindadele on tugevam lühiajalises perspektiivis. Mõnede

akadeemikute, näiteks Da Gama *et al.* (2019) analüüsi tulemused kõnelevad, et mitte kõik altcoin'id pole BTC mõju all – mõnedel nendest on n-ö immuuniteet digitaalses keskkonnas BTC levitatavate turumõjude vastu, mis on põhjustatud nende CC inflatsioonikontrolli ja rakendamise iseärasustest. Teised uuringud andsid vastupidiseid tulemusi, näiteks Kallinerakis ja Wang (2019) ning Philippas *et al.* (2020) väidavad, et krüptoturul on karjakäitumine tugevalt motiveeritud väiksematest krüptorahadest, mis omakorda ei sõltunud suurematest CC-dest.

Huvitava tulemuse said Vidal-Tomas *et al.* (2019). Nende uuring näitas, et väikeste CC-de karjakäitumine on otseselt seotud suurte CC-de karjakäitumisega ehk suuremad CC-d juhivad kogu krüptoturgu. Samuti leidsid nad, et BTC ei mõjuta ülejäänud turgu ning altcoin'id ei käitu vastavalt BTC käitumisele. See viitab, et uuritava perioodil ei kuulunud BTC suuremate krüptoturgu mõjutavate krüptorahade hulka. Teadlaste tähelepanuta ei jäänud ka fakt, et krüptoturu languse ajal valitseb altcoin'ide karjakäitumine. Sellest tulenevalt eeldavad autorid, et BTC kaotas oma võimu ega ole enam võimeline kogu krüptoturul karjakäitumise efekti tekitama.

Krüptoturg on üsna noor finantsturg ning enne COVID-19 perioodi ei olnud see tõsise stressiga kokku puutunud, seega ei ole selle karjakäitumist raskel ajal palju analüüsitud. Kuid läbi on viidud uuringud, mis hindasid teiste finantsturgude karjakäitumise olemasolu turu stressiperioodidel. Näiteks näitasid Christie ja Huangi (1995) USA aktsiaturu uuringud, et stressi ning kõrgema volatiilsuse ajal on karjakäitumine nõrk või puudub täielikult. Hwang ja Salmon (2004) leidsid, et Aasia ja eriti Venemaa kriis on USA ja Lõuna-Korea turgude karjakäitumise pöördepunktidenä selgelt määratletud ehk need kriisid stimuleerisid pigem turu efektiivsust kui karjakäitumise suurenemist. Saadud tulemused viitavad sellele, et turukriis või stressiperioodid aitavad turgu tasakaalu viia, mis tähendab, et turustress stimuleerib tõhusat hinnakujundust. Hilisemate uuringute tulemused käivad sellele veendumusele vastu. Philippas *et al.* (2013) tõestasid, et USA kinnisvaraturu REIT karjakäitumine on stressiperioodil märkimisväärsem. Vo ja Phan (2017) tuvastasid, et karjaefekt Vietnami aktsiaturul on kriisijärgsel ajal tugevam kui kriisieelsel ajal. Nende tulemused viitavad sellele, et turustressi ajal pöörduvad investorid turu konsensusse, mitte põhialuste poole.

## 2. METOODIKA JA ANDMED

Selles peatükis tutvustab töö autor kasutatavat meetodikat ja selle omadusi ning annab ülevaate valimi koostamise põhimõtetest. Peatüki lõpus kirjeldatakse valimi statistilisi omadusi ja aegridade dünaamikat.

### 2.1. Kasutatav meetodika

Karjakäitumise tuvastamiseks ja hindamiseks on välja töötatud erinevad lähenemisviisid, mis baseeruvad peamiselt tootluse regressioonitestidel. Töö eesmärgi saavutamiseks ja krüptoturu karjakäitumise hindamiseks kasutab autor Chang *et al.* (2000) välja pakutud tootluse dispersiooni ehk läbilõikelise absoluuthälbe mõõtu CSAD (Cross Sectional Absolute Deviation). Sellega määratletakse suhet krüptoraha tootluse ja kogu krüptovaluuta turu tootluse vahel (Chang *et al.* 2000, 1656). Selle näitaja analüüs määratleb, kas turul valitseb karjakäitumine ja milline on selle mõju kogu krüptoturule. CSAD kasutamine on standardne ja levinuim karjakäitumise analüüsi meetod. Seda arvutatakse järgmiselt:

$$CSAD_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |R_{i,t} - R_{m,t}| \quad (1)$$

kus

$CSAD_t$  – tootluse dispersioon ajahetkel  $t$

$R_{i,t}$  – krüptoraha  $i$  päevane tootlus ajahetkel  $t$

$R_{m,t}$  – krüptoturu portfelli kaalutud keskmine päevane tootlus ajahetkel  $t$

$N$  – portfellis oleva krüptoraha arv ajahetkel  $t$ .

CSAD ei ole karjakäitumise mõõt, vaid seda kasutatakse karjakäitumise tuvastamiseks. Chang *et al.* (2000) väidavad, et vara hinnakujunduse mudel tunnistab lineaarset suhet varade tootluse dispersiooni ja turu tootluse absoluutväärtuse vahel (vt valem 2). Lineaarne mudel eeldab, et turu äärmusliku liikumise perioodidel kaldub varade tootlus turutootlusest kõrvale ja levib turu tootlusele lähemale stabiilsuse perioodidel (Philippas *et al.* 2020, 101193). Vabaturul peaks turutootluse absoluutväärtus liikuma samasuunaliselt kui üksikute varade tootluse hajumine, seega lineaarne seos suureneb. Karjakäitumise olemasolu puhul on tõenäoline, et korrelatsioon varade

tootluse ja vastava hajutatuse vahel väheneb või vähemalt suureneb vähem kui turutootluse proportsionaalne tempo. Selle seose kajastamiseks lisatakse võrrandisse  $R_{m,t}^2$ , mida võib täheldada turutootluse suhteliselt suurte liikumiste korral. Kokkuvõttes selgub, kas tootluse dispersioon  $CSAD_{m,t}$  väheneb ja kui ruttu suureneb võetud turu tootlus  $R_{m,t}^2$ . (Ohlson 2010, 17) Kui  $|R_{m,t}|$  suureneb ja teised tunnused jäävad samaks, siis  $CSAD_{m,t}$  suurenemise tempo väheneb, järelikult tekib mõnel määratud hetkel krüptoturul karjakäitumise efekt (Chang *et al.* 2000, 1665). Karjakäitumise identifitseerimiseks pakuvad Chang *et al.* (2000) kasutamiseks järgmist mudelit:

$$CSAD_{m,t} = \alpha + \beta_1 |R_{m,t}| + \beta_2 R_{m,t}^2 + u_t \quad (2)$$

kus

$|R_{m,t}|$  – krüptoturu portfelli kaalutud keskmine päevase tootluse absoluutväärtus ajahetkel  $t$ ,  
 $R_{m,t}^2$  – krüptoturu portfelli kaalutud keskmine päevase tootluse ruutväärtus ajahetkel  $t$ .

Kui investorite kauplemisotsused hakkavad mõjutama teiste investorite otsuseid, peab tootluse suund turutootlusest ruudus ( $R_{m,t}^2$ ) kõrvalekaldumise asemel turutrendiga ühtlustuma. Sellisel juhul muutub suhe  $CSAD_{m,t}$  ja turu keskmise tootluse  $R^2$  vahel mittelineaarseks ja negatiivseks. (Chang *et al.* 2000, Henker *et al.* 2003) Turul esineb karjakäitumine, kui regressiooni karjakoefitsient  $\beta_2$  on negatiivne ja statistiliselt oluline, aga positiivne või statistiliselt mitteoluline koefitsient  $\beta_2$  viitab investorite ratsionaalsele käitumisele (Chang *et al.* 2000, 1657). Positiivne ja statistiliselt oluline koefitsient  $\beta_2$  viitab kasvavale mittelineaarsele seosele  $CSAD_{m,t}$  ja  $R_{m,t}^2$  vahel ehk nn negatiivsele karjakäitumisele. Negatiivne karjakäitumine tekib, kui investorid loobuvad oma veendumustest jälgida turu konsensust ja seega liituvad turu teiste kauplejate ehk turu konsensust mittejälgivate kauplejate grupiga (Bekiros *et al.* 2017, 129). See tähendab, et turuosalejad ei suru oma individuaalseid vaateid turu konsensuse kasuks peale ja pigem ignoreerivad turuhindade liikumisega seotud informatsiooni. (Gebka, Wohar 2013, 63).

Chiang ja Zheng (2010) laiendasid seda mudelit, lisades tunnuse  $R_{m,t}$ , (valem 3), mis võimaldab efektiivsemalt hinnata turul esinevat asümmeetrilist efekti.

$$CSAD_t = \alpha + \beta_1 R_{m,t} + \beta_2 |R_{m,t}| + \beta_3 R_{m,t}^2 + u_t \quad (3)$$

Paljud empiirilise analüüsi tulemused näitasid varade tootluse asümmeetriat ehk investorite erinevat käitumist erinevates turu tingimustes (näiteks Chang *et al.* (2000), Chiang, Zheng (2010),



Bekiros *et al.* (2017), Calderon (2018) jm). Töö autor testib CC investorite käitumise sõltuvust turu tingimustes, kasutades Chiangi ja Zhengi (2010) mudelit, kuhu lisab fiktiivseid tunnuseid (vt valem 4). Sellega hindab autor karjakäitumise võimalikku asümmeetriat.

Kuna investorite käitumine võib sõltuda turu liikumise suunast, siis analüüsib autor, kas investorite käitumine erineb tõusval krüptoturul investorite käitumisest langeval krüptoturul ning kummal juhul on karjakäitumine tugevam. Selleks, et testida, kuidas teevad investorid erinevates turu suundades otsuseid, lisatakse valemisse kaks fiktiivset tunnust,  $I-D$  ja  $D$ , mis iseloomustavad tõusvat ja langevat turgu. Tõusvat turgu iseloomustavad positiivse tootlusega päevad, langevat turgu negatiivse tootlusega päevad (Economou *et al.* 2016, 3). Eeldatakse, et see meetod on tugevam võrreldes meetodiga, kus on rakendatud kahte erinevat regressioonimudelit ehk eraldi langeva ja tõusva turu jaoks (Economou *et al.* 2016, 3).

$$CSAD_t = \alpha + \beta_1(1 - D) \times R_{m,t} + \beta_2 D \times R_{m,t} + \beta_3(1 - D) \times R_{m,t}^2 + \beta_4 D \times R_{m,t}^2 + u_t \quad (4)$$

kus

$I-D$  – tõusvat turgu iseloomustav fiktiivne tunnus, ( $D-I = 1$ , kui  $R_{m,t} \geq 0$ )

$D$  – langevat turgu iseloomustav fiktiivne tunnus ( $D = 1$ , kui  $R_{m,t} < 0$ )

Selleks, et lihtsustada valemite loetavust, muudab töö autor mudeli 4 muutujate kujundust. Tõusvat turgu iseloomustav lühend  $I-D$  on asendatud sümboliga  $t$  ja langevat turgu iseloomustav sümbol  $D$  on asendatud sümboliga  $l$ . Mudeli 4 uus formaat on kujutatud mudelis 5.

$$CSAD_t = \alpha + \beta_1 R_t + \beta_2 R_l + \beta_3 R_t^2 + \beta_4 R_l^2 + u_t \quad (5)$$

Statistiliselt olulised ja negatiivsed  $\beta_3$  ja  $\beta_4$  tõendavad karjakäitumise esinemist tõusval ja langeval turul.

Selle mudeli põhjal testib autor karjakäitumise asümmeetriat. Karjakäitumise asümmeetria testimiseks kasutab töö autor Waldi testi. See hindab erinevust tõusva ja langeva turu vahel ehk statistiliselt oluliste parameetrite  $\beta_3$  ja  $\beta_4$  erinevus viitab asümmeetria olemasolule.

Kuna käesoleva töö valimisse kuuluvad nii krüptorutu liidrid kui ka väiksema turu kapitalisatsiooniga CC-d, võivad suuremad CC-d mõjutada mudelite 1 ja 2 tulemusi. Väikeste ja suurte CC-de suhtelise mõju uuring on eriti oluline, sest erinevates turu tingimustes võivad

väikesed CC-d suuremate suhtes erinevalt reageerida (Chang *et al.* 2000, 1668). Mõju testimiseks käsitletakse väiksemaid CC-sid suurematest eraldi. Iga alamturu jaoks tehakse analüüs arvutatud tootluse, ruuttootluse ja turu dispersiooni alusel (Chiang ja Zheng 2010, 1915), milleks kasutatakse Chiangi ja Zhengi (2010) meetodit (valem 6). Töö autor jagab valimi kaheks alamturuks. Esimesse ehk suurde alamturgu kuuluvad viis perioodi suuremat keskmise turukapitalisatsiooniga virtuaalset valuutat (Bitcoin, Ethereum, Ripple, Litecoin ja Bitcoin Cash) ning väikese alamturu moodustavad töö autori valimi ülejäänud 35 väiksema perioodi keskmise turukapitalisatsiooniga valuutat (altcoin'id).

$$CSAD_v = \alpha + \beta_1 R_{t,v} + \beta_2 R_{l,v} + \beta_3 R_{t,v}^2 + \beta_4 R_{l,v}^2 + \beta_5 CSAD_s + \beta_6 R_{t,s}^2 + \beta_7 R_{l,s}^2 + u \quad (6)$$

kus

$CSAD_v$  – väiksema turukapitalisatsiooniga tootluse dispersioon,  
 $R_{t,v}$  – väiksema turukapitalisatsiooniga krüptorahade päevane tootlus turu tõusuperioodil,  
 $R_{l,v}$  – väiksema turukapitalisatsiooniga krüptorahade päevane tootlus turu langusperioodil,  
 $R_{t,v}^2$  – väiksema turukapitalisatsiooniga krüptorahade päevane ruuttootlus turu tõusuperioodil,  
 $R_{l,v}^2$  – väiksema turukapitalisatsiooniga krüptorahade päevane ruuttootlus turu langusperioodil,  
 $CSAD_s$  – suurema turukapitalisatsiooniga tootluse dispersioon,  
 $R_{t,s}^2$  – suurema turukapitalisatsiooniga krüptorahade päevane ruuttootlus turu tõusuperioodil,  
 $R_{l,s}^2$  – suurema turukapitalisatsiooniga krüptorahade päevane ruuttootlus turu langusperioodil.

See käsitlus annab võimaluse võrrelda eraldi väiksemate ja suuremate CC-de karjakäitumist nii tõusvas kui ka langevas trendis liikuvatel turgudel. Väiksemate krüptoturu investorite karjakäitumise olemasolu tõusval ja langeval turul peegeldavad statistiliselt olulised ja negatiivsed koefitsiendid  $\beta_3$  ja  $\beta_4$ , suuremate CC-de karjalaadset käitumist kirjeldavad  $\beta_6$  ja  $\beta_7$ . Negatiivsed ja statistiliselt olulised  $\beta_6$  ja  $\beta_7$  viitavad väikeste CC-de sõltuvusele suurematest, positiivne ja statistiliselt oluline  $\beta_5$  näitab suuremate CC-de domineerimist krüptoturul (Vidal-Tomas *et al.* 2019, 184). Statistiliselt oluline parameetrite  $\beta_3$  ja  $\beta_4$  erinevus viitab väiksemate CC-de karjakäitumise asümmeetriale ja statistiliselt oluline parameetrite  $\beta_6$  ja  $\beta_7$  erinevus viitab suuremate CC-de karjakäitumise asümmeetrilisele olemasolule.

Viimasena analüüsib töö autor peamise ehk kõige suurema turukapitalisatsiooniga krüptoraha, bitcoin'i mõju ülejäänud krüptoturu instrumentidele. Selleks on rakendatud valemi 7 mudelit, mis on samalaadne nagu valem 6 (Vidal-Tomas *et al.* 2019, 185), aga väiksemate valuutade tootlus on asendatud bitcoin'i tootlusega ning seda võrreldakse valimi ülejäänud 39 virtuaalraha käitumisega.

$$CSAD_a = \alpha + \beta_1 R_{t,a} + \beta_2 R_{l,a} + \beta_3 R_{t,a}^2 + \beta_4 R_{l,a}^2 + \beta_5 R_{t,b}^2 + \beta_6 R_{l,b}^2 + u \quad (7)$$

kus

$CSAD_a$  – altcoin’ide tootluse dispersioon,

$R_{t,a}$  – altcoin’ide päevane tootlus turu tõusuperioodi ajahetkel,

$R_{l,a}$  – altcoin’ide päevane tootlus turu langusperioodi ajahetkel,

$R_{t,a}^2$  – altcoin’ide päevane ruutootlus turu tõusuperioodi ajahetkel,

$R_{l,a}^2$  – altcoin’ide päevane ruutootlus turu langusperioodi ajahetkel,

$R_{t,b}^2$  – bitcoin’i päevane ruutootlus turu tõusuperioodi ajahetkel,

$R_{l,b}^2$  – bitcoin’i päevane ruutootlus turu langusperioodi ajahetkel.

Bitcoin'i karjakäitumise asümmeetria olemasolu näitab statistiliselt oluline parameetrite  $\beta_5$  ja  $\beta_6$  erinevuse Waldi testi väärtus, statistiliselt oluline parameetrite  $\beta_3$  ja  $\beta_4$  erinevuse Waldi testi väärtus tõendab karjakäitumise asümmeetriat, mis valitseb altcoinide turul.

Neid nelja meetodit kasutab autor krüptoturu karjalaadse käitumise tuvastamiseks ja selle võrdlemiseks COVID-19-le eelneva ja COVID-19 perioodi vahel. Tavaliselt võib üks nendest meetoditest viidata karjakäitumise olemasolule ja teine selle puudumisele. Selles olukorras tuleks eelistada fiktiivsete tunnustega meetodeid (Economou *et al.* 2016, 3).

Andmete ökonomeetiline analüüs on tehtud tarkvaraga Gretl. Autor hindab nelja lineaarset regressioonimudelit vähimruutude meetodil (OLS). Karjakäitumise asümmeetria testimiseks on kasutatud Waldi testi.

## 2.2. Andmed

Magistritöö eesmärgi saavutamiseks võtab autor 40 suurema turukapitalisatsiooniga krüptoraha, mis moodustasid 93,26% (vt joonis 3) kogu krüptoraha turukapitalisatsioonist seisuga 11.03.2020 ja keskmiselt 85% uuritava perioodi jooksul. Valimi koostamisel arvestati, et krüptoraha oleks turul registreeritud vähemalt üks aasta enne COVID-19 pandeemiaks tunnistamist. Andmed on pärit peamisest ja suuremast krüptovaluutade jälgimise veebiplatvormist [www.coinmarketcap.com](http://www.coinmarketcap.com), mille eesmärk on pakkuda kasutajatele täpset ja õigeaegset informatsiooni krüptorahade kohta.

Valimisse võeti iga krüptoraha päevane tootlus ja turukapitalisatsioon ning kogu krüptovaluutade turu turukapitalisatsioon (vt tabel 1). Andmed on kajastatud USA dollarites (USD).

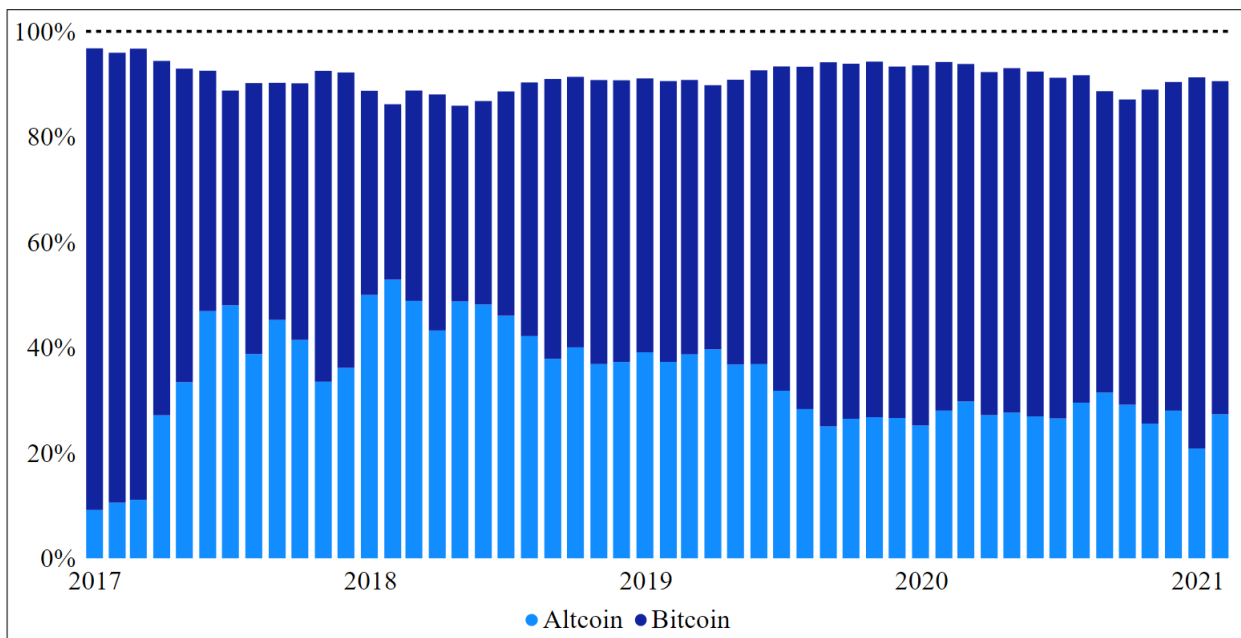
Tabel 1. Analüüsi valimit moodustav krüptoraha

Nimetus	Kood	Turu kapitalisatsioon (USD)	Nimetus	Kood	Turu kapitalisatsioon (USD)
Bitcoin	BTC	144 508 402 671	Cosmos	ATOM	567 437 541
Ethereum	ETH	21 446 678 546	IOTA	MIOTA	541 776 236
Ripple	XRP	9 118 339 803	Maker	MKR	484 053 356
Bitcoin Cash	BCH	4 890 279 835	NEM	XEM	395 928 938
Bitcoin SV	BSV	3 490 756 151	Zcash	ZEC	374 422 271
Litecoin	LTC	3 114 857 126	Ontology	ONT	367 636 993
EOS	EOS	2 817 698 134	Basic Attention Token	BAT	287 624 617
BinanceCoin	BNB	2 570 218 252	Dogecoin	DOGE	270 074 772
Tezos	XTZ	1 766 196 738	OKB	OKB	268 683 868
Chainlink	LINK	1 336 130 849	VeChain	VET	246 810 891
Cardano	ADA	1 027 986 946	FTX Token	FTT	230 442 780
Stellar	XLM	1 020 725 925	Qtum	QTUM	186 991 220
TRON	TRX	989 248 812	ICON	ICX	159 381 750
UNUS SED LEO	LEO	982 801 431	Ox	ZRX	142 340 466
Monero	XMR	945 828 553	Waves	WAVES	135 551 752
Huobi Token	HT	909 363 200	Synthetix	SNX	121 496 425
Ethereum Classic	ETC	765 026 176	OMG Network	OMG	105 047 387
Crypto.com Coin	CRO	698 810 478	Theta	THETA	86 368 498
Dash	DASH	675 752 535	DigiByte	DGB	67 994 281
Neo	NEO	663 446 332	Zilliqa	ZIL	57 287 561

Allikas: CoinMarketCap, autori koostatud

Töö valim hõlmab perioodi 01.01.2017–31.12.2020. Kuna 2017. aastal hakkas krüptoraha turg oluliselt muutuma, mille põhjustas paljude uute krüptovaluutade registreerimine ja turukapitalisatsiooni suurenemine, algab uuritav periood 01.01.2017. Vaatamata sellele, et töö kirjutamise ajal suureneb COVID-19 nakatunute arv maailmas kriitiliselt, lõpeb analüüsiv periood 31.12.2020. Kuna töö eesmärk on analüüsida, kas ja kuidas muutus karjakäitumine krüptoraha turul COVID-19 levikuga, on andmed jagatud kaheks ajavahemikuks: COVID-19-le eelnenud perioodiks ja COVID-19 perioodiks. 11.03.2020 tunnistas Maailma Terviseorganisatsioon COVID-19 pandeemiaks. COVID-19 pandeemiaks tunnistamine mõjutas oluliselt krüptoturgu, millest räägivad hindade rekordlangus (ühe ööpäeva jooksul langesid hinnad keskmiselt 30%) ja tohutu kahjumlik tootlus ning suur turukapitalisatsiooni vähenemine (vt joonis 1). Seega hindab autor karjakäitumise olemasolu perioodil 01.01.2017–10.03.2020 (1165 vaatlust) ja perioodil 11.03.2020–31.12.2020 (296 vaatlust).

Joonis 3 näitab, kuidas muutus valimisse võetud krüptorahade turukapitalisatsioon käsitletaval perioodil. Valimi turukapitalisatsioon ületas sel perioodil 80% kogu turukapitalisatsioonist ehk ülejäänud mitu tuhat CC-d mooduvad keskmiselt 10% turukapitalisatsioonist.



Joonis 3. 40 krüptoraha (bitcoin'i ja 39 altcoin'i) turukapitalisatsioon perioodil 01.01.2017–31.01.2021, protsentides.

Allikas: CoinMarketCap, autori koostatud

Jooniselt on näha, et peamiselt üle poole turukapitalisatsioonist moodustas bitcoin'i turukapitalisatsioon. Selle osatähtsus kogu turust on üsna varieeruv. Näiteks 2017. a alguses oli selle osatähtsus ligikaudu 80% koguturust, 2018. a alguses moodustas bitcoin umbes 35% ehk see vähenes ühe aasta jooksul rohkem kui kaks korda. Kahe järgmise kuu jooksul suurenes see 10%. COVID-19 perioodil moodustas BTC ligikaudu 60% kogu turukapitalisatsioonist.

### 2.3. Kirjeldav statistika

Tabelis 2 on esitatud seletatavate tunnuste  $CSAD_{m,t}$  ja  $R_{m,t}$  kirjeldav statistika enne COVID-19 pandeemiaks tunnistamist ja alates COVID-19 leviku pandeemiaks tunnistamist perioodide lõikes. Statistika on toodud 1461 vaatluse ehk 1461 päeva kohta. COVID-19-le eelnenud perioodil oli krüptoturu igapäevane keskmine tootlus 0,42%, mis oli 0,1% võrra väiksem kui pandeemia ajal. COVID-19 ajal kaldus CC tootlus turutootluse suunas, mida iseloomustavad vähenenud  $CSAD_{m,t}$  päevased keskmised ja mediaan ning suurenenud  $R_{m,t}$  näitajad. Keskmine  $CSAD_{m,t}$  oli uurimisperioodidel 3,64% ja 2,62%, mis on suurem kui  $R_{m,t}$  keskmised. See näitab samuti krüptoraha tootluse suurt kõrvalekallet turu konsensusest.  $CSAD_{m,t}$  miinimum pandeemiale eelneval ja pandeemia ajal eriti ei erine ehk need on vastavalt 0,93% ja 0,72%, aga pandeemia perioodi maksimum on ligikaudu kolm korda väiksem kui eelnevalt.

Tabel 2.  $CSAD_{m,t}$  ja  $R_{m,t}$  kirjeldav statistika

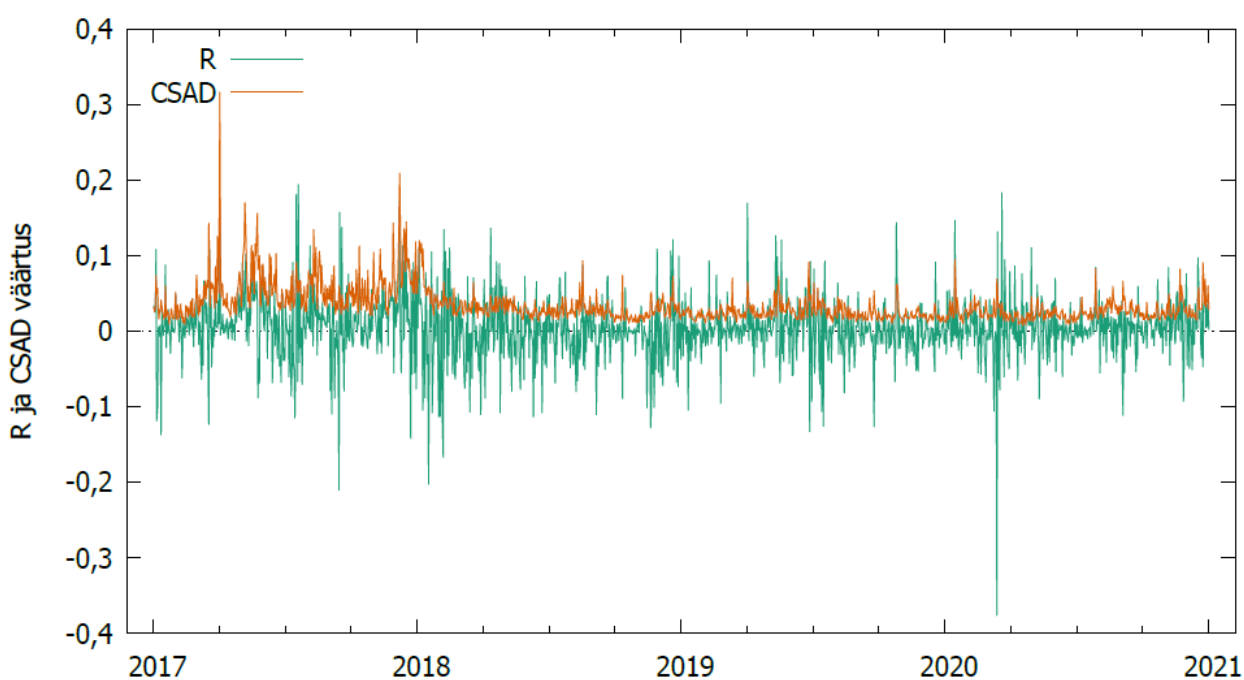
	01.01.2017-10.03.2020		11.03.2020-31.12.2020	
	$R_{m,t}$	$CSAD_{m,t}$	$R_{m,t}$	$CSAD_{m,t}$
Keskmine	0,42%	3,64%	0,52%	2,62%
Mediaan	0,38%	2,87%	0,51%	2,33%
Miinimum	-21,05%	0,93%	-37,63%	0,72%
Maksimum	19,43%	31,64%	18,35%	9,11%
Standardhälve	4,37%	2,48%	4,02%	1,23%
Asümmeetriakordaja	-0,07	3,13	-2,53	1,99
Vaatluste arv	1165	1165	296	296

Allikas: autori arvutused Gretl tarkvara abil

Turu tootlus  $R_{m,t}$  varieerus enne COVID-19 aega -21,05%-st kuni 19,43%-ni ning alates pandeemiast -37,63%-st kuni 18,35%-ni. Mõlema perioodi turutootluse standardhälbed on 4%. Nullist erinev asümmeetriakordaja näitab analüüsitava jaotuse asümmeetriat.  $R_{m,t}$  negatiivne asümmeetriakordaja tähendab, et jaotus on kaldu vasakul ehk vaadeldavatel perioodidel, eriti COVID-19 ajal, iseloomustasid turu tootlust regulaarsed väikesed kasumid ja mõned äärmuslikud kahjumid.

## 2.4. Aegridade graafik

Joonisel 2 kajastuvad päevased  $CSAD_{m,t}$  ja  $R_{m,t}$ . Perioodil 01.01.2017–31.01.2021 olid nii  $CSAD_{m,t}$  kui ka  $R_{m,t}$  joondatud peamiselt nulli peal, vaid mõnikord, eriti perioodil 2017 – jaanuar 2018 esines suurenemise trend. Graafik näitab, et krüptoturu tootluse dünaamika ei lange alati kokku turutootluse dispersiooni dünaamikaga ehk kui  $CSAD_{m,t}$  on kõrgel tasemel, võib  $R_{m,t}$  olla madalal tasemel. See tõendab, et  $CSAD_{m,t}$  ja  $R_{m,t}$  vaheline lineaarne seos on rikutud, mistõttu on karjakäitumise uuring õigustatud. 2017. aastal ja alates 2020. aasta lõpust ilmnis  $CSAD_{m,t}$  oluline suurenemine, mis võib viidata üksmeelele investorite seas ja põhjendada hindade tõusmist (Calderon 2018, 22).



Joonis 2.  $CSAD_{m,t}$  ja  $R_{m,t}$  krüptoraha turul perioodil 01.01.2017–31.12.2020.  
Allikas: autori koostatud Gretl tarkvara abil

### 3. EMPIIRILINE ANALÜÜS

Selles peatükis analüüsitakse karjakäitumise tuvastamise mudeleid ja esitatakse empiirilised tulemused kahe ajavahemiku kohta: COVID-19-le eelnev periood ja COVID-19 periood. Edasi arutletakse karjakäitumise identifitseerimisega seotud tulemuste üle ning võrreldakse neid varasemate uuringute tulemustega. Esimesena on toodud standardse Chang *et al.* (2000) mudeli analüüsi tulemused, seejärel analüüsitakse CC karjakäitumise asümmeetriat, lisades mudelisse fiktiivseid tunnuseid.

#### 3.1. Karjakäitumise standardse mudeli analüüs

Tabelis 3 on toodud regressioonivõrrandi 2 põhjal ühendatud vähimruutude meetodiga saadud  $CSAD_{m,t}$  analüüsi tulemused. Tulemused on esitatud kahe perioodi kohta: 01.01.2017 – 10.03.2020 (COVID-19-le eelnev periood) (vt lisa 2) ja 11.03.2020 – 31.12.2020 (COVID-19 periood) (vt lisa 3). Mõlema mudeli F-statistiku väärtus näitab, et tervikuna on mudelid statistiliselt olulised usaldusnivool 1%. Mudeli selgitusvõime ei ole väga tugev, selle determinatsioonikordaja  $R^2$  COVID-19-le eelneval perioodil oli 18,88% ja COVID-19 perioodil 24,53%. See tähendab, et mudelite abil on ära seletatud ligikaudu 19% koguhajuvusest esimesel perioodil ja 25% teisel perioodil ehk mudelite sõltumatu tunnustega on võimalik kirjeldada 19% ja 25%  $CSAD_{m,t}$  variatiivsusest. Sama tulemust (peamiselt 20%–30%) näitavad ka teised varasemad karjakäitumise uuringud.

Autori fookus on peamiselt  $R_{m,t}^2$  peal, kuna see väärtus määrab karjakäitumise olemasolu või puudumist. Kui tunnus  $R_{m,t}^2$  on statistiliselt oluline ja negatiivne, siis ei kehti lineaarne seos  $CSAD_{m,t}$  ja  $R_{m,t}^2$  vahel ehk kui keskmise turutootluse absoluutväärtus muutub suuremaks, siis  $CSAD_{m,t}$  negatiivse väärtuse absoluutväärtus suureneb, mis viitab sellele, et investorid suruvad turu konsensuse kasuks omaenda veendumusi alla. (Chang *et al.* 2000, 1665).



Tabel 3. Valemi 2 regressioonimudeli tulemused

	COVID -le eelnev periood			COVID -19 periood		
	koefitsient	standardviga	olulisus	koefitsient	standardviga	olulisus
$\alpha$ , const	0,0260	0,0011	***	0,0201	0,0009	***
$\beta_1$ , abs_R	0,3414	0,0512	***	0,2695	0,0352	***
$\beta_2$ , R_sqr	0,0077	0,3859		-0,3870	0,1298	***
$R^2$	18,88%			24,53%		
Korrigeeritud $R^2$	18,74%			24,02%		
F-statistiku väärtus	1,55*10 <sup>-53</sup> ***			1,24*10 <sup>-18</sup> ***		
Krüptorahade arv	40			40		
Vaatluste arv	1165			296		

Märkused: \*\*\* oluline usaldusnivool 1%; \*\* oluline usaldusnivool 5%; \* oluline usaldusnivool 10%.

Allikas: autori arvutused

Esimese perioodi regressioonimudeli koefitsiendid  $\alpha$  ja  $\beta_1$  on positiivsed ja statistiliselt olulised usaldusnivool 1%, mis tähendab, et nende tunnuste ja krüptoturu tootluse dispersiooni  $CSAD_{m,t}$  vahel on tugev positiivne seos. Samal ajal on karjakoefitsient  $\beta_2$  positiivne ega ole statistiliselt oluline (0,0077). See viitab karjalaadse käitumise puudumisele.

COVID-19 aja regressiooni kõik mudeli seletavate tunnuste koefitsiendid on statistiliselt olulised usaldusnivool 1%. Saadud tulemuste alusel on tehtud järeldus, et seletavatel tunnustel  $\alpha$  ja  $\beta_1$  on positiivne seos krüptoturu tootluse dispersiooniga  $CSAD_{m,t}$ . Karjakoefitsient  $\beta_2$  muutub statistiliselt oluliseks ja negatiivseks (-0,3870\*\*), mis tähendab, et  $CSAD_{m,t}$  ja  $R^2_{m,t}$  vahel on mittelineaarne ja negatiivne seos. Autori esimese mudeli analüüsiga selgus, et COVID-19-le eelneval ajal ei esinenud krüptoturul karjakäitumise efekti, aga COVID-19 levikuga hakkasid investorid imiteerima teiste investorite käitumist, mille tulemusena ilmnes karjakäitumine CC turul.

Bekiros *et al.* (2017) eeldavad, et rahulikul ajal otsustavad investorid ratsionaalselt ehk karjaefekti ei esine ning seetõttu ei ole karjakoefitsient statistiliselt oluline. See tulemus on sarnane Bouri *et al.* (2017) tulemustele, kes ei avastanud CC turul karjakäitumise efekti olemasolu ajavahemikul 2013–2018. Autori tulemus on vastuolus Mnif *et al.* (2020) tulemustega, kes leidsid, et COVID-19 levikuga vähenes CC karjakäitumine. Raimundo *et al.* (2020) 80 CC beeta-kontseptsiooni analüüs andis vastupidise tulemuse ehk perioodil juulist 2015 kuni märtsini 2020 esines krüptoturul investorite karjakäitumine.

### 3.2. Karjakäitumise asümmeetria analüüs

Mõne uuringu tulemused näitasid varade tootluse asümmeetriat ehk tootluse dispersiooni, mis tähendab, et korrelatsioonikäitumine tõusvatel turul erinevate langevate turgude näitajatest. Chang *et al.* (2000), Chiang ja Zheng (2010) ja Philippas *et al.* (2013) osutavad, et dispersiooni hajumine on asjakohasem pigem turu tõusu kui languse jaoks. Magistritöö autor uuris, kas karjakäitumisel esineb asümmeetriline reaktsioon päevadel, kui CC tootlus on positiivse väärtusega, võrreldes päevadega kui CC tootlus on negatiivne.

Tabelis 4 ning lisades nr 4 ja 5 on toodud karjalaadse käitumise olemasolu ja asümmeetria hindamise tulemused, mis põhinevad valemil 5. Esiteks leidis autor, et selle mudeli tulemused sarnanevad eelmise mudeli tulemustega ehk investorite karjalaadne käitumine tuvastati üksnes COVID-19 pandeemia leviku perioodil. Sellele viitavad negatiivse väärtusega statistiliselt olulised karjakoefitsiendid  $\beta_3$  (-1,4366\*\*\*) tõusvatel ja  $\beta_4$  (-0,2855\*) ja langevatel krüptoturgudel COVID-19 pandeemia ajal. Statistiliselt mitteolulised pandeemiale eelneva perioodi karjakoefitsiendid  $\beta_3$  on 0,1445 ja  $\beta_4$  on 0,0539).

Tabel 4. Regressioonmudeli (valem 5) tulemused

	COVID-19-le eelnev periood			COVID-19 periood		
	koefitsient	standardviga	olulisus	koefitsient	standardviga	olulisus
$\alpha$ , const	0,0260	0,0011	***	0,0194	0,0010	***
$\beta_1$ , Rt	0,4523	0,0573	***	0,3838	0,0579	***
$\beta_2$ , Rl	-0,1814	0,0599	***	-0,2431	0,0474	***
$\beta_3$ , Rt_sqr	0,1445	0,4671		-1,4366	0,4906	***
$\beta_4$ , Rt_sqr	0,0539	0,4876		-0,2855	0,1512	*
$R^2$	24,85%			26,19%		
Korrigeeritud $R^2$	24,60%			25,18%		
F-statistiku väärtus	1,54*10 <sup>-70</sup> ***			2,51*10 <sup>-18</sup> ***		
Krüptorahade arv	40			40		
Vaatluste arv	1165			296		
Wald's test: $\beta_3$ ja $\beta_4$	0,9523			0,0067 ***		

Märkused: \*\*\* oluline usaldusnivool 1%; \*\* oluline usaldusnivool 5%; \* oluline usaldusnivool 10%.

Allikas: autori arvutused

Seejärel leidis autor, et karjakäitumise asümmeetria puudus pandeemiale eelneval perioodil, millele viitab  $\beta_3$  ja  $\beta_4$  asümmeetria testimise tulemus (Waldi testi p-väärtus on 0,9523 ehk

parameetrite erinevus ei ole statistiliselt oluline usaldusnivool 10%). Samade parameetrite erinevus COVID-19 perioodil on statistiliselt oluline usaldusnivool 1%, mis räägib karjakäitumise asümmeetriast. Samuti tuvastas, autor, et karjaefekt oli levinum kiiresti kasvavates turutingimustes. Seda näitab koefitsiendi  $\beta_3$  suurem absoluutväärtus. Mudel kinnitab autori eelmise empiirilise analüüsi tulemusi ehk COVID-19 pandeemiaks tunnistamisega muutus krüptoturu investorite käitumine sõltuvaks teistest investoritest.

Kallinterakise ja Wangi (2019) varasema krüptoturu analüüs näitab samasugust tulemust ehk CC karjakäitumine esineb tõusval turul. Aktsia- ja kinnisvaraturgude analüüside tulemused (Chang *et al.* (2000), Chiang ja Zheng (2010), Philippas *et al.* (2013) ning Vo ja Phan. (2017)) on vastupidised ehk tugevam karjakäitumine valitseb langevatel turgudel. Vidal-Tomas *et al.* (2019) CC leidsid, et varasemal perioodil oli CC karjakäitumine tajutav pigem kahaneval turul, seletades seda olukorda käitumusliku rahanduse vaatenurgaga, kuna investorite reaktsioon kahjumi korral on äärmuslikum kui kasumi korral. Sellega nõustuvad ka Feng *et al.* (2017) ning Vidal-Tomas ja Ibanez (2018), kes eeldavad BTC turu analüüsi tulemustele tuginedes, et CC turg kipub tugevamalt ja kiiremini reageerima negatiivsetele sündmustele. Kui COVID-19 pandeemiaks tunnistamisega olid turud mõnel hetkel ebakindlad, siis mõjutas see ka CC turgu. Mittekogunud investorid hakkavad kopeerima teiste investorite tegevust, kuna kardavad kahjumit.

### **3.3. Suurema ja väiksema krüptoraha alamturgude karjakäitumise analüüs**

Käesoleva töö autor analüüsib ka väikeste ja suuremate krüptovaluutade käitumist ehk seda, kas väikesed krüptorahad on suuremate krüptorahade karjalaadse käitumise mõju all. . Analüüsimiseks jagas töö autor varem käsitletud valimi kaheks rühmaks: esimesse rühma kuulub viis kõige suuremat perioodi keskmise turukapitalisatsiooniga CC-d (Bitcoin, Ethereum, Ripple, Litecoin ja Bitcoin Cash) ning teise rühma 35 madalama keskmise turukapitalisatsiooniga CC-d. Uuringuks kasutab autor regressioonmudelit 6, mille tulemused on esitatud tabelis 5 ning lisades nr 6 ja 7.

Mõlema perioodi mudelite seletavad tunnused on statistiliselt olulised usaldusnivool 10%. Autor leidis, et mudelisse uute tunnuste lisamisega suurenesid determinatsioonikordaja  $R^2$  (69,96% ja 45,69%) ja korrigeeritud determinatsioonikordaja  $R^2$  (69,77% ja 44,37%), mis viitab sellele, et mudeli kirjeldusvõime on suurem, võrreldes autori varem analüüsitud mudelitega. Waldi testi

tulemused näitavad, et parameetrite  $\beta_3$  ja  $\beta_4$  ning  $\beta_6$  ja  $\beta_7$  erinevused on statistiliselt olulised usaldusnivool 1%, mis tõestab, et käsitletud perioodidel esines karjakäitumise asümmeetria.

Hoolimata sellest, et töö autori eelmiste mudelite analüüs näitas, et enne COVID-19 ei olnud karjakäitumise olemasolu avastatud, siis regressioonianalüüsi tulemused näitavad, et karjakäitumine valitseb väikesel alamturul negatiivse tootluse päevadel (karjakoefitsient  $\beta_4$  on -0,8652\*\*). Bouri *et al.* (2018) arvates ei ole tavaline ehk staatiline lähenemisviis eriti korrektne, kuna ei peegelda kogu pilti, rõhutades asümmeetrilise karjakäitumise asjakohasust. Tulemust võib seletada asjaolu, et väikeste CC-de investorid ei ole kogenud ning CC hinna langemisel eelistavad nad võimalikult kiiresti oma vara müüa, kuna ei ole kindel, kas CC hinna kukkumine peatub ja saavutab kunagi kõrgema taseme. Viie suurema CC puhul on olukord vastupidine. Karjakäitumine enne pandeemiat ilmnis tõusva liikumisega turul (karjakoefitsient  $\beta_6$  on -2,2500\*\*\*) ning oli puudu langeval turul (karjakoefitsient  $\beta_7$  on positiivne ja statistiliselt oluline).

Tabel 5. Regressioonmudeli (vt valem 6) tulemused

	COVID-19-le eelnev periood			COVID-19 periood		
	koefitsient	standardviga	olulisus	koefitsient	standardviga	olulisus
$\alpha$ , const	0,0183	0,0009	***	0,0184	0,0009	***
$\beta_1$ , Rt_v	0,3463	0,0269	***	0,1959	0,0430	***
$\beta_2$ , Rt_v	-0,1370	0,0392	***	-0,0912	0,0406	**
$\beta_3$ , Rt_v_sqr	1,1182	0,0985	***	0,7880	0,4366	*
$\beta_4$ , RI_v_sqr	-0,8652	0,3705	**	1,3406	0,7081	*
$\beta_5$ , CSADs	0,3829	0,0184	***	0,1374	0,0365	***
$\beta_6$ , Rt_s_sqr	-2,2500	0,1906	***	-1,2761	0,3005	***
$\beta_7$ , RI_s_sqr	1,0551	0,3996	***	-1,2102	0,6375	*
$R^2$	69,96%			45,69%		
Korrigeeritud $R^2$	69,77%			44,37%		
F-statistiku väärtus	7,70*10 <sup>-297</sup> ***			7,39*10 <sup>-35</sup> ***		
Krüptorahade arv	40			40		
Vaatluste arv	1165			296		
Waldi test: $\beta_3$ ja $\beta_4$	2,03*10 <sup>-30</sup> ***			0,0534 ***		
Waldi test: $\beta_6$ ja $\beta_7$	3,60*10 <sup>-31</sup> ***			4,23*10 <sup>-5</sup> ***		

Märkused: \*\*\* oluline usaldusnivool 1%; \*\* oluline usaldusnivool 5%; \* oluline usaldusnivool 10%.

Allikas: autori arvutused

Karjakäitumise olemasolu tõusvatel turgudel võib olla seotud sellega, et stabiilsel ajal huvitab suuremate CC-de investoreid pigem kasumi suurenemine, kui kahjumi vähenemine ehk nad on aktiivsemad, kui turg liigub tõusvas trendis.

COVID-19 perioodi tõusva turu tulemused ei erine eelmise perioodi tulemustest ehk suurenenud tootluse päevadel ilmneb karjakäitumine ainult viie suurema krüptoraha puhul, väikese krüptoraha puhul karjakäitumist ei tuvastatud. Investorite käitumine COVID-19 perioodil on vähenenud tootluse päevadel oluliselt muutunud. Haiguse levikuga tekkis karjaefekt suuremal alamturul ( $\beta_7$  on negatiivne ja statistiliselt oluline usaldusnivool 10%) ja sai kadunud väiksemal alamturul ( $\beta_4$  on statistiliselt oluline ja positiivne). Seega võis täheldada COVID-19 perioodil turusuunast sõltumata karjaefekti vaid viie suurema krüptoraha investori hulgas.

Kuna teisel analüüsitaval perioodil muutus koefitsiendi  $\beta_6$  absoluutväärtus väiksemaks ja koefitsiendi  $\beta_7$  väärtus negatiivseks, siis võib öelda, et võrreldes COVID-19-le eelneva perioodiga oli suuremate CC investorite karjakäitumine nõrgem tõusvatel turgudel ja oluliselt tugevam langevatel turgudel. Need karjakäitumise muutus võib olla põhjustatud sellest, et haiguse leviku kasvuga kaasnenud negatiivsete sündmuste tõttu hakkasid CC investorid kasvanud riski kartma, mis omakorda tekitas karjakäitumise suurenemise negatiivse tootluse päevadel ja vähenemise positiivse tootluse päevadel. Võrreldes suuremate CC investoritega ei jälgi väikesed CC investorid teisi CC turul osalejaid võimaliku mittestabiilsuse perioodil ( $\beta_3$  ja  $\beta_4$  on statistiliselt olulised ja positiivsed).

Märgitakse, et suure alamturu CC karjakäitumine on oluliselt tugevam, võrreldes väiksematega (kui see on olemas), kuna suurema kapitalisatsiooniga CC osatähtsus ületab oluliselt väiksema alamturu CC osatähtsuse ehk moodustab keskmiselt 80% kogu krüptoturu kapitalisatsioonist. On loogiline, et suuremad CC-d on kõige populaarsemad investorite hulgas ehk riskideks valmis, mistõttu pööravad kasumihimulised investorid suurt tähelepanu just suurematele CC-dele.

### **3.4. Bitcoin'i ja altcoin'ide karjakäitumise analüüs**

Tabelis 6 ning lisades nr 8 ja 9 on esitatud turuliidri BTC ja väiksemate digitaalsete valuutade (altcoin'ide) karjakäitumise testi tulemused (vt mudel 7). Mudel annab ülevaate, kas võrreldes

teistega on CC turukapitalisatsiooni põhjal krüptoturul domineeriv BTC karjakäitumise suhtes tundlikum. Mõlemal perioodil on kõik seletavad tunnused statistiliselt olulised usaldusnivool 10%.

Autor leidis, et COVID-19-le eelneval ja COVID-19 perioodil esineb BTC ja altcoin'ide turgudel asümmeetria, millele viitavad Waldi testi tulemused (koefitsiendi erinevused on statistiliselt olulised usaldusnivool 1%).

Sarnaselt Kallinterakise ja Wangi (2019) varasema uuringu tulemustele on BTC karjakoefitsiendid  $\beta_5$  ja  $\beta_6$  negatiivsed nii kasvavatel kui ka kahanevatel turgudel, mis tunnistab BTC tugeva karjakäitumise olemasolu sõltumata turu seisundist. Töö autor märgib, et COVID-19 pandeemiaks tunnistamisega ei ole BTC karjakoefitsientide märgid muutunud, kuid koefitsiendi  $\beta_5$  absoluutväärtus vähenes, mis viidab karjakäitumise nõrgenemisele tõusvas trendis oleval turul. Samal ajal koefitsiendi  $\beta_6$  absoluutväärtus suurenes, mis osutab BTC investorite karjakäitumise tugevnemisele päevadel, kui turg läks langusse.

Tabel 6. Regressioonmudeli 7 tulemused

	COVID-19-le eelnev periood			COVID-19 periood		
	koefitsient	standardviga	olulisus	koefitsient	standardviga	olulisus
$\alpha$ , const	0,0252	0,0010	***	0,0194	0,0008	***
$\beta_1$ , Rt_a	0,4058	0,0334	***	0,2339	0,0408	***
$\beta_2$ , Rl_a	-0,1327	0,0504	***	-0,0727	0,0378	*
$\beta_3$ , Rt_a_sqr	1,3955	0,1263	***	0,6704	0,3740	*
$\beta_4$ , Rl_a_sqr	1,0863	0,5903	*	2,5965	0,6319	***
$\beta_5$ , Rt_b_sqr	-1,7577	0,2708	***	-1,2297	0,2963	***
$\beta_6$ , Rl_b_sqr	-1,0771	0,6050	*	-2,6003	0,6012	***
$R^2$	53,91%			46,84%		
Korrigeeritud $R^2$	53,67%			45,73%		
F-statistiku väärtus	$8,1 \cdot 10^{-191}$ ***			$5,27 \cdot 10^{-37}$ ***		
Krüptorahade arv	40			40		
Vaatluste arv	1165			296		
Waldi test: $\beta_3$ ja $\beta_4$	$5,37 \cdot 10^{-26}$ ***			0,0001 ***		
Waldi test: $\beta_5$ ja $\beta_6$	$2,6 \cdot 10^{-10}$ ***			$6,58 \cdot 10^{-8}$ ***		

Märkused: \*\*\* oluline usaldusnivool 1%; \*\* oluline usaldusnivool 5%; \* oluline usaldusnivool 10%.

Allikas: autori arvutused

Nii enne kui ka pärast COVID-19 pandeemiat ei olnud karjakäitumine altcoin'ide turul tõestatud, millele viidavad positiivsed ja statistiliselt olulised tõusva turu karjakoefitsiendid  $\beta_3$  (1,3955\*\*\*

ja 0,6704\*) ja langeva turu koefitsient  $\beta_4$  (1,0863\* ja 2,5965\*\*\*). See on vastuolus Kaiseri ja Stöckli (2019) tulemustega, mis esitavad statistiliselt olulisi tõendeid altcoin'ide karjakäitumise kohta. Seega autor väidab, et COVID-19 ajal ei ole BTC ega altcoin'ide karjakäitumine krüptoturul oluliselt muutunud.

Sarnaselt käesoleva töö autori eelmiste uuringute tulemustele, suureneb pandeemia levikuga karjakäitumine (kui see on olemas) negatiivse tootluse perioodidel ja väheneb positiivse tootluse perioodidel, mis veel kord kinnitab Feng *et al.* (2017) ja Vidal-Tomas *et al.* (2019) väidet, et investorite reaktsioon kahjumile on äärmuslikum kui kasumi suurenemisel ning ja CC investorid reageerivad negatiivsetele sündmustele kiiresti.

### 3.5. Järeldused

Toetudes käesolevas töös esitatud tulemustele, saab öelda, et hoolimata sellest, et mudelite 3 ja 5 tulemused viitavad karjakäitumise puudumisele CC turul COVID-19-le eelneval perioodil, näitas teiste regressioonmudelite analüüs, et mõnede CC-de karjakäitumine ikkagi esines, kuna asümmeetrilise efekti mudelid tuvastavad selle olemasolu nii tõusvatel kui ka langevatel turgudel.

Töö eesmärk oli võrrelda CC investorite karjakäitumist COVID-19-le eelneva ja COVID-19 perioodi vahel. Selleks kasutas autor Chang *et al.* (2000) meetodi põhjal koostatud nelja regressioonmudelit. Saadud tulemustele tuginedes teeb autor järelduse, et COVID-19 pandeemiaks tunnistamisega CC investorite karjakäitumine väga oluliselt ei muutunud: karjakäitumine nõrgenes suurenenud tootluse päevadel ja tugevnes vähenenud tootluse päevadel. Sarnasele tulemusele on jõudnud ka Lahmiri ja Berikos (2020), Raimundo *et al.* (2020), kes leidsid, et karjakäitumine avaldub kriisi alguses ja muutub ajaga oluliselt nõrgemaks. Vo, Phan (2017) ja Yarovaya *et al.* (2021) leidsid, et karjaefekt esineb pigem stabiilsetel perioodidel. Töö autori uuring järeldas, et stabiilsuse ajal esineb suuremate CC tugev karjaefekt tõusvatel turgudel, mis nõrgeneb perioodil, kui olukord muutub ebastabiilseks. Hoolimata sellest, et kohe pärast COVID-19 pandeemiaks tunnistamist esines krüptoturul hindade langus, krüptoturg taastus kiiresti ning 2020. aasta lõpuks saavutasid mõnede CC-de hinnad peaaegu rekordtaseme.

Sarnaselt Christie ja Huangi (1995), Bouri *et al.* (2017), Vo ja Phani (2017) uuringutele näitab magistr töö, et karjakäitumine ei kata pikaajalist perioodi ehk see on pigem episoodiline nähtus.

Krüptoturul aja jooksul varieeruv karjakäitumine viitab sellele, et aeg-ajalt imiteerivad krüptoinvestorid teiste investorite otsustusi. Kui karjakäitumine valitseb turul pika aja jooksul, siis ei ole investeerimine kasumlik (Bouri *et al.* 2019, 5). Kui turg on ebastabiilne, muutub riski tekkimine tõenäolisemaks ning turu tõhusus võib olla suurema löögi all. Bouri *et al.* (2019) arvavad, et institutsionaalsete investorite osaluse suurenemine krüptoturul tooks rohkem ratsionaalseid turu mängijaid ja analüütikuid, vähendades sellega spekulatiivset kauplemistegevust.

Tulemuste põhjal teeb autor järelduse, et BTC kogu valimist eemaldamine viib karjakäitumise kadumisele. Altcoinide valimi analüüs näitab, et karjakäitumine ei esinenud kogu perioodi jooksul mõlemal turul (karjakoeffitsiendid  $\beta_3$  ja  $\beta_4$  on statistiliselt olulised ja positiivsed) ja BTC lisamisega muutuvad valimi karjakoeffitsiendid positiivseteks ja statistiliselt mitteolulisteks ( $\beta_3$  on 0,1445 ja  $\beta_4$  on 0,0539) COVID-19-le eelneval perioodil ning statistiliselt oluliseks ja negatiivseks ( $\beta_3$  on -1,4366\*\*\* ja  $\beta_4$  on -0,2855\*) COVID-19 perioodil, mis viidab sellele, et BTC karjakäitumine muudab altcoin'ide karjaefekti nõrgaks. Seega saab eeldada, et BTC mõjutab tervet krüptoturgu. See sarnaneb Gandali, Halaburda (2016), Ciaian *et al.* (2017) ja Osterrieder *et al.* (2017) uuringute tulemustele, mis näitavad, et BTC ja altcoin'ide vahel on tugev seos. Samal ajal on see tulemus vastupidine Mnif *et al.* (2020) tulemustele, kes fraktaalset meetodi kasutamisel leidsid, et COVID-19 pandeemia ajal oli BTC vähem mõjukas võrreldes teiste CC-ga. Käesoleva töö autori saadud tulemused on vastupidised ka teiste varasemate uuringute tulemustega võrreldes. Kallinterakis, Wang. (2019), Vidal-Tomas *et al.* (2019) ja Philippas *et al.* (2020) leidsid, et BTC ei mõjuta nende valimis olevaid CC-sid ehk CC turul esinev karjaefekt on tugevalt motiveeritud väiksema krüptorahaga. See võiks olla seotud sellega, et nende uuringud hõlmavad ajavahemikku 2013–2018 ja viimase kahe aasta jooksul on krüptoturul toimunud olulised muutused (CC populaarsuse kasv mitteinstitutsioonide investorite hulgas, uute digitaalsete varade registreerimine, turu kapitalisatsiooni struktuuri muutus jmt). Seda kinnitavad Ciaiani *et al.* (2017) järeldused, et BTC ja teiste digivaluutade vahel on vastastikune sõltuvus lühiajalises, mitte pikaajalises perspektiivis.

Kallinterakis ja Wang (2019) eeldavad, et CC universumi kasvu tõttu ei ole ühe krüptoraha investorite arvates mõistlik jälgida ja kopeerida investorite teisi krüptorahaga seotuid tehinguid. Nende arvamusel saaks BTC-le keskendumine aidata tulevikus seda probleemi lahendada, kuna tõenäoliselt põhjustab kiire CC arvu kasv BTC domineerimispositsiooni nõrgaks muutumist, kuna BTC osatähtsus krüptoturul järg-järgult väheneb. See on loogiline, sest 2015. aasta alguses oli BTC turu kapitalisatsiooni osatähtsus peaaegu 80%, aga 2017. aasta lõpus alla 40%. Töö autori



analüüs hõlmab hilisemat perioodi ehk 2017. aasta algusest 2020. aasta lõpuni, mille jooksul BTC osatähtsus hakkas 2018. aasta teise kvartali algusest suurenema, kasvades peaaegu kolme aasta jooksul 36%-st 65%-ni. Samas on see näitaja on rekordtasemest kaugel. BTC positsioonile tuleb turul pöörata ikkagi suurt tähelepanu.

Samuti nähtub tulemustest, et viie suurema turu kapitalisatsiooniga krüptoraha valimisse kuuluvad neli suuremat altcoin'i ei sõltunud BTC-st enne COVID-19 aega negatiivse tootluse päevadel, sest tugeva karjaefektiga BTC ( $\beta_6$  on  $-1,0771^*$ ) lisamisega muutub viie CC karjakoefitsient positiivseks ja statistiliselt oluliseks ( $\beta_7$  on  $1,0551^{***}$ ). Karjaefekti kadumine või nõrgenemine viitab sellele, et neli suurema turu kapitalisatsiooniga altcoin'i summutasid BTC karjaefekti. Tõusval turul on nii pandeemia eelneval kui ka pandeemia ajal viie CC investori karjakäitumine tugevam ( $\beta_6$  on  $-2,25^{***}$  ja  $-1,2761^{***}$ ) kui BTC karjakäitumine ( $\beta_5$  on  $-1,7577^{***}$  ja  $-1,2297^{***}$ ). Autor eeldab, et neljal suurema altcoin'il oli üsna tugev positsioon CC turul. Sama tulemuseni on jõudnud ka Da Gama *et al.* (2019) ja Philippas *et al.* (2020), kes väidavad, et mitte alati ei sõltu altcoin'id suuremast krüptorahast või kõik altcoin'id ei ole BTC mõju all. Aga pandeemia perioodi langeva turu ajal oli BTC-l üsna suur mõju neljale suuremale krüptorahale, millest kõneleb BTC karjakoefitsiendi  $\beta_6$  suurem absoluutväärtus ( $-2,6003^{***}$ ). Seega teeb autor järelduse, et kriisiajal, kui turg läheb langusse, tugevneb seos BTC ja teiste peamiste krüptorahade vahel ning suuremad altcoin'id käituvad vastaval BTC käitumisele. Sarnase tulemuse said Gandai, Halaburda (2016), kes leidsid, et BTC domineerimispositsioon varieerub aja jooksul.

Nii COVID-19-le eelneval kui ka COVID-19 perioodil oli viiel suuremal CC-l mõju teistele virtuaalvaluutadele tõusva turu päevadel, millele viitavad statistiliselt olulised ja negatiivsed koefitsiendid  $\beta_6$  ( $-2,25^{***}$  ja  $-1,2761^{***}$ ) ning statistiliselt olulised ja positiivsed koefitsiendid  $\beta_3$  ( $1,1182^{***}$  ja  $0,7880^*$ ) ehk viie peamise krüptoraha koguvalimist eemaldamine muudab karjakoefitsienti positiivseks. Sama tulemust on näha ka pandeemia ajal kahaneva tootluse päevadel. Vaid COVID-19-le eelneval perioodil oli langeva turu päevadel vastandlik olukord ehk viis suurema turukapitalisatsiooniga CC-d olid väiksemate CC-de mõju all, millest kõnelevad statistiliselt oluline ja negatiivne karjakoefitsient  $\beta_4$  ( $-0,8652^{***}$ ) ning statistiliselt oluline ja positiivne koefitsient  $\beta_7$  ( $1,0551^{***}$ ). Seega teeb käesoleva töö autor järelduse, et COVID-19 pandeemiaks tunnistamisega muutus viie suurema CC karjakäitumine üksnes langevatel turgudel, mille tulemusena tugevnes suurema alamturu mõju väiksemale alamturule.

Suurimad CC juhivad ülejäänud turgu ja väiksemate altcoinide käitumine ei ole krüptoraha turu dünaamika seisukohalt asjakohane, vastupidi, tõukejõuks on suurimate CC-de keskmine tootlus (Vidal-Tomas *et al.* 2019, 184). Tõenäoliselt see on seotud informatsiooni nappusega väiksemate CC-de puhul, mistõttu investeerivad CC kauplejad ainult nendesse altcoin'idesse, mille kohta on olemas kättesaadavad andmed (Yao *et al.* 2014, 20). Chang *et al.* (2000) eeldavad, et ebatõhusa informatsiooni puhul põhjustab investorite fundamentaalsete teadmiste nappus kauplemist teiste signaalide põhjal.

Käesoleva töö autor leidis, et väiksemad CC-d sõltuvad suuremast CC turust ehk suurema CC karjakäitumise olemasolul käituvad väiksemad CC-d suuremate CC-de moodi. Uurimistöö tulemused näitavad, et mõnel ajal on bitcoin võimeline looma karjafenomeni. Analüüsi tulemuste alusel saab eeldada, et hoolimata sellest, et BTC on kõige tuntum ja kõige suurema turukapitalisatsiooniga CC, ei ole sellel olulist mõju altcoin'idele, mis viidab sellele, et krüptoturu kauplejate käitumine ei põhine ainult BTC investorite käitumisel.

Krüptoturu käsitluse käiguses saadud tulemuste põhjal teeb autor järelduse, et CC karjakäitumine stabiilsuse perioodil on tajutav pigem tõusva liikumise turul. Sarnase tulemuse andsid ka Kallinerakise, Wangi (2019), Calderoni (2018) ja Yarovaya *et al.* (2021) krüptoturu karjakäitumise uuringud. Pandeemia tunnistamisega krüptoturu investorite karjakäitumine muutus: tõusvatel turgudel varem esinenud karjakäitumine muutus oluliselt nõrgemaks, samal ajal tugevnes või tekkis valitsev karjakäitumine langevatel turgudel. Samale tulemusele jõudsid Vidal-Tomas *et al.* (2019), kes väidavad, et krüptoraha karjaefekt esineb perioodidel, kui krüptoturg on langev ning ka Chang *et al.* (2000), Chiang, Zheng (2010), Vo, Phan (2017) tuvastasid aktsiate investorite karjakäitumise olemasolu pigem langevatel aktsiaturgudel. See on seotud sellega, et CC hindade langusel ei jälgi investorid teiste investorite tegevust, vaid eelistavad otsustada oma kogemustele ja teadmistele tuginedes. Kallinterakis ja Wang (2019) väidavad, et võrreldes aktsiaturu investoritega on krüptoraha investorid karjakäitumise suhtes vastuvõtlikumad. Kuna see varaklass on üsna uus ja investoritel ei ole suurt kauplemiskogemust, siis nad eeldavad, et teiste CC investorite tehingud on piisavalt informatiivsed ja jälgivad neid, moodustades niimoodi krüptoraha turul tugeva karjakäitumise.

Bouri *et al.* (2019) uuringud kinnitavad, et karjakäitumine krüptoturgudel kipub tekkima ebakindluse suurenemise perioodil. See on kooskõlas käesoleva töö autori tulemustega, mis toob

välja tõendid karjakäitumise suurenemise kohta, mida võib seostada COVID-19 ajal tekkinud ebakindlusega

## KOKKUVÕTE

COVID-19 pandeemia on mõjutanud tõsiselt maailmamajandust, põhjustades märkimisväärset langust nii müügis ja tootmises kui ka tööhõives. Samuti on COVID-19 mõjutanud tugevalt finantsturgusid, mida näitab aktsiate kukkumine ja volatiilsuse suurenemine kogu maailmas. Samal ajal on pandeemia mõju krüptoturule jäänud piisava tähelepanuta.

Karjakäitumine on finantsturgude toimumise oluline element, eriti stressi olukorras. Tänu oma kasvavale edule on krüptoturg äratanud viimastel aastatel paljude investorite ja teadlaste tähelepanu. Eeldatakse, et investorite ebaratsionaalne käitumine võib tekitada karjaefekti, mis saab tugevamaks maailmamajanduse ebastabiilsuse perioodil. Krüptoraha moodustab varaklassi, mida iseloomustatakse fundamentaalaluste puudumise, olulise volatiilsuse ning laialt levinud turu ja investorite meeleolupõhise kauplemisena. Kuigi need tingimused soodustavad karjalaadset käitumist, ei ole seda turuosa piisavalt uuritud.

Käesoleva magistritöö eesmärk oli uurida, kuidas COVID-19 pandeemia mõjutas krüptorahaturu karjakäitumist ehk hinnata ja võrrelda karjaefekti ajal enne COVID-19 pandeemiaks tunnistamist ja pandeemia ajal. Analüüs põhineb 40 suurema turukapitalisatsiooniga krüptovaluuta igapäevastel andmetel. Need 40 peamist krüptoraha moodustasid 93,26% kogu krüptoraha turukapitalisatsioonist seisuga 11.03.2020 ja keskmiselt 85% kogu uuritava perioodil. Valim hõlmas ajavahemikku 01.01.2017 – 31.12.2020, mis oli jagatud kaheks perioodiks: COVID-19 pandeemia eelnevaks perioodiks (alates 01.01.2017 kuni 10.03.2020) ja COVID-19 pandeemia leviku perioodiks (11.03.2020 – 31.12.2020).

Magistritöö eesmärgi saavutamiseks rakendati levinuimat, Chang *et al.* (2000) väljatöötatud meetodit, mis põhineb läbilõikelisel absoluuthälbel ehk CSAD (Cross Sectional Absolute Deviation) ja võimaldab tuvastada karjaefekti olemasolu. Selle mudeli abil analüüsitakse mittelineaarset seost krüptovaluuta tootluse dispersiooni ja kogu krüptovaluuta turu tootluse vahel. Mittelineaarne ja negatiivne suhe tootluse dispersiooni ja turu keskmise tootluse vahel viitab karjaefekti olemasolule.

Oma töös käsitles autor ühte standardset regressioonimudelit ja kolme modifitseeritud regressioonimudelit, kuhu olid lisatud fiktiivsed tunnused. Fiktiivsete tunnuste lisamine võimaldab analüüsida karjakäitumise asümmeetriat ja saada karjakäitumisest põhjalik ülevaade.

Standardmudeli tulemused näitavad, et COVID-19 pandeemia eelneval perioodil ei tuvastatud krüptoraha puhul karjakäitumist, mis muutus COVID-19 pandeemiaks tunnistamisega ehk investorite karjalaadne käitumine tuli esile haigusepuhangu perioodil. Uuringutulemused viitavad sellele, et pandeemia levikuga hakkasid investorid omaenda veendumusi turu konsensuse kasuks alla suruma, mis muudab krüptoturu ebatõhusamas. Tõusvate ja langevate turgude fiktiivsete tunnustega regressioonimudeli analüüs annab sarnase tulemuse ehk karjalaadne käitumine krüptoturul ilmub pärast COVID-19 pandeemiaks kuulutamist. COVID-19 perioodil oli karjaefekt kiiresti kasvavates turutingimustes tugevam, mis võib olla põhjustatud sellest, et krüptoraha investorid ei reageeri turu langusele ja eelistavad oodata tehingu teostamiseks soodsamat aega. See tulemus vastab varasematele empiirilistele uuringutele, kus leiti, et krüptoraha investorid kopeerivad teiste investorite otsustusi tõusva turu perioodidel.

Autor analüüsis ka väikeste ja suuremate krüptovaluutade käitumist mõlemal perioodil. Selleks jagati valim kaheks osaks: suureks alamturuks, mis sisaldab viis suuremat keskmise turukapitalisatsiooniga krüptoraha, ja väikseks alamturuks, kuhu kuulub ülejäänud valimi 35 krüptoraha. Hoolimata sellest, et eelmiste mudelite analüüs ei avastanud COVID-19-le eelneval perioodil karjakäitumise olemasolu, näitasid kolmanda regressioonianalüüsi tulemused, et karjakäitumine valitses väikesel alamturu negatiivse tootluse päevadel ning suuremal alamturu positiivse tootluse päevadel. Haiguspuhangu levikuga krüptoturu pilt natuke muutus ehk karjaefekt avastati nii tõusvas kui ka langevas suunas liikuvale suuremal alamturu, samal ajal oli enne valitsenud väikese alamturu karjakäitumine kadunud. Suuremate krüptorahade vähenenud karjakoefitsiendi absoluutväärtus viitab karjakäitumise nõrgenemisele perioodil, kui turg läks tõusu. Langevatel turgudel tekkinud suurema krüptoraha karjakäitumine on tugevam, võrreldes tõusva turu karjakäitumisega, mis viitab sellele, et mittestabiilsuse ajal on krüptoinvestorite kahjumikartlikus on tugevam kui kasumisaamise soov, mis põhjustab seda, et COVID-19 pandeemiaks tunnistamisega hakkasid krüptoraha investoreid rohkem ignoreerima omaenda veendumusi ja järgima teiste investorite tegusid.

Käesoleva töö viimane regressioonianalüüs annab ülevaate sellest, kas krüptoturu liider bitcoin on karjakäitumise suhtes tundlikum, võrreldes teiste krüptorahadega. Selle käsitluse tulemused viitavad altcoin'ide karjaefekti puudumisele mõlemal perioodil ehk COVID-19 ajal ei muutnud altcoin'ide investorite käitumist. Bitcoin'i karjaefekt pandeemia eelneval perioodil oli silmapaistev nii tõusvatel kui ka langevatel turgudel. COVID-19 perioodil muutus bitcoin'i karjakäitumine nõrgemaks positiivse tootluse päevadel ja tugevamaks negatiivse tootluse päevadel. Mis viitab sellele, et haiguspuhangu perioodil huvitas bitcoin'i investoreid pigem kahjumi vähenemine, kui kasumi suurenemine, mistõttu hakkasid nad perioodil, kui turg läks langusse rohkem jälgima teiste kauplejate tegevust. Seda võib selgitada sellega, et mõned negatiivsed sündmused sunnivad investoreid tegutsema kiiresti ja mitte alati ratsionaalselt ning kriitilises olukorras on bitcoin'i investorid teiste investorite otsustuste ja tegevuste mõju all.

Saadud tulemustele tuginedes teeb maagistritöö autor järelduse, et COVID-19 pandeemiaks kuulutamise ajal krüptoraha investorite karjakäitumine oluliselt ei muutunud. Lisaks leiti, et stabiilsuse ajal näib krüptoraha karjaefekt, kui see on olemas, tõusvatel turgudel tugevam kui langevatel turgudel, aga kriisiperioodil muutub karjaefekt langevatel krüptoturgudel tugevamaks, võrreldes tõusvate turgude karjaefektiga. See viitab sellele, et hindade langusel, mis tekib ebastabiilsuse ajal, ei otsusta krüptoraha investorid tuginedes oma kogemustele ja teadmistele, vaid eelistavad imiteerida teiste investorite tegevust. Autor eeldab, et karjakäitumine ei kata pikaajalist perioodi ehk see on pigem episoodiline nähtus. Samuti on autor nõus mõne varasema uuringu tulemustega, mis eeldavad, et krüptoraha karjakäitumine on ebakindluse ajal tugevam.

Väiksemate ja suuremate krüptorahade vaheliste suhete uurigu tulemused näitavad, pandeemia perioodil tõusvas trendis oleval turul oli kogu krüptoraha turg viie suurema krüptoraha mõju all. Nii pandeemia eelneval ajal kui ka pandeemia ajal oli viie peamise krüptoraha investorite karjakäitumine tõusval turul tugevam kui bitcoin'i karjakäitumine. Seega eeldatakse, et nelja suurema altcoin'i positsioon turul oli tugevam. Hoolimata sellest on bitcoin'il mõõdukas mõju väiksematele altcoin'idele.

Uuringu tegemisel leidis autor vastuseid eelnevalt püstitatud uurimisküsimustele:

1. COVID-19 pandeemiaks tunnistamisega krüptoraha investorite karjakäitumine natuke muutus: karjaefekt nõrgenes tõusvatel turgudel ja tugevnes langevatel turgudel.

2. Võrreldes stabiilsuse perioodiga on investorite karjakäitumine COVID-19 perioodil tugevam langevatel turgudel ja nõrgem tõusvatel turgudel.
3. Pandeemiale eelneval perioodil esines viie suurema turukapitalisatsiooniga krüptoraha karjakäitumine üksnes tõusva trendiga turgudel, COVID-19 perioodil nõrgenes karjaefekt tõusvatel turgudel ja tugevnes langevatel turgudel.
4. Bitcoin'i turu käitumine erineb oluliselt teiste krüptovaluutade turgude käitumisest. Bitcoin'i karjakäitumise olemasolu tuvastati langevatel ja tõusvatel turgudel mõlemal perioodil. Bitcoin'il on mõõdukas mõju kogu krüptoraha turule, mis suurenes COVID-19 pandeemia perioodil.

Käesolev magistritöö esitab uut informatsiooni selle kohta, kuidas muutub krüptoraha investorite käitumine ehk karjaefekt ebastabiilsuse ajal nii koguturu, kui ka viie peamise krüptoraha ja eraldi bitcoin'i vaates.

Käesoleva töö kirjutamise ajal COVID-19 pandeemia endiselt kestis ja selle mõju lõplik ulatus ei ole veel selginud. Kuid juba praegu on arusaadav, et COVID-19 pandeemia on inimeste elu, tervist, majandust ja finantsturgusid, sh ka krüptoturgusid, tugevasti mõjutanud ning on keeruline hinnata, kui suur on pandeemiaga tekitatud kahju.

## **SUMMARY**

### **INVESTORS HERD BEHAVIOR ON THE CRYPTOCURRENCY MARKET DURING COVID-19**

Tatjana Tšudakova

Cryptocurrencies receive increasing attention from investors. It is a new financial market and COVID-19 is the first stress it has ever faced. Investigation of herd behavior on the cryptocurrency market during a crisis, epidemic or pandemic has not been launched well. Studies have mostly focused on the existence of herd behavior on the different stock markets and there is the gap in herding examination on the cryptocurrency market.

The aim of this thesis is to examine the herding behavior and its severity on the cryptocurrency market during the COVID-19 pandemic comparing to a stable period. During this thesis writing the author seeks answers to the following questions:

1. Did cryptocurrency investors herding change after the official declaration of COVID-19 pandemic?
2. Did the herd phenomenon become stronger during the COVID-19 pandemic comparing to a stable economy period?
3. Did the five largest cryptocurrencies herd behavior significantly differ from others one before and during COVID-19?
4. Did Bitcoin's herd behavior significantly differ from altcoins behavior and how strong was the cryptocurrency market's dependence on Bitcoin before and during COVID-19?

The thesis consists of three chapters. The first section presents an overview of cryptocurrency, herd behavior, COVID-19 and empirical evidences. The section two describes an observed dataset and applied methodology. The third section reports the empirical results, discussion and conclusions.



Cryptocurrencies are considered a form of investment and alternative currency. Herding is investors tendency to suppress their own beliefs and intentionally imitate the decisions and actions of the others assuming that they possess superior information.

The data sample includes daily closing prices of 40 cryptocurrencies with high market capitalization from 01.01.2017 to 31.12.2020. The weight of those cryptocurrencies was over 93% of total cryptocurrency market's capitalization as of 11.03.2020. The data was gathered from [www.coinmarketcap.com](http://www.coinmarketcap.com). The sample was split into two time periods: pre-COVID-19 and COVID-19 periods. The breaking point was the date of announcement of the global pandemic - 11.03.2020. The first time period includes the data from 01.01.2017 to 10.03.2020 and the second one - from 11.03.2020 to 31.12.2020 respectively.

For investors herd behavior presence detection was used the most widely established empirical herding model based on Chang *et al.* 2000 CSAD (Cross Sectional Absolute Deviation) approach, which examines the relation between asset return dispersion and the market return. Investors' herding is introduced by negative non-linear relationship between dispersion (CSAD) and market returns. A negative and statistically significant value of the herd coefficient indicates the presence of herding on the market. Dummy variables were also added to examine the possibility that herding behaves asymmetrically across upward and downward market movements, which was tested using Wald's test. Also, the author divided the sample into two sub-markets to analyze whether the smallest cryptocurrencies were herding with five largest cryptocurrencies (Bitcoin, Ethereum, Ripple, Litecoin and Bitcoin Cash) when the market was up and down. Finally, this thesis's author observed herd phenomenon on the bitcoin and altcoins markets before and during the COVID-19 pandemic.

The positive and statistically insignificant herd coefficient of the whole sample before COVID-19 and significantly negative coefficient during COVID-19 indicate that cryptocurrency market was characterized by herding tendency only during the period of the pandemic. This means that during stable period individuals investment decisions were based on their own private fundamentals, but during the period of the COVID-19 outbreak investors tended to suppress their own rational beliefs and were more likely to follow the market consensus. More detailed observation shows that during COVID-19 herd behavior presented on up as well as down going markets.

Author's results indicate that during the pre-COVID-19 period the smallest cryptocurrencies herding presented on down markets but the largest cryptocurrencies herding presented on up markets. After the pandemic announcement the smallest cryptocurrencies herd behavior was not indicated during up and down markets, however the largest cryptocurrencies herding was presented on the days with positive and negative return as well. Decreased absolute value of up market herd coefficient denotes herding weakness. This means that the largest cryptocurrencies herd behavior got stronger on the bear markets and much weaker on the bull markets. In other words, the largest cryptocurrencies investors started taking their investment decisions by imitating others actions when the prices were falling. It could be explained that investors are more prone to respond to the presence of losses than to gain in the periods, when the economy and market are not stable. The results imply that five largest cryptocurrencies drove the rest of the cryptocurrency market. This means, that the smallest cryptocurrencies investors make decisions according to the information about the top players of the cryptocurrency market.

The Bitcoin market herd behavior was detected before and during COVID-19 on the both up and down movement of market. At the same time altcoins markets herding didn't present during the pre- and pandemic periods. In the period before pandemic Bitcoin herding appears stronger on days with positive market performance but during the pandemic the stronger Bitcoin herding was reported during the down markets. This could be caused by investors rapid reaction to negative information. The author of this thesis found, that cryptocurrencies herded with the Bitcoin and Bitcoin was able to create the herding phenomenon on the whole cryptocurrency market, which got stronger and more influential during the COVID-19 outbreak.

The results suggest, that after COVID-19 announcement as the pandemic had an impact to cryptocurrency investors herding, but this influence was not very significant. The herding became stronger during down markets and weaker during the up markets. The smallest cryptocurrencies were dominated by a few large cryptocurrencies. Investors herd behavior does not cover a long period of time, it is rather an episodic phenomenon.

During this thesis writing COVID-19 pandemic was still ongoing and its impact is not yet clear, however, nowadays it's obvious, that COVID-19 pandemic has significantly affected the global economy and financial, including the cryptocurrency market.

## KASUTATUD ALLIKATE LOETELU

- Ali, M., Alam, N., Rizvi, S.A.R. (2020). Coronavirus (COVID-19) — An epidemic or pandemic for financial markets. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 27, 100341.
- Baker, S.R., Bloom, N., Davis, S.J, Kost, K., Sammon, M., Viratyosin, T. (2020). The Unprecedented Stock Market Reaction to COVID-19. *The Review of Asset Pricing Studies*, 10, 742–758.
- Ballis, A., Drakos, K. (2020). Testing for herding in the cryptocurrency market. *Finance Research Letters* 33, 101210.
- Baur, D. G., and T. Dimpfl. (2018). Asymmetric Volatility in Cryptocurrencies. *Economics Letters*, 173,148–51.
- Beigel, O. (2021). *Who Accepts Bitcoin as Payment?* Kättesaadav: <https://99bitcoins.com/bitcoin/who-accepts/>, 5. aprill 2021.
- Bekiros, S., Jlassi, M., Lucey, B., Naoui, K., Uddin, G.S. (2017). Herding behavior, market sentiment and volatility: Will the bubble resume? *North American Journal of Economics and Finance*, 42, 107-13.
- Bikhchandani, S., Hirshleifer, D., Welch, I. (1992). A theory of fads, fashion, custom and cultural change as informational cascades. *Journal of Political Economy*, 100, 992–1026.
- Bikhchandani, S., Sharma, S. (2000). Herd behavior in financial markets. *IMF Staff Papers*, 47, 279–310.
- Bouri, E., Gupta, R., Roubaud, D. (2019). Herding behavior in cryptocurrencies. *Finance Research Letters*, 29, 216-221.
- Calderon, O. P. (2018). *Herd behavior in cryptocurrency markets*.(Working paper) Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- Chiang, T. C., Zheng, D. (2010). An empirical analysis of herd behavior in global stock markets. *Journal of Banking & Finance*, 34, 1911-1921.
- Chang, E. C., Cheng, J.W., Khorana, A. (2000). An examination of herd behavior in equity markets: An international perspective. *Journal of Banking & Finance*, 24, 1651-1679.
- Ciaian, P., Rajcaniova, M., Kancs, d’A. (2017). Virtual relationships: Short- and long-run evidence from Bitcoin and altcoin markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 52, 173-195.

CoinMarketCap [www.coinmarketcap.com](http://www.coinmarketcap.com), 2.veebbruar 2021

Comply Advantage, Cryptocurrency Regulations. Kättesaadav:  
<https://complyadvantage.com/knowledgebase/crypto-regulations/>. 15.03.2021

- Corbet, S., Lucey, B., Yarovaya, L. (2018). Datestamping the Bitcoin and Ethereum bubbles. *Finance Research Letters*, 26, 81–88.
- Corbet, S., Hou, Y., Hu, Y., Larkin, C., Oxley, L. (2020). Any port in a storm: Cryptocurrency safe-havens during the COVID-19 pandemic. *Economics Letters*, 109377.
- Christie, W. G., Huang R. D. (1995) Following the Pied Piper: Do Individual Returns Herd Around the Market?. *Financial Analysts Journal*, 51, 31-37.
- Demir, E., Bilgin, M. H., Karabulut, G., Doker, A.C. (2020). The relationship between cryptocurrencies and COVID-19 pandemic. *Eurasian Economic Review*, 10, 349-360.
- Economou, F., Katsikas, E., Vickers, G. (2016). Testing for herding in the Athens Stock Exchange during the crisis period. *Finance Research Letters*, 18, 334-341.
- Fauzi, M. A., Paiman, N., Othman, Z. (2020). Bitcoin and Cryptocurrency: Challenges, Opportunities and Future Works. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7, 695-704.
- Feng, W., Wang, Y., Zhang, Z. (2018). Informed trading in the Bitcoin market. *Finance Research Letters*, 26, 63–70
- Galariotis, E., Rong, W., Spyrou, S. (2013). Herding on fundamental information: A comparative study. *Journal of Banking and Finance*, 50, 589-598.
- Gama Silva, P., Klotzle, M.C., Pinto, A.C., Gomes, L. L. (2019). Herding behavior and contagion in the cryptocurrency market. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 22, 41-50.
- Gandal, N., Halaburda, H. (2016). Can We Predict the Winner in a Market with Network Effects? Competition in Cryptocurrency Market. *Games*, 7, 1-21.
- Gebka, B., Wohar, M.E. (2013). International herding: Does it differ across sectors? *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 23, 55-84.
- Goodell, J. W. (2020). COVID-19 and finance: Agendas for future research. *Finance Research Letters*, 101512.
- Henker, J., Henker, T., Mitsios, A. (2003). Do investors herd intraday in Australian equities. University of New South Wales, Sydney.
- Hwang, S., Salmon, M. (2004). Market stress and herding. *Journal of Empirical Finance*, 11, 585–616.

- Just, M., Echaust, K. (2020). Stock market returns, volatility, correlation and liquidity during the COVID-19 crisis: Evidence from the Markov switching approach. *Finance Research Letters* 37,101214
- Kaiser, L., Stöckl, S. (2020). Cryptocurrencies: Herding and the transfer currency. *Finance Research Letters* 33,101775.
- Kallinterakis, V., Wang, Y. (2019). Do investors herd in cryptocurrencies – and why? *Research in International Business and Finance*, 50, 240-245.
- Klein, A. (2013). Time-variations in herding behavior: evidence from a Markov switching SUR model. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 26, 291–304.
- Lahmiri, S., Bekiros, S. (2020). The impact of COVID-19 pandemic upon stability and sequential irregularity of equity and cryptocurrency markets. *Chaos Solitons and Fractals*, 109936.
- Lakonishok, J., Shleifer, A., Vishny, R. W. (1992). The impact of institutional trading on stock prices. *Journal of Financial Economics*, 32, 23–44.
- Lee, D., Wang, Y., Guo, L. (2018). Cryptocurrency: A New Investment Opportunity? *Journal of Alternative Investments*, 20, 16-40.
- Luther, W. J., Salter, A. W. (2017). Bitcoin and the bailout. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 66, 50–56.
- Mnif, E., Jarboui, A., Mouakhar, K. (2020). How the cryptocurrency market has performed during COVID 19? A multifractal analysis. *Finance Research Letters*, 101647
- Ohlson, P. (2010). *Herd Behavior on the Swedish Stock Exchange*.(Master thesis) Jönköping International Business School, Jönköping.
- Osterrieder, J., Lorenz, J., Strika, M. (2017). Bitcoin and cryptocurrencies not for the faint-hearted. *International Finance Banking*, 4, 56.
- Philippas, N., Economou, F., Babalos, V., Kostakis, A. (2013). Herding behavior in REITs: novel tests and the role of financial crisis. *International Review of Financial Analysis*, 29, 66–174.
- Philippas, N., Philippas, D., Tziogkidis, P., Rjiba, H. (2020). Signal-herding in cryptocurrencies. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 65, 101191-101206.
- Raimundo Junior, G. S.; Palazzi, R. B., Tavares, R.S., Klotzle, M. C. (2020). Market Stress and Herding: A New Approach to the Cryptocurrency Market. *Journal of Behavioral Finance*, 2020, 1-16
- Shahzad, S.J.H., Bouri, E., Roubaud, D., Kristoufek, L., Lucey, B. (2019). Is Bitcoin a better safe-haven investment than gold and commodities? *International Review of Financial Analysis*, 63, 322–330.

- Smales, L.A. (2019). Bitcoin as a safe haven: is it even worth considering? *Finance Research Letters*, 30, 385–393.
- Urquhart, A., Zhang, H. (2019). Is Bitcoin a hedge or safe haven for currencies? An intraday analysis. *International Review of Financial Analysis*, 63, 49–57.
- Vidal-Tomas, D., Ibanez, A.M. (2018). Semi-strong efficiency of Bitcoin. *Finance Research Letters*, 27, 259-265
- Vidal-Tomas, D., Ibanez, A.M., Farinos, J.E. (2019). Herding in the cryptocurrency market: CSSD and CSAD approaches. *Finance Research Letters*, 30, 181-186.
- Vo, X.V., Phan, D. B. (2017). Further evidence on the herd behavior in Vietnam stock market. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 13, 33-41.
- Weber, B. (2014). Can Bitcoin compete with money? *Journal of Peer Production*, 4, 1-6.
- Wheelock, D.C. (2020). Comparing the COVID-19 Recession with the Great Depression. *Economic Synopses*, 39, 1-4.
- Winck, B. (2019). *New Zealand just became the first country to legalize salary payments in cryptocurrencies (BTC)*. Kättesaadav: <https://markets.businessinsider.com/news/stocks/new-zealand-legalizes-cryptocurrency-salaries-including-bitcoin-2019-8-1028442320>, 03.03.2021.
- Yao, J., Ma, C., He, W. (2014). Investor herding behaviour of Chinese stock market. *International Review of Economics and Finance*, 29, 12-29.
- Yarovaja, L., Matkovskyy, R., Jalan, A. (2021). The effects of a “black swan” event (COVID-19) on herding behavior in cryptocurrency markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 101321.
- Zhang, D., Hu, M., Ji, Q. (2020). Financial markets under the global pandemic of COVID-19. *Finance Research Letters*, 36, 101528.
- Zhou, J., Anderson, R.I. (2011). An Empirical Investigation of Herding Behavior in the U.S. REIT Market. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 47, 83-108.

## LISAD

### Lisa 1. Krüptorahade hind, maht ja turukapitalisatsioon seisuga 11.03.2020

Nimetus	Kood	Registreerimise kuupäev	Hind (USD)	Müügimaht (USD)	Turukapitalisatsioon (USD)
Bitcoin	BTC	jaanuar 2009	7 911,430	38 682 762 605	144 508 402 671
Ethereum	ETH	juuli 2015	194,870	16 984 790 291	21 446 678 546
Ripple	XRP	september 2012	0,208	2 130 165 442	9 118 339 803
Bitcoin Cash	BCH	august 2018	266,860	3 633 629 631	4 890 279 835
Bitcoin SV	BSV	november 2018	190,510	1 783 158 747	3 490 756 151
Litecoin	LTC	oktoober 2011	48,460	3 807 551 814	3 114 857 126
EOS	EOS	jaanuar 2018	3,060	2 845 535 423	2 817 698 134
BinanceCoin	BNB	juuli 2017	16,520	288 383 091	2 570 218 252
Tezos	XTZ	juuni 2018	2,510	154 424 606	1 766 196 738
Chainlink	LINK	september 2017	3,820	464 691 611	1 336 130 849
Cardano	ADA	september 2017	0,040	103 084 587	1 027 986 946
Stellar	XLM	juuli 2014	0,050	408 137 347	1 020 725 925
TRON	TRX	august 2017	0,015	1 269 759 581	989 248 812
UNUS SED LEO	LEO	mai 2019	0,983	9 213 263	982 801 431
Monero	XMR	aprill 2014	54,110	108 297 098	945 828 553
Huobi Token	HT	jaanuar 2018	3,980	173 570 064	909 363 200
Ethereum Classic	ETC	juuli 2015	6,580	1 481 692 354	765 026 176
Crypto.com Coin	CRO	november 2018	0,049	9 232 986	698 810 478
Dash	DASH	jaanuar 2014	72,070	581 171 477	675 752 535
Neo	NEO	veebbruar 2014	9,410	711 924 739	663 446 332
Cosmos	ATOM	aprill 2014	2,980	147 334 668	567 437 541
IOTA	MIOTA	aprill 2016	0,195	13 132 537	541 776 236
Maker	MKR	detsember 2017	490,480	4 590 144	484 053 356
NEM	XEM	märts 2015	0,044	24 961 157	395 928 938
Zcash	ZEC	oktoober 2016	40,040	241 020 110	374 422 271
Ontology	ONT	juuni 2018	0,577	108 496 447	367 636 993
Basic Attention Token	BAT	märts 2017	0,200	90 958 123	287 624 617
Dogecoin	DOGE	detsember 2013	0,002	107 425 626	270 074 772
OKB	OKB	mai 2019	4,480	121 935 259	268 683 868
VeChain	VET	august 2018	0,004	104 972 791	246 810 891
FTX Token	FTT	mai 2019	2,400	2 165 453	230 442 780

## Lisa 1 järg

Nimetus	Kood	Registreerimise kuupäev	Hind (USD)	Müügimaht (USD)	Turukapitalisatsioon (USD)
Qtum	QTUM	märts 2017	1,940	418 089 815	186 991 220
ICON	ICX	september 2017	0,302	19 785 921	159 381 750
Ox	ZRX	august 2017	0,227	29 048 680	142 340 466
Waves	WAVES	juuni 2016	1,340	136 721 068	135 551 752
Synthetix	SNX	september 2017	0,720	1 669 545	121 496 425
OMG Network	OMG	juuni 2017	0,749	134 004 912	105 047 387
Theta	THETA	märts 2018	0,099	12 234 722	86 368 498
DigiByte	DGB	jaanuar 2014	0,005	782 690	67 994 281
Zilliqa	ZIL	märts 2018	0,006	10 340 375	57 287 561

Allikas: CoinMarketCap, autori koostatud



## Lisa 2. Karjakäitumise standardse regressioonimudeli tulemused (COVID-19- le eelnev periood)

Model 1: OLS, using observations 2017-01-01:2020-03-10 (T = 1165)  
Dependent variable: CSAD

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	0,0260483	0,00113767	22,90	<0,0001	***
abs_R	0,341446	0,0512304	6,665	<0,0001	***
R_sqr	0,00772094	0,385924	0,02001	0,9840	
Mean dependent variable	0,036424	S.D. dependent variable		0,024839	
Sum squared residuals	0,582527	S.E. of regression		0,022390	
R-squared	0,188839	Adjusted R-squared		0,187443	
F(2, 1162)	135,2574	P-value (F)		1,55*10 <sup>-53</sup>	
Log-likelihood	2774,435	Akaike criterion		-5542,870	
Schwarz criterion	-5527,688	Hannan-Quinn		-5537,143	
rho	0,594326	Durbin-Watson		0,811318	

### Lisa 3. Karjakäitumise standardse regressioonimudeli tulemused (COVID-19 period)

Model 2: OLS, using observations 2020-03-11:2020-12-31 (T = 296)  
Dependent variable: CSAD

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	0,0200983	0,000949335	21,17	<0,0001	***
abs_R	0,269526	0,0351707	7,663	<0,0001	***
R_sqr	-0,386962	0,129797	-2,981	0,0031	***
Mean dependent variable	0,026218	S.D. dependent variable		0,012332	
Sum squared residuals	0,033857	S.E. of regression		0,010750	
R-squared	0,245304	Adjusted R-squared		0,240152	
F(2, 293)	47,61788	P-value(F)		1,24*10 <sup>-18</sup>	
Log-likelihood	923,2354	Akaike criterion		-1840,471	
Schwarz criterion	-1829,400	Hannan-Quinn		-1836,038	
rho	0,471995	Durbin-Watson		1,055789	

#### Lisa 4. Karjakäitumise asümmeetria analüüsi regressioonimudeli tulemused (COVID-19-le eelnev periood)

Model 3: OLS, using observations 2017-01-01:2020-03-10 (T = 1165)  
Dependent variable: CSAD

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	0,0260462	0,00109664	23,75	<0,0001	***
Rt	0,452252	0,0573166	7,890	<0,0001	***
RI	-0,181387	0,0599394	-3,026	0,0025	***
Rt_sqr	0,144537	0,467070	0,3095	0,7570	
RI_sqr	0,0539168	0,487576	0,1106	0,9120	
Mean dependent variable	0,036424	S.D. dependent variable		0,024839	
Sum squared residuals	0,539653	S.E. of regression		0,021569	
R-squared	0,248541	Adjusted R-squared		0,245950	
F(4, 1160)	95,91595	P-value(F)		$1,54 \cdot 10^{-70}$	
Log-likelihood	2818,967	Akaike criterion		-5627,934	
Schwarz criterion	-5602,632	Hannan-Quinn		-5618,389	
rho	0,546806	Durbin-Watson		0,906232	

Test for omission of variables -

Null hypothesis: parameters are zero for the variables Rt\_sqr, RI\_sqr

Test statistic:  $F(2, 1160) = 0,0488829$  with p-value =  $P(F(2, 1160) > 0,0488829) = 0,952295$

## Lisa 5. Karjakäitumise asümmeetria analüüsi regressioonimudeli tulemused (COVID-19 period)

Model 4: OLS, using observations 2020-03-11:2020-12-31 (T = 296)  
Dependent variable: CSAD

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	0,0193584	0,00101319	19,11	<0,0001	***
Rt	0,383841	0,0578731	6,632	<0,0001	***
RI	-0,243118	0,0473929	-5,130	<0,0001	***
Rt_sqr	-1,43662	0,490601	-2,928	0,0037	***
RI_sqr	-0,285521	0,151232	-1,888	0,0600	*
Mean dependent variable	0,026218	S.D. dependent variable	0,012332		
Sum squared residuals	0,033111	S.E. of regression	0,010667		
R-squared	0,261945	Adjusted R-squared	0,251800		
F(4, 291)	25,81990	P-value(F)	2,51*10 <sup>-18</sup>		
Log-likelihood	926,5354	Akaike criterion	-1843,071		
Schwarz criterion	-1824,619	Hannan-Quinn	-1835,683		
rho	0,451982	Durbin-Watson	1,095571		

Test for omission of variables -

Null hypothesis: parameters are zero for the variables Rt\_sqr, RI\_sqr

Test statistic:  $F(2, 291) = 5,08579$  with p-value =  $P(F(2, 291) > 5,08579) = 0,00674518$

## Lisa 6. Suurema ja väiksema krüptoraha karjakäitumise regressioonmudeli tulemused (COVID-19-le eelnev periood)

Model 5: OLS, using observations 2017-01-01:2020-03-10 (T = 1165)

Dependent variable: CSADv

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	0,0183036	0,000878823	20,83	<0,0001	***
Rt_v	0,346258	0,0268575	12,89	<0,0001	***
RI_v	-0,137040	0,0391948	-3,496	0,0005	***
Rt_v_sqr	1,11818	0,0984893	11,35	<0,0001	***
RI_v_sqr	-0,865174	0,370483	-2,335	0,0197	**
CSADs	0,382868	0,0183664	20,85	<0,0001	***
Rt_s_sqr	-2,25002	0,190586	-11,81	<0,0001	***
RI_s_sqr	1,05506	0,399565	2,641	0,0084	***

Mean dependent var	0,038078	S.D. dependent var	0,031032
Sum squared resid	0,336771	S.E. of regression	0,017061
R-squared	0,699556	Adjusted R-squared	0,697739
F(7, 1157)	384,8533	P-value(F)	$7,7 \cdot 10^{-297}$
Log-likelihood	3093,628	Akaike criterion	-6171,257
Schwarz criterion	-6130,773	Hannan-Quinn	-6155,985
rho	0,288573	Durbin-Watson	1,422619

Test for omission of variables -

Null hypothesis: parameters are zero for the variables

Rt\_v\_sqr

RI\_v\_sqr

Test statistic:  $F(2, 1157) = 72,5736$

with p-value =  $P(F(2, 1157) > 72,5736) = 2,02993 \cdot 10^{-30}$

Test for omission of variables -

Null hypothesis: parameters are zero for the variables

Rt\_s\_sqr

RI\_s\_sqr

Test statistic:  $F(2, 1157) = 74,522$

with p-value =  $P(F(2, 1157) > 74,522) = 3,60371 \cdot 10^{-31}$

## Lisa 7. Suurema ja väiksema krüptoraha karjakäitumise regressioonimudeli tulemused (COVID-19 periood)

Model 6:OLS, using observations 2020-03-11:2020-12-31 (T = 296)

Dependent variable: CSADv

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	0,0184373	0,000894712	20,61	<0,0001	***
Rt_v	0,195928	0,0430251	4,554	<0,0001	***
RI_v	-0,0911610	0,0405811	-2,246	0,0254	**
Rt_v_sqr	0,788009	0,436584	1,805	0,0721	*
RI_v_sqr	1,34062	0,708076	1,893	0,0593	*
CSADs	0,137374	0,0365215	3,761	0,0002	***
Rt_s_sqr	-1,27609	0,300452	-4,247	<0,0001	***
RI_s_sqr	-1,21015	0,637452	-1,898	0,0586	*

Mean dependent variable	0,025103	S.D. dependent variable	0,010484
Sum squared residuals	0,017611	S.E. of regression	0,007820
R-squared	0,456899	Adjusted R-squared	0,443699
F(7, 288)	34,61260	P-value(F)	$7,39 \cdot 10^{-35}$
Log-likelihood	1019,977	Akaike criterion	-2023,955
Schwarz criterion	-1994,432	Hannan-Quinn	-2012,135
rho	0,470115	Durbin-Watson	1,058065

Test for omission of variables -

Null hypothesis: parameters are zero for the variables

Rt\_v\_sqr

RI\_v\_sqr

Test statistic:  $F(2, 288) = 2,95922$

with p-value =  $P(F(2, 288) > 2,95922) = 0,0534387$

Test for omission of variables -

Null hypothesis: parameters are zero for the variables

Rt\_s\_sqr

RI\_s\_sqr

Test statistic:  $F(2, 288) = 10,4312$

with p-value =  $P(F(2, 288) > 10,4312) = 4,22995 \cdot 10^{-5}$

## Lisa 8. Bitcoin'i ja altcoin'ide karjakäitumise regressioonimudeli tulemused (COVID-19-le eelnev periood)

Model 7: OLS, using observations 2017-01-01:2020-03-10 (T = 1165)

Dependent variable: CSAD\_a

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	0,0252473	0,00100010	25,24	<0,0001	***
Rt_a	0,405775	0,0333571	12,16	<0,0001	***
RI_a	-0,132662	0,0504190	-2,631	0,0086	***
Rt_a_sqr	1,39549	0,126274	11,05	<0,0001	***
RI_a_sqr	1,08631	0,590343	1,840	0,0660	*
Rt_b_sqr	-1,75770	0,270843	-6,490	<0,0001	***
RI_b_sqr	-1,07706	0,605013	-1,780	0,0753	*

Mean dependent variable	0,037521	S.D. dependent variable	0,030724
Sum squared residuals	0,506407	S.E. of regression	0,020912
R-squared	0,539123	Adjusted R-squared	0,536735
F(6, 1158)	225,7664	P-value(F)	$8,1 \cdot 10^{-191}$
Log-likelihood	2856,006	Akaike criterion	-5698,011
Schwarz criterion	-5662,588	Hannan-Quinn	-5684,648
rho	0,524763	Durbin-Watson	0,950318

Test for omission of variables -

Null hypothesis: parameters are zero for the variables

Rt\_a\_sqr

RI\_a\_sqr

Test statistic:  $F(2, 1158) = 61,2098$

with p-value =  $P(F(2, 1158) > 61,2098) = 5,37369 \cdot 10^{-26}$

Test for omission of variables -

Null hypothesis: parameters are zero for the variables

Rt\_b\_sqr

RI\_b\_sqr

Test statistic:  $F(2, 1158) = 22,4967$

with p-value =  $P(F(2, 1158) > 22,4967) = 2,59912 \cdot 10^{-10}$

## Lisa 9. Bitcoin'i ja altcoin'ide karjakäitumise regressioonmudeli tulemused (COVID-19 period)

Model 8:OLS, using observations 2020-03-11:2020-12-31 (T = 296)  
Dependent variable: CSAD\_a

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	0,0194066	0,000799770	24,27	<0,0001	***
Rt_a	0,233854	0,0407514	5,739	<0,0001	***
Rl_a	-0,0727257	0,0377881	-1,925	0,0553	*
Rt_a_sqr	0,670435	0,374017	1,793	0,0741	*
Rl_a_sqr	2,59653	0,631871	4,109	<0,0001	***
Rt_b_sqr	-1,22972	0,296250	-4,151	<0,0001	***
Rl_b_sqr	-2,60034	0,601212	-4,325	<0,0001	***

Mean dependent variable	0,024822	S.D. dependent variable	0,010552
Sum squared residuals	0,017462	S.E. of regression	0,007773
R-squared	0,468411	Adjusted R-squared	0,457374
F(6, 289)	42,44210	P-value(F)	$5,27 \cdot 10^{-37}$
Log-likelihood	1021,234	Akaike criterion	-2028,467
Schwarz criterion	-2002,635	Hannan-Quinn	-2018,125
rho	0,522001	Durbin-Watson	0,954603

Test for omission of variables -

Null hypothesis: parameters are zero for the variables

Rt\_a\_sqr

Rl\_a\_sqr

Test statistic:  $F(2, 289) = 9,12684$

with p-value =  $P(F(2, 289) > 9,12684) = 0,000143353$

Test for omission of variables -

Null hypothesis: parameters are zero for the variables

Rt\_b\_sqr

Rl\_b\_sqr

Test statistic:  $F(2, 289) = 17,5206$

with p-value =  $P(F(2, 289) > 17,5206) = 6,57665 \cdot 10^{-8}$



## Lisa 10. Lihtlitsents

### **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks<sup>1</sup>**

Mina, \_\_Tatjana Tšudakova\_\_ (autori nimi)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

\_\_\_Krüptoraha turu investorite karjakäitumine Covid-19 pandeemia ajal\_\_\_,  
(lõputöö pealkiri)

mille juhendaja on \_\_\_\_\_ Kalle Ahi \_\_\_\_\_,  
(juhendaja nimi)

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

---

11.05.2021

---

<sup>1</sup> Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtjaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. jq 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.