



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Miska Wallasvaara

Digitaalisen euron tehokkuusparannusten arviointi kilpailussa ympäristössä

Laskentatoimen ja rahoituksen
akateeminen yksikkö
Taloustieteen
kandidaattiohjelma

Vaasa 2025

VAASAN YLIOPISTO**Laskentatoimen ja rahoituksen akateeminen yksikkö**

Tekijä:	Miska Wallasvaara		
Tutkielman nimi:	Digitaalisen euron tehokkuusparannusten arviointi kilpaillussa ympäristössä		
Tutkinto:	Kauppätieteiden kandidaatti		
Oppiaine:	Taloustieteen kandidaattiohjelma		
Työn ohjaaja:	Jaana Rahko		
Valmistumisvuosi:	2025	Sivumäärä:	42

TIIVISTELMÄ:

Tämän työn aiheena on tutkia miten Euroopan keskuspankin kehittämä digitaalinen euro muuttaa euroalueen maksujärjestelmää, ja voiko digieuron kaltainen digivaluutta maksujärjestelmä tuoda mukanaan tehokkuushyötyjä euroalueen maksuvälitys markkinoille ja miten ne voivat jakautua talouden eri sektoreille. Tutkimuksessa hyödynnetään mikrotalousteoreettista viitekehystä, jolla arvioidaan digitaalisen euron vaikutuksia hintamekanismiin, kuluttajan ylijäämään ja maksupalvelumarkkinoiden tehokkuuteen. Tulokset viittaavat siihen, että digitaalinen euro voi tietyissä olosuhteissa tehostaa markkinoiden toimintaa ja lisätä kokonaisyhyvinvointia. Vaikutusten toteutuminen riippuu kuitenkin sääntelystä, markkinarakenteesta ja käyttöönoton laajuudesta. Digitaalinen euro ei itsessään takaa tehokkuutta, mutta voi toimia sitä tukevana välineenä.

AVAINSANAT: Digitaalinen euro, keskuspankkidigitaalivaluutta, CDBC, maksuvälitysmarkkinat, kaksipuoliset markkinat, verkostovaikutukset, kilpailu, tehokkuus, kuluttajan ylijäämä

Sisällys

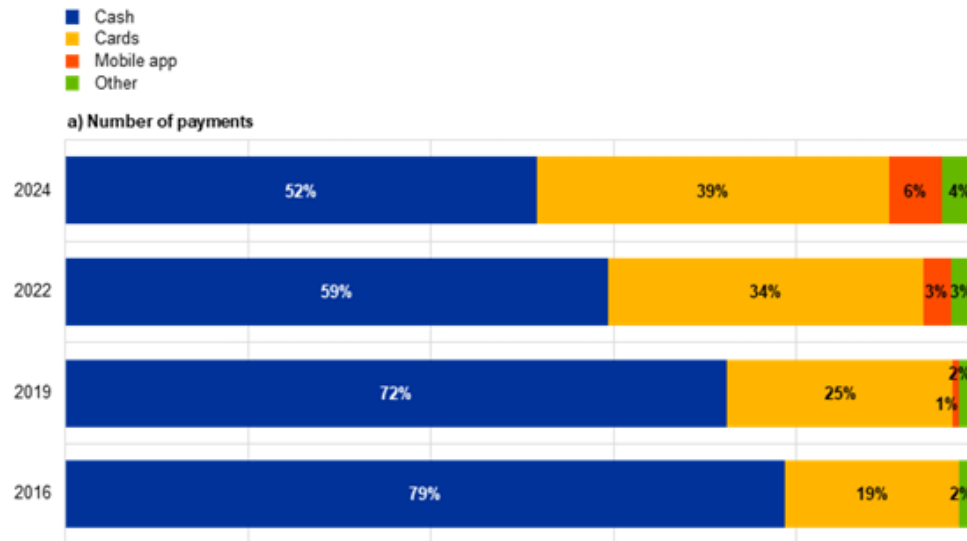
1	Johdanto	5
2	Digitaalisen euron määrittely	8
3	Kilpailu ja tehokkuus maksujärjestelmissä	11
3.1	Maksukorttiyhteisöt kaksipuolisina markkinoina	11
3.2	Kilpailulliset markkinat ja tehokkuus	12
3.3	Cournot'n määrällinen kilpailu	15
3.4	Bertrand'n hintakilpailumalli	18
3.5	Kuluttaja ylijäämä kilpailun ja hinnanmuutosten näkökulmasta	20
3.6	Yrityksen tarjonta	23
4	Aiempi tutkimus	27
4.1	Maksunvälityksen markkinarakenteet, sääntely ja innovaatiot: katsaus kirjallisuuteen	27
4.2	Analyysi: kilpailuvaikutukset ja hyvinvointimuutokset	30
4.3	Digitaalinen euro kaksipuolisilla maksujärjestelmämarkkinoilla	34
4.4	Analyysin rajoitteet ja keskeiset epävarmuustekijät	37
5	Johtopäätökset ja pohdinta	39
	Lähteet	40

Kuvat

Kuva 1. Käteismaksujen osuus euroalueella. (Lähde: European Central Bank, 2024, s. 14, <i>Survey on the Payment Attitudes of Consumers in the Euro Area</i> .)	6
Kuva 2. Kuluttajan ylijäämä. (Lähde mukailten: Varian, H.R., 2010, s. 256 <i>Intermediate Microeconomics: A Modern Approach</i> (8 th ed.) W. W. Norton & Company	21
Kuva 3. Kompensoiva ja ekvivalentti variaatio, hinnanmuutos. (Lähde: Varian, H.R., 2010, s. 259 <i>Intermediate Microeconomics: A Modern Approach</i> (8 th ed.) W. W. Norton & Company).....	22
Kuva 4. Marginaalikustannus ja voitonmaksivoiva tuotannontaso. (Lähde: Varian, H.R., 2010, s. 400 <i>Intermediate Microeconomics: A Modern Approach</i> (8 th ed.) W. W. Norton & Company)	24

1 Johdanto

Käteismaksujen käyttö on vähentynyt merkittävästi Euroopassa ja euroalueella viimeisten vuosikymmenien aikana, ja erityisesti maksukorttien yleistymisen sekä vuonna 2019 alkanut koronapandemia ovat olleet keskeinen tekijä tässä kehityksessä. Maksukorttien tarjoamat kätevät ja turvalliset maksuvaihtoehdot ovat houkuttelleet kuluttajia siirtymään pois käteisen käytöstä, lisäksi koronapandemia on entisestään vauhdittanut tätä muutosta. Pandemian aikana terveys- ja turvallisuussyistä monet kuluttajat ja kauppiat alkoivat suosia kosketusvapaata maksamista, mikä edisti erityisesti korttimaksujen ja mobiilimaksusovellusten käyttöä. Näiden muutosten myötä käteismaksujen osuus on edelleen laskenut, ja yhä useammat maksut tapahtuvat digitaalisten välineiden avulla, mikä on osaltaan muokannut eurooppalaisia maksutottumuksia. Käteismaksujen osuus euroalueella on vähentynyt 31,65 % vuosien 2016 ja 2024 välillä, kuten käy ilmi EKP:n julkaisemasta *Survey on the Payment Attitudes of Consumers in the Euro Area* -raportista (European Central Bank, 2024, s. 14). Kuvassa 1 esitetään käteismaksujen käytön prosentuaalinen suhde kaikkiin suoritettuihin maksuihin vuosina 2016–2024 (Chart 4). Kuvasta käy ilmi, että käteisen (Cash) käyttö muihin maksutapoihin, kuten korttimaksuihin (Cards), Mobiilisovelluksiin (Mobile app), ja muihin (Other) verrattuna on laskenut tasaisesti: vielä vuonna 2016 noin 79 % kaikista maksuista tehtiin käteisellä, mutta vuoteen 2024 mennessä osuus on pudonnut noin 52 prosenttiin. Tämä muutos osoittaa, kuinka digitaalisten maksutapojen, kuten korttimaksujen ja mobiilisovellusten, käyttö on syrjäyttänyt perinteisen käteisen asemaa maksuvälineenä euroalueella.



Kuva 1. Käteismaksujen osuus euroalueella. (Lähde: European Central Bank, 2024, s. 14, *Survey on the Payment Attitudes of Consumers in the Euro Area.*)

Tämän sekä yksityisten maksutapojen yleistymisen myötä, Euroopan keskuspankki julkaisi lokakuussa 2020 virallisen raportin ”*Report on a Digital Euro*”, jossa käsiteltiin digitaalisen euron kehittämisen tavoitteita, mahdollisuuksia ja haasteita. Raportti käynnisti aktiivisen tutkimus- ja kehitysvaiheen, jossa digitaalista euroa suunnitellaan osana rahapolitiikan ja maksujärjestelmän modernisointia. Digitaalinen euro olisi keskuspankkien liikkeelle laskema digitaalinen valuutta CBDC (Central Bank Digital Currency), joka täydentäisi perinteistä keskuspankkirahaa, kuten käteistä, tarjoamalla turvallisen ja tehokkaan digitaalisen maksuvälineen. Sen käyttöönotolla pyritään erityisesti parantamaan euroalueen maksujärjestelmän tehokkuutta, vähentämään riippuvuutta yksityisistä ylikansallisista maksujärjestelmistä sekä vastaamaan globaaliin kilpailun asettamiin paineisiin. Digitaalisen euron odotetaan myös lisäävän maksamisen turvallisuutta ja joustavuutta, mikä voi edistää talouden yleistä kilpailukykyä ja hyvinvointia (ks. European Central Bank, 2020; 2023; Bordo & Levin, 2017).

Tämä tutkimus keskittyy arvioimaan digitaalisen euron mahdollisia vaikutuksia euroalueen maksuvälityksen kilpailuun ja tehokkuuteen. Nykyiset maksuvälitysmarkkinat ovat keskittyneet vahvasti suurien ylikansallisten toimijoiden

hallintaan. Tällainen oligopolistinen markkinarakenne voi antaa maksunvälittäjille huomattavaa hinnoitteluvoimaa ja johtaa korkeampiin maksuvälityspalkkioihin, mikä heijastuu suoraan kuluttajien maksamiin hintoihin, ja tehokkaan ja kilpailukykyisen maksujärjestelmän luominen onkin keskeistä kuluttajien hyvinvoinnin ja koko talouden tehokkuuden näkökulmasta (Rochet & Tirole, 1999; Busso & Galliani, 2018). Tässä tutkielmassa analysoidaan teoreettisesti, miten digitaalisen euron käyttöönotto voi vaikuttaa maksujärjestelmien kilpailullisuuteen, maksuvälityspalkkioihin ja sitä kautta kuluttajaylijäämän muodostumiseen.

2 Digitaalisen euron määrittely

Digitaalinen euro on Euroopan Keskuspankin liikkeelle laskema digitaalinen valuutta eli CBDC, jonka tulisi olla komplementti hyödyke nykyiselle fyysiselle keskuspankkirahalle kuten käteiselle ja kolikoille, tarkoittaen, että se on yleisesti hyväksytty vaihdannanväline, helposti käytettävä, kustannusvapaa loppukäyttäjälle, tarjoaa korkeimman mahdollisen yksityisyydensuojan käyttäjälleen, turvallinen ja riski-vapaa kuten nykyinen FIAT-raha (Euroopan keskuspankki, 2023, s. 3–4). Euroopan keskuspankin raportin mukaan digitaalinen euro edustaisi luonnollista jatkumoa euroalueen rahajärjestelmän kehityksessä.

Euroopan keskuspankin (2023) mukaan digitaalinen euro täydentäisi käteistä ja sen käyttöä, eikä täysin korvaisi sitä. Sen keskeinen merkitys liittyy rahajärjestelmän vakauteen ja keskuspankkirahan ankkuroivaan rooliin suhteessa yksityisesti liikkeeseen laskettuun valuuttaan. Tilanteessa, jossa maksujärjestelmät ovat yhä riippuvaisempia yksityisistä toimijoista – erityisesti ei-eurooppalaisista ratkaisuksista – digitaalinen euro toimisi julkisen sektorin tarjoamana vaihtoehtona, joka säilyttää rahapolitiikan välittymiskyvyn ja tukee taloudellista suvereniteettia (Euroopan keskuspankki, 2023, s. 32).

Useissa maissa on jo otettu käyttöön keskuspankkien liikkeeseen laskemia digitaalisia valuttoja. Kiinan keskuspankin digitaalinen yuan (e-CNY) ja Bahaman keskuspankin Sand Dollar ovat konkreettisia esimerkkejä CBDC:n käyttöönotosta. Kiinan digitaalisen yuanin (e-CNY) käyttöön otto on tuonut esiin useita konkreettisia hyötyjä maksujärjestelmän tehokkuudelle ja inklusiolle. Kshetri (2022, s. 3–5) toteaa, että digitaalinen yuan tarjoaa kuluttajille luotettavan, matalariskisen, edullisen ja erittäin tehokkaan maksuvaihtoehdon, joka tekee siitä potentiaalisesti houkuttelevamman vaihtoehdon perinteisille maksutavoille. Erityisesti digitaalisen yuanin offline-maksuominaisuudet, jotka perustuvat NFC-teknologiaan, mahdollistavat maksujen suorittamisen myös ilman verkkoyhteyttä, mikä parantaa maksupalveluiden

saavutettavuutta ja taloudellista inklusiota alueilla, joilla internet-yhteydet ovat rajalliset tai olemattomat (Kshetri, 2022, s. 18–19).

Euroopan keskuspankin digivaluutan infrastruktuurin suunnittelu perustuu institutionaalisesti kaksitasoiseen rakenteeseen: keskuspankki tarjoaa taustainfrastruktuurin ja valvonnan, kun taas yksityiset toimijat, kuten maksupalveluntarjoajat ja pankit huolehtivat asiakasrajapinnasta. Tämä malli on johdonmukainen euroalueen nykyisen raha- ja maksujärjestelmän kanssa ja mahdollistaa myös yksityisen sektorin tuoman kilpailun, innovatiivisuuden ja tehokkuuden hyödyntämisen samalla kun keskuspankki säilyttää rahapolitiikkansa. (Euroopan keskuspankki, 2023, s. 18–27)

Digitaalisen euron suunnittelussa huomioidaan lisäksi rahoitusosallisuuden edistäminen sekä kriisinkestävyuden vahvistaminen. Eurojärjestelmä tavoittelee rakennetta, jossa digitaalinen euro olisi käytettävissä myös täysin ilman verkkoyhteyttä ja mahdollisesti myös ilman pankkitiliä, joka mahdollistaisi sen käytön myös poikkeusoloissa ja niillä väestöryhmillä, joilla ei ole pääsyä tavanomaisiin pankkipalveluihin (Euroopan keskuspankki, 2023, s. 4–6, 37–49).

Eurojärjestelmän digitaalisen euron tekninen toteutus rakennetaan sellaiseksi, että se on turvallinen, skaalautuva ja yhteensopiva nykyisten maksujärjestelmien kanssa. Tämän toteuttamiseksi on hahmoteltu alustava ratkaisu, jossa digitaalisen euron jakelu, validointi ja selvitystapahtumat tapahtuvat teknisessä keskitetyssä infrastruktuurissa, jota hallinnoi keskuspankki, mutta jonka rajapinnat on suunniteltu mahdollistamaan yksityisten maksupalveluntarjoajien osallistuminen maksuskeemaan. Tätä varten Euroopan keskuspankki on käynnistänyt digitaalisen euron palvelualustan (Digital Euro Service Platform, DESP) hankinta prosessin ja määritellyt järjestelmän tekniset vaatimuksen sääntökirjaan, joka yhdenmukaistaa käytännön toteutuksen koko euroalueella (Euroopan keskuspankki, 2025, s. 1–3).

Toteutus perustuu hybridimalliin, jossa yhdistyvät tilipohjaisen ja rahapohjaisen mallin ominaisuudet. Verkossa tapahtuvat maksut hoidetaan tunnistautumiseen perustuvasti, kun taas offline-tilassa digitaalinen euro voidaan tallentaa esimerkiksi käyttäjän päätelaitteeseen – kuten matkapuhelimen turvasirulle – mahdollistaen transaktiot ilman reaaliaikaista yhteyttä keskuspankin järjestelmään. Tällainen rakenne tukee paitsi operatiivista jatkuvuutta, että myös varautumista maksuliikenteen häiriötilanteisiin (Euroopan keskuspankki, 2025, s. 2–4)

Teknologisesta näkökulmasta järjestelmän perusratkaisuna toimii puolikeskitetty arkkitehtuuri, jonka arvioidaan tukevan korkeaa suorituskykyä ja mahdollistavan transaktioiden reaaliaikaisen selvityksen. Hajautettujen kirjanpitojärjestelmien kuten lohkoketjujen käyttöä on myös arvioitu vaihtoehtona erityisesti tietoturvan ja yksityisyydensuojan kannalta. Lisäksi järjestelmään rakennetaan avoimien standardien varaan, jotta yksityiset toimijat voivat kehittää sen päälle yhteensopivia innovatiivisia maksupalveluratkaisuja. Tämä lähestymistapa tukee kilpailua maksuvälitysmarkkinoilla. Teknisen toteutuksen vaatimukset, mukaan lukien riskienhallinta, käyttäjäkokemuksen standardit ja vaatimukset mobiililaitteiden yhteensopivuudesta, on määritelty osaksi digitaalisen euron sääntökirjaa, jota kehitetään yhteistyössä sidosryhmien kanssa ja joka muodostaa koko järjestelmän teknis-normatiivisen perustan (Euroopan keskuspankki, 2025, s. 3–5).

3 Kilpailu ja tehokkuus maksujärjestelmissä

3.1 Maksukorttiyhteisöt kaksipuolisina markkinoina

Maksukorttijärjestelmien taloudellista dynamiikkaa ei voida ymmärtää ilman kaksipuolisten markkinoiden teoriaa, jonka mukaan, järjestelmät palvelevat kahta käyttäjäryhmää samanaikaisesti: kauppiaita ja kuluttajia. Kaksipuolisilla markkinoilla keskeinen piirre on se, että yhden osapuolen osallistumisen arvo toiselle osapuolelle riippuu ensimmäisen osapuolen määrästä – tämä tunnetaan verkostovaikutuksena (Rochet & Tirole, 1999, s. 3).

Schmalenseen (2002) mukaan maksukorttiyhteisöjen toiminta perustuu nimenomaan siihen, että kuluttajien ja kauppiaiden osallistuminen tulee tasapainottaa hinnanmuodostuksen avulla – tyypillisesti asettamalla vaihdantamaksu (interchange fee). Tämä maksu siirtyy kauppiaan pankilta kortinhaltijan pankille, ja se vaikuttaa sekä kortin käytön hintaan että hyväksyntään. Koska vaihdantamaksu vaikuttaa molempien osapuolien kustannusrakenteisiin ja kannustimiin, sen suuruudella voidaan säädellä markkinan dynamiikkaa. Oikein asetettuna se maksimoi verkoston laajuuden ja tehokkuuden; väärin asetettuna se voi johtaa markkinahäiriöihin, kuten korttien ylitarjontaan tai kauppiasvastarintaan (Schmalensee, 2002, s. 105–106).

Toimivan kaksipuolisen markkinan keskiössä on hintarakenteiden subventio – toinen markkinapuoli saa palvelun halvemmalla tai jopa ilmaiseksi, kun taas toinen osa puoli maksaa enemmän. Tämä on seurausta siitä, että kuluttajien lisääminen järjestelmään kasvattaa verkoston arvoa kaikille, myös kauppiaille. Siksi korttiyhteisöt voivat subventoida kuluttajapuolta veloittamalla kauppiailta korkeampia maksuja (Schmalensee, 2002, s. 110). Rochet ja Tirole (1999) puolestaan korostavat, että tällaisessa asetelmassa vaihdantamaksun taso on olennainen: sen pitää vastata suhteellisia hintajoustoja ja hyötyjä kummallakin puolella. Jos kortin käyttöön liittyy

kauppiaalle kustannuksia, mutta ei hyötyjä, hän ei hyväksy korttia, vaikka kuluttajat haluaisivat käyttää sitä – ja päinvastoin.

Myös Bourreau ja Verdier (2018) osoittavat analyysissään, että vaihdantamaksujen taso vaikuttaa merkittävästi siihen, millä tavalla kuluttajat ja kauppiaat omaksuvat uusia maksujärjestelmiä kuten esimerkiksi digitaalisen euron. Heidän mukaansa optimaalinen vaihdantamaksu riippuu markkinaosapuolten välisten ulkoisvaikutusten voimakkuudesta: jos nämä ulkoisvaikutukset ovat heikkoja, yksityisen sektorin asettama maksutaso on usein liian korkea, mikä johtaa tehottomuuteen ja estää järjestelmien laajan käytön (Bourreau & Verdier, 2018, s. 130–132).

Schmalensee (2002) esittää myös, että korttiyhteisöjen kollektiivisesti määrittelemä vaihdantamaksu ei välttämättä ole kilpailuoikeudellisesti ongelmallinen, koska kyseessä on koordinointitarve, ei välttämättä kartelli. Kun markkinalla on merkittäviä verkostovaikutuksia ja kaksipuolisia kannustimia, keskitetty hinnanasettelu voi olla tehokkuuden edellytys, ei sen este (Schmalensee, 2002, s. 118).

3.2 Kilpailulliset markkinat ja tehokkuus

Kilpailullisten markkinoiden teoreettinen perusta perustuu mikrotaloustieteeseen ja erityisesti yleisen tasapainoteorian kehitykseen, jossa resurssien tehokas allokaatio saavutetaan hintamekanismin välityksellä täydellisen kilpailun olosuhteissa ja jonka keskeinen formaali esitys esiteltiin Arrow'n ja Debreun (1954) toimesta. Heidän mallinsa osoittaa, että tietyillä ehdoilla markkinataloudessa on olemassa hintataso ja resurssien allokaatio, jotka muodostavat Walrasilaisen yleisen tasapainon. Tässä tasapainossa markkinoilla kysyntä ja tarjonta kohtaavat, ja syntyvä allokaatio on Pareto-tehokas eli yhteiskunnallisesti optimaalinen (Arrow & Debreu, 1954, s. 266–273).

Tämän tasapainon olemassaolon todistus perustuu useisiin matemaattisiin oletuksiin, joista keskeisimmät ovat:

1. Kuluttajan hyödyn optimointiongelma

Kuluttaja i maksimoi hyötyfunktionsa $u_i(x_i)$ budjettirajoitteensa puitteissa:

$$\max_{x_i} u_i(x_i) \text{ s. t. } p \cdot x_i \leq p \cdot \omega_i \quad (1)$$

missä,

$$x_i = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} = \text{kuluttajan hyödykekori}$$

$$p = \begin{pmatrix} p_1 \\ \vdots \\ p_n \end{pmatrix} = \text{hintavektori}$$

$$\omega_i = \begin{pmatrix} \omega_{i1} \\ \vdots \\ \omega_{in} \end{pmatrix} = \text{kuluttajan } i \text{ alkuomaisuusvektori tuotteesta } x_i$$

2. Tuottajan voitonmaksimointiongelma

Jokainen yritys j valitsee tuotantopäätöksen y_j tuotantoujoukosta Y_j

$$\max_{y_j} p \cdot y_j \text{ s. t. } y_j \in Y_j \quad (2)$$

missä,

$$y_j = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} = \text{tuotantovektori}$$

$Y_j = \{y \in \mathbb{R}^n \mid y \leq b\} = \text{tuotantomahdollisuuksienjoukko, jossa } b \text{ on resurssienmäärä}$

3. Markkinoiden tasapainoehto

Kullekin hyödykkeelle $l = 1, \dots, L$ pätee:

$$\sum_l x_i^l = \sum_l \omega_i^l + \sum_l y_j^l \quad (3)$$

missä,

$x_i^l = \text{kuluttajan } i \text{ kysyntä hyödykkeestä } l$

$\omega_i^l = \text{kuluttajan } i \text{ alkuomaisuus hyödykkeessä } l$

4. Walrasin laki

$$\sum_{l=1}^L p_l [\sum_{i=1}^I x_i^l - \omega_i^l - \sum_{j=1}^J y_j^l] = 0 \quad (4)$$

eli hyödykemarkkinoiden yhteenlaskettu ylimääräinen kysyntä on nolla.

5. Pareto-tehokkuuden ehto

Allokaatio (x_1^*, \dots, x_I^*) on Pareto-tehokas, jos:

$$\begin{aligned} & \text{Ei ole olemassa } (\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_I): \\ & u_i(\tilde{x}_i) \geq u_i(x_i^*) \quad \forall i \text{ ja } \exists j: u_j(\tilde{x}_j) > u_j(x_j^*) \end{aligned} \quad (5)$$

eli kenenkään asemaa ei voida parantaa ilman, että jonkun toisen asema heikkenee.

Teoreettisessa mallissa kilpailullisuus edellyttää, että yksittäiset kuluttaja ja tuottajat ovat niin sanotusti hintojen ottajia, eivätkä omaa sellaista markkinavoimaa, että pystyisivät yksinomaan vaikuttamaan markkinahintoihin. Markkinoiden mekanismi välittää informaatiota hajautetusti: hinnat heijastavat resurssien niukkuutta ja kuluttajien preferenssejä ilman tarvetta keskitetylle suunnittelulle. Hintamekanismi mahdollistaa tasapainon, jossa yksilölliset valinnat johtavat koko talouden kannalta yhteensopivaan ja tehokkaaseen resurssien allokaatioon (Arrow & Debreu, 1954, s. 267–268).

On kuitenkin huomioitava, että Arrow'n ja Debreun tasapainomalli on vahvasti teoreettinen. Todellisuudessa transaktiokustannukset, epäsymmetrinen informaatio ja epätäydellinen kilpailu heikentävät usein tehokkuutta. Esimerkiksi maksupalvelumarkkinoilla tehokkuus ei usein toteudu, vaikka markkinoilla vallitsisi kilpailullisia piirteitä. Yksi keskeinen syy tähän ovat verkostovaikutukset, jotka voivat

johtaa tehokkuushäiriöihin. Kaksipuolisilla markkinoilla – kuten maksukorteissa – nämä ulkoisvaikutukset ovat erityisen merkittäviä, koska kuluttajien ja kauppiaiden päätökset ovat strategisesti riippuvaisia toisistaan (Rochet & Tirole, 2003, s. 991–993).

Tämäkaltainen verkostodynamiikka voi itsessään aiheuttaa markkinahäiriöitä, joissa yksityiset toimijat eivät hinnoitele tehokkaasti koko järjestelmän kannalta, vaan pyrkivät maksimoimaan oman puolensa voitot. Rochet ja Tirole (2003) osoittavat, että tällaisessa tilanteessa jopa täydellinen kilpailu yritysten välillä ei johda yhteiskunnallisesti optimaaliseen tulokseen, vaan saattaa tuottaa ali- tai yli-investointeja maksujärjestelmien infrastruktuuriin (s. 997–1002). Samalla syntyy tilanne, jossa markkinavoima ei näy suoraan hintatason nousuna, vaan esimerkiksi jäykkinä sopimus- ja hinnoittelurakenteina, kuten interchange-maksu-sääntelynä tai no-surcharge-käytäntöinä (ks. Rysman & Wright, 2014, s. 305). Tämän vuoksi maksujärjestelmien kilpailullisuutta ja tehokkuutta tulee arvioida ottaen huomioon verkostorakenteista syntyvät ulkoisvaikutukset, jotka voiva synnyttää tehokkuustappioita myös silloin, kun kilpailijoita on useita.

3.3 Cournot'n määrällinen kilpailu

Cournot'n oligopolimalli on yksi mikrotaloustieteen klassisimmista ja edelleen laajasti käytetyistä teoreettisista viitekehyksistä yrityskäyttäytymisen mallintamiseen epätäydellisen kilpailun olosuhteissa. Mallin kehitti Antoine Augustin Cournot vuonna 1838, ja se on sittemmin muodostunut yhdeksi perustaksi oligopolien formaalille analyysille (Varian, 2010, s. 509). Cournot'n oligopolimalli kuvaa markkinoita, joilla rajallinen määrä yrityksiä valitsee tuotantomääränsä strategisesti ottaen huomioon kilpailijoiden päätökset. Malli olettaa, että kukin yritys valitsee tuotantotasonsa olettaen kilpailijoiden määrät annetuiksi (Varian, 2010, s. 509–511). Tämä strateginen riippuvuus tuottaa tasapainon, jossa kukaan yritys ei yksipuolisesti voi lisätä voitojansa muuttamalla tuotantotasoa, kun muiden yritysten tuotanto pidetään vakiona.

Cournot'n mallin perusolettamuksissa tarkastellaan seuraavia ehtoja. Markkinoilla toimii n identtistä yritystä, joista jokainen yritys i valitsee tuotantomäärän $q_i \geq 0$.

Kokonaistuotanto on täten,

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \quad (6)$$

Markkinahinta määräytyy käänteisen kysyntäfunktion kautta:

$$P = f(Q) = a - bQ \quad \text{kun } a, b > 0 \quad (7)$$

Jokaisen yrityksen rajakustannus on vakio c , eli kokonaiskustannus on:

$$C(q_i) = cq_i \quad (8)$$

Yrityksen voittofunktio on täten:

$$\pi = P \cdot q_i - cq_i = (a - bQ)q_i - cq_i \quad (9)$$

Kukin yritys maksimoi oman voittonsa valitsemalla tuotantotasoon q_i , olettaen että kilpailijoiden tuotantomäärät ovat annetut. Täten ensimmäisen kertaluvun ehto (FOC) saadaan:

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = a - bQ - bq_i - c = 0 \quad (10)$$

Ratkaisemalla yhtälöstä termi q_i saadaan yrityksen reaktiokäyrä, joka ilmaisee optimaaliset tuotantomäärät kilpailijoiden tuotantotasoon nähden. Symmetrisessä Nash-tasapainossa, jossa $q_1 = q_2 = \dots = q_n = q^*$, saadaan:

$$q^* = \frac{a-c}{b(n+1)} \text{ ja } Q^* = nq^* \quad (11)$$

Tilanne johtaa täten markkinahintaan:

$$P^* = a - bQ^* = a - b \cdot \frac{n(a-c)}{b(n+1)} = \frac{a+nc}{n+1} \quad (12)$$

Koska $P^* > c$, Cournot'n tasapainossa hinta jää rajakustannuksen yläpuolelle, joka kuvastaa markkinavoiman olemassaoloa. Tämä tekee mallista relevantin tilanteissa, joissa yritykset tarjoavat homogeenistä tuotetta ja yrityksillä on kyky vaikuttaa markkinahintaan tuotantostrategioiden kautta, mikä voi osin kuvata myös joitakin maksuvälitysmarkkinoiden rakenteita ja piirteitä. Tämän takia mallista seuraa, että mitä enemmän yrityksiä markkinoilla on, sitä lähemmäs hinta lähestyy rajakustannusta ja sitä elastisemmän kysynnän yksittäinen yritys markkinoilla kohtaa (Varian, 2010, s. 511).

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P^* = c \quad (13)$$

Vaikka Cournot'n oligopolimalli soveltuu hyvin kuvaamaan markkinatilanteita, joissa yritykset päättävät strategisesti tuotantomääristään, se ei välttämättä kuvaa tarkasti maksujärjestelmien toimintaa. Rochet ja Tirole (1999, s.3) osoittavat, että luottokorttiyhteisöissä – kuten Visa ja Mastercard – päätöksenteko ei perustu yksittäisten toimijoiden määräsäätelyyn, vaan kollektiiviseen maksupolitiikkaan, mikä muistuttaa enemmän koordinoitua hinnoittelua ja yhteistoiminnallista peliteoreettista asetelmaa kuin klassista Cournot-kilpailua.

Rochet ja Tirole (1999, s. 4) osoittavat kuitenkin, että markkinoiden rakenteella on ratkaiseva merkitys siihen, syntyykö yhteiskunnallisesti optimaalinen vai liiallinen maksupalveluiden tarjonta. Cournot'n malli auttaa siten arvioimaan, miten digitaalinen euro voi murtaa nykyistä tarjontarajoitteista rakennetta ja lisätä kilpailua, vastaten tutkimuskysymykseen maksuvälityksen kilpailuvaikutuksista.

3.4 Bertrand'n hintakilpailumalli

Bertrand'n kilpailumalli on mikrotaloustieteissä teoreettinen viitekehys, jota käytetään kuvaamaan markkinoita, joilla yritykset kilpailevat hinnoilla eikä määrillä (Varian, 2010, s. 447–450). Mallin ydinolettamuksena on, että markkinoilla toimii vähintään kaksi yritystä, jotka tarjoavat homogeenistä tuotetta ja tekevät hinnanvalintansa samanaikaisesti. Malli ennustaa, että vaikka yrityksiä olisi vain kaksi, kilpailu johtaa hintojen laskuun rajakustannusten tasolle – tämä ilmiö tunnetaan nimellä Bertrand-paradoksi.

Oletetaan kaksi yritystä, jotka tarjoavat hyödykettä hinnalla p_1 ja p_2 , ja joilla on identtiset rajakustannukset c . Tässä tapauksessa Bertrandin mallin mukaisesti kysyntä kohdistuu halvemmalla hinnalla tarjoavalle yritykselle:

$$Q_1 = \begin{cases} D(p_1), & \text{jos } p_1 < p_2 \\ \frac{1}{2}D(p), & \text{jos } p_1 = p_2 = p \\ 0, & \text{jos } p_1 > p_2 \end{cases} \quad (14)$$

missä,

Q_1 = Yrityksen 1 myymä määrä

$D(p)$ = Kokonaiskysyntä hinnalla p

Tässä tapauksessa kummankin yrityksen voitto on:

$$\pi_i = (p_i - c) \cdot Q_i \quad (15)$$

missä,

π_i = yrityksen i voitto

p_i = yrityksen i hinta

c = rajakustannus

Q_i = yrityksen i tuottama määrä

Nash-tasapainossa $p_1 = p_2 = c$, eli kumpikin yritys hinnoittelee rajakustannusten tasolla, eikä täten tee ylimääräistä voittoa.

Pintapuolisesti katsottuna Visa ja Mastercard täyttävät Bertrand-kilpailun oletukset, koska ne tarjoavat homogeenistä läheisesti substituutiivista tuotetta, toimivat samalla markkinalla sekä kilpailevat samoista kauppiaista ja kuluttajista. Jos Bertrand-malli soveltuisi puhtaasti, markkinakilpailun pitäisi painaa kauppiaiden maksamat transaktiopalkkiot lähelle rajakustannuksia. Tosiasiassa näin ei kuitenkaan käy. Rochet ja Tirole (1999) osoittavat, että maksukorttimarkkinoilla useat instituutiot estävät hinnanmuodostuksen vapautta. Yksi keskeinen mekanismi on no-surcharge-sääntö, joka estää kauppiaita veloittamasta asiakkaita eri tavalla sen mukaan, mitä maksutapaa he käyttävät (Rochet & Tirole, 1999, s. 2–3). Tämä sääntö poistaa kuluttajien kannusteen valita kustannustehokkain maksutapa, mikä häivyttää hintakilpailun vaikutukset.

Lisäksi korttiyhteisöt määrittävät interchange fee -tason kollektiivisesti mikä rikkoo Bertrand'n mallin olennaisen oletuksen itsenäisestä hinnoittelusta (Rochet & Tirole, 1999, s. 11–13). Pankit eivät hinnoitele toisistaan riippumattomasti, vaan seuraavat yhteisiä sopimuksia, mikä johtaa tilanteeseen, jossa todellista hintakilpailua ei tapahdu. Malli kuitenkin tarjoaa teoreettisen tavan maksukorttijärjestelmän tarkasteluun. Se näyttää millainen hinnoittelutulos syntyisi täydellisen kilpailun olosuhteissa, mutta myös paljastaa, kuinka poikkeavat markkinarakenteet ja säännöt kuten esimerkiksi verkostokoordinaatio voivat estää tämän tasapainon toteutumisen. Rochet'n ja Tirolen (1999) havaintojen perusteella voidaan päätellä, että Visa ja Mastercard eivät kilpaile myöskään Bertrand-mallin oletusten mukaisesti, vaan pikemminkin koordinoivat toimintaansa, joka voi johtaa korkeampiin hintoihin ja korttien liikellelaskijoiden voiton maksimointiin, joka poikkeaa kilpailullisen markkinan tuloksista.

Digitaalinen euro voi toimia vaihtoehtoisena maksuvälineenä, joka ei ole sidottu vastaaviin institutionaalisiin rajoitteisiin, kuten no-surcharge-sääntöihin tai kollektiivisesti määriteltyihin interchange-maksuihin. Euroopan keskuspankin mukaan digitaalinen euro vahvistaisi myös kauppiaiden neuvotteluasemaa suhteessa maksupalveluntarjoajiin,

alentaisi kustannuksia ja lisäisi kuluttajien valmiutta suorittaa ostoksia etenkin verkkoympäristössä (European Central Bank, 2024). Tämä osoittaa, että digitaalisella eurolla voi olla merkittävä vaikutus sekä hintarakenteisiin että tehokkuuden jakautumiseen – erityisesti vähittäiskaupan ja verkkokaupan sektorilla. Näin Bertrand'n malli toimii vertailukohtana arvioitaessa, kuinka lähelle kilpailullista tasapainoa digitaalinen euro voi siirtää maksunvälitysmarkkinaa.

3.5 Kuluttaja ylijäämä kilpailun ja hinnanmuutosten näkökulmasta

Kuluttajan ylijäämä on yksi mikrotaloustieteen keskeisimmistä hyvinvoinnin mittareista. Se kuvaa rahamääräistä arvoa, jonka kuluttaja kokee saavansa enemmän kuin hänen maksamansa hinta hyödykkeestä. Tarkemmin sanottuna kuluttajan ylijäämä mittaa sitä hyötyä, jonka kuluttaja saa vaihdannasta suhteessa markkinahintaan; se on maksetun hinnan ja kysyntäkäyrän väliin jäävä alue (Varian, 2010, s. 254–256).

Kun hyödyke on jaettavissa jatkuvasti ja sen hintafunktio on jatkuva, kuluttajan ylijäämä voidaan määrittellä kysyntäkäyrän alla olevana alueena seuraavasti:

$$CS = \int_0^{x_i} p(x)dx - p_i \cdot x_i \quad (16)$$

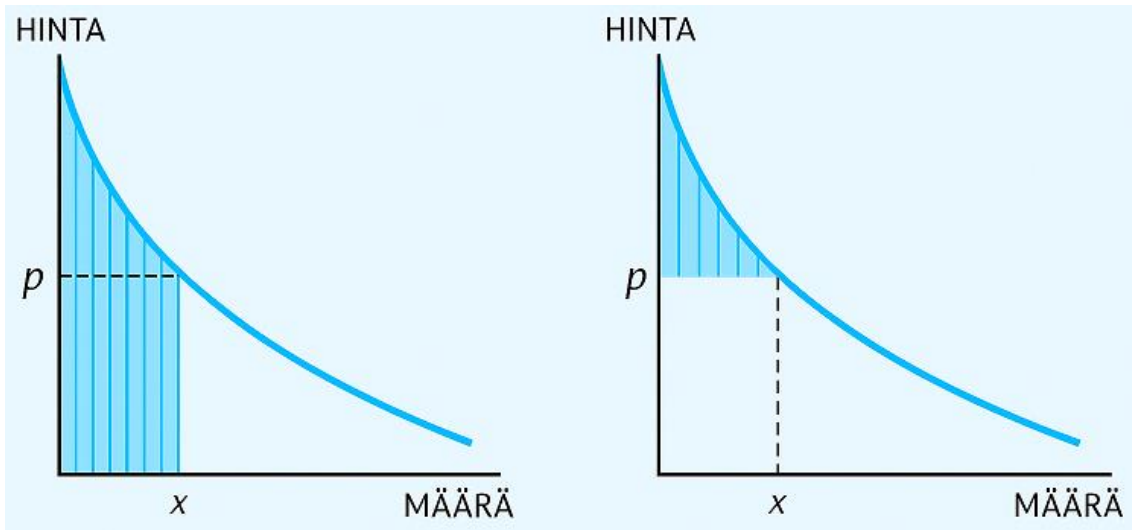
missä,

CS = Kuluttaja ylijäämä

$p(x_i)$ = hyödykkeen käänteinen kysyntäfunktio

p_i = hyödykkeen i markkinahinta

x_i = hyödykkeen i määrä, jonka kuluttaja päätyy ostamaan



Kuva 2. Kuluttajan ylijäämä. (Lähde mukailten: Varian, H.R., 2010, s. 256 *Intermediate Microeconomics: A Modern Approach* (8th ed.) W. W. Norton & Company)

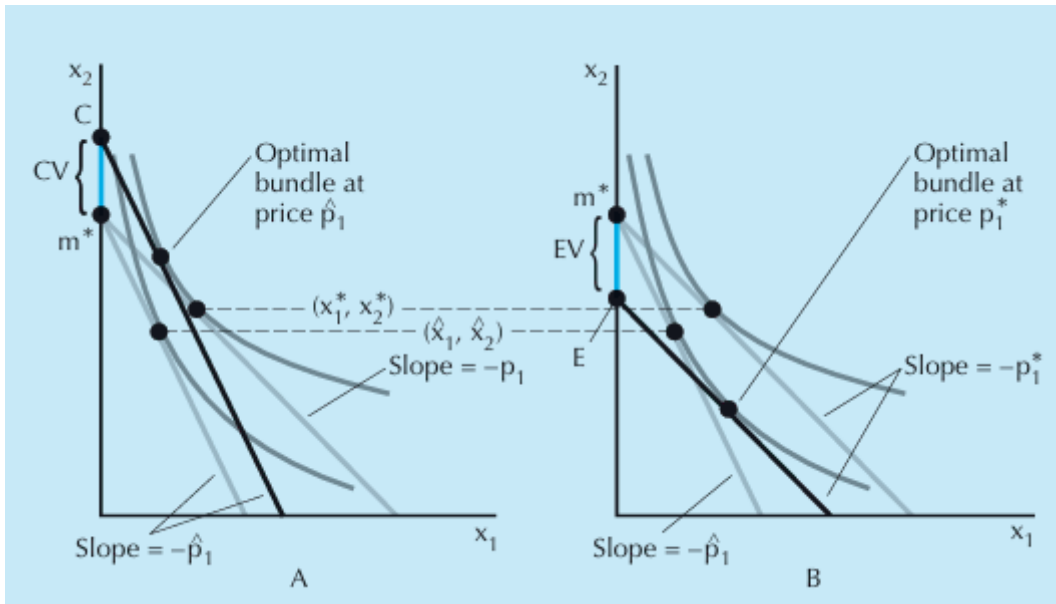
Tämänkaltainen määritelmä on erityisen tarkka silloin, kun kuluttajan hyötyfunktio on kvasi-lineaarinen, eli muotoa:

$$u(x, m) = v(x) + m \quad (17)$$

jossa x on tarkasteltava hyödyke ja m numeraire-hyödyke. Tällöin tulo- ja substituutiovaikutukset voidaan käsitellä erillään, eikä tulotaso vaikuta rajahyötyyn tarkasteltavan hyödykkeen suhteen (Varian, 2010, s. 258).

Kuluttajan ylijäämä toimii myös approksimaationa hyötymuutoksille, joita hintatasonmuutokset aiheuttavat. Näitä voidaan verrata vaihtoehtoihin rahamääräisiin mittareihin, kuten kompensoivaan ja ekvivalenttimuutokseen. Kvasi-lineaarisen hyötyfunktion tapauksessa kuluttaja ylijäämä, kompensoiva variaatio (CV) ja ekvivalentti variaatio (EV) ovat yhtäpitäviä, eli:

$$\Delta CS = \Delta CV = \Delta EV \quad (18)$$



Kuva 3. Kompensoiwa ja ekvivalentti variaatio, hinnanmuutos. (Lähde: Varian, H.R., 2010, s. 259 *Intermediate Microeconomics: A Modern Approach* (8th ed.) W. W. Norton & Company)

Kuvassa 3 nähdään, miten hinnanmuutos vaikuttaa kuluttajan hyvinvointiin. Englanninkieliset termit "compensating variation" (kompensoiwa variaatio) ja "equivalent variation" (ekvivalenttivariaoio) viittaavat tapoihin mitata hyvinvointimuutosta rahamääräisesti. Kompensoiwa variaatio kertoo, kuinka paljon rahaa kuluttajalle pitää antaa hinnannousun jälkeen, jotta hän saavuttaisi alkuperäisen hyvinvointitasonsa. Ekvivalenttivariaoio puolestaan kertoo, kuinka paljon rahaa kuluttaja olisi valmis maksamaan estääkseen hinnannousun. Kuvassa on myös kuvattu optimaalinen hyödykeallokatio eri tilanteissa "Optimal bundle at price ...", sekä kulmakerroin "slope". Molemmissa tapauksissa hyödyn muutos mitataan hyötyfunktioista johdettuna.

Tämä ominaisuus tekee kuluttajan ylijäämästä käyttökelpoisen mittarin hyödykkeen hinnanmuutosten vaikutusten arvioinnissa sekä osana markkinavaikutusten mallintamista (Varian, 2010, s. 259–261).

Kuluttajan ylijäämä on erityisen käyttökelpoinen mittari tutkiessa digitaalisen euron vaikutuksia maksunvälitysmarkkinoiden toimintaan ja hyvinvointivaikutuksiin. Yksi tutkielman keskeisistä tutkimuskysymyksistä käsittelee, miten digitaalinen euro voi vaikuttaa hintoihin ja kuluttajaylijäämään. Rochet & Tirole (1999) osoittavat, että maksukorttimarkkinoiden rakenteet, kuten no-surcharge-säännöt ja kollektiiviset hinnoittelukäytännöt, voivat estää kilpailun syntymistä ja ylläpitää korkeita kuluttajahintoja (s. 2–3, 11–13). Myös Bourreau ja Verdier (2018) tuovat esiin, että liian korkeat interchange-maksut rajoittavat uusien maksujärjestelmien leviämistä ja vähentävät tehokkuutta (s. 130–132).

Näin ollen kuluttajan ylijäämä toimii analyysivälineenä arvioitaessa digitaalisen euron mahdollisia hyvinvointivaikutuksia – erityisesti sen osalta, kuinka maksamisen kustannusten muutokset lisääntyneen kilpailun kautta vaikuttavat kuluttajien asemaan.

3.6 Yrityksen tarjonta

Yrityksen tarjontaa ja voitonmaksimointia käsittelevän matemaattisen teorian perustan loivat klassisen taloustieteen koulukunnan edustajat, erityisesti Alfred Marshall. Marshall kehitti keskeiset konseptit, kuten marginaalikustannukset ja voitonmaksimoinnin periaatteet teoksessaan *Principles of Economics* (1890). Marshall (1890, s. 287–289) esittää, että yrityksen tarjontapäätöstä ohjaa voitonmaksimointiperiaate, jossa tuotantomäärän ratkaisee kohta, jossa marginaalikustannus ja markkinahinta ovat yhtä suuret. Tämä teoria on myöhemmin muotoiltu ja täsmennetty nykyaikaisemmaksi ekonomistien toimesta, joista yksi merkittävimpiä modernin esitystavan kehittäjiä on Hal Varian, jonka esitystä käytetään yleisesti nykytaloustieteessä.

Varianin (2010) mukaan yrityksen tarjontapäätös riippuu olennaisesti sen kustannusrakenteesta, erityisesti sen marginaalikustannuksista. Taloudellisesti rationaalinen yritys valitsee tuotantomääränsä siten, että marginaalikustannus vastaa tuotteen markkinahintaa (Varian, 2010, s.396)

Teorian keskeisimmät matemaattiset oletukset ovat:

Voitonmaksimointi: Yritys valitsee tuotantomääränsä q siten, että se maksimoi voittonsa.

$$\pi(q) = p * q - C(q) \quad (19)$$

missä,

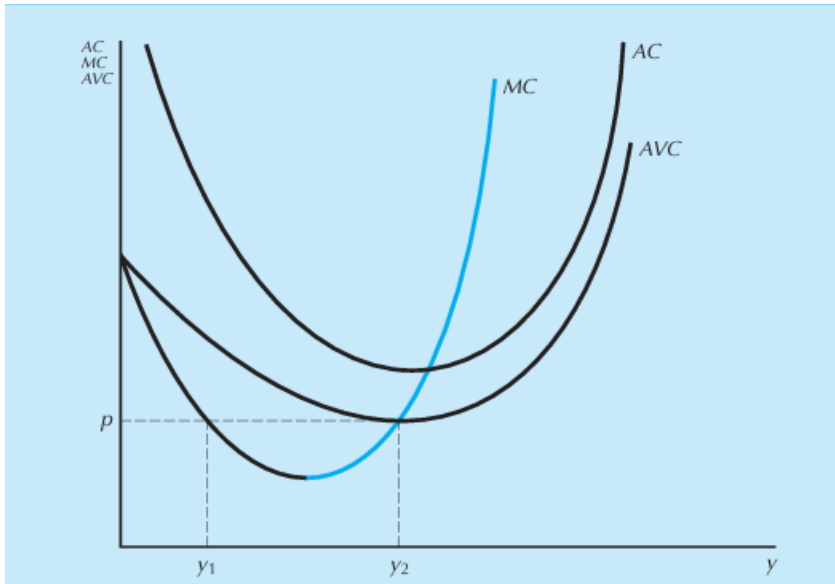
p = markkinahinta

q = tuotettu määrä

$C(q)$ = kokonaiskustannusfunktio

Marginaalikustannusehto: Yrityksen tarjontapäätöksessä marginaalikustannus (MC) vastaa markkinahintaa p .

$$MC(q) = \frac{\partial C(q)}{\partial q} = p \quad (20)$$



Kuva 4. Marginaalikustannus ja voitonmaksivoiva tuotannontaso. (Lähde: Varian, H.R., 2010, s. 400 *Intermediate Microeconomics: A Modern Approach* (8th ed.) W. W. Norton & Company)

Yrityksen tarjontakäyrä lyhyellä aikavälillä määräytyy marginaalikustannuskäyrän nousevan osan kautta, joka sijaitsee keskimääräisten muuttuvien kustannusten (AVC) yläpuolella. Pitkällä aikavälillä kaikki kustannukset ovat muuttuvia, ja yrityksen tarjontakäyrä vastaa pitkän aikavälin marginaalikustannuskäyrää (Varian, 2010, s. 398–403).

Yrityksen tarjontakäyttämisen analyysi tarjoaa perustan ymmärtää, miten maksunvälityspalveluiden tai niiden käyttäjien – kuten kauppiaiden – tuotantopäätökset määräytyvät kilpailullisessa ympäristössä, kun niiden kustannusrakenne kohtaa muutoksia. Nykyiset maksukorttijärjestelmät sisältävät kiinteitä kustannuksia, kuten interchange-maksut, jotka vaikuttavat suoraan kauppiaiden kustannusrakenteeseen ja edelleen heidän tarjontaansa (Rochet & Tirole, 1999, s. 11–13).

Euroopan keskuspankin mukaan digitaalinen euro voisi vähentää kauppiaiden kustannuksia ja parantaa heidän neuvotteluasemaansa maksupalveluntarjoajiin nähden (European Central Bank, 2024). Tällaiset muutokset voivat olla merkityksellisiä tutkielman toisen tutkimuskysymyksen kannalta, jossa tarkastellaan, miten mahdolliset tehokkuusparannukset jakautuvat eri talouden sektoreille. Tarjontateorian avulla voidaan näin muodostaa käsitteellinen kehikko, jonka kautta digitaalisen euron vaikutuksia kauppiaiden toimintaan voidaan myöhemmin analysoida.

Mikäli maksuvälitysmarkkinoilla vallitsee oligopolistinen rakenne, jossa muutama suuri toimija kontrolloi pääasiallista infrastruktuuria kuten esimerkiksi korttiverkostoja, ei tuotanto ja hinnoittelu vastaa rajakustannuksia vaan sisältää hinnoitteluvoimaa. Tämä aiheuttaa tehokkuustappion, sillä osa transaktioista, jotka olisivat yhteiskunnallisesti kannattavia (kuluttajan maksuhalukkuus ylittää rajakustannukset), jää toteutumatta. Tässä kontekstissa digitaalinen euro voisi toimija rajakustannuksia vastaavana vaihtoehtona, mikä pakottaa yksityiset toimijat hinnoittelemaan tehokkaammin. Tuotantoteorian näkökulmasta digitaalinen euro tuo markkinoille toimijan, joka voi

tarjota palvelun kustannustehokkaammin, ja näin ollen siirtää markkinatasapainoa kohti tehokkaampaa tuotantoa ja allokaatiota.

4 Aiempi tutkimus

4.1 Maksunvälityksen markkinarakenteet, sääntely ja innovaatiot: katsaus kirjallisuuteen

Aikaisempi taloustieteellinen tutkimus maksunvälitysmarkkinoista ja digitaalisten maksuvälineiden kehityksestä on korostanut markkinarakenteen ja hinnoittelumekanismien keskeistä roolia tehokkuuden muodostumisessa. Maksukorttijärjestelmiä, kuten Visaa ja Mastercardia, pidetään klassisina esimerkkeinä kahdenpuoleisista markkinoiden osapuolista, joissa kuluttajat ja kauppiat toimivat kahdella eri käyttäjäryhmällä. Näitä järjestelmiä hallinnoivat maksukorttiyhdistykset määrittelevät niin sanotun interchange-maksun, joka on kauppiaan pankin maksama korvaus kortinhaltijan pankille, jokaista korttitapahtumaa kohden. Rochet ja Tirole (1999) osoittivat, että kun näissä järjestelmissä sovelletaan niin kutsuttua ”no cash discount” -sääntöä, joka estää kauppiaita veloittamasta lisämaksua kalliimmista maksutavoista, häviää kuluttajan kannuste valita edullisempi maksutapa, mikä voi johtaa suurempaan tehottomuuteen. Tällaisessa tilanteessa kuluttaja ei näe maksutavan todellista kustannusta ja saattaa suosia korkeampia kustannuksia aiheuttavaa maksutapaa, mikä vääristää koko markkinarakenteen tehokkuutta (Rochet & Tirole, 1999, s. 20–24).

Yhdysvaltain luottokorttimarkkinoiden historia tarjoaa esimerkin siitä, miten rakenteellinen kilpailun puute voi aiheuttaa hyvinvointitappioita erityisesti vähemmän varakkaille kuluttajille. Herkenhoff ja Raavendranathan (2020) osoittavat, että 1970-luvulla markkinoilla vallitsi alueellisia monopoleja, jotka aktiivisesti estivät kilpailijoiden markkinoillepääsyä esimerkiksi eksklusiivisuussopimuksilla ja korkeilla korkokatoilla. Näiden käytäntöjen vuoksi luottokorttien hinnat nousivat, pääsy rahoitusmarkkinoille kaventui ja erityisesti pienituloiset kotitaloudet kärsivät rajusti. Tutkimuksessa simuloitiin hyvinvointivaikutuksia siirtymässä monopolistisesta markkinasta kohti oligopolistista rakennetta, ja havaittiin, että kilpailun lisääntyminen johti jopa 50 % vuosiansioiden suuruiseksi vastaaviin hyvinvointihyötyihin alimassa tulokymmenyksessä (Herkenhoff & Raavendranathan, 2020, s. 3–5). Tämä osoittaa, että

maksunvälitysmarkkinoilla tapahtuvat rakenteelliset muutokset voivat vaikuttaa tulonjakoon ja kuluttajien hyvinvointiin.

Uudemmat tutkimukset tukevat myös väitettä, että nykyiset maksukorttijärjestelmät sisältävät tehokkuusongelmia, jotka juontuvat erityisesti markkinavoimasta ja koordinoituista hinnoittelurakenteista. Rysman ja Wright (2014) osoittavat, että maksukorttien transaktiomaksujen tason ja kilpailun puutteen välillä on empiirinen yhteys. Heidän mukaansa kaksipuolisen markkinarakenteen vuoksi kilpailu ei johda rajakustannuksia vastaavaan hinnoitteluun, koska järjestelmät eivät kilpaile yksinkertaisesti vain hinnalla, vaan verkoston laajuudella ja hyväksynnällä (Rysman & Wright, 2014, s. 306–311). Valverde ja muut (2016) puolestaan osoittavat, että korkeilla interchange-maksuilla on tilastollisesti merkitsevä negatiivinen vaikutus pienten yritysten kortin hyväksyntäpäätöksiin – erityisesti niissä tapauksissa, joissa hintajousto on korkea (s. 373–375).

Näiden empiiristen havaintojen rinnalla on alettu pohtia, voiko keskuspankkien digitaalinen valuutta (CBDC) korjata tällaisia tehokkuushäiriöitä. Agur, Ari ja Dell’Ariccia (2022) argumentoivat, että oikein suunniteltu CBDC voi rajoittaa yksityisten toimijoiden markkinavoimaa ja lisätä kilpailua maksupalveluissa. Heidän mukaansa alhaiset käyttökustannukset ja korkea saatavuus tekevät CBDC:stä tehokkuutta parantavan kilpailijan ilman, että se syrjäyttää yksityiset palvelut (Agur ja muut, 2022, s. 65–68). Samalla Auer ja muut (2022) painottavat, että CBDC:n vaikutus riippuu ennen kaikkea sen teknisestä ja institutionaalisesta toteutuksesta. Jos infrastruktuuri rakennetaan avoimeksi ja standardoiduksi, se voi merkittävästi alentaa alalle tulon esteitä ja lisätä kilpailua erityisesti kuluttaja rajapinnassa (Auer ja muut, 2022, s. 703–709).

Chapman ja muut (2023) kokoavat kirjallisuuskatsauksessaan tutkimuksia, joiden mukaan CBDC voi alentaa maksujärjestelmien staattisia ja dynaamisia kustannuksia tarjoamalla vaihtoehdon koordinoitulle hinnoittelulle. Heidän mukaansa vaikutus on erityisen voimakas silloin, kun nykyiset toimijat rahoittavat infrastruktuurinsa korkeilla

interchange-maksuilla ja rajoittavat kilpailua no-surcharge-säännöillä (Chapman ja muut, 2023, s. 14–17). Myös Keister ja Sanches (2023) painottavat, että tehokkuusvaikutukset syntyvät erityisesti dynaamisen kilpailun kautta, kun CBDC toimii hintapaineen tuojana eikä niinkään suoran palvelutarjonnan kautta (s. 416–421).

Toinen merkittävä tutkimussuuntaus on keskittynyt maksukorttiyhdistysten interchange-maksujen rooliin innovaatioiden kannustamisessa. Bourreau ja Verdier (2018) rakensivat teoreettisen mallin, jossa tarkastellaan, kuinka kuluttajien ja kauppiaiden välinen omaksumisdynamiikka vaikuttaa pankkien insentiveihin investoida uusiin maksuvälineisiin. Mallin mukaan vahvojen adaptio-ulkoisvaikutusten tapauksessa – eli kun kauppiaiden halukkuus hyväksyä uusi maksuväline riippuu siitä, kuinka moni kuluttaja on sen jo ottanut käyttöön ja päinvastoin – voitonmaksivoiva interchange-maksu voi vastata myös yhteiskunnallisesti optimaalista tasoa. Sen sijaan heikommassa ulkoisvaikutustilanteissa voitonmaksivoiva interchange-taso ylittää yhteiskunnallisesti optimaalisen tason ja johtaa ali-investointiin (Bourreau & Verdier, 2018, s. 130–135). Lisäksi tutkimuksessa havaitaan, että pankkien välinen yhteistyö saattaa heikentää innovaatiokannustimia, koska yhteistyön kautta syntyvä hyöty jaetaan eikä yksittäisellä pankilla ole täyttä kannustinta investoida yksipuolisesti (Bourreau & Verdier, 2018, s. 138–140).

Tämän toteamuksen sekä yksityisten digitaalisten valuuttojen yleistymisen myötä keskuspankkien digivaluutoista on viime vuosina muodostunut kansainvälinen tutkimuskohde. Bordo ja Levin (2017) argumentoivat, että CBDC voisi merkittävästi parantaa maksujärjestelmien tehokkuutta, lisätä rahapolitiikan välittyvyyttä ja tarjota valtiollisen vaihtoehdon yksityisille maksuvälineille. Heidän mukaansa digitaalisella valuutalla tulisi olla ominaisuuksia, jotka tekevät siitä turvallisen arvonsäilyttäjän, vakaan vaihdannanvälineen sekä kustannustehokkaan maksuvälineen, ja juuri nämä ominaisuudet mahdollistaisivat aidon kilpailun maksunvälityksessä (Bordo & Levin, 2017, s. 4–6). Digitaalinen euro voisi näin purkaa nykyisten maksualustojen – kuten Visan ja

Mastercardin – aiheuttamaa markkinakeskittymää, jonka on todettu rajoittavan kilpailua ja innovatiivisten ratkaisujen markkinoillepääsyä (Herkenhoff & Raavendranathan, 2020, s. 6).

Myös kansainväliset instituutiot, kuten Kansainvälinen valuuttarahasto IMF, ovat tunnistaneeet mahdollisuuden, että CBDC:t voivat parantaa kilpailua ja alentaa transaktiokustannuksia erityisesti niissä tilanteissa, joissa yksityiset maksujärjestelmät ovat voimakkaasti keskittyneitä. IMF:n vuonna 2023 julkaisemassa julkaisussa todetaan, että CBDC:n käyttöönotto voi parantaa rahapolitiikan välittymistä, lisätä rahoitusosallisuutta ja jopa pienentää pankkien katteita, joka puolestaan pakottaa ne tehostamaan toimintaansa (Das ja muut, 2023, s. 3–5). Kuitenkin julkaisussa huomautetaan, että vaikutukset riippuvat vahvasti toteutuksen rakenteellisista yksityiskohdista, kuten siitä, onko CBDC korollinen vai käyttökattoinen valuutta.

Edellä esitetyt tutkimukset viittaavat vahvasti siihen, että markkinarakenteet, institutionaaliset säännöt ja teknologiset innovaatiot ovat avainasemassa maksunvälitys markkinoiden tehokkuuden ja kuluttajahyvinvoinnin muodostumisessa. Interchange-maksut ja niitä koskevat käytännöt, kuten no surcharge-säännöt, voivat merkittävästi vaikuttaa kilpailudynamiikkaan. Samaan aikaan keskuspankkien digivaluutat tarjoavat potentiaalisen keinon purkaa tehokkuutta rajoittavia rakenteita ja lisätä kilpailua alalla, jolla korkeat alalle tulo kustannukset ja verkostovaikutukset ovat perinteisesti suojanneet suurten toimijoiden asemaa.

4.2 Analyysi: kilpailuvaikutukset ja hyvinvointimuutokset

Tässä analyysissä tarkastellaan digitaalisen euron käyttöönoton vaikutuksia euroalueen maksuvälitysmarkkinoiden tehokkuuteen ja kuluttajahyvinvointiin taloustieteellisen tutkimuksen näkökulmasta. Tutkimuksessa oletetaan, että digitaalisen euron infrastruktuuri rakennetaan avoimeksi siten, että se mahdollistaa yksityisten toimijoiden osallistumisen palvelukehitykseen ja kilpailuun maksuliikenteen loppukäyttäjäräjapinassa. Tällainen avoin infrastruktuurimalli muistuttaa nykyisiä

verkostotalouden rakenteita, joissa tekninen perusalusta on julkinen hyödyke, mutta sen päälle voidaan rakentaa kilpailevia, toisiaan täydentäviä tai korvaavia palveluita.

Analyysin perusoletus on, että digitaalisen euron julkisesti hallinnoitu runkoinfrastrukturi madaltaa markkinoille tulon esteitä ja lisää markkinoilla toimivien yritysten määrää. Kilpailun lisääntyminen maksunvälitysmarkkinoilla – jotka nykyisin ovat oligopolistiset ja hyvin keskittyneet – voi johtaa hintojen laskuun ja palvelujen laadun paranemiseen, kuten Busso ja Galiani (2018) osoittavat kokeellisessa tutkimuksessaan. Heidän empiirinen aineistonsa osoittaa, että markkinoille tulon lisääntyminen johti noin 2–6 prosentin hintojen laskuun ja tilastollisesti merkitsevään palvelun laadun paranemiseen. Tämä empiirinen havainto tukee teoreettista oletusta, jonka mukaan kilpailun voimistuminen parantaa kyseisen markkinoiden tehokkuutta.

Kilpailun vaikutuksia voidaan tarkastella ensin Cournot'n määrällisen kilpailun kehyksessä, vaikkei nykyiset maksuvälityspalveluntarjoajat suoranaisesti kilpaile määrällä antaa malli kuitenkin hyvän lähtökohdan kilpailun lisääntymisen vaikutukselle etenkin, kun markkinoilla toimii kaksi suurta toimijaa, jotka tarjoavat homogeenistä tuotetta. Nykyiset maksupalvelun tarjoajat valitsevat markkinaosuuksiaan rajallisen markkinavoiman olosuhteissa, joissa niiden hinnoittelu ei ole täysin vapaata mutta kuitenkin strategisesti määräytyvää. Mikäli digitaalinen euro kykenee tarjoamaan kauppiaille kustannustehokkaamman vaihtoehdoisen maksujärjestelmäpalvelun, kysyntä siirtyy kohti edullisempaa ja tehokkaampaa vaihtoehtoa, olettaen, että verkostovaikutus on heikko, kun käyttöönotto tapahtuu koko euroalueen tasolla ja tarjottu infrastrukturi on julkishyödyke. Tämä pakottaa olemassa olevia toimijoita reagoimaan määränsä tai hinnoittelunsa kautta, jolloin saavutetaan uusi Cournot-tasapaino alhaisemmalla hintatasolla.

Lähtökohta tilanteessa markkinoilla toimii n yritystä, digitaalisen euron infrastruktuurin myötä markkinoilla toimivien yritysten määrä kasvaa $\rightarrow n'$ tutkitaan vaikutusta

tasapainohintaan P^* , selvittämällä hinnan derivaatta toimijoiden n suhteen (ks. yhtälö 12).

$$\frac{\partial P^*}{\partial n} = \frac{(n+1) \cdot c - (a+nc) \cdot 1}{(n+1)^2} = \frac{cn+c-a-nc}{(n+1)^2} = \frac{c-a}{(n+1)^2} \quad (21)$$

missä, a käänteisen kysyntäfunktion vakiotermi ja c rajakustannus. Koska $a > c \rightarrow c - a < 0$, täten saadaan:

$$\frac{\partial P^*}{\partial n} < 0 \quad (22)$$

Tasapainohinta P^* pienenee ja konvergoituu kohti rajakustannusta, kun yritysten lukumäärä n kasvaa. Tämä tarkoittaa, että digitaalinen euro – toimien uutena kilpailijana – voi painaa maksujen hintoja lähemmäksi tehokasta tasoa, mikäli digitaalisen euron maksunvälitysjärjestelmä voidaan toteuttaa sellaisella infrastruktuurilla, että sen marginaalikustannus on alhaisempi kuin nykyisten yksityisten toimijoiden. Kokonaistuotannon kasvaessa myös kuluttajien valinnanvara kasvaa, ja resurssien allokaatio paranee. Digitaalinen euro voi helpottaa uusien maksupalveluntarjoajien markkinoille pääsyä tarjoamalla avoimen ja standardoidun infrastruktuurin, mikä vähentää riippuvuutta ylikansallisista korttiverkostoista (European Central Bank, 2023). Tällainen rakenne tukee Cournot'n mallin olettamusta siitä, että toimijoiden määrän kasvu voi painaa hintatasoa lähemmäs tasapainoa.

Bertrand'n mallissa oletetaan taas, että kaksi yritystä hinnoittelee homogeenistä tuotetta tai palvelua. Mikäli tuotteet ovat identtisiä toistensa substituutteja ja molemmilla yrityksillä on rajakustannus c , Nash-tasapainossa kumpikin yritys asettaa hinnaksi:

$$p_1 = p_2 = c \rightarrow \pi_i = (p_i - c)Q_i = 0 \quad (23)$$

Digitaalinen euro, jonka marginaalikustannus kauppiaille oletetaan alhaisemmaksi kuin nykyisen järjestelmän, voi siis toimia painona, joka pakottaa nykyiset toimijat hinnoittelemaan lähemmäs rajakustannuksia. Tämä oletus on johdonmukainen aiemman taloustieteellisen tutkimuksen kanssa, jossa on esitetty, että keskuspankkien digitaaliset valuutat voivat operoida hyvin alhaisilla marginaalikustannuksilla, vaikka adaptointivaikutuksesta syntyvät alkuinvestoinnit infrastruktuuriin olisivatkin merkittävät (Das ja muut, 2023, s.7). Jos oletetaan, että digitaalisen euron käytön hinta on $p_d = c^*$, niin yksityisten toimijoiden reaktiostrategia Bertrand'n oletuksilla johtaa tilanteeseen:

$$p_i \rightarrow c^* \text{ kun } p_d = c^* \quad (24)$$

Tämän mallin teoreettinen johtopäätös osoittaa, että institutionaalisten esteiden poistaminen yhdessä digitaalisen euron kanssa voi johtaa hintojen alenemiseen tehokkuuden kannalta toivottavalle tasolle.

Jos siis digitaalinen euro ja sen käyttöönotto voi alentaa yritysten kohtaamia maksunvälityskustannuksia, laskevat näin yritysten rajakustannukset $MC^* < MC$, jolloin voitonmaksivoiva tarjontamäärä kasvaa $q_i^* > q_i$ ja hinta laskee tarjontakäyrän siirtyessä oikealle $p_i^* < p_i$. Tämä tukee näkemystä siitä, että digitaalisen euron tuoma kustannusetu voi siirtyä hintoihin ja tarjontaan.

Mikäli hinta p_i alenee digitaalisen euron myötä $p_d < p_i$, syntyy kuluttajan ylijäämämuutos, olettaen kuluttajan hyötyfunktion kvasi-lineaarisuus (ks. yhtälö 17), joka on kvantitatiivisesti mitattavissa. Tällöin ylijäämämuutos voidaan approksimoida seuraavasti:

$$\Delta CS = (p_i - p_d)x_i \quad (25)$$

Tässä tapauksessa $\Delta CS = \Delta CV = \Delta EV$, eli kvasi-lineaarisuuden ansiosta ylijäämämuutos on identtinen kompensoivan ja ekvivalentin variaation kanssa, ja täten toimii käytännöllisessä merkityksessä hyvinvointia parantavana tekijänä. Vaikutus on merkittävä etenkin silloin, kun maksamiseen liittyvät kustannukset muodostavat osan kuluttajan toistuvista menoista. Kuluttajan ylijäämä voidaan kuitenkin ulottaa myös tilanteisiin, joissa kuluttaja ei kohtaa maksupalvelun kustannusta suoraan. Maksuvälineiden kustannukset, kuten korttien interchange-maksut, siirtyvät kuluttajalle välillisesti tuotteiden hinnoissa. Mikäli siis digitaalinen euro mahdollistaa kuluttajalle maksutavan, jossa transaktiokustannus on alhaisempi, sen vaikutus voi näkyä kuluttajan ylijäämän kasvuna. Kvasi-lineaarisen hyötyfunktion oletuksella voidaan osoittaa, että tällainen kustannuslasku vastaa suoraan kuluttajan hyvinvoinnin nousua ilman tulo- ja substituutiovaikutusten sekoittumista. Nykyiseltään markkinarakenteiden sääntely, kuten no-surcharge-sääntö, estää kuluttajaa tekemästä kustannuksiin perustuvaa valintaa maksutavan suhteen, jolloin substituutiovaikutus ei pääse realisoitumaan.

Digitaalinen euro, joka kykenee parantamaan markkinoiden kilpailullisuutta ja alentaa maksamiseen liittyviä transaktiokustannuksia, voi vähentää maksuverkkoyritysten ylituottoja ja dynaamista tehottomuutta. Hinnat lähestyvät rajakustannuksia, jolloin allokaatio paranee. Voidaan siis todeta, että digitaalisen euron vaikutuksia maksunvälitysmarkkinoihin voidaan analysoida hyödyntämällä taloustieteen klassisia teoreettisia malleja. Digitaalisen euron tuoma kilpailu, sen vaikutus yritysten hinnoitteluun ja tarjontaan sekä kuluttaja ylijäämään muodostavat kokonaisuuden, jonka perusteella voidaan arvioida sen potentiaalia parantaa maksujärjestelmien tehokkuutta ja edistää yhteiskunnallista hyvinvointia. Sen vaikutukset kuitenkin riippuvat vahvasti sen toteutustavasta ja infrastruktuurin mallista (Das ja muut, 2023 s. 7).

4.3 Digitaalinen euro kaksipuolisilla maksujärjestelmämarkkinoilla

Digitaalisen euron käyttöönottoa voidaan analysoida myös kaksipuolisten markkinoiden kautta, jossa maksualustat palvelevat kahta toisistaan riippuvaa käyttäjäryhmää – kuluttajia ja kauppiaita. Tätä taloudellista rakennetta on laajasti käsitelty kaksipuolisten

markkinoiden teoriassa (Rochet & Tirole, 2003), ja erityisesti Economidesin ja Henriquesin (2011) kehittämä malli tarjoaa käyttökelpoisen työkalun arvioitaessa maksujärjestelmien tehokkuutta, hinnoittelua ja hyvinvointivaikutuksia kilpailullisessa ympäristössä.

Economides ja Henriques (2011) tarkastelevat tilannetta, jossa maksualustat, kuten luottokorttiyhteisöt, asettavat hinnan kummallekin markkinaosapuolelle: jäsenmaksun f kuluttajalle ja transaktiopalkkion m kauppiaille. Nämä maksut vaikuttavat kysyntään eri tavoin, ja optimaalinen hinnoittelurakenne määräytyy mallissa suhteellisten hintajoustojen perusteella. Maksuvälitysalustan voittofunktio on mallissa määritelty seuraavasti:

$$\Pi = f \cdot D^c + m \cdot D^c \cdot D^m, \quad (26)$$

missä D^c ja D^m ovat kuluttajien ja kauppioiden määrät, jotka hyväksyvät maksualustan. Kuluttajan ja kauppiaan päätös liittyä alustaan kuitenkin riippuu siitä, kuinka moni vastapuolen osapuolista on mukana verkostossa – tämä muodostaa mallin keskeisen verkostodynamiikan (Economides & Henriques, 2011, s. 3–5). Koska kysyntä molemmilla puolilla reagoi hintoihin eri tavoin, optimaalinen hintarakenteen jako voidaan johtaa nk. Ramsey-tyyppisenä hinnoittelusääntönä, joka perustuu joustojen tasapainotukseen:

$$\frac{s}{\varepsilon_c} = \frac{m}{\varepsilon_m + \varepsilon_{c,m}}, \quad (27)$$

missä s on kuluttajan maksama hinta, m on kauppioiden maksama transaktiopalkkio, ε_c ja ε_m ovat hintajoustopot kuluttaja- ja kauppiaspuolella, ja $\varepsilon_{c,m}$ on kuluttajien ristijousto kauppioiden lukumäärän kautta (Economides & Henriques, 2011, s. 10–12).

Tässä analyysissä tarkastellaan tilannetta, jossa digitaalinen euro tulee maksujärjestelmämarkkinoille uutena toimijana. Digitaalinen euro tarjoaa infrastruktuurin, jota hallinnoi Euroopan keskuspankki, mutta sen asiakasrajapinnan

palvelut tuotetaan kilpailullisesti yksityisten maksupalveluntarjoajien toimesta. Oletuksena on, että digitaalinen euro hyväksytään laajasti, näin ollen verkostovaikutukset ovat heikot eli $\varepsilon_{c,m} \approx 0$. Tällöin aikaisemmin esitetty hinnoittelusääntö yksinkertaistuu:

$$\frac{s}{\varepsilon_c} = \frac{m}{\varepsilon_m}. \quad (28)$$

Tämä tarkoittaa, että optimaalinen hinnanjako ei enää edellytä ristisubventiota osapuolten välillä. Alusta voi hinnoitella palvelunsa lineaarisesti suhteessa kysynnän joustoihin ilman, että se strategisesti tasapainottaisi kuluttaja- ja kauppiaspuolen kannustimia (Economides & Henriques, 2011, s. 13–14).

Digitaalisen euron tapauksessa oletetaan, että kauppiailta peritään yksityisiä järjestelmiä matalampi transaktiopalkkio $m_{digieuro} < m_{muut}$, koska palveluiden tuotannon tulee olla kannattavaa yksityisille toimijoille. Tässä kontekstissa Economidesin ja Henriquesin malli on edelleen sovellettavissa, sillä se mahdollistaa maksujen osittamisen kustannustehokkuuden ja kysyntäjoustojen perusteella, ilman että alustalla on voiton maksimointi ensisijaisena tavoitteena.

Lisäksi mallin rakenteessa käy ilmi, että kun verkostovaikutus on vähäinen, kuluttajan osallistuminen riippuu lähinnä hinnasta ja ominaisuuksista, ei muiden käyttäjien lukumäärästä. Tämä tukee sitä oletusta, että digieuro voi saavuttaa kilpailuetua jo pelkän kustannustehokkuuden kautta ilman laajoja kannustinohjelmia tai hintasubventioita (Economides & Henriques, 2011, s. 15–16). Kauppiaiden näkökulmasta digitaalinen euro voi olla rationaalinen valinta, jos se alentaa heidän maksuliikenteensä marginaalikustannuksia, mikä kasvattaa heidän yksikköhyötystä maksujärjestelmästä.

Tämän mallin perusteella voidaan päätellä, että digitaalinen euro voi lisätä markkinakilpailua erityisesti kauppiaspuolella, koska nykyisten toimijoiden (esim. Visa ja Mastercard) on reagoitava hintapolitiikassaan alentamalla interchange -maksujen tasoa

säilyttääkseen kysynnän. Tämä mekanismi johtaa tasapainoon, jossa kauppiat hyötyvät alentuneista kustannuksista, ja kuluttajat välillisesti matalammista hinnoista tai parantuneista palveluista, vaikka kuluttajahinta pysyisi vakiona. Näin ollen malli tarjoaa perustellun kehityksen sille, miten digitaalinen euro voi toimia tehokkuutta lisäävänä kilpailuvoimana ilman, että sen tarvitsee nojata voimakkaisiin verkostokannustimiin tai julkiseen subventioon.

4.4 Analyysin rajoitteet ja keskeiset epävarmuustekijät

Tässä tutkielmassa esitetty analyysi digitaalisen euron kilpailu- ja hyvinvointivaikutuksista pohjautuu mikrotaloustieteelliseen mallinnukseen ja kvasi-lineaarisen hyötyfunktion oletukseen. Vaikka tämä lähestymistapa mahdollistaa rakenteellisesti selkeän tarkastelun kuluttajan ylijäämämuutoksista ja hintamekanismin tehostumisesta, liittyy malliin ja sen soveltamiseen useita rajoitteita ja epävarmuustekijöitä, jotka ovat tarpeellista eksplisiittisesti tunnistaa.

Ensinnäkin analyysi abstrahoi pois institutionaalisia ja käytännön realiteetteja, kuten sen, että maksupalvelumarkkinat ovat luonteeltaan verkostovaikutuksiin perustuvia ja niihin liittyy merkittäviä skaalaetuja. Tämä voi johtaa tilanteeseen, jossa kilpailullinen dynamiikka ei seuraa täydellisen kilpailun logiikkaa. Digitaalisen euron vaikutus markkinarakenteeseen voi esimerkiksi jäädä rajoitetuksi, tai julkisensektorin interventio voi olla niin vahva, että kilpailuneutraliteetin oletusta horjutetaan.

Toiseksi analyysissä oletetaan, että transaktiokustannusten aleneminen välittyy tehokkaasti kuluttajahintoihin. Tämä edellyttää paitsi toimivaa hintamekanismia myös sitä, että olemassa olevat säännöt, kuten no-surcharge-säännöt, eivät estä hinnanmuodostuksen sopeutumista. Mikäli hinnanlasku ei realisoidu loppukäyttäjälle, kuluttajan ylijäämän kasvu jää potentiaalisesti, ei realisoituvaksi hyvinvointimuutokseksi. Kvasi-lineaarisen hyötyfunktion osalta mallinnus abstrahoi pois tulovaikutukset hyötyanalyysistä. Vaikka tämä tekee laskennasta yksinkertaisempaa, se voi vääristää

vaikutusten mittasuhteita erityisesti niissä väestöryhmissä, joissa maksupalvelukustannusten suhteellinen osuus kulutuksesta on korkea. Tällöin voi olla myös tulovaikutuksia, jotka vaikuttavat kuluttajan käyttäytymiseen ja preferensseihin.

Lopuksi on huomioitava, että digitaalisen euron käyttöönottoon liittyy teknologisia ja poliittisia epävarmuustekijöitä. Näitä ovat esimerkiksi yksityisyyden suojaan, käyttöliittymien saatavuuteen ja mahdolliseen pakolliseen hyväksymisvelvollisuuteen liittyvät ratkaisut, jotka voivat vaikuttaa olennaisesti maksutavan omaksumisasteeseen ja siten vaikutukseen maksupalvelumarkkinoilla. On myös todettava, että tämä tarkastelu tapahtuu hyvin teoreettisessa kehyksessä, jossa markkinamuutokset oletetaan kerralla tapahtuviksi. Reaalimaailmassa kuitenkin on kyse dynaamisesta prosessista, jossa sopeutuminen voi olla asteittaista. Näin ollen esitettyyn arvioihin on suhtauduttava mahdollisuuksina, ei deterministisinä ennusteina.

5 Johtopäätökset ja pohdinta

Tässä kandidaatintutkielmassa on tarkasteltu digitaalisen euron mahdollista vaikutusta vähittäismaksamisen markkinarakenteeseen ja kuluttajien hyvinvointiin mikrotaloustieteen analyysin keinoin. Analyysi osoittaa, että mikäli digitaalinen euro onnistuu alentamaan maksuvälineiden transaktiokustannuksia, toimii kilpailevana vaihtoehtona yksityisten maksupalveluiden rinnalla ja verkostovaikutukset ovat heikot, sillä on potentiaalia lisätä markkinakilpailua, madaltaa yritysten marginaaleja ja siirtää rajakustannusten alenemisen vaikutuksia kuluttajahintoihin. Tämä johtaa kuluttajan ylijäämän kasvuun, joka kvasi-lineaarisen hyötyfunktion oletuksen alla voidaan tulkita hyvinvoinnin lisääntymiseksi.

Teoreettisen mallin mukaan digitaalisen euron markkinoille tulo voi kaventaa hintojen ja rajakustannusten välistä kuilua, vähentää dynaamista tehottomuutta ja tukea allokatiiivista tehokkuutta. Mallinnus perustuu siihen, että digitaalisen euron transaktiokustannukset ovat oletetusti matalammat kuin nykyisten markkinatoimijoiden, ja että markkinoilla vallitsee ainakin osittainen hinnanmuodostuksen herkkyyys kustannusrakenteelle. Kuluttajan ylijäämän kasvu voidaan tällöin kvantifioida eksplisiittisesti hintamuutoksen ja kulutusmäärän tulona.

Analyysin ulkopuolelle jääviä tekijöitä ja epävarmuuksia käsiteltiin erillisessä alaluvussa. Näitä ovat erityisesti markkinadynamiikan institutionaaliset piirteet, digitaalisen euron käyttöönottoon liittyvät teknologiset ja poliittiset epävarmuustekijät sekä se, missä määrin hinnanmuodostuksen rakenteet sallivat tehokkuushyötyjen siirtymisen loppukäyttäjälle. Nämä tekijät korostavat, että digitaalisen euron vaikutuksia tulee tarkastella osana laajempaa maksujärjestelmän muutosta ja kilpailupolitiikan kehystä.

Lopulta voidaan todeta, että digitaalinen euro ei itsessään takaa markkinoiden tehokkuutta tai hyvinvoinnin kasvua, mutta sillä voi oikeissa olosuhteissa olla tähän suuntaan vaikuttava rooli. Talouspoliittisesti käyttöönotto edellyttää huolellista tarkastelua kilpailuneutraliteetin, yksityisyyden ja toimivien kannustimien välillä.

Lähteet

- Agur, I., Ari, A., & Dell’Ariccia, G. (2022). Designing central bank digital currencies. *Journal of Monetary Economics*, 125, 62–79. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2021.05.002>
- Arrow, K. J., & Debreu, G. (1954). Existence of an equilibrium for a competitive economy. *Econometrica*, 22(3), 265–290. <https://doi.org/10.2307/1907353>
- Auer, R., Frost, J., Gambacorta, L., Monnet, C., Rice, T., & Shin, H. S. (2022). Central bank digital currencies: Motives, economic implications, and the research frontier. *Annual Review of Economics*, 14(1), 697–721. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-051420-020324>
- Bordo, M. D., & Levin, A. T. (2017). *Central bank digital currency and the future of monetary policy* (NBER Working Paper No. 23711). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w23711>
- Bourreau, M., & Verdier, M. (2019). Interchange fees and innovation in payment systems. *Review of Industrial Organization*, 54(1), 129–158. <https://doi.org/10.1007/s11151-018-9648-6>
- Busso, M., & Galiani, S. (2019). The causal effect of competition on prices and quality: Evidence from a field experiment. *American Economic Journal: Applied Economics*, 11(1), 33–56. <https://doi.org/10.1257/app.20150310>
- Chapman, J., Chiu, J., Davoodalhosseini, S. M., Jiang, J. H., Rivadeneyra, F., & Zhu, Y. (2023). *Central bank digital currencies and banking: Literature review and new questions* (Bank of Canada Staff Discussion Paper No. 2023-4). Bank of Canada. <https://doi.org/10.34989/sdp-2023-4>
- Das, M., Mancini Griffoli, T., Nakamura, F., Otten, J., Soderberg, G., Sole, J., & Tan, B. (2023). *Implications of central bank digital currencies for monetary policy transmission* (IMF Staff Discussion Note No. SDN/2023/004). International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/fintech-notes/Issues/2023/09/15/Implications-of-Central-Bank-Digital-Currencies-for-Monetary-Policy-Transmission-538517>
- Economides, N., & Henriques, D. (2011). To surcharge or not to surcharge? A two-sided market perspective of the no-surcharge rule (NET Institute Working Paper No. 11-07). NET Institute. https://www.ecb.europa.eu/events/pdf/conferences/ecb_oenb/Economides_Henriques.pdf?be7794eb5b2afd619d6c54743d3bbc9b

- European Central Bank. (2020). *Report on a digital euro*. https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/Report_on_a_digital_euro~4d7268b458.en.pdf
- European Central Bank. (2023). *A stocktake on the digital euro*. <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/ecb.stocktakeondigitaleuro2023~2b30f9bfc1.en.pdf>
- European Central Bank. (2024a). *Survey on the payment attitudes of consumers in the euro area (SPACE)*. <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/ecb.spacereport2024~fd9c2d1a71.en.pdf>
- European Central Bank. (2024b). *Q&A on a digital euro*. Haettu 14.6.2025, osoitteesta https://www.ecb.europa.eu/euro/digital_euro/html/index.en.html
- European Central Bank. (2025). *Digital euro rulebook: Consultation draft*. <https://www.ecb.europa.eu>
- Herkenhoff, K. F., & Raveendranathan, Gajendran. (2020, tarkistettu 2021). *Who bears the Welfare Costs of Monopoly? The Case of the Credit Card Industry* (NBER) Working Paper No. 26604). National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w26604>
- Keister, T., & Sanches, D. (2023). Should central banks issue digital currency? *The Review of Economic Studies*, 90(1), 404–431. <https://doi.org/10.1093/restud/rdac017>
- Kshetri, N. (2022). China's digital yuan: Motivations of the Chinese government and potential global effects. *Journal of Contemporary China*, 31(131), 1–22. <https://doi.org/10.1080/10670564.2022.2052441>
- Marshall, A. (1890). *Principles of economics* (1st ed.). Macmillan.
- Rochet, J.-C., & Tirole, J. (1999). *Cooperation among competitors: The economics of credit card associations* (CEPR Discussion Paper No. 2101). Centre for Economic Policy Research. <https://repec.cepr.org/repec/cpr/ceprdp/DP2101.pdf>
- Rochet, J.-C., & Tirole, J. (2003). Platform competition in two-sided markets. *Journal of the European Economic Association*, 1(4), 990–1029. <https://doi.org/10.1162/154247603322493212>
- Rysman, M., & Wright, J. (2014). The economics of payment cards. *Review of Network Economics*, 13(3), 303–353. <https://doi.org/10.1515/rne-2015-0005>

- Schmalensee, R. (2002). Payment systems and interchange fees. *Journal of Industrial Economics*, 50(2), 103–122. <https://doi.org/10.1111/1467-6451.00170>
- Valverde, S. C., Chakravorti, S., & Fernández, F. R. (2016). The role of interchange fees in two-sided markets: An empirical investigation on payment cards. *Review of Economics and Statistics*, 98(2), 367–381. https://doi.org/10.1162/rest_a_00502
- Varian, H. R. (2010). *Intermediate microeconomics: A modern approach* (8th ed.). W. W. Norton & Company.