

<input type="checkbox"/>	Kandidaatintutkielma
<input checked="" type="checkbox"/>	Pro gradu -tutkielma
<input type="checkbox"/>	Lisensiaatintutkielma
<input type="checkbox"/>	Väitöskirja

Oppiaine	Taloustiede	Päivämäärä	5.1.2022
Tekijä(t)	Matias Heikola	Sivumäärä	91+liitteet
Otsikko	EUROOPAN UNIONIN JÄSENMAIDEN VUOSIEN 2016 JA 2018 MUOVIJÄTTEIDEN VIENNIN ANALYSOINTI GRAVITAATIOMALLIN AVULLA		
Ohjaaja(t)	Prof Janne Tukiainen		

Tiivistelmä

Tutkielma tarkastelee Euroopan unionin jäsenmaiden muovijätteen vientiä vuosina 2016 ja 2018 kansainvälisen kaupan gravitaatiomallin avulla. Tutkimuksessa selvitetään noudattaako Euroopan unionin jäsenmaiden muovijätteen vienti kansainvälisen kaupan gravitaatiomallin oletuksia ja onko gravitaatiomallin avulla havaittavissa merkittäviä muutoksia jäsenmaiden muovijätteen kansainvälisessä viennissä.

Tutkimusaineiston käsittävien vuosien valintaan vaikutti Kiinan kansantasavallan muovijätetuontia koskeva kauppapolitiikka, jonka seurauksena Kiina lopetti muovijätteen kansainvälisen tuonnin maahansa vuoden 2018 alussa. Kiinan päätöksellä lopettaa muovijätteen tuonti oli kansainvälisiin muovijätteen kauppavirtoihin merkittävät vaikutukset, sillä Kiina oli ollut ennen vuotta 2018 maailman suurin muovijätteen tuojamaa.

Tutkimuksessa tehdään regressioanalyysit hyödyntäen OLS-, FGLS- ja PPML-menetelmiä. Tutkimuksessa tullaan siihen johtopäätökseen, että EU-maiden muovijätteen vienti noudattaa gravitaatiomallin perusoletuksia tilastollisesti merkitsevästi sekä vuonna 2016 että vuonna 2018. Gravitaatiomalli perusoletuksiin kuuluvat positiivinen korrelaatio viennin arvon ja BKT:n välillä sekä negatiivinen korrelaatio viennin arvon ja etäisyyden välillä.

Lisäksi tutkimuksessa selviää, että EU:n kolmansien maiden kanssa solmimien kauppasopimusten negatiivinen korrelaatio EU-maiden muovijätteen viennin arvon suhteen on merkittävästi pienempi vuoden 2018 aineistossa kuin vuoden 2016 aineistossa.

Avainsanat	Gravitaatiomalli, muovijätteen kauppa, kansainvälinen kauppa
------------	--



**TURUN
YLIOPISTO**

Kauppakorkeakoulu

**EUROOPAN UNIONIN JÄSENMAIDEN VUOSIEN
2016 JA 2018 MUOVIJÄTTEIDEN VIENNIN
ANALYSOINTI GRAVITAATIOMALLIN AVULLA**

Taloustieteen
pro gradu -tutkielma

Laatija(t):
Matias Heikola

Ohjaaja(t):
Prof Janne Tukiainen

5.1.2022
Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Tur-
nitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	9
2	TUTKIMUKSEN AIHEYMPÄRISTÖLLINEN KEHYS	13
2.1	Kansainvälinen kauppa ja kansainvälisen kaupan kehitys	13
2.1.1	Euroopan unionin jäsenmaiden ulkomaankauppa ja EU:n kauppapolitiikka.....	15
2.2	Kansainvälinen muovijätekauppa	21
2.2.1	Kansainvälisen muovijätekaupan kehitys.....	22
2.2.2	Ketkä käyvät muovijätekauppaa – maailman suurimmat tuoja- ja viejämaat.....	27
2.2.3	Muovijätekauppa, EU ja Suomi.....	33
2.2.4	Muovijätekaupan sääntely	36
2.2.5	Kiinan muovijätteiden tuontikielto	37
3	TUTKIMUKSEN TEOREETTINEN KEHYS	41
3.1	Muovijäte hyödykkeenä – muovijätteiden kysyntä ja tarjonta	41
3.1.1	Jätteiden tarjonta.....	41
3.1.2	Jätteiden kysyntä.....	42
3.1.3	Jätemarkkinoiden tasapaino.....	44
3.1.4	Jätteiden kysyntään ja tarjontaan vaikuttavia tekijöitä	45
3.2	Kansainvälisen kaupan gravitaatiomalli	47
3.2.1	Gravitaatiomallin käyttö jätekaupan analyysissä.....	49
4	TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO	52
4.1	Tutkimusmenetelmä	52
4.1.1	Tutkimuksessa käytettävä malli analysoitaessa kauppavirtojen muutoksia.....	53
4.1.2	Tutkimuksessa käytettävät tilastolliset menetelmät analysoitaessa kauppavirtojen muutoksia.....	53
4.2	Tutkimusaineisto	54
4.2.1	Tutkimisessa käytettävä tutkimusaineisto	55

5	TUTKIMUS.....	58
	5.1 Euroopan unionin jäsenmaiden vuosien 2016 ja 2018 muovijätteiden viennin analysointi gravitaatiomallin avulla	58
	5.1.1 EU-maiden vuoden 2016 HS 3915 -muovijätteiden viennin analysointi gravitaatiomallin avulla	58
	5.1.2 EU-maiden vuoden 2018 HS 3915 -muovijätteiden viennin analysointi gravitaatiomallin avulla	64
	5.1.3 EU-maiden vuosien 2016 ja 2018 HS 3915-muovijätteiden viennin analyysien vertailu	70
	5.1.4 Aineistolle tehtyt tilastollisia ominaisuuksia mittaavat testit.....	71
6	PÄÄTELMÄT JA YHTEENVETO	79
	6.1 Bruttokansantuotteen vaikutus	79
	6.2 Etäisyyden vaikutus	80
	6.3 Kauppasopimusten vaikutus.....	81
	6.4 Yhteenveto	83
	LÄHDELUETTELO	87
	LIITTEET.....	92
7	MUOVIJÄTTEIDEN UUSIOKÄYTTÖ.....	93
	7.1.1 kiertotalous ja muovijäte.....	93
	7.1.2 Muovijätteiden uusiokäyttö Euroopan unionissa.....	94

KUVALUETTELO

Kuva 1 Vuoden 2000 UN comtrade datan tilastoissa näkyvät HS 3915 tuojamaat.	22
Kuva 2 Maat, joista saatavilla vuoden 2018 HS 3915 luokan muovijätteiden vienti ja tuonti (Comtrade.un.org, 2021)	27
Kuva 3 Etäisyyden ja EU-maiden muovijätteiden viennin arvon välinen yhteys vuonna 2016.	59
Kuva 4 Kauppakumppanimaan bruttokansantuotteen ja EU-maiden muovijätteiden viennin arvon välinen yhteys vuonna 2016	60
Kuva 5 EU:n jäsenmaan i muovijätteiden viennin arvo kauppakumppanimaahan j ja EU-maan i bruttokansantuotteen välinen yhteys vuonna 2016.	61
Kuva 6 Etäisyyden ja EU-maiden muovijätteiden viennin arvon välinen yhteys vuonna 2018.	65
Kuva 7 Kauppakumppanimaan muovijätteiden kokonaistuonnin arvon ja EU-maiden muovijätteiden viennin arvon välinen yhteys vuonna 2018	66
Kuva 8 EU:n jäsenmaan i muovijätteiden viennin arvo kauppakumppanimaahan j ja EU-maan i muovijätteiden kokonaisviennin välinen yhteys vuonna 2018.	67
Kuva 9 Vuoden 2016 OLS-regressioanalyysille tehdyn Cookin etäisyys -testin tulos	72
Kuva 10 Vuoden 2016 FGLS-regressioanalyysille tehdyn Cookin etäisyys -testin tulos	73
Kuva 11 Vuoden 2016 PPML-regressioanalyysille tehdyn Cookin etäisyys -testin tulos	73
Kuva 12 Vuoden 2018 OLS-regressioanalyysille tehdyn Cookin etäisyys -testin tulos	75
Kuva 13 Vuoden 2018 FGLS-regressioanalyysille tehdyn Cookin etäisyys -testin tulos	75
Kuva 14 Vuoden 2018 PPML-regressioanalyysille tehdyn Cookin etäisyys -testin tulos	76
Kuva 15 Breusch-Pagan-testin tulokset vuosien 2016 ja 2018 aineistoille	78

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1 Maailman suurimmat muovijätteen tuojamaat 1988–2017 (*) puuttuvia arvoja.....	28
Taulukko 2 Maailman suurimmat muovijätteen tuojamaat 2018–2019 (*) puuttuvia arvoja.....	30
Taulukko 3 Maailman suurimmat muovijätteen viejämät 1988–2017 (*) puuttuvia arvoja.....	31
Taulukko 4 Maailman suurimmat muovijätteen viejämät 2018–2019 (*) puuttuvia arvoja.....	32
Taulukko 5 Vuoden 2016 EU-maiden muovijätteen vientiä käsittelevän OLS-, FGLS-, ja PPML-menetelmillä tehtyjen regressioanalyysien tulokset.....	62
Taulukko 6 Vuoden 2018 EU-maiden muovijätteen vientiä käsittelevän OLS-, FGLS- ja PPML-menetelmillä tehtyjen regressioanalyysien tulokset.....	68
Taulukko 7 Vuoden 2016 aineistolle tehty PPML-regressioanalyysi, josta on poistettu Saksan muovijätteen vienti Kiinaan.....	74
Taulukko 8 Vuoden 2016 aineistolle tehtyjen VIF-testien tulokset.....	77
Taulukko 9 Vuoden 2018 aineistolle tehtyjen VIF-testien tulokset.....	77

KAAVIOLUETTELO

Kaavio 1 Kansainvälinen vienti (biljoonaa US dollaria)	14
Kaavio 2 Euroopan unionin rajat ylittävä tavarakauppa 2008–2019	16
Kaavio 3 EU-28 suurimmat tavaraviennin kauppakumppanit vuonna 2019	17
Kaavio 4 EU-28 suurimmat tavaratuonnin kauppakumppanit vuonna 2019	18
Kaavio 5 Euroopan unionin ulkomaan kauppataase 2010–2019	19
Kaavio 6 Muovijätteen (HS 3915) maailmanlaajuinen vienti ja tuonti (miljoonaa tonnia kg) (UN Comtrade database, 2021)	25
Kaavio 7 Muovijätteen (HS 3915) maailmanlaajuinen vienti ja tuonti (mrd. \$) (UN Comtrade database, 2021)	26
Kaavio 8 EU-28 rajat ylittävä HS 3915 muovijätteen vienti ja tuonti vuosina 2000–2018	34
Kaavio 9 Suomen HS 3915 muovijätteen vienti ja tuonti vuosina 2000–2018	35
Kaavio 10 Kiinan HS 3915- luokan muovijätteen globaali tuonti (miljoonaa Yhdysvaltain dollaria)	39
Kaavio 11 Tutkimuksen regressioanalyysien estimaattoreiden arvot ja 95% luottamusvälit	70

1 JOHDANTO

Maailma hukkuu muoviin on vuonna 2018 julkaistu useita ehdokkuuksia ja palkintoja voittanut dokumentti, joka kertoo maapallon ja etenkin valtamerien täyttymisestä muovilla. Dokumentti ei ole ainoa aihetta käsittelevä teos: muovia, sen käyttöä ja sen ympäristövaikutuksia käsitteleviä dokumentteja, lehtiartikkeleja ja akateemisia tutkimuksia on julkaistu valtava määrä. Tämä ei ole ihme, sillä muovi on 1950-luvulta saakka ollut elämämme mullistava aine – niin hyvässä kuin pahassakin.

1950-luvulta vuoteen 2015 mennessä muovia on tuotettu yhteensä 7,82 miljardia tonnia (Geyer, Jambeck and Law, 2017). Määrää on mahdotonta ymmärtää ilman havainnollistavaa esimerkkiä – muovijätettä on tuotettu vuoteen 2015 mennessä määrä, joka vastaa noin 1360 Kheopsin pyramidia. Muovin maailmanvalloitukseen on nähtävissä kaksi merkittävää syytä: muovin hinta sekä monipuolisuus. Muovi on edullinen raaka-aine, mikä mahdollistaa sen massamittaisen käytön erilaisiin tarkoituksiin. Jopa hintaakin merkittävämpi asia muovin käyttöä selittävänä tekijänä on muovin moninaisuus. Muovi voi olla kevyttä tai raskasta, kovaa tai joustavaa, helposti hajoavaa tai äärimmäisen kestävä, läpinäkyvää tai opaakkia ja minkä tahansa väristä vain. Toista muovin kaltaista valmistetta, jossa yhdistyy hyvin edullinen hinta ja erittäin monipuoliset ominaisuudet, ei tällä hetkellä ole olemassa: tämä selittää muovin suosiota raaka-aineena ruokakaupan hedelmäpusseista aina avaruusteollisuuteen saakka.

Muovin ylivertaisista ominaisuuksista huolimatta fossiilipohjaisten muovien käyttöä on viime vuosina pyritty vähentämään jopa lainsäädännön tasolla. Tähän on yksi syytse muiden: fossiilipohjaiset muovit hajoavat luonnossa hitaasti. Hitaan hajoamisen vuoksi muoviroskaa on päätynyt maapallolla lähes kaikkialle Mariaanien haudasta korkealle vuoristoihin. Lisäksi muovia on löytynyt laajasti eläinkunnan, etenkin merieläinten, sisältä. Muovin käytöstä syntyy valtava määrä jätettä, sillä suurin osa muovista kulutetaan hyvin lyhyessä ajassa esimerkiksi pakkausmateriaalina. Ilman kunnollista jätteenkäsittelyä muovi jää osaksi ekosysteemiämme jopa sadoiksi vuosiksi.

Tässä pro gradu -tutkielmassa tutkitaan kansainvälistä muovijätökauppaa. Kansainvälinen muovijätökauppa on suuri tekijä muovijätteen kierrätyksessä, sillä etenkin Euroopasta ja Pohjois-Amerikasta on kuljetettu paljon muovijätettä Aasian valtioihin käsiteltäväksi 1980-luvulta alkaen. Muovijäte on raaka-aine, jota voidaan hyödyntää tuotannossa monin eri tavoin, esimerkiksi uusioraaka-aineena muovituotteiden tekemisessä ja energiantuotannossa polttamalla muovijätettä energiantuotantolaitoksissa.

Muovijätteiden loppukäsittelyllä voi olla ympäristön ja luonnon kannalta haitallisia seurauksia, mikäli jätteiden käsittelyä koskevat standardit eivät ole korkealla tasolla. Muovijätettä voi päätyä hyödyntämättömänä kaatopaikoille ja muovin poltosta voi syntyä myrkyllisiä kaasuja, jos jätteenpoltosta syntyviä päästöjä ei suodateta kunnolla. Tämän takia muovijätteiden kansainvälistä kauppaa on syytä tutkia taloustieteellisestä näkökulmasta. Tutkimalla muovijätteiden kauppaa voidaan saada selville kauppaan liittyviä kannustimia ja hintaan vaikuttavia tekijöitä, joita voidaan poliittisen sääntelyn avulla tarpeen vaatiessa ohjata. Vaikuttamalla kannustimien kautta globaaleihin muovijätemarkkinoihin on mahdollista edistää muovijätteiden tehokasta käyttöä raaka-aineena ja näin edistää ympäristön hyvinvointia ja taloudellista tehokkuutta.

Tutkielmassa keskitytään Euroopan unionin muovijätteiden vientiin vuosina 2016 ja 2018. Vuosien valintaa motivoi erityisesti Kiinassa tapahtunut merkittävä jätökaupan sääntelyn lisääntyminen, mikä käytännössä lopetti Kiinan muovijätteiden tuonnin vuonna 2017. Ennen vuotta 2017 Kiina oli ollut maailman suurin muovijätteiden tuojavaltio koko 2000-luvun ja vastannut yli puolesta maapallon muovijätteiden tuonnista Yhdysvaltain dollareissa mitattuna. Näin huomattava muutos globaalissa kaupassa on harvinaista ja muutoksen vaikutusten tutkiminen kauppavirtojen uudelleenmuovautumiseen on tärkeää, sillä se voi antaa tutkimustietoa siitä, miten markkinat sopeutuvat nopeasti tapahtuviin merkittäviin muutoksiin. Markkinoilla tapahtuvat nopeat ja merkittävät muutokset eivät ole välttämättä erityisen yleisiä, mutta niiden tutkiminen on sitäkin merkityksellisempää. Yhteiskunnan toimivuuden kannalta on tärkeää pystyä sopeutumaan nopeasti tapahtuviin muutoksiin ja sopeutuminen on sitä helpompaa mitä paremmin muutoksiin on varauduttu.

Tutkielman tutkimuskysymys on: ”Noudattaako Euroopan unionin jäsenmaiden muovijätteiden vienti kansainvälisen kaupan gravitaatiomallin oletuksia ja onko gravitaatiomallin avulla havaittavissa merkittäviä muutoksia EU-maiden muovijätteiden viennissä vuosina 2016 ja 2018?”

Kansainvälisen kaupan gravitaatiomallia on kansainvälistä kauppaa selittävä taloustieteellinen malli, jota on käytetty ja kehitetty 1960-luvulta saakka. Mallia on muokattu tutkimuksesta toiseen, jotta se sopii tutkittavan aiheen ja tutkimuskysymyksen ympärille mahdollisimman hyvin. Tästä huolimatta mallin fundamentit oletukset ovat pysyneet pitkään muuttumattomina: gravitaatiomalli olettaa positiivisen korrelaation kaupan ja kauppaa käyvien valtioiden bruttokansantuotteiden välillä ja negatiivisen korrelaation kaupan ja maiden välisen etäisyyden välillä. Gravitaatiomallin oletukset tuntuvat intuitiivisesti paikkansapitäviltä ja useat tutkimukset ovat löytäneet kyseiset korrelaatiot

tutkiessaan kansainvälistä kauppaa. Gravitaatiomallia on myös hyödynnetty aikaisemmin tutkittaessa muovijätteen kansainvälistä kauppaa, muun muassa Higashida ja Managi (2014), Kellenberg (2012) ja Baggs (2009). Tutkimuksissa on havaittu muovijätekaupan vastaavan gravitaatiomallin oletuksia sekä BKT:n että etäisyyden kasvun osalta. Oletusten testaaminen Euroopan unionin jäsenmaiden muovijätekaupan kohdalla voi antaa viitteitä siitä, miten Euroopan unionin jäsenmaiden muovijätteen vienti on sopeutunut ja sopeutuu jatkossa muovijätevientä koskevaan sääntelyyn. Tämä tutkielma ottaa osaa kansainvälisen jätekaupan tutkimukseen taloustieteellisestä näkökulmasta ja testaa taloustieteessä yleisesti käytössä olevaa kansainvälisen kaupan mallia.

Tutkielman toinen luku käsittää tutkielman aiheympäristöllisen kehyksen. Luvun tarkoituksena on johdattaa lukija aiheeseen ja kertoa kansainvälisen kaupan ja kansainvälisen muovijätekaupan kehityksestä. Luku sisältää myös alalukuja muovijätekaupan sääntelystä. Alaluvut kuvaavat tarkemmin sitä, miksi aihe on tällä hetkellä erityisen ajankohtainen. Kolmas luku käsittelee tutkielman teoreettisen kehyksen, jossa kerrotaan tarkemmin muovijätteestä hyödykkeenä taloustieteellisestä näkökulmasta sekä syvennyttään kansainvälisen kaupan gravitaatiomalliin.

Neljäs luku esittelee tutkimuksessa käytetyt menetelmät sekä tutkimuksessa käytetyn aineiston. Luvussa käydään läpi, mitä selittäviä muuttujia tutkielmaan on valittu selittämään muovijätekauppaa edellä mainittujen bruttokansantuotteiden ja etäisyyden lisäksi. Viidennessä luvussa esitellään tutkimuksen tulokset, verrataan vuosien 2016 ja 2018 tuloksia keskenään ja käydään läpi aineistolle tehdyt tilastolliset testit.

Kuudes luku pitää sisällään tutkielman päätelmät sekä tutkielman yhteenvedon. Päätelmissä on pohdintaa tuloksista ja siitä, miten ne vastaavat aikaisempien tutkimusten tuloksia. Lopuksi vedetään tutkielma yhteen ja pohditaan tutkielman tulosten merkitystä yhteiskunnan ja ympäristön kannalta. Viimeisessä luvussa pohditaan myös mahdollisia jatkotutkimusaiheita.¹

¹ Johdannon lopuksi haluan kiittää Turun yliopistoa – vapaan kansan lahjaa vapaalle tieteelle. Turun yliopisto ja erityisesti Turun kauppakorkeakoulun taloustieteen laitos on reilun viiden vuoden aikana antanut minulle mahdollisuuden oppia yksin ja yhdessä, haastaa ja tulla haastetuksi ja ohjannut tapaan katsoa maailmaa taloustieteilijän silmin. Kiitän professori Janne Tukiaista, sinun ohjauksesi ja kommenttiesi ansiosta tutkielmasta tuli sisällöltään huomattavasti laadukkaampi ja tutkielman tekeminen ohjauksessasi oli

hyvin mielekästä. Kiitän veljeäni, suomen kielen ja kirjallisuuden lehtoria Aleksi Heikola tutkielmani oikoluvusta ja väsymättömästä henkisestä tuesta. Kiitos koko perheelleni, ystävilleni ja kumppanilleni Hennille, teidän tukenne on auttanut jaksamaan tehdä tutkielmani töiden ohella.

Viimeiset kiitokset kuuluvat koko taloustieteen opiskelijoiden yhteisölle, T-Klubille ja omalle vuosikurssilleni, etenkin ystävilleni Wäinölle, Nessulle ja Rikulle. Yhdessä selätimme opintojen ylä- ja alamäet – makrot ja mikrot.

2 TUTKIMUKSEN AIHEYMPÄRISTÖLLINEN KEHYS

Muovi on yksi maailman käytetyimmistä materiaaleista sen monien hyvien käyttöominaisuuksien takia. Muovi on kestävä, kevyt, monipuolinen ja edullinen materiaali. Muun muassa näiden ominaisuuksien takia muovin käyttö on kasvanut räjähdysmäisesti 1950-luvulta aina tähän päivään saakka (Wang et al., 2020). Muovin vuotuinen tuotanto onkin kasvanut kahdesta miljoonasta tonnista 332 miljoonaan tonniin viimeisen 70 vuoden aikana. (Brooks, Wang and Jambeck, 2018)

Näin valtavassa käytössä olevasta raaka-aineesta syntyy myös valtavasti jätettä. Muovijätteiden, kuten melkein minkä tahansa muunkin hyödykkeen, ympärillä käydään kansainvälistä kauppaa.

Tämän luvun tarkoituksena on taustoittaa aihetta ja luoda kansainvälisestä muovijätteenkaupasta kokonaiskuva, jonka ansiosta tutkielma on helpompi sijoittaa aiheympäristölliseen kehikseen. Luvun alussa käsitellään kansainvälisen kaupan kehitystä ja nykytilaa. Tätä seuraa alaluku Euroopan unionin jäsenmaiden ulkomaankaupasta ja EU:n kauppapolitiikasta. EU:n kauppapolitiikka on tutkielman kannalta merkityksellinen tekijä, sillä EU:n kauppapolitiikka ohjaa EU-maiden rajat ylittävää kansainvälistä kauppaa.

Edeltävien teemojen jälkeen luvussa keskitytään taustoittamaan muovijätteenkauppaa ja muovijätteiden käsittelyä. Näiden alalukujen tehtävä on luoda lukijalle käsitys muovijätteiden kansainvälisestä kaupasta ja muovijätteestä hyödykkeenä. Nämä alaluvut helpottavat lukijaa hahmottamaan tutkielman kannalta oleellista muovijätteenkaupan kansainvälistä kehitystä sekä muovijätteenkaupaan liittyvän sääntelyn kehitystä.

2.1 Kansainvälinen kauppa ja kansainvälisen kaupan kehitys

Kansainvälinen muovijätteenkauppa ei ole kehittynyt irrallaan muusta kansainvälisestä kaupasta, vaan sen kehityskulku noudattaa suurpiirteiltään koko kansainvälisen kaupan kehitystä. Tästä syystä tutkielman alussa tarkastellaan lyhyesti kansainvälisen kaupan volyymien ja kansainvälistä kauppaa säätelevien sopimusten kehitystä etenkin 1900-luvun loppupuolelta eteenpäin.

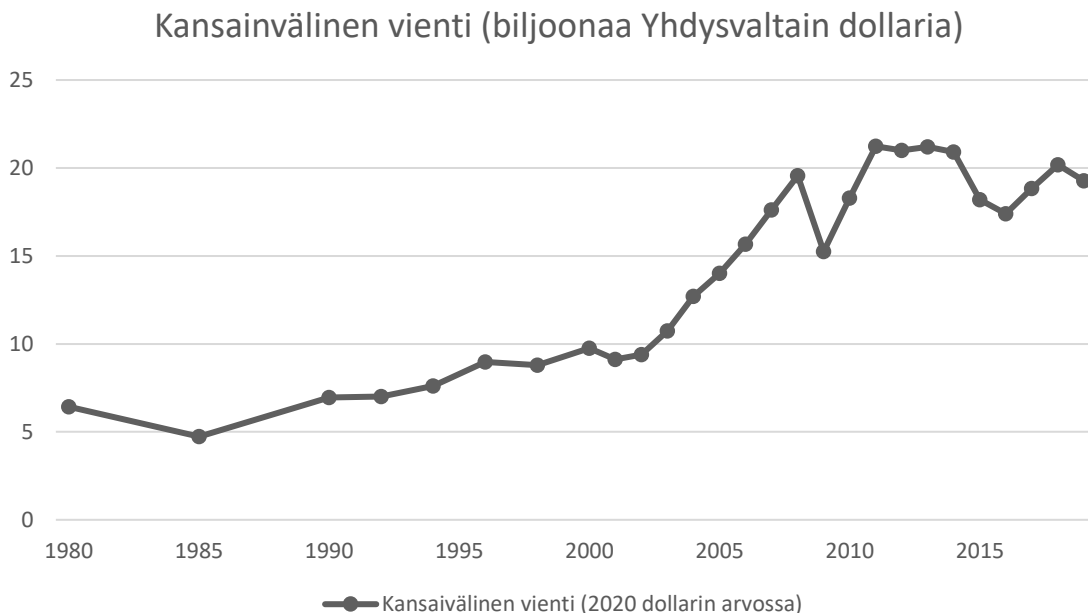
Kansainvälinen talous voidaan jakaa kahteen pääluokkaan: kansainväliseen kauppaan ja kansainväliseen rahatalouteen. Kansainvälinen kauppa pitää sisällään rajat ylittävän kaupan palvelujen ja tavaroiden osalta sekä lisäksi kansainvälisen rahoituksen. Kansainvälinen rahatalous keskittyy monetaaripuoleen eli esimerkiksi valuuttojen keskinäisiin vaihdantakursseihin. (Krugman and Obstfeld, 2010)

Todellisuudessa jakolinjan vetäminen kansainvälisen kaupan ja kansainvälisen rahan välille ei ole näin yksinkertaista. Monilla rahataloudellisilla politiikkatoimilla, kuten valuuttakurssipäätöksillä kiinteiden valuuttakurssien tapauksissa, on vaikutusta myös kansainväliseen kauppaan. (Krugman and Obstfeld, 2010)

Rajat ylittävää kansainvälistä kauppaa on käyty jo vuosituhansia, mutta kaupan volyymit alkoivat kasvaa kohti nykyisiä mittaluokkia vasta 1900-luvun loppupuolella. Kasvu oli vielä 1980-luvulla tasaista ja kohtalaisen hidasta verrattuna tuleviin vuosikymmeniin. Vuonna 1980 kansainvälisen viennin arvo oli nykyarvossa 6,43 biljoonaa dollaria. Vuosikymmenessä kansainvälisen viennin arvo oli kasvanut nykyarvossa 6,95 biljoonaan dollariin. (Wto.org, 2019b)

Seuraavalla vuosikymmenellä kasvu voimistui merkittävästi. Tultaessa 2000-luvun alkuun kansainvälisen kaupan viennin arvo oli jo 9,75 Yhdysvaltain dollaria nykyarvossa mitattuna. Kaupan volyymi jatkoi vahvaa kasvua vuoden 2008 finanssikriisiin saakka.

Vuonna 2008 kansainvälisen viennin arvo oli 19,6 biljoonaa vuoden 2020 arvossa. Kansainvälinen vienti pieneni selkeästi vuonna 2009 jääden 15,25 biljoonaan dollariin nykyarvossa mitattuna. Tämän jälkeen kaupan arvo on palautunut tasolle ennen vuoden 2008 finanssikriisiä, mutta pysynyt kutakuinkin vuoden 2008 lukujen tuntumassa. (Wto.org, 2019b)



Kaavio 1 Kansainvälinen vienti (biljoonaa Yhdysvaltain dollaria)

Kaupan arvon nopea kasvu 1990-luvulta vuoden 2008 finanssikriisiin saakka ei ole ollut sattumaa. Maailmankaupan avautumiseen vaikutti merkittävästi Maailman kauppajärjestön (WTO) perustaminen vuonna 1995. (IMF, 2011)

WTO korvasi sitä edeltäneen GATT-sopimuksen ja samalla sopimuksen piirissä olevien maiden määrä kasvoi entisestään. GATT-sopimus kattoi ainoastaan hyödykekaupan, mutta WTO:n perustamissopimuksessa hyödykekaupan lisäksi sovittiin muun muassa palveluista ja immateriaalioikeuksista. Lisääntyneet monenväliset sopimukset edistivät kaupankäynnin suurempaa maailmanlaajuista avautumista. Maailmankauppa kasvoikin maailman bruttokansantuotetta selvästi nopeammin, noin kaksinkertaista vauhtia, vuosina 1990–2007. Maailman bruttokansantuote kasvoi kyseisellä ajanjaksolla keskimäärin noin 3 % vuodessa ja maailmankauppa noin 6 %. (Wto.org, 2019a; Worldbank.org, 2020)

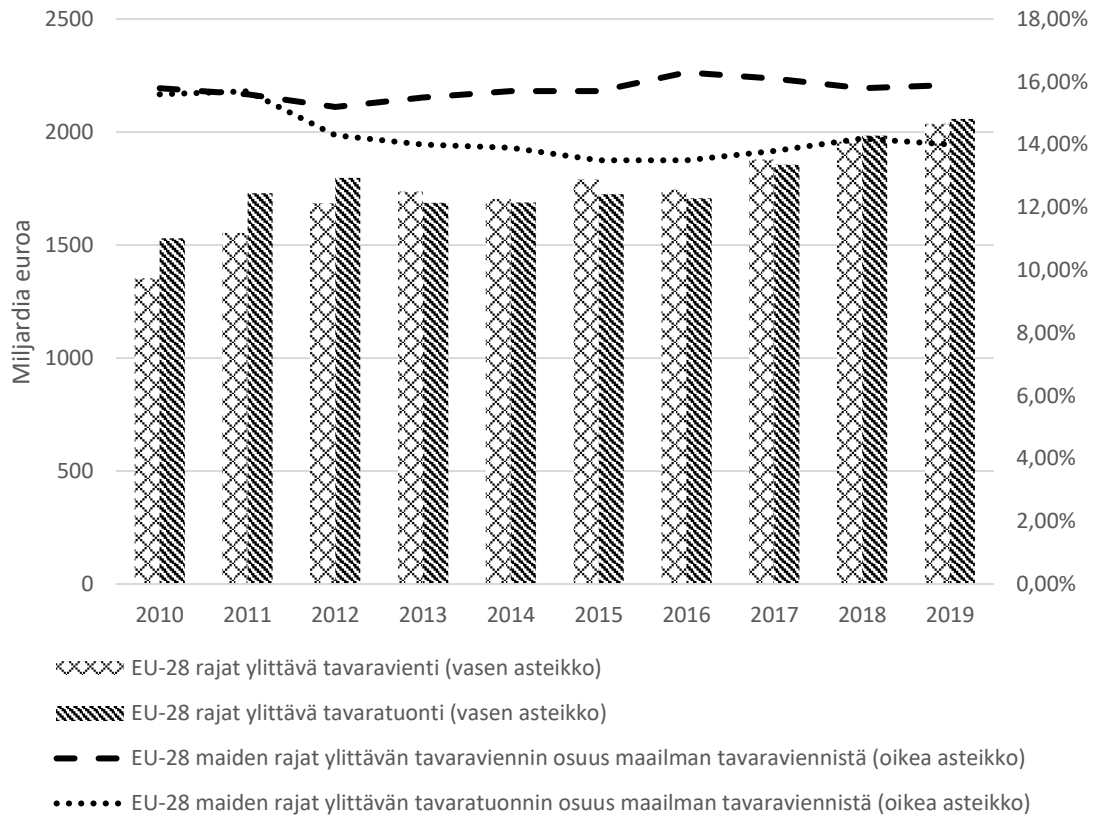
2.1.1 Euroopan unionin jäsenmaiden ulkomaankauppa ja EU:n kauppapolitiikka

Tämä tutkielma keskittyy tutkimaan EU-maiden käymää muovijätekauppaa vuosina 2016 ja 2018. Euroopan unioni on taloudellinen ja poliittinen liitto, joka vaikuttaa vahvasti siihen, miten sen jäsenmaat käyvät keskenään ja muun maailman kanssa kauppaa – näin on myös muovijätteiden osalta. Tämän vuoksi Euroopan unionin jäsenmaiden käymää ulkomaankauppaa ja Euroopan unionin kauppapolitiikkaa on syytä esitellä, jotta EU ja sen kauppapolitiikka viitekehyksenä avautuvat.

Euroopan unionin jäsenmaat muodostavat keskenään maailman suurimman sisämarkkina-alueen, mikä näkyy jäsenmaiden ulkomaankaupan rakenteesta. Vuonna 2019 jäsenmaiden välisen tavaraviennin arvo oli 3586 miljardia euroa ja EU:n ulkopuolelle suuntautuvan tavaraviennin arvo oli 2037 miljardia dollaria. EU:n sisäinen tavaravienti oli arvoltaan 76 prosenttia suurempi kuin tavaravienti EU:n ulkopuolelle ja ainoastaan Iso-Britannia, Irlanti ja Kypros veivät enemmän tavaroita EU:n ulkopuolisiin maihin kuin EU:n jäsenmaihiin. (Eurostat, 2021a; Eurostat, 2021c)

Tavaratuonti oli jäsenmaiden kesken suurempaa kuin tavaratuonti jäsenmaiden ulkopuolelta. Euroopan unionin jäsenmaissa tavaratuonti toisista jäsenmaista oli vuonna 2019 yhteensä 3512 miljardia euroa ja tavaratuonti EU:n ulkopuolelta oli 2057 miljardia euroa. Tavaratuonti jäsenmaiden kesken oli 71 prosenttia suurempaa kuin tavaratuonti EU:n ulkopuolelta. Tavaratuonti EU:n ulkopuolelta oli suurempaa vain Alankomaissa ja Isossa-Britanniassa. Alankomaiden osalta tavaratuonti EU:n ulkopuolelta on kuitenkin tilastollisesti yliarvioitu, sillä Alankomaiden satamat toimivat kauttakulkusatamina tuonnille muihin EU-maihin. Näin ollen tavaratuonti merkitään tilastoidessa tuonniksi

Alankomaihin ja jälleenvienniksi Alankomaista toiseen jäsenmaahan. Jälleenvienti merkitään tilastoidessa EU:n sisäiseksi ulkomaankaupaksi. (Eurostat, 2021a; Eurostat, 2021c)

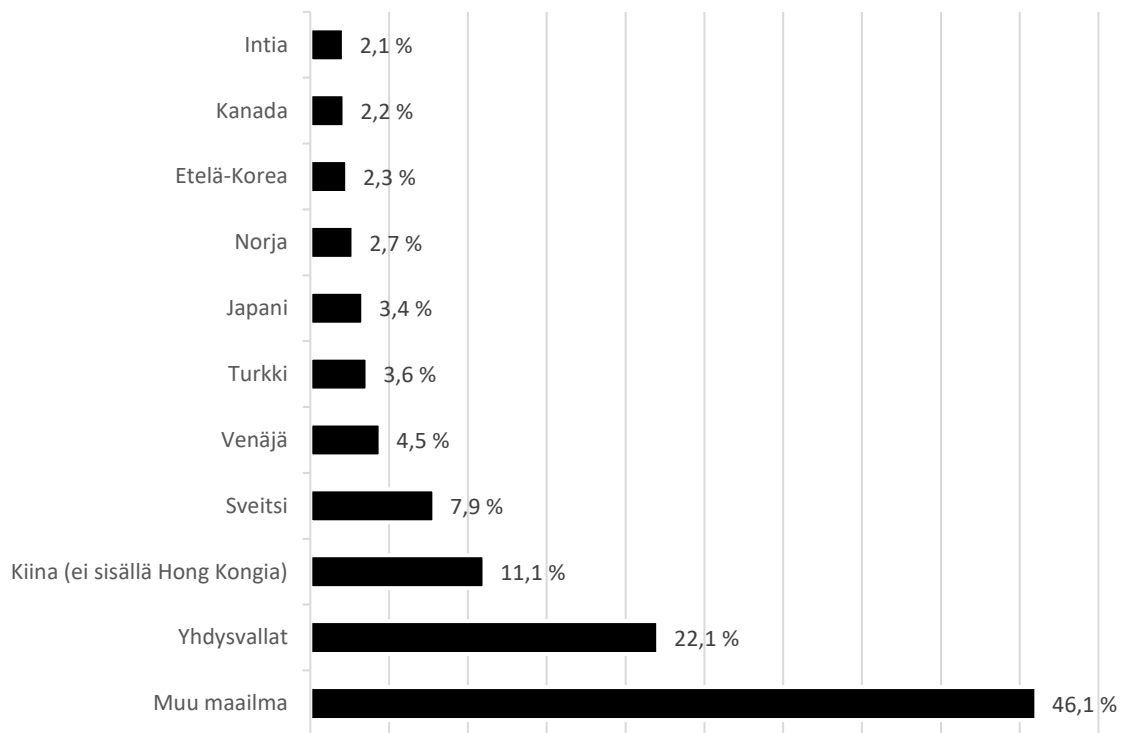


Kaavio 2 Euroopan unionin rajat ylittävä tavarakauppa 2008–2019

Vaikka EU-maiden ulkomaankaupasta suurin osa on jäsenmaiden välistä kauppaa, EU:n rajat ylittävä ulkomaankauppa kattaa merkittävän osuuden koko maailmankaupasta. EU:n rajat ylittävä tavaravienni vuosina 2010–2019 vaihteli 15,2–16,3 prosentin välillä koko maailman tavaraviennistä. EU oli vuonna 2019 Kiinan jälkeen maailman toiseksi suurin tavaraviejä ennen Yhdysvaltoja. Tavaratuonnin osalta tilanne on hyvin samankaltainen. EU:n rajat ylittävä tavaratuonti oli vuosina 2010–2019 13,5–15,7 prosenttia koko maailman tavaratuonnista. Vuonna 2019 EU oli myös toiseksi suurin tavaratuojia Yhdysvaltojen jälkeen. Yhteen laskettaessa sekä EU:n rajat ylittävä tavarakauppa että jäsenmaiden keskinäinen tavarakauppa on EU maailman suurin ulkomaan tavarakauppaa käyvä taho. (Eurostat, 2021c)

2.1.1.1 Euroopan unionin rajat ylittävä ulkomaankauppa

Euroopan unionin suurimmat kauppakumppanit sekä viennin että tuonnin osalta ovat pysyneet lähes muuttumattomina koko 2010-luvun. Suurin EU:n vientikumppani vuosina 2010–2019 oli Yhdysvallat. EU:n rajat ylittävästä viennistä on suuntautunut Yhdysvaltoihin 17–22 prosenttia vuosina 2010–2019. (Eurostat, 2021a)



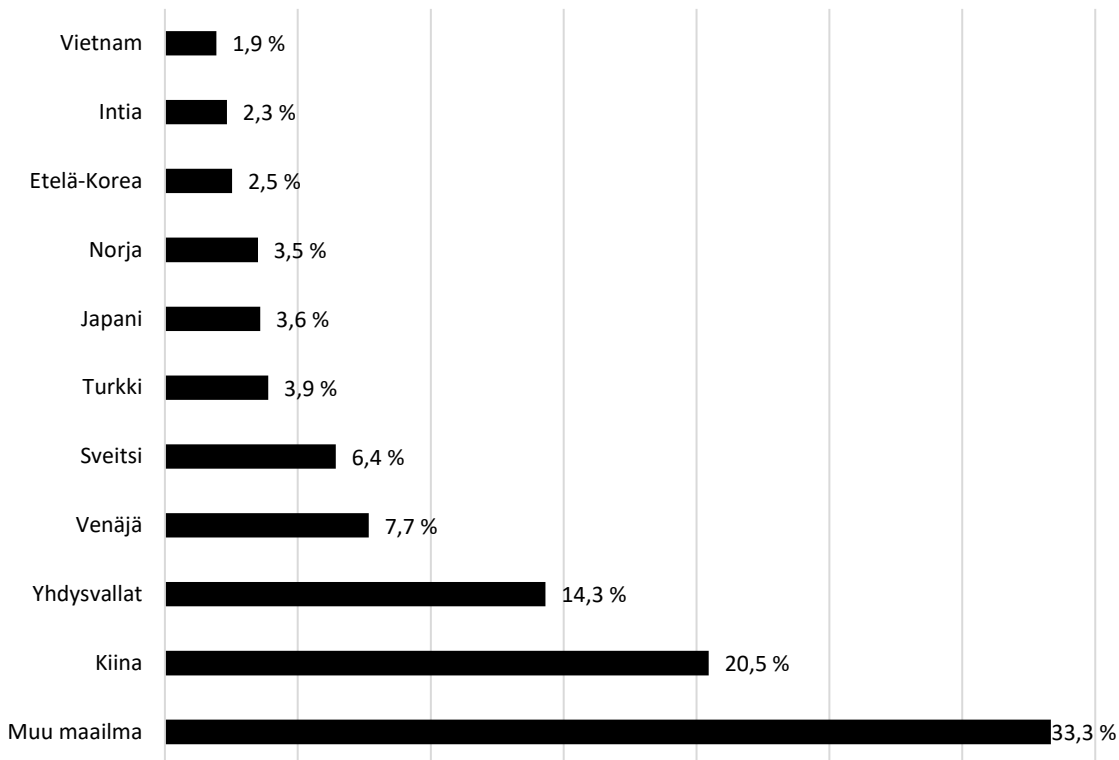
Kaavio 3 EU-28 suurimmat tavaraviennin kauppakumppanit vuonna 2019

Toiseksi suurin viennin kohdevaltio oli Kiina. Kiinaan suuntautui viennistä 8–11 prosenttia kokonaisviennistä. Sekä Yhdysvaltoihin että Kiinaan suuntautuvan viennin osuus kokonaisviennistä on kasvanut viimeisen kymmenen vuoden aikana. Kolmanneksi suurin tavaraviennin kohde on ollut Sveitsi, jonka osuus on vaihdellut kokonaistavaraviennistä 8–10 prosentin välillä. Vienti Sveitsiin ylitti vuonna 2013 viennin Kiinan, jolloin Sveitsi oli vuoden ajan toiseksi suurin tavaraviennin kohdemaa. (Eurostat, 2021a)

Vuonna 2019 Yhdysvaltojen, Kiinan ja Sveitsin lisäksi kymmenen suurimman tavaraviennin kohdemaiden joukossa olivat Venäjä, Turkki, Japani, Norja, Etelä-Korea, Kanada ja Intia. (Eurostat, 2021a)

EU:n rajat ylittävän tavaratuonnin suurimmat kauppakumppanit ovat lähes samat kuin tavaraviennin kauppakumppanit. Koko 2010-luvun tavaratuonti Euroopan unionin ulkopuolelta Euroopan unioniin oli suurinta Kiinasta. Kiinasta tuotiin vuosittain noin 16–20

prosenttia EU:n ulkopuolisesta tavaratuonnista tuonnin arvossa mitattuna. (Eurostat, 2021a)



Kaavio 4 EU-28 suurimmat tavaratuonnin kauppakumppanit vuonna 2019

Suurimman osan 2010-luvusta toiseksi suurin tavaratuonnin kumppanimaa Euroopan unionille oli Yhdysvallat. Yhdysvallat oli toiseksi suurin tavaratuonnin kumppani vuosina 2010 sekä 2014–2019. Tuonti Yhdysvalloista vastasi 11–15 prosenttia EU:n ulkopuolisesta kokonaistavaratuonnista 2010-luvulla. (Eurostat, 2021a)

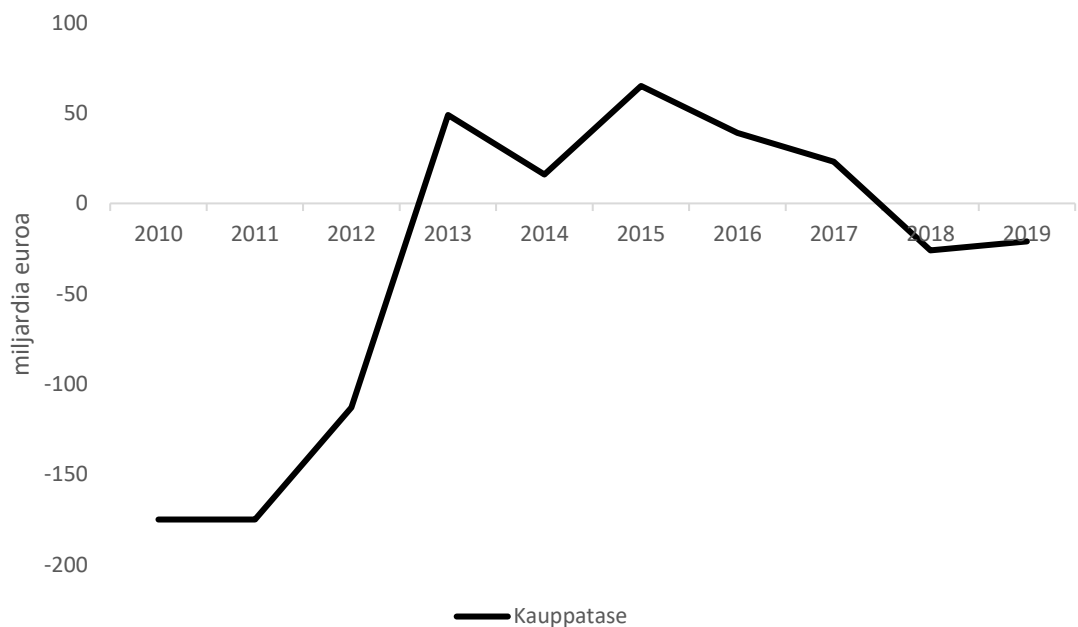
Kolmanneksi suurin tavaratuonti EU:n ulkopuolelta oli 2010-luvulla Venäjältä. Venäjä oli hetkellisesti vuosina 2011–2013 toiseksi suurin tavaratuonnin kohdemaa, mutta tuonti Venäjältä laski merkittävästi vuodesta 2014 eteenpäin. Vuonna 2016 Venäjä oli vasta EU:n neljänneksi suurin tavaratuonnin kumppanimaa ja tuonti Venäjältä oli vuonna 2016 arvoltaan vain 57 prosenttia vuoden 2013 tasosta. Tuonti oli laskenut 207 miljardista 118 miljardiin. Sittemmin tuonti Venäjältä on kasvanut takaisin lähemmäs 2010-luvun alkupuolen tasoa saavuttamatta kuitenkaan huippuvuosien tuonnin arvoa. (Eurostat, 2021a)

Kolmen suurimman EU:n rajat ylittävän ulkomaankaupan tavaratuontimaan lisäksi kymmenen suurimman tuontimaan joukossa ovat olleet 2010-luvulla jokaisena vuonna Sveitsi, Turkki, Japani, Norja, Etelä-Korea ja Intia. Vuosina 2010–2015 myös Brasilia oli

kymmenen suurimman joukossa, mutta vuodesta 2016 alkaen Brasilian on syrjäyttänyt Vietnam. Vietnam on ollut vuosina 2016–2019 kymmenenneksi suurin EU:n ulkopuolisen tavarantuonnin kauppakumppanivaltio. (Eurostat, 2021a)

Euroopan unionin rajat ylittävän tavaraviennin ja -tuonnin rakenteita tarkastellessa huomaa, että tavaratuonti on huomattavasti keskittyneempää pääkauppakumppaneille kuin tavaravienti. Kymmenen suurinta kauppakumppania vastasi 2010-luvulla noin 54-prosenttisesti EU:n viennistä ja 67-prosenttisesti EU:n tuonnista. (Eurostat, 2021a)

EU:n kauppataase on ollut 2010-luvun lievästi alijäämäinen, eli tuonti Euroopan unionin ulkopuolelta on ollut hieman suurempaa kuin vienti Euroopan unionista muualle maailmaan. Kauppataase oli alijäämäinen vuosina 2010–2012 sekä vuosina 2018–2019 ja ylijäämäinen 2013–2017.



Kaavio 5 Euroopan unionin ulkomaan kauppataase 2010–2019

Koko vuosikymmenen kauppataase jäi alijäämäiseksi noin 317 miljardia euroa kumulatiivisesti laskettuna. Vuosikymmenen alkupuolella kauppataase oli vielä reilusti alijäämäinen, noin 170 miljardia euroa vuosina 2010 ja 2011, mutta kauppataase tasoittui vuodesta 2013 eteenpäin ollen loppuvuosikymmenen joko lievästi yli- tai alijäämäinen. (Eurostat, 2021a)

2.1.1.2 Euroopan unionin kauppapolitiikka

Euroopan unioni vastaa yhteisesti jäsenmaiden kauppapolitiikasta. Euroopan unionin kauppapolitiikka kattaa tavara- ja palvelukaupan, suorat ulkomaiset sijoitukset,

immateriaalioikeuksien kaupalliset osat ja patentit. Jäsenmaat eivät saa itse solmia kauppasopimuksia EU:n ulkopuolisten maiden kanssa, vaan kauppasopimukset solmitaan EU:n ja kolmansien osapuolien väliseksi. Näin ollen solmitut ja ratifioidut kauppasopimukset kattavat kaikki EU:n jäsenmaat sekä sopimuksissa mukana olevat muut valtiot. (Europa.eu, 2019)

Euroopan unionilla on helmikuussa 2021 voimassa kauppasopimus 76 maan kanssa. EU:n kauppasopimusverkosto on maailman laajin, mikä tarkoittaa, ettei millään muulla valtiolla tai valtioliitolla ole yhtä montaa solmittua kauppasopimusta. Kauppasopimus neuvotellaan joko yksittäisten valtioiden kesken tai EU:n ja usean valtion väliseksi. Euroopan unionin solmimien kauppasopimusten sisältö ja kattavuus vaihtelevat sopimusten välillä. EU:n kymmenestä suurimmasta kauppakumppanista kauppasopimukset on solmittu Sveitsin, Turkin, Japanin, Norjan, Etelä-Korean, Vietnamin ja Kanadan kanssa. Tilanteessa, jossa EU:lla ei ole erillistä solmittua kauppasopimusta kauppakumppanin kanssa, käydään kauppaa maailman kauppajärjestön WTO:n perussopimuksen määrittelemien raamien sisällä, mikäli kauppakumppani on WTO:n jäsen. WTO:hon kuuluu tällä hetkellä 164 jäsenmaata ja nämä maat edustavat 98 % maailman kaupasta. (ec.europa.eu, 2021; World Trade Organisation, 2019)

Euroopan unionin rajat ylittävästä ulkomaankaupasta merkittävä osa käydään valtioiden kanssa, joiden kanssa EU:lla on voimassa oleva kauppasopimus. Euroopan unionin tavaraviennistä noin 39 prosenttia ja noin 38 prosenttia tavaratuonnista suuntautuu maihin, joiden kanssa on voimassa oleva kauppasopimus. Euroopan unionilla ei kuitenkaan ole kauppasopimuksia kolmen merkittävimmän kauppakumppanin, Yhdysvaltojen, Kiinan ja Venäjän, kanssa, eikä EU tällä hetkellä käy aktiivisesti kauppaneuvotteluja minäkään näiden valtioiden kanssa. Euroopan unioni on neuvotellut kauppasopimuksesta Yhdysvaltojen kanssa, mutta neuvottelut keskeytettiin vuonna 2016. Lisäksi EU neuvottelee parhaillaan Kiinan kanssa investointisopimuksesta. (ec.europa.eu, 2021)

Seuraavaksi siirrytään käsittelemään kansainvälistä muovijätekauppaa. Kansainvälisen muovijätekaupan kehitys muistuttaa vahvasti yleistä kansainvälisen kaupan kehitystä. Kuten yleisestikin kansainvälisessä kaupassa myös muovijätekaupassa nopea kasvun vaihe ajoittuu 2000-luvun alkupuolelle, ennen vuoden 2008 finanssikriisiä. Samoin kasvun hidastuminen 2010-luvun alkupuolella on ominaista sekä muovijätekaupalle että kansainväliselle kaupalle laajemminkin. Muovijätekaupan suuret toimijat, kuten Kiina, Yhdysvallat ja Euroopan unioni ovat myös suurimpia toimijoita yleisesti kansainvälisessä kaupassa.

Kansainvälisen muovijätekaupan avulla on hyvä tarkastella kauppapolitiikan ja kaupan sääntelyn vaikutuksia kauppaan. Muovijätekauppaa on säännelty kansainvälisten sopimusten ja kansallisten toimien avulla 1980-luvulta saakka ja viime vuosina etenkin kansalliset toimet ovat olleet merkittäviä muovijätekauppaan vaikuttavia tekijöitä. Kiinan muovijätekauppaa koskevat kauppapoliittiset toimet ovatkin tämän tutkimuksen kannalta erityisen huomion arvoisia, sillä tutkielmassa tutkitaan EU-maiden kansainvälistä muovijätekauppaa gravitaatiomallin avulla ennen ja jälkeen Kiinan muovijätteiden tuontikiellon.

2.2 Kansainvälinen muovijätekauppa

Kansainvälisessä jätekaupassa muovijäte on sekä arvoltaan että nettopainoltaan kolmanneksi suurin materiaali. Kansainvälisesti muovijätettä enemmän kauppaa käydään metalli- ja paperijätteellä. (OECD, 2018)

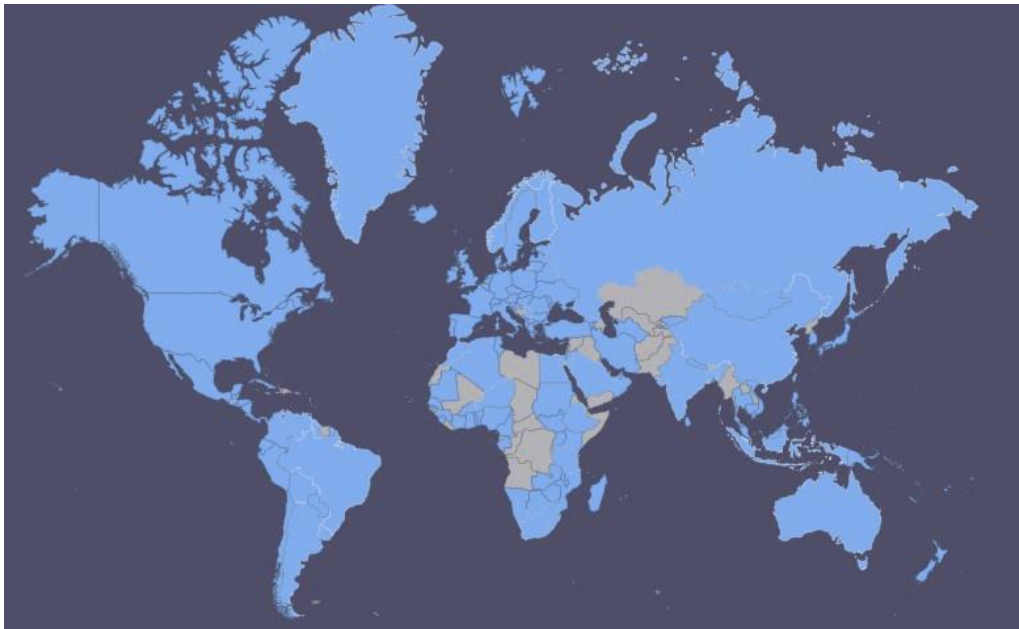
Suurin syy käydä muovijätekauppaa on muovijätteiden määrän nopeasta kasvusta johtuva jätteenkäsittelykapasiteetin puutos viejämaassa. Muovijätteiden määrän kasvua selittää erityisesti muovin käyttö pakkausmateriaalina. Käytetystä muovista 40 % on pakkausmateriaalia ja pakkausmateriaalimuovia käytetään usein vain kertakäyttöisesti. Kumulatiivisesti 89 % koskaan viedystä muovijätteestä koostuu polyeteenistä (PE), polypropeenista (PP) ja polyetyleenitereftalaatista (PET), joita käytetään huomattavissa määrin juuri pakkausmateriaaleina. (Brooks, Wang and Jambeck, 2018)

Kansainvälisen muovijätekaupan vienti- ja tuontitilastoja on kerätty 1980-luvun lopulta alkaen. YK:n julkaisemista tilastoista saa selkeän kuvan siitä, mitkä valtiot maailmassa vievät muovijätettä ja mitkä valtiot sitä tuovat. Maakohtaisesta tilastoinnista selviää myös tarkemmin muovijätekaupan määrällinen muutos niin painossa kilogrammoina kuin arvossa Yhdysvaltain dollareina.

Käydään seuraavaksi tarkemmin läpi, miten muovijätekaupan vienti- ja tuontimäärät ovat kehittyneet 1980-luvun lopulta vuoteen 2019 saakka. Muovijätekauppaan liittyviä vienti- ja tuontitilastoja on saatavilla vuodesta 1988 eteenpäin. Tutkielmassa on kuitenkin huomioitava, että 1990-luvun puoleenväliin saakka tilastoista puuttui huomattava osa maailman valtioista. Tämä voi johtua joko puutteellisesta tilastoinnista tai siitä etteivät kyseiset maat käyneet muovijätekauppaa. Tultaessa 2000-luvulle tutkimuksessa käytetyt tilastot kattavat jo lähes kaikki maailman valtiot ja merkittäviä puutteita esiintyy lähinnä vain Afrikassa, Lähi-Idässä ja Keski-Aasiassa. Tutkielman kannalta 1980-luvun ja 1990-

luvun alun mahdollisesti puutteelliset tilastot eivät ole keskeinen asia: tutkimuksen kannalta merkittävämmässä asemassa ovat vienti- ja tuontiluvut 2000- ja 2010-luvuilla.

Aineistoa vuotuisesta tuotetusta muovijätteen määrstä ei ollut saatavilla. Tämän vuoksi tutkimuksessa suhteutetaan muovijätteenkaupan vuotuinen tuontimäärä vuosittain tuotettuun muovin määrään. Tämä ei anna tyhjentävää kuvaa siitä, kuinka paljon globaalisti tuotetusta muovijätteenstä päätyy rajat ylittävään kauppaan, mutta toimii hyvänä arviona siitä. Vuonna 2015 kaikesta siihen saakka tuotetusta muovista jätteeksi on päätyneet 76 prosenttia (Geyer, Jambeck and Law, 2017), joten vuotuinen tuotettu muovin määrä antaa hyvän arvion muovijätteenkaupan suhteellisesta merkityksestä muovijätteen käsittelyssä.



Kuva 1 Vuoden 2000 UN comtrade databasen tilastoissa näkyvät HS 3915 tuojamaat

2.2.1 Kansainvälisen muovijätteenkaupan kehitys

Muovijätteen (HS 3915) kansainvälinen kauppa alkoi merkittävästi kasvaa 1990-luvun alusta eteenpäin. Vuonna 1988 globaalin muovijätteen viennin arvo oli 72 miljoonaa ja tuonnin arvo 76 miljoonaa Yhdysvaltain dollaria. Tultaessa vuoteen 1995 kansainvälinen muovijätteenkauppa oli kasvanut jo merkittävästi. Globaali muovijätteen viennin arvo oli 1,2 miljardia ja tuonnin arvo oli 1,3 miljardia Yhdysvaltain dollaria. Kuluneiden

kahdeksan vuoden aikana muovijätteen tuonti kasvoi noin 2,8 miljoonaa tonnia eli muovijätteen tuonti määrällisesti 20-kertaistui. (UN Comtrade database, 2021)

Samaan aikaan myös polymeerihartsin ja -kuidun, eli muovin, tuotanto jatkoi kasvua. Vuosien 1988–1995 aikana muovin tuotanto kasvoi 110 miljoonasta tonnista 156 miljoonaa tonniin. Kansainvälisesti tuotujen muovijätteen suhteellinen osuus vuotuisesta muovin tuotannosta kasvoi 0,13 prosentista 1,9 prosenttiin. (Geyer, Jambeck and Law, 2017)

Muovijätekaupan vahva kasvu jatkui seuraavan 10 vuoden aikana. Vuosien 1996–2005 aikana tuonnin arvo kasvoi yhdestä miljardista 4,4 miljardiin Yhdysvaltain dollariin. Keskimääräinen vuotuinen kasvuvauhti oli määrällisesti 24,9 prosenttia ja arvollisesti 19,4 prosenttia. (UN Comtrade database, 2021)

Huomattava painomäärällinen vienti- ja tuontimäärien kasvu näkyi myös muovijätteen vienti- ja tuontimäärien merkittävänä kasvuna suhteessa tuotetun muovin määrään. Globaali muovintuotanto kasvoi 1996–2005 keskimäärin 5,1 prosenttia vuodessa ja oli vuonna 2005 263 miljoonaa tonnia. Samana vuonna 2005 tuotujen muovijätteen määrä oli 11 miljoonaa tonnia. Tuodun muovijätteen osuus vuotuisesta muovin tuotannosta oli kasvanut 4,2 prosenttiin. (Geyer, Jambeck and Law, 2017; UN Comtrade database, 2021)

Vuodesta 2006 vuoteen 2011 kansainvälisen muovijätekaupan kasvu jatkui, mutta kasvu oli näiden kuuden vuoden aikana hitaampaa kuin vuosina 1996–2005. Keskimääräinen vuotuinen tuonnin kasvu oli vuosina 2006–2011 7,1 prosenttia. Kansainvälisen muovijätetuonnin määrällisesti suurin vuosi tähän mennessä on ollut vuosi 2011, jolloin muovijätettä tuotiin 16,6 miljoonaa tonnia maailmanlaajuisesti. Viennin huippuvuosi painomääräisesti oli vuonna 2010, jolloin vienti oli 15,8 miljoonaa tonnia. Vuosi 2011 oli muovijätekaupan suurin vuosi kaupan arvossa. Viennin arvo oli vuonna 2011 7,2 miljardia Yhdysvaltain dollaria ja tuonnin arvo 10 miljardia Yhdysvaltain dollaria. (UN Comtrade database, 2021)

Kansainvälinen muovijätetuonti suhteutettuna tuotetun muovin määrään kasvoi hieman vuosien 2006–2011 aikana. Muovijätetuonnin huippuvuosi suhteutettuna tuotetun muovin määrään oli vuonna 2009, jolloin muovijätettä vietiin 5,3–6,2 prosenttiyksikköä vuotuisesta muovin tuotannosta. Arviot vuonna 2009 tuotetusta muovin määrästä vaihtelevat 250–288 miljoonan tonnin välillä. (Geyer, Jambeck and Law, 2017; UN Comtrade database, 2021; Garside, 2017)

Kansainvälisen muovijätekaupan kehityssuunta muuttui vuonna 2012. Muovijätekaupan kasvu pysähtyi, ja kauppa koki ensimmäisen merkittävän kaupankäynnin

painomääräisen laskun 2013. Vuonna 2013 muovijätteen tuonti pieneni 7 prosenttia 16,4 miljoonasta tonnista 15,3 miljoonaan tonniin. Vuonna 2013 myös muovijätteen arvo laski, mutta vähemmän kuin painomääräinen vienti ja tuonti. Vuonna 2013 tuonnin arvo laski 3 prosenttia ja viennin arvo 6,2 prosenttia. Kyseisenä vuonna Kiina rajoitti politiikallaan ensimmäistä kertaa merkittävästi muovijätteen tuontia maahansa. (Brooks, Wang and Jambeck, 2018)

Muovijätteen tuonti palautui vuonna 2014 lähes vuoden 2012 tasolle, mutta jo seuraavana vuonna 2015 tuonti laski jälleen 6 prosenttia painomäärällisesti ja tuonnin arvo laski jopa 25,8 prosenttia 9,9 miljardista Yhdysvaltain dollarista 7,3 miljardiin dollariin. Vuonna 2016 muovijätteen tuonti pysyi vuoden 2015 tasolla 15,4 miljoonassa tonnissa, mutta tuonnin arvo laski edelleen 9,7 prosenttia 6,6 miljardiin Yhdysvaltain dollariin. (UN Comtrade database, 2021)

Muovijätetuonnin suhteellinen osuus muovintuotannosta alkoi pienentyä vuodesta 2010 eteenpäin. Vuosina 2010–2015 suhteellisen osuuden pienentyminen oli kohtalaisen hidasta. Vielä vuonna 2015 muovijätetuonnin suhteellinen osuus vuotuisesta muovintuotannosta oli 4–4,8 prosenttia, mutta suhteellinen osuus alkoi vuoden 2015 jälkeen pienentyä nopeammin, sillä globaali muovintuotanto jatkoi kasvamistaan samaan aikaan, kun kansainvälinen muovijätteen tuonti laski entisestään. (UN Comtrade database, 2021; Garside, 2017)

Vuonna 2016 muovijätetuonti alkoi vähentyä nopeasti. Seuraavan kolmen vuoden aikana painomääräinen muovijätetuonti laski keskimäärin 27,4 prosenttia vuodessa ja vuonna 2018 laskua kertyi peräti 41,3 prosenttia vuodessa. Muovijätetuonnin ollessa vielä vuonna 2016 noin 15,4 miljoonaa tonnia oli se enää noin 5,7 miljoonaa tonnia vuonna 2019 – painomääräisestä tuonnista oli kolmessa vuodessa hävinnyt 63 prosenttia. Muovijätteen tuonnin arvo jatkoi myös laskua vuosina 2016–2019. Vuonna 2016 muovijätetuonnin arvo oli 6,6 miljardia Yhdysvaltain dollaria, mutta vuonna 2019 tuonnin arvo oli enää 2,8 miljardia Yhdysvaltain dollaria.

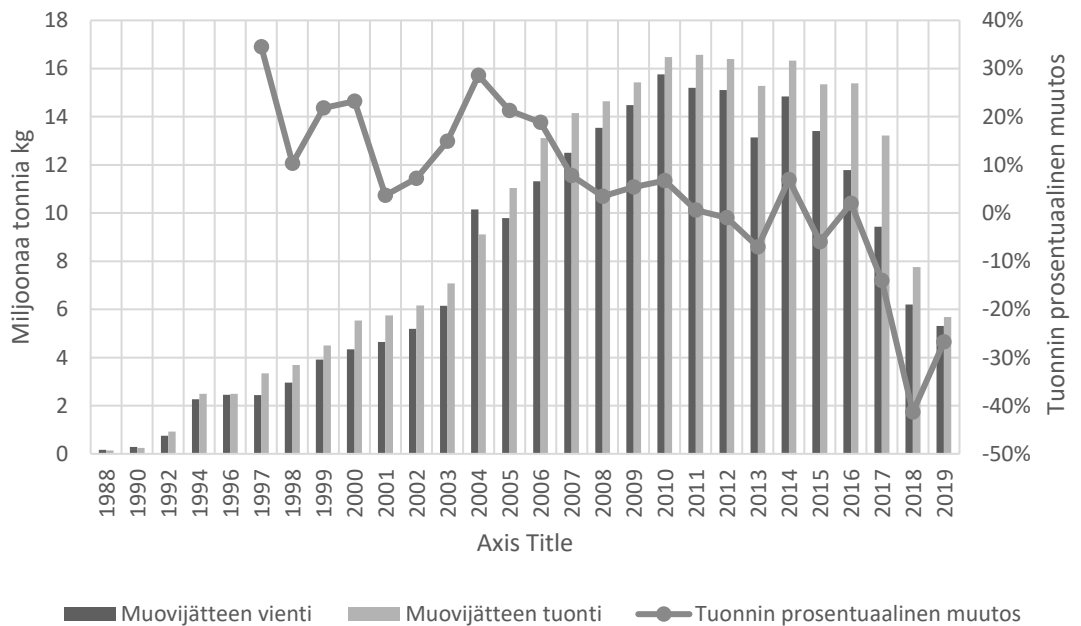
Muovijätetuonnin suhteellinen osuus muovin tuotannosta väheni huomattavasti vuosien 2016–2019 välisenä aikana. Vuonna 2016 muovijätetuonti oli 4,6 prosenttia tuotetun muovin määrästä, mutta vuonna 2019 osuus oli enää 1,5 prosenttia. (Geyer, Jambeck and Law, 2017; UN Comtrade database, 2021; Garside, 2017)

Kansainvälisen muovijätteen huomattavan vähentymisen kanssa samaan aikaan ajoittuu Kiinan valtion toteuttama politiikka, jolla Kiina kielsi muovijätteen tuonnin maahansa. (Wang et al., 2020). Kiinan politiikka, jolla rajoitettiin tilapäisesti

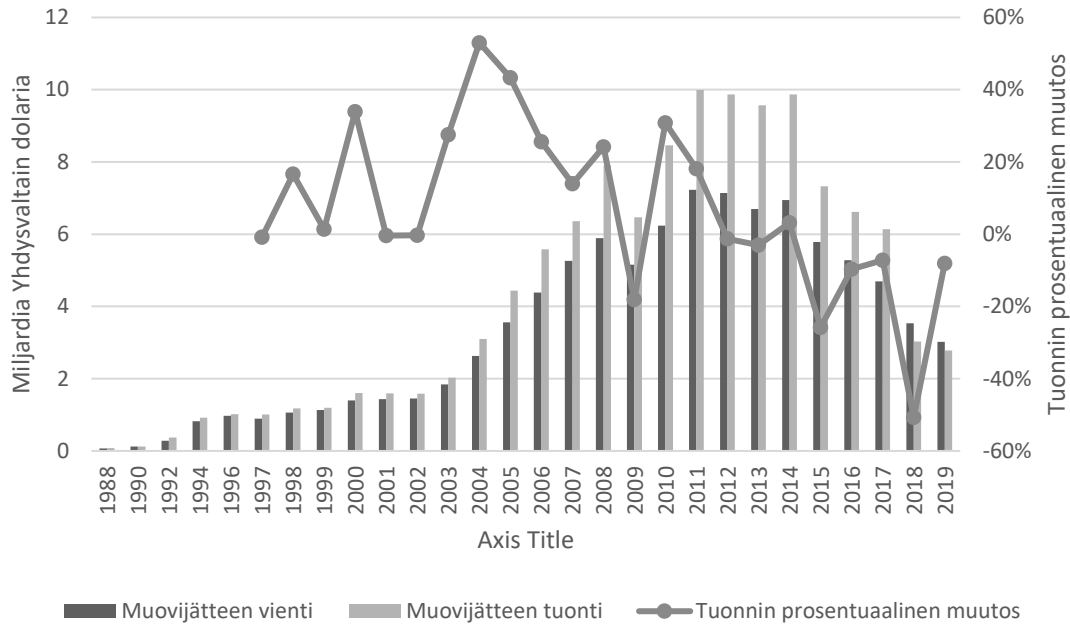
muovijätteen tuontia maahan vuonna 2013, antoi jo viitteitä siitä, miten kansainvälinen kauppa reagoi, kun suurin yksittäinen muovijätteen tuojamaa rajoittaa politiikallaan muovijätteen tuontia.

UN Comtrade databasesta saatavilla olevissa tilastoissa ei ole merkittäviä puutteita 2000-luvulla muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Tärkein yksittäinen puute on Yhdysvaltojen vientitilastoissa: Yhdysvalloista ei ole saatavilla muovijätteen painomääräisiä vientitilastoja vuodesta 2016 eteenpäin. Tämä vääristää maailmanlaajuista painossa mitattua muovijätteen viennin määrää, sillä Yhdysvallat on vuosina 2016–2019 yksi maailman suurimpia muovijätteen viejämaita Yhdysvaltain dollareissa mitattuna.

Muovijätteen painomääräisissä tuontitilastoissa puuttuu Italia vuosina 2017–2019 ja Yhdysvallat vuodelta 2019. Yhdysvallat ja Italia ovat kansainvälisesti suuria muovijätteen tuojamaita, joten näin ollen todellinen muovijätteen tuontimäärä on tilastoitua korkeampi kyseisellä ajanjaksolla.



Kaavio 6 Muovijätteen (HS 3915) maailmanlaajuinen vienti ja tuonti (miljoonaa tonnia kg) (UN Comtrade database, 2021)



Kaavio 7 Muovijätteen (HS 3915) maailmanlaajuinen vienti ja tuonti (mrd. \$) (UN Comtrade database, 2021)

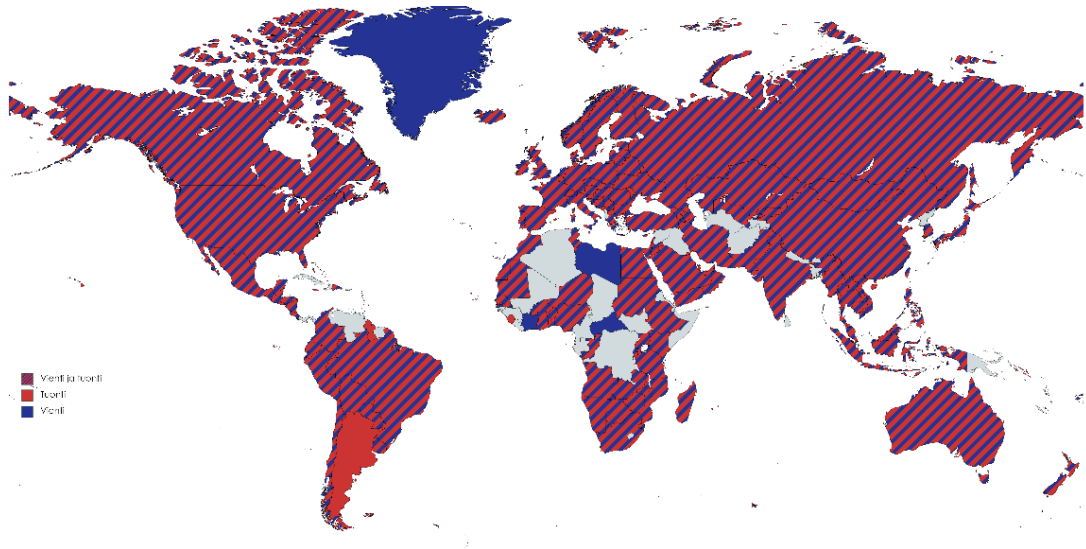
Kaavioista 6 ja 7 voi havaita, että vienti- ja tuontitilasto eivät täsmää. Maailmanlaajuiset muovijätteen vienti ja tuontitiedot pitäisi periaatteessa olla yhtä suuret, sillä jonkun valtion vienti on aina jonkun toisen valtion tuontia.

Syitä siihen, miksi vienti- ja tuontitilastot eivät täsmää, voi olla useita. Ensimmäinen syy on, että tuonti ja vienti tilastoidaan eri tavalla. UN comtrade palvelussa tuonti tilastoidaan ”Kuljetus ja rahti maksettuina” -hinnoissa, eli CIF-hinnoissa (*”Cost Insurance and Freight”*), kun taas vienti tilastoidaan ”Vapaasti aluksessa” -hinnoissa, eli FOB-hinnoissa (*”Free on Board”*). CIF-hintoihin sisältyy eriä, joita ei sisälly FOB-hintoihin, kuten esimerkiksi tavarantoimittajan vakuutusmaksut ja kuljetuskustannukset. CIF-hinnoilla mitattu arvo voi olla 10-20 % korkeampi kuin FOB-hinnoissa mitattu.

Toinen syy voi olla maiden mahdollinen eroava tuotteiden luokittelu. Jotkut maat saattavat tilastoida tietyn tuotteen tuonnin eri kategoriassa kuin mihin viejävaltio on kyseisen tuotteen tilastoinut. Kolmantena syynä voi olla puutteellinen ja virheellinen tilastointi. Yleisesti ottaen valtiot tilastoivat tuontinsa tarkemmin kuin viennin. Tämä voi johtua siitä, että tuontiin liittyy yleisemmin tulleja ja tariffeja kuin vientiin. (World Integrated Trade Solution, 2021; UN Comtrade database, 2010)

2.2.2 Ketkä käyvät muovijätekauppaa – maailman suurimmat tuoja- ja viejämaat

Tilastoitua rajat ylittävää muovijätekauppaa käydään lähes jokaisessa maapallon valtiossa. Esimerkiksi vuoden 2018 vienti- tai tuontitilastoja on saatavilla yhteensä 152 valtiosta tai erityishallintoalueesta, joista valtaosasta on saatavilla sekä vienti- että tuontitilat. Vaikka kansainvälistä muovijätekauppaa käydään lähes jokaisessa maassa, ovat muovijätemarkkinat silti hyvin keskittyneitä. (Brooks, Wang and Jambeck, 2018) (Comtrade.un.org, 2021)



Kuva 2 Maat, joista saatavilla vuoden 2018 HS 3915 luokan muovijätteiden vienti ja tuonti (Comtrade.un.org, 2021)

Seuraavaksi muovijätekauppa jaetaan kahteen ajanjaksoon 1988–2017 ja 2018–2019, joiden osalta tarkastellaan suurimpia viejä- ja tuojamaita. Ajanjaksojen valinta perustuu Kiinan valtion politiikkatoimiin, jotka muuttivat ennen kaikkea muovijätteiden tuonnin rakennetta huomattavasti. Ilman vuosien 2018–2019 erottamista omaksi ajanjaksokseen ei kumulatiivisesti laskettaessa pystyisi havainnollistamaan kauppavirtojen merkittävää muutosta viimeisten vuosien aikana. Tutkielmassa puhuttaessa maista tai valtioista viitataan myös mahdollisesti asiakohtaan liittyviin erityishallintoalueisiin, ellei toisin mainita. Kaikista valtioista ei ole saatavilla tilastoja ennen vuotta 1993 ja Belgian tilastot on saatavilla vasta vuodesta 1998 eteenpäin. Muovijätekauppa on kuitenkin ollut vuosina 1988–1993 arvoltaan ja kokonaispainoltaan vähäistä verrattuna kehitykseen vuoden 1993 jälkeen. Viennin ja tuonnin määrätiedoissa on osassa valtioista puutteita myös tilastoinnin aloittamisen jälkeen. Puuttuvista arvoista on ilmoitettu taulukossa asteriskilla.

2.2.2.1 Maailman suurimmat muovijätteiden tuojamaat vuosina 1988–2017

Muovijätteiden suurin tuojamaa sekä Yhdysvaltain dollareissa että kilogrammoissa mitattuna vuosina 1988–2017 oli Kiina. Kiina oli vuoteen 2017 saakka tuonut yhteensä 112 miljoonaa tonnia muovijätettä eli n. 45 prosenttia kaikesta tuodusta muovijätteestä maailmassa. Yhdysvaltain dollareissa mitattuna Kiinan muovijätteiden tuonti vastasi 52 prosenttia koko maailman muovijätteiden tuonnin arvosta vuosina 1988–2017. Kumulaatiivisesti laskettuna Kiina oli edelleen suurin muovijätteiden tuojavaltio vuonna 2019, vaikka Kiinan muovijätteiden tuonti käytännössä loppui jo vuoteen 2017. (UN Comtrade database, 2021)

Valtio	Kumulatiivinen tuonnin nettopaino (milj. tonnia)	Prosenttiosuus globaalien tuonnin yhteispainosta	Kumulatiivinen kaupan arvo (mrd. USD)	prosenttiosuus globaalien tuonnin arvosta
Kiina	112,2	44,9	60,8	52,1
Hong Kong SAR	66,4	26,5	23,9	23,1
USA	9,07	3,63	5,36	4,59
Alankomaat	6,39*	2,56	2,60	2,22
Saksa	5,95	2,38	2,45	2,10
Italia	3,32*	1,33	1,96	1,68
Belgia	4,40	1,76	1,93	1,66
Kanada	3,97	1,59	1,82	1,56
Intia	3,25	1,30	1,28	1,09
Other Asia nes.	2,58	1,03	1,06	0,90
Yhteensä	217,53*	86,98	103,16	91

Taulukko 1: Maailman suurimmat muovijätteiden tuojamaat 1988–2017 (*) puuttuvia arvoja

Historiallisesti toiseksi suurin muovijätteiden tuoja on Hong Kongin erityishallintoalue. Muovijätteiden tuonti Hong Kongiin oli vuosina 1988–2017 yhteensä 66 miljoonaa tonnia eli noin 27 prosenttia kaikesta muovijätteiden tuonnista. Hong Kong on kuitenkin muovijätetuonnin erikoisuus, sillä Hong Kongissa ei käsitellä tuotua muovijätettä lähes ollenkaan itse, vaan Hong Kongista muovijäte viedään eteenpäin Kiinaan. Tästä syystä Hong Kong on ollut vuosina 1988–2017 sekä toiseksi suurin muovijätteiden tuoja että suurin muovijätteiden viejä. Kokonaisuutena muovijätteiden jälleenviennin osuus

muovijätteiden kokonaisviennistä on ollut vähäinen ja se on ollut lähes kokonaan Hong Kongin vientiä Kiinaan. Hong Kongissa muovijätteiden tuonnissa on ollut laskeva kehityssuunta vuodesta 2015 saakka ja vuodesta 2017 eteenpäin Hong Kongin muovijätetuonti on vähentynyt nopeasti, mutta tuonnin lasku on ollut hitaampaa kuin Kiinassa. (UN Comtrade database, 2021)

Tuonnin osalta mitkään muut maat eivät yllä Kiinan ja Hong Kongin kanssa samaan mittaluokkaan. Seuraavaksi suurimpana tuojajamaana Yhdysvallat vastasi vuosina 1988–2017 vajaasta viidestä prosentista muovijätteiden kokonaistuonnin arvosta. Vuosien 1988–2017 kymmenen suurimman muovijätetuojamaan joukkoon Kiinan, Hong Kongin ja Yhdysvaltojen kanssa kuuluivat Alankomaat, Saksa, Italia, Belgia, Kanada, Intia ja muu luokittelematon Aasia, Other Asia nes, jolla tarkoitetaan tilastoissa Taiwania. Kymmenen suurinta muovijätteiden tuojamaata vastasi yhteensä noin 91 prosentista maailman muovijätetuonnin arvosta ja 87 prosentista määrällisestä muovijätteiden tuonnista. (UN Comtrade database, 2021)

2.2.2.2 Maailman suurimmat muovijätteiden tuojamaat vuosina 2018-2019

Vuosina 2018 ja 2019 tilastot suurimpien muovijätteiden tuojamaiden osalta ovat näyttäneet huomattavan erilaiselta kuin aikaisemmin. Kiina oli ollut suurimpia muovijätteiden tuojia vuodesta 1992 saakka, mistä lähtien on saatavilla tilastot Kiinan muovijätteiden tuonnista. Kiinan poistuttua suurien tuontimaiden joukosta kymmenen suurimman tuojamaan prosentuaalinen osuus sekä kokonaistuonnin arvosta että määrästä laski merkittävästi.

Hong Kong on ollut vielä vuosina 2018 ja 2019 kansainvälisesti suuri muovijätteiden tuoja, mutta myös Hong Kongin markkinaosuus on pienentynyt huomattavasti 2000-luvulla vallinneesta trendistä. (UN Comtrade database, 2021)

Kiinan lisäksi kymmenen suurimman muovijätteiden tuojan joukossa ei ole enää vuosina 2018 ja 2019 Kanadaa eikä Intiaa. Kiinan, Kanadan ja Intian ovat korvanneet kaksi valtiota Kaakkois-Aasiasta: Malesia ja Vietnam sekä EU:n naapurimaa Turkki. Malesia, Vietnam ja Turkki ovat kasvattaneet muovijätteiden tuontiaan 2010-luvulla huomattavasti edeltäviin vuosikymmeneihin verrattuna ja esimerkiksi Turkin muovijätteiden tuonnin arvo vuosina 2010–2019 lähes yhdeksänkertaistui vuoden 2010 13 miljoonasta Yhdysvaltain dollarista vuoden 2019 113 miljoonaan Yhdysvaltain dollariin. (UN Comtrade database, 2021)

Valtio	Kumulatiivinen tuonnin nettopaino (milj. tonnia)	Prosenttiosuus globaalien tuonnin yhteispainosta	Kumulatiivinen kaupan arvo (mrd. USD)	Prosenttiosuus globaalien tuonnin arvosta
USA	0,442*	3,28	0,517	8,89
Hong Kong SAR	1,205	8,96	0,443	7,61
Alankomaat	1,137	8,46	0,383	6,59
Other Asian	0,778	5,79	0,374	6,44
Saksa	0,966	7,19	0,324	5,58
Malesia	1,206	8,97	0,293	5,04
Vietnam	0,471	3,50	0,258	4,44
Turkki	0,437*	3,25	0,230	3,95
Belgia	0,446	3,31	0,205	3,53
Italia	0,137*	1,02	0,196	3,37
Yhteensä	7,0876*	53,73	3,22	55,44

Taulukko 2: Maailman suurimmat muovijätteen tuojamaat 2018–2019 (*) puuttuvia arvoja

Kiinan ja Hong Kongin markkinaosuuden vähentymisen jälkeen vuosina 2018–2019 yhteenkään valtioon ei ole enää tuotu yli kymmentä prosenttia maailman muovijättestä. Samalla kymmenen suurimman muovijätteen tuojavaltion yhteenlaskettu osuus muovijätteen tuonnin arvosta on vähentynyt yli 90 prosentista 55 prosenttiin. (UN Comtrade database, 2021)

2.2.2.3 Maailman suurimmat muovijätteen viejät 1988–2017

Muovijätevientä ei ole ollut yhtä keskittynyttä kuin muovijätetuonti. Millään yksittäisellä maalla tai erityishallintoalueella ei ole ollut niin hallitsevaa asemaa muovijätteen viennistä kuin Kiinalla ja Hong Kongilla oli muovijätteen tuonnin osalta vuosina 1988–2017. (UN Comtrade database, 2021)

Kuten edellä jo mainittu vuosina 1988–2017 suurin muovijätteen viejämaa oli Hong Kongin erityishallintoalue. Hong Kongin muovijätteen vienti oli noin 26 prosenttia koko maailman viennistä ja arvoltaan Hong Kongin muovijäteviennin arvo oli noin 19 prosenttia koko maailman muovijätteen viennin arvosta. Hong Kongin asema suurimapa vientimaana johtui siitä, että Hong Kong toimi käytännössä yhtenä väylänä muovijätteen viennissä Kiinaan. Hong Kongin muovijäteviennistä vuosina 1988–2017

78 prosenttia oli jälleenvientiä Kiinaan. (UN Comtrade database, 2021)

Valtio	Kumulatiivinen viennin nettopaino (milj. tonnia)	Prosenttiosuus globaalien viennin yhteispainosta	Kumulatiivinen kaupan arvo (mrd. USD)	Prosenttiosuus globaalien viennin arvosta
Hong Kong SAR	57,9	26,2	17,3	19,1
USA	25,7*	11,6	13	14,3
Japani	23,6	10,7	10,2	11,2
Saksa	19,1	8,66	7,54	8,33
Meksiko	8,78*	3,97	4,70	5,19
Ranska	8,01	3,62	3,66	3,87
Iso-Britannia	9,26*	4,19	3,50	3,72
Alankomaat	7,67*	3,47	3,37	4,04
Belgia	6,94	3,14	2,74	3,03
Kanada	4,09	1,85	2,02	2,23
Yhteensä	171,05*	61,83	68,03	75,01

Taulukko 3: Maailman suurimmat muovijätteen viejät 1988–2017 (*) puuttuvia arvoja

Hong Kongin lisäksi yli kymmenen prosenttia markkinoiden viennin arvosta oli Yhdysvalloilla ja Japanilla. Toisin kuin Hong Kongissa vienti ei Yhdysvalloissa ja Japanissa perustunut jälleenvientiin. Yhdysvaltojen muovijätteen viennistä jälleenvientiä oli reilu prosentti ja Japani ei raportoinut vuosina 1988–2017 lainkaan muovijätteen jälleenvientiä. (UN Comtrade database, 2021)

Kymmenen suurimman muovijätteen viejään joukkoon vuosina 1988–2017 kuului Hong Kongin, Yhdysvaltojen ja Japanin lisäksi viisi maata Euroopasta: Saksa, Iso-Britannia, Alankomaat, Ranska ja Belgia sekä kaksi maata Pohjois-Amerikasta: Kanada ja Meksiko. Nämä kymmenen maata vastasivat noin 86 prosentista muovijätteen viennin arvosta. Viennin markkinaosuus näille kymmenelle maalle on lähes yhtä suuri kuin kymmenen suurimman muovijätteen tuojan markkinaosuus, mutta vienti on jakautunut tasaisemmin kymmenen suurimman viejään kesken. (UN Comtrade database, 2021)

2.2.2.4 Maailman suurimmat muovijätteiden viejätmaat 2018-2019

Vuosina 2018 ja 2019 kymmenen suurimman muovijäteviejätmaan joukossa oli kahdeksan samaa maata kuin vuosina 1988–2017. Suurimpien viejätmaiden joukossa ei ollut enää vuosina 2018–2019 Hong Kongia, joka oli ollut suurin muovijätteiden viejätmaa vuodesta 1993 vuoteen 2017 saakka. Hong Kongin lisäksi Kanada ei kuulunut vuosina 2018–2019 suurimpien viejätmaiden joukkoon. (UN Comtrade database, 2021)

Valtio	Kumulatiivinen viennin nettopaino (milj. tonnia)	Prosenttiosuus globaalien viennin yhteispainosta	Kumulatiivinen kaupan arvo (mrd. USD)	Prosenttiosuus globaalien viennin arvosta
Saksa	2,14	18,6	0,797	12,2
Japani	1,906	16,6	0,746	11,4
Yhdysvallat	0*	0	0,725	11,1
Ranska	0,828	7,19	0,330	5,04
Belgia	0,535*	4,65	0,328	5,02
Alankomaat	0,730	6,34	0,320	4,88
Iso-Britannia	0,640*	5,56	0,287	4,38
Meksiko	0*	0	0,270	4,13
Thaimaa	0,418	3,64	0,229	3,50
Itävalta	0,307	2,67	0,175	2,67
Yhteensä	7,504*	65,25	4,207	64,32

Taulukko 4: Maailman suurimmat muovijätteiden viejätmaat 2018–2019 (*) puuttuvia arvoja

Saksa, Japani ja Yhdysvallat olivat kolme suurinta muovijätteen viejätmaata vuosina 2018–2019. Näissä kolmessa valtiossa valtiokohtaisen viennin arvo oli yli 700 miljoonaa kun lasketaan yhteen sekä vuoden 2018 ja 2019 viennin arvo. Muut kymmenen suurimman viejätmaan joukkoon kuuluvat maat eivät yltäneet samoihin vientilukemiin kuin Saksa, Japani ja Yhdysvallat. Uusia maita kymmenen suurimman viejätmaan joukossa olivat Kaakkois-Aasiasta Thaimaa sekä Itävalta Euroopasta. Näin ollen vuosina 2018–2019 kymmenen suurimman viejätmaan joukossa oli kaksi valtiota Pohjois-Amerikasta, kaksi Aasiasta ja kuusi valtiota Euroopasta. (UN Comtrade database, 2021)

Kymmenen suurimman muovijätteiden viejätmaan yhteenlaskettu viennin arvo vuosina 2018–2019 oli noin 64 prosenttia koko maailman muovijätteiden viennin arvosta:

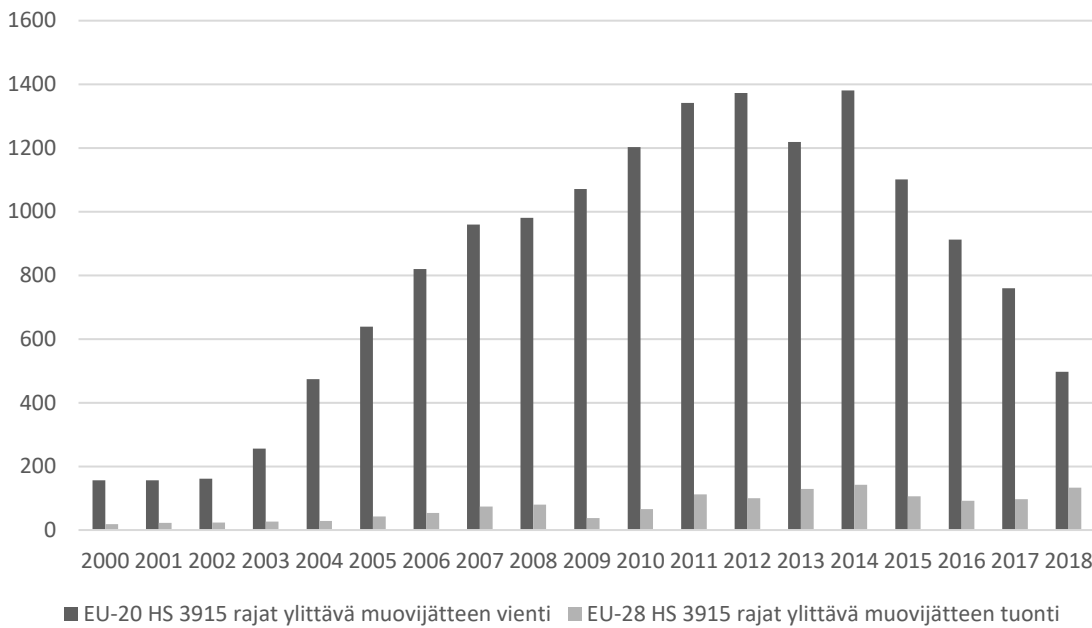
tämä oli noin 11 prosenttiyksikköä pienempi kuin vuosien 1988–2017 vastaava luku. (UN Comtrade database, 2021)

2.2.3 Muovijätekauppa, EU ja Suomi

UN Comtrade databasessa on saatavilla tilastoaineistoa vuodesta 2000 eteenpäin EU:n rajat ylittävästä muovijätekaupasta. Aineisto kuvaa Euroopan unionin jäsenmaiden muovijätteiden vientiä ja tuontia unionin ulkopuolisten maiden kanssa.

Euroopan unionin rajat ylittävä muovijätteiden vienti alkoi kasvaa vuodesta 2003 eteenpäin. Vuosien 2003–2007 aikana EU:n muovijätteiden rajat ylittävä vienti kasvoi 255 miljoonasta Yhdysvaltain dollarista 960 miljoonaan Yhdysvaltain dollariin. Kasvua oli yhteensä 376 prosenttia ja keskimääräinen vuotuinen kasvu oli 30 prosenttia. Samaan aikaan muovijätteiden tuonti EU:n ulkopuolelta kasvoi 26,2 miljoonasta Yhdysvaltain dollarista 73,8 miljoonaan Yhdysvaltain dollariin. Prosentuaalinen kasvu oli 282 prosenttia ja vuotuinen kasvuvauhti oli 23 prosenttia. Kuitenkin lähtötaso muovijätteiden vientiin verrattuna oli huomattavasti alhaisempi. Vuonna 2007 muovijätteiden tuonnin arvo vastasi noin 8 prosenttia viennin arvosta. (UN Comtrade database, 2021)

EU:n muovijätteiden viennin kasvu hidastui hetkellisesti vuosiksi 2007–2008, mutta kasvu jatkui tämän jälkeen nopeana aina vuoteen 2013 saakka. Vuosien 2008–2012 aikana EU:n rajat ylittävä muovijätteiden vienti kasvoi 981 miljoonasta Yhdysvaltain dollarista 1,37 miljardiin Yhdysvaltain dollariin. Muovijäteviennin prosentuaalinen kasvu vuosina 2007–2012 oli 43 prosenttia ja keskimääräinen vuotuinen kasvu 7 prosenttia. Vuosina 2003–2007 vienti kasvoi yhteensä 705 miljoonaa Yhdysvaltain dollaria ja vuosina 2008–2012 421 miljoonaa Yhdysvaltain dollaria. Kasvu siis hidastui sekä prosentuaalisilla että absoluuttisilla mittareilla. On kuitenkin huomioitava, että lähtötaso vuonna 2007 oli huomattavasti korkeampi kuin vuonna 2003. (UN Comtrade database, 2021)



Kaavio 8: EU-28 rajat ylittävä HS 3915 muovijätteen vienti ja tuonti vuosina 2000–2018

Vuosina 2008–2012 EU:n rajat ylittävä muovijätteen tuonti ei kasvanut merkittävästi varsinkaan viennin kasvuun suhteutettuna. Tuonti kasvoi 73,8 miljoonasta Yhdysvaltain dollarista 100,1 miljoonaan Yhdysvaltain dollariin. Vuonna 2012 muovijätteen tuonnin arvo oli noin 7 prosenttia viennin arvosta. Lukema oli lähes sama vuonna 2007. (UN Comtrade database, 2021)

Vuonna 2013 EU-28 muovijätteen viennin arvo laski ensimmäistä kertaa merkittävästi. Viennin arvo laski yli 11 prosenttia ollen 155 miljoonaa Yhdysvaltain dollaria pienempi kuin vuonna 2012. EU-28 maiden muovijätteen vienti väheni erityisesti Kiinaan ja Hong Kongiin. Vienti Kiinaan ja Hong Kongiin väheni yhteensä 197 miljoonaa Yhdysvaltain dollaria vuoteen 2012 verrattuna. Muovijätteen tuonti kasvoi vuodesta 2012 vuoteen 2013 29,5 miljoonaa Yhdysvaltain dollaria, ollen vuonna 2013 129,6 miljoonaa dollaria. (UN Comtrade database, 2021)

Vuonna 2014 vienti palasi vuoden 2012 tasolle. EU-maiden muovijätteen vienti oli 1,38 miljardia Yhdysvaltain dollaria vuonna 2014, joka on tähän asti suurin vuotuisen viennin arvo. Vuonna 2014 muovijätteen tuonti oli 142,5 miljoonaa dollaria, joka on niin ikään korkein vuotuisen tuonnin arvo. (UN Comtrade database, 2021)

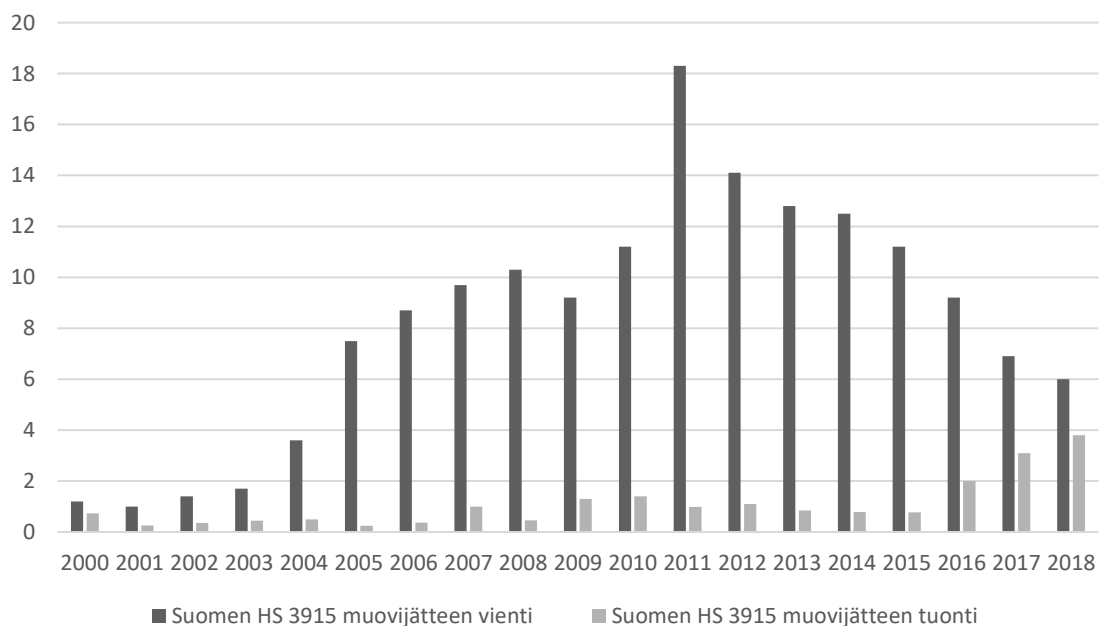
Vuoden 2014 jälkeen EU-maiden rajat ylittävä muovijätteen vienti alkoi vähentyä nopeasti. Vuonna 2018 viennistä oli jäljellä enää 36 prosenttia verrattuna vuoteen 2014. Vienti oli vähentynyt vuosina 2014–2018 keskimäärin 23 prosenttia. Muovijätteen

tuonti väheni myös vuosina 2014–2018, mutta suhteellisesti huomattavasti vähemmän kuin vienti. Tuonti laski 142,5 miljoonasta dollarista 133,4 miljoonaan dollariin vuosina 2014–2018. Vuonna 2018 muovijätteen tuonnin arvo oli noin 27 prosenttia viennin arvosta, mikä on huomattavasti enemmän kuin vielä vuonna 2012, jolloin tuonnin arvo oli vain noin 7 prosenttia viennistä. (UN Comtrade database, 2021)

2.2.3.1 Suomen muovijätteen vienti

Suomen muovijätteen vienti alkoi merkittävästi kasvaa samoihin aikoihin kuin muunkin Euroopan unionin. Suomen muovijätteen vienti kasvoi vuosina 2003–2007 1,7 miljoonasta Yhdysvaltain dollarista 9,7 miljoonaan dollariin. Tuonti kasvoi samaan aikaan 440 000 dollarista miljoonaan dollariin. Tuonnin arvo oli vuonna 2007 noin 10 prosenttia viennin arvosta, mikä on hyvin lähellä Euroopan unionin keskiarvoa. (UN Comtrade database, 2021)

Vuosina 2007–2011 Suomen muovijätteen vienti lähes tuplaantui ollen vuonna 2011 18,3 miljoonaa Yhdysvaltain dollaria. Vuosi 2011 on 2000-luvun Suomen muovijäteviennin selkeä huippuvuosi, sillä jo seuraavana vuonna 2012 vienti oli arvoltaan 14,1 miljoonaa dollaria. Muovijätteen tuonti ei kasvanut vuosina 2007–2012 lähes lainkaan. Tuonti oli vuonna 2012 1,1 miljoonaa dollaria, joten kasvua vuodesta 2007 oli 100 000 dollaria.



Kaavio 9: Suomen HS 3915 muovijätteen vienti ja tuonti vuosina 2000–2018

Vuodesta 2012 vuoteen 2018 Suomen muovijätteiden vienti väheni 14,1 miljoonasta dollarista 6 miljoonaan dollariin, näin ollen vuoden 2012 viennistä oli jäljellä 43 prosenttia. Suomen muovijätteiden viennin kuva 2000-luvulla onkin hyvin samankaltainen EU-maiden rajat ylittävän muovijätteiden viennin kanssa.

Vuosien 2014–2018 aikana Suomen muovijätteiden tuonti on kasvanut nopeinta tahdilla koko 2000-luvulla. Tuonti oli vielä vuonna 2014 790 000 dollaria, mutta se kasvoi 3,8 miljoonaan dollariin vuoteen 2018 mennessä. Tuonnin arvo oli 63 prosenttia viennin arvosta ollen näin huomattavasti korkeampi kuin EU-maiden rajat ylittävän tuonnin arvo suhteutettuna viennin arvoon. Vuonna 2020 tuonnin arvo oli jo 89 prosenttia viennin arvosta. Mikäli kehitys jatkuu samankaltaisena, voi Suomesta tulla 2020-luvulla muovijätteiden nettotuojavaltio. (UN Comtrade database, 2021)

2.2.4 Muovijätekaupan sääntely

Kansainvälistä muovijätekauppaa säännellään maailmassa kansallisella ja kansainvälisellä tasolla. Muovijätekaupan sääntelyä perustellaan erityisesti ympäristösyillä.

Useat maat ovat viime vuosina kiristäneet lainsäädäntöään ja sääntelyään koskien muovijätteiden tuontia. Esimerkiksi Malesia kiristi muovijätteiden tuontia niin, että vuodesta 2017 eteenpäin HS 3915-muovijätteiden vientiin Malesiaan on tarvinnut vientiluvan Malesian valtiolta. Malesian lisäksi useat muutkin Aasian valtiot ovat kiristäneet tai ovat aikeissa kiristää sääntelyään koskien muovijätteiden tuontia. Merkittävin motiivi muovijätetuonnin rajoittavalle politiikalle on ollut Kiinan muovijätteiden tuontikielto. Kiinan politiikan seurauksena useiden Kaakkois-Aasian maiden muovijätteiden jatkokäsittelykapasiteetti ei ole riittänyt käsittelemään kasvanutta muovijätteiden tuontia. (Liang et al., 2021)

Joillakin mailla on myös muovijätteiden käsittelyyn ja kauppaan vaikuttavaa kansallista sääntelyä, joka ei suoraan ole suunniteltu sääntelemään juuri muovijätekauppaa. Näin on esimerkiksi Singaporessa, jossa meren saastumisen ehkäisemisestä annettu laki mainitsee merien suojelemisen muovijätteeltä. Suurien muovijätetuojamaiden joukossa on kuitenkin edelleen useita maita, joissa ei ole merkittävää muovijätteiden tuontiin liittyvää sääntelyä. Näiden maiden joukossa on Aasiasta muun muassa Vietnam ja Myanmar. (Liang et al., 2021)

Kansainvälistä muovijätekauppaa sääntelee Baselin yleissopimus, jonka on ratifioinut 187 valtiota maailmassa sekä Euroopan unioni. Suurista muovijätekauppaa käyvistä maista Yhdysvallat ei ole ratifioinut Baselin yleissopimusta. Baselin yleissopimus on

solmittu vuonna 1989, mutta sitä uusittiin vuonna 2019, jolloin sääntely lisääntyi myös muovijätteiden kaupan osalta. (Basel Convention) (Basel Convention, 2013)

Sopimuksessa muovijäte luetaan ongelmajätteeksi joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta. Uusitun sopimuksen mukaan muovijätteiden viejän on saatava ennakkohyväksyntä muovijätteiden viennille muovijätteiden tuontimaasta, mikäli muovijäte on sekoitus eri muovilajeista tai mikäli muovijäte on saastunutta. Kirjallisen ennakkoilmoituksen ja -hyväksynnän ulkopuolelle jää vaarattomat muovijätteet, jotka määritellään yleissopimuksen liitteissä. (Basel Convention)

Vaarattomien muovijätteiden joukkoon kuuluvat useat eri halogenoimattomat polymeerit, kovetetut hartsit ja fluoratut polymeerit olettaen, että muovijäte-erässä on vain yhtä muovilajia yhdestä muoviluokasta. Näiden lisäksi vaarattomiin muovijätteisiin kuuluu sekaerä muovijätettä, joka saa sisältää polyeteeniä (PE), polyetyleenitereftalaattia (PET) ja polypropeenaa (PP). Halogenoimattomien polymeerien ja muovijätteiden sekaerien pitää olla saastumattomia ja tarkoitettu ympäristöystävälliseen kierrätyksen. (Basel Convention)

Euroopan unioni muokkasi asetuksellaan (2020/2174) lainsäädäntönsä yhdenmukaiseksi Baselin yleissopimuksen kanssa 1. tammikuuta 2021 – samana päivänä astuivat voimaan Baselin yleissopimuksen vuonna 2019 sovitut muutokset. Euroopan unionin asetus 2020/2174 on Baselin yleissopimusta kireämpi ja kieltää jäsenmaita viemästä vaarallista muovijätettä tai tuomasta vaarallista muovijätettä muihin kolmansiiin maihin kuin OECD:n jäsenmaihiin. Myös vaarattomien muovijätteiden vienti muihin kuin OECD-maihin on ehdollisesti sallittua.

2.2.5 Kiinan muovijätteiden tuontikielto

Kiina oli vuoteen 2017 saakka maailman suurin muovijätteiden tuojavaltio. Vielä vuonna 2016 Kiinan muovijätetuonnin arvo oli noin 3,7 miljardia Yhdysvaltain dollaria, mutta vuonna 2018 tästä oli jäljellä enää 39 miljoonaa dollaria. Kiina on kuitenkin jo ennen vuoden 2018 muovijätteiden tuontikieltoa rajoittanut 2010-luvulla muovijätteiden maahantuontia.

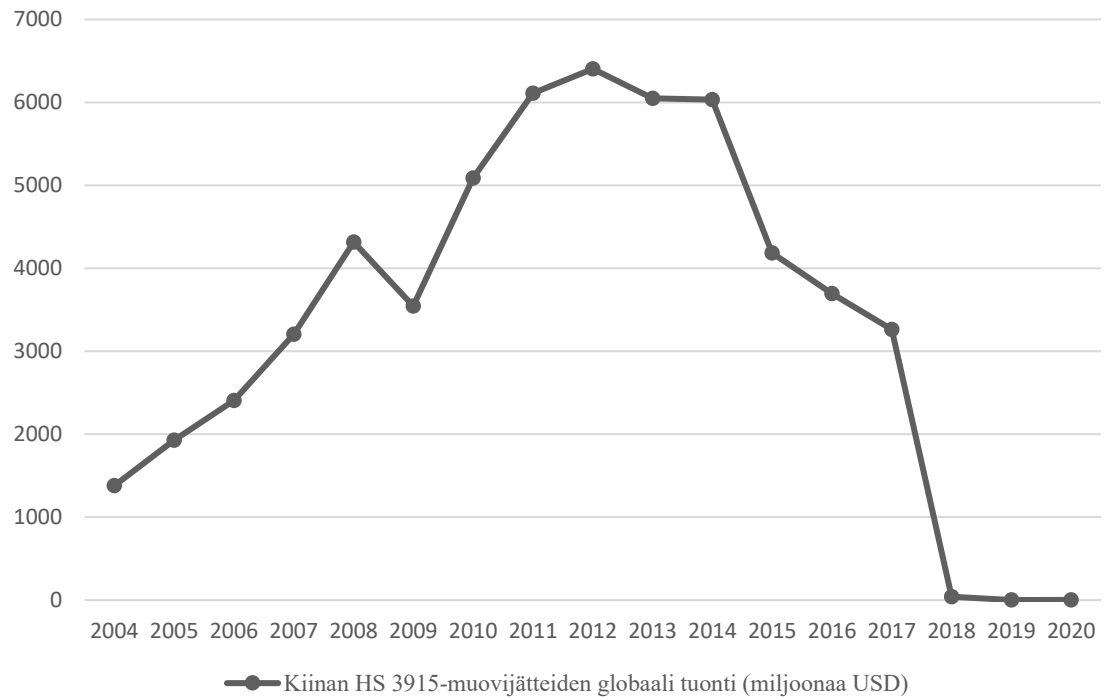
Kiina alkoi tiukentaa jätteiden tuontikieltopolitiikkaansa vuonna 2008, jolloin Kiinan julkaisi listan jätelajeista, joiden tuonti Kiinaan on kiellettyä sekä listan jätelajeista, joiden tuonti Kiinaan on rajoitettua. Kiina kielsi vuonna 2008 muun muassa useiden eläinperäisten jätteiden sekä lääkintäjätteiden maahan tuonnin ja HS 3915-luokan muovijätteet

päätyivät rajoitetun tuonnin listalle. (State Environmental Protection Administration et al., 2008)

HS 3915-luokan muovijätteet päätyivät rajoitetun tuonnin listalle ja tuonti hetkellisesti väheni vuonna 2009. Tuonti kuitenkin elpyi nopeasti ja vuonna 2010 tuonti oli korkeammalla tasolla kuin vuonna 2008. Kiinan muovijätteiden tuonti kasvoi vuoteen 2012 saakka, jolloin tuonnin arvo oli noin 6,4 miljardia Yhdysvaltain dollaria. (UN Comtrade database, 2021)

Vuonna 2013 Kiina asetti tiukemman, mutta väliaikaisen, tuontirajoituksen muovijätteille. Operaatio Vihreänä Aitana ”*Green Fence Operation (GFO)*” tunnetun politiikan tarkoituksena oli parantaa Kiinaan saapuvien muovijätteiden laatua sekä suitsia laitonta muovijätteiden maahantuontia. GFO oli voimassa helmikuusta marraskuuhun vuonna 2013 ja sen vaikutus näkyi tuonnin vähentymisenä. Esimerkiksi muovijätteiden vienti Isosta-Britanniasta Kiinaan oli ennen GFO:n alkamista noin 27 kilotonnia kuukaudessa, mutta GFO:n aikana vienti oli noin 17 kilotonnia kuukaudessa. (Velis, 2014; Brooks, Wang and Jambeck, 2018)

Operaatio Vihreä Aita oli väliaikainen tuonnin rajoitustoimi, mutta GFO:n päätyttyä muovijätteiden tuonti ei Kiinassa enää palannut vuoden 2012 tasolle. Tuonti väheni vuonna 2013 noin 6 miljardiin Yhdysvaltain dollariin ja edelleen vuonna 2015 4,2 miljardiin Yhdysvaltain dollariin. Vuonna 2017 muovijätteiden tuonti Kiinaan oli jo puolittunut vuodesta 2012 ollen vuonna 2017 enää 3,3 miljardia Yhdysvaltain dollaria. (UN Comtrade database, 2021)



Kaavio 10: Kiinan HS 3915-luokan muovijätteiden globaali tuonti (miljoonaa Yhdysvaltain dollaria)

Vuonna 2017 Kiina alkoi valmistella politiikkaa, jonka tarkoituksena oli kieltää kokonaan tiettyjen jätelajikkeiden tuonti Kiinaan. 18. heinäkuuta 2017 Kiina ilmoitti Kansainväliselle Kauppajärjestölle WTO:lle kieltävänsä yhteensä 24 jätelajikkeen tuonnin Kiinaan. Tuontikielto astui virallisesti voimaan 1. maaliskuuta 2018. (WTO 2017; Ministry for Environmental Protection and State Administration for Quality Supervision, Inspection and Quarantine, 2017)

Tuontikielto asettaa Kiinaan tuotavalle muovijätteelle saastumisen kynnsarvot, jotka tarkoittavat sitä, kuinka paljon tuotavan muovijätteen joukossa saa olla muuta ainetta kuin muovijätettä. 1. maaliskuuta eteenpäin Kiinaan tuotavassa muovijätteessä saa olla alle 0,5 prosenttia muuta kuin muovijätettä. Tämä rajoite käytännössä kielsi kaiken muovijätteiden tuonnin Kiinaan alkaen 1. maaliskuuta 2018. (WTO 2017; Ministry for Environmental Protection and State Administration for Quality Supervision, Inspection and Quarantine, 2017)

Kiinan valtion politiikan vaikutus näkyy selkeästi Kiinan muovijätteiden tuontitilastoissa. Kun vielä vuonna 2017 Kiinan muovijätteiden tuonti oli noin 3,3 miljardia Yhdysvaltain dollaria, oli se enää 39 miljoonaa dollaria seuraavana vuonna. Vuonna 2020 Kiinan muovijätteiden tuonti oli noin 180 000 dollaria eli käytännössä tuonti oli loppunut vuoteen 2020 mennessä. Vuodesta 2018 eteenpäin Kiina on ollut muovijätteiden

nettoviejä, ja Kiinan muovijätteen vienti on kasvanut 67 miljoonasta Yhdysvaltain dollarista 135 miljoonaan dollariin vuosina 2018–2020. (UN Comtrade database, 2021)

Muovijätettä tuodaan edelleen Hong Kongiin, mutta tuonti myös Hong Kongiin on vähentynyt reilusti 2010-luvun loppu puolella. Tuonti Hong Kongiin oli vuonna 2016 919 miljoonaa Yhdysvaltain dollaria, mutta vuonna 2020 muovijätteen tuonti oli enää 97 miljoonaa dollaria. Hong Kong säilyi kuitenkin koko 2010-luvun muovijätteen nettotuojana. (UN Comtrade database, 2021)

3 TUTKIMUKSEN TEOREETTINEN KEHYS

Tutkimuksessa selvitetään, millä tavalla Euroopan unionin jäsenmaiden muovijätteiden vienti on muuttunut vuodesta 2016 vuoteen 2018. Mahdollisia muutoksia viennissä tarkastellaan erityisesti gravitaatiomallin avulla. Tutkimuksessa selvitetään vastaako EU-maiden muovijätteiden vienti gravitaatiomallin oletuksia ja onko etäisyyden, viejä- ja tuojamaiden bruttokansantuotteiden, EU- tai OECD-jäsenyyden ja kauppasopimusten merkitys vientiin muuttunut vuosien 2016 ja 2018 välillä.

3.1 Muovijäte hyödykkeenä – muovijätteiden kysyntä ja tarjonta

Higashida ja Managi (2014) tutkivat kierrätettävien jätteiden kansainvälistä kauppaa. Tutkimuksessa tutkittiin muovijätteiden ja eräiden metallien kansainvälistä kauppaa hyödynnäen kansainvälisen kaupan gravitaatiomallia. Higashida ja Managi tutkivat gravitaatiomallin avulla, miten muun muassa kauppaa käyvien maiden BKT:et, maiden palkkataso ja EU:n jäsenyys vaikuttavat kierrätettävien jätteiden kauppaan maiden välillä. Tutkimuksen teoriaosuudessa Higashida ja Managi kuvailivat myös kierrätettävien jätteiden kansainvälistä kysyntää ja tarjontaa.

3.1.1 Jätteiden tarjonta

Higashida ja Managi (2014) mukaan kuluttajat heittävät pois kuluttamansa hyödykkeen X kuluttuaan sen loppuun. Osa pois heitetystä hyödykkeestä X päättyy kaatopaikalle ja osa kierretykseen riippuen valtiosta ja sen kierrätysasteesta.

Higashida ja Managi (2014) olettavat kierrätettyjen jätteiden markkinat täydellisesti kilpailullisiksi. Jätteiden tarjonta määräytyy jätteen kierrätysasteen ja loppuun kulutettujen hyödykkeiden määrän suhteen seuraavasti:

$$BS_i = q_{b,i}^\beta \times Re_i \times x_i, \quad 0 < \beta < 1 \quad (1)$$

Yhtälössä (1) $q_{b,i}^\beta$ on kerätyn kierrätettävän jätteen tuottajahinta maassa i . Tuottajahinnalla tarkoitetaan jätteenkäsittelijän tuloa per kerätty yksikkö jätettä. Re_i on kierrätysaste maassa i ja x_i on hyödykkeen X kulutus maassa i . Higashida ja Managi (2014) olettavat marginaalikustannukset kasvaviksi, mikä tarkoittaa että $\beta > 0$.

Yhtälöstä (1) voidaan nähdä, että tuottajahinnan kasvaessa kierrätettävien jätteiden tarjonta kasvaa. Tarjonta reagoi samalla tavalla myös kierrätysasteen tai hyödykkeen X kulutuksen kasvuun. Myös rajakustannusten kasvu lisää jätteiden tarjontaa, sillä tämä kasvattaa tuottajahintaa.

Higashida ja Managi (2014) lisäävät, että korkeampi bruttokansantuote asukasta kohden lisää jätteiden tarjontaa. He näkevät selitykseksi sen, että korkeampi bruttokansantuote asukasta kohden implikoi korkeampaa kierrätysastetta sekä korkeampaa kulutuksen tasoa.

3.1.2 Jätteiden kysyntä

Higashida ja Managi (2014) olettavat, että jätteiden tuojavaltio valmistaa tuotavasta kierrätettävästä jätteestä uusiomateriaalia. Mallintaakseen tuotujen jätteiden kysyntää tuojavaltiossa Higashida ja Managi määrittelevät ensin uusiraaka-aineiden tarjontayhtälön. Yksi yksikkö uusiomateriaalin valmistamiseen käytettävää raaka-ainetta eli käytettävää jätettä saadaan sekoittamalla tuotu ja kotimainen kierrätetty jäte. Uusiomateriaaliin käytettävän raaka-aineen valmistusteknologiaa kuvataan yhtälöllä:

$$Z_{B,j} = \prod_i b_{ij}^\gamma \times b_{jj}^\gamma, \quad i \in N, \quad (N+1)\gamma = 1 \quad (2)$$

Yhtälössä (2) b_{ij} on kierrätettävän jätteen tuonti maasta i maahan j ja b_{jj} on maan j kotimainen raaka-aineen, kierrätettävän jätteen, tuotanto. N on olemassa olevien viejävaltioiden joukko. Uusiomateriaalin tuotantoon käytettävä raaka-aineen määrä ratkaistaan minimoimalla yksikkökustannukset seuraavasti:

$$\min \sum_i P_{b,ij} \times b_{ij} + P_{b,jj} \times b_{jj}, \quad s. t. Z_{B,j} = 1 \quad (3)$$

Yhtälössä (3) $P_{b,ij}$ tarkoittaa tuodun jätteen hintaa maasta i maahan j . Kun minimointiyhtälö ratkaistaan, saadaan tuodun kierrätettävän jätteen kysyntäfunktiksi:

$$b_{ij} = P_{b,ij}^{-1} \times \bar{P}_{B,j} \quad (4)$$

Tässä yhtälössä (4) $\bar{P}_{B,j} = \prod_i P_{b,ij}^y$ ($i \in N$), mikä on kierrätetyn jätteen hintaindeksi. Yksikkökustannus uusiomateriaalin valmistuksessa raaka-aineena käytetylle jätteelle saadaan yhtälöstä $p_{ZB,j} = (N + 1) \times \bar{P}_{B,j}$. (Higashida and Managi, 2014)

Higashida ja Managi (2014) olettavat uusiomateriaalien markkinat täydellisen kilpailun markkinoiksi. Jätteiden yksikköhinnan, ($p_{ZB,j}$), uusiomateriaalin tuottajanhinnan, ($q_{r,j}$) ja palkkojen (w_j) ollessa annetut voidaan uusiomateriaalimarkkinoiden voittofunktio määrittää seuraavasti:

$$\pi_{r,j} = q_{r,j} \times RS_j - (w_j \times l_{r,j}(\bar{K}_{r,j}) + p_{ZB,j}) \times RS_j^\rho, \quad \rho > 1, \quad l'_{r,j} < 0 \quad (5)$$

Yhtälössä (5) RS_j merkitsee maassa j tuotetun uusiomateriaalin määrää. $l_{r,j}$ tarkoittaa tuotannossa käytetyn työvoiman määrää ja $\bar{K}_{r,j}$ tuotannossa käytetyn pääoman määrää. Ehto $\rho > 1$ kuvaa nousevia rajakustannuksia. Ratkaisemalla voiton maksimointiyhtälön saadaan uusiomateriaalin tarjontafunktioksi:

$$RS_j = \left(\frac{q_{r,j}}{\omega_{r,j}\rho} \right)^{\frac{1}{\rho-1}}, \quad (6)$$

jossa $\omega_{r,j} = w_j \times l_{r,j}(\bar{K}_{r,j}) + p_{ZB,j}$.

Yhtälöistä (4) ja (6) saadaan kysyntä maassa i kerätylle kierrätykseen menevälle muovijätteelle, joka käytetään raaka-aineena maassa j. Jätteen kysyntäyhtälö voidaan kirjoittaa muodossa:

$$Bd_{ij} = p_{b,ij}^{-1} \times \bar{P}_{B,j} \times RS_j^\rho \quad (7)$$

Higashida ja Managi (2014) olettavat osan tuojamaan jätteestä päätyvän kaatopaikalle. He olettavat tutkimuksessaan, että mitä korkeampi on valtion j bruttokansantuote, sitä enemmän jätteestä päätyy kierrätykseen. Näin ollen Higashida ja Managi (2014) kirjoittavat kysyntäfunktion uudelleen muotoon:

$$Bd_{ij} = p_{b,ij}^{-1} \times \bar{P}_{B,j} \times RS_j^\rho \times a_j \bar{E}_j^\tau, \quad a_j > 0, \quad \tau < 0, \quad a_j \bar{E}_j^\tau > 1, \quad (8)$$

Jossa \bar{E}_j on valtion j bruttokansantuote ja $1/(a_j \bar{E}_j^\tau)$ on valtion j tuoman kierrätettävän jätteen suhde kaikkeen kyseisen valtion tuomaan jätteeseen. τ on kyseisen suhteen hintajousto. (Higashida and Managi, 2014)

3.1.3 Jätemarkkinoiden tasapaino

Yhdistämällä yhtälöt (1) ja (8) saadaan tuodun jätteen kysynnän ja viedyn jätteen tarjonnan tasapaino kierrätetylle jätteelle, joka on kerätty tai valmistettu valtiossa i . Formaalinen muotoilu markkinoiden tasapainolle voidaan esittää muodossa:

$$q_{b,i}^\beta \times Re_i \times X_i = \sum_j B d_{ij} = q_{b,i}^{-1} \sum_k C_{b,ik}^{-1} \times \bar{P}_{B,k} \times RS_k^\rho \times a_k \bar{E}_k^\tau, \quad k \in M \quad (9)$$

Yhtälössä (9) $p_{b,ik} = q_{b,i} \times C_{b,ik}$ ja $C_{b,ik}$ kuvaa kierrätetyn jätteen kuljetuskustannuksia maasta i maahan k . M on kierrätettäviä jätteitä tuovien maiden joukko. Yhtälöstä (9) saadaan johdettua maiden i ja j välisen kierrätettävien jätteiden kaupan arvo, joka voidaan esittää muodossa:

$$B_{ij} = C_{b,ij}^{-1} \times \bar{P}_{B,j} \times RS_j^\rho \times a_j \bar{E}_j^\tau \times \left(\frac{\sum_k C_{b,ik}^{-1} \times \bar{P}_{B,k} \times RS_k^\rho}{Re_i \times x_i} \right)^{-\frac{1}{\beta+1}}, \quad k \in M \quad (10)$$

Yhtälöstä (10) voi havaita tekijät, jotka kasvattavat ja vähentävät maiden i ja j välistä kierrätettyjen jätteiden kauppaa. Kierrätettyjen jätteiden vienti maasta i maahan j kasvaa maan j kierrätettävien jätteiden hinnan, maan j kierrätysteollisuuden ja maan j tuodun kierrätettävän jätteen hyödyntämisasteen kasvaessa. Vastaavasti maan i vienti maahan j pienenee kuljetuskustannusten kasvaessa maiden välillä. Myös muut valtiot vaikuttavat maan i kierrätettävien jätteiden vientiin maahan j . Maan i kierrätettävien jätteiden vienti maahan j kasvaa, kun maan i kuljetuskustannukset muihin valtioihin kasvaa. Vienti taas vähenee tilanteessa, jossa muissa maissa kierrätettävien jätteiden hinnat tai kysyntä kasvavaa. Maan i kierrätettävien jätteiden vienti maahan j kasvaa myös, kun maan i kierrätysaste tai kierrätettävien jätteiden tuotanto kasvaa. (Higashida and Managi, 2014)

Higashidan ja Managin (2014) mallintama kysyntä ja tarjonta kierrätettävälle jätelle ovat sovellettavissa kansainväliseen muovijätekauppaan. HS 3915 -luokan alla kulkeva muovijäte on lähtökohtaisesti itsessään jo lajiteltu ja näin ollen kierrätykseen tarkoitettua jätettä. Myös muovijätteen positiivinen hinta kertoo sen hyödykemäisestä luonteesta. Mikäli muovijätteen hinta olisi negatiivinen, eli viejä maksaisi siitä, että pääsee hyödykkeestä eroon, voisi sitä pitää haitakkeena.

Tuotu muovijäte korvaa tai täydentää kotimaisen muovijätteen kysyntää valtiossa j. Tällä voi olla negatiiviset ympäristövaikutukset, jos muovijätteiden tuonnin seurauksena kotimaista muovijätettä ei hyödynnetä raaka-aineena vaan siirretään lajittelemattomana kaatopaikalle. Näin voisi käydä esimerkiksi siinä tilanteessa, jos maassa j ei kannata investoida toimivaan jätteenlajitteluun, sillä teollisuuden tarvitsemat raaka-aineet saadaan halvemmalla tuotuna muualta maailmasta. Muovijätteiden kansainvälinen tuonti saattaa siis ennen kaikkea vaikuttaa valtion kotimaisen jätteenkäsittelyn laatuun poistamalla kannusteita kotimaiseen jätteenkäsittelyyn investoimiseen. Tätä kautta muovijätekauppa voi olla ympäristölle haitallista.

3.1.4 Jätteiden kysyntään ja tarjontaan vaikuttavia tekijöitä

Higashidan ja Managin (2014) julkaisussa kuvataan tarkemmin eri tekijöiden vaikutusta kierrätettävien jätteiden kauppaan. Julkaisussa avataan erityisesti palkkojen, tuojavaltion bruttokansantuotteen ja viejävaltion kierrätysasteen ja kokonaiskulutuksen vaikutusta kierrätettävien jätteiden kansainväliseen kauppaan. Erityisesti bruttokansantuotteeseen liittyvä teoria on tärkeä tämän tutkimuksen kannalta, sillä tuojavaltion bruttokansantuote on tässä tutkimuksessa yksi selittävä muuttuja empiirisessä luvussa käytetyissä malleissa.

3.1.4.1 *Tuojavaltion palkkataso*

Yhtälöstä (6) näkee, että muuttuvien yksikkökustannusten ($\omega_{r,j}$) kasvaessa kierrätyssektorin tarjonta laskee. Palkan ja muuttuvien yksikkökustannusten suhde riippuu siitä, onko kierrätysprosessi palkka- vai pääomaintensiivistä. Higashida ja Managi (2014) argumentoivat, että yhteiskunnassa korkea palkkataso ja suuri pääomakanta asukasta kohden korreloivat positiivisesti keskenään. Näin ollen kierrätyssektorin ollessa työvoimaintensiivinen, eli tuotannon perustuessa korkeaan työvoiman määrään, palkan noustessa yhteiskunnassa kierrätyssektori pienenee. Tämä johtuu siitä, että mitä korkeampi palkkataso

yhteiskunnassa on, sitä alhaisempi on pääoman vuokra. Työvoimaintensiiviset sektorit pienenevät tilanteessa, jossa pääoman hinta on alhainen verrattuna työvoiman hintaan.

Mikäli kierrätyssektori on pääomaintensiivinen, on palkan kasvun vaikutus päinvastainen. Tässä tilanteessa mitä korkeampi palkkataso on kierrätettäviä jätteitä tuovassa maassa, sitä suuremman määrän kyseinen valtio tuo kierrätettävää jätettä. (Higashida and Managi, 2014)

Yllä oleva argumentointi pätee tilanteessa, jossa kierrätetystä jätteestä valmistettujen uusioraaka-aineiden kauppa on vapaata eli uusioraaka-aineita voidaan kaupata vapaasti valtioiden rajojen yli. Mikäli uusioraaka-aineiden kauppa ei ole vapaata, voi palkkatason kasvu yhteiskunnassa lisätä kierrätyssektorin kokoa huolimatta siitä, onko sektori työvoima- vai pääomaintensiivistä. Tämä johtuu siitä, että korkeampi palkkataso yhteiskunnassa johtaa korkeampaan kulutushyödykkeiden kysyntään. Korkeampi kulutushyödykkeiden kysyntä johtaa puolestaan siihen, että kulutushyödykkeitä valmistava sektori tarvitsee enemmän materiaalia kulutushyödykkeiden valmistamiseen. Näin ollen palkkatason noustessa myös kotimaisten uusioraaka-aineiden kysyntä kasvaa, sillä uusioraaka-aineet ovat välituotteita, joita käytetään kulutushyödykkeiden valmistamiseen. Tämä pätee tilanteessa, jossa välituotteiden ulkomaankauppaa on tavalla tai toisella rajoitettu. (Higashida and Managi, 2014)

3.1.4.2 Tuojavaltion bruttokansantuote

Higashidan ja Managin (2014) mukaan bruttokansantuotteen vaikutus kierrätettävien jätteiden kysyntään riippuu siitä, onko lopputuotteiden kansainvälinen kauppa vapaata. Mikäli lopputuotteiden eli kulutushyödykkeiden kauppa on kansainvälisesti vapaata, maan j kuluttajat voivat olla indifferenttejä sille, missä maassa lopputuotteet valmistetaan. Mikäli lopputuotteiden kansainvälinen kauppa on rajoitettua, korkeampi bruttokansantuote johtaa korkeampaan lopputuotteiden valmistussektoriin. Tämä taas johtaa edelleen korkeampaan uusioraaka-aineiden kysyntään maassa j , mikä nostaa uusioraaka-aineiden hintoja. Korkeammat uusioraaka-ainehinnat johtavat suurempaan kierrätettävien jätteiden kysyntään.

3.1.4.3 *Viejävaltion kierrätysaste, bruttokansantuote ja kokonaiskulutus*

Viejävaltion kierrätysasteen ja kokonaiskulutuksen kasvaminen kasvattaa Higashidan ja Managin (2014) mukaan kyseisen valtion kierrätettävien jätteiden tarjontaa. Tämä johtuu siitä, että korkeampi kulutustaso johtaa suurempaan määrään jätettä, sillä kulutetuista hyödykkeistä osa päätyy jätteeksi. Bruttokansantuotteen ja populaation kasvu kasvattavat maan kokonaiskulutusta, joten niin myös bruttokansantuotteen ja populaation kasvu kasvattavat kierrätettävien jätteiden tarjontaa.

Korkean bruttokansantuotteen maissa kierrätysaste on yleisesti korkea, joten kasvava kierrätettävän jätteen tarjonta luultavasti ylittää kyseisen maan kierrätettävän jätteen kysynnän. Näin ollen asukasta kohden mitatun bruttokansantuotteen kasvaessa kasvaa myös kyseisen maan kierrätettävien jätteiden vienti. (Higashida and Managi, 2014)

3.2 **Kansainvälisen kaupan gravitaatiomalli**

Gravitaatiomalli on yli 50 vuotta käytössä ollut kansainvälisen kaupan malli. Gravitaatiomallin oletusten taustalla on analogia Newtonin yleisestä painovoimanlaista. Yleisen painovoimalain mukaan kappaleiden välinen voima on suoraan verrannollinen niiden massaan ja kääntäen verrannollinen kappaleiden väliseen etäisyyteen. Oletukset ovat samankaltaiset kansainvälisen kaupan gravitaatiomallissa: Kansainvälinen kauppa maiden välillä on suoraan verrannollinen maiden BKT:hen ja kääntäen verrannollinen maiden väliseen etäisyyteen. (Baier and Standaert, 2020)

Gravitaatiomallin teoreettinen pohja mallin syntyäikaan ei ollut vankka. 1960-luvulla Jan Tinbergerin esitellessä gravitaatiomallin, ajan merkittävät kansainvälistä kauppaa selittäneet mallit, Ricardon malli ja Heckscher-Ohlin (HO) -malli, eivät kyenneet selittämään yhteyttä kansainvälisen kaupan ja talouksien koon tai -etäisyyksien välillä. Ricardon malli selittää kansainvälistä kauppaa maiden välisillä teknologiaeroilla ja HO-malli selittää kauppaa maiden välisillä alkuvarallisuuseroilla eli eroilla maiden luonnonvaroissa, työvoimassa ja pääomassa. Näin ollen kyseiset mallit eivät yksistään kyenneet antamaan teoreettista pohjaa gravitaatiomallille. (Bacchetta et al., 2012)

Ensimmäisenä teoreettista pohjaa gravitaatiomallille hahmotteli James Anderson vuonna 1979. Andersonin teoria olettaa tuotedifferentiaation, joka johtuu valmistuspaikasta sekä kulutuksen vakioidusta substituutiojoustosta. Andersonin mallin mukaan kuluttajilla on preferenssit kaikkiin erilaisiin tuotteisiin. Tämä merkitsee sitä, että hinnasta

riippumatta jokainen maa kuluttaa osan jokaista tuotetta jokaisesta maasta. Mallissa kaikki hyödykkeet kaupataan. Tasapainossa jokaisessa maassa tulot vastaavat kotimaassa ja ulkomailla myytyjen hyödykkeiden tuloa. Näin ollen suuremmat maat sekä vievät että tuovat enemmän kuin pienemmät maat. (Bacchetta et al., 2012) (Yotov et al., 2016)

Kansainvälisen kaupan kääntäen verrannollisuutta etäisyyteen selittää osittain kasvavat kuljetuskustannukset etäisyyden kasvaessa. Etäisyyden kasvaessa kasvaa muun muassa kauppaan liittyvät aikakustannukset. Toinen selittävä tekijä on, että kansainvälinen kauppa on yleensä vilkkaampaa maiden välillä, joiden asukkailla on keskenään paljon henkilökohtaisia kontakteja. Ihmisten väliset kontaktit vähenevät, kun etäisyydet ihmisten välillä kasvavat. (Krugman and Obstfeld, 2010)

Gravitaatiomallin yksi yksinkertainen matemaattinen esitys on muotoa:

$$T_{ij} = A \times Y_i \times Y_j / D_{ij} \quad (11)$$

Yhtälössä T_{ij} on yhteenlaskettu kaupan arvo maiden i ja j välillä. T_{ij} pitää siis sisälleen sekä maan i viennin maahan j , että maan j viennin maahan i . A on vakiotermi, Y_i on maan i bruttokansantuote, Y_j on maan j bruttokansantuote ja D_{ij} on maiden i ja j välinen etäisyys. Yllä esitetyn mallin mukaan, jos kaikki muut tekijät pysyvät muuttumattomina, kauppa kasvaa maiden BKT:iden kasvaessa ja vähenee maiden välisen etäisyyden kasvaessa. Tämä malli esittää kaupan olevan suoraan suhteellinen maiden bruttokansantuotteesta. Gravitaatiomallin yleisempi esitys voidaan kirjoittaa muodossa:

$$T_{ij} = A \times Y_i^a \times Y_j^b / D_{ij}^c \quad (12)$$

Yhtälössä (12) maiden BKT:n tai maiden välisen etäisyyden ei suoraan oleteta olevan suhteellinen maiden väliseen kauppaan, vaan kullekin tekijälle annetaan erilainen painoarvo tekijöiden potenssien a , b ja c :n kautta. Potenssien ollessa 1 on yhtälö (12) sama kuin yhtälö (11). Gravitaatiomallin empiirisissä sovellutuksissa on usein havaittu, että $a=b=c=1$ on hyvä approksimaatio potenssien arvoille. (Krugman and Obstfeld, 2010)

Baier ja Standaert (2020) esittävät yksinkertaisen gravitaatiomallin matemaattisesti muodossa

$$X_{ij} = G Y_i^{\beta_1} Y_j^{\beta_2} dist_{ij}^{\beta_3} \varepsilon_{ij} \quad (13)$$

Yhtälössä (13) X_{ij} on maiden i ja j välinen kauppa, jossa i on tuoja- ja j viejäämaa. G on vakiotermin. Y_i on maan i bruttokansantuote ja Y_j maan j bruttokansantuote, $dist_{ij}$ on maiden i ja j välinen etäisyys ja ε_{ij} on log-normaalisti hajautettu virhetermi. (Baier and Standaert, 2020)

Yhtälö (13) voidaan estimoida ottamalla luonnollinen logaritmi, joka johtaa log-lineaariseen määrittelyyn:

$$\ln X_{ij} = \ln(G) + \beta_1(Y_i) + \beta_2 \ln(Y_j) + \beta_3 \ln(dist_{ij}) + \ln(\varepsilon_{ij}) \quad (14)$$

Yhtälön (14) tapaisilla log-lineaarilla malleilla on tehty satoja tutkimuksia käyttäen pienimmän neliösumman menetelmää. Kerrointen β_1 , β_2 , ja β_3 koko on vaihdellut tutkimukseen valitun ajanjakson ja valittujen maiden takia. Kuitenkin kertoimien arvoissa on havaittavissa selkeitä yhteneväisyyksiä tutkimusten välillä. Kertoimien β_1 ja β_2 arvot ovat tyypillisesti lähellä toisiaan, eli valtioiden väliseen kauppaan vaikuttaa sekä viejättä tuojamaan bruttokansantuote lähes samalla positiivisella kerroinvaikutuksella eli:

$$\beta_1 \approx \beta_2 > 0 \quad (15)$$

Kerroin β_3 on havaittu tyypillisesti tutkimuksissa negatiiviseksi ja tilastollisesti merkitseväksi. Etäisyys kauppakumppaneiden välillä siis vaikuttaa kielteisesti kaupan määrään. Gravitaatiomallin suosio johtuu osittain siitä, että malli pystyy selittämään suuren osan kansainvälisen kaupan kahdenvälisen kauppavirtojen vaihtelusta. (Baier and Standaert, 2020)

Gravitaatiomallin ei ole tarkoitus olla tyhjentävä kuvaus maailmankaupasta, vaan se jättää huomiotta merkittävän määrän tekijöitä, jotka vaikuttavat maailmankauppaan. Gravitaatiomallin lisäksi merkittäviä tekijöitä ovat muun muassa valtioiden rajat, kulttuurilliset- ja historialliset siteet, kauppasopimukset ja erilaiset kauppapoliittiset toimet. (Baier and Standaert, 2020) (Krugman and Obstfeld, 2010)

3.2.1 Gravitaatiomallin käyttö jätekaupan analyysissä

Gravitaatiomallia on käytetty useassa eri tutkimuksessa analysoitaessa kansainvälistä jätekauppaa. Aikaisemmin mainittu Higashidan ja Managin (2014) tutkimus sisältää

empiirisen osuuden, jossa kierrätettävien jätteiden kauppaa tutkitaan gravitaatiomallin avulla. Heidän käyttämänsä aineisto koostui kierrätettävistä jätteistä, joissa oli kolmen muovijäteluokan lisäksi luokat rauta- ja kuparijätteille.

Higashidan ja Managin (2014) tutkimuksessa käytetään empiirisessä osiossa Pseudo Poisson suurimman uskottavuuden ”*Poisson pseudo-maximum likelihood*” (PPML) -mallia. PPML-malli antaa mahdollisesta heteroskedastisuudesta huolimatta johdonmukaiset arvot selittävien muuttujien estimaattoreille toisin kuin pienimmän neliösumman menetelmä, joka edellyttää homoskedastisuutta aineistolta ollakseen varmasti harhaton.

Higashidan ja Managin (2014) tutkimuksen empiirisessä osuudessa saamat estimaattoreiden arvot ovat yhteneväiset gravitaatiomallin teorian kanssa. Heidän tutkimuksessaan kierrätettävien jätteiden kauppavirta, eli kierrätettävien jätteiden vienti maasta i maahan j , korreloi positiivisesti sekä viejä- että tuojamaan bruttokansantuotteeseen ja väestön kokoon. Korrelaatio on positiivinen myös silloin, kun bruttokansantuote mitataan asukasta kohden. Korrelaatio on negatiivinen suhteessa etäisyyteen: etäisyyden kasvaessa kauppavirta siis pienenee.

Heidän tutkimuksessaan tutkitaan myös Euroopan unionin jäsenyyden vaikutusta kauppavirtoihin. Higashidan ja Managin (2014) käyttämä EU-dummy-muuttujan estimaattori saa muovijätteiden osalta pääsääntöisesti negatiivisia arvoja, mikä tarkoittaa, että kauppa on maiden välillä vähäisempää silloin, kun molemmat valtiot ovat EU:n jäseniä.

Myös Baggs (2009) artikkelin tulokset ovat yhteneväiset edellä esitellyn gravitaatiomallin teorian kanssa. Baggs (2009) tutkimus keskittyi ongelmajätteiden kansainväliseen kauppaan vuosina 1994-1997. Kuten Higashidan ja Managin (2014) tutkimuksessa niin myös Baggsin (2009) tutkimuksessa vienti maasta i maahan j korreloi positiivisesti kummankin valtion i ja j bruttokansantuotteiden kanssa. Samoin etäisyyden kasvun vaikutus kauppavirtaan oli negatiivinen.

Tutkimuksessa käytettiin aineiston analysoinnin menetelminä pienimmän neliösumman menetelmää, ensimmäisen asteen probit ”*First Stage Probit*” – menetelmää sekä toisen asteen suurimman uskottavuuden ”*Second Stage Maximum Likelihood*” -menetelmää. Kaikilla kolmella menetelmällä bruttokansantuotteiden ja etäisyyden estimaattoreiden arvot olivat yhteneväiset toisiinsa verrattuina, mutta ensimmäisen asteen probit -menetelmällä mitatut vaikutukset olivat heikompia kaikkien kolmen selittävän muuttujan osalta verrattuna kahteen muuhun käytettyyn menetelmään. (Baggs, 2009)

Kellenberg (2012) artikkeli tutki niin ikään kansainvälistä jätekauppaa gravitaatiomallin avulla. Kyseisessä tutkimuksessa tutkittiin, miten ympäristölainsäädännön heikkeneminen vaikuttaa ulkomaiseen jätteiden tuonin kasvuun. Tämän lisäksi tutkimuksessa oli selittävinä muuttujina muun muassa etäisyyden logaritmi sekä vapaakauppasopimus-dummy.

Kellenberg (2012) tutkimuksesta selvisi, että ympäristölainsäädännön heiketessä prosentin tuojamaassa i verrattuna kyseiseen maahan vievään viejämaahan j , tuonti maahan i maasta j kasvaa 0,32 prosenttia. Kellenberg (2012) argumentoi, että merkitys voi kasvaa suureksi maiden välillä, sillä kehittyvissä maissa ympäristölainsäädäntöindeksi oli keskimäärin 39 prosenttia alhaisemmalla tasolla kuin kehittyneissä maissa.

Etäisyyden vaikutus kauppavirtaan oli Kellenberg (2012) tutkimuksessa negatiivinen. Tämä tulos on jälleen yhteneväinen gravitaatiomallin teorian sekä muiden aiheita koskeneiden tutkimusten kanssa. Vapaakauppasopimus-dummy-muuttujasta saadut tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

4 TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO

4.1 Tutkimusmenetelmä

Vuonna 2017 Kiina kielsi muovijätteen tuonnin maahansa, minkä seurauksena Kiinan muovijätteen tuonti väheni 99,3 prosenttia vuosien 2016–2018 välillä 7,3 miljoonasta tonnista 52 tonniin. (UN Comtrade database, 2017) Tämän politiikkatoimen vaikutus maailman muovijätekauppaan on kiistaton, sillä ennen uuden sääntelyn astumista voimaan Kiina oli maailman suurin muovijätteen tuojavaltio.

Tutkielmassa verrataan Euroopan unionin jäsenmaiden HS 3915 -muovijätevientä ennen ja jälkeen Kiinan muovijätetuontikiellon. Tutkielmassa selvitetään tilastollisten menetelmien avulla, millä tavalla Euroopan unionin jäsenmaiden muovijätevienti muuttui vuodesta 2016 vuoteen 2018. Tarkoituksena on tarkastella gravitaatiomallin avulla sitä, miten etäisyys, viejä- ja tuojamaan bruttokansantuote sekä kauppasuhteita kuvaavat muuttujat vaikuttavat EU-maiden muovijätteen vientiin sekä ennen että jälkeen Kiinan asettaman muovijätteen tuontikiellon.

Samaan aikaan tarkastellaan kauppapoliittisia ulottuvuuksia. Euroopan unioni muodostaa laajan sisämarkkina-alueen, jossa tavarat, palvelut, pääoma ja henkilöt saavat liikkua vapaasti. Tutkielmassa tarkastellaan sitä, onko kauppakumppanimaan mahdollisella Euroopan unionin jäsenyydellä tilastollista merkitystä muovijätekaupan määrään ja onko tilanne muuttunut vuosien 2016–2018 välillä. Euroopan unionilla on voimassa kymmeniä kauppasopimuksia kolmansien valtioiden kanssa. Lisäksi tutkielmassa tarkastellaan sitä, onko EU:n solmimien kauppasopimusten olemassaolon vaikutus muovijätekauppaan muuttunut vuosien 2016–2018 välillä. EU-jäsenyyden ja kauppasopimusten lisäksi tutkitaan sitä, vaikuttaako Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö OECD:n jäsenyys EU:n jäsenmaiden muovijätteen viennin volyyymiin.

Tutkielmassa tutkitaan myös tuojaja- ja viejämään bruttokansantuotteen vaikutusta EU-maiden muovijätteen vientiin. Kiina on maailman toiseksi suurin valtio bruttokansantuotteella mitattuna, joten sen tuojavaltion aseman radikaali heikkeneminen voi heikentää koko EU-maiden muovijätteen vientiin niin, että tuojavaltion bruttokansantuotteen vaikutus vientiin voi heikentyä merkittävästi vuodesta 2016 vuoteen 2018.

4.1.1 Tutkimuksessa käytettävä malli analysoitaessa kauppavirtojen muutoksia

Tutkimuksessa käytetään mallia, jonka pohja on Baierin ja Standaertin (2020) gravitaatiomallin log-linearisessa määritelmässä. Tutkielmassa tehdään Baierin ja Standaertin mallin esitykseen tutkielman kannalta oleellisia muutoksia. Muutosten avulla halutaan mallin paremmin vastaavan juuri muovijätekauppaa, ei maiden välistä kauppaa kokonaisuutenaan.

Käytän tutkimuksessani mallia, jonka esitys on muotoa:

$$\begin{aligned} \ln X_{ij} = & \ln(G) + \beta_1 \ln(GDP_i) + \beta_2 \ln(GDP_j) + \beta_3 \ln(dist_{ij}) \\ & + \beta_4 EU_j + \beta_5 OECD_j + \beta_6 FTA_{ij} + \ln(\varepsilon_{ij}) \end{aligned} \quad (16)$$

Mallissa (16) X_{ij} on maiden i ja j välinen muovijätekauppa, jossa i on viejäämaa ja j on tuojäämaa. G on vakiotermi, GDP_i on maan i bruttokansantuote, GDP_j on maan j bruttokansantuote ja $dist_{ij}$ on maiden i ja j välinen etäisyys. EU_j ja $OECD_j$ ovat dummy-muuttujia, jotka kuvaavat sitä, onko valtio j EU:n jäsen ja, onko valtio j OECD:n jäsen. FTA_{ij} on niin ikään dummy-muuttuja, joka kuvaa sitä, onko maiden i ja j välillä voimassa olevaa kauppasopimusta.

Mallissa (16) X_{ij} kuvaa Euroopan unionin jäsenmaan muovijätteiden vientiä kauppakumppanimaahan j mitattuna Yhdysvaltain dollareissa. GDP_i on Euroopan unionin jäsenmaan i bruttokansantuote ja GDP_j on kauppakumppanimaan j bruttokansantuote. $dist_{ij}$ on EU:n maan i ja kauppakumppani maa j :n välinen etäisyys mitattuna pääkaupungista pääkaupunkiin. EU_j kuvaa sitä, onko kauppakumppanimaan j EU:n jäsen vuosina 2016 ja 2018. $OECD_j$ kuvaa sitä, että onko EU:n kauppakumppanimaan j OECD:n jäsen vuosina 2016 ja 2018 ja FTA_{ij} sitä, että onko EU:lla, ja näin ollen kyseisellä jäsenmaalla i ja kauppakumppanimaalla j voimassa olevaa kauppasopimusta vuonna 2016, 2018 tai molempina.

4.1.2 Tutkimuksessa käytettävät tilastolliset menetelmät analysoitaessa kauppavirtojen muutoksia

Aikaisemmat tutkimukset kansainvälisestä muovijätekaupasta gravitaatiomallin avulla, kuten Baggs (2009), Kellenberg (2012) ja Higashida ja Managi (2014), on toteutettu käyttäen erilaisia tilastollisia menetelmiä. Käytettyjä menetelmiä ovat muun muassa

Pienimmän neliösumman menetelmä (OLS) ja Pseudo poisson suurimman uskottavuuden menetelmä (PPML). Käytän tutkimuksessani kolmea eri menetelmää regressioanalyysin toteuttamiseen. Tarkoituksena on saada mahdollisimman tarkka kuva selittävien muuttujien vaikutuksesta selitettävään muuttujaan ja samalla vertailla eri menetelmien antamien tulosten eroja. Käyttämäni menetelmät ovat Pienimmän neliösumman menetelmä (OLS), ”Feasible generalized least squares” -menetelmä (FGLS) ja Pseudo poisson suurimman uskottavuuden menetelmä (PPML).

Pienimmän neliösumman menetelmä (OLS) on yksi yleisimmistä käytetyistä tilastollisista menetelmistä tehtäessä regressioanalyysia. OLS-menetelmässä regressiokertoimien estimaattorit määritellään minimoimalla virhetermien ε_i neliösumma. (Martti ja Pulkkinen 2013)

Tutkimuksessa tehdään empiirisessä osiossa luvussa viisi lineaarinen regressioanalyysi aineistosta hyödyntäen Pienimmän neliösumman menetelmää. OLS-menetelmään liittyy kuitenkin tutkimuksen kannalta haasteita, kuten homoskedastisuusolettama, joka kansainvälistä kauppaa käsittelevässä aineistossa ei usein päde. (Tenreiro, 2004)

Aineistossa mahdollisesti esiintyvän heteroskedastisuuden takia tutkimuksessa käytetään myös ”Feasible generalized least squares” -menetelmää (FGLS), sillä FGLS-menetelmä ottaa huomioon aineistossa esiintyvän heteroskedastisuuden.

OLS- ja FGLS-menetelmien lisäksi käytän Pseudo poisson suurimaan uskottavuuden menetelmää eli PPML-menetelmää. PPML-menetelmä on FGLS-menetelmän tapaan robusti menetelmä, kun aineistossa esiintyy heteroskedastisuutta. PPML-menetelmää on käytetty monissa gravitaatiomallin estimoinneissa, kuten Westerlund ja Wilhelmsson (2006) tutkimuksessa. (Bacchetta et al., 2012)

4.2 Tutkimusaineisto

Kaikki tutkimuksessa käytettävä empiirinen aineistotieto on muiden tahojen kuin tutkijan tekijän kokoamaa, pääsääntöisesti joko Yhdistyneiden kansakuntien tai Euroopan unionin. Tutkimuksessa käytettävät aineistot ovat vapaasti saatavilla sekä UN Comtrade että Eurostatin verkkosivuilla ja kaikkien vapaasti ladattavissa. Käytettävät aineistot eivät sisällä henkilötietoja tai muita tietosuojan kannalta erityistä tarkkaavaisuutta vaativia tietoja. Vaikka käytettävän aineiston tapauksessa ei ole syytä erityiseen varovaisuuteen

aineistoa käsitellessä, noudatetaan tietoja käsitellessä huolellisuutta ja käytettävät aineistot säilytetään tietoturvallisesti tallennettuna salasanasuojatulle kovalevyllä.

Tutkimuksessa käytettävä kauppaa koskeva aineisto käsittää pääsääntöisesti ainoastaan kauppatilastot tilanteessa, jossa kauppaa maiden välillä on tapahtunut, eli maidenvälisen kaupan arvo on suurempi kuin nolla. Näin ollen tutkimus ei ota huomioon toteutumaton kauppaa kaupan rakennetta tutkittaessa.

4.2.1 Tutkimisessa käytettävä tutkimusaineisto

Euroopan unionin jäsenmaiden muovijätteiden vientivirtojen muutosta käsittelevä aineisto koostuu kahdesta osasta: vuoden 2016 ja vuoden 2018 tiedoista. Vuoden 2016 aineistossa on 985 havaintoriviä ja vuoden 2018 1084 havaintoriviä. Yhdellä havaintorivillä on tiedot muovijäteviennin arvosta viejämäasta *i* tuojamaahan *j*, viejämää *i*:n muovijätteiden kokonaisviennin arvo, tuojamaa *j*:n muovijätteiden kokonaistuonnin arvo, maiden *i* ja *j* välinen etäisyys, tieto siitä onko maiden välillä voimassa olevaa kauppasopimusta sekä tiedot siitä onko tuojamaa *j* EU:n jäsenvaltio tai OECD:n jäsen.

Seuraavaksi Käydään tarkemmin läpi, mistä muovijätekaupan vientivirtojen muutosta käsittelevä aineisto koostuu.

4.2.1.1 *HS 3915 muovijätteiden vienti- ja tuontiaineistot*

Tutkimuksen merkittävin tilastolähdeaineisto on Yhdistyneiden kansakuntien (YK) keräämä kansainvälisen kaupan tilastoaineisto. YK:lta saatavilla olevasta tilastoaineistosta saadaan kansainvälistä muovijätekauppaa käyvien valtioiden vienti- ja tuontitilastot niin arvossa mitattuna Yhdysvaltain dollareina kuin painossa mitattuna kilogrammoina. YK kerää UN comtrade -sivustolleen vienti- ja tuontitilastoja lähes 200 maasta. YK saa aineiston kansallisilta tilastokeskuksilta ja standardisoi aineiston yhdenmukaiseksi. Tilastoaineisto on saatavilla internet-sivustolla comtrade.un.org. (UN comtrade, 2016)

Tutkielmassa käytetään Maailman tullijärjestön (WCO) kehittämää tavarankuvaus- ja koodausjärjestelmää nimeltään ”The Harmonized Commodity Description and Coding System”, johon yleisesti viitataan nimellä HS. HS-järjestelmässä on yli 5000 hyödyke-luokkaa, joista jokaisella on oma kuusinumeroinen koodinsa. Järjestelmä on käytössä yli 200 valtiossa ja talousalueella ja yli 98 prosenttia kansainvälisestä kaupasta on luokiteltu HS-järjestelmän avulla. (WCO, 2021)

Tutkielmassa käytetään maakohtaisia vienti- ja tuontiaineistoja HS 3915 -hyödykekategoriasta. HS 3915 -hyödykekatgoria on englanninkieliseltä nimeltään ”Waste, parings and scrap, of plastics”, ja tämän hyödykekatgorian alle kuuluu kaikki muovijäte. HS 3915 -hyödykekatgoria jakautuu eteenpäin neljään hyödykeluokkaan: HS 391510 eteenipolymeereille, HS 391520 styreenipolymeereille, HS 391530 vinyylidikloridipolymeereille ja HS 391590 muulle muovijätteelle. Viimeinen luokka, HS 391590, jakautuu vielä tarkemmin tuotetasolle. Tutkielmassa keskitytään HS 3915 -hyödykekatgoriaan kokonaisuutena, eikä keskitytä tarkemmin eri muovijätelajien kansainvälisen kaupan eroihin. (UN Comtrade database, 2017)

HS 3915 -hyödykekatgoria ei sisällä muun hyödykeluokan alla kuljetettua muovijätettä. Muovijätettä voi kulkeutua muun hyödykeluokan alaisena esimerkiksi luokiteltuna yhdyskuntajätteeksi. Tässä tapauksessa muovijätettä ei ole erotettu muusta yhdyskuntajätteestä ennen kansainvälistä kauppaa. (WCO, 2021)

Tutkimuksessa käytettävässä mallissa (16) käytetään muovijätekaupan mittarina muovijätekaupan arvoa. Valtioiden välisen muovijätekaupan sekä valtioiden muovijäteviennin ja -tuonnin arvon yksikkö on Yhdysvaltain dollari. Muovijätekaupan määrän tutkiminen painossa mitattuna olisi myös hyvä vaihtoehto, sillä näin kaupan ympäristövaikutus tulisi selvemmin esille. Tutkielmassa käytetään kuitenkin dollarimittaista arvoa, sillä kaupan arvo on yleisesti tarkemmin tilastoitu ja aineistossa on arvon osalta vähemmän puuttuvia havaintoja. Muovijätekaupan arvo on lineaarisesti verrannollinen kaupattujen hyödykkeiden painoon nähden. Näin ollen käyttämällä kumpaa tahansa, painoa tai arvoa, on saatavissa samansuuntaiset tulokset.

4.2.1.2 Etäisyys

Etäisyyttä mitatessa kahden valtion välillä on päätettävä, mistä mihin etäisyys mitataan. Vaihtoehtoja on useita: muun muassa maiden keskipisteiden välinen etäisyys, maiden pääkaupunkien välinen etäisyys ja etäisyys ensimmäisen maan rajalta toisen maan rajalle.

Tutkimuksessa käytetään malleissa pääkaupunkien välisiä etäisyyksiä määrittäessä etäisyyden vaikutusta kansainväliseen muovijätekauppaan. Pääkaupunkien välistä etäisyyttä pidetään tutkimuksen kannalta luontevana, sillä pääkaupungit ja pääkaupunkiseudut ovat tavallisesti valtioiden tärkeimpiä asumis- ja talousalueita. Pääkaupunkien lisäksi esimerkiksi ulkomaankaupan kannalta tärkeimmän sataman sijainti olisi voinut toimia etäisyyden mittauspisteenä. Tutkimuksessa päädyttiin käyttämään pääkaupunkeja

etäisyyden mittauspisteinä, sillä kaikilla valtioilla ei ole rantaviivaa ja siten mailta puuttuu tärkeimmät vientisatamat. Tutkimuksessa käytettävän etäisyyden perusyksikkö on kilometri.

4.2.1.3 Kauppasopimukset ja EU:n sekä OECD:n jäsenyydet

Euroopan unionilla on lukuisia kauppasopimuksia kolmansien maiden kanssa. Sopimukset ovat karkeasti lajiteltavissa kolmeen erilaiseen sopimustyyppiin: Tulliunioniin, Assosiaatio-, vapaakauppa- ja talouskumppanuussopimukseen sekä Kumppanuus- ja yhteistyösopimukseen. Kauppasopimuksilla vähennetään tai kokonaan poistetaan maiden välisiä tariffeja ja tullimaksuja sekä sovitaan muita kauppaan liittyviä kysymyksiä sopimustyyppistä riippuen. Euroopan unionin ratifioitua kauppasopimuksen on kauppasopimus automaattisesti voimassa jokaisessa Euroopan unionin jäsenmaassa. (ec.europa.eu, 2021)

Tässä tutkimuksessa EU:n solmimilla kauppasopimuksilla tarkoitetaan WTO:n yleis-sopimusta kattavampia erillisiä joko kahden tai monen välisiä sopimuksia. Myös EU-maiden välinen kauppasopimus jää tutkimuksessa FTA-dummymuuttujan ulkopuolelle, sillä EU-maiden väliselle muovijätekaupalle on oma EU-dummymuuttuja.

Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö (OECD) on järjestö, jonka tehtävänä on edistää kansainvälistä taloudellista yhteistyötä muun muassa tutkimuksen ja kansainvälisten standardien kautta. Tällä hetkellä OECD:hen kuuluu 37 jäsenvaltiota, joista 22 on EU:n jäsenmaita. Tutkimuksen aineisto koskee aikaa ennen vuotta 2019, jolloin Iso-Britannia oli EU:n jäsenvaltio, joten tutkimusajankohdassa OECD:n jäsenmaista Euroopan unionin jäsenmaita oli 23.

5 TUTKIMUS

Tutkielmassa tarkastellaan Euroopan unionin jäsenmaiden muovijätteen vientiä gravitaatiomallin avulla sekä ennen että jälkeen Kiinan muovijätteen tuontikiellon ja tarkastellaan, onko vientiä selittävien muuttujien estimaattoreiden kertoimissa tapahtunut muutoksia. Tutkielmassa käytetään tarkastelussa hyväksi kolmea eri tilastollista menetelmää, OLS-menetelmää, FGLS-menetelmää sekä PPML-menetelmää ja tarkastellaan myös menetelmien antamien tulosten välisiä eroja.

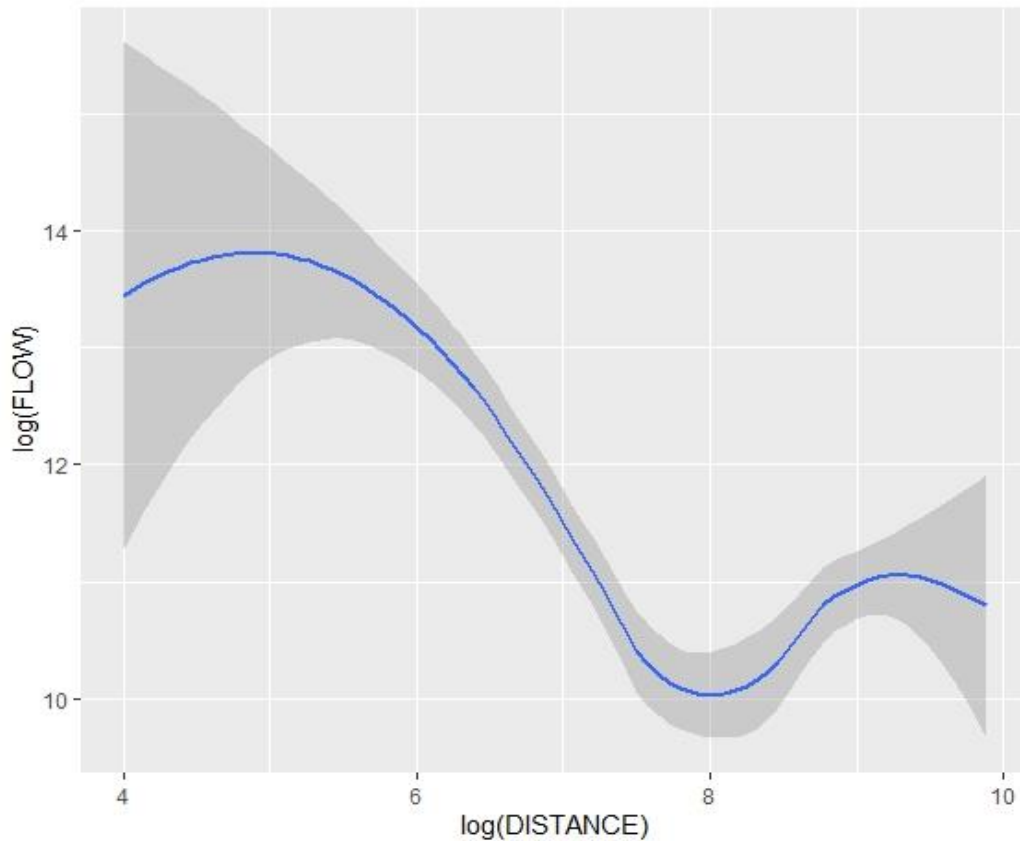
5.1 Euroopan unionin jäsenmaiden vuosien 2016 ja 2018 muovijätteen viennin analysointi gravitaatiomallin avulla

Euroopan unionin jäsenmaiden muovijätteen viennin yhteyttä tutkiessa tehtiin regressioanalyyskejä, joissa käytettiin mallia, joka pohjaa Baier ja Standaert (2020) esitykseen gravitaatiomallista. Tutkimuksessa käytetään mallia (16), joka esitellään tutkimuksen luvussa 4.

Tutkielmaa varten tehtiin OLS-, FGLS-, ja PPML-menetelmillä regressioanalyysit sekä vuoden 2016 että vuoden 2018 aineistolle. Käydään seuraavaksi ensin läpi tulokset vuoden 2016 aineistolle, sitten vuoden 2018 aineistolle ja lopuksi havainnoidaan eroavaisuuksia vuosien välillä.

5.1.1 EU-maiden vuoden 2016 HS 3915 -muovijätteen viennin analysointi gravitaatiomallin avulla

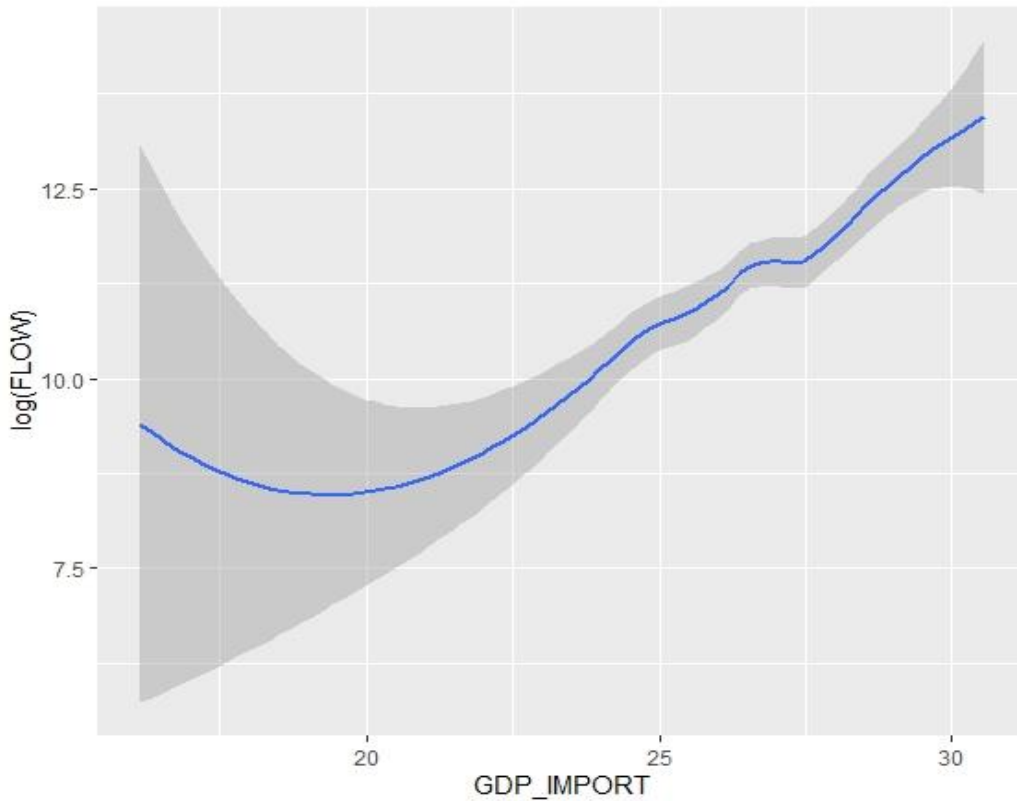
Tutkielmassa Tutkittiin vuoden 2016 aineistosta, miten EU-maiden muovijätteen vienti korreloi etäisyyden kasvun kanssa. Kuvassa (3) vertikaaliakselilla on EU-maan i muovijätteen viennin arvo kauppakumppanimaahan j logaritimuunnettuna ja horisontaaliakselilla etäisyys maiden i ja j välillä mitattuna kilometreissä logaritimuunnettuna.



Kuva 3: Etäisyyden ja EU-maiden muovijätteen viennin arvon välinen yhteys vuonna 2016

Yllä olevasta kuvasta (3) huomaa, että suurimmaksi osaksi etäisyyden kasvaessa jätteen viennin arvo pienenee eli etäisyyden kasvaessa vienti maasta toiseen vähenee. Tämä havainto on yhteneväinen teoreettisten oletuksen kanssa. Kuvasta on myös nähtävissä Kaakkois-Aasian suurten kauppakumppanimaiden, kuten Kiinan ja Hong Kongin, vaikutus. Suurten kauppakumppanimaiden vaikutus näkyy viennin arvon kasvuna etäisyyden logaritmin arvojen 8-10 välillä.

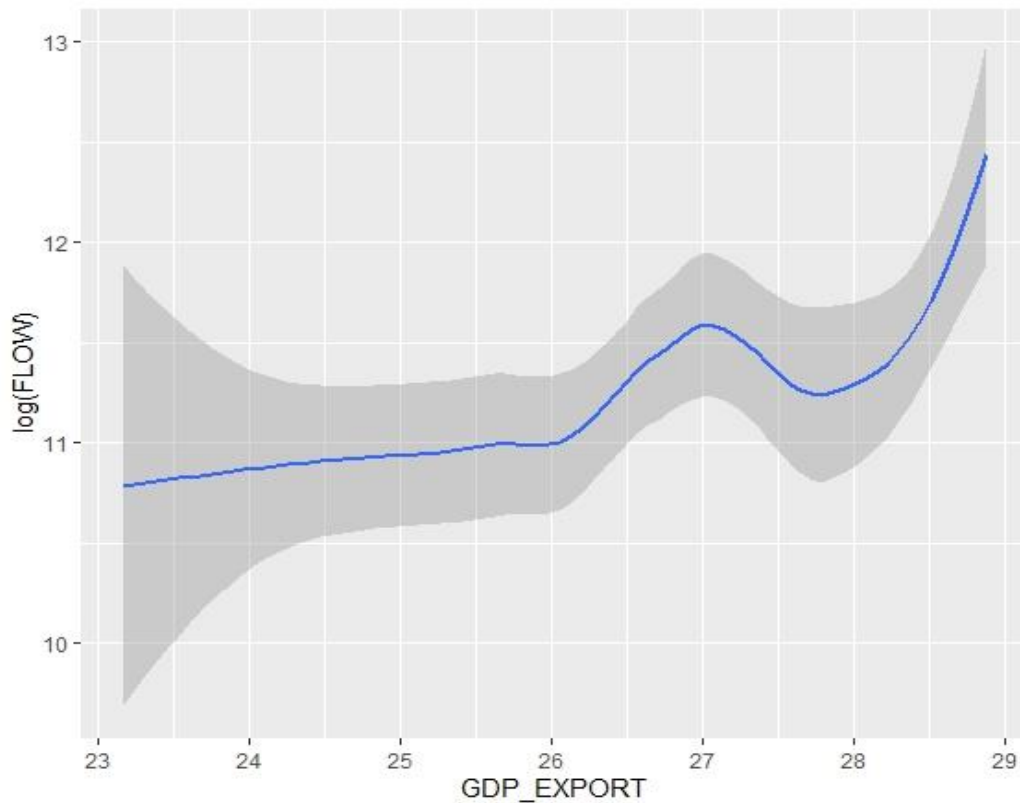
Alla olevassa kuvassa (4) on esitettyä EU-maiden muovijätteen viennin arvon yhteys kumppanimaan bruttokansantuotteeseen. Vertikaaliakselilla arvona on EU-maan i muovijätteen viennin arvo maahan j logaritmuunnettuna ja horisontaaliakselilla arvona on kauppakumppanimaa j :n bruttokansantuote logaritmuunnettuna.



Kuva 4: Kauppakumppanimaan bruttokansantuotteen ja EU-maiden muovijätteid^{en} viennin arvon välinen yhteys vuonna 2016

Kuvasta (4) näkee, että EU-maiden muovijätteid^{en} viennin arvo korreloi positiivisesti tuojamaan bruttokansantuotteen kanssa, eli muovijätteid^{en} vienti EU-maista on suurempaa sitä mukaa kuin tuojamaiden bruttokansantuote kasvaa.

Kuvassa (5) vertikaaliakselilla arvona on EU-maan i muovijätteid^{en} viennin arvo maahan j logaritimuunnettuna ja horisontaaliakselilla arvona on EU-maa i :n bruttokansantuote logaritimuunnettuna.



Kuva 5: EU:n jäsenmaan i muovijätteen viennin arvo kauppakumppanimaahan j ja EU-maan i bruttokansantuotteen välinen yhteys vuonna 2016

Kuvasta (5) näkee, että mitä suurempi on jäsenmaa i:n bruttokansantuote, sitä suurempaa on maan muovijätteen kansainvälinen vienti. Esimerkiksi vuonna 2016 Saksan bruttokansantuote ja Saksan muovijätteen vienti Kiinaan ovat molemmat suurempia kuin Suomen muovijätteen kokonaisvienti ja Suomen muovijätteen vienti Kiinaan.

Taulukossa (15) on OLS-, FGLS- sekä PPML-menetelmällä tehtyjen regressioanalyysien tulokset. Sekä OLS-, FGLS- että PPML-regressioanalyysien tulosten mukaan EU-maiden muovijätteen vienti korreloi positiivisesti viejä- ja tuojavaltioiden bruttokansantuotteiden kanssa. Kaikissa tapauksissa tulokset ovat tilastollisesti merkitseviä yli 95 prosentin luottamustasolla, sillä p-arvot ovat alle 0,05.

2016	OLS	FGLS	PPML
BKT viejävaltio	0,473***	0,528***	0,754*****
BKT tuojavaltio	0,639***	0,677***	0,774*****
Etäisyys	-1,139***	-1,244***	-0,741*****
EU	-0,521	-0,247	0,448
FTA	-1,635***	-1,516***	-1,618***
OECD	-0,586**	-0,871***	-1,764*****
Vakio	-8,578***	-10,242***	-20,726*****
Havaintojen lukumäärä	985	985	985
R^2	0,241	0,283	

*p-arvo<0,1; **p-arvo<0,05; ***p-arvo<0,01; ****p-arvo<0,001

Taulukko 5: Vuoden 2016 EU-maiden muovijätteen vientiä käsittelevän OLS-, FGLS-, ja PPML-menetelmillä tehtyjen regressioanalyysien tulokset

Estimoitu β -kerroin on OLS-menetelmää käyttäen viejävaltion bruttokansantuotteen kohdalla 0,47 ja FGLS-menetelmää käyttäen 0,53. Tämä tarkoittaa, että EU-maan i bruttokansantuotteen ollessa prosentoin suurempi kuin toisen EU-maan u , ovat maan i yksittäiset vientiarvot kumppanimaihin keskimäärin 0,47 prosenttia suuremmat mitattuna OLS-menetelmällä ja 0,53 mitattuna FGLS-menetelmällä. Estimoidut β -kertoimet tuojavaltion bruttokansantuotteelle on 0,64 ja 0,68, eli tuojamaajoukossa prosentoin korkeampi bruttokansantuote tarkoittaa 0,64 ja 0,68 prosenttia enemmän muovijätteen tuontia EU-maista.

OLS- ja FGLS-regressioanalyysien mukaan muovijätteen viennin korrelaatio on negatiivinen etäisyyden kasvun kanssa. Etäisyyden estimoidut β -kertoimet saavat arvot -1,14 ja -1,24 mikä tarkoittaa, että etäisyyden kasvaessa viejämää $i:n$ ja tuojamaa $j:n$ välillä yhden prosentoin vähenee muovijätteen vienti maasta i maahan j arviolta 1,14 prosenttia käyttäen OLS-menetelmää ja 1,24 prosenttia käyttäen FGLS-menetelmää. Myös etäisyyden korrelaatiot ovat molemmissa tapauksissa tilastollisesti merkitseviä 95 prosentoin luottamustasolla, sillä p -arvot ovat alle 0,05.

Etäisyyden negatiivinen vaikutus vientiin on huomattavasti suurempi EU-maiden välisessä kaupassa kuin EU-maiden kaupassa EU:n ulkopuolisten maiden kanssa. Tehtäessä OLS- ja FGLS-regressioanalyysit vain EU-maiden välisestä kaupasta, eli dummy-muuttuja ”EU” saa arvon yksi, ovat etäisyyksien estimoidut β -kertoimet -2,16 ja -1,82. Kun vienti kohdistuu EU-maiden ulkopuolelle, eli dummy-muuttuja ”EU” saa arvon nolla,

ovat etäisyyksien estimoidut β -kertoimet -0,32 ja -0,43. Tulokset ovat merkitseviä 95 prosentin luottamustasolla.

Näiden havaintojen lisäksi tilastollisesti merkitseviä negatiivisia korrelaatioita löytyi muovijätteen viennin ja dummy-muuttujien ”OECD” ja ”FTA” -välillä. Tämä tarkoittaa sitä, että tilanteessa, jossa kaksi kauppakumppania ovat muuten samanlaisia, on muovijätteen vienti pienempää maahan, joka on OECD:n jäsenmaa tai maahan, johon EU:lla on voimassa oleva kauppasopimus. Korrelaatiot ovat negatiivisia molemmilla menetelmillä tehdyissä analyyseissä myös dummy-muuttujalle ”EU”, mutta nämä tulokset eivät ole tilastollisesti merkitseviä 95 prosentin luottamustasolla kummassakaan tapauksessa, sillä P-arvot ylittävät 0,05 rajan.

OLS-menetelmällä tehdyn regressioanalyysin korjattu R^2 -luku on 0,24 ja FGLS-menetelmällä R^2 -luku on 0,28. R^2 -luku on analyysin selitysaste. Se kertoo kuinka suuren osan selitettävän muuttujan muutoksista mallin selittävät muuttujat pystyvät selittämään. Tässä tapauksessa OLS-menetelmällä tehdyssä analyysissä selittävät muuttujat pystyvät selittämään 24 prosenttia selitettävän muuttujan muutoksista ja FGLS-menetelmällä tehdyssä analyysissä selittävät muuttujat pystyvät selittämään 28 prosenttia muutoksista.

PPML-menetelmällä tehdyn regressioanalyysin tulokset ovat saman suuntaiset kuin OLS- ja FGLS-menetelmillä tehtyjen lineaariregressioanalyysien tulokset, mutta selittävien muuttujien estimaattoreiden kertoimet eroavat joiltakin osin aikaisempien menetelmien antamista arvoista. Samat selittävät muuttujat, eli viejä- ja tuojamaan bruttokansantuotteet, etäisyys, FTA ja OECD ovat myös PPML-regressioanalyysissä merkitseviä, kuten oli myös OLS- ja FGLS-lineaariregressioanalyysissä.

Taulukosta (15) näkee, että sekä viejä- että tuojamaan bruttokansantuotteen β -estimaattorin kertoimet ovat korkeampia PPML-menetelmällä kuin OLS- tai FGLS-menetelmillä mitattuna. Viejämään Bruttokansantuote-muuttujan estimaattorien arvo on 0,75 ja tuojamaan 0,77. Etäisyyden negatiivinen vaikutus on PPML-menetelmää käyttäen heikompi kuin OLS- tai FGLS-menetelmiä käyttäen. Etäisyyden estimaattorin arvo on -0,74, eli 0,4 yksikköä suurempi kuin OLS-menetelmällä mitattua ja 0,5 yksikköä suurempi kuin FGLS-menetelmällä mitattua.

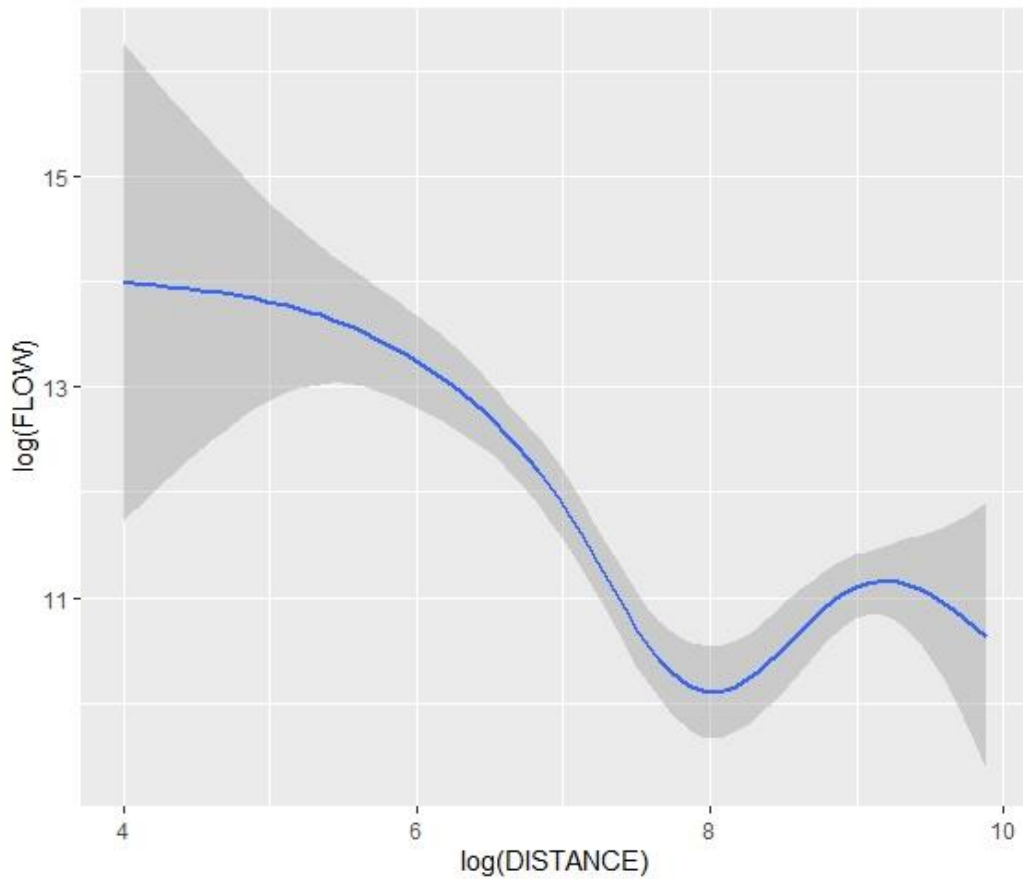
Kuten OLS- ja FGLS-regressioanalyysien tapauksessa, myös PPML-menetelmällä tehdyn analyysin mukaan etäisyyden negatiivinen vaikutus on suurempi EU:n sisäisessä kaupassa kuin viennissä keskimäärin. EU-maiden välisessä viennissä etäisyyden estimoitu β -kertoimen arvo on -1,08. PPML-menetelmällä ei saatu merkitsevää tulosta

etäisyyden vaikutukselle vientiin, kun otettiin huomioon vienti vain EU-maasta EU-maiden ulkopuolelle.

FTA-muuttujan estimoitu β -kertoimen arvo on -1,62. Se on lähes sama OLS- ja FGLS-menetelmillä toteutettujen regressioanalyysien tulosten kanssa. OECD-muuttujan estimaattorin arvo on -1,76, joka on merkittävästi suurempi kuin OLS tai FGLS-menetelmillä mitattuna.

5.1.2 EU-maiden vuoden 2018 HS 3915 -muovijätteen viennin analysointi gravitaatiomallin avulla

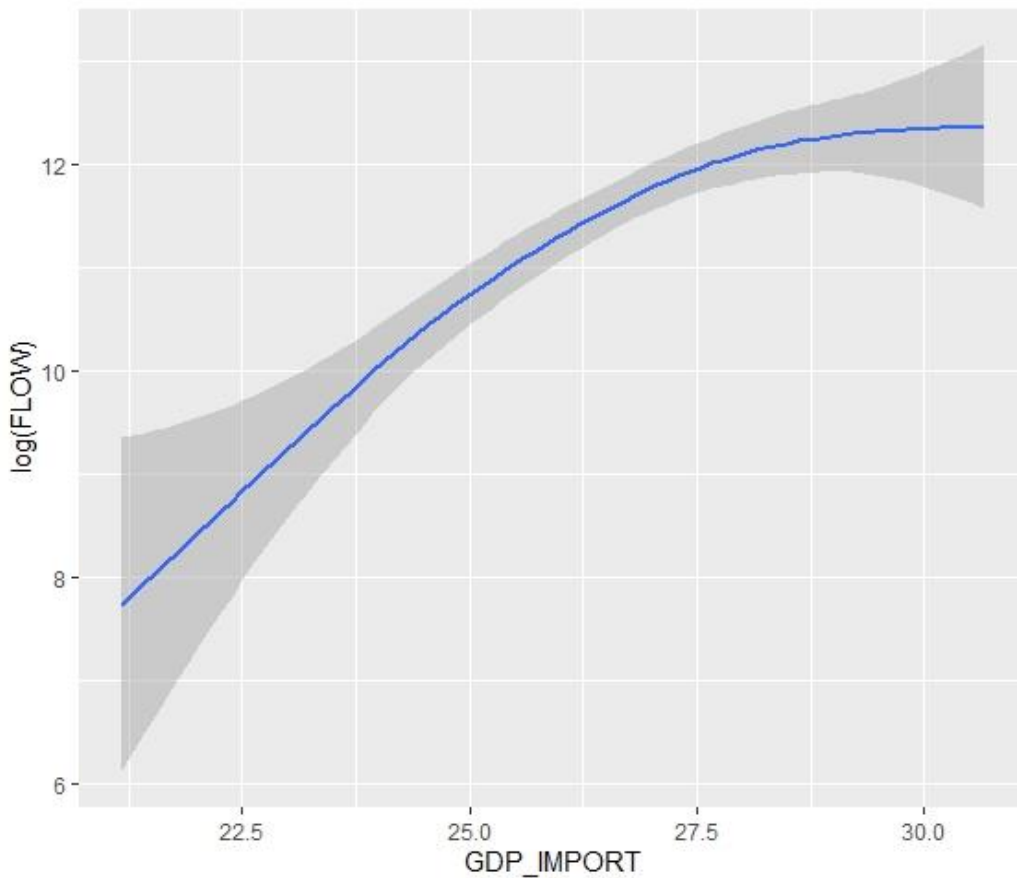
Vuoden 2018 aineistosta luotiin samat kuvaajat ja analyysit kuin vuoden 2016 aineistosta. Viennin arvon ja etäisyyden kuvaajasta huomaa, että etäisyys korreloi myös vuonna 2018 negatiivisesti viennin arvon kanssa. Kuten vuoden 2016 vastaavassa kuvaajassa (3), on kuvassa (6) vertikaaliakselilla EU-maan i muovijätteen viennin arvo kauppakumppani-maahan j logaritmuunnettuna ja horisontaaliakselilla maiden i ja j välinen etäisyys logaritmuunnettuna. Kuvan (6) antaman kuvan perusteella, on etäisyyden vaikutus hyvin saman suuntainen vuonna 2018 kuin vuonna 2016, mutta kuvissa (3) ja (6) on myös eroa: etenkin etäisyyden arvojen 6–8 välillä on kulmakerroin jyrkempi vuonna 2016 kuin vuonna 2018. Näin ollen etäisyyden kasvamisen negatiivinen vaikutus tuolla välillä on suurempaa vuonna 2016 kuin vuonna 2018.



Kuva 6: Etäisyyden ja EU-maiden muovijätteen viennin arvon välinen yhteys vuonna 2018

Kuvassa (7) on esitetty EU-maiden muovijätteen viennin arvo ja kauppakumppanimaiden bruttokansantuote. Vertikaaliakselilla on logaritmuunnettuna EU-maan i muovijätteen vienti maahan j mitattuna Yhdysvaltain dollareina ja logaritmuunnettuna. Horisontaaliakselilla kauppakumppanimaa j :n bruttokansantuote

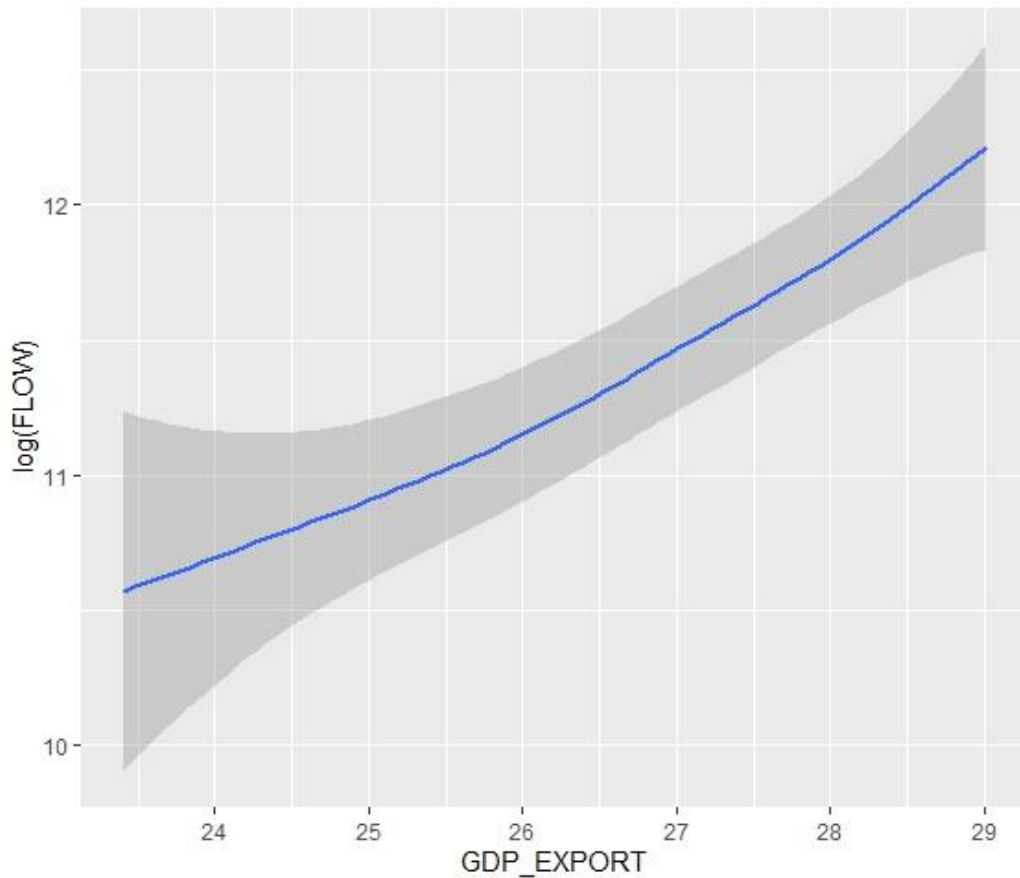
logaritmimuunnettuna.



Kuva 7: Kauppakumppanimaan muovijätteen kokonaistuonnin arvon ja EU-maiden muovijätteen viennin arvon välinen yhteys vuonna 2018

Kuvasta (7) on havaittavissa positiivinen korrelaatio muovijätteen viennin arvon ja tuojamaan bruttokansantuotteen välillä, sama positiivinen korrelaatio oli havaittavissa myös vuoden 2016 aineistosta kuvassa (4). Vuosien 2016 ja 2018 kuvaajat tuojamaan BKT:n ja viennin arvon yhteydestä ovat kuitenkin merkittävästi erilaiset. Vuonna 2016 tuojamaan BKT:n kasvu kasvatti myös muovijätteen viennin arvoa EU:sta aina suurimpiin valtioihin saakka. Vuonna 2018 suurimpien valtioiden kohdalla samaa vaikutusta ei nähdä. Tuojamaan BKT:n logaritmin ollessa yli 28,75, kauppavirran logaritmin arvo ei enää kasva huomattavasti.

Kuten vuonna 2016 myös vuonna 2018 viejämahan bruttokansantuote korreloi positiivisesti yksittäisten vientiarvojen kanssa.



Kuva 8: EU:n jäsenmaan i muovijätteen viennin arvo kauppakumppanimaahan j ja EU-maan i muovijätteen kokonaisviennin välinen yhteys vuonna 2018

Kuvassa (8) on vertikaaliakselissa EU-maan i muovijätteen viennin arvo maahan j logaritmuunnettuna ja horisontaaliakselilla EU-maa i:n bruttokansantuote logaritmuunnettuna.

Taulukossa (6) on vuoden 2018 aineistolle tehtyjen OLS-, FGLS- ja PPML-regressioanalyysien tulokset. EU-maiden muovijätteen viennin arvo korreloi positiivisesti viejävaltion bruttokansantuotteen kanssa sekä tuojavaltion bruttokansantuotteen kanssa. Tulos on tilastollisesti merkitsevä yli 95 prosentin luottamustasolla, koska kyseisten selittävien muuttujien p-arvot ovat alle 0,05 molemmissa regressioanalyyseissa.

2018	OLS	FGLS	PPML
BKT viejävaltio	0,534***	0,565***	0,689*****
BKT tuojavaltio	0,647***	0,683***	0,485*****
Etäisyys	-0,919***	-1,114***	-0,837*****
EU	0,240	-0,254	-0,048
FTA	-0,769***	-0,975***	-1,01***
OECD	-0,380	-0,316	-0,368
Vakio	-12,750***	-12,778***	-11,120*****
Havaintojen lukumäärä	1071	1071	1071
R^2	0,232	0,261	

*p-arvo<0,1; **p-arvo<0,05; ***p-arvo<0,01; ****p-arvo<0,001

Taulukko 6: Vuoden 2018 EU-maiden muovijätteen vientiä käsittelevän OLS-, FGLS- ja PPML-menetelmillä tehtyjen regressioanalyysien tulokset

Viejämaan bruttokansantuotteen estimoitu β -kerroin on OLS-analyysissä 0,53 ja FGLS-analyysissä 0,57, mikä tarkoittaa, että EU-maan i bruttokansantuotteen ollessa prosentin suurempi kuin toisen EU-maan u , ovat maan i yksittäiset muovijätteen vientiarvot kumppanimaihin keskimäärin 0,53 ja 0,57 prosenttia suurempia. Estimoidut β -kerroimet tuojamaan bruttokansantuotteille ovat OLS- ja FGLS-analyysissä 0,65 ja 0,68. Tämä tarkoittaa, että tuojavaltion j bruttokansantuotteen kasvaessa prosentin kasvaa EU-maan i :n muovijätteen vienti maahan j keskimäärin 0,65 prosenttia OLS-regressioanalyysin mukaan ja 0,68 prosenttia FGLS-regressioanalyysin mukaan.

Kuten vuonna 2016 myös vuonna 2018 muovijätteen viennin arvo korreloi negatiivisesti etäisyyden kasvun kanssa OLS- ja FGLS-regressioanalyysissä. Tulos on tilastollisesti merkitsevä yli 95 prosentin luottamustasolla, sillä etäisyyttä kuvaavat selittävät muuttujat saavat p -arvot, jotka ovat alle 0,05. Estimoidut β -kerroimet etäisyydelle ovat OLS- ja FGLS-analyysissä -0,91 ja -1,11, eli etäisyyden kasvaessa yhden prosentin maiden i ja j välillä pienenee muovijätteen vienti maasta i maahan j keskimäärin 0,91 prosenttia OLS-regressioanalyysin mukaan ja 1,11 prosenttia FGLS-regressioanalyysin mukaan.

Etäisyyden kasvun negatiivinen vaikutus oli myös vuonna 2018 suurempaa EU-maiden välisessä viennissä kuin viennissä keskimäärin. OLS- ja FGLS-analyysissä etäisyyksien estimoitun β -kerroimet olivat -2,03 ja -1,96. EU-maiden ulkopuolelle

suuntautuvan viennin kohdalla etäisyyden selittävä muuttuja ei saanut OLS- tai FGLS-menetelmiä hyödyntäen merkitseviä arvoja.

Dummy-muuttuja ”FTA” saa molemmissa regressioanalyysissä tilastollisesti merkitsevän negatiivisen arvon β -kertoimelle. Näin ollen viennin arvo on keskimäärin pienempi tapauksissa, joissa tuojavaltiolla on EU:n kanssa voimassa oleva kauppasopimus. Samoin kuin vuoden 2016 tapauksessa dummy-muuttuja ”OECD” ei ole tilastollisesti merkitsevä.

OLS-regressioanalyysin R^2 -luku on 0,23 ja FGLS-regressioanalyysin vastaava arvo on 0,26. Tämä tarkoittaa, että mallien selittävät muuttujat pystyvät selittämään 23 prosenttia selitettävän muuttujan muutoksista OLS-regressioanalyysissä ja 26 prosenttia FGLS-regressioanalyysissä.

Vuoden 2018 aineistosta PPML-menetelmällä tehdyn regressioanalyysin tulokset ovat jälleen saman suuntaiset kuin OLS- ja FGLS-menetelmillä tehtyjen lineaariregressioanalyysien tulokset. PPML-menetelmällä tehdyssä analyysissä samat selittävät muuttujat ovat merkitseviä kuin OLS- ja FGLS-menetelmällä tehdyissä analyysissä. Merkitseviä selittäviä muuttujia olivat tuoja- ja viejävaltioiden BKT, etäisyys ja dummy-muuttuja ”FTA”.

PPML-regressioanalyysissä viejävaltion bruttokansantuotteen β -kerroin saa arvon 0,69 ja tuojavaltion bruttokansantuotteen β -kerroin saa arvon 0,49. Viejävaltion BKT:n β -kerroin on korkeampi kuin OLS- tai FGLS-analyysissä, mutta tuojavaltion BKT:n β -kerroin on puolestaan matalampi kuin aikaisemmissa kahdessa regressioanalyysissä.

Etäisyyden β -kerroin saa arvon -0,84, mikä on matalampi arvo kuin OLS- ja FGLS-regressioanalyysissä. Näin ollen PPML-mallilla arvioituna etäisyyden kasvun heikentävä vaikutus on pienempi kuin OLS- tai FGLS-analyysillä arvioituna.

Etäisyyden vaikutus on myös PPML-menetelmää hyödyntäen suurempi EU-maiden välisessä viennissä kuin viennissä keskimäärin. Etäisyyden estimoitu β -kerroin sai EU-maiden välisessä viennissä arvon -1,14, joka on 0,3 yksikköä pienempi kuin viennin estimaattorin β -kerroin, kun mukana on vienti sekä EU-maihin että EU:n ulkopuolisiin maihin. PPML-menetelmällä ei saatu myöskään vuonna 2018 merkitsevää tulosta etäisyyden vaikutukselle vientiin, kun otettiin huomioon vienti vain EU-maasta EU-maiden ulkopuolelle.

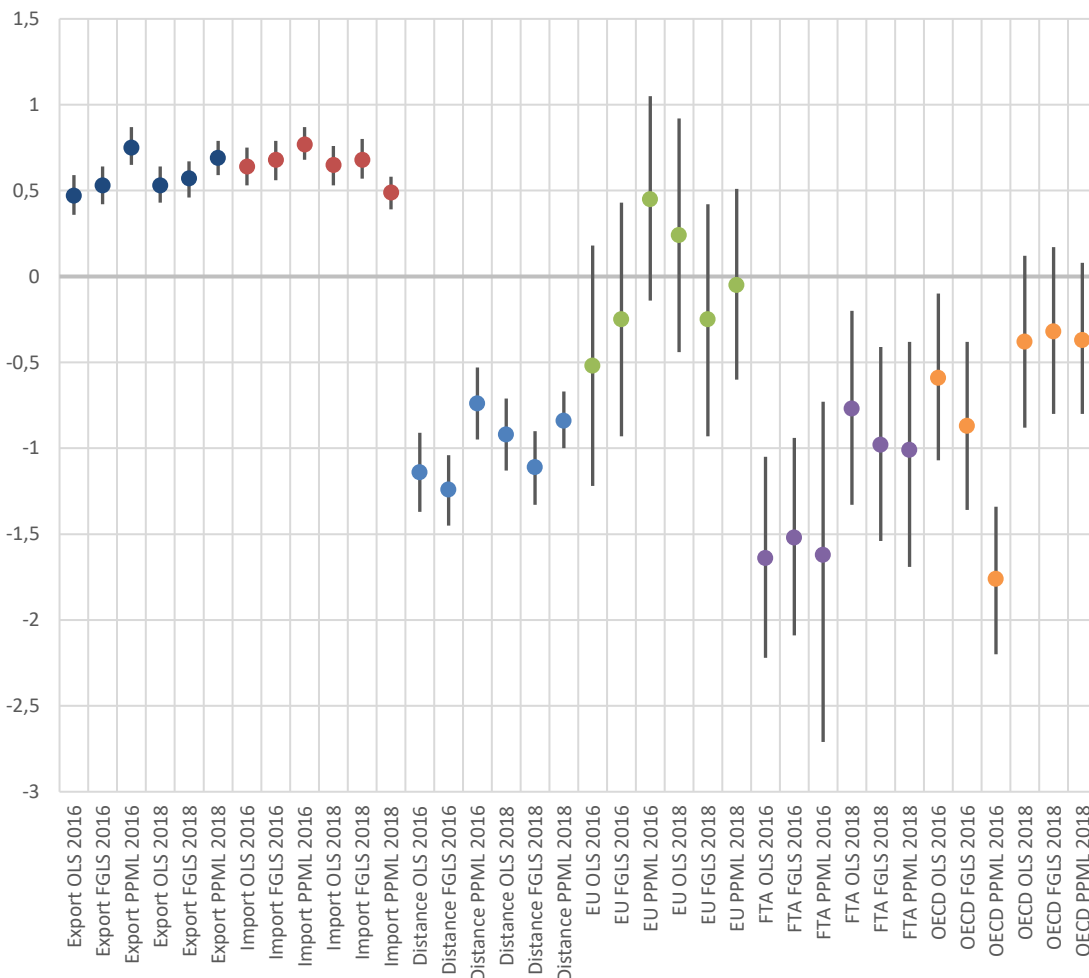
Kauppasopimusten vaikutusta mittaava dummy-muuttuja ”FTA” saa β -kertoimen arvoksi -1,01, joka on lähes sama kuin FGLS-regressioanalyysin vastaava arvo -0,98, mutta OLS-analyysissä kyseisen β -kertoimen arvo on pienempi, ollen -0,77.

Käydään seuraavaksi läpi, miten vuosien 2016 ja 2018 tulokset eroavat toisistaan regressioanalyseissa. Tarkastellaan myös, miten tulokset eroavat eri regressioanalyysien välillä.

5.1.3 EU-maiden vuosien 2016 ja 2018 HS 3915-muovijätteiden viennin analyysien vertailu

Vaikka vuosien 2016 ja 2018 regressioanalyysien tulokset ovat samansuuntaisia, on niissä silti havaittavissa eroja. Molemmissa aineistoissa on kulloisenkin vuoden kaikki toteutunut muovijätevienti kaikista EU-maista kaikkiin kulloisenkin EU-maan kauppakumppanimaihin. Vuoden 2016 aineistossa on yhteensä 985 havaintoriviä ja vuoden 2018 aineistossa 1071 havaintoriviä. Tämä johtuu siitä, että osa jäsenmaista vei muovijätettä vuonna 2018 maihin, joihin ne eivät vieneet vuonna 2016 tai toisinpäin.

Kaaviossa (11) on kerättyinä kaikkien regressioanalyysien estimaattoreiden arvot ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2016 aineistolle että vuoden 2018 aineistolle.



Kaavio 11: Tutkimuksen regressioanalyysien estimaattoreiden arvot ja 95 % luottamusvälit

Kaaviosta (11) huomaa, että kaikki kolme regressioanalyysia saavat merkitsevät tulokset, eli 95 % luottamusväli huomioiden estimaattori ei saa sekä positiivisia että negatiivisia arvoja, viejä- ja tuojamaiden bruttokansantuotteelle, etäisyydelle, kauppasopimusmuuttujalle sekä vuoden 2016 aineistolla OECD-jäsenyydelle. Muutokset ovat vuosien välillä hyvin vähäisiä BKT-estimaattoreiden osalta, mutta etäisyyden ja kauppasopimusmuuttujien kohdalla erot vuosien 2016 ja 2018 välillä ovat suuremmat. Etäisyyttä kuvaavien estimaattoreiden saamat arvot kasvavat sekä OLS- että FGLS-malleissa vuodesta 2016 vuoteen 2018. Tämä tarkoittaa sitä, että mallien mukaan etäisyyden negatiivinen vaikutus viennin määrään pienenee vuodesta 2016 vuoteen 2018. Ero on suurempi OLS-mallissa kuin FGLS-mallissa. Suurimmat muutokset OLS- ja FGLS-malleissa ovat nähtävissä kauppasopimuksia kuvaavissa FTA-muuttujissa. Kauppasopimuksen olemassaolon negatiivinen vaikutus pienenee merkittävästi vuodesta 2016 vuoteen 2018 molemmissa malleissa. Tämä tarkoittaa sitä, että kauppa on siirtynyt kohti maita, joiden kanssa EU:lla on voimassa oleva kauppasopimus. Kuitenkin kauppasopimuksilla on edelleen vuonna 2018 negatiivinen vaikutus muovijätteiden vientiin, mikä tarkoittaa sitä, että EU-maat edelleen vievät enemmän muovijätteitä maahan j, jonka kanssa ei ole voimassa olevaa kauppasopimusta kuin maahan u, joka on muuten samanlainen kuin maa j, mutta johon on voimassa oleva kauppasopimus.

PPML-mallin tulosten erot poikkeavat OLS- ja FGLS-mallien tulosten eroista, sillä bruttokansantuotteiden ja etäisyyden muuttujien arvojen muutokset ovat päinvastaisia kuin OLS- ja FGLS-malleissa. PPML-mallin tulosten mukaan bruttokansantuotteita kuvaavien estimaattoreiden arvot pienenevät vuodesta 2016 vuoteen 2018. Tämä tarkoittaa sitä, että tuojaja- ja viejämaiden bruttokansantuotteen kasvaessa EU-maiden muovijätteiden vienti ei kasva yhtä paljon vuonna 2018 kuin vuonna 2016. Tulokset olivat päinvastaisia OLS- ja FGLS-mallien kohdalla, vaikkakin näissä malleissa kyseisten estimaattoreiden kasvut vuodesta 2016 vuoteen 2018 olivat vähäisiä.

Kauppasopimusten voimassaoloa kuvaavan FTA-muuttujan estimaattorin arvon muutos on PPML-mallissa samansuuntainen kuin OLS- ja FGLS-mallissa. Myös PPML-mallissa suurin muutos on nähtävissä juuri FTA-muuttujan estimaattorin arvossa. Muutos on PPML-mallissa positiivinen ja estimaattorin arvo kasvaa -1,62:sta -1,01:een.

5.1.4 Aineistolle tehdyt tilastollisia ominaisuuksia mittaavat testit

Tutkielmaa varten tehtiin sekä vuoden 2016 että vuoden 2018 aineistoille testejä, joilla selvitettiin, onko aineistoissa ominaisuuksia, jotka tulee ottaa huomioon tutkimuksen

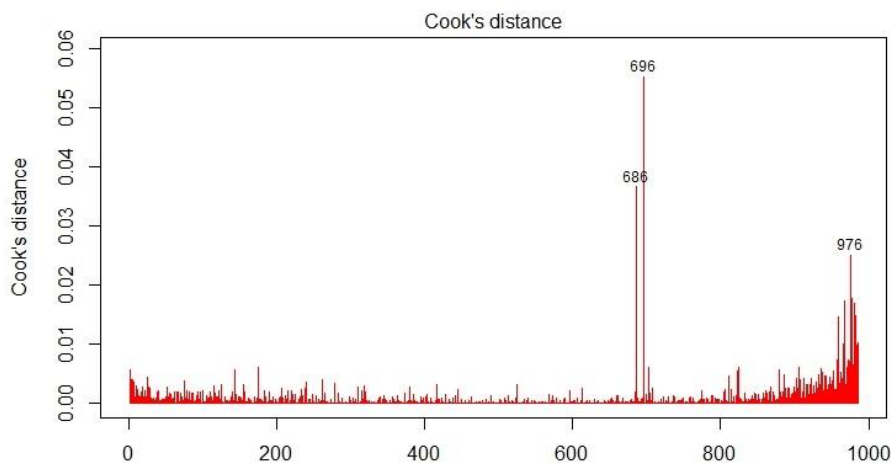
tuloksia analysoitaessa. Tehdyillä testeillä tarkistettiin, löytyykö aineistosta poikkeavia havaintoja, multikollinearisuutta tai homoskedastisuutta.

5.1.4.1 Poikkeavat havainnot

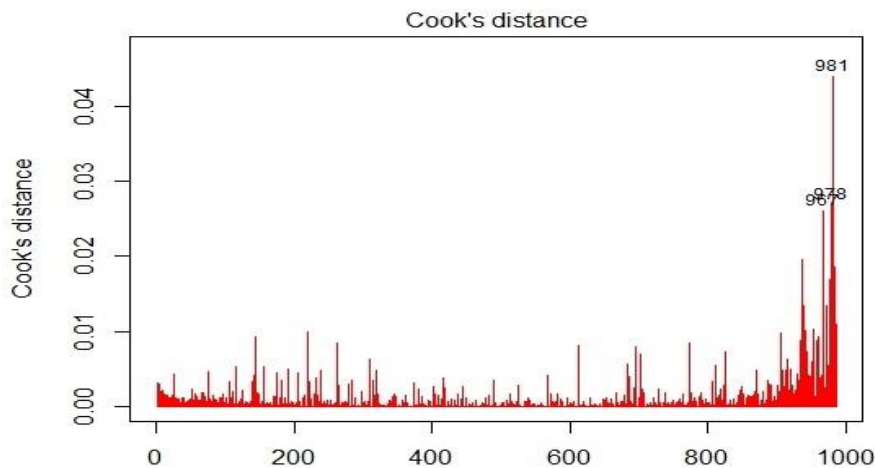
Ensimmäisenä tutkittiin, löytyykö aineistoista poikkeavia havaintoja. Poikkeava havainto on jonkin muuttujan saama arvo, joka eroaa merkittävästi muista aineiston havaituista arvoista. Poikkeavat havainnot voivat vääristää tilastollisia tunnuslukuja, kuten aineiston keskiarvoa tai regressiosuoraa. (Tilastokeskus, 2019)

Tutkielmassa käytetään mahdollisten poikkeavien havaintojen paikantamiseen aineistoista Cookin etäisyyttä. Cookin etäisyys näyttää jokaisen selittävän muuttujan havainnon vaikutuksen selitettävän muuttujan vastearvoihin. Mitä suurempi Cookin etäisyyden arvo on, sitä suurempi on havainnon painoarvo selitettävän muuttujan vastearvoon. Näkemykset siitä, milloin havainto voi olla poikkeava, vaihtelevat kirjallisuudessa, mutta jonkun havainnon Cookin etäisyyden poiketessa merkittävästi muiden havaintojen Cookin etäisyydestä on havainto syytä ottaa lähempään tarkasteluun.

Vuoden 2016 aineistosta tehdyille OLS- ja FGLS-regressioanalyysille tehdyissä Cookin etäisyyden testeissä löytyy muutamia havaintoja, jotka saavat korkeamman arvon verrattuna suuren havaintomassan Cookin etäisyyden arvoon. Alla olevissa kuvissa on molemmille regressioanalyysille tehtyjen Cookin etäisyys -testien tulokset.



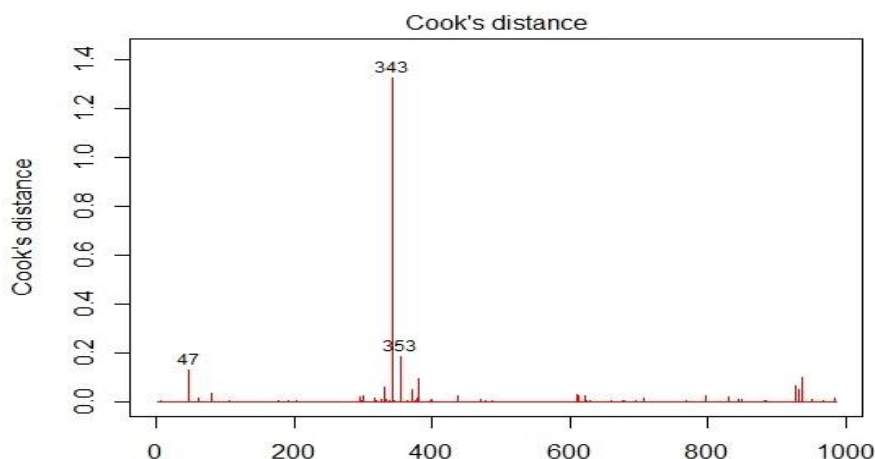
Kuva 9: Vuoden 2016 OLS-regressioanalyysille tehdyn Cookin etäisyys -testin tulos



Kuva 10: Vuoden 2016 FGLS-regressioanalyysille tehdyn Cookin etäisyys -testin tulos

OLS- ja FGLS-regressioanalyysien tapauksissa kaikkien havaintojen Cookin etäisyyden arvot jäävät varsin lähelle nollaa. Korkein Cookin etäisyyden arvo on OLS:n kohdalla alle 0,06 ja FGLS:n kohdalla alle 0,05. Tutkimuksen kannalta ei ole tarpeellista poistaa kyseisiä havaintoja aineistoista tehdessä OLS- ja FGL-regressioanalyyseja.

PPML-analyysille tehdystä Cookin etäisyys -testistä yksi havainto saa selvästi muista poikkeavan arvon. Tämä havainto on Saksan muovijätteiden vienti Kiinaan.



Kuva 11: Vuoden 2016 PPML-regressioanalyysille tehdyn Cookin etäisyys -testin tulos

Cookin etäisyyden arvo havainnolle 343, eli Saksan muovijätteiden viennille Kiinaan, on lähes 1,3, mikä on merkittävästi suurempi kuin muiden havaintojen arvo. Tästä syystä kyseistä havaintoa voidaan pitää poikkeavana. Poikkeavuus johtuu siitä, että

Saksan vienti Kiinaan on verrattuna muihin havaintoihin huomattavan suuri, minkä vuoksi kyseisen havainnon vaikutus koko analyysin tulokseen korostuu merkittävästi. Tästä syystä koin tarpeelliseksi tarkastella PPML-mallin avulla vuoden 2016 aineistoa niin, että havaintoarvo 343 on poistettu aineistosta.

Vuoden 2016 PPML-regressioanalyysi, josta on poistettu havaintoarvo 343, tulokset eroavat joiltakin osin tuloksista, jotka sisältävät havaintoarvon 343. Merkittävimmät erot löytyvät tuoja- ja viejämaiden bruttokansatuotteen estimaattorista.

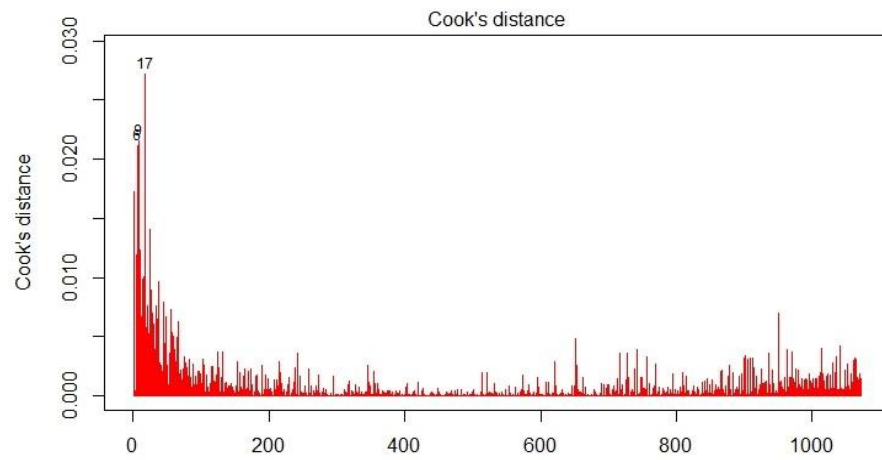
2016	PPML
BKT viejävaltio	0,671****
BKT tuojavaltio	0,672****
Etäisyys	-0,739****
EU	0,283
FTA	-1,725***
OECD	-1,44****
Vakio	-115,745****
Havaintojen lukumäärä	984

*p-arvo<0,1; **p-arvo<0,05; ***p-arvo<0,01; ****p-arvo<0,001

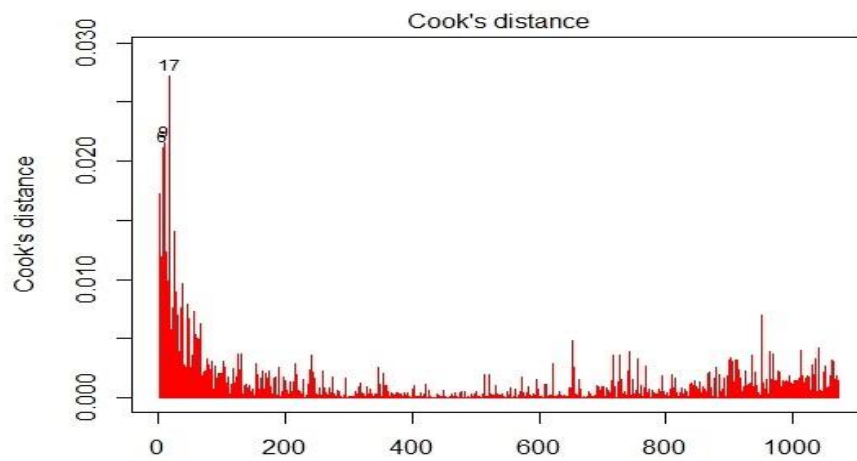
Taulukko 7: Vuoden 2016 aineistolle tehty PPML-regressioanalyysi, josta on poistettu Saksan muovijätteen vienti Kiinaan

Tuojavaltion bruttokansantuotteen estimaattorin arvo pienenee noin 0,1 yksikköä ja vastaava estimaattorin arvo viejävaltion kohdalla pienenee noin 0,08 yksikköä. Jokaisen tilastollisesti merkitsevän estimaattorin arvo pysyy kuitenkin samansuuntaisena kuin tuloksessa, jossa oli mukana Saksan vienti Kiinaan. Näin ollen tuloksia analysoitaessa käytän alkuperäisen PPML-analyysin tuloksia, sillä muutokset eivät muuta regression suuntaa, ja Saksan muovijätteen vienti Kiinaan ei sisällä mittaus- tai tilastointivirhettä.

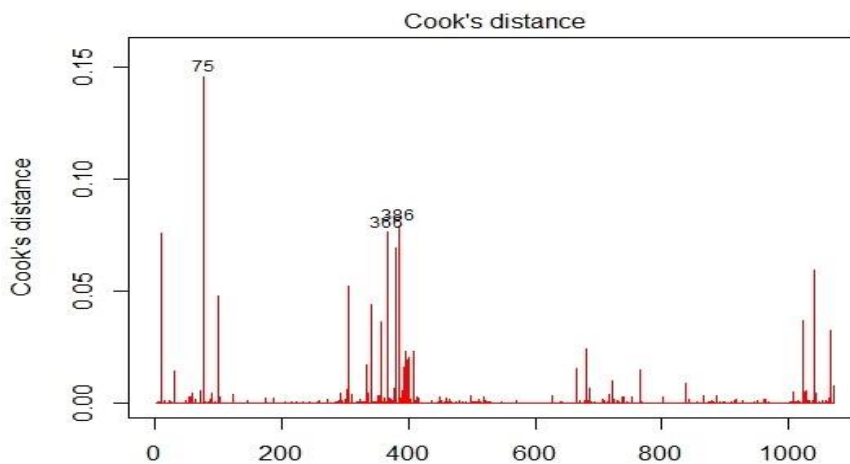
Vuoden 2018 aineistolle tehdyissä OLS-, FGLS- ja PPML-regressioanalyysissä ei löytynyt merkittäviä poikkeavia havaintoja. Tehtyjen Cookin etäisyys -testien mukaan korkein Cookin etäisyys -arvo havainnolle on OLS-analyysissä alle 0,03, FGLS-analyysissä alle 0,03 ja PPML-regressioanalyysissä alle 0,15. Kaikissa kolmessa Cookin etäisyys -testissä korkein arvo jää lähelle nollaa. Vuoden 2018 aineiston osalta ei ole tarvetta poistaa poikkeavia havaintoja minkään regressioanalyysin kohdalla.



Kuva 12: Vuoden 2018 OLS-regressioanalyysille tehdyn Cookin etäisyys -testin tulos



Kuva 13: Vuoden 2018 FGLS-regressioanalyysille tehdyn Cookin etäisyys -testin tulos



Kuva 14: Vuoden 2018 PPML-regressioanalyysille tehdyn Cookin etäisyys -testin tulos

Merkittävästi poikkeavia havaintoja ei Cookin etäisyys -testin avulla löytynyt muualta kuin vuoden 2016 aineistosta tehdystä PPML-analyysistä. Kyseisessäkin tapauksessa poikkeava havainto ei muuttanut regressioiden suuntaa. Näin ollen teen analyyseista tehtävät johtopäätökset alkuperäisten aineistojen pohjalta tehdyistä regressioanalyyseistä.

5.1.4.2 Multikollineaarisuus

Tutkimuksen kannalta on tarpeellista tarkastella myös selittävien muuttujien mahdollista multikollineaarisuutta. Multikollineaarisuudella tarkoitetaan tilannetta, jossa selittävät muuttujat ovat vahvasti keskenään korreloivia. (Farrar and Glauber, 1967)

Mahdollinen multikollineaarisuus vaikuttaa ennen kaikkea tutkimukseni regressioanalyysien tulosten analysointiin. Mikäli selittävät muuttujat olisivat vahvasti keskenään korreloivia, olisi selittävien muuttujien painoarvoa selitettävän muuttujan muutoksiin vaikea yksilöidä selittävien muuttujien välillä.

Testataan regressioanalyyseissa mahdollisesti esiintyvää multikollineaarisuutta VIF-testillä eli varianssin inflaatiotekijättestillä. VIF-testin tulosten ollessa alle viisi ei selittävät muuttujat ole keskenään multikollineaarisia. Mikäli regressioanalyysissä esiintyisi multikollineaarisuutta, saattaisi osa muuttujista olla regressioanalyysissä tarpeettomia. (Akinwande, Dikko and Samson, 2015)

Alla olevassa taulukossa (6) ovat vuoden 2016 aineistolla tehdyille OLS-, FGLS- ja PPML-regressioanalyysille tehdyt VIF-testit.

VIF-testi	2016 OLS	2016 FGLS	2016 PPML
GDP EXPORT	1,075979	1,071735	1,026469
GDP IMPORT	1,354607	1,446851	1,566207
DISTANCE	2,626509	2,281723	4,040534
EU	4,446471	4,599974	5,692101
FTA	1,822641	2,363451	1,194556
OECD	2,157141	2,075222	2,912898

Taulukko 8: Vuoden 2016 aineistolle tehtyjen VIF-testien tulokset

Taulukosta (6) näkee, että ainoastaan PPML-regressioanalyysin EU-muuttuja saa arvon, joka on yli viisi, muuten multikollineaarisuutta ei esiinny. EU-muuttujan multikollineaarisuus ei ole tutkimuksen kannalta merkitystä, sillä kyseinen muuttuja ei ole tilastollisesti merkitsevä eikä sen estimaattorin arvoja näin ollen analysoida tutkimuksessa. Mikään tilastollisesti merkitsevä muuttuja ei ole haitallisesti multikollineaarinen.

Taulukossa (7) on VIF-testien tulokset vuoden 2018 aineistolle tehdyille OLS-, FGLS- ja regressioanalyysille.

VIF-testi	2018 OLS	2018 FGLS	2018 PPML
GDP EXPORT	1,059962	1,060118	1,030650
GDP IMPORT	1,473546	1,455537	1,453430
DISTANCE	2,579251	2,507926	2,619189
EU	4,816324	5,009680	4,569077
FTA	2,036000	2,174356	1,640712
OECD	2,574699	2,436904	2,624250

Taulukko 9: Vuoden 2018 aineistolle tehtyjen VIF-testien tulokset

Kuten vuoden 2016 kohdalla, myös vuoden 2018 regressioanalyysissä ainoastaan EU-muuttuja arvo saa yhdessä VIF-testissä arvon, joka on yli viisi. EU-muuttujan sama arvo ylittää raja-arvon viisi FGLS-regressioanalyysille tehdyssä VIF-testissä. EU-muuttuja ei tässäkään tapauksessa ole tilastollisesti merkitsevä, joten VIF-testin tulos kyseisen muuttujan kohdalla ei ole tämän tutkimuksen kannalta merkityksellinen. Samoin kuin vuonna 2016 ei mikään tilastollisesti merkitsevä muuttuja ole haitallisesti multikollineaarinen vuoden 2018 aineistolla tehdyissä regressioanalyysissä.

5.1.4.3 Homoskedastisuus

Poikkeavien arvojen ja multikollineaarisuuden lisäksi selvitetään, esiintykö käytettävissä aineistoissa heteroskedastisuutta vai ovatko aineistot homoskedastisia. Homoskedastisuudella tarkoitetaan sitä, että regressiomallin virhetermeillä on sama varianssi ja heteroskedastisuudella puolestaan sitä, että kaikilla jäännöstermeillä ei ole sama

variassi. Heteroskedastisuus voi heikentää OLS-regressioanalyysin luotettavuutta, sillä kyseisen regressioanalyysin oletuksiin kuuluu aineiston homoskedastisuus. (Mellin, 2006)

Alla olevassa kuvassa (20) on OLS-regressioanalyysien Breusch-Pagan (BP) -testien tulokset sekä vuodelle 2016 että vuodelle 2018. BP-testi kertoo, esiintyykö aineistossa heteroskedastisuutta. Mikäli testin P-arvo on yli 0,05 niin aineisto on homoskedastinen, jos taas P-arvo on alle 0,05 on aineisto heteroskedastinen.

```
> bptest(Regression2016)

      studentized Breusch-Pagan test

data:  Regression2016
BP = 21.264, df = 6, p-value = 0.001645

> bptest(Regression2018)

      studentized Breusch-Pagan test

data:  Regression2018
BP = 14.806, df = 6, p-value = 0.02182
```

Kuva 15: Breusch-Pagan-testin tulokset vuosien 2016 ja 2018 aineistoille

Kuten kuvasta (20) näkee, ovat sekä vuoden 2016 että 2018 aineistot heteroskedastisia, sillä molempien testien P-arvot ovat alle 0,05. Näin ollen OLS-regressioanalyysi ei ole paras mahdollinen analyysi, sillä molemmat aineistot ovat heteroskedastisia.

Seuraavassa luvussa 6 tarkastellaan lähemmin analyysien tuloksia ja avataan tarkemmin, mitä selittävien muuttujien estimaattoreiden arvoissa tapahtuneet muutokset kertovat EU-maiden muovijätteiden viennin muutoksesta vuosien 2016-2018 aikana. Samalla pohditaan, miten Kiinan muovijätteiden tuontikielto on voinut vaikuttaa estimaattoreiden arvoissa tapahtuneisiin muutoksiin.

6 PÄÄTELMÄT JA YHTEENVETO

Edellisessä luvussa esiteltiin tutkielman tilastollisten analyysien tulokset kaikkien kolmen käytetyn tilastollisen menetelmän osalta. Tässä luvussa perehdytään tarkemmin siihen, mitä havaintoja tuloksista on tehtävissä, miten tulokset vastaavat tutkielmassa esiteltyä teoriaa ja ovatko tutkimuksen tulokset yhteneväisiä aikaisemman tutkimuksen kanssa. Lisäksi luvun lopussa on tutkielman yhteenveto, jossa kootaan tutkielman yhteen ja pohditaan mahdollisia jatkotutkimusaiheita. Päätelmissä pyritään myös hieman hahmottamaan EU-maiden muovijätekaupan tulevaisuutta – mihin kansainvälinen muovijätekauppa on menossa ja mikä sen merkitys tulevaisuudessa on.

Tutkielmassa tutkittiin sitä, miten tuoja- ja viejävaltioiden bruttokansantuotteet, maiden välinen etäisyys, tuojamaan mahdollinen EU- tai OECD-jäsenyys tai EU:n mahdollinen kauppasopimus tuojamaan kanssa korreloi EU-maiden muovijätteiden viennin kanssa. Kaikkien kolmen tilastollisen menetelmän, OLS-, FGLS-, ja PPML-menetelmän, tulokset olivat tilastollisesti merkitseviä bruttokansantuotteiden, etäisyyden ja kauppasopimusten estimaattoreiden kohdalla sekä vuonna 2016 että vuonna 2018. Tulokset olivat myös kaikissa kolmessa mallissa samansuuntaiset: Muovijätteiden vienti korreloi positiivisesti sekä tuoja- että viejävaltioiden bruttokansantuotteiden kanssa ja negatiivisesti etäisyyden ja kauppasopimusten kanssa. Käsitellään seuraavaksi jokaista tilastollisesti merkitsevää muuttujaa erikseen.

Tämä tutkielma on tapaustutkimus, joka on selkeästi sidottu tiettyyn aikaan ja tiettyihin toimijoihin kansainvälisessä muovijätekaupassa. Tutkimuksen tulokset etenkin etäisyyden ja bruttokansantuotteen suhteen sopivat kuitenkin erittäin hyvin yhteen aikaisempien tutkimusten kanssa. Näin ollen tämäkin tutkielma puoltaa sitä, että kansainvälinen muovijätekauppa noudattaa gravitaatiomallin oletuksia.

6.1 Bruttokansantuotteen vaikutus

Krugman ja Obstfeld (2010) argumentoivat, että gravitaatiomallin mukaan viejä- ja tuojamaiden bruttokansantuotteiden vaikutus kaupan määrään on positiivinen ja molempien bruttokansantuotteiden vaikutus on lähes samansuuruinen. Tämä on nähtävissä myös tämän tutkimuksen tuloksissa, sillä OLS-, FGLS- ja PPML-malleissa bruttokansantuotteiden selittävien muuttujien estimaattoreiden arvot ovat positiivisia ja viejä- ja tuojamaiden kertoimet ovat lähellä toisiaan. Suurin ero viejä- ja tuojamaan BKT-kertoimen välillä

on vuoden 2018 PPML-mallin tuloksissa, jossa viejämään BKT:n estimaattorin kerroin on 0,69 ja tuojamaan 0,49, muissa tuloksissa ero on tätäkin pienempi.

Bruttokansantuotteiden vaikutusten tulokset ovat myös yhteneväiset aikaisempien tutkimusten kanssa. Positiivinen korrelaatio viejä- ja tuojavaltioiden bruttokansantuotteiden ja muovijätteen viennin välillä esiintyi myös Higashidan ja Managin (2014) tutkimuksessa sekä Baggsin (2009) tutkimuksessa.

Higashida ja Managi käyttivät tutkimuksessaan PPML-mallia ja heidän saamansa estimaattoreiden arvot ovat lähellä tämän tutkimuksen PPML-mallin estimaattoreiden arvoja. Viejävaltion BKT:n estimaattorin arvo Higashidan ja Managin (2014) tutkimuksessa on HS 391530 -muovijätteille 0,615, kun tässä tutkimuksessa viejävaltion BKT:n estimaattorin arvot ovat 0,75 ja 0,69. Tuojavaltion BKT:n estimaattoreiden arvot vaihtelivat Higashidan ja Managin (2014) tutkimuksessa muovijätelajista riippuen 0,49 ja 0,76 välillä. Kyseiset arvot ovat lähellä tämän tutkimuksen PPML-mallin tuloksia, jotka olivat vuodelle 2016 0,77 ja vuodelle 2018 0,49.

Vuosien 2016 ja 2018 välillä ei bruttokansantuotteiden estimaattoreiden arvojen välillä tapahtunut erityisen suuria muutoksia. Tämän lisäksi muutokset olivat erisuuntaisia eri tilastollisia menetelmiä hyödyntäessä. OLS- ja FGLS-malleissa bruttokansantuotteiden estimaattoreiden arvot kasvoivat hieman sekä tuoja- että viejävaltioiden osalta, mutta PPML-mallissa estimaattoreiden arvot laskivat. Merkittävin muutos näkyy PPML-mallissa tuojavaltion bruttokansantuotteen estimaattorissa, joka pieneni 0,28 yksikköä 0,77:sta 0,49:ään.

Tutkimus empiirinen näyttö osoittaa, että EU-maiden muovijätteen vienti noudattaa gravitaatiomallin odotuksia tuoja- ja viejämaiden BKT:n korrelaatiosta muovijätteen kaupan suhteen. Tämä tulos ei ole yllättävä, sillä BKT:n kasvaessa maassa syntyy enemmän jätettä ja maan kaupan volyymit kasvavat. On siis luonteva tulos, että bruttokansantuotteella mitattuna suuremmat valtiot sekä vievät että tuovat enemmän muovijätettä kuin pienemmät valtiot. Yksi selittävä tekijä BKT:n ja muovijätteen viennin ja tuonnin välillä on väestön koko, sillä väestön koko korreloi positiivisesti sekä bruttokansantuotteen että jätteen synnyn kanssa. (Higashida and Managi, 2014)

6.2 Etäisyyden vaikutus

Etäisyyden vaikutus muovijätteen vientiin on negatiivinen kaikkien kolmen tilastollisen mallin mukaan sekä vuonna 2016 että vuonna 2018. Tämä tarkoittaa sitä, että maiden välisen etäisyyden kasvaessa muovijätteen vienti pienenee EU-maasta

tuojamaahan muiden tekijöiden pysyessä muuttumattomina. Tämä tulos on linjassa gravitaatiomallin oletusten kanssa. Muun muassa Baier ja Standaert (2020) argumentoivat, että gravitaatiomallin oletusten mukaan etäisyyden kasvaessa maiden välillä myös maiden välinen kauppa vähenee, eli etäisyyden estimaattorin kertoimen arvo on negatiivinen. Tämä on yksi gravitaatiomallin perusoletuksista.

Higashidan ja Managin (2014), Baggsin (2009) ja Kellenbergin (2012) tutkimusten tulokset ovat yhteneväiset tämän tutkimuksen tulosten kanssa. Näissäkin tutkimuksissa muovijätteen vienti korreloi negatiivisesti etäisyyden kasvun kanssa. Tulokset ovat siis linjassa sekä gravitaatiomallin teorian kanssa sekä aikaisemman tutkimustiedon kanssa.

Etäisyyden estimaattorin arvon muutos vuosien 2016 ja 2018 välillä ei ole tutkimuksen käytettyjen tilastollisten mallien välillä yhteneväinen. OLS- ja FGLS-malleissa etäisyyden negatiivinen korrelaatio pienenee vuodesta 2016 vuoteen 2018, mutta PPML-mallissa vaikutus on päinvastainen. Tämä johtaa siihen, että vuoden 2018 etäisyyden estimaattoreiden arvot ovat tilastollisten mallien kesken lähempänä toisiaan kuin vuonna 2016. Tämä voi johtua mallien erilaisesta tavasta käsitellä aineistoa. Mallista riippumatta muutokset eivät ole valtavan suuria vuosien 2016 ja 2018 välillä, vaan negatiivinen korrelaatio on vahva jokaisessa mallissa kumpanakin testivuotena.

On huomionarvoista, että etäisyyden negatiivinen vaikutus on suurempaa sekä vuonna 2016 että vuonna 2018 viennin ollessa EU-maiden välistä. Tätä voi selittää esimerkiksi yhteinen raja maiden välillä. Perinteisesti EU-maiden suuria kauppakumppanimaita ovat olleet maiden lähimmät rajanaapurit, esimerkiksi Suomen kokonaisvientit Ruotsiin on merkittävästi suurempaa kuin Belgiaan, vaikka valtiot ovat asukasluvultaan ja bruttokansantuotteeltaan suhteellisen samankokoisia.

Tutkimuksen tulokset eivät ole yllättäviä, kun pohtii taustalla olevaa vahvaa näyttöä sekä teoriasta että aikaisemmista tutkimuksista. Tulokset osoittavat muovijätteen käyttäytymisen kansainvälisessä kaupassa normaalin hyödykkeen tapaan. Muovijätteen viennin vähentymistä etäisyyden kasvaessa voi selittää esimerkiksi kasvavat kuljetus- ja aikakustannukset, mitkä muun muassa Krugman ja Obstfeld (2010) listaavat etäisyyden negatiivisen vaikutuksen syyksi.

6.3 Kauppasopimusten vaikutus

Kauppasopimuksia kuvaava FTA-dummymuuttujan kertoimen arvo on kaikkien tutkimuksessa käytettyjen mallien tulosten osalta negatiivinen sekä vuonna 2016 että vuonna 2018. Tämä tarkoittaa sitä, että EU-maat vievät vähemmän muovijätettä maahan,

jonka kanssa EU:lla on kauppasopimus kuin maahan, jonka kanssa EU:lla ei ole kauppasopimusta *Ceteris paribus*. Tämä voi osittain johtua siitä, että EU-maiden muovijätteen viennin suurimpien kohdemaiden joukossa on muun muassa Kiina, Hong Kong, Vietnam ja Malesia, joiden kanssa EU:lla ei ollut voimassa olevaa kauppasopimusta.

Kauppasopimuksia kuvaavan muuttujan estimaattorin kertoimet kasvoivat jokaisessa käytetyssä mallissa vuodesta 2016 vuoteen 2018. Muutokset olivat suuria vuosien välillä, sillä estimaattorin arvo kasvoi 0,54-0,87 yksikköä mallista riippuen. Muiden tässä tutkimuksessa käytettyjen tilastollisesti merkitsevien muuttujien arvojen muutokset olivat huomattavasti maltillisempia. Tämän lisäksi juuri kauppasopimuksia kuvaavien muuttujien estimaattorien arvot ovat ainoita, jotka muuttuivat kaikkia kolmea tilastollista menetelmää hyödyntäen. Näin ollen voidaan sanoa, että EU:n solmimat kauppasopimukset eivät korreloineet enää vuonna 2018 yhtä negatiivisesti muovijätteen viennin kanssa kuin vuonna 2016.

Tästä tuloksesta ei voi välttämättä päätellä, että EU:n solmimilla kauppasopimuksella on heikentävä vaikutus EU-maiden muovijätteen vientiin. EU-maiden muovijätteen vientiin vaikuttavat lukuisat tekijät, kuten muovijätteestä saatava hinta, kauppakumppanimaan muovijätteen käsittelykapasiteetti ja maiden välinen etäisyys. Näin ollen, vaikka kauppasopimuksen vaikutus olisikin positiivinen, saattaa sen estimaattori näyttäytyä negatiivisena, sillä muut tekijät voi vaikuttaa kaupan suuntautumiseen enemmän kuin mahdollinen kauppasopimus. Tästä syystä kausaalista suhdetta ei voi todentaa tutkielmassa käytettyjen testien avulla.

Tutkimustulosten avulla on jopa mahdollista argumentoida päinvastaisesti. Vuodesta 2016 vuoteen 2018 kauppasopimusten negatiivinen korrelaatio pieneni huomattavasti. Samaan aikaan EU-maiden muovijätteen vienti muuttui huomattavasti, sillä muovijätteen vienti Kiinaan tyrehtyi lähes kokonaan. Kauppasopimusten negatiivisen korrelaation pieneneminen vuodesta 2016 vuoteen 2018 voi viitata siihen, että vienti uudelleenohjautui herkemmin maihin, joiden kanssa on voimassa oleva kauppasopimus. Mikäli näin olisi, voisi olla mahdollista, että kauppasopimuksilla on positiivinen vaikutus etenkin uusien vientisuhteiden luomisessa. Yksi mahdollinen jatkotutkimuksen kohde on EU:n kauppasopimusten muovijätteen vientiin luomien vaikutusten tutkiminen laajemmin.

Pohtiessa syytä sille, miksi kauppasopimuksia kuvaavien muuttujien estimaattoreiden arvot kasvoivat niin voimakkaasti vuodesta 2016 vuoteen 2018 on hyvä huomata, että EU:lla ei ollut Kiinan kanssa voimassa olevaa kauppasopimusta tutkimusentekovuosina.

Näin ollen kauppasopimusten negatiivisen korrelaation voimakas pientyminen voi johduttaa Kiinaan kohdistuvan viennin tyrehtymisestä.

6.4 Yhteenveto

Tutkimuksessa käytettiin kansainvälisen kaupan gravitaatiomallia, joka olettaa, että kauppa maiden välillä vähenee etäisyyden kasvaessa ja kasvaa maiden bruttokansantuotteiden kasvaessa. Tutkielman tavoitteena oli selvittää, noudattaako EU-maiden muovijätteen vienti gravitaatiomallin oletuksia ja näkyykö vuosien 2016 ja 2018 välillä merkittäviä muutoksia EU-maiden muovijätteen viennissä. Tutkielmassa käytiin läpi kansainvälisen muovijätteen kaupan kehitystä ja esiteltiin tutkimuksen kannalta olennaista teoreettista aineistoa koskien muovijätteen kansainvälistä kauppaa ja gravitaatiomallia.

Tutkimuksen tulokset sopivat hyvin osaksi jatkumoa, jossa tutkitaan kansainvälistä muovijätteen kauppaa gravitaatiomallin avulla. Tutkimuksen regressiotulokset ovat linjassa teoreettisen pohjan ja aikaisemman tutkimuksen kanssa näin vahvistaen gravitaatiomallin robustisuutta.

Tutkielman tulokset osoittavat, että muovijätteen viennillä ja tuonnilla on positiivinen korrelaatio valtioiden bruttokansantuotteiden kanssa. Tämä kertoo siitä, että maailman muovijätteen kaupassa suurta osaa näyttelee suuret kansantaloudet. Muovijätteen kauppa on myös hyvin kansainvälistä, sillä siihen osallistuu lähes jokainen maapallon valtio. Näin ollen kannustin- ja sääntelyjärjestelmä muovijätteen kaupan ympärillä tulisi olla mahdollisimman monenkeskinen ja kattaa suuret kansantaloudet. Jotta muovijätettä voidaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti on tärkeää varmistaa, että muovijäte on maailmanlaajuisesti mahdollisimman tasalaatuista ja kierrätetty samojen standardien mukaisesti. Tämä helpottaa muovijätteen uudelleenkäsittelyä uusioraaka-aineeksi. Tämän takia kannustin- ja sääntelyjärjestelmä, joka edelleen parantaa muovijätteen globaalia tasalaatuisuutta voisi edistää muovijätteen tehokasta hyödyntämistä maailmanlaajuisesti.

Muutokset vuosien 2016 ja 2018 välillä eivät olleet erityisen suuria lukuun ottamatta kauppasopimusten vaikutusta muovijätteen vientiin. Kauppasopimusten negatiivisen korrelaation selvä vähentyminen vuodesta 2016 vuoteen 2018 voi olla viesti siitä, että yhden suuren kauppakumppanin poistuessa muovijättemarkkinoilta suuntautuu EU-maiden muovijätteen vienti jatkossa vahvemmin maihin, joiden kanssa EU:lla on

voimassa oleva kauppasopimus. Tämän hypoteesin tutkiminen on yksi varteenotettava jatkotutkimuksen aihe.

Kansainvälinen muovijätekauppa on kokenut suuria muutoksia viimeisen 10 vuoden aikana. Suurin osa merkittävistä muutoksista on lähtöisin ennen kaikkea poliittisista päätöksistä, joiden avulla on pyritty sääntelemään muovijätteiden kansainvälistä kauppaa. Kansainvälisen muovijätekaupan katsotaan aiheuttavan monia ongelmia erityisesti muovijätettä tuovan valtion luonnolle ja ympäristölle. Ympäristöhaitat korostuvat etenkin maissa, joissa jätteiden käsittelyyn liittyvät ympäristöstandardit ja lainsäädäntö eivät ole kireitä. Ympäristön saastuminen ja pilaantuminen jätteiden käsittelyn seurauksena on tavallisempaa matalamman tulotason maissa, sillä matalamman tulotason maissa ympäristöstandardeilla ja lainsäädännöllä on taipumus olla heikompaa kuin korkean tulotason maissa.

Jätteiden tuonnin aiheuttamaa ympäristön saastumista on pyritty hillitsemään monissa keskituloisissa ja matalan tulotason maissa kansallisella politiikalla, josta paras esimerkki on Kiinan muovijätteiden tuontikielto vuodelta 2017. Tämän kaltaiset politiikkatoimet vaikuttavat merkittävästi siihen, mihin kansainvälinen muovijätekauppa suuntautuu tulevaisuudessa ja kuinka paljon kansainvälistä muovijätekauppaa ylipäättensä tulevaisuudessa käydään. Toinen merkittävä politiikkatoimi on vuoden 2021 alusta voimaan astunut asetus, joka kieltää EU-maita viemästä muovijätteitä OECD:n ulkopuolisiin maihin. Tämä tulee muuttamaan merkittävästi EU-maiden muovijätteiden vientiä, sillä EU-maiden suurista kauppakumppaneista muun muassa Malesia, Indonesia, Vietnam ja Ukraina eivät ole OECD:n jäseniä. Tämän tutkielman regressioanalyysit antavat jo viitteitä EU-maiden pyrkimyksestä keskittää muovijätevientiä EU- ja OECD-maihin, sillä vuoden 2016 regressioanalyysien tuloksista on nähtävissä negatiivinen korrelaatio OECD-jäsenyyden ja muovijätteiden viennin välillä, mutta tätä korrelaatiota ei ollut havaittavissa enää vuonna 2018.

Mikäli muovijätekauppaa säännöstellään tulevaisuudessa nykyistäkin tiukemmin sekä kansainvälisillä että kansallisilla toimilla, vähenee muovijätettä tuovien valtioiden määrä entisestään. Tällä voi olla merkitystä muun muassa muovijätteestä saatavaan hintaan, jonka laskiessa muovijätteiden viennin kannattavuus laskee. Tämä voi johtaa siihen, että entistä suurempi osa muovijätteistä käsitellään kansallisesti eikä jätettä viedä ulkomaille käsiteltäväksi.

Ympäristön kannalta muovijätteiden kansainvälisen kaupan väheneminen voi olla positiivinen tai negatiivinen asia riippuen siitä, miten muovijäte käsitellään kaupan

vähentymisen jälkeen. Jos muovijäte olisi käsitelty tehokkaammin viennin ansiosta, olisi vaikutus ympäristön kannalta kokonaisuudessa negatiivinen. Jos taas viennin vähentyminen parantaa maan omaa muovijätteiden käsittelykapasiteettia ja kierrätysastetta, voi muovijätteiden viennin vähentymisellä olla ympäristön kannalta positiivinen vaikutus.

Euroopan unionin jäsenmaiden muovijätteiden vienti on vähentynyt merkittävästi 2010-luvulla. Muovijätteiden vienti EU:n ulkopuolelle on vähentynyt 68 prosenttia vuodesta 2010 vuoteen 2020 ja kehitys tulee jatkumaan samansuuntaisena myös tulevaisuudessa. Tästä antaa viitteitä erityisesti kiello viedä muovijätettä OECD-maiden ulkopuolelle. Tämä voi mahdollistaa uusia investointeja EU:n sisällä muovijätteiden käsittelylaitoksiin, sillä muovijätteiden kysynnän lasku viennin laskiessa laskee myös muovijätteiden hintoja EU:n sisällä. Tämä kannustaa investoimaan muovijätteiden käsittelylaitoksiin, sillä raaka-ainekustannukset laskevat tarjonnan kasvaessa, ja yhä useammasta investoinnista voi tulla kannattavampia hankkeita. Muovijäteviennin rakenne voikin muuttua niin, että EU:n sisällä osa maista erikoistuu muovijätteiden käsittelyyn ja muovijätekauppa siirtyy enenevässä määrin EU-maiden väliseksi kaupaksi.

Euroopan unionin komission muovijätteiden roolia kiertotaloudessa käsittelevässä strategiassa hahmotellaan EU:n tulevaisuutta muovijätteiden käsittelijänä. EU pyrkii lisäämään muovijätteiden lajittelu- ja kierrätyskapasiteettia jäsenmaissaan ja näin lisäämään uusiomuovin käyttöä. Näin ollen viennin laskulla voi olla EU:n omaa strategiaa edistäviä vaikutuksia 2020-luvulla.

EU-maiden muovijätteiden vientiä kannattaa tutkia myös jatkossa. Muutaman vuoden päästä on nähtävissä OECD-maiden ulkopuolelle viennin kieltävän asetuksen ensimmäisiä vaikutuksia EU-maiden muovijätteiden viennissä. Näiden vaikutusten tutkiminen taloustieteellisistä näkökulmista on merkittävää, sillä näin suuret vientirajoitukset eivät ole kansainvälisesti yleisiä. Aiheen kiinnostavuutta lisää myös se, että vielä vuonna 2020 hyvin merkittävä osa muovijäteviennistä suuntautui OECD-maiden ulkopuolelle.

Tässä tutkimuksessa ei saatu regressioanalyseissa dummy-muuttujalle ”EU” merkitseviä tuloksia kumpanakaan tutkimusvuonna eikä dummy-muuttujalle ”OECD” vuonna 2018. Tulevaisuudessa nämä selittävät muuttujat kannattaa ottaa uudelleen tarkasteluun, sillä erityisesti EU:n muovijätekielto muihin EU:n ulkopuolisiin maihin kuin OECD:n jäsenmaihiin voi vaikuttaa näiden muuttujien merkitsevyyteen huomattavasti.

Tutkimalla sitä, miten EU-maiden muovijätteiden kauppa sopeutuu uuteen markkinatilanteeseen, voi saada tärkeää uutta tietoa kansainvälisten markkinoiden toiminnasta

ja siitä, miten kansainvälisen kaupan rajoitukset vaikuttavat myös kotimaiseen tuotantoon eli tässä tapauksessa EU-maiden sisällä tapahtuvaan muovijätteiden käsittelyyn.

Tässä tutkielmassa tutkitaan EU-maiden muovijätteiden vientiä hyvin lyhyellä aikavälillä, vain vuosina 2016 ja 2018. 2010-luvulla alkanutta muovijätteiden viennin muutosta kannattaa jatkossa tutkia myös pidemmällä aikavälillä, jolloin mahdolliset muutokset viennissä on nähtävissä selkeämmin. Myös Kiinan-viennin tyrehtymisellä voi olla pitkän ja keskipitkän aikavälin vaikutuksia, joita ei huomaa näin lyhyellä tarkasteluvälillä.

Muovijätekaupan tutkiminen on erityisen tärkeää, sillä muovijätekauppa linkittyy vahvasti ihmiskunnan tulevaisuuden kannalta suuriin haasteisiin eli luonnon moninaisuuden säilymiseen ja ilmastonmuutoksen ratkaisemiseen. Onnistuneilla politiikkatoimilla ja sääntelyllä voidaan kansainvälinen muovijätekauppa ottaa osaksi ilmastonmuutoksen ratkaisemista, etenkin luomalla tehokkuuteen ja kiertotalouteen kannustavaa markkinaympäristöä. Muovijätteiden tehokkaampi hyödyntäminen uusioraaka-aineena on hyväksi sekä taloudelle tehokkuuden kasvaessa että luonnolle saastumisen vähentyessä. Mitä tehokkaampaa raaka-aineiden käyttömme on, sitä paremmin me ja ympäristö voimme. Näin ollen taloudellinen tehokkuus myös jätteiden käsittelyn osalta on hyödyksi meille kaikille. Toivon tämän tutkimuksen osaltaan lisäävän mielenkiittoa tutkimuksen tekemiseen kansainvälisestä muovijätekaupasta myös jatkossa.

LÄHDELUETTELO

- Akinwande, M.O., Dikko, H.G. and Samson, A. (2015). Variance Inflation Factor: As a Condition for the Inclusion of Suppressor Variable(s) in Regression Analysis. *Open Journal of Statistics*, 05(07), pp.754–767.
- Bacchetta, M., World Trade Organization and United Nations Conference On Trade And Development (2012). *A practical guide to trade policy analysis*. New York: United Nations Conference On Trade And Development; Geneva.
- Baggs, J. (2009). International Trade in Hazardous Waste. *Review of International Economics*, 17(1), pp.1–16.
- Baier, S. and Standaert, S. (2020). Gravity Models and Empirical Trade. *Oxford Research Encyclopedia of Economics and Finance*.
- Basel Convention (2013). *Parties to the Basel Convention*. [online] Basel.int. Available at: <http://www.basel.int/Countries/StatusofRatifications/PartiesSignatories/tabid/4499/Default.aspx>.
- Basel Convention*.
- Brooks, A.L., Wang, S. and Jambeck, J.R. (2018). The Chinese import ban and its impact on global plastic waste trade. *Science Advances*, 4(6), p.eaat0131.
- ec.europa.eu. (2021). *Negotiations and agreements - Trade - European Commission*. [online] Available at: https://ec.europa.eu/trade/policy/countries-and-regions/negotiations-and-agreements/#_in-place.
- Europa.eu. (2019). *EU position in world trade - Trade - European Commission*. [online] Available at: <https://ec.europa.eu/trade/policy/eu-position-in-world-trade/>.
- European Commission (2018). *A EUROPEAN STRATEGY FOR PLASTICS IN A CIRCULAR ECONOMY*. [online]. Available at: <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy-brochure.pdf>.

Eurostat (2021a). *Extra-EU28 trade, by Member State, total product - Products Datasets - Eurostat*. [online] ec.europa.eu. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/tet00055> [Accessed 11 Feb. 2021].

Eurostat (2021b). *Generation of waste by waste category, hazardousness and NACE Rev. 2 activity - Products Datasets - Eurostat*. [online] ec.europa.eu. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/env_wasgen [Accessed 22 Apr. 2021].

Eurostat (2021c). *Share of European Union EU27 (from 2020) in the World Trade - Products Datasets - Eurostat*. [online] ec.europa.eu. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/ext_lt_introeu27_2020 [Accessed 11 Feb. 2021].

Eurostat (2021d). *Treatment of waste by waste category, hazardousness and waste management operations - Products Datasets - Eurostat*. [online] ec.europa.eu. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/env_wastrt [Accessed 22 Apr. 2021].

Farrar, D.E. and Glauber, R.R. (1967). Multicollinearity in Regression Analysis: The Problem Revisited. *The Review of Economics and Statistics*, 49(1), p.92.

Garside, M. (2017). *Global plastic production | Statista*. [online] Statista. Available at: <https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/>.

Geyer, R., Jambeck, J.R. and Law, K.L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, [online] 3(7), p. Available at: https://plasticoceans.org/wp-content/uploads/2018/05/Production_use_and_fate_of_all_plastics_ever_made.pdf.

Higashida, K. and Managi, S. (2014). Determinants of Trade in Recyclable wastes: Evidence from commodity-based Trade of Waste and Scrap. *Environment and Development Economics*, [online] 19(2), pp.250–270. Available at: [https://www.jstor.org/stable/26391772?casa_token=HvOI-](https://www.jstor.org/stable/26391772?casa_token=HvOI-DvtewAAAAA%3AZYNKV6vym7szCs5MrqzhUiibbZ575cByN5kADfYFZJT1GOELskYN_kB8S8T90_JeT2veVycdaWmOlc4T-mp5reOxjT5GiwRAIPmVR7W9NcjJHx-ODxyM&seq=1#metadata_info_tab_contents)

[DvtewAAAAA%3AZYNKV6vym7szCs5MrqzhUiibbZ575cByN5kADfYFZJT1GOELskYN_kB8S8T90_JeT2veVycdaWmOlc4T-mp5reOxjT5GiwRAIPmVR7W9NcjJHx-ODxyM&seq=1#metadata_info_tab_contents](https://www.jstor.org/stable/26391772?casa_token=HvOI-DvtewAAAAA%3AZYNKV6vym7szCs5MrqzhUiibbZ575cByN5kADfYFZJT1GOELskYN_kB8S8T90_JeT2veVycdaWmOlc4T-mp5reOxjT5GiwRAIPmVR7W9NcjJHx-ODxyM&seq=1#metadata_info_tab_contents) [Accessed 27 May 2021].

IMF (2011). *Global Trade Liberalization and the Developing Countries -- An IMF Issues Brief*. [online] Available at: <https://www.imf.org/external/np/exr/ib/2001/110801.htm>.

Kellenberg, D. (2012). Trading Wastes. *Journal of Environmental Economics and Management*, [online] 64(1), pp.68–87. Available at: <https://ideas.repec.org/a/eee/jee-man/v64y2012i1p68-87.html> [Accessed 10 Jun. 2021].

Krugman, P.R. and Obstfeld, M. (2010). *International Economics: theory and policy*. Boston, Etc.: Pearson.

Letcher, T.M. (2020). *Plastic Waste and Recycling: Environmental impact, Societal issues, prevention, and Solutions*. [online] Amsterdam: Academic Press. Available at: <https://www.elsevier.com/books/plastic-waste-and-recycling/letcher/978-0-12-817880-5>.

Liang, Y., Tan, Q., Song, Q. and Li, J. (2021). An analysis of the plastic waste trade and management in Asia. *Waste Management*, [online] 119, pp.242–253. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X20305602?casa_token=iT-pnijtpdo0AAAAA:MwPtKdl77_fBDkKrwIQzZSYiTzDfz7A0gOhjlO7Xtg4WecdzjV31IazOzhS7kUmbGgHAIpfVv1aaw [Accessed 23 Feb. 2021].

Holopainen, M. and Pulkkinen, P. (2013). *Tilastolliset menetelmät*. Porvoo Helsinki Wsoy Oppimateriaalit.

Mellin, I. (2006). *Tilastolliset menetelmät*. [online]. Available at: <http://math.tkk.fi/opetus/sovtoda/luennot/TILTM100.pdf> [Accessed 23 Jul. 2021].

Ministry for Environmental Protection and State Administration for Quality Supervision, Inspection and Quarantine (2017). *Environmental Protection Control Standard for Solid Waste Imported as Raw Materials - Waste and Scrap of Plastics*.

OECD (2018). *International Trade and the Transition to a Circular Economy*. [online] OECD. Available at: <https://www.oecd.org/environment/waste/policy-highlights-international-trade-and-the-transition-to-a-circular-economy.pdf>.

PlasticsEurope (2018). *Market Data: PlasticsEurope*. [online] Plasticseurope.org. Available at: <https://www.plasticseurope.org/en/resources/market-data>.

Robaina, M., Murillo, K., Rocha, E. and Villar, J. (2020). Circular Economy in Plastic Waste - Efficiency Analysis of European Countries. *Science of the Total Environment*, 730(), p.139038.

Salmenperä, H., Moliis, K. and Nevala, S.-M. (2015). *Jättemäärien ennakointi vuoteen 2030*. [online] julkaisut.valtioneuvosto.fi. Available at: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10138/155189> [Accessed 22 Apr. 2021].

State Environmental Protection Administration, Ministry of Commerce of the People's Republic of China, National Development and Reform Commission, General Administration of China Customs and General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China (2008). *Announcement on Releasing Catalogue of Solid Wastes Forbidden to Import, Catalogue of Restricted Import Solid Wastes that Can Be Used as Raw Materials, and Catalogue of Automatic-Licensing Import Solid Wastes that Can Be Used as Raw Materials*. [online] MINISTRY OF ECOLOGY AND ENVIRONMENT THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA. Available at: <https://english.mee.gov.cn/Resources/Policies/policies/Solid-wastes/200806/P020080620471882399901.pdf>.

Tenreyro, S. (2004). *On the Trade Impact of Nominal Exchange Rate Volatility*. [online] papers.ssrn.com. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=648225 [Accessed 11 Jun. 2021].

Tilastokeskus (2019). Poikkeava havainto | Käsitteet | Tilastokeskus. [online] www.stat.fi. Available at: https://www.stat.fi/meta/kas/poik_havainto.html [Accessed 30 Apr. 2021].

UN Comtrade database (2017). *Download trade data | UN Comtrade: International Trade Statistics*. [online] Un.org. Available at: <https://comtrade.un.org/data/> [Accessed 10 Apr. 2021].

UN Comtrade database (2021). *Download trade data | UN Comtrade: International Trade Statistics*. [online] Comtrade.un.org. Available at: <https://comtrade.un.org/data/>.

Velis C.A. (2014). Global recycling markets - plastic waste: A story for one player – China. Report prepared by FUELogy and formatted by D-waste on behalf of International Solid Waste Association - Globalization and Waste Management Task Force. ISWA, Vienna, September 2014.

Wang, C., Zhao, L., Lim, M.K., Chen, W.-Q. and Sutherland, J.W. (2020). Structure of the global plastic waste trade network and the impact of China's import Ban. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, p.104591.

WCO (2021). *World Customs Organization*. [online] www.wcoomd.org. Available at: <http://www.wcoomd.org/en/topics/nomenclature/overview/what-is-the-harmonized-system.aspx> [Accessed 2021].

Worldbank.org. (2020). *GDP growth (annual %)* | Data. [online] Available at: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2007&start=1990&view=chart> [Accessed 13 Jan. 2021].

World Integrated Trade Solution (2021). *Imports, Exports and Mirror Data with UN COMTRADE*. [online] Worldbank.org. Available at: https://wits.worldbank.org/wits/wits/witshelp/content/data_retrieval/T/Intro/B2.Imports_Exports_and_Mirror.htm [Accessed 18 May 2021].

World Trade Organisation (2019). *WTO Members and Observers*. [online] wto.org. Available at: https://www.wto.org/english/thewto_e/whatis_e/tif_e/org6_e.htm [Accessed 21 Sep. 2021].

Wto.org. (2019a). *WTO | Understanding the WTO - what is the World Trade Organization?* [online] Available at: https://www.wto.org/english/thewto_e/whatis_e/tif_e/fact1_e.htm.

Wto.org. (2019b). *WTO Data*. [online] Available at: <https://data.wto.org/>.

Yotov, Y.V., Piermartini, R., Larch, M., World Trade Organization and Monteiro J. -A. (2016). *An advanced guide to trade policy analysis: the structural gravity model*. Geneva: World Trade Organization; New York, Ny.

LIIITTEET

7 MUOVIJÄTTEIDEN UUSIOKÄYTTÖ

7.1.1 kiertotalous ja muovijäte

Kiertotalouden malleilla tarkoitetaan taloudellisia malleja, joissa tuotannon lisäarvo pyritään pitämään taloudessa mahdollisimman pitkään ja joissa pyritään minimoimaan syntynyt jäte. Kiertotaloudellisissa malleissa tuotannossa käytetyt tuotannontekijät, kuten käytetyt raaka-aineet, pyritään säilyttämään taloudessa senkin jälkeen kuin tuotettu tuote itsessään ei enää palvele alkuperäistä tarkoitustaan. Kiertotaloudessa pyritään käyttämään käytetyt resurssit uudestaan niin, että käytetyt resurssit tuottaisivat yhä edelleen lisäarvoa tuotannossa. Näin ollen kiertotaloudellinen liiketoimintamalli tuottaa enemmän arvoa jokaista käytettyä luonnonvaraa kohden verrattuna perinteiseen lineaarisen liiketoimintamalliin. (Robaina et al., 2020)

Petrokemiallisten, eli öljypohjaisten, muovien kiertotaloudellinen jatkokäsittely jaotellaan karkeasti kierrätykseen ja energian talteenottoon.

Kaikista yleisin tapa kierrättää muovijätettä on sekundaarinen kierrätys eli muovijätteen pelletointi. Sekundaarisessa kierrätyksessä kerätty muovijäte jauhetaan, lajitellaan ja uudelleen muotoillaan muovipelleteiksi. Käsittelyn jälkeen muovipelletit voidaan myydä ja uudelleen käyttää raaka-aineena.

Muita muovijätteen kierrätystapoja on primäärinen kierrätys ja tertiäärinen kierrätys. Primaarisessa kierrätyksessä muovijäte voidaan sulattaa ja uudelleen käyttää sellaisenaan. Primaarista kierrätystä on vaikea saada taloudellisesti kannattavaksi, sillä muovijäte koostuu yleensä useasta eri muovilajista, minkä seurauksena muovijäte tulisi ensin lajitella ennen sen käyttöä suoraan tuotannossa. Tertiäärisessä kierrätyksessä muovijäte käsitellään kemiallisesti niin, että muovijäte muunnetaan peruskemikaaleiksi, kuten muovipohjaisiksi kaasuiksi. Tertiäärisessä kierrätyksessä syntyneitä yhdisteitä voidaan käyttää moniin tarkoituksiin petrokemian teollisuudessa sekä energian tuotannossa. (Letcher, 2020)

Neljännellä kierrätystavalla, eli energian talteenotolla, tarkoitetaan muovijätteen polttamista niin, että jätteenpoltossa vapautuneesta energiasta tuotetaan joko sähköä, lämpöä tai molempia. Tätä tapaa käytetään erityisesti, jos muovijäte on huonolaatuista tai muovijätteen joukossa on merkittävä määrä muuta jätettä. Energian talteenotolla voi olla haitallisia vaikutuksia ympäristöön ja ihmisten terveyteen muun muassa syntyvien ilmansaasteiden ja pienhiukkasten kautta. (Letcher, 2020)

Pääoman kasvulla yhteiskunnassa on osoitettu olevan positiivinen vaikutus muovijätteiden kierrätykseen. Pääoman lisääntyminen vaikuttaa muun muassa tehokkaampien ja hyötysuhteeltaan parempien tuotantoprosessien käyttöönottoon. Muovijätteiden osalta kiertotalouteen siirtyminen vaatii merkittävää volyymien kasvua mekaanisessa, eli primaarisessa ja sekundaarisessa, kierrätyksessä sekä uusien teknologioiden käyttöönottoa erityisesti tertiäarisessä kierrätyksessä. Tämä johtaa pääoman merkityksen korostumiseen tehokkaassa muovijätteiden kierrätyksessä. (Robaina et al., 2020)

7.1.2 Muovijätteiden uusiokäyttö Euroopan unionissa

Eurostatista on saatavilla muovijätteiden käsittely- ja tuotantotilastoja vuodesta 2004 alkaen. vuosina 2004–2018 sekä muovijätteiden tuotanto että muovijätteiden käsittely ovat lisääntyneet. Tarkempi tilastointi siitä, miten muovijäte on käsitelty, on saatavilla vuodesta 2010 eteenpäin. Vuodesta 2010 eteenpäin on saatavilla tilastot muovijätteiden käsittelystä sekä kierrätyksen ja energian talteenoton osalta että hävittämisen osalta. Hävittämiseksi luetaan kaatopaikkatäyttäminen ja polttaminen ilman energian talteenottoa. (Eurostat, 2021d)

Muovijätteiden kierrätys ja energian talteenotto on kasvanut EU-maissa 8,51 miljoonasta tonnista 11,02 miljoonaan tonniin vuosina 2010–2018. Samaan aikaan tilastoitu muovijätteiden hävittäminen ilman uusiokäyttöä on vähentynyt 1,11 miljoonasta tonnista 680 tuhanteen tonniin. (Eurostat, 2021d)

Vuosina 2010–2018 Euroopan unionin jäsenvaltioiden tuottama muovijätteen määrä kasvoi 14,15 miljoonasta tonnista 19,69 miljoonaan tonniin. Euroopan unionin jäsenmaista, Sveitsistä ja Norjasta kerätyn muovijätteiden määrä kasvoi 24,3 miljoonasta tonnista 29,1 miljoonaan tonniin. (PlasticsEurope, 2018; Eurostat, 2021b)

Arviot energian talteenotosta muovijätteestä vaihtelevat tilastointitavan mukaan. Eurostatin tilastoissa muovijätteiden energian talteenottoon ei ole laskettu mukaan yhdyskuntajätteistä saatua energian talteenottoa, vaan Eurostat tilastoi yhdyskuntajätteen energian talteenoton erikseen. Kuitenkin yhdyskuntajätteestä merkittävä osa on muovijätettä. Esimerkiksi Suomessa kerätystä energiajätteestä muovijätettä on keskimäärin 33 prosenttia. Näin ollen suuri osa energian talteenottoon käytetystä muovijätteestä poltetaan yhdyskuntajätteenä ei muovijätteenä. (Salmenperä, Moliis and Nevala, 2015)

Vuonna 2010 Euroopan unionin jäsenmaista, Sveitsistä ja Norjasta kerätystä 24,7 miljoonasta tonnista muovijätettä uusiokäytettiin 57,9 prosenttia. PlasticsEurope arvioi, että vuonna 2018 Euroopan unionin jäsenmaista, Sveitsistä ja Norjasta kerätystä 29,1

miljoonasta tonnista muovijätettä uusiokäytettiin 75,1 prosenttia vuonna 2018. joten uusiokäyttöasteen kasvu Euroopassa oli vuosina 2010–2018 huomattavaa. (PlasticsEurope, 2018)

Suomessa muovijätteiden uusiokäyttö on kasvanut vuosien 2010–2018 aikana alle 50 prosentista lähes 100 prosenttiin, mikä johtuu erityisesti energian talteenoton kasvaneesta osuudesta. Vuonna 2010 Suomessa muovijätteestä käsiteltiin alle 30 prosenttia energiaa talteen ottavasti, mutta osuus oli kasvanut vuoteen 2018 mennessä noin 60 prosenttiin. Muovin kierrätyskäyttö ei ole samana aikana kasvanut Suomessa merkittävästi. Suomi on lisäksi yksi Euroopan heikoimmin muovista pakkausjätettä kierrättävä valtio. Suomi kierrättää muovisesta pakkausjätteestä noin 25 prosenttia kun EU-maiden, Sveitsin ja Norjan keskiarvo on 42 prosenttia. (PlasticsEurope, 2018)

Euroopan komission julkaisemassa strategiaohjelmassa ”EU:n strategia muoveista kiertotaloudessa” esitetään Euroopan unionin tavoitteita siitä, miten muovitaloutta muokataan vastaamaan kiertotalouden periaatteita. Euroopan unionin tavoitteena on, että vuoteen 2030 mennessä kaikki EU:n markkinoille saatetut muovipakkaukset ovat joko kierrätettävissä tai uudelleen käytettävissä ja vuoteen 2030 mennessä EU:ssa kierrätetään yli puolet syntyvästä muovijätteestä. (European Commission, 2018)

Tulevat toimet tavoitteisiin pääsemiseksi koostuvat niin muovin kierrätettävyyden helpottamisesta, kierrätetyn muovin kysynnän lisäämisestä sekä muovijätteiden vähentämisestä. EU pyrkii parantamaan muovijätteiden kierrätettävyyttä muun muassa tukemalla kierrätysnäkökulman huomioimista tuotteiden suunnitteluvaiheessa ja uudenaikaistamalla EU-maiden lajittelu- ja kierrätyskapasiteettia. (European Commission, 2018)

Kierrätysmuovien kysyntää EU pyrkii lisäämään parantamalla kierrätettyjen muovien laatua sekä tuotannon volyymeja. Euroopan komission mukaan markkinat toimisivat moitteettomammin, jos muovijätteiden kierrätystoiminta olisi laajamittaisempaa ja standardoidumpaa. EU pyrkii vähentämään tulevaisuudessa muovijätteiden syntyä myös lainsäädännön keinoin. Tästä esimerkkinä on toimet muovipussien käytön vähentämiseksi ja kertakäyttöisten muovien käytön vähentäminen. (European Commission, 2018)

Komissio arvioi, että kierrätystä koskeviin tavoitteisiin pääseminen vaatii 8,4–16,6 miljardin euron lisäinvestoinnit. Euroopan rakenne- ja investointirahastot ovat keskeisessä asemassa Euroopan unionin kierrätyskapasiteetin kehittämisessä. (European Commission, 2018)