Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea
EKONOMIA ETA ENPRESA FAKULTATEA
FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA

Ekonomiako Gradua

2023/2024

Gradu Amaierako Lana:

EUROPAKO BANKU-SISTEMAK DUEN MENPEKOTASUNAREN NEURKETA ARRISKU FAKTORE BEZALA

Egilea: Maider Perea Valiente

Zuzendaria: Jone Ascorbebeitia Bilbatua

Bilbo, 2024ko ekainaren 20a

AURKIBIDEA

Sarrera 6
1 Testuingurua 8
2 Menpekotasuna Neurtzeko Tresnak 9
2.1 Pearson-en Korrelazio Koefizientea 9
2.2 Hein Korrelazioa 10
2.2.1 Kendall-en Korrelazio Koefizientea 11
3 Datuak 12
4 Metodologia 12
5 Analisi Deskribatzailea 13
6 Menpekotasunaren Azterketa 19
6.1 Menpekotasun Estatikoa 19
6.2 Menpekotasun Dinamikoa 21
Ondorioak 28
Bibliografia 30
Eranskina 1 31
Eranskina 2 32
Eranskina 3 33

Laburpena

Lan honetan Europako finantza sektoreko banku-sistemak duen menpekotasun anizkoitza aztertzen dugu, arrisku sistemikoa sortu dezaken arrisku faktore posible bat bezala. Izan ere, 2008an lehertu zen finantza krisiak, arriskua sortzen duten faktoreak ondo neurtzearen beharra azaleratu zuen. Bankuen elkarrekiko erlazioen menpekotasun neurri bezala Kendall-en hein korrelazio koefizienteaz baliatu gara, korrelazio linealeko neurriez haratago joanez. Gainera, finantzetako aldagaien arteko erlazioak denboran zehar aldakorrak direnez, menpekotasuna ere denboran zehar aldakorra den aztertu dugu, krisi garaietan menpekotasuna handitzen dela ikusiz. Honen harira, banku-sistemaren menpekotasun anizkoitza denboran zehar neurtzearen garrantzia azpimarratzen dugu, Europako finantza merkatuak jasaten duen arrisku sistemikoaren eragile bat izanik.

Abstract

In this paper, we analyze the multidependence of the banking system on the European financial sector as a potential risk factor that can generate systemic risk. Indeed, the financial crisis that erupted in 2008 highlighted the need to properly measure the risk factors. The Kendall rank correlation coefficient, which goes beyond linear correlation measures, has been used as a measure of the dependence of banks' relationships. Moreover, as the relationships between financial variables vary over time, we have analyzed whether dependence is also time-varying, observing that dependence increases in times of crisis. In this regard, we underline the importance of measuring the multivariate dependence of the banking system over time as a systemic risk factor for the European financial market.

Hitz gakoak: menpekotasun anizkoitza, arrisku sistemikoa, hein korrelazioa denboran zehar, Kendall-en Tau-a.

Keywords: multivariate dependence, systemic risk, time varying rank correlation, Kendall's Tau.

Sarrera

Gaur egun bizi garen mundu globalizatuan, finantza-sareak gero eta homogeneoagoak bihurtzen ari dira, finantza-erakundeen kopurua gero eta txikiagoa izanik, xurgapenak eta nazionalizatze prozesuak direla eta. Honek finantza-sisteman arrisku desberdinen balizko egoerak behar bezala prebenitzearen beharra sortzen du. 2008an lehertu zen finantza krisiaren ondoren agertu ziren espero gabeko eraginak inflexio-puntu bat izan ziren finantza munduan. Honen ondorioz, azaleratutako finantza-arrisku mota berri bat ikertzearen premia agertu da azken hamarkadetan.

Finantza-arriskua gertaera batek galerak eragiteko aukerarekin lotuta dago eta hainbat motatakoak izan daitezke: merkatu-arriskua, likidezia-arriskua edo kreditu-arriskua aurki daitezke beste batzuen artean. Merkatuko arriskua galerak izateko aukerarekin lotuta dago, merkatuetako prezioen gorabeherek eragindako kanbio-arriskuagatik edo interes-tasagatik, besteak beste. Kreditu-arriskua, aldiz, alderdi kontratugileetako batek bere betebeharrak bere gain hartzen ez dituelako sortzen diren galerekin lotuta dago. Bestalde, likidezia-arriskua finantza-kontratuaren alderdietako batek bere betebeharrak betetzeko behar duen finantzaketa ez izateak sortzen duen arriskua bezala definitzen da.

Hala ere, badaude arriskua eragin dezaketen beste faktore batzuk ere. Esaterako, ekialdeko Asiaren krisia abiapuntu bat izan zen beste arrisku mota bat aztertzeko: kutsadura-arriskua, perturbazio baten ondoren merkatuen arteko loturen handitzea eragiten duena (Dornbusch, et al., 2000). Alde batetik, herrialde ezberdinetako batasun finantzarioek eragindako kutsatzea dago, hau da, herrialde batean krisia badago eta herrialde horrek beste herrialde batekin harreman estua badu, kutsatzea gerta daiteke. Bestalde, hainbat finantza-agenteren portaerak sortutako kutsatzea dago; izan ere agenteen artean baterako mugimendua badago, nahiz eta banakako portaera oso nabarmena ez izan, agente askotan patroi bera emateak kutsatzea eragin dezake. Azken hau 2008ko krisi finantzarioan emandako finantza-izua bezala ezagutzen dugu.

2008an lehertu zen finantza-krisiaren aurretik, arrisku-motak bereizita hartzen ziren kontuan; hala ere, arrisku mota desberdinen arteko nahasteak arrisku "berri" bat eragin dezake: arrisku sistemikoa. Hau da, aurretik definitutako arriskuek jasotzen ez duten guztiaren nahastea. Arrisku sistemikoaren kontzeptua 90eko hamarkadaren erdialdean sortu bazen ere, bere erabilera areagotuz joan da 2008ko finantza-krisi globala lehertu ondoren. Krisiaren aurretik, definizioak kutsatze-efektuan eta haren tamainan oinarritzen ziren. Hala ere, eztandaren ondoren, erregulatzaileak finantza-sistemaren funtzionamenduan eta horrek ekonomia errealari eragin diezaioken perturbazioetan arreta jartzen hasi ziren. Shock bat handia izanik, ekonomiako beste arloetan hedatzeko arriskua bezala definitzen du arrisku sistemikoa Scott Smagak (2012).

Scott Smagak (2012) arrisku sistemikoaren eragileak izan daitezkeen hiru esparruetan jartzen du arreta, 3C-ak bezala ezagutzen direnak: kutsatzea, konektibitatea eta korrelazioa. Finantza-erakundeen arteko interkonexioa, aktiboen korrelazioa eta kutsatzea funtsezko hiru faktore dira arrisku sistemikoa areagotu dezaketenak. Alde batetik, kutsadurak arrisku sistemikoa berez gauzatzen eta hedatzen du; bestetik, elkarrekiko konektibitateak eta korrelazioa , kutsadura ematen laguntzen dute. 2008ra arte tamainarekin zerikusia duen arrisku bati bakarrik begiratzen zitzaion. Hau da, sisteman handiak ziren enpresa liderrak soilik kontuan hartzen ziren eta haien arriskua neurtuz aurrera eraman beharreko ekintzak zehazten ziren. Aldiz, krisi finantzarioarekin ikerlariak konturatu ziren sistemaren egoera finantzarioa ebaluatzeko merkatuko agenteen elkarrekiko konektibitatea kontuan hartu behar zela, eta honek aldi berean arrisku faktore gehigarri bat suposatzen zuela. Izan ere, literaturan aurkitu daitekeen bezala, elkarrekiko konektibitatea areagotu egiten da krisi-garaian barealdietan baino gehiago (Monica Billio et al., 2010).

Ideia honekin batera, “too interconnected to fail” kontzeptua agertzen da, enpresaren tamainak ez ezik, oso konektatuta dauden sistemako agente-sare baten porrotak sisteman oso ondorio kaltegarriak eragin ditzakeela kontuan hartzen duena. Beraz, korronte honen arabera magnitude bereko kaltea sor dezakete kotizazio bolumen handiko enpresek eta txikiagoak izan arren, oso konektatuta daudenak.

Lan honetan Europako finantza-sistemako akzioen arteko elkarreraginek eragin dezaketen arriskuan zentratuko gara. Helburua, Europako finantza sektoreko bankuek duten menpekotasunaren bilakaera aztertzea da, arrisku sistemikoarekin eta “too interconnected to fail” ideiarekin lotuta. Konkretuki, Europako banku-sisteman adierazgarriak diren finantza entitateekin egingo dugu lan. Horretarako, Europako 6 herrialde nagusietako banku bana aukeratu dugu europar banku-sistemaren ordezkari gisa.

“Too interconnected to fail” 2008ko finantza krisitik aurrera indarra hartu duen ideia izanik, 2008ko urtarrilaren 2tik 2023ko abenduaren 29ra arteko eguneroko itxiera prezioekin egingo dugu lan. Europar finantza-sisteman dagoen menpekotasuna neurtzeko hein korrelazioaz baliatuko gara. Izan ere, finantza eta ekonomian aldagaiek banaketa normala jarraitzen ez dutenez, korrelazio lineala erabiltzea ez da egokia.

Bestalde, finantzetan frogatuta dago (Krishnan et al., 2009; Ferreira eta Orbe, 2018; Ascorbebeitia et al., 2022) aldagaien arteko erlazioak denboran zehar aldatzen direla. Hori horrela izanik, menpekotasuna ere denboran zehar aldakorra den aztertzea interesgarria da. Menpekotasuna nola aldatzen den ikusteak arrisku handiagoko eta txikiagoko uneak identifikatzen lagun dezake, arrisku sistemikoa neurtzeko.

Europako banku-sistemaren menpekotasunaren bilakaera aztertzen hasi aurretik, 1. atalean 2008an ekonomiaren historia markatu zuten gertakarien testuinguru-adierazpen labur bat aurkituko duzue. Jarraian, 2. atalean menpekotasuna kalkulatzeko erabiliko diren bi neurri aurkezten dira eta analisia egiteko erabiliko diren datuak 3. atalean zehaztuta daude. Lanean erabiliko diren denborazko serieen datuak direla eta, 4. atalean datu mota hauekin kalkulu batzuk egiteko metodoa azaltzen da. 5. atalean, estatistiko nagusien azterketa deskribatzailea jasotzen da, ondoren menpekotasunaren analisia jarduteko (6. atala). Menpekotasunaren analisia bi zatitan banatzen da: alde batetik, menpekotasun-harremanak modu estatikoan aztertzen dira, eta, bestetik, modu dinamikoan. Lanari amaiera emateko aurkezten dira lan honetan ateratako ondorioak. Eranskinek emaitza gehigarriak eta erabilitako R-kodea aurkezten dituzte.

1 Testuingurua

Bankuak finantza-sistemaren bitartekari nagusiak dira eta hauen funtzionamendu egokia funtsezkoa da; horrela ez bada, desorekak eta krisiak sortu daitezke ekonomia osoan eraginez. Hori dela eta, bankuek 1988tik aurrera Basileako akordioan jasota dauden neurriak bete behar dituzte. Gaur egun, Basilea III indarrean dago, Estatu Batuetan hasitako *subprime* hipoteken krisian gertatutakoa ikusi ondoren 2010ean aldatutakoa. Ameriketako Estatu Batuetan (AEB-n) *subprime* hipoteken krisiak eztanda egin ondoren, bankuek erakutsitako likidezia falta izan zen Basilea II eraberritu beharra izateko arrazoi nagusietako bat. Indarrean dagoen akordioan kapital-baldintza handiagoak ezarri zituzten.

2001ean AEBn interes tasak jaitsiz joan zirenean *subprime* hipotekak gauzatzen hasi ziren. Ordea, 2004-2006 aldian interes-tasak handitu izanak, likidezia-arazoak eragin zizkien hipoteka horiek exekutatu zituzten banku-erakundeei, hipoteka horiek ez ordaintzeagatik. 2007 urtearen hasieran, inbertitzaile nagusietako batek, Lehman Brothers Holdings Inc. izenekoak, hipoteka horiek exekutatzeari uztea erabaki zuen, horrela, sisteman jasaten ari ziren finantzaketa-arazoak azaleratuz. Abuztuan arazoa handituz joan zen eta nazioarteko finantza-merkatuetara hedatu zen. 2008aren hasierarako, banku askok porrot egin zuten, banku zentralek likidezia txertatu zuten merkatuan arrakasta handirik gabe, eta burtsak amildu egin ziren. 2008ko uztailean, Estatu Batuetako Erreserba Federalak bi hipoteka-erakunde nagusiak erreskatatu behar izan zituen. Honen esku agertzen da “too big to fail” ideia, erakundeen tamainan zentratzen den pentsamendua, hau da, erakunde handi baten porrotak ondorio kaltegarriagoak eragiten dituenez erakunde txikiago batenak baino, haren erreskatea garrantzitsuagoa dela adierazten duena. Baina hurrengo hilabetean Lehman Brothers Holdings Inc.-ek porrot egin zuen eta ezin izan zuten erreskatatu.

Denboraldi horretan munduan eman zen finantza-izua aurrekaririk gabekoa izan zen, eta krisiak izan zuen hedapenak eta ondorioek arrisku sistemikoa kontuan hartzearen garrantzia erakutsi zuten. Hasieran, kutsadura efektua krisi honek izan zituen ondorio larriei bide eman zien ezaugarri nagusia izan zela uste zen. Hala ere, ikertzaileak konturatu ziren beste arrisku batzuek sistemaren porrota ekar zezaketela. Horrela sortu zen bankuen arteko elkarrekiko konektibitatea kontuan hartzearen beharra, eta horregatik, lan hau 2008ko krisiaren ondoren Europako Banku Sistemarekiko menpekotasunaren bilakaeran zentratzen da.

2 Menpekotasuna Neurtzeko Tresnak

Menpekotasunaren azterketarekin hasi baino lehen atal honetan menpekotasuna neurtzeko baliatuko garen tresnak azaltzen dira. Alde batetik, korrelazio lineala neurtzen duen Pearson-en koefizientea dago eta bestetik, hein korrelazioa.

2.1 Pearson-en Korrelazio Koefizientea

Pearson-en korrelazio koefizienteak bi aldagairen arteko menpekotasun-erlazio linealak neurtzeko balio du. Koefiziente hau aldagaien normaltasunean oinarritzen da. X eta Y bi aldagaien Pearson-en korrelazio linealaren koefizientea honela definitzen da:

$$\rho_{XY} = \frac{Kob(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} \tag{1}$$

Koefizienteak [-1,1] tarteko balioak har ditzake eta bi motatako informazioa eskaintzen du. Alde batetik, balioak X eta Y aldagaien arteko erlazio linealaren intentsitatea adierazten digu. Koefizientearen seinuak aldiz, erlazio linealaren noranzkoa adierazten du. Koefizienteak 0 eta 1 arteko balioak hartzen baditu, bi aldagaien artean menpekotasun lineal positiboa dagoela esaten da, hau da, batek gora (behera) egiten duenean, besteak linealki gora (behera) egiten du. Aitzitik, 0 eta -1 arteko balioak hartzen baditu, korrelazio negatiboa dagoela adierazten du, hau da, aldagaiek alderantzizko proportzionaltasun erlazioa dute. Aldagaiak linealki independenteak izango dira baldin eta soilik baldin koefizienteak 0 balioa hartzen badu.

2.2 Hein Korrelazioa

Korrelazio linealaz haratago hein korrelazioa daukagu, aldagaien monotonia neurtzen duena. Hau da, aldagaien arteko erlazio linealaz gain, hein korrelazio koefizienteak monotoniako beste edozein erlazio mota neurtzen du. Hein korrelazio neurriak aldagaien arteko konkordantziaren kontzeptuan oinarritzen dira. Demagun, X eta Y bi aldagai ditugula. Aldagai horietarako (x_i, y_i) eta (x_j, y_j) bi bikote ezberdin baditugu, konkordanteak direla esaten da baldin eta $x_i < x_j$ eta $y_i < y_j$ edo $x_i > x_j$ eta $y_i > y_j$ ematen badira. Aldiz, diskordanteak direla esaten dugu baldin eta $x_i < x_j$ eta $y_i > y_j$ edo $x_i > x_j$ eta $y_i < y_j$ badira (Nelsen, 2006). Beste modu batera esanda, konkordanteak edo diskordanteak diren ebaluatzeko seinu funtzioa definitzen da:

$$\operatorname{sign}(x_i - x_j)\operatorname{sign}(y_i - y_j)\,, \tag{2}$$

non $sign(A)$, A-ren seinua adierazten duen funtzioa den eta honela definituta dagoen:

$$sign(A) = \begin{cases} 1 & baldin \quad A > 0 \\ 0 & baldin \quad A = 0 \\ -1 & baldin \quad A < 0 \end{cases}$$

Bikotea konkordantea izango da baldin eta $\operatorname{sign}(x_i - x_j)\operatorname{sign}(y_i - y_j) > 0$ bada eta diskordantea izango da baldin eta $\operatorname{sign}(x_i - x_j)\operatorname{sign}(y_i - y_j) < 0$ bada. Adibidez, $x_i < x_j$ eta $y_i < y_j$ baditugu, $x_i - x_j < 0$ da eta orduan $sign(x_i - x_j)$ terminoak -1 balioa hartzen du eta , $y_i - y_j < 0$ denez baita $\operatorname{sign}(y_i - y_j) < 0$ terminoak -1 balio hartzen du. Orduan, $\operatorname{sign}(x_i - x_j)\operatorname{sign}(y_i - y_j) = (-1)(-1) = 1$ izango denez, esan dezakegu bikote hau konkordantea dela.

Hein korrelazio koefiziente desberdinak existitzen dira, haien artean Kendall-en korrelazio koefizientea, Speerman-en hein korrelazioa eta Gini-ren korrelazioa beste batzuen artean. Gure kasuan Kendall-en korrelazio koefizientearekin egingo dugu lan.

2.2.1 Kendall-en Korrelazio Koefizientea

Kendall-en korrelazio-koefizientea (Kendall, 1938), edo Kendall-en Tau-a, hein korrelazio-neurri bat da, hau da, bi sailkapenen arteko antzekotasun-maila neurtzen du eta horien arteko erlazioaren garrantzia ebaluatzeko aukera ematen du. Kendall-en Tau-a honela definitzen da:

$$\tau = \frac{(bat\ datozen\ bikote\ kopurua) - (bat\ ez\ datozen\ bikote\ kopurua)}{\frac{n(n-1)}{2}},$$

non n behaketa kopurua diren. Kendall-en Tau-aren populazioko hein korrelazioa aurreko seinu funtzioan (2) oinarrituta definitu ahal da:

$$\tau_{X,Y} = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i<j} \operatorname{sign}(x_i - x_j)\operatorname{sign}(y_i - y_j)\,. \qquad (3)$$

N bikote egonik, (x_i, y_i) eta (x_j, y_j) bikoteen artean (2) formulaz baliatuz konparaketak egiten dira bat datozen bikote kopurua eta bat ez datozen bikote kopurua kalkulatzeko. Prozedura hau aztertu nahi ditugun bikote bakoitzerako kalkulatzen da eta emaitza guztiak batzen dira, Kendall-en Tau-aren korrelazio koefizientea lortuz (3).

Pearson-en koefizienteak bezala, [-1,1] arteko balioak hartzen ditu eta balioaren seinuak bi aldagaien arteko erlazioaren noranzkoa adierazten digu. 0 eta 1 arteko balioak hartzen baditu menpekotasun positiboa dago bi aldagaien artean, hau da, batek gora egiten duenean besteak gora egiten baitu, baina erlazioa lineala izateko beharrizanik gabe. Aitzitik, 0 eta -1 arteko balioak hartzen baditu, hein korrelazio negatiboa dago, aldagaien erlazioa alderantziz proportzionala dela adieraziz. Berriro ere, aldagaiak independenteak dira koefizientea 0 bada. Kendall-en korrelazio-koefizientea, Pearson-en korrelazio-koefizientea ez bezala, ez da aldagaien banaketa konkretu batera mugatzen.

Kendall-en koefizientea aldagaien banaketa simetrikora mugatzen ez bada ere, aldagaien banaketan normaltasuna ematen denean, bi neurri hauen artean hurrengo erlazioa ematen da (Croux eta Dehon, 2010):

$$\tau_{XY} = \frac{2}{\pi}\arcsin(\rho_{XY}) \quad (4)$$

3 Datuak

Ikerketa aurrera eramateko, Europako banku-sektorean herrialde bakoitzerako adierazgarria den banku bat aukeratu dugu. 6 bankurekin lan egiten dugu: BNP Paribas (BNP.PA, Frantzia), Deutsche Bank (DBK.DE, Alemania), HSBC Holdings (HSBA.L, Erresuma Batua), Intesa Sanpaolo SpA (ISP.MI, Italia), Banco Santander (SAN.MC, Espainia) eta UBS Group AG (UBS.SW, Suitza). Europako sei garrantzitsuenetarikoak izanik, gure finantza-sistemaren ordezkaritza-talde gisa balio digute azterketarako. Horrez gain, euroguneko 50 enpresa handienak ordezkatzen dituen burtsa-indizearen datuekin lan egingo dugu: Euro Stoxx 50 (ESTX50).

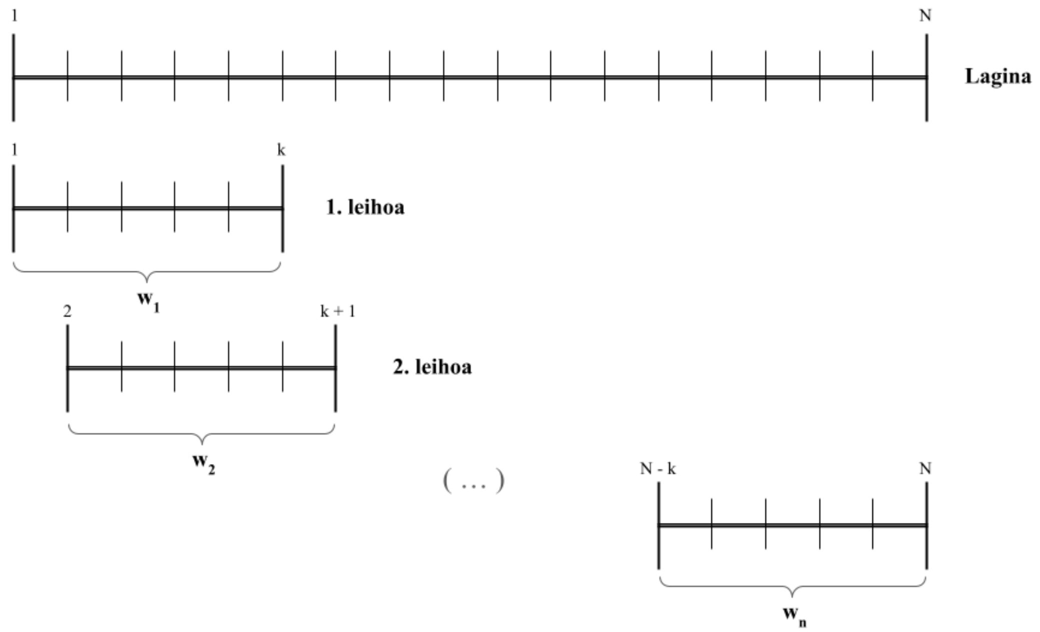
Sei banku hauetarako eta ESTX50-ko, 2008ko urtarrilaren 1etik 2023ko abenduaren 31ra doitutako eguneko itxiera-prezioak lortu ditugu. Denbora-tarte hau aztertzea interesgarria izan daiteke hainbat krisi eman direlako; 2008ko finantza-krisia, COVID-19aren osasun-krisia eta Errusiaren eta Ukrainaren arteko azken aldiko gatazka, besteak beste. Datuak dohain lortu daitezke "Yahoo! Finance" webgunetik (https://finance.yahoo.com/).

4 Metodologia

Estatistikan denborazko serieen analisirako erabiltzen den tekniketako bat leiho mugikorrak dira, ingelesez "rolling windows" izenekoak. Guk metodologia hau menpekotasunak denboran zehar izan duen bilakaera aztertzeko erabiliko dugu.

Baina, zer da leiho mugikorren metodologia eta nola funtzionatzen du? Lehenengo, denbora-leiho bat definitu behar da. Deitu diezaiogun w gure denbora-seriearen behaketa multzoari, k behaketetaz osatuta dagoena. Lehenengo leihoa w_1 lehenengo k behaketak osatuko dute. Leihoaren tamaina zehaztu ondoren, lehenengo leihoari aplikatzen zaio egin nahi dugun kalkulua. Ondoren, leihoa behaketa bat mugitzen da eta leiho berri bat sortzen da. Beste era esanda, lehenengo leihoa (w_1) 1. behaketatik *k.* behaketara badoa, bigarren leihoa (w_2) 2. behaketan hasten da *k+1.* behaketan bukatzen da (ikusi 1. Irudia). Behin hau eginda, bigarren leiho honi egin nahi dugun kalkulua aplikatzen zaio. Prozesu hau behin eta berriz errepikatzen da laginaren bukaerara heldu arte. Hau da, laginaren tamaina *N* bada eta leiho bakoitza *k* tamainakoa bada, prozesua *N-k+1* aldiz errepikatuko da. 3. Eranskinean ikus daiteke R software-ean prozedura hau begizten bidez lortzen dela, eragiketa errepikatua baita *N-k+1* aldiz. Teknika honen bidez denborazko serie bat lortzen da.

1. Irudia: Leiho mugikorren metodologia



5 Analisi Deskribatzailea

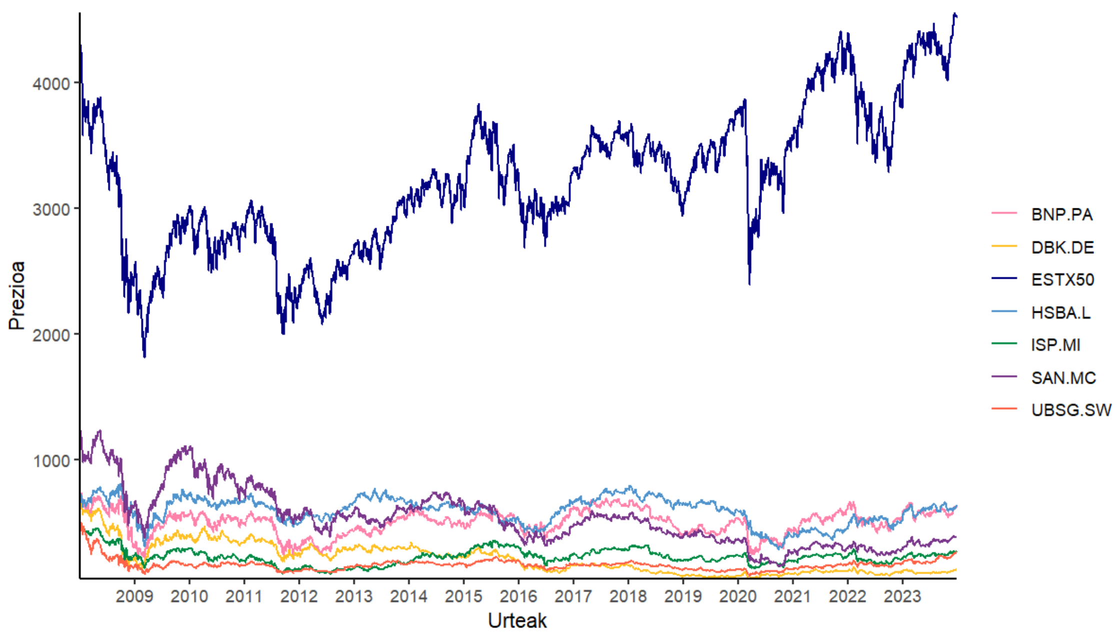
Bankuen itxiera-prezioen eta Euro Stoxx 50 (ESTX50) burtsa-indizearen datuak lortu eta egokitu ondoren, 4093 behaketa dituen datuen lagin batekin lan egingo dugu. Hurrengo taulan estatistiko deskribatzaile nagusiak aurkezten dira:

1. Taula: Estatistiko deskribatzaile prezioekin

	Min	1. kuartila	Batezbestekoa	3. kuartila	Max	Desb. tipikoa
ESTX50	1810,000	2822,000	3230,000	3588,000	4549,000	564,330
BNP.PA	21,380	43,910	49,980	56,680	73,720	9,976
DBK.DE	4,871	10,268	21,047	29,333	68,564	12,516
HSBA.L	283,400	520,400	592,400	668,400	808,500	105,793
ISP.MI	0,868	1,879	2,262	2,548	4,968	0,656
SAN.MC	1,474	3,536	5,338	6,375	12,628	2,303
UBSG.SW	7,456	13,506	16,188	17,688	51,995	4,612

Nabari dezakegu nola banku bakoitzak batezbesteko nahiko desberdinak dituzten, hau da, haien itxiera-prezioak nahiz eta Europako banku sisteman egon, ez dira magnitude berekoak izaten. Adibidez, Erresuma Batuko HSBA.L bankuaren akzioen batezbesteko prezioa besteena baino askoz ere handiagoa da. Aldiz, ISP.MI banku italiarra batezbesteko itxiera prezio baxuenak dituen bankua da eta haren akzioen prezioak ez dira 5 €-ra ailegatzen. Banku alemaniarrak (DBK.DE) eta Suitzako (UBSG.SW) bankuak nahiko antzeko prezioak dituztela ikus dezakegu. Azkenik, ESTX50 indizeari erreparatuz badakigu [1810 , 4549] tarteko prezioak izan dituela aztertutako denboran eta batezbesteko prezioa 3230 €-koa dela. Itxiera prezioen bilakaera 2008-2023 urte tartean 1. Grafikoan ikus dezakegu:

1. Grafikoa: Prezioen bilakaera (2008-2023)



Grafikoari erreparatuz, nabaritu dezakegu akzioen prezioak nahiko itxura parekoa jarraitu dutela denboran zehar. Gehien nabaritzen diren prezio jauziak 2008, 2011, 2016 eta 2020 urteetan eman ziren gertakizun historikoen ondorioz emandakoak dira. 2008ko lehen aipatutako krisi finantzarioari jarraitu zion 2011ko europar zor subiranoaren krisiak. Prezioak berriz jauzten dira 2016an Erresuma Batuak Eurogunetik aterako zelaren berri eman zuenean. Berriro ere, 2020an COVID-19aren osasun krisia lehertu zenean, prezioen jaitsierak nabari ditzakegu. Hala ere, 1. Taulan ikusi dugun bezala banku bakoitzeko itxiera-prezioak magnitude oso desberdinekoak dira, beraz, bankuen arteko konparazio egokiak eta adierazgarriak lortzeko itxiera-prezioak begiratzea ez da egokiena.

Hori dela eta, erabilitako aldagaien arteko konparazioak egin ahal izateko errentagarritasunak erabiliko ditugu, konparaketak termino erlatiboetan egitea ahalbidetzen baitute. Errentagarritasunek prezioen egonkortasunik eza ezabatzea ahalbidetzen digute, beste era esanda, itxiera prezioek duten joera kentzen dute. Horregatik, ez dugu prezioekin lan egingo, errentagarritasunekin baizik. Errentagarritasunak hurrengo formula erabiliz kalkulatu daitezke (Hurn et al., 2021):

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \qquad (5)$$

(5) funtzioa beste era batera adierazi dezakegu:

$$1 + R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} \qquad (5.1)$$

Honek t unean lortzen dugun errentagarritasuna adierazten du, $t-1$ unean euro bat inbertitzen badugu.

Ordea, lan honetan aldagaien logaritmoekin lan egingo dugu. Finantza-datuen analisian, prezio baten logaritmoaren lehen diferentzia aktiboaren errentagarritasuna da. Errentagarritasun logaritmikoen erabilerak abantaila desberdinak ditu finantza datuen analisirako. Alde batetik, erabiltzen diren datuak maiztasun txikikoak direnean (eguneroko datuak adibidez) errentagarritasun logaritmikoak errentagarritasun diskretuen hurbilketa ona dira. Bestalde, propietate batukorrari esker, aktibo ezberdinen errentagarritasun logaritmikoak batu daitezke, batezbesteko errentagarritasuna eta errentagarritasunen bariantza bezalako kalkuluak sinplifikatuz. Orduan, (5.1) formulari logaritmoak aplikatuz hurrengoa lortzen dugu:

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \tag{5}$$

Beraz, banku bakoitzeko itxiera-prezioak logaritmoen diferentzien bidez eraldatzen dira errentagarritasun logaritmikoak lortzeko hurrengo formula erabilita:

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = ln\, P_t - ln\, P_{t-1} \tag{5.1}$$

Aurrekoa jakinda, 2. Taulan hautatutako aldagaien errentagarritasunen estatistiko deskribatzaileak aurkezten dira.

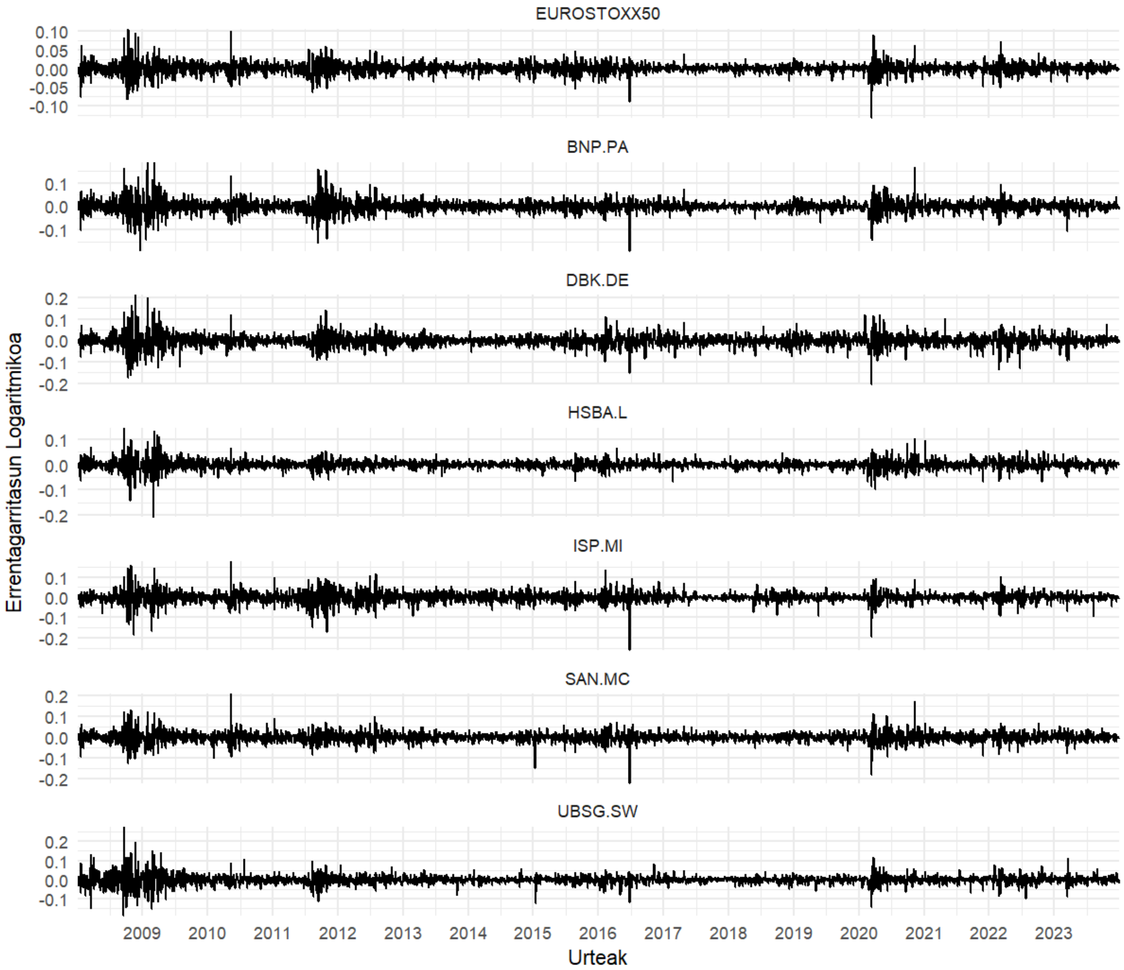
2. Taula: Errentagarritasunen estatistiko deskribatzaileak

	Min	1. kuartila	Batezbestekoa	3. kuartila	Max	Desb. tipikoa
ESTX50	-0,1324	-0,0063	0,0000	0,0068	0,1044	0,0143
BNP.PA	-0,1912	-0,0115	0,0000	0,0118	0,1887	0,0252
DBK.DE	-0,2038	-0,0133	-0,0004	0,0131	0,2124	0,0274
HSBA.L	-0,2080	-0,0078	0,0000	0,0082	0,1442	0,0177
ISP.MI	-0,2606	-0,0116	-0,0002	0,0122	0,1796	0,0258
SAN.MC	-0,2217	-0,0120	-0,0003	0,0114	0,2088	0,0235
UBSG.SW	-0,1889	-0,0976	-0,0002	0,0106	0,2751	0,0242

Ikus dezakegu aldagai guztien errentagarritasuna [-0,2 , 0,2] tarte barruan daudela eta bankuen batezbesteko errentagarritasunen balioak zeroren inguruan daudela. UBSG.SW-k errentagarritasun maximo altuena du (0,2751) eta, minimoari erreparatzen badiogu, minimo altuena duen bankua da (-0,1889). Aldiz, errentagarritasun maximo baxuena duen bankua Erresuma Batuko HSBA.L da (0,1442) eta errentagarritasun negatiboena Italiako ISP.MI bankuarena da (-0,2606). Euro Stoxx indizeak [-0,1324 , 0,1044] tarteko errentagarritasunak izan ditu aztertutako denboran. Azkenik, aldagai guztietan desbideratze tipikoa magnitude ia berekoa dela ikus dezakegu, 0,02 ingurukoa.

Analisi deskribatzailearekin jarraitzeko 2. Grafikoan aldagai bakoitzaren errentagarritasunen bilakaera nolakoa izan den aztertuko dugu-

2. Grafikoa: Errentagarritasunen bilakaera 2008-2023

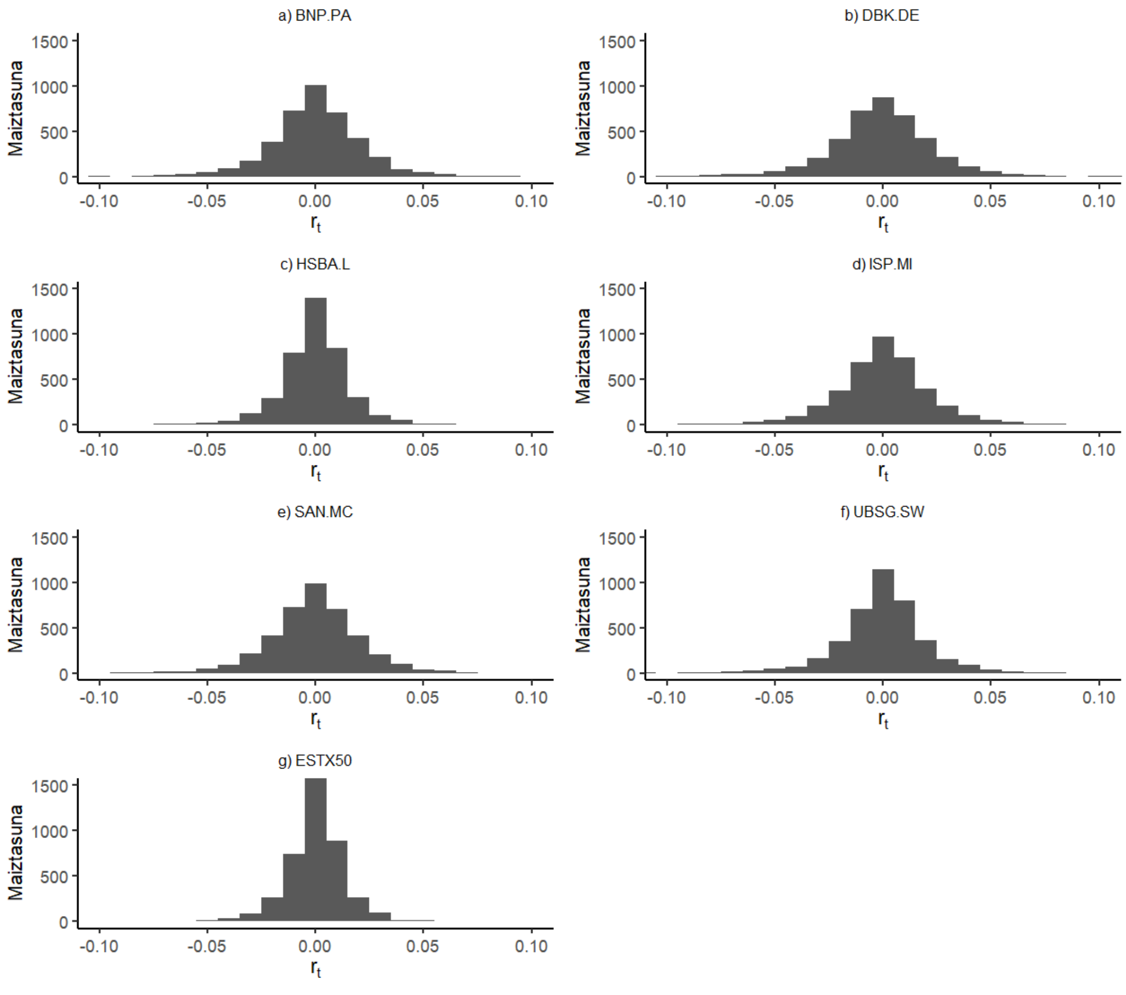


2008-2023 urteen arteko errentagarritasunaren bilakaerari dagokion irudiari erreparatuz (2.Grafikoa), ikus dezakegu zazpirek oso antzeko tendentzia dutela. Krisi-garaietan, 2008-2009 krisi finantzarioan, Europako zorraren 2011ko krisian eta 2020ko osasun-krisian, errentagarritasunek aldagarritasun gehiago dutela nabari dezakegu. Bestalde, behatutako urte tartean Erresuma Batuko eta Suitzako bankuak dira aldagarritasun gutxiago dutenak. Aitzitik, Frantziako, Alemaniako eta Italiako bankuen errentagarritasunek besteek baino aldagarritasun handiagoa dute denboran zehar.

Analisi deskribatzaileari amaiera emateko, banku bakoitzaren histogramak ikusiko ditugu. Honen zergatia, banku bakoitzaren errentagarritasun logaritmikoek jarraitzen duten banaketa mota ikustea da.

Egiaztatuta dago 2008. urtean lehertu zen finantza-krisiaren aurretik bankuek hartu behar zituzten arrisku-neurriak aldagaien banaketa normala onartzen zuten kalkuluetan oinarrituta zeudela (Basel Committee, 2004; Basel Committee, 2005). Aldagaien normaltasuna bezalako zerbait onartzeak arazo larriak ekar ditzake finantza-sisteman; izan ere, normaltasuna suposatuz eraikitako ereduen bidez lor daitezkeen emaitzak okerrak edo errealitatera gutxi egokituak izan daitezke. Hau da, baliteke zenbatespenak alboratuta egotea eta ateratako ondorioak baliogabeak izatea.

3. Grafikoa: Histogramak



Grafikoak begiratuta ez da erraza banaketa normala jarraitzen duten antzematea, horrela den estatistikoki ziurtatzeko, Jarque Bera test-a egin dugu (Eranskina 1). Test-aren emaitzen arabera, aldagaiek banaketa normala jarraitzen ez dutela ondorioztatzen da % 5eko esangura mailarekin.

6 Menpekotasunaren Azterketa

6.1 Menpekotasun Estatikoa

Aztertu beharreko europar banku sistemako menpekotasuna neurtzeko modu bat bankuen arteko binakako erlazioak behatzea da. Lehenik eta behin, 2008-2023 aldirako binakako erlazio posibleak aztertuko ditugu Pearson-en korrelazio linealeko (1) neurriaren bidez (3. Taula):

3. Taula: Pearson-en Korrelazio Matrizea

	BNP.PA	DBK.DE	HSBA.L	ISP.MI	SAN.MC	UBSG.SW
BNP.PA	1	0,7569	0,6368	0,7462	0,7829	0,6719
DBK.DE		1	0,6121	0,6920	0,7339	0,7064
HSBA.L			1	0,5309	0,6214	0,5854
ISP.MI				1	0,7526	0,6021
SAN.MC					1	0,6500
UBSG.SW						1

3. Taulan ikus dezakegun bezala, erlazio posible guztien korrelazio-koefizienteak positiboak eta nahiko altuak dira, izan ere, guztiek 0,53 balio gainditzen dute. Beraz, Europako banku-sistemako banku nagusien artean menpekotasun-harreman lineal nahiko altuak daudela esan dezakegu. Menpetasun linealaren erlaziorik altuena Santander banketxearena (SAN.MC) eta BNP Paribas banku frantziarraren (BNP.PA) artekoa da, 0,7829-ko korrelazio-koefizientearekin behatutako aldirako.

Era berean 4. Taulan hein korrelazioa erabiliz neurtutako binakako erlazioen matrizea erakusten da.

4. Taula: Kendall-en Korrelazio Matrizea

	BNP.PA	DBK.DE	HSBA.L	ISP.MI	SAN.MC	UBSG.SW
BNP.PA	1	0,5744	0,4344	0,5578	0,5903	0,5155
DBK.DE		1	0,4104	0,4894	0,5389	0,5248
HSBA.L			1	0,3487	0,4097	0,4032
ISP.MI				1	0,5421	0,4407
SAN.MC					1	0,4719
UBSG.SW						1

Koefiziente guztiak positiboak eta nahiko altuak izan arren, matrize honetan ikus dezakegu hein korrelazio-koefizienteak ez direla aurreko matrizean bezain handiak. Diferentzia hau bi neurriek duten definizioagatik ematen da, izan ere, nahiz eta biak korrelazio izenarekin ezagutu, funtsean gauza ezberdinak begiratzen dituzte.

Menpekotasun globala aztertu nahi dugunez, behar dugu neurri bat 6 bankuen menpekotasun erlazioak batzen duena. Zentzu honetan Kendall, M.G. eta Babington Smith, B. (1940) ikertzaileek menpekotasun anizkoitzaren adierazle bezala binakako hein korrelazioen batezbestekoa proposatzen dute.

$$\hat{\tau}_t^{anizk} = \bar{\hat{\tau}}_t^{binaka} = \frac{1}{u_k}\sum_{i \neq j} \tau_{x_i,x_j} ,$$

non u_k bikote ezberdin kopurua den.

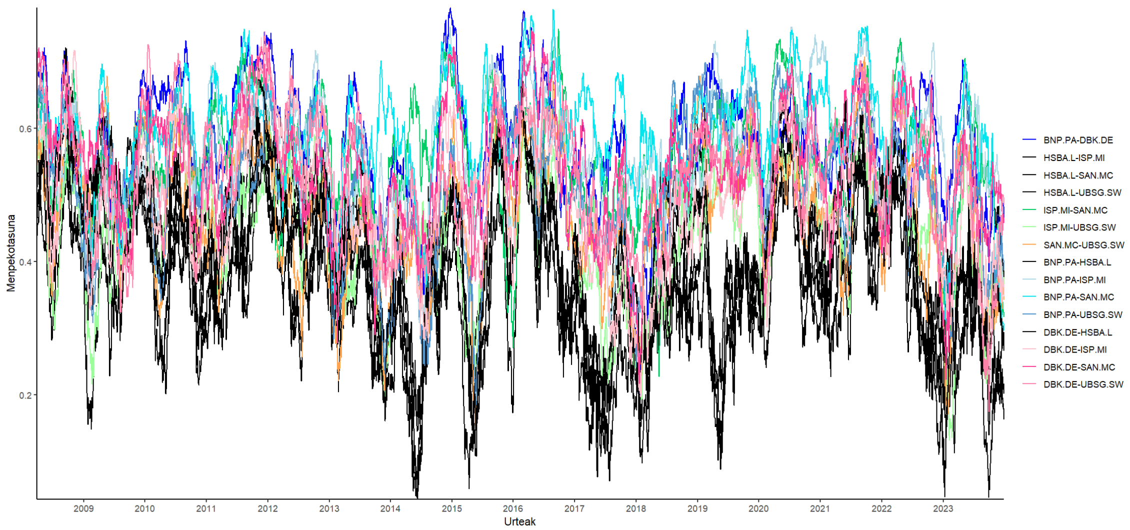
Aurreko adierazpenaren bitartez 2008-2023 aldiko korrelazio-koefiziente anizkoitzak kalkulatu dugu. Kendall-en Tau-arekin egin dugun binakakoen batezbestekoa bezala Pearson-en korrelazio koefizientearekin egingo dugu menpekotasun anizkoitza lortzeko. Alde batetik, Pearson-en korrelazio koefizientean oinarritutako menpekotasun anizkoitzak $\hat{\rho}^{anizk} = 0.6720871$ balioa hartzen du, 2008-2023 aldian korrelazio lineal nahiko altua dagoela adieraziz. Bestalde, Kendall-en korrelazio koefiziente anizkoitzaren balioa $\hat{\tau}^{anizk} = 0.4834787$ da, menpekotasun erlazioak existitzen direla erakusten digu, baina ez Pearson-en koefiziente bezain handiak. Bi koefizienteek adierazten digute menpekotasun-erlazio positiboa dagoela Europako banku-sisteman. Hala ere, Pearson-en korrelazio koefizientea eta Kendall-en Tau-aren balioen arteko konparaketak egitea ez da egokiena ez dutelako definizioz menpekotasuna neurtzeko oinarri berdina. Hasieran aipatu dugun bezala, Pearson eta Kendall neurrien arteko erlazioa ematen duen neurri bat existitzen da ($\tau(\rho)$), (4) formulan definituta. Beraz, normaltasunean oinarritutako hein korrelazio koefiziente honek aukera ematen digu ikusteko zein alde dauden menpekotasunaren kalkuluan aldagaien banaketa normala onartzen denean eta aldagaien banaketara mugatzen ez denean. Normaltasunean oinarritutako Kendall-en Tau-a 2008-2023 aldirako $\hat{\tau}(\hat{\rho})_t^{anizk} = 0{,}469129$ da. Ikus dezakegu oso antzeko menpekotasun harremana adierazten duela normaltasunean oinarritzen ez den Kendall-en Tau-arekin konparatuta.

6.2 Menpekotasun Dinamikoa

Dena den, aldagaien arteko elkarrekiko erlazioak denboran zehar aldatzen direla frogatuta dagoenez, menpekotasun harremanak baita denboran aldakorrak diren aztertuko dugu. Horretarako menpekotasunaren bilakaera, leiho-mugikorren metodoaren bidez estimatuko dugu.

4. grafikoan leiho mugikorrak erabiliz estimatutako binakako Kendall-en Tau-aren bilakaera azaltzen da. Grafiko honen helburua Europako finantza-sistemaren menpekotasun-erlazioek denboran joera bera duten behatzen laguntzea da, Kendall-en hein korrelazio-koefizientea erabiliz.

4. Grafikoa : Binakako menpekotasun erlazioen bilakaera Kendall-en Tau-aren bitartez

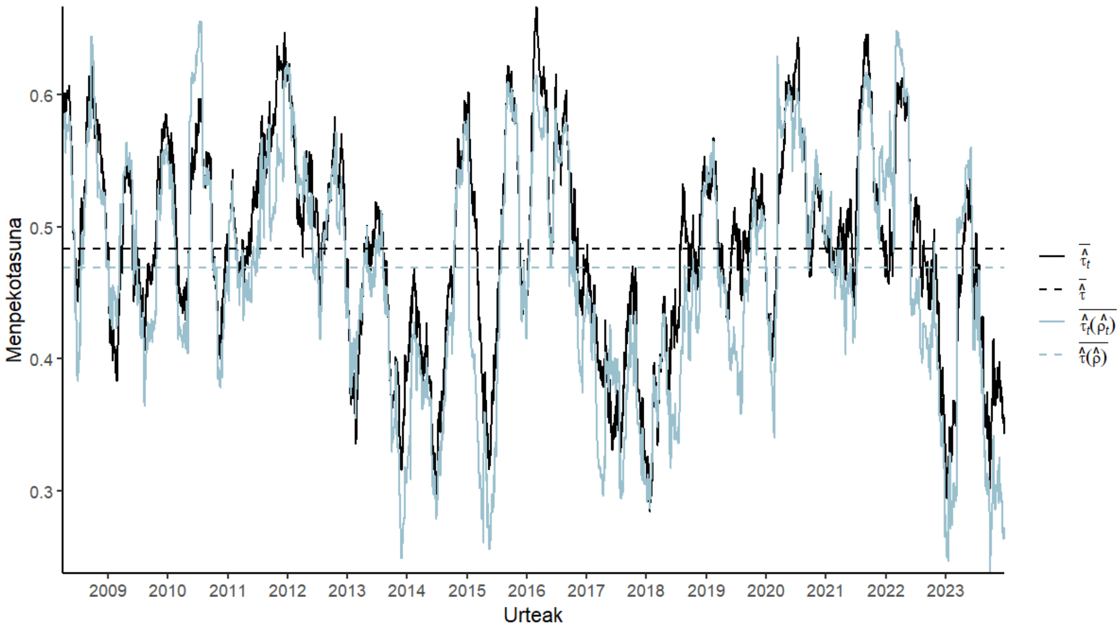


Ikus dezakegu bikote guztietan korrelazio koefizienteak ez duela balio berdina hartzen denboran zehar. Era berean, bikoteen joeran desberdintasunak ematen dira, gehien bat 2011 urtetik aurrera. Hau da, zor subiranoaren krisitik aurrera, Europako banku-sistema ordezkatzen duten bankuen arteko menpekotasunak joera bera izateari uzten diote. Gainera, ikus dezakegu bikoteen arteko menpekotasunaren magnitudeak gorabeherak dituela denboran zehar. Koefizienteak lehenengo urteetan 0,4 eta 0,7 artekoak dira ia bikote guztietan, menpekotasun-erlazio handia adieraziz. Hala ere, denborak aurrera egin ahala, zenbait unetan menpekotasuna jaitsi egiten da, eta 0,2 ingurukoa da.

Bikoteak banaka aztertuz, azpimarratu beharra dago ezaugarri amankomun bat agertzen dela Erresuma Batuko HSBA.L bankuarekin osatzen diren bikoteetan (beltzez adierazita 4. Grafikoan): 2014tik aurrera menpekotasun harreman baxuagoa dute besteekin alderatuz. Hau argi ikus dezakegu Erresuma Batuaren testuinguruan emandako gertaera garrantzitsuen uneetan. Eskoziak nahiz eta azkenean independentzia ez lortu, Erresuma Batutik independizatzeko 2014ko irailean ospatutako erreferendumak ziurgabetasuna eragin zuen britainiar ekonomiako inbertitzaileen artean. Agian hau izan zen momentu horretatik aurrera menpekotasun harremanetan ikusten den diferentziaren aurrekaria. 2016ko ekainaren 23an Erresuma Batua Europar Batasunean mantentzea zalantzan jartzen zuen referenduma ospatu zen. Beraz, baliteke, grafikoan ikusten den bezala, Europako beste bankuek HSBA.L bankuarekin harremanak murriztea gertaera honen ondorioz izatea. Honekin batera, 2019an baieztatuta zegoen haien irteera Europar Batasunetik eta grafikoan oso alde handia ikus dezakegu banku bikoteen artean 2020ko osasun krisira arte. Nahiz eta Erresuma Batua Europatik atera berria izan, 2020an hasi zen krisiaren eragina hain handia izanda, menpekotasun harremanak handitu egin ziren kasu guztietan. Azken honek literaturan aurkitu daitekeenarekin bat egiten du, krisi garaietan menpekotasun harremanak areagotzen baitira.

Aipatu dugun bezala, grafikoan ikusitako emaitzek erakutsi digute banku bikoteen arteko menpekotasun-harremanak ez dutela patroi bera jarraitzen. Hori dela eta, zaila da sistema bere osotasunean bikoteen harremanetan oinarrituta aztertu ahal izatea. Beraz, menpekotasun anizkoitza aztertuko dugu Kendall eta Smith (1940)-ek proposatu bezala, binakako korrelazioen batezbestekoa erabiliz. 5. Grafikoan normaltasunean oinarritutako Kendall-en Tau-aren eta banaketarik suposatzen ez duen Kendall-en hein korrelazio koefizientearen bilakaera ageri da.

5. Grafikoa: Menpekotasun anizkoitzaren bilakaera 2008-2023



Izan ere, grafiko honetan bi Kendall-en korrelazio koefizienteek antzerako bilakaera eta magnitudea dutela ikusten da. Bi koefizienteek denboran menpekotasun positiboa adierazten duten arren, korrelazioa baxuagoa den aldietan normaltasunean oinarritutako hein korrelazioa ($\overline{\hat{\tau}_t(\hat{\rho}_t)}$) Kendall-en Tau-aren ($\overline{\hat{\tau}_t}$) azpitik dagoela ikus dezakegu. Hau da, Europako banku-sisteman dagoen korrelazioa kalkulatzeko aldagaien banaketa normaltzat hartzen badugu, sisteman dagoen menpekotasuna gutxiesten ari gara.

Hala ere, bada ezaugarri komun bat menpekotasun anizkoitzaren azterketan ikus daitekeena. Sistemak patroi argi bat jarraitzen du, krisi-garaietan menpekotasuna areagotu egiten dela ikus daiteke; 4. Grafikoan binakakoen erlazioekin eta 5. Grafikoan menpekotasun anizkoitza aztertzean antzeman daitekeen bezala. Ezaugarri hau 2008an, 2011-2012an, 2016an eta, batez ere, osasun-krisiak eragindako urteetan ikusten da. Literaturarekin, konkretuki Monica Billio et al., (2010)-k Pearson-en korrelazio koefizientearekin antzeman izan zuten bezala, bat datoz gure emaitzak. Hau da, banaketarik suposatzen ez duen Kendall-en korrelazio koefizientea eta normaltasunean oinarritutako Kendall-en korrelazio koefizientea gai dira frogatzeko krisi garaietan banku sisteman menpekotasuna areagotzen dela.

Orain arte ikusi dugu zer bilakaera izan duen menpekotasunaren dinamikak banku sisteman, baina menpekotasunaren dinamika horiek estatistikoki aldakorrak izan direla kontsideratu daiteke denboran zehar? Horretarako, leiho-mugikorrez baliatuz estimatutako Kendall-en Tau-arentzako konfiantza tartea kalkulatu dugu:

$$KT_{1-\alpha}(\tau_t) = \left(\widehat{\tau_t} \pm N(0,1)_{\frac{\alpha}{2}}\, \hat{\sigma}_{\widehat{\tau_t}}\right),$$

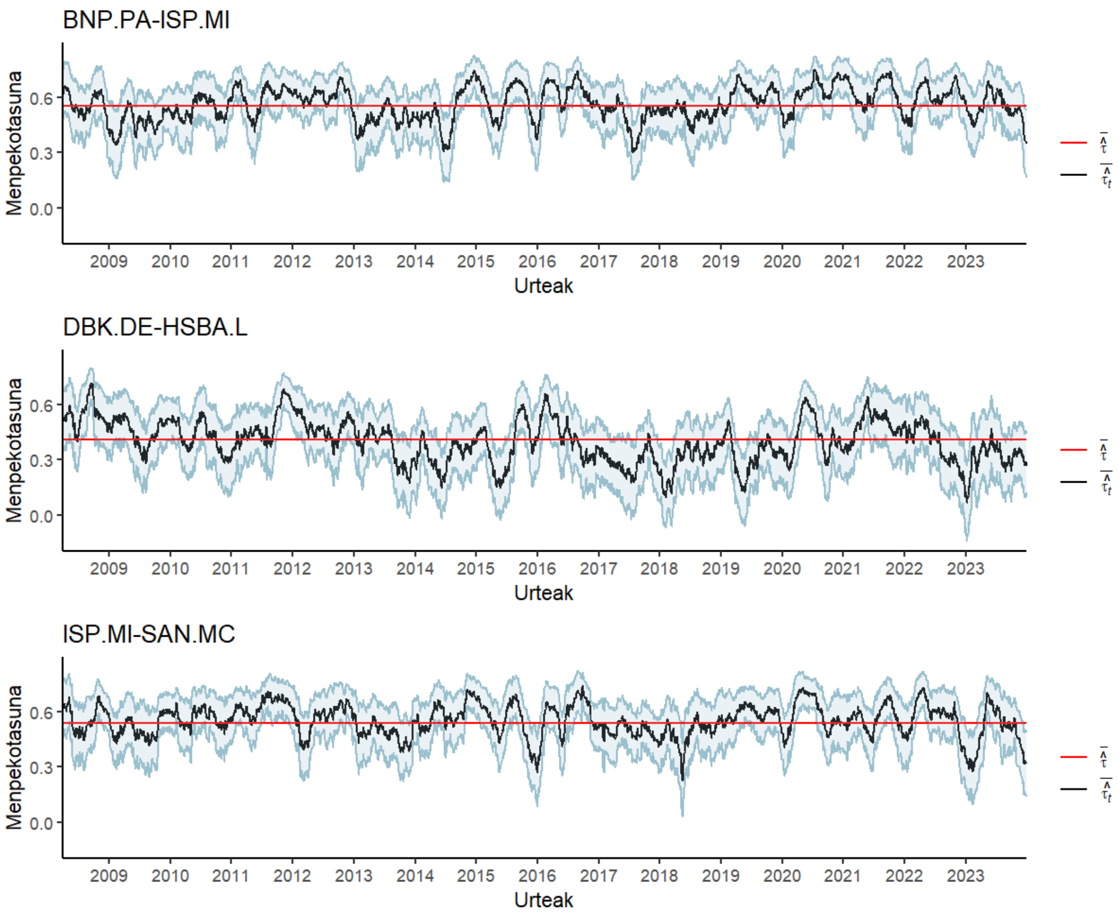
α = 0,05 esangura mailarekin. Gure kasuan, menpekotasunaren $\hat{\sigma}_{\widehat{\tau_t}}$ desbideratze tipikoa ezezaguna denez, *bootstrap* laginketa metodoaren bitartez estimatu dugu.

Estimatutako konfiantza tartearen bitartez bi galdera erantzun ditzakegu, alde batetik, menpekotasuna denboran zehar esanguratsua den eta beste alde batetik, menpekotasuna estimatzeko eredu estatikoak egokiak diren. Azken kasu honetan, 2008-2023 urte tarterako estimatutako Kendall-en Tau estatikoa dinamikoaren konfiantza tarte barruan mantentzen ez bada, orduan bien artean desberdintasun nabaria dagoela baiezta dezakegu % 5eko esangura mailarekin. Beste modu batera esanda, %95-eko konfiantza mailarekin esan genezake menpekotasun harremanak denboran konstante mantentzen ez direla.

Beraz, lehenengo banku bikoteen menpekotasunarekin zer gertatzen den ikusiko dugu, ondoren Europar banku-sistemaren menpekotasuna aztertzeko.

Behin konfiantza tarteak 15 bikoteentzako kalkulatu ditugula, 6. Grafikoan horietako 3 erakusten dira (gainontzekoak 2. Eranskinean ikusi daitezke). Hiru banku bikoteetan ikus dezakegunez 2008-2023 urterako estimatutako menpekotasun-erlazioak %95eko konfiantza-mailarekin denboran aldatzen direla ondoriozta dezakegu. Nahiz eta denbora tarte batzuetan menpekotasuna estatikoki estimatzea egokia litzatekeen (dinamikoa eta estatikoa estatistikoki berdinak direlako), ikus dezakegu krisi garaietan Kendall-en Tau-a estatikoki estimatzeak menpekotasuna gutxiesten duela.

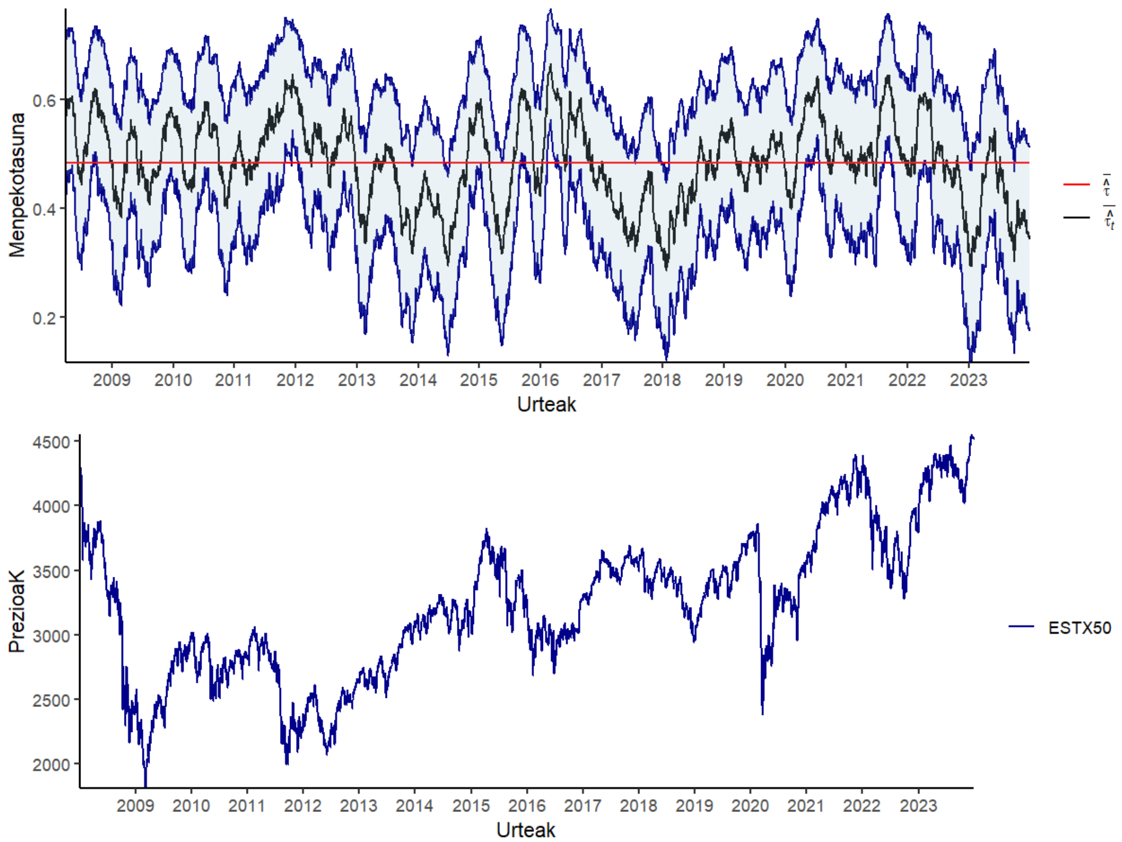
6. Grafikoa: Hiru Banku Bikoteren menpekotasunaren bilakaera



Era berean, Europako banku-sistemaren menpekotasun-harremana bere osotasunean denboran konstante mantentzen diren ala ez ebaluatzen saiatzen ari garenez, estimatutako Kendall-en Tau anizkoitzarentzako konfiantza tartea kalkulatu dugu.

7. Grafikoan ikus dezakegu 2008-2023 urte tarterako estimatutako korrelazio estatikoa kontsideratzen duen eredu bat ez dela aproposa banku-sistemaren menpekotasuna aztertzeko. Beraz, % 95eko konfiantza-mailarekin Europako banku sisteman dagoen menpekotasun anizkoitza denboran zehar aldakorra dela ondorioztatzen da. Nahiz eta periodo batzuetan estimatutako tau dinamikoak, estatikoarekiko informazio gehigarririk ez eman, korrelazioa denboran zehar aldakorra dela esan beharra dago. Gainera, menpekotasun anizkoitza estatikoki estimatzea egokiak ez diren uneak bat egiten dute lan honetan aipatutako krisialdiekin, ematen den menpekotasuna gutxiesten delarik.

7. Grafikoa: Banku-sistemako menpekotasun anizkoitzaren bilakaera 2008-2023



Bestalde, Euro Stock 50 indizearen prezioen bilakaera kontuan hartzen badugu konturatu gara lanaren zehar aipatutako krisialdietan ematen diren itxiera-prezioen jauzierak bat datozela korrelazio koefizientearen igoerekin. Beraz, esan daiteke banku sistemaren menpekotasuna merkatuko arriskuaren faktoreetako bat izan daitekeela.

Esan bezala, ikusten da menpekotasuna handitzen dela krisi garaietan, hori dela eta interesgarria izango litzateke aztertzea honen eragina merkatuko arriskuan. Bestalde, menpekotasunean arriskutsua dena, hau altua izatea denez, eragin hori kuantil arriskutsuetan aztertu beharko litzateke. Horretarako lehen hurbilpen bezala, hurrengo erregresio kuantilikoaren eredua aztertu dugu:

$$ESTX50_t = \alpha^\theta + \beta^\theta \widehat{\tau_{t-1}} + u_t$$

Arriskua errentagarritasunen galeretan dago, eta hori dela eta, beharrezkoa da %5eko kuantila aztertzea. Bi kuantil aztertu dira: alde batetik, $\theta = 0{,}05$ errentagarritasunen kuantil arriskutsua ezkerreko buztana delako eta beste alde batetik, $\theta = 0{,}5$, erlazioa bere batezbestekoan aztertzen duena.

ESTX50	θ = 0,05	θ = 0,5
konst.	0,00501	-0,00098
$\hat{\tau}_t$	-0,05572***	0,00277

***: esanguratsua %5eko esangura mailarekin

Menpekotasuna 0,1 igotzen denean Euro Stoxx-eko batezbesteko errentagarritasuna %0,27 igotzen dela estimatzen da. Aldiz, kuantiletan zentratuz gero, menpekotasuna 0,1 igotzen denean Euro Stoxx-aren %5eko kuantilean errentagarritasuna %5,57 jaisten dela estimatzen da. Menpekotasunak duen eragina Euro Stoxx-aren batezbesteko errentagarritasunean ez da esanguratsua, aldiz, %5eko kuantil arriskutsuaren eragina esanguratsua da taulan ikus daitekeen bezala.

%5eko kuantila aztertzen dugunean ikusten den errentagarritasunaren jaitsierak agerian uzten du Europako banku-sistemaren menpekotasuna arrisku faktore bat bezala ikusi daitekeela Europako arrisku sistemikoari dagokionez. Hala ere, aurretik esan dugun moduan, hau hasierako hurbilpen bat bakarrik da eta galdera honek azterketa sakonago bat beharko luke.

Ondorioak

2008ko finantza-krisiak izan zituen ondorio sakonak, finantza-arrisku mota berri baten ikertzeko beharra sortu zuen: arrisku sistemikoa, momentura arte kontuan hartzen ez ziren arriskuen konbinaketa barneratzen duen arriskua izanik. Ikerlariek merkatuen agenteen elkarrekiko konektibitatean arreta jartzen hasi ziren, hauen arteko gehiegizko lotura arrisku faktore bezala antzeman zutelako.

Lan honen helburua Europako finantza sektoreko bankuen menpekotasunak sortzen duen arrisku sistemikoaren bilakaera aztertzea izan da "too interconnected to fail" ideiarekin lotuta. Interkonektibitatea arrisku sistemikoaren parte izanik, analisia egiteko hein korrelazio neurriez baliatu gara menpekotasunaren adierazle bezala. Hala ere, korrelazio linealeko neurria kontsideratu dugu menpekotasunaren erreferentziazko neurri bezala.

Lehenengo, ikusi dugu hautatutako 6 bankuen artean menpekotasuna existitzen dela. Bikoteen artean menpekotasun harreman altuagoa dutenak BNP.PA banku frantsesa eta SAN.MC banku espainiarra dira. Pearson-en korrelazio koefizientea eta Kendall-en hein korrelazio koefizientea definizioz desberdinak direla badakigu, horregatik korrelazio linealean oinarritutako Kendall-en Tau-a eta banaketa konkreturik suposatzen ez duen Kendall-en Tau-az baliatu gara. Bi menpekotasun neurriak alderatuta esan dezakegu ia balio bera hartzen dutela estatikoki estimatzen ditugunean ($\tau = 0.4834787$ eta $\tau(\rho) = 0{,}469129$).

Ondoren, aldagaien arteko erlazioak denboran aldatzen direla jakinik, leiho mugikorren estimazio metodoa kontsideratu dugu menpekotasunak denboran izan duen dinamika ikusteko, bai binakako erlazioekin, bai sistemak bere osotasunean. Binakako menpekotasunaren bilakaera aztertzean konturatu gara 2011 urtera arte bikoteek antzerako joera zutela denboran zehar, baina momentu horretatik aurrera banku bikoteen arteko menpekotasun erlazioak ezberdinak dira. Izan ere, Erresuma Batuarekin osatzen diren bikoteak besteek baino menpekotasun txikiagoa dutela ikusi dugu. Europako banku-sistemako menpekotasun anizkoitzaren bilakaerari erreparatuz, argi dago menpekotasun-erlazioari modu estatikoan soilik begiratzea okerra izango litzatekeela, une askotan bi koefizienteek estatikoki ezberdinak diren balioak hartzen dituztelako. Gainera, normaltasuna onartzen dugunean menpekotasuna gutxiesten dela ikusi ahal izan dugu, are gehiago jakinda Jarque Bera Test-aren bidez aldagaiek ez dutela banaketa normalik jarraitzen. 2008an Basilea II erregulazioak aldagaien normaltasuna onartzen zuen arrisku neurriak kalkulatzeko, eta lortutako emaitzek erakusten diguten bezala, menpekotasun erlazioen estimazioa gutxietsi egiten da normaltasuna onartzean. Agian, normaltasuna onartu ez balitz, 2008ko kolapsoaren ondorioak desberdinak izango ziratekeen.

Jakin badakigu menpekotasuna estatikoki neurtzea dinamikoki baino errazagoa dela, baina, esan bezala, baliteke eredu estatiko bat erabiltzea aproposa ez izatea. Horregatik, Kendall-en Tau dinamikoarentzat konfiantza tarte bat eraiki dugu eta % 95eko konfiantza mailarekin baieztatu dugu menpekotasunaren bilakaera denboran aldatu egiten dela. Beraz, menpekotasuna estatikoa dela suposatzea arriskutsua izango litzateke une horietan estimatzen den menpekotasuna gutxietsita baitago. Beraz, Kendall-en korrelazio koefizientea erabilita, Europako banku-sistemako bankuen arteko menpekotasuna denboran zehar aldatzen dela ondoriozta dezakegu.

Lan honi amaiera emateko, erregresio kuantilikoaren bitartez ikusi dugu nola kuantil arriskutsuan, menpekotasunak sistemaren errentagarritasuna gutxitzea eragiten duela, galerak sortuz. Aztertutako azken honek, menpekotasuna arrisku faktore bat izan daitekeela erakutsi arren, lehen hurbilketa bat baino ez da azterketa sakonago bat beharko lukeelako.

Bestalde, lan honetan zehar landutako hainbat gai azpimarratzea gustatuko litzaidake. Hasteko, esan beharra dago graduan ez dela finantza-merkatuez askorik ikasten. Honekin batera, lan hau euskaraz egin izana erronka bat izan dela azpimarratu nahi nuke. Izan ere, hiztegi ekonomikoari dagokionez, finantzetako kontzeptu eta gaiaren inguruko irakurketa gehienak ingelesez izan direlako, ez dago finantzetako kontzeptuen hiztegi bat euskaraz. Horrez gain, erabili diren estatistikako hainbat prozedura ikasi ditut, haien artean menpekotasuna neurtzeko hein korrelazio neurriak eta denboran zeharreko estimazioak lortzeko leiho mugikorren metodologia. Lan honetan zehar erakutsitako emaitza eta grafiko guztiak R softwarearekin lortuta daude, zeinen erabilera graduan lantzen ez den.

Bibliografia

Ascorbebeitia, J., Ferreira, E., eta Orbe, S. (2022). *The Effect of Dependence on European Market Risk. A Nonparametric Time Varying Approach*. Journal of Business & Economic Statistics, 40:2, 913-923.

Basel Committee (2005). *An explanatory note on the Basel II IRB risk weight functions*. Bank for International Settlements.

Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) (2004). *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards. A Revised Framework.*

Billio, M., Getmansky, M., Lo, A.W. eta Pelizzon, L. (2010). *Measuring Systemic Risk in the Finance and Insurance Sectors.* MIT Sloan School, Working Paper 4774-10.

Croux, C. eta Dehon, C. (2010). *Influence Fuctions of the Spearman and Kendall Correlation Measures.* Statistical Methods & Applications, 19, 497-515.

Dornbusch, R., Park, Y. C., eta Claessens, S. (2000). *Contagion: Understanding how it spreads.* The World Bank Research Observer, 15(2), 177-197.

Ferreira, E. eta Orbe, S. (2018). *Why Are There Time-Varying Comovements in the European Stock Market?.* The European Journal of Finance, 24, 828-848.

Hurn, S., Martin, V., Phillips, P. C., eta Yu, J. (2021). *Financial Econometric Modeling*. Oxford: Oxford University Press.

Kendall, M. G. (1938). *A new measure of rank correlation*. Biometrika, 30(1/2), 81-93.

Kendall, M.G. eta Smith, B.B. (1940). *On the method of paired comparisons.* Biometrika,. 31, 324–345.

Krishnan, C., Petkova, R., eta Ritchken, P. (2009). *Correlation risk.* Journal of Empirical Finance, 16(3), 353-367.

Nelsen, R. B. (2006). *An introduction to copulas*. Springer.

Scott, H. S. (2012). *Interconnectedness and contagion*. Committee on Capital Markets Regulation.

Scott, H. S. (2014). *Interconnectedness and contagion - Financial Panics and the Crisis of 2008.* Committee on Capital Markets Regulation. SSRN 2178475.

Eranskina 1

Jarque Bera Test-a

$$\begin{cases} H_0 : X_i \sim \mathcal{N}(\mu, \sigma^2) \\ H_1 : X_i \nsim \mathcal{N}(\mu, \sigma^2) \end{cases},$$

Jarque Bera estatistikoa, normaltasun hipotesi hutsaren pean, 2 askatasun-graduko Chi-Karratu banaketa bezala banatzen da asintotikoki:

$$JB = \frac{N}{6}\left(S^2 + \frac{(K-3)^2}{4}\right) \xrightarrow{H_0,\ b} \mathcal{X}_2^2,$$

non N behaketa kopurua den, S asimetria-koefizientea eta K kurtosia. Normaltasun hipotesi hutsaren pean, asimetria-koefizientea S = 0 da eta kurtosia K = 3.

Baldin eta $JB > \mathcal{X}_{2,0,05}^2 = 5{,}99$, betetzen bada, hipotesi hutsa baztertzen da % 5eko esangura mailarekin.

- Hipotesi hutsa baztertzen bada, % 95eko konfiantza mailarekin aldagaiek banaketa normala jarraitzen ez dutela esan dezakegu.
- Hipotesi hutsa baztertzen ez bada, % 95eko konfiantza mailarekin aldagaiek banaketa normala jarraitzen dutela esan dezakegu.

Aldagai bakoitzeko errentagarritasunei egindako Jarque Bera Test-aren emaitzak hurrengo taulan agertzen dira:

5. Taula: Jarque Bera Test-aren emaitzak

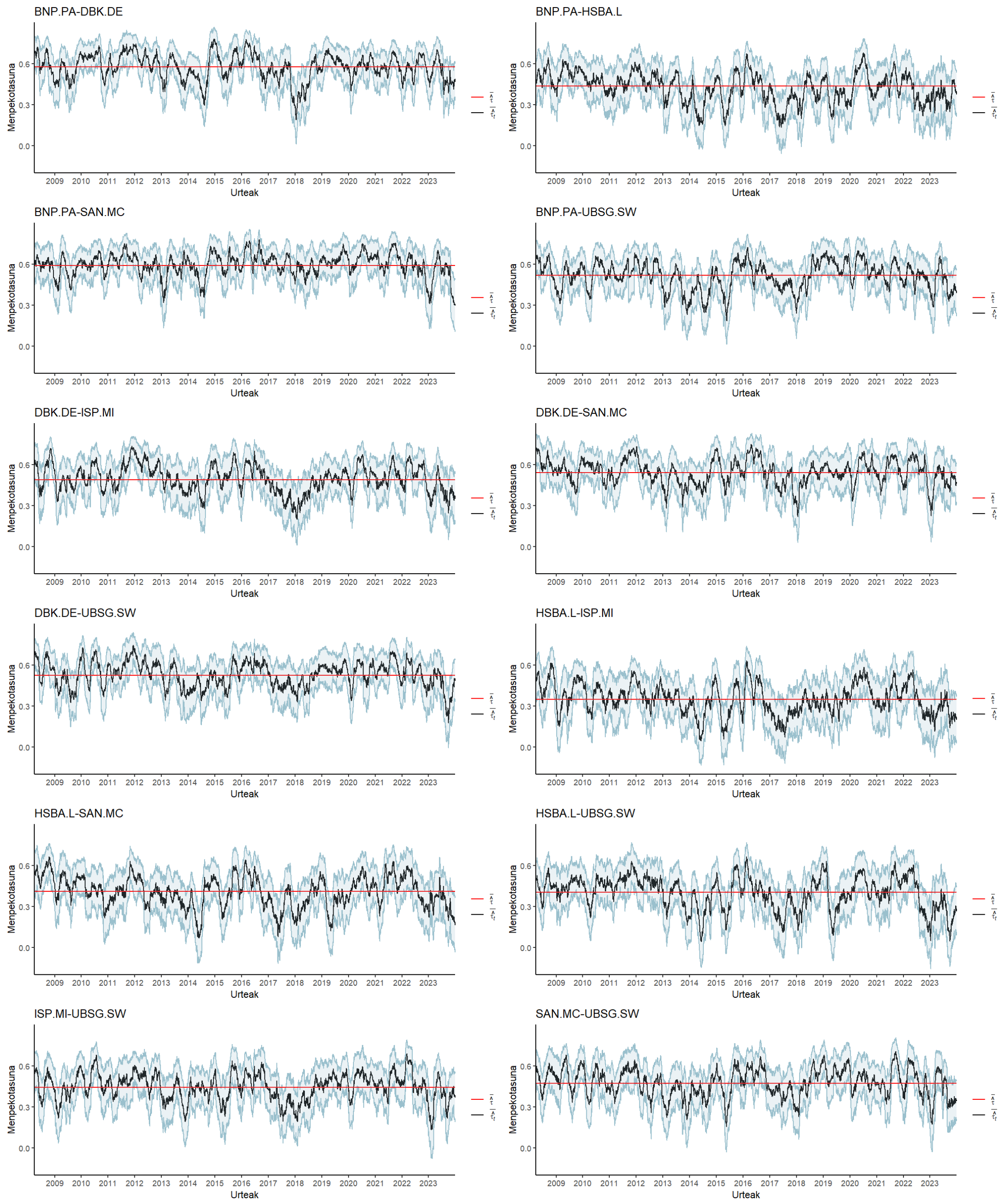
	JB
ESTX50	9851,0
BNP.PA	11675,0
DBK.DE	8101,8
HSBA.L	22668,0
ISP.MI	12636,0
SAN.MC	11235,0
UBSG.SW	24644,0

Ikus dezakegu aldagai guztien Jarque Bera estatistikoa, $JB > \mathcal{X}_2^2 = 5{,}99$ dela. Beraz, kasu guztietan baztertzen dugu aldagaiek banaketa normala jarraitzen dutelaren hipotesi hutsa. Hau da, % 95eko konfiantza mailarekin aldagaiek banaketa normala jarraitzen ez dutela ondorioztatzeko lagin ebidentzia dago.

Eranskina 2

Hurrengo irudian banku bikote bakoitzarentzako estimatutako Kendall-en Tau-a eta bere konfiantza tartea aurkitu daitezke.

Grafikoa E2.1: Banku Bikoteen menpekotasunaren bilakaera



Kasu guztietan % 95eko konfiantza-mailarekin banku bikoteen arteko menpekotasun-harremanak denboran aldatzen direla ondoriozta dezakegu.

Eranskina 3

R-ko kodea:

```
#Hasteko, datuak .csv formatuan ireki ditut.

#Erabilitako datuen lehenengo zutabean datak agertzen direnez programari
#adierazi behar zaio data formatuan irakurri behar duela zutabe hori.
datuak$Date..ref.BNP.PA. <- as.Date(datuak$Date..ref.BNP.PA.)

#Balioei izena eman diot kodearekin errazago lan egiteko eta balioak gordetzeko.
egunak <- datuak$Date..ref.BNP.PA.
EUROSTOXX50 <- datuak$EUROSTOXX50
BNP.PA <- datuak$BNP.PA
DBK.DE <- datuak$DBK.DE
HSBA.L <- datuak$HSBA.L
ISP.MI <- datuak$ISP.MI
SAN.MC <- datuak$SAN.MC
UBSG.SW <- datuak$UBSG.SW

library(ggplot2)
library(dplyr)
library(tidyr)
library (gridExtra)

#Estatistiko deskribatzaile nagusiak prezioak erabiliz
summary(datuak)
estat_deskribatzaile_prezioak <- summary(datuak)
# Desbideratze tipikoa prezioak erabiliz
desbideratze_tipikoa_prezioak <- sapply(datuak[, -1], sd)

# 1 GRAFIKOA: PREZIOEN BILAKAERA DENAK BATERA GRAFIKO BEREAN (eskala aldatu dut)
ggplot(datuak, aes(x = egunak)) +
  geom_line(aes(y = EUROSTOXX50, color = "ESTX50")) +
  geom_line(aes(y = BNP.PA*10, color = "BNP.PA")) +
  geom_line(aes(y = DBK.DE*10, color = "DBK.DE")) +
  geom_line(aes(y = HSBA.L, color = "HSBA.L")) +
  geom_line(aes(y = ISP.MI*100, color = "ISP.MI")) +
  geom_line(aes(y = SAN.MC*100, color = "SAN.MC")) +
  geom_line(aes(y = UBSG.SW*10, color = "UBSG.SW")) +
  labs(x = "Urteak",
       y = "Prezioa") +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("ESTX50" = "navy",
                                "BNP.PA" = "palevioletred1",
                                "DBK.DE" = "goldenrod1",
                                "HSBA.L" = "steelblue3",
                                "ISP.MI" = "springgreen4",
                                "SAN.MC" = "mediumorchid4",
                                "UBSG.SW" = "tomato")) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year",
               date_labels = "%Y",
               limits = as.Date(c(min(datuak$Date..ref.BNP.PA.), max(datuak$Date..re
```

```r
f.BNP.PA.)))) + theme_classic() + coord_cartesian(xlim=NULL, ylim=NULL, expand=FALSE
)

#Orain arte, prezioekin lan egin dut, baina konparazioak egiteko errentagarritasunek
in lantzea ezinbestekoa da.

#Errentagarritasun logaritmikoak kalkulatuko ditut
errentagarritasun_log <- data.frame(
  Date = datuak$Date..ref.BNP.PA,
  EUROSTOXX50 = c(NA, diff(log(datuak$EUROSTOXX50))),
  BNP.PA = c(NA, diff(log(datuak$BNP.PA))),
  DBK.DE = c(NA, diff(log(datuak$DBK.DE))),
  HSBA.L = c(NA, diff(log(datuak$HSBA.L))),
  ISP.MI = c(NA, diff(log(datuak$ISP.MI))),
  SAN.MC = c(NA, diff(log(datuak$SAN.MC))),
  UBSG.SW = c(NA, diff(log(datuak$UBSG.SW)))
)

#Balore gabeko lehenengo lerroa ezabatu dut
errentagarritasun_log <-errentagarritasun_log[-1,]

#ANALISI DESKRIBATZAILE ERRENTAGARRITASUN LOGARITMIKOAK ERABILIZ
summary(errentagarritasun_log)
estat_deskribatzaile_errentlog <- summary(errentagarritasun_log)

# Desbideratze tipikoa errentagarritasunak erabiliz
desbideratze_errentag<-sapply(errentagarritasun_log,sd)

install.packages("reshape2")
library(reshape2)


#2 GRAFIKOA: ERRENTAGARRITASUN LOGARITMIKOEN BILAKAERA
ggplot(data = melt(errentagarritasun_log, id.vars = "Date"), aes(x = Date, y = value
)) +
  geom_line() +
  labs(x = "Urteak",
       y = "Errentagarritasun Logaritmikoa") +
  theme_minimal() +
  facet_wrap(~ variable, scales = "free_y", ncol = 1) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year",
               date_labels = "%Y",
               limits = as.Date(c(min(errentagarritasun_log$Date), max(errentagarrit
asun_log$Date))))+ coord_cartesian(xlim=NULL, ylim=NULL, expand=FALSE)

#3 GRAFIKOA HISTOGRAMAK
histograma1<-ggplot(errentagarritasun_log, aes(x = EUROSTOXX50),y=y) +
  coord_cartesian(xlim=c(-0.1,0.1),ylim=c(0,1500))+
  geom_histogram(binwidth = 0.01) +
  xlab(expression(r[t]))+
  ylab("Maiztasuna") +
  labs(title= "g) ESTX50") +
  theme_classic()+
  theme(plot.title = element_text(size = 8,hjust = 0.5))+
```

```
  theme(axis.title.y = element_text(size = 10))
histograma2<-ggplot(errentagarritasun_log, aes(x = BNP.PA)) +
  coord_cartesian(xlim=c(-0.1,0.1),ylim=c(0,1500))+
  geom_histogram(binwidth = 0.01) +
  xlab(expression(r[t]))+
  ylab("Maiztasuna") +
  labs( title= "a) BNP.PA") +
  theme_classic()+
  theme(plot.title = element_text(size = 8,hjust = 0.5))+
  theme(axis.title.y = element_text(size = 10))
histograma3<-ggplot(errentagarritasun_log, aes(x = DBK.DE)) +
  coord_cartesian(xlim=c(-0.1,0.1),ylim=c(0,1500))+
  geom_histogram(binwidth = 0.01) +
  xlab(expression(r[t]))+
  ylab("Maiztasuna") +
  labs( title= "b) DBK.DE") +
  theme_classic()+
  theme(plot.title = element_text(size = 8,hjust = 0.5))+
  theme(axis.title.y = element_text(size = 10))
histograma4<-ggplot(errentagarritasun_log, aes(x = HSBA.L)) +
  coord_cartesian(xlim=c(-0.1,0.1),ylim=c(0,1500))+
  geom_histogram(binwidth = 0.01) +
  xlab(expression(r[t]))+
  ylab("Maiztasuna") +
  labs( title= "c) HSBA.L") +
  theme_classic()+
  theme(plot.title = element_text(size = 8,hjust = 0.5))+
  theme(axis.title.y = element_text(size = 10))
histograma5<-ggplot(errentagarritasun_log, aes(x = ISP.MI)) +
  coord_cartesian(xlim=c(-0.1,0.1),ylim=c(0,1500))+
  geom_histogram(binwidth = 0.01) +
  xlab(expression(r[t]))+
  ylab("Maiztasuna") +
  labs( title= "d) ISP.MI") +
  theme_classic()+
  theme(plot.title = element_text(size = 8,hjust = 0.5))+
  theme(axis.title.y = element_text(size = 10))
histograma6<-ggplot(errentagarritasun_log, aes(x = SAN.MC)) +
  coord_cartesian(xlim=c(-0.1,0.1),ylim=c(0,1500))+
  geom_histogram(binwidth = 0.01) +
  xlab(expression(r[t]))+
  ylab("Maiztasuna") +
  labs( title = "e) SAN.MC") +
  theme_classic()+
  theme(plot.title = element_text(size = 8,hjust = 0.5))+
  theme(axis.title.y = element_text(size = 10))
histograma7<-ggplot(errentagarritasun_log, aes(x = UBSG.SW)) +
  coord_cartesian(xlim=c(-0.1,0.1),ylim=c(0,1500))+
  geom_histogram(binwidth = 0.01) +
  xlab(expression(r[t]))+
  ylab("Maiztasuna") +
  labs(title = "f) UBSG.SW") +
  theme_classic() +
  theme(plot.title = element_text(size = 8,hjust = 0.5)) +
```

```
  theme(axis.title.y = element_text(size = 10))

grid.arrange(histograma2, histograma3, histograma4, histograma5, histograma6, histog
rama7, histograma1, ncol = 2)

install.packages("moments")
library("moments")

#JARQUE BERA TEST
jarque.test(errentagarritasun_log$EUROSTOXX50)# ez normala
jarque.test(errentagarritasun_log$BNP.PA) # ez normala
jarque.test(errentagarritasun_log$DBK.DE) # ez normala
jarque.test(errentagarritasun_log$HSBA.L) # ez normala
jarque.test(errentagarritasun_log$ISP.MI) # ez normala
jarque.test(errentagarritasun_log$SAN.MC) # ez normala
jarque.test(errentagarritasun_log$UBSG.SW) # ez normala

#HEMENDIK AURRERA EZ DUT EUROSTOXX50 KONTUAN HARTUKO

#Korrelazio matrizea egiteko lehenengo ezabatu beharko ditut 2 zutabe "Date" eta "Eu
rostoxx50"
errentagarritasun_log_2.0 <- errentagarritasun_log[,-c(1, 2)]

#Korrelazio matrizea (pearson) (binakako erlazioak)
korrelazio_matrizea <- cor(errentagarritasun_log_2.0, method = "pearson", use = "pai
rwise.complete.obs")
write.csv(korrelazio_matrizea, file = "korrelazio matrizea pearson.csv")

#Korrelazio anizkoitza (pearson)
rho_estatikoa<- (0.7568724 + 0.6367725 + 0.7461551 + 0.7829422 + 0.6718542 + 0.61205
54 + 0.6919911 + 0.7338871 + 0.7064062 + 0.5309432 + 0.6214065 + 0.5853693 + 0.75260
59 + 0.6020587 + 0.6499863)/15
# Emaitza: rho = 0.6720871

#Korrelazio matrizea (kendall) (binakako erlazioak)
korrelazio_matrizea_k <- cor(errentagarritasun_log_2.0, method = "kendall", use = "p
airwise.complete.obs")

#Korrelazio anizkoitza (kendall)
tau_estatikoa<- (0.5743548 + 0.4344285 + 0.5577989 + 0.5903104 + 0.5155389 + 0.41035
37 + 0.4893874 + 0.5389038 + 0.5247577 + 0.3486952 + 0.4096790 + 0.4032228 + 0.54210
39 + 0.4407157 + 0.4719301)/15
# Emaitza: tau =  0.4834787


#Konfiantza tarteak lortzeko formula:
kendall.ci_modif_1<-function (x=NULL, y=NULL, alpha=0.05, type="t", bootstrap=F, B=1
000, example=F, tv=tau_t_anizk$valor,te=tau_estatikoa)
{
  # This will produce a 1 - alpha CI for
  # Kendall's tau.  Based on sections 8.3 and 8.4 of:
  #
  #   Nonparametric Statistical Methods, 3e
  #   Hollander, Wolfe & Chicken
```

```
  #
  # bootstrap = F will find the asymptotic CI as in section 8.3.
  # bootstrap = T will find a bootstrap CI as in section 8.4
  # type can be "t" (two-sided), "u" (upper) or "l" (lower).
  # B is the number of bootstrap replicates.

  #
  # Inefficiently programmed by Eric Chicken, October 2012.

  # Example 8.1 from HW&C
  if(example)
  {
    x <- c(44.4, 45.9, 41.9, 53.3, 44.7, 44.1, 50.7, 45.2, 60.1)
    y <- c(2.6, 3.1, 2.5, 5, 3.6, 4, 5.2, 2.8, 3.8)
  }

  continue <- T

  if(is.null(x) | is.null(y))
  {
    cat("\n")
    cat("You must supply an x sample and a y sample!", "\n")
    cat("\n")
    continue <- F
  }

  if(continue & (length(x) != length(y)))
  {
    cat("\n")
    cat("Samples must be of the same length!", "\n")
    cat("\n")
    continue <- F
  }

  if(continue & (length(x) <= 1))
  {
    cat("\n")
    cat("Sample size n must be at least two!", "\n")
    cat("\n")
    continue <- F
  }

  if(continue & (type!="t" & type!="l" & type!="u"))
  {
    cat("\n")
    cat("Argument \"type\" must be one of \"s\" (symmetric), \"l\" (lower) or \"u\"
(upper)!", "\n")
    cat("\n")
    continue <- F
  }

  # Q* from (8.17)
  Q <- function(i, j)
  {
```

```r
  Q.ij <- 0
  ij <- (j[2] - i[2]) * (j[1] - i[1])
  if(ij > 0) Q.ij <- 1
  if(ij < 0) Q.ij <- -1
  Q.ij
}

# C.i from (8.37)
C.i <- function(x, y, i)
{
  C.i <- 0
  for(k in 1:length(x))
    if(k != i)
      C.i <- C.i + Q(c(x[i], y[i]), c(x[k], y[k]))
  C.i
}

if(continue & !bootstrap)
{
  c.i <- numeric(0)
  n <- length(x)
  for(i in 1:n) c.i <- c(c.i, C.i(x, y, i))

  # Get the estimate of tau from the existing function cor.test
  # (8.34)
  # Temporarily disable warnings about p-values and ties
  options("warn" = -1)
  tau.hat <- cor.test(x, y, method="k")$estimate
  options("warn" = 0)

  # (8.38)
  sigma.hat.2 <- 2 * (n - 2) * var(c.i) / n / (n-1)
  sigma.hat.2 <- sigma.hat.2 + 1 - (tau.hat)^2
  sigma.hat.2 <- sigma.hat.2 * 2 / n / (n - 1)

  if(type=="t") z <- qnorm(alpha / 2, lower.tail = F)
  if(type!="t") z <- qnorm(alpha, lower.tail = F)
  # (8.39), (8.43), (8.45)
  tau.L <- tau.hat - (mean(tv) - te) - z * sqrt(sigma.hat.2)
  tau.U <- tau.hat - (mean(tv) - te) + z * sqrt(sigma.hat.2)
  if(type=="l") tau.U <- 1
  if(type=="u") tau.L <- -1
}

if(continue & bootstrap)
{
  tau <- numeric(0)
  for(b in 1:B)
  {
    b.sample <- sample(1:length(x), length(x), replace=T)
    # Temporarily disable warnings about p-values and ties
    options("warn" = -1)
    tau.sample <- cor.test(x[b.sample], y[b.sample], method="k")
    options("warn" = 0)
```

```
      tau.sample <- tau.sample$estimate
      tau <- c(tau, tau.sample)
    }
    tau.hat <- sort(tau)
    hist(tau.hat)
    if(type=="t") k <- floor((B + 1) * alpha / 2)
    if(type!="t") k <- floor((B + 1) * alpha)
    tau.L <- tau.hat[k]
    tau.U <- tau.hat[(B + 1 - k)]
    if(type=="l") tau.U <- 1
    if(type=="u") tau.L <- -1

  }

  return(c(tau.L,tau.U))
  tau.L <- round(tau.L, 3)
  tau.U <- round(tau.U, 3)

  if(type=="t") print.type <- " two-sided CI for tau:"
  if(type=="l") print.type <- " lower bound for tau:"
  if(type=="u") print.type <- " upper bound for tau:"

  cat("\n")
  cat(paste("1 - alpha = ", 1 - alpha, print.type, sep=""))
  cat("\n")
  cat(paste(tau.L, ", ", tau.U, sep=""), "\n")
  cat("\n")

}


#LEHIO-MUGIKORRAK
m<-60
l_kop<-4093-m+1

#1º BUKLEA : BNP-DBK
korrelazio_lineala_1 <- numeric(l_kop)
tau_1 <- numeric(l_kop)
tau_rho_1 <- numeric(l_kop)
kt_1_1 <- matrix(0, nrow = 4034, ncol = 2)

for (i in 1:l_kop) {
    BNP_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$BNP.PA[i:(i + m - 1)]
    DBK_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$DBK.DE[i:(i + m - 1)]

    korrelazio_lineala_1[i] <- cor(BNP_lehioa, DBK_lehioa, method = "pearson")
    tau_1[i] <- cor(BNP_lehioa, DBK_lehioa, method = "kendall")
    tau_rho_1[i]<- asin(korrelazio_lineala_1[i])*2/pi
    kt_1_1 [i,]<-kendall.ci_modif_1(BNP_lehioa,DBK_lehioa,alpha=0.05, type="t", boot
strap=F, B=1000, example=F, tv=tau_t_anizk$valor,te=tau_estatikoa)
}

#2º BUKLEA : BNP-HSBA
korrelazio_lineala_2 <- numeric(l_kop)
```

```
tau_2 <- numeric(l_kop)
tau_rho_2 <- numeric(l_kop)
kt_2_1 <- matrix(0, nrow = 4034, ncol = 2)

for (i in 1:l_kop) {
  BNP_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$BNP.PA[i:(i + m - 1)]
  HSBA_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$HSBA.L[i:(i + m - 1)]

  korrelazio_lineala_2[i] <- cor(BNP_lehioa, HSBA_lehioa, method = "pearson")
  tau_2[i] <- cor(BNP_lehioa, HSBA_lehioa, method = "kendall")
  tau_rho_2[i]<- asin(korrelazio_lineala_2[i])*2/pi
  kt_2_1 [i,]<-kendall.ci_modif_1(BNP_lehioa,HSBA_lehioa,alpha=0.05, type="t", boots
trap=F, B=1000, example=F, tv=tau_t_anizk$valor,te=tau_estatikoa)
}

#3º BUKLEA : BNP-ISPM
korrelazio_lineala_3 <- numeric(l_kop)
tau_3 <- numeric(l_kop)
tau_rho_3 <- numeric(l_kop)
kt_3_1 <- matrix(0, nrow = 4034, ncol = 2)

for (i in 1:l_kop) {
  BNP_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$BNP.PA[i:(i + m - 1)]
  ISPM_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$ISP.MI[i:(i + m - 1)]

  korrelazio_lineala_3[i] <- cor(BNP_lehioa, ISPM_lehioa, method = "pearson")
  tau_3[i] <- cor(BNP_lehioa, ISPM_lehioa, method = "kendall")
  tau_rho_3[i]<- asin(korrelazio_lineala_3[i])*2/pi
  kt_3_1 [i,]<-kendall.ci_modif_1(BNP_lehioa,ISPM_lehioa,alpha=0.05, type="t", boots
trap=F, B=1000, example=F, tv=tau_t_anizk$valor,te=tau_estatikoa)
}

#4º BUKLEA : BNP-SAN
korrelazio_lineala_4 <- numeric(l_kop)
tau_4 <- numeric(l_kop)
tau_rho_4 <- numeric(l_kop)
kt_4_1 <- matrix(0, nrow = 4034, ncol = 2)

for (i in 1:l_kop) {
  BNP_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$BNP.PA[i:(i + m - 1)]
  SAN_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$SAN.MC[i:(i + m - 1)]

  korrelazio_lineala_4[i] <- cor(BNP_lehioa, SAN_lehioa, method = "pearson")
  tau_4[i] <- cor(BNP_lehioa, SAN_lehioa, method = "kendall")
  tau_rho_4[i]<- asin(korrelazio_lineala_4[i])*2/pi
  kt_4_1 [i,]<-kendall.ci_modif_1(BNP_lehioa,SAN_lehioa,alpha=0.05, type="t", bootst
rap=F, B=1000, example=F, tv=tau_t_anizk$valor,te=tau_estatikoa)
}

#5º BUKLEA : BNP-UBSG
korrelazio_lineala_5 <- numeric(l_kop)
tau_5 <- numeric(l_kop)
tau_rho_5 <- numeric(l_kop)
kt_5_1 <- matrix(0, nrow = 4034, ncol = 2)
```

```r
for (i in 1:l_kop) {
  BNP_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$BNP.PA[i:(i + m - 1)]
  UBSG_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$UBSG.SW[i:(i + m - 1)]

  korrelazio_lineala_5[i] <- cor(BNP_lehioa, UBSG_lehioa, method = "pearson")
  tau_5[i] <- cor(BNP_lehioa, UBSG_lehioa, method = "kendall")
  tau_rho_5[i]<- asin(korrelazio_lineala_5[i])*2/pi
  kt_5_1 [i,]<-kendall.ci_modif_1(BNP_lehioa,UBSG_lehioa,alpha=0.05, type="t", boots
trap=F, B=1000, example=F, tv=tau_t_anizk$valor,te=tau_estatikoa)
 }

#6º BUKLEA : DBK-HSBA
korrelazio_lineala_6 <- numeric(l_kop)
tau_6 <- numeric(l_kop)
tau_rho_6 <- numeric(l_kop)
kt_6_1 <- matrix(0, nrow = 4034, ncol = 2)

for (i in 1:l_kop) {
  DBK_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$DBK.DE[i:(i + m - 1)]
  HSBA_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$HSBA.L[i:(i + m - 1)]

  korrelazio_lineala_6[i] <- cor(DBK_lehioa, HSBA_lehioa, method = "pearson")
  tau_6[i] <- cor(DBK_lehioa, HSBA_lehioa, method = "kendall")
  tau_rho_6[i]<- asin(korrelazio_lineala_6[i])*2/pi
  kt_6_1 [i,]<-kendall.ci_modif_1(DBK_lehioa,HSBA_lehioa,alpha=0.05, type="t", boots
trap=F, B=1000, example=F, tv=tau_t_anizk$valor,te=tau_estatikoa)
}

#7º BUKLEA : DBK-ISPM
korrelazio_lineala_7 <- numeric(l_kop)
tau_7 <- numeric(l_kop)
tau_rho_7 <- numeric(l_kop)
kt_7_1 <- matrix(0, nrow = 4034, ncol = 2)

for (i in 1:l_kop) {
  DBK_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$DBK.DE[i:(i + m - 1)]
  ISPM_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$ISP.MI[i:(i + m - 1)]

  korrelazio_lineala_7[i] <- cor(DBK_lehioa, ISPM_lehioa, method = "pearson")
  tau_7[i] <- cor(DBK_lehioa, ISPM_lehioa, method = "kendall")
  tau_rho_7[i]<- asin(korrelazio_lineala_7[i])*2/pi
  kt_7_1 [i,]<-kendall.ci_modif_1(DBK_lehioa,ISPM_lehioa,alpha=0.05, type="t", boots
trap=F, B=1000, example=F, tv=tau_t_anizk$valor,te=tau_estatikoa)
}

#8º BUKLEA : DBK-SAN
korrelazio_lineala_8 <- numeric(l_kop)
tau_8 <- numeric(l_kop)
tau_rho_8 <- numeric(l_kop)
kt_8_1 <- matrix(0, nrow = 4034, ncol = 2)

for (i in 1:l_kop) {
  DBK_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$DBK.DE[i:(i + m - 1)]
```

```
  SAN_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$SAN.MC[i:(i + m - 1)]

  korrelazio_lineala_8[i] <- cor(DBK_lehioa, SAN_lehioa, method = "pearson")
  tau_8[i] <- cor(DBK_lehioa, SAN_lehioa, method = "kendall")
  tau_rho_8[i]<- asin(korrelazio_lineala_8[i])*2/pi
  kt_8_1 [i,]<-kendall.ci_modif_1(DBK_lehioa,SAN_lehioa,alpha=0.05, type="t", bootst
rap=F, B=1000, example=F, tv=tau_t_anizk$valor,te=tau_estatikoa)
}

#9º BUKLEA : DBK-UBSG
korrelazio_lineala_9 <- numeric(l_kop)
tau_9 <- numeric(l_kop)
tau_rho_9 <- numeric(l_kop)
kt_9_1 <- matrix(0, nrow = 4034, ncol = 2)

for (i in 1:l_kop) {
  DBK_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$DBK.DE[i:(i + m - 1)]
  UBSG_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$UBSG.SW[i:(i + m - 1)]

  korrelazio_lineala_9[i] <- cor(DBK_lehioa, UBSG_lehioa, method = "pearson")
  tau_9[i] <- cor(DBK_lehioa, UBSG_lehioa, method = "kendall")
  tau_rho_9[i]<- asin(korrelazio_lineala_9[i])*2/pi
  kt_9_1 [i,]<-kendall.ci_modif_1(DBK_lehioa,UBSG_lehioa,alpha=0.05, type="t", boots
trap=F, B=1000, example=F, tv=tau_t_anizk$valor,te=tau_estatikoa)
}

#10º BUKLEA : HSBA-ISPM
korrelazio_lineala_10 <- numeric(l_kop)
tau_10 <- numeric(l_kop)
tau_rho_10 <- numeric(l_kop)
kt_10_1 <- matrix(0, nrow = 4034, ncol = 2)

for (i in 1:l_kop) {
  HSBA_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$HSBA.L[i:(i + m - 1)]
  ISPM_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$ISP.MI[i:(i + m - 1)]

  korrelazio_lineala_10[i] <- cor(HSBA_lehioa, ISPM_lehioa, method = "pearson")
  tau_10[i] <- cor(HSBA_lehioa, ISPM_lehioa, method = "kendall")
  tau_rho_10[i]<- asin(korrelazio_lineala_10[i])*2/pi
  kt_10_1 [i,]<-kendall.ci_modif_1(HSBA_lehioa, ISPM_lehioa,alpha=0.05, type="t", bo
otstrap=F, B=1000, example=F, tv=tau_t_anizk$valor,te=tau_estatikoa)
}

#11º BUKLEA : HSBA-SAN
korrelazio_lineala_11 <- numeric(l_kop)
tau_11 <- numeric(l_kop)
tau_rho_11 <- numeric(l_kop)

kt_11_1 <- matrix(0, nrow = 4034, ncol = 2)

for (i in 1:l_kop) {
  HSBA_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$HSBA.L[i:(i + m - 1)]
  SAN_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$SAN.MC[i:(i + m - 1)]
```

```
  korrelazio_lineala_11[i] <- cor(HSBA_lehioa, SAN_lehioa, method = "pearson")
  tau_11[i] <- cor(HSBA_lehioa, SAN_lehioa, method = "kendall")
  tau_rho_11[i]<- asin(korrelazio_lineala_11[i])*2/pi
  kt_11_1 [i,]<-kendall.ci_modif_1(HSBA_lehioa, SAN_lehioa,alpha=0.05, type="t", boo
tstrap=F, B=1000, example=F, tv=tau_t_anizk$valor,te=tau_estatikoa)
}

#12º BUKLEA : HSBA-UBSG
korrelazio_lineala_12 <- numeric(l_kop)
tau_12 <- numeric(l_kop)
tau_rho_12 <- numeric(l_kop)
kt_12_1 <- matrix(0, nrow = 4034, ncol = 2)

for (i in 1:l_kop) {
  HSBA_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$HSBA.L[i:(i + m - 1)]
  UBSG_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$UBSG.SW[i:(i + m - 1)]

  korrelazio_lineala_12[i] <- cor(HSBA_lehioa, UBSG_lehioa, method = "pearson")
  tau_12[i] <- cor(HSBA_lehioa, UBSG_lehioa, method = "kendall")
  tau_rho_12[i]<- asin(korrelazio_lineala_12[i])*2/pi
  kt_12_1 [i,]<-kendall.ci_modif_1(HSBA_lehioa, UBSG_lehioa,alpha=0.05, type="t", bo
otstrap=F, B=1000, example=F, tv=tau_t_anizk$valor,te=tau_estatikoa)
}

#13º BUKLEA : ISPM-SAN
korrelazio_lineala_13 <- numeric(l_kop)
tau_13 <- numeric(l_kop)
tau_rho_13 <- numeric(l_kop)
kt_13_1 <- matrix(0, nrow = 4034, ncol = 2)

for (i in 1:l_kop) {
  ISPM_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$ISP.MI[i:(i + m - 1)]
  SAN_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$SAN.MC[i:(i + m - 1)]

  korrelazio_lineala_13[i] <- cor(ISPM_lehioa, SAN_lehioa, method = "pearson")
  tau_13[i] <- cor(ISPM_lehioa, SAN_lehioa, method = "kendall")
  tau_rho_13[i]<- asin(korrelazio_lineala_13[i])*2/pi
  kt_13_1 [i,]<-kendall.ci_modif_1(ISPM_lehioa,SAN_lehioa,alpha=0.05, type="t", boot
strap=F, B=1000, example=F, tv=tau_t_anizk$valor,te=tau_estatikoa)
}

#14º BUKLEA : ISPM-UBSG
korrelazio_lineala_14 <- numeric(l_kop)
tau_14 <- numeric(l_kop)
tau_rho_14 <- numeric(l_kop)
kt_14_1 <- matrix(0, nrow = 4034, ncol = 2)

for (i in 1:l_kop) {
  ISPM_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$ISP.MI[i:(i + m - 1)]
  UBSG_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$UBSG.SW[i:(i + m - 1)]

  korrelazio_lineala_14[i] <- cor(ISPM_lehioa, UBSG_lehioa, method = "pearson")
  tau_14[i] <- cor(ISPM_lehioa, UBSG_lehioa, method = "kendall")
  tau_rho_14[i]<- asin(korrelazio_lineala_14[i])*2/pi
```

```
  kt_14_1 [i,]<-kendall.ci_modif_1(ISPM_lehioa,UBSG_lehioa,alpha=0.05, type="t", boo
tstrap=F, B=1000, example=F, tv=tau_t_anizk$valor,te=tau_estatikoa)
}

#15º BUKLEA : SAN-UBSG
korrelazio_lineala_15 <- numeric(l_kop)
tau_15 <- numeric(l_kop)
tau_rho_15 <- numeric(l_kop)
kt_15_1 <- matrix(0, nrow = 4034, ncol = 2)

for (i in 1:l_kop) {
  SAN_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$SAN.MC[i:(i + m - 1)]
  UBSG_lehioa <- errentagarritasun_log_2.0$UBSG.SW[i:(i + m - 1)]

  korrelazio_lineala_15[i] <- cor(SAN_lehioa, UBSG_lehioa, method = "pearson")
  tau_15[i] <- cor(SAN_lehioa, UBSG_lehioa, method = "kendall")
  tau_rho_15[i]<- asin(korrelazio_lineala_15[i])*2/pi
  kt_15_1 [i,]<-kendall.ci_modif_1(SAN_lehioa, UBSG_lehioa,alpha=0.05, type="t", boo
tstrap=F, B=1000, example=F, tv=tau_t_anizk$valor,te=tau_estatikoa)
}

egunak_lehio <- errentagarritasun_log$Date[-(1:m-1)]

#KORRELAZIO LINEALA

rho_matrix <- cbind(korrelazio_lineala_1,korrelazio_lineala_2,korrelazio_lineala_3,k
orrelazio_lineala_4,korrelazio_lineala_5,korrelazio_lineala_6,korrelazio_lineala_7,k
orrelazio_lineala_8,korrelazio_lineala_9,korrelazio_lineala_10,korrelazio_lineala_11
,korrelazio_lineala_12,korrelazio_lineala_13,korrelazio_lineala_14,korrelazio_lineal
a_15)

#Menpekotasun anizkoitza 2008-2023 (rho)

lerroen_bbestekoa_rho <- rowMeans(rho_matrix)

rho_t_anizk <- data.frame(fecha = egunak_lehio, valor = lerroen_bbestekoa_rho)

rho_t_anizk_gg <- ggplot(rho_t_anizk, aes(x = fecha, y = valor)) +
  geom_line() +
  geom_hline(yintercept = rho_estatikoa, color = "red") +
  labs(x = "Urteak",y = "Menpekotasuna Pearson") +
  theme_classic() +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y" ) + coord_cartesian(xlim=N
ULL, ylim=c(0.25,0.9), expand=FALSE)


#KENDALL-EN TAU-A

tau_matrix <- cbind(tau_1, tau_2, tau_3, tau_4, tau_5, tau_6, tau_7, tau_8, tau_9, t
au_10, tau_11, tau_12, tau_13, tau_14, tau_15)


#4 GRAFIKOA: Binakako menpekotasun erlazioen bilakaera Kendall-en Tau-aren bitartez
tau_t <- data.frame(fecha = egunak_lehio, tau_matrix)
```

```
custom_colors <- c("tau_1" = "blue", "tau_2" = "black", "tau_3" = "lightblue", "tau_
4" = "turquoise2", "tau_5" = "steelblue3", "tau_6" = "black","tau_7" = "pink", "tau_
8" = "violetred1", "tau_9" = "palevioletred1", "tau_10" = "black", "tau_11" = "black
", "tau_12" = "black", "tau_13" = "springgreen3", "tau_14" = "palegreen1", "tau_15"
= "tan1")

custom_labels <- c("tau_1" = "BNP.PA-DBK.DE", "tau_2" = "BNP.PA-HSBA.L","tau_3" ="BN
P.PA-ISP.MI", "tau_4" ="BNP.PA-SAN.MC", "tau_5" ="BNP.PA-UBSG.SW", "tau_6" ="DBK.DE-
HSBA.L", "tau_7" ="DBK.DE-ISP.MI", "tau_8" = "DBK.DE-SAN.MC", "tau_9" ="DBK.DE-UBSG.
SW", "tau_10" ="HSBA.L-ISP.MI", "tau_11" ="HSBA.L-SAN.MC", "tau_12" ="HSBA.L-UBSG.SW
","tau_13" = "ISP.MI-SAN.MC","tau_14" = "ISP.MI-UBSG.SW", "tau_15" ="SAN.MC-UBSG.SW"
)

data_long_tau <- pivot_longer(tau_t, -fecha, names_to = "variable", values_to = "men
pekotasuna")

ggplot(data_long_tau, aes(x = fecha, y = menpekotasuna, color = variable)) +
  geom_line() +
  theme_classic() +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", color = " ") +
  scale_color_manual(values = custom_colors, labels = custom_labels) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = NULL, expand = FALSE)


#Menpekotasun anizkoitza 2008-2023 (tau)

lerroen_bbestekoa_tau <- rowMeans(tau_matrix)

tau_t_anizk <- data.frame(fecha = egunak_lehio, valor = lerroen_bbestekoa_tau)
tau_t_anizk_gg <-ggplot(tau_t_anizk, aes(x = fecha, y = valor)) +
  geom_line() +
  geom_hline(yintercept = tau_estatikoa, color = "red") +
  labs(x = "Urteak",y = "Menpekotasuna Kendall") +
  theme_classic() +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y" ) + coord_cartesian(xlim=N
ULL, ylim=c(0.25,0.9), expand=FALSE)


#NORMALTASUNEAN OINARRITUTAKO KENDALL-EN TAU-A (tau(rho))

tau_rho_estatikoa<- asin(0.6720871)*2/pi

tau_rho_matrix<- cbind(tau_rho_1,tau_rho_2,tau_rho_3,tau_rho_4,tau_rho_5,tau_rho_6,t
au_rho_7,tau_rho_8,tau_rho_9,tau_rho_10,tau_rho_11,tau_rho_12,tau_rho_13,tau_rho_14,
tau_rho_15)


#Menpekotasun anizkoitza 2008-2023 (tau(rho))

lerroen_bbestekoa_tau_rho <- rowMeans(tau_rho_matrix)

tau_rho_t_anizk <- data.frame(fecha = egunak_lehio,valor = lerroen_bbestekoa_tau_rho
```

```
)

tau_rho_t_anizk_gg<- ggplot(tau_rho_t_anizk, aes(x = fecha, y = valor)) +
  geom_line() +
  geom_hline(yintercept = tau_rho_estatikoa, color = "red") +
  labs(x = "Urteak",y = "Menpekotasuna Kendall Normaltasunean") +
  theme_classic() +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y" ) + coord_cartesian(xlim=N
ULL, ylim=NULL, expand=FALSE)


#5 GRAFIKOA: Menpekotasun anizkoitzaren bilakaera 2008-2023
tau_konparaketa <-data.frame(fecha=tau_t_anizk$fecha, tau_t_anizk=tau_t_anizk$valor,
tau_rho=tau_rho_t_anizk$valor, tau_estatikoa,tau_rho_estatikoa)


tau_konparaketa_gg<-ggplot(tau_konparaketa, aes(x = fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t_anizk, color = "tau")) +
  geom_line(aes(y = tau_rho, color = "tau(rho)")) +
  geom_hline(aes(yintercept = tau_estatikoa, color = "tau estático"), linetype = "da
shed") +
  geom_hline(aes(yintercept = tau_rho_estatikoa, color = "tau(rho) estático"), linet
ype = "dashed") +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", color = " ") +
  theme_classic() +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = NULL, expand = FALSE) +
  scale_color_manual(values = c("tau" = "black",
                                "tau(rho)" = "lightblue3",
                                "tau estático" = "black",
                                "tau(rho) estático" = "lightblue3"),
                     labels = c("tau" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),
                                "tau(rho)" = expression(bar(hat(tau[italic("t")])(ha
t(rho[italic("t")])))),
                                "tau estático" = expression(bar(hat(tau))),
                                "tau(rho) estático" = expression(bar(hat(tau)(hat(rh
o))))))

install.packages(NSM3)
library(combinat)
library(MASS)
library(partitions)
library(survival)
library(NSM3)
library(zoo)
library(lmtest)


#KONFIANTZA TARTEAK

kt_list_1 <- list(kt_1_1,kt_2_1,kt_3_1,kt_4_1,kt_5_1,kt_6_1,kt_7_1,kt_8_1,kt_9_1,kt_
10_1,kt_11_1,kt_12_1,kt_13_1,kt_14_1,kt_15_1)

behe_tarte_1 <- lapply(kt_list_1, function(x) x[, 1])
```

```
kt_behe_matrix_1 <- do.call(cbind, behe_tarte_1)
lerroen_bbestekoa_behe_tarte_1 <- rowMeans(kt_behe_matrix_1)

goiko_tarte_1 <- lapply(kt_list_1, function(x) x[, 2])
kt_goiko_matrix_1 <- do.call(cbind, goiko_tarte_1)
lerroen_bbestekoa_goiko_tarte_1 <- rowMeans(kt_goiko_matrix_1)

# 7 GRAFIKOA: Banku-sistemako menpekotasun anizkoitzaren bilakaera 2008-2023
konfiantza_tarteak_15 <- data.frame(fecha=tau_t_anizk$fecha, tau_t_anizk = tau_t_ani
zk$valor,tau_estatikoa = tau_estatikoa, lerroen_bbestekoa_behe_tarte_1 = lerroen_bbe
stekoa_behe_tarte_1,lerroen_bbestekoa_goiko_tarte_1 = lerroen_bbestekoa_goiko_tarte_
1)

kt_sist_grafiko<-ggplot(data = konfiantza_tarteak_15, aes(x = fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t_anizk, color = "tau~t")) +
  geom_line(aes(y = lerroen_bbestekoa_behe_tarte_1, color = "Behe muga"), show.legen
d = FALSE, color = "blue4") +
  geom_line(aes(y = lerroen_bbestekoa_goiko_tarte_1, color = "Goi muga"), show.legen
d = FALSE, color = "blue4") +
  geom_hline(aes(yintercept = tau_estatikoa, color = "tau estatikoa")) +
  geom_ribbon(aes(ymin = lerroen_bbestekoa_behe_tarte_1, ymax = lerroen_bbestekoa_go
iko_tarte_1), fill = "lightblue3", alpha = 0.2) +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna") +
  theme_classic() +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("tau~t" = "black",
                                "Behe muga" = "blue4",
                                "Goi muga" = "blue4",
                                "tau estatikoa" = "red"),
                     labels = c("tau~t" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),"ta
u estatikoa" = expression(bar(hat(tau))))) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = NULL, expand = FALSE)

prezioak_EUROSTOXX50 <- ggplot(datuak, aes(x = egunak)) +
  geom_line(aes(y = EUROSTOXX50, color = "ESTX50")) +
  labs(x = "Urteak", y = "PrezioaK", color = " ") +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y",
               limits = as.Date(c(min(datuak$Date..ref.BNP.PA.), max(datuak$Date..re
f.BNP.PA.)))) +
  theme_classic() + coord_cartesian(xlim=NULL, ylim=NULL, expand=FALSE)+
  scale_color_manual(values = c("ESTX50" = "blue4"),labels = c("ESTX50"="ESTX50"))

grid.arrange(kt_sist_grafiko,prezioak_EUROSTOXX50)

#KONFIANTZA TARTEAK (BIKOTEAK)

kt_berriak <- data.frame(kt_1_1,kt_2_1,kt_3_1,kt_4_1,kt_5_1,kt_6_1,kt_7_1,kt_8_1,kt_
9_1,kt_10_1,kt_11_1,kt_12_1,kt_13_1,kt_14_1,kt_15_1)

kt_grafikoak <- data.frame(tau_t = tau_t, tau_estatikoa = tau_estatikoa, kt_berriak=
kt_berriak )
```

```
#KT 1 BNP-DBK
k1<-ggplot(data = kt_grafikoak, aes(x = tau_t$fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t$tau_1, color = "tau~t")) +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X1, color = "Behe muga"), show.legend = FALSE, color
= "lightblue3") +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X2, color = "Goi muga"), show.legend = FALSE, color =
"lightblue3") +
  geom_hline(aes(yintercept = 0.5743548, color = "tau estatikoa")) +
  geom_ribbon(aes(ymin = kt_berriak$X1, ymax = kt_berriak$X2), fill = "lightblue3",
alpha = 0.2) +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", title="BNP.PA-DBK.DE") +
  theme_classic() +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("tau~t" = "black",
                                "Behe muga" = "lightblue3",
                                "Goi muga" = "lightblue3",
                                "tau estatikoa" = "red"),
                     labels = c("tau~t" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),"ta
u estatikoa" = expression(bar(hat(tau))))) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = c(-0.2,0.9), expand = FALSE)

#KT 2 BNP-HSBA.L
k2<-ggplot(data = kt_grafikoak, aes(x = tau_t$fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t$tau_2, color = "tau~t")) +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X1.1, color = "Behe muga"), show.legend = FALSE, colo
r = "lightblue3") +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X2.1, color = "Goi muga"), show.legend = FALSE, color
= "lightblue3") +
  geom_hline(aes(yintercept = 0.4344285, color = "tau estatikoa")) +
  geom_ribbon(aes(ymin = kt_berriak$X1.1, ymax = kt_berriak$X2.1), fill = "lightblue
3", alpha = 0.2) +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", title="BNP.PA-HSBA.L") +
  theme_classic() +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("tau~t" = "black",
                                "Behe muga" = "lightblue3",
                                "Goi muga" = "lightblue3",
                                "tau estatikoa" = "red"),
                     labels = c("tau~t" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),"ta
u estatikoa" = expression(bar(hat(tau))))) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = c(-0.2,0.9), expand = FALSE)

#KT 3 BNP.PA-ISP.MI
k3<-ggplot(data = kt_grafikoak, aes(x = tau_t$fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t$tau_3, color = "tau~t")) +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X1.2, color = "Behe muga"), show.legend = FALSE, colo
r = "lightblue3") +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X2.2, color = "Goi muga"), show.legend = FALSE, color
= "lightblue3") +
  geom_hline(aes(yintercept = 0.5577989, color = "tau estatikoa")) +
  geom_ribbon(aes(ymin = kt_berriak$X1.2, ymax = kt_berriak$X2.2), fill = "lightblue
3", alpha = 0.2) +
```

```
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", title="BNP.PA-ISP.MI") +
  theme_classic() +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("tau~t" = "black",
                                "Behe muga" = "lightblue3",
                                "Goi muga" = "lightblue3",
                                "tau estatikoa" = "red"),
                     labels = c("tau~t" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),"ta
u estatikoa" = expression(bar(hat(tau))))) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = c(-0.2,0.9), expand = FALSE)

#KT 4 BNP.PA-SAN.MC
k4<-ggplot(data = kt_grafikoak, aes(x = tau_t$fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t$tau_4, color = "tau~t")) +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X1.3, color = "Behe muga"), show.legend = FALSE, colo
r = "lightblue3") +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X2.3, color = "Goi muga"), show.legend = FALSE, color
= "lightblue3") +
  geom_hline(aes(yintercept = 0.5903104, color = "tau estatikoa")) +
  geom_ribbon(aes(ymin = kt_berriak$X1.3, ymax = kt_berriak$X2.3), fill = "lightblue
3", alpha = 0.2) +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", title="BNP.PA-SAN.MC") +
  theme_classic() +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("tau~t" = "black",
                                "Behe muga" = "lightblue3",
                                "Goi muga" = "lightblue3",
                                "tau estatikoa" = "red"),
                     labels = c("tau~t" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),"ta
u estatikoa" = expression(bar(hat(tau))))) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = c(-0.2,0.9), expand = FALSE)

#KT 5 BNP.PA-UBSG.SW
k5<-ggplot(data = kt_grafikoak, aes(x = tau_t$fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t$tau_5, color = "tau~t")) +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X1.4, color = "Behe muga"), show.legend = FALSE, colo
r = "lightblue3") +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X2.4, color = "Goi muga"), show.legend = FALSE, color
= "lightblue3") +
  geom_hline(aes(yintercept = 0.5155389, color = "tau estatikoa")) +
  geom_ribbon(aes(ymin = kt_berriak$X1.4, ymax = kt_berriak$X2.4), fill = "lightblue
3", alpha = 0.2) +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", title="BNP.PA-UBSG.SW") +
  theme_classic() +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("tau~t" = "black",
                                "Behe muga" = "lightblue3",
                                "Goi muga" = "lightblue3",
                                "tau estatikoa" = "red"),
                     labels = c("tau~t" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),"ta
u estatikoa" = expression(bar(hat(tau))))) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
```

```
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = c(-0.2,0.9), expand = FALSE)

#KT 6 DBK.DE-HSBA.L
k6<-ggplot(data = kt_grafikoak, aes(x = tau_t$fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t$tau_6, color = "tau~t")) +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X1.5, color = "Behe muga"), show.legend = FALSE, colo
r = "lightblue3") +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X2.5, color = "Goi muga"), show.legend = FALSE, color
= "lightblue3") +
  geom_hline(aes(yintercept = 0.4103537, color = "tau estatikoa")) +
  geom_ribbon(aes(ymin = kt_berriak$X1.5, ymax = kt_berriak$X2.5), fill = "lightblue
3", alpha = 0.2) +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", title="DBK.DE-HSBA.L") +
  theme_classic() +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("tau~t" = "black",
                                "Behe muga" = "lightblue3",
                                "Goi muga" = "lightblue3",
                                "tau estatikoa" = "red"),
                     labels = c("tau~t" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),"ta
u estatikoa" = expression(bar(hat(tau))))) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = c(-0.2,0.9), expand = FALSE)

#KT 7 DBK.DE-ISP.MI
k7<-ggplot(data = kt_grafikoak, aes(x = tau_t$fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t$tau_7, color = "tau~t")) +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X1.6, color = "Behe muga"), show.legend = FALSE, colo
r = "lightblue3") +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X2.6, color = "Goi muga"), show.legend = FALSE, color
= "lightblue3") +
  geom_hline(aes(yintercept = 0.4893874, color = "tau estatikoa")) +
  geom_ribbon(aes(ymin = kt_berriak$X1.6, ymax = kt_berriak$X2.6), fill = "lightblue
3", alpha = 0.2) +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", title="DBK.DE-ISP.MI") +
  theme_classic() +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("tau~t" = "black",
                                "Behe muga" = "lightblue3",
                                "Goi muga" = "lightblue3",
                                "tau estatikoa" = "red"),
                     labels = c("tau~t" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),"ta
u estatikoa" = expression(bar(hat(tau))))) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = c(-0.2,0.9), expand = FALSE)

#KT 8 DBK.DE-SAN.MC
k8<-ggplot(data = kt_grafikoak, aes(x = tau_t$fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t$tau_8, color = "tau~t")) +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X1.7, color = "Behe muga"), show.legend = FALSE, colo
r = "lightblue3") +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X2.7, color = "Goi muga"), show.legend = FALSE, color
= "lightblue3") +
  geom_hline(aes(yintercept = 0.5389038, color = "tau estatikoa")) +
```

```
  geom_ribbon(aes(ymin = kt_berriak$X1.7, ymax = kt_berriak$X2.7), fill = "lightblue
3", alpha = 0.2) +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", title="DBK.DE-SAN.MC") +
  theme_classic() +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("tau~t" = "black",
                                "Behe muga" = "lightblue3",
                                "Goi muga" = "lightblue3",
                                "tau estatikoa" = "red"),
                     labels = c("tau~t" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),"ta
u estatikoa" = expression(bar(hat(tau))))) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = c(-0.2,0.9), expand = FALSE)

#KT 9 DBK.DE-UBSG.SW
k9<-ggplot(data = kt_grafikoak, aes(x = tau_t$fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t$tau_9, color = "tau~t")) +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X1.8, color = "Behe muga"), show.legend = FALSE, colo
r = "lightblue3") +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X2.8, color = "Goi muga"), show.legend = FALSE, color
= "lightblue3") +
  geom_hline(aes(yintercept = 0.5247577, color = "tau estatikoa")) +
  geom_ribbon(aes(ymin = kt_berriak$X1.8, ymax = kt_berriak$X2.8), fill = "lightblue
3", alpha = 0.2) +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", title="DBK.DE-UBSG.SW") +
  theme_classic() +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("tau~t" = "black",
                                "Behe muga" = "lightblue3",
                                "Goi muga" = "lightblue3",
                                "tau estatikoa" = "red"),
                     labels = c("tau~t" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),"ta
u estatikoa" = expression(bar(hat(tau))))) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = c(-0.2,0.9), expand = FALSE)

#KT 10 HSBA.L-ISP.MI
k10<-ggplot(data = kt_grafikoak, aes(x = tau_t$fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t$tau_10, color = "tau~t")) +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X1.9, color = "Behe muga"), show.legend = FALSE, colo
r = "lightblue3") +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X2.9, color = "Goi muga"), show.legend = FALSE, color
= "lightblue3") +
  geom_hline(aes(yintercept = 0.3486952, color = "tau estatikoa")) +
  geom_ribbon(aes(ymin = kt_berriak$X1.9, ymax = kt_berriak$X2.9), fill = "lightblue
3", alpha = 0.2) +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", title="HSBA.L-ISP.MI") +
  theme_classic() +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("tau~t" = "black",
                                "Behe muga" = "lightblue3",
                                "Goi muga" = "lightblue3",
                                "tau estatikoa" = "red"),
                     labels = c("tau~t" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),"ta
```

```
u estatikoa" = expression(bar(hat(tau))))) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = c(-0.2,0.9), expand = FALSE)

#KT 11 HSBA.L-SAN.MC
k11<-ggplot(data = kt_grafikoak, aes(x = tau_t$fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t$tau_11, color = "tau~t")) +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X1.10, color = "Behe muga"), show.legend = FALSE, col
or = "lightblue3") +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X2.10, color = "Goi muga"), show.legend = FALSE, colo
r = "lightblue3") +
  geom_hline(aes(yintercept = 0.4096790, color = "tau estatikoa")) +
  geom_ribbon(aes(ymin = kt_berriak$X1.10, ymax = kt_berriak$X2.10), fill = "lightbl
ue3", alpha = 0.2) +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", title="HSBA.L-SAN.MC") +
  theme_classic() +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("tau~t" = "black",
                                "Behe muga" = "lightblue3",
                                "Goi muga" = "lightblue3",
                                "tau estatikoa" = "red"),
                     labels = c("tau~t" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),"ta
u estatikoa" = expression(bar(hat(tau))))) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = c(-0.2,0.9), expand = FALSE)

#KT 12 HSBA.L-UBSG.SW
k12<-ggplot(data = kt_grafikoak, aes(x = tau_t$fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t$tau_12, color = "tau~t")) +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X1.11, color = "Behe muga"), show.legend = FALSE, col
or = "lightblue3") +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X2.11, color = "Goi muga"), show.legend = FALSE, colo
r = "lightblue3") +
  geom_hline(aes(yintercept = 0.4032228, color = "tau estatikoa")) +
  geom_ribbon(aes(ymin = kt_berriak$X1.11, ymax = kt_berriak$X2.11), fill = "lightbl
ue3", alpha = 0.2) +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", title="HSBA.L-UBSG.SW") +
  theme_classic() +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("tau~t" = "black",
                                "Behe muga" = "lightblue3",
                                "Goi muga" = "lightblue3",
                                "tau estatikoa" = "red"),
                     labels = c("tau~t" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),"ta
u estatikoa" = expression(bar(hat(tau))))) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = c(-0.2,0.9), expand = FALSE)

#KT 13 ISP.MI-SAN.MC
k13<-ggplot(data = kt_grafikoak, aes(x = tau_t$fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t$tau_13, color = "tau~t")) +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X1.12, color = "Behe muga"), show.legend = FALSE, col
or = "lightblue3") +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X2.12, color = "Goi muga"), show.legend = FALSE, colo
```

```
r = "lightblue3") +
  geom_hline(aes(yintercept = 0.5421039, color = "tau estatikoa")) +
  geom_ribbon(aes(ymin = kt_berriak$X1.12, ymax = kt_berriak$X2.12), fill = "lightbl
ue3", alpha = 0.2) +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", title="ISP.MI-SAN.MC") +
  theme_classic() +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("tau~t" = "black",
                                "Behe muga" = "lightblue3",
                                "Goi muga" = "lightblue3",
                                "tau estatikoa" = "red"),
                     labels = c("tau~t" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),"ta
u estatikoa" = expression(bar(hat(tau))))) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = c(-0.2,0.9), expand = FALSE)

#KT 14 ISP.MI-UBSG.SW
k14<-ggplot(data = kt_grafikoak, aes(x = tau_t$fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t$tau_14, color = "tau~t")) +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X1.13, color = "Behe muga"), show.legend = FALSE, col
or = "lightblue3") +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X2.13, color = "Goi muga"), show.legend = FALSE, colo
r = "lightblue3") +
  geom_hline(aes(yintercept = 0.4407157, color = "tau estatikoa")) +
  geom_ribbon(aes(ymin = kt_berriak$X1.13, ymax = kt_berriak$X2.13), fill = "lightbl
ue3", alpha = 0.2) +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", title="ISP.MI-UBSG.SW") +
  theme_classic() +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("tau~t" = "black",
                                "Behe muga" = "lightblue3",
                                "Goi muga" = "lightblue3",
                                "tau estatikoa" = "red"),
                     labels = c("tau~t" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),"ta
u estatikoa" = expression(bar(hat(tau))))) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = c(-0.2,0.9), expand = FALSE)

#KT 15 SAN.MC-UBSG.SW
k15<-ggplot(data = kt_grafikoak, aes(x = tau_t$fecha)) +
  geom_line(aes(y = tau_t$tau_15, color = "tau~t")) +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X1.14, color = "Behe muga"), show.legend = FALSE, col
or = "lightblue3") +
  geom_line(aes(y = kt_berriak$X2.14, color = "Goi muga"), show.legend = FALSE, colo
r = "lightblue3") +
  geom_hline(aes(yintercept = 0.4719301, color = "tau estatikoa")) +
  geom_ribbon(aes(ymin = kt_berriak$X1.14, ymax = kt_berriak$X2.14), fill = "lightbl
ue3", alpha = 0.2) +
  labs(x = "Urteak", y = "Menpekotasuna", title="SAN.MC-UBSG.SW") +
  theme_classic() +
  scale_color_manual(name = " ",
                     values = c("tau~t" = "black",
                                "Behe muga" = "lightblue3",
                                "Goi muga" = "lightblue3",
```

```
                                    "tau estatikoa" = "red"),
                        labels = c("tau~t" = expression(bar(hat(tau[italic("t")]))),"ta
u estatikoa" = expression(bar(hat(tau)))) +
  scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  coord_cartesian(xlim = NULL, ylim = c(-0.2,0.9), expand = FALSE)

#6 GRAFIKOA: Hiru Banku Bikoteren menpekotasunaren bilakaera
grid.arrange(k3,k6,k13,ncol = 1)

#2 ERANSKINA
grid.arrange(k1,k2,k4,k5,k7,k8,k9,k10,k11,k12,k14,k15,ncol = 2)

#ERREGRESIOETARAKO DATUAK
EUROSTOXX50_erregr_t <- errentagarritasun_log$EUROSTOXX50[61:4093]
BNP.PA_erregr_t <- errentagarritasun_log$BNP.PA[61:4093]
DBK.DE_erregr_t <- errentagarritasun_log$DBK.DE[61:4093]
HSBA.L_erregr_t <- errentagarritasun_log$HSBA.L[61:4093]
ISP.MI_erregr_t <- errentagarritasun_log$ISP.MI[61:4093]
SAN.MC_erregr_t <- errentagarritasun_log$SAN.MC[61:4093]
UBSG.SW_erregr_t <- errentagarritasun_log$UBSG.SW[61:4093]
tau_erregr_t <- tau_t_anizk$valor[2:4034]

EUROSTOXX50_erregr_tken1 <- errentagarritasun_log$EUROSTOXX50[60:4092]
BNP.PA_erregr_tken1 <- errentagarritasun_log$BNP.PA[60:4092]
DBK.DE_erregr_tken1 <- errentagarritasun_log$DBK.DE[60:4092]
HSBA.L_erregr_tken1 <- errentagarritasun_log$HSBA.L[60:4092]
ISP.MI_erregr_tken1 <- errentagarritasun_log$ISP.MI[60:4092]
SAN.MC_erregr_tken1 <- errentagarritasun_log$SAN.MC[60:4092]
UBSG.SW_erregr_tken1 <- errentagarritasun_log$UBSG.SW[60:4092]
tau_erregr_tken1 <- tau_t_anizk$valor[1:4033]

#ERREGRESIO KUANTILIKOA
install.packages("quantreg")
library(quantreg)
install.packages("SparseM")
library(SparseM)

#Erregresioa kuantil arriskutsuan
Qreg1<-rq(EUROSTOXX50_erregr_t~ tau_erregr_tken1 , tau= 0.05)
summary(Qreg1)

#Erregresioa batazbestekoan
Qreg2<-rq(EUROSTOXX50_erregr_t~ tau_erregr_tken1 , tau= 0.5)
summary(Qreg2)
```