

Kalender anomalieën in de S&P 500 en Bitcoin

Overeenkomsten en verschillen in anomalieën in de twee markten

ABSTRACT

In deze studie worden kalender anomalieën onderzocht voor de S&P 500 en Bitcoin en gekeken naar verschillen in deze twee markten. In het bijzonder is gekeken naar het dag van de week effect, de wisseling van de maand effect, het pre-vakantie-effect en het januari-effect. Er is data verzameld voor de periode 2017-2022 en met deze data zijn dummyregressies uitgevoerd om te onderzoeken of een bepaalde kalender anomalie aanwezig is en of deze significant is. Het onderzoek laat zien dat er een significant maandageffect is voor Bitcoin, maar dat dit effect voor de S&P 500 aan het verdwijnen is. Ook laat het onderzoek zien dat er een significant wisseling van de maand effect is voor Bitcoin, maar niet meer voor de S&P 500. De overige anomalieën zijn voor beide markten niet significant aanwezig. Het betekent dus dat zekere effecten die ooit golden in de aandelenmarkt, nu ook aanwezig zijn voor Bitcoin, maar niet meer voor de aandelenmarkt. De gevonden resultaten komen grotendeels overeen met de meest recente onderzoeken.

Trefwoorden: *Efficiënte markthypothese, kalender anomalieën, Bitcoin, S&P 500, maandageffect, dag van de week effect wisseling van de maand effect, pre-vakantie-effect, januari-effect, verhoogde liquiditeit, window dressing, short selling, kleine bedrijven effect*

Bachelorscriptie: Financial economics

Naam student: Michael Jün Zheng Shu

Studentnummer: 446306

Begeleider: dr. R. de Bliek

Tweede beoordelaar: dr. J.J.G. Lemmen

Datum definitieve versie: 21-08-2022

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1: Introductie	3
Hoofdstuk 2: Theoretisch kader.....	5
2.1 Efficiënte markthypothese.....	5
2.2 CAPM	5
2.3 Bitcoin	5
2.4 Kalender anomalieën.....	6
2.5 Het dag van de week effect	7
2.6 De wisseling van de maand effect.....	10
2.7 Het pre-vakantie-effect.....	12
2.8 Januari-effect	14
Hoofdstuk 3: Data	16
Hoofdstuk 4: Methodologie.....	18
4.1 Rendementen.....	18
4.2 Regressies	18
4.3 Verschillende soorten t-testen.....	18
Hoofdstuk 5: Resultaten	20
5.1 Dag van de week effect.....	20
5.2 Wisseling van de maand effect	21
5.3 Het pre-vakantie-effect.....	22
5.4 Januari-effect	23
Hoofdstuk 6: Conclusie.....	24

Hoofdstuk 1: Introductie

De efficiënte markt hypothese (EMH), ofwel 'random walk theory' (Kendall and Hill, 1953) is de overweging dat de waarde van een aandeel van een beursgenoteerd bedrijf alle gegevens weergeeft van het bedrijf (Fama, 1970). Deze hypothese werd door Fama in 1970 geïntroduceerd. Volgens hem werden aandelen altijd verhandelt tegen de intrinsieke waarde. Hierdoor zouden investeerders geen ondergewaardeerde aandelen kunnen kopen of overgewaardeerde aandelen kunnen verkopen. Een markt is efficiënt als prijzen zich snel en gemiddeld zonder bias aanpassen aan nieuwe informatie. Dit model heeft een grote hoeveelheid aandacht gekregen. De efficiënte markthypothese heeft een groot aantal tekortkomingen. Sinds dat het model werd gepresenteerd, zijn er al vele studies geweest die het tegendeel bewijzen van Fama's hypothese. Verschillende wetenschappers die kalender anomalieën onderzoeken laten zien dat de efficiënte markt hypothese verworpen moet worden. In het verleden is er al veel onderzoek gedaan naar kalendereffecten op rendementen. Deze onderzoeken gaan bijna altijd over de aandelenmarkt. Ook zijn deze onderzoeken niet heel recent. Bovendien is er nog nauwelijks onderzoek gedaan naar deze effecten voor cryptocurrencies, in het bijzonder dat deze twee markten tegenover elkaar worden gezet. In deze scriptie zal daarom onderzoek worden gedaan naar kalendereffecten in zowel aandelen als in crypto. Zijn in beide markten dezelfde anomalieën? Of is er verschil in anomalieën tussen de aandelenmarkt en de cryptomarkt?

Er zijn verschillende soorten anomalieën op de financiële markten, zoals het januari barometer effect. Als de maand januari positieve rendementen oplevert, dan is de kans groter dat de markt over heel het jaar stijgt (Dzhabarov & Ziemba, 2010). Januari heeft meestal positieve rendementen voor aandelen, echter heeft januari voor crypto juist negatieve rendementen (Kaiser, 2019). Rationele beleggers zouden hun winnaars in januari in plaats van in december verkopen, omdat zij dan belastingen met een jaar kunnen uitstellen. 'Penny stocks' hebben net als crypto een omgekeerd januari-effect (Jegadeesh, 2001). Dit zou kunnen komen door de relatief lage marktkapitalisatie van beide financiële instrumenten. Ook wordt er in de bestaande literatuur frequent gesproken over hogere rendementen vlak voor vakanties, het zogeheten pre-vakantie-effect. De investeerder zou hogere rendementen behalen als hij in de pre-vakantie periode investeert in vergelijking met reguliere handelsdagen (Lakonishok & Smidt, 1988). Dit geldt voor alle drie de grote aandelenmarkten in Amerika, New York Stock Exchange, Amex en Nasdaq (Kim & Park, 1994). Een andere veelvoorkomende Kalender anomalie is de wisseling van de maand effect. Aan het eind van de maand tot het begin van de volgende maand was er volgens (McConnell and Xu, 2008) een wisseling van de maand effect om hogere rendementen te behalen voor de periode van 1987-2005. Een maand werd in dit onderzoek verdeelt in vierdaagse periodes. Over deze 19-jarige periode werd volgens hen bovengemiddelde rendementen behaald in de periode -1 en +3 van de maand. Dus op de laatste dag van de maand tot de derde dag van de volgende maand. Een andere veelbesproken anomalie is de dag van de week effect. Het is opvallend dat de woensdag de hoogste rendementen geeft voor Bitcoin (Kinaterder and Papavassiliou, 2021). Voor de aandelenmarkt is dit niet het geval. Ook is het opvallend dat de rendementen op maandagen positief zijn voor

Bitcoin (Kinateder & Papavassiliou, 2021) en (Qadan, Aharon, and Eichel, 2022). De maandag zou voor aandelen juist negatieve rendementen opleveren (French, 1980). Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de aandelenmarkt in het weekend gesloten is.

Anomalieën tussen de twee markten lijken niet altijd overeen te komen. Daarom gaan we deze assets vergelijken en wat meer duidelijkheid proberen te creëren over de overeenkomende dan wel tegengestelde anomalieën. Dit gaan wij over een periode van vijf jaar doen, omdat de cryptomarkt een nog erg jonge markt is. Voor deze markt zijn nog niet heel veel gegevens bekend. De eerste crypto, Bitcoin is namelijk in 2008 pas bedacht door Nakamoto, terwijl de eerste aandelen al in 1602 door de VOC werden uitgegeven. Dit zullen wij zetten tegenover de laatste vijf jaar voor de S&P 500. Dit is de grootste aandelenindex van de Verenigde Staten.

Dit onderzoek beoogt de kalendereffecten van de Amerikaanse aandelenmarkt en crypto te onderzoeken, in het bijzonder Bitcoin. Hierbij wordt gebruik gemaakt van Wharton Research Data Services, de Yahoo financiën wegpagina en coinmarketcap.com. We zullen dagelijkse data verzamelen voor de periode van 2017-2022. In deze paper wordt onderzoek gedaan naar het dag van de week effect, wisseling van de maand effect, pre-vakantie-effect en januari-effect. Ik verwacht dat de kalendereffecten vooral aanwezig waren voor de S&P 500 en dat deze anomalieën na verloop van tijd ook zullen verschijnen op de cryptomarkt, omdat deze markt steeds meer correlatie begint te vertonen ten opzichte van de aandelenmarkt. Echter is het inderdaad zo dat deze correlatie nog geen honderd procent is, daarom verwacht ik wel dat bepaalde anomalieën niet voor beide markten overeen zullen komen. Hieruit volgt mijn onderzoeksvraag: “In hoeverre is er een verschil in anomalieën tussen Bitcoin en aandelen?” Mijn bevindingen zullen niet alleen nieuwe inzichten geven in het theoretische aspect in de asset pricing van crypto, maar deze bevindingen zullen worden gecombineerd met de aandelenmarkt. Uiteindelijk kunnen deze bevindingen ook worden gebruikt door investeerders in zowel crypto als in aandelen.

De paper heeft de volgende structuur: eerst zal in hoofdstuk twee het theoretisch kader worden toegelicht voor het onderzoek. In het derde hoofdstuk en vierde hoofdstuk, zal ik de gebruikte data en methoden uitleggen. Vervolgens zullen in het vijfde hoofdstuk de empirische bevindingen volgen. Allerlaatst zal er een conclusie volgen over het onderzoek.

Hoofdstuk 2: Theoretisch kader

2.1 Efficiënte markthypothese

Deze hypothese stelt dat de prijzen alle beschikbare informatie bevatten die voor investeerders van belang zijn (Fama, 1970). Hierbij gaat het om publieke informatie, maar ook om toekomstverwachtingen. Als er nieuwe informatie bekend wordt gemaakt, zal dit onmiddellijk in de prijs worden verwerkt van de aandelen. Deze hypothese stelt dan ook dat het niet mogelijk is voor investeerders om betere rendementen te behalen dan gemiddeld behalve door geluk.

Veel wetenschappers en beleggers geloven dat de theorie gedeeltelijk opgaat, maar in hoeverre is een groot discussiepunt. Er zijn drie soorten markthypothesen:

- De sterke vorm van de efficiënte markthypothese: alle informatie, zowel publiek als privaat zal onmiddellijk in de prijs van het aandeel zijn verwerkt.

- De semi-sterke vorm van de efficiënte markthypothese: niet alle informatie, maar alleen publieke informatie is direct verwerkt in de prijzen van aandelen. Beleggers met private informatie, voorkennis kunnen structureel betere rendementen behalen dan gemiddeld.

- De zwakke vorm van de efficiënte markthypothese: Het enige wat verwerkt is in de prijs van het aandeel zijn de historische prijzen van het aandeel. Dus zijn private en publieke informatie niet verwerkt in de prijs van het aandeel. Beleggers kunnen gebruikmaken van deze publieke en private informatie om beter dan gemiddelde rendementen te behalen.

2.2 CAPM

Het Capital Asset Pricing Model (CAPM) werd voor het eerst geïntroduceerd door (Sharpe, 1964). Dit model is een jaar later door (Lintner, 1965) verder uitgewerkt. Het is sinds de jaren zestig het standaardmodel om verwachte rendementen te bepalen. De factor tijd wordt gecompenseerd door een risicovrije premie. Daarnaast is er nog het systematische risico. In tegenstelling tot het systematische risico wordt het onsystematische risico niet gecompenseerd. Volgens dit model kan men dit risico in een portfolio namelijk weg diversifiëren. Het verwachte rendement van een portfolio wordt als volgt berekend:

$$E(R) = R_f + \beta * (E(R_m) - R_f)$$

$E(R)$ is het verwachte rendement van een aandeel. R_f is het risicovrije rendement, hiervoor worden doorgaans 10-jarige overheidsobligaties van bijvoorbeeld Amerika voor gebruikt. β geeft de volatiliteit of het systematische risico weer. Een β voor een aandeel hoger dan 1.0 kan worden geïnterpreteerd als volatieler dan de markt, de S&P 500. $E(R_m) - R_f$ is de risicopremie van de markt.

2.3 Bitcoin

Bitcoin is de meest bekende cryptocurrency met de grootste marktkapitalisatie. Het is een digitale valuta die ontwikkeld is om als geld te fungeren en een vorm van betaling zonder

gecontroleerd te worden door een persoon, groep of entiteit. Bitcoin zorgt ervoor dat er geen derde partij nodig is om financiële transacties uit te voeren (John, O'Hara, and Saleh, 2022). Blockchain miners worden beloond voor het verifiëren van transacties. Bitcoin kan worden gekocht op verscheidene beurzen. Een verschil tussen Bitcoin en aandelen is het verschil in eigendom. Bitcoin is gemakkelijker te bezitten dan aandelen. Om aandelen te kopen moet de koper een account maken bij een broker. De koper moet bij het openen van een account persoonlijke gegevens openbaren. Crypto is daarentegen anoniemer. Eigenaren van crypto's houden hun crypto in een virtuele portemonnee of een Usb-stick.

2.4 Kalender anomalieën

In de loop der jaren is er overweldigend bewijs verzameld dat er kalendereffecten zijn in aandelenrendementen. Kalender anomalieën zijn systematische afwijkingen van de efficiënte markthypothese in rendementen. Deze abnormale rendementen verschijnen in bepaalde periodes voor de Amerikaanse aandelenmarkt, maar ook in de aandelenmarkten van andere landen. Er zijn bijvoorbeeld abnormale rendementen die geassocieerd worden met het eind van het jaar, de maand, de week en ook de vakanties (Gultekin and Gultekin, 1983), en (Van der Sar, 2003). De onderzoeken waren voornamelijk gefocust op anomalieën in de aandelenmarkt. De laatste jaren wordt er ook onderzoek verricht naar deze effecten in de cryptomarkt (Kaiser, 2019), (Caporale and Plastun, 2019) en (Qadan, Aharon, and Eichel, 2022). De kalendereffecten die in dit onderzoek worden onderzocht verschillen van de bovengenoemde onderzoeken, omdat dit onderzoek de twee markten met elkaar vergelijkt.

De anomalieën waar ik in deze studie vooral naar ga kijken zijn: het dag van de week effect, de wisseling van de maand effect, het pre-vakantie-effect en het januari-effect. Kalender anomalieën zijn vooral onderzocht in aandelen en niet in crypto. Crypto bestaat namelijk nog niet zo lang. Daarnaast hebben aandelen een veel grotere marktkapitalisatie dan crypto. Een ander verschil is dat een effectenbeurs handelt in aandelen van een bedrijf, terwijl een cryptobeurs handelt in cryptocurrencies (digitale valuta). Daarnaast worden de twee activa op verschillende exchanges verhandeld. Bitcoin wordt bijvoorbeeld verhandeld op Binance en Coinbase. Dit kan 24 uur per dag en 7 dagen per week. Aandelen daarentegen worden verhandeld op bijvoorbeeld DeGiro, alleen tijdens kantoortijden van maandag tot en met vrijdag. Ook is de aandelenmarkt gesloten tijdens feestdagen. Aandelenprijzen zijn gebaseerd op de *earnings* en winstgevendheid van een bedrijf. Ook is de aandelenmarkt na de crash van 1929 gereguleerd, terwijl crypto ongereguleerd is. Crypto lijkt wel steeds meer gereguleerd te gaan worden. Ten slotte vertoont de cryptomarkt vanwege zijn relatief korte bestaan een hogere volatiliteit dan de aandelenmarkt.

De eerste die begon met het bestuderen van kalendereffecten was (Wachtel, 1942). Hij onderzocht anomalieën voor de periode van 1924-1940 voor de Dow Jones Industrial Average. Hij merkte op dat er abnormale aandelenrendementen te behalen waren voor de Amerikaanse aandelenmarkt in januari. In het bijzonder aandelen met een kleine marktkapitalisatie vertoonden abnormale rendementen ten opzichte van de markt.

Later kwam Fama in 1970 met de efficiënte markthypothese, volgens dit model is de markt efficiënt en kan iemand geen betere rendementen behalen dan de markt. Dit model is in paragraaf 2.1 verder uitgewerkt. Later is er ook nog de baanbrekende paper door (Lakonishok and Smidt, 1988) geschreven. Hierin werden kalendereffecten voor een periode van 90 jaar onderzocht voor de Dow Jones Industrial Average. Op dat moment was dat de populairste index, vergelijkbaar met de S&P 500 van vandaag. Zij dachten dat de gevonden kalendereffecten door de eerdergenoemde onderzoeken het gevolg konden zijn van steekproeffouten en data mining. Daarom werden de effecten getest in data samples die anders waren van data samples waarin de anomalieën oorspronkelijk werden ontdekt. Om de verschillen in rendementen per dag te testen, werd er door (Lakonishok and Smidt, 1988) een F-test gebruikt voor de gezamenlijke significantie van de coëfficiënten in de regressie.

In dit onderzoek kon de nulhypothese dat alle dagen van de week hetzelfde rendement zouden hebben worden verworpen. De meest opvallende patroon is het negatieve rendement op maandagen voor alle 10 periodes. De maandag gaf significant negatieve rendementen en de laatste handelsdag van de week leverden hogere rendementen op. Deze resultaten komen grotendeels overeen met het eerdere onderzoek van (French, 1980). Echter liet deze auteur kleinere negatieve effecten voor de maandag zien.

2.5 Het dag van de week effect

Het dag van de week effect, ook wel het weekend effect werd voor het eerst opgemerkt door (Osborne, 1962) in de Amerikaanse aandelenmarkt. Het dag van de week effect laat zien dat er verschillen in rendementen zijn op bepaalde dagen van de week. Dit effect laat significant lagere rendementen zien op maandag en hogere rendementen op vrijdag. Een studie van (Cross, 1973) voor de S&P 500 voor de periode van 1953 tot 1970 liet zien dat er een significant dag van de week effect was. Dit heeft hij onderzocht met behulp van dummyregressies. Op de maandag verloren investeerders gemiddeld -0.18% en op de vrijdag steeg de S&P 500 gemiddeld 0,12%. Deze resultaten waren significant op de 1% level.

Ook liet Cross zien dat er verschillen waren in de patronen van prijsveranderingen tussen de vrijdag en maandag. Als de vorige handelsdag, de vrijdag een positief rendement had opgeleverd, dan zou op de eerstvolgende handelsdag de maandag, het rendement in 48.8% van de gevallen positief zijn. Als de vorige handelsdag, de vrijdag een negatief rendement gaf, dan steeg in 24.0% van de gevallen het rendement op maandag. Later is dit weekendeffect nader onderzocht door bijvoorbeeld (French, 1980). Hij onderzocht voor de periode van 1953 tot 1977, de dagelijkse rendementen van de S&P 500. Hij probeerde uit te leggen hoe de verschillen in rendementen over het weekend ontstaan. Dit deed hij in tegenstelling tot zijn voorgangers aan de hand van twee hypothesen: de *Calendar time* hypothese en de *Trading time* hypothese. De eerste hypothese suggereert dat rendementen op de aandelenmarkt een continu proces is. Het verwachte rendement op maandag zou drie keer zo hoog moeten zijn dan de andere dagen, omdat het weekend bevat. De *Trading time* hypothese suggereert dat de rendementen op de

aandelenmarkt elke dag hetzelfde is. Het weekend zou dus geen effect moeten hebben op de rendementen op maandag.

Uiteindelijk worden beide hypothesen verworpen en kwam hij tot de conclusie dat de gemiddelde maandag significant negatief was voor deze periode, terwijl de rest van de dagen van de week wel positieve rendementen opleverden. De gemiddelde rendementen op vrijdagen waren abnormaal hoger dan de gemiddelde rendementen op de andere dagen van de week. De aanhoudende negatieve rendementen voor de maandag en abnormaal positieve rendementen op vrijdag lijken bewijs te tonen van markt inefficiëntie. Een actieve handelsstrategie gebaseerd op bijvoorbeeld negatieve verwachte rendementen zou niet winstgevend geweest zijn. Dit komt namelijk door de transactiekosten. Investeerders zouden in de periode wel hun aankoop- en verkoopmomenten kunnen wijzigen, zodat zij hogere rendementen zouden behalen. Zij zouden hun aankopen, die zij wilden doen op donderdag of vrijdag dan moeten uitstellen voor de maandag en moeten verkopen op de vrijdag.

Vorige studies hebben aangetoond dat er een weekend effect was, echter is er volgens (Robins and Smith, 2016) geen weekend effect meer sinds 1975. Voor 1975 was er volgens hun onderzoek een significant dag van de week effect. Vandaag de dag is er volgens hun onderzoek alleen nog een insignificant effect. Volgens (Robins and Smith, 2016) was het iets specifiek voor de periode waarnaar werd gekeken. Zij gebruikten data van CRSP voor de periode 1926-2014 voor 1000 aandelen. Voor dit onderzoek is de Quant/Andrews test gebruikt, zij begonnen de rendementen van de eerste 100 maandagen van hun dataset te nemen. Vervolgens namen zij een nieuw gemiddelde van de eerste 101 maandagen, dit werd dan vergeleken met het gemiddelde van de eerdere 100 maandagen. Dit deden ze uiteindelijk voor alle 4200 maandagen, elk nieuw gemiddelde werd vergeleken met de eerste 100 maandagen. Voor de periode van 1926-2014 was er een significant weekend effect, aandelen verloren op een maandag gemiddeld 12.33 punten. Maar vanaf 1975-2014 daalde de aandelen gemiddeld maar 5 punten, dit was dan ook niet meer significant. Terwijl voor de periode van 1926-1974 de maandag gemiddeld 18.1 punten significant daalde.

Over het weekendeffect is er voor Bitcoin nog niet zo veel gepubliceerd, maar er is een omgekeerd maandag effect voor Bitcoin (Caporale and Plastun, 2019). Zij onderzochten voor meerdere cryptocurrencies dit effect voor de periode van 2013-2017. De data hebben ze gehaald van Coinmarketcap. De maandag zou significant positieve resultaten opleveren voor Bitcoin, voor aandelen zou er volgens bovengenoemde onderzoeken juist een positief maandag effect geweest zijn. Dit onderzoek hebben zij voor de periode 2013-2017 gedaan aan de hand van meerdere statische methoden, zoals de ANOVA en Kruskal-Wallis test. De maandag steeg gemiddeld 0,91%, terwijl de overige dagen gemiddeld 0,205% stegen. De maandag toonde significant hogere rendementen ten opzichte van de overige dagen.

Een ander onderzoek voor Bitcoin werd uitgevoerd door (Kinatader and Papavassiliou, 2021). Zij gebruikten ook data van Coinmarketcap. Echter is er een verschil in gebruikte data in vergelijking met (Caporale and Plastun, 2019), (Kinatader and Papavassiliou, 2021) gebruikten

data voor de periode van 2013-2019. Een ander verschil is dat het onderzoek van deze schrijvers aan de hand van regressies laat zien dat er voor de gemeten periode geen significant effect was voor de maandag. Wel is er een significant hogere volatiliteit voor de maandag.

Een mogelijke verklaring van de dag van de week effect, is de introductie van de optiemarkt (Chen and Singal, 2003). Mensen die short gaan willen hun opties niet behouden op niet-handelsdagen, omdat short gaan veel risico's met zich meebrengt en als de markt gesloten is kunnen zij hun posities niet verkopen. Aan het eind van de handelsweek, de vrijdag worden er meer posities gesloten, waardoor de prijs van aandelen over het algemeen op vrijdag stijgen. Aan het begin van de week, de maandag worden de posities weer geopend, waardoor de koersen weer dalen. Ook speelt de volatiliteit van aandelen tijdens niet-handelsdagen een rol, zoals het weekend. Volgens hen is het ook zo hoe volatieler een aandeel is, hoe sterker het weekend effect. Ten tweede kunnen investeerders in het weekend een grote belangstelling om short te gaan krijgen, omdat bedrijven negatief nieuws vaak op de vrijdag brengen.

Vanwege de bovengenoemde redenen en transactiekosten willen mensen die short gaan hun positie op vrijdag sluiten en heropenen op maandag. Hierdoor zou volgens hen het weekend effect zijn ontstaan.

Een andere verklaring van het effect is private informatie. Prijsveranderingen zijn volgens de efficiënte markthypothese het gevolg van nieuw vrijgekomen informatie. Deze informatie is tweeledig, enerzijds is er informatie op micro niveau: bijv. particuliere investeerders en analisten. Anderzijds is er informatie op macro niveau, hierbij gaat het voornamelijk om publieke informatie. Deze informatie bevat macro economische data (French and Roll, 1986). Nieuwe private informatie kan op worden gehandeld om de prijs te beïnvloeden. Bedrijven brengen negatief nieuws vaak op de vrijdag uit. Een gevolg hiervan is dat het rendement op de maandag lager is. Daarentegen heeft publieke informatie al effect op prijzen voordat men hiernaar kan handelen. Publieke informatie komt doorgaans vrij tijdens doordeweekse werktijden. Dit heeft dus geen effect in het weekend.

Nog een mogelijke verklaring zijn de institutionele investeerders. Zoals (Ülkü and Rogers, 2018) laten zien voor aandelen is het maandageffect in feite een institutionele investeerders fenomeen. Bitcoin wordt voornamelijk door private investeerders verhandeld. Op dit moment is ongeveer 5% van de Bitcoin in handen van institutionele beleggers (Kaniol-Tambour *et al.*, 2022), terwijl voor de S&P 500 ongeveer 68% in handen is van institutionele beleggers, deze gegevens zijn gevonden op Marketbeat. Een mogelijke verklaring voor het omgekeerde maandageffect voor Bitcoin zou het verschil in type investeerders kunnen zijn.

Abnormale rendementen voor Bitcoin zouden ook te maken kunnen hebben met de volwassenheidsfase van de activa. Bitcoin is nog een relatieve jonge activa. De anomalieën in Bitcoin zouden na verloop van tijd kunnen verdwijnen. De marktkapitalisatie van Bitcoin is sterk gegroeid de afgelopen tien jaar, daardoor is het in een andere volwassenheidsfase dan tien jaar geleden (Drozdź *et al.*, 2018). Echter bestaat het in vergelijking met de aandelenmarkt nog

steeds veel korter, daarom zit het ook in een andere volwassenheidsfase dan de S&P 500. Volgens (Olson, Chou, and Mossman, 2007) bestaat een levenscyclus uit vijf fasen met betrekking tot het patroon van veranderingen in het maandageffect, te beginnen met de ontdekking, het publieke bewustzijn, het verdwijnen, het opnieuw verschijnen en het overschrijden, en ten slotte zowel de anomalie of omgekeerde anomalie verdwijnen. De snelle communicatie van individuele handelaren via kanalen als Reddit zal het proces van het doorlopen van de verschillende stadia kunnen versnellen. De aandelenmarkt lijkt in de laatste fase van deze cyclus te zitten en Bitcoin in de eerste/tweede fase van deze cyclus.

Volgens (Caporale and Plastun, 2019) is er een omgekeerd maandag effect voor Bitcoin en volgens bijvoorbeeld (French, 1980) was er een maandag effect voor de Amerikaanse aandelen. Echter wordt er door (Robins and Smith, 2016) beweerd dat het maandag effect al sinds 1975 niet meer bestaat. Ook laat de paper van (Caporale and Plastun, 2019) zien dat de vrijdag na de woensdag de laagste rendementen geeft voor Bitcoin, terwijl (French, 1980) in zijn onderzoek liet zien dat de vrijdag de hoogste rendementen opleverde. Ik verwacht een verschil in weekendeffect voor de beide markten, omdat studies laten zien dat het maandageffect voor de aandelenmarkt niet meer bestaat en voor Bitcoin wel. Ook Bitcoin verwacht ik wel een verschil in effect voor de beide markten, omdat Bitcoin bijvoorbeeld niet door een hoog percentage institutionele beleggers wordt bezit. Daarnaast is Bitcoin in een andere volwassenheidsfase dan de aandelenmarkt. Ik verwacht daarom een sterker effect voor Bitcoin. Mijn eerste hypothese luidt als volgt:

Hypothese I: Het dag van de week effect is aanwezig voor Bitcoin, maar niet meer voor de S&P 500.

2.6 De wisseling van de maand effect

De wisseling van de maand effect werd voor het eerst gesignaleerd door (Ariel, 1987) voor de Amerikaanse aandelenmarkt. Dit effect laat zien dat er in de wisseling van de maand significant hogere rendementen te behalen zijn ten opzichte van de andere dagen van de maand. Ariel merkte op dat rendementen hoger waren aan het eind en aan het begin van de volgende maand. Zijn studie is gebaseerd op de periode van negentien jaar (1963-1981). Dit onderzoek heeft hij gedaan met de CRSP dagelijkse rendementen en regressies met dummyvariabelen. Hij verdeelde elke maand in twee gedeelten, waarbij het eerste deel begon op de laatste dag van de vorige maand. Vervolgens vergelijkt hij de cumulatieve rendementen voor beide delen aan de hand van waarde-gewogen en gelijk gewogen indices. Alle rendementen werden behaald in het eerste deel van de maand.

Het onderzoek van Ariel werd door (Lakonishok and Smidt, 1988) uitgebreid. Zij gebruikten de Dow Jones Industrial Average en een 90-jarige meetperiode (1897-1986) en gebruikten in tegenstelling tot Ariel een kleiner venster van handelsdagen die bestaan uit de laatste handelsdag van een maand en de eerste drie handelsdagen van de volgende maand (-1, +3). Het cumulatieve rendement was 0,473%. Opvallend was dat het cumulatieve rendement van de

laatste handelsdag van de maand en de eerste drie handelsdagen van de volgende maand, ongeveer net zo hoog was als het totale rendement van de rest van de maand.

Een wat recentere studie (McConnell and Xu, 2008) over kalendereffecten bevestigde dat er nog een wisseling van de maand effect was in de Amerikaanse aandelenmarkt. Gebruikmakend van CRSP dagelijkse rendementen, vonden zij dat er een wisseling van de maand effect was voor de periode van 1987-2005 en voor de periode van 1897-2005. Voor de periode van 1987-2005 was er een wisseling van de maand effect van 0,25%. Dit is in vergelijking met het onderzoek van Lakonishok en Smidt een kleiner effect. Ook hier vonden alle abnormale marktrendementen vonden plaats tijdens het vierdaagse wisseling van de maand interval(-1, +3).

Voor Bitcoin vonden (Qadan, Aharon, and Eichel, 2022) door middel van regressies met dummyvariabelen dat er ook een significant wisseling van de maand effect is voor Bitcoin, maar niet voor andere crypto. Zij gebruikten data van Bitcoincharts voor de periode van 2016-2020. Voor dit onderzoek werd net als McConnell en Xu, wisseling van de maand gedefinieerd voor het interval (-1, +3), de wisseling van de maand effect was 0,490% per dag voor Bitcoin.

Ook (Kumar, 2022) heeft onderzocht of er een wisseling van de maand effect is voor cryptocurrency voor de periode van 2015 tot 2021. Voor dit effect was er nog nauwelijks onderzoek gedaan voor cryptocurrencies. Ook hij heeft een dummyregressie gebruikt om aan te tonen dat er een wisseling van de maand effect bestaat voor crypto's. De rendementen tijdens de wisseling van de maand worden vergeleken met niet-wisseling van de maand handelsdagen. Kumar laat zien dat wisseling van de maand rendementen positief zijn en significant hoger zijn dan dat van niet-wisseling van de maand rendementen. Ook toont hij aan dat een handelsstrategie gebaseerd op de wisseling van de maand investeerders kan helpen om abnormale rendementen te behalen in de cryptocurrency markten. Met behulp van de wisseling van de maand handelsstrategie wordt er voor Bitcoin 21,77% hoger rendement behaalt en voor Litecoin zelfs 47,10%. In tegenstelling tot het onderzoek van (Qadan, Aharon, and Eichel, 2022) is het resultaat voor Litecoin ook in dit onderzoek significant.

Een mogelijke verklaring waarom het eind is van de maand effect bestaat is verhoogde liquiditeit. Betalingen, zoals salarissen, dividenden, rentes en bonussen worden rond de wisseling van de maand uitgekeerd (Ogden, 1990). Investeerders zoeken manieren om deze inkomsten te investeren, waardoor er een verhoogde vraag naar financiële producten, zoals aandelen ontstaat. Ook pensioenfondsen ontvangen hun geld rond de wisseling van de maand. Ogden heeft onderzoek gedaan voor de periode van 1969-1986 naar of betalingen aan het eind van de maand voor loon, uitkeringen en dividenden invloed heeft op de wisseling van de maand effect. Volgens zijn resultaten geven de verhoogde liquiditeiten een plausibele verklaring voor de wisseling van de maand effect.

Een andere verklaring is window dressing, volgens (Penman, 1987) wordt positief nieuws in het eerste gedeelte van de maand gegeven, terwijl als het bedrijf negatief nieuws heeft over zijn *earnings* dit doorgaans bekend wordt gemaakt in het tweede gedeelte van de maand.

Institutionele beleggers passen hun portfolio aan door hun verliezers te verkopen en aandelen die goed hebben gepresteerd in de vorige periode te kopen. Ook is het zo dat fondsbeheerders doorgaans hun portfolio moeten tonen aan het eind van het jaar. Het is in hun voordeel om een winnend portfolio te laten zien zonder slecht presterende aandelen. Daarom zouden deze managers hun slecht presterende aandelen in december kunnen verkopen. Als zij geloven in het lange termijn perspectief, zouden zij deze aandelen weer terug kunnen kopen in januari. Dit wordt ook wel window dressing genoemd. Door window dressing stijgt de vraag en dus de prijs in het begin van de nieuwe maand.

De bovengenoemde redenen zijn van belang zijn voor de wisseling van de maand effect. Ik verwacht een sterker wisseling van de maand effect voor Bitcoin. De cash flows worden nog steeds aan het eind van de maand uitgekeerd. Echter verdwijnen anomalieën na verloop van tijd vanwege arbitrage. De anomalie werd al in de jaren 80 geconstateerd, daarom verwacht ik dat dit effect voor de aandelenmarkt verzwakt is. Bovendien laten recente onderzoeken zien dat dit effect nagenoeg verdwenen is voor de aandelenmarkt. Ook spelen bij deze anomalie de volwassenheidsfase en soort beleggers een rol. Daarnaast heeft de cryptomarkt een veel lagere marktkapitalisatie. Hierdoor heeft een verandering in liquiditeit, ceteris paribus een groter effect voor de relatief kleinere marktkapitalisatie van Bitcoin ten opzichte van de S&P 500. Daarom luidt mijn eerste hypothese als volgt:

Hypothese II: De wisseling van de maand effect is aanwezig voor Bitcoin, maar niet meer voor de S&P 500.

2.7 Het pre-vakantie-effect

Het pre-vakantie-effect, in de literatuur vaak ook het vakantie effect genoemd is één van de bekendste anomalieën. Deze anomalie houdt in dat op pre-vakantie handelsdagen, de gemiddelde rendementen anders zijn dan op reguliere handelsdagen. Recente waarnemingen van het vakantie-effect laten zien dat er een positief en hoog rendement is op pre-vakantie dagen in vergelijking met niet-vakantie handelsdagen (Rossi, 2016). Post-vakantie rendementen zijn significant positief, maar deze zijn niet significant anders dan normale handelsdagen. Ook (Lakonishok and Smidt, 1988) hebben onderzoek gedaan naar dit effect. Het gemiddelde pre-vakantierendement is 0,220% voor de totale sample, terwijl het gemiddelde dagelijkse rendement 0,0094% per dag is. Daarom is het pre-vakantierendement dus 23 keer groter dan het reguliere dagelijkse rendement. Ook komt uit deze paper naar voren dat 51,5% van de rendementen werd gemaakt op de acht pre-vakantiedagen. Echter was het pre-vakantie-effect duidelijk aan het afnemen, zo was het effect voor de periode 1897-1910 nog 0,285%, terwijl deze anomalie voor de periode 1976-1986 nog maar 0,011% was.

Een andere onderzoeker, (Ariel, 1990) kwam tot een soortgelijke conclusie voor de periode van 1963-1982, gebruikmakend van de CRSP dagelijkse rendementen aandelenindex. Pre-vakantiedagen zouden negen tot veertien keer hogere rendementen opleveren dan een reguliere dag. Eén derde van het totale rendement die aan de marktportefeuille toekomen werd verdiend op de acht handelsdagen voor de vakanties.

Ook hebben (Chong, Hudson, and Keasey, 2005) het pre-vakantie-effect onderzocht voor een recentere periode 1973-2003. Zij hebben hun data verkregen via Datastream. Voor de Amerikaanse markt hebben zij de S&P 500 gebruikt; voor de Britse markt, de FT30 en voor de markt van Hongkong, de Hang Seng Index. Zij hebben een dummyregressie gebruikt om te testen of het pre-vakantie-effect is afgenomen. In tegenstelling tot de bovengenoemde onderzoeken lieten zij in hun onderzoek zien dat het pre-vakantie-effect is afgenomen voor de Amerikaanse, Britse en Hongkongse markt. Dit effect was zelfs significant verminderd voor de Amerikaanse markt. Het resultaat was volgens hun niet verrassend gezien de relatieve verfijning van de markt. Echter was het wel verassend dat voor de periode 1991-1997 er een omgekeerd pre-vakantie-effect ontstond, rendementen pre-vakantie werden dus negatief.

Net zoals bij het weekend effect zouden short-verkopers hun risicovolle posities sluiten vlak voor het sluiten van de markt (Ariel, 1990). Hij trekt deze verklaring in twijfel, omdat het niet duidelijk is waarom handelaren short posities innemen, maar niet long posities zouden willen sluiten in de aanloop naar de feestdagen. Het zou te maken kunnen hebben met het feit dat mensen over het algemeen risico-avers zijn.

Voor de periode van 1967-2006 hebben (Cao *et al.*, 2009) onderzocht of de grootte van een bedrijf qua marktkapitalisatie invloed heeft op het pre-vakantie-effect. Dit hebben zij gedaan voor de Nieuw-Zeelandse markt. Dit is een veel langere tijdshorizon dan (Vos, Cheung, and Bishop, 1993). Voor het onderzoek naar het kleine bedrijven effect hebben zij alle bedrijven gebruikt van NZX10 (index met grote marktkapitalisatie), NXZ Mid Cap (index met medium marktkapitalisatie) en de NZX Small Cap index. De data hebben zij verkregen via de Yahoo financiën pagina en de *University of Otago's New Zealand Share Price Database*. Zij hebben een dummyregressie gebruikt om aan te tonen dat er een kleine bedrijven effect bestaat voor de Nieuw-Zeelandse aandelenmarkt. Opvallend is dat het pre-vakantie-effect sterker is geworden voor de Nieuw-Zeelandse markt en dat er een inverse relatie bestaat tussen bedrijfsgrootte en het pre-vakantie-effect. De anomalie is aanwezig voor kleine bedrijven, maar niet voor middelgrote en grote bedrijven. Een mogelijke reden van dit effect is de lagere liquiditeit van kleinere aandelen.

Voor de periode 1983-2019 hebben (Ko and Yang, 2021) het onderzoek van Ariel gerepliceerd en uitgebreid tot de periode 1983-2019. Zij kwamen tot de conclusie dat de verschillen in rendementen voor grote bedrijven tussen pre-vakantie en niet pre-vakantie dagen niet meer significant zijn na 1990. Het pre-vakantie-effect geldt wel nog voor kleine bedrijven.

Volgens bovengenoemde literatuur is het pre-vakantie-effect afgenomen en zelfs verdwenen voor de grote bedrijven voor de aandelenmarkt. Echter zou er wel sprake zijn van een kleine bedrijven anomalie. Aangezien Bitcoin een relatief lage marktkapitalisatie heeft in vergelijking met de S&P 500, verwacht ik daarom een sterker effect voor Bitcoin. Echter is het wel zo dat er voor het onderzoek van vijf jaar weinig observaties zullen zijn, daarom zouden er problemen met de significantie kunnen optreden.

Mijn hypothese is als volgt:

Hypothese III: Het pre-vakantie-effect is aanwezig voor Bitcoin, maar niet meer voor de S&P 500.

2.8 Januari-effect

Het januari-effect toont aan dat er abnormale rendementen te behalen zijn in januari in vergelijking met andere maanden. Het januari-effect werd voor het eerst opgemerkt door (Rozeff and Kinney, 1976) in de Amerikaanse aandelenmarkt. Zij hebben de gelijk gewogen index van de New York Stock Exchange gebruikt voor de periode van 1904-1974. Zij hebben voor dit onderzoek een dummyregressie gebruikt. Januari leverde voor deze periode een gemiddeld maandelijks rendement op van 3,5%, terwijl het gemiddelde rendement van de andere maanden 0,5% was. De bevindingen waren significant voor de gehele periode, behalve voor de periode van 1929-1940.

Uit het onderzoek van (Keim, 1983) kwamen soortgelijke resultaten. Hij onderzocht het januari-effect voor de periode 1963-1979 voor de New York Stock Exchange en liet zien dat er ook hogere rendementen waren in januari ten opzichte van de overige maanden. Deze anomalie kwam echter volgens hem tot stand in de eerste vijf handelsdagen van de maand en vooral voor kleine bedrijven. Meer dan vijftig procent van het januari-effect komt tot stand in de eerste week van januari, vooral de eerste handelsdag van de maand leverde hoge rendementen op.

Ook (Lakonishok and Smidt, 1988) hebben dit effect onderzocht voor de Dow Jones Industrial Average voor de periode van 1897-1986. Zij tonen aan dat er op de Dow Jones Industrial Average geen januari-effect is en dat het effect alleen opgaat voor kleine bedrijven.

Daarnaast hebben (Agrawal and Tandon, 1994) het onderzoek uitgebreid ten opzichte van de bovengenoemde studies naar negentien verschillende landen voor de periode van 1971-1987. De data hebben zij verkregen van de Londense *Financial Times*. Volgens hun onderzoek zijn rendementen hoog in januari en laag in december voor de meeste landen. Voor de meeste onderzochte landen is het januari-effect ook significant, echter voor de Amerikaanse markt niet.

Bovendien hebben (Moller and Zilca, 2008) de evolutie van het januari-effect onderzocht voor de periode 1927-2004 voor de New York Stock Exchange en Nasdaq met behulp van CRSP data. Uit hun onderzoek komt naar voren dat de anomalie korter duurt voor de periode van 1995-2004 in vergelijking met 1965-1994. Voor de periode 1995-2004 was de piek in positieve abnormale rendementen op dag 16 voor de waarde- en gelijk gewogen portfolio's, terwijl dit voor de periode 1965-1994 op dag 74 was voor beide portfolio's. Ook blijkt dat er de afgelopen jaren hogere abnormale rendementen zijn in het eerste gedeelte van januari en lagere abnormale rendementen in het tweede gedeelte van januari. Deze twee veranderingen heffen elkaar op, de totale omvang van het januari-effect lijkt vergelijkbaar met die van de voorgaande perioden. De resultaten suggereren dat de basis die het januari-effect veroorzaakt nog steeds bestaat en even sterk is als in het verleden.

Voor crypto is nog niet veel onderzoek naar het januari-effect, maar volgens (Kaiser, 2019) is er een significant omgekeerd januari-effect voor Bitcoin. Hij heeft voor zijn onderzoek de grootste crypto qua marktkapitalisatie gebruikt op dat moment. Hij heeft Bitcoin onderzocht voor de periode van 2013 tot 2018. Daarbij heeft hij gebruikmaakt van een gebruikelijke dummyregressie en z'n data in twee panels verdeelt. De grote uitverkoop van januari 2018 heeft hij niet opgenomen in zijn tweede panel om de resultaten niet te laten afhangen van deze ene grote shock. Hij komt tot de conclusie dat er voor de cryptomarkt in januari significant minder wordt gehandeld, de volatiliteit lager is en dat er een significant omgekeerd januari-effect is.

Een belangrijke reden voor het januari-effect en april-effect is belastingverliezen verkopen. Door (Reinganum, 1983) werd dit als reden gegeven voor het januari-effect. In de meeste landen begint het nieuwe belastingjaar in januari of april. Reinganum beargumenteerde dat de prijzen van kleine bedrijven die zijn gedaald verder zullen dalen in de laatste maanden van het jaar, omdat men deze aandelen verkoopt om kapitaalverliezen te realiseren. Vervolgens stijgen de prijzen van deze aandelen in het nieuwe jaar weer, omdat er niet meer zo een hoge verkoopdruk is. Volgens hem is het belastingverlies verkopen een gedeeltelijke verklaring voor het januari-effect, maar kan dit niet gehele januari-effect verklaren.

Net zoals bij het pre-vakantie-effect is een mogelijke verklaring voor het januari-effect het kleine bedrijven effect. Zo zijn de hoge rendementen in januari niet waargenomen in een index die bestaat uit alleen grote bedrijven, zoals de Dow Jones Industrial Index (zie Lakonishok and Smidt, 1988). Een gelijk gewogen index is het gemiddelde van de prijzen van alle bedrijven die genoteerd zijn op de New York Stock Exchange. Zo een index geeft kleine bedrijven dus een groter gewicht dan hun aandeel in de marktwaarde. Het januari-effect is alleen zichtbaar in de gelijk gewogen index (Thaler, 1987). Dit suggereert dat het januari-effect alleen een kleine bedrijven effect is. Aangezien Bitcoin ook nog een relatief lage marktkapitalisatie heeft, luidt mijn vierde hypothese als volgt:

Hypothese IV: Het januari-effect is aanwezig voor Bitcoin, maar niet meer voor de S&P 500.

Hoofdstuk 3: Data

In dit hoofdstuk zal de data worden besproken. Met behulp van Wharton Research Data Services, Coinmarketcap en de Yahoo financiën pagina zijn voor de S&P 500 en Bitcoin, respectievelijk de dagelijkse aangepaste slotkoersen en slotkoersen gebruikt. De aangepaste slotkoersen waren namelijk niet te downloaden van coinmarketcap.com voor Bitcoin. De S&P 500 bestaat uit de 500 grootste bedrijven uit Amerika op basis van marktkapitalisatie. Bitcoin is een cryptovaluta en wereldwijd betaalmiddel. Tevens is het de eerste gedecentraliseerde digitale munt die zonder centrale beheerder of centrale bank werkt. Voor zowel Bitcoin als de S&P 500 zal worden gekeken naar de vijfjarige periode van 1 januari 2017 tot en met 31 december 2021.

De S&P 500 heeft een aantal vakantiedagen en is elk weekend gesloten. Om het rendement van de vorige periode te kunnen berekenen voor als de vorige dag geen handelsdag was, wordt er een uniforme tijdtrend gecreëerd. De cryptomarkt daarentegen is altijd geopend, hiervoor is dit dus niet nodig. Voor de pre-vakantiedagen zijn dezelfde dagen gebruikt als voor de aandelenmarkt.

In de figuren hieronder worden de tijdreeksen van de S&P 500 en Bitcoin getoond. Allereerst is er een duidelijke trend omhoog voor beide activa. Of de tijdreeksen stationair zijn wordt getoetst aan de hand van de Dickey Fuller test. De volgende formule is voor deze test gebruikt:

$$y_t = \alpha + \rho y_{t-1} + \delta t + u_t$$

y_t is de waarde van de tijdreeks op tijdstip t , α is de drift term, δt is de trend die afhankelijk is van de tijd en u_t is de errorterm op tijdstip t .

De nulhypothese is dat de series een unit root bevatten en de alternatieve hypothese is dat de serie stationair is. Er is sprake van een trend naar boven en ook niet rond 0, daarom is er gebruik gemaakt van de Dickey Fuller test met constante en trend. De resultaten zijn weergegeven in tabel 1 en laten zien dat de data niet stationair is. Dit probleem is opgelost door het eerste verschil te nemen, deze data zijn zoals in tabel 2 te zien zijn wel significant. Beide activa, maar vooral de S&P 500 kreeg te maken met een grote dip tijdens corona. Een groot verschil is er echter in volatiliteit. Bitcoin vertoont een veel hogere volatiliteit dan de S&P 500. Het is namelijk een veel korter bestaande activa met een kleinere marktkapitalisatie. Opvallend is dat voor beide activa tijdens het begin van de coronapandemie de volatiliteit steeg. Tijdens onzekerheid gaan mensen eerder verkopen en vaak irrationeel handelen.

Tabel 1 toont de resultaten van de Dickey Fuller test met trend voor de S&P 500 en Bitcoin.

	Dickey-Fuller T-statistiek	MacKinnon P-waarde
S&P 500	-2.58	0.29
Bitcoin	-1.73	0.74

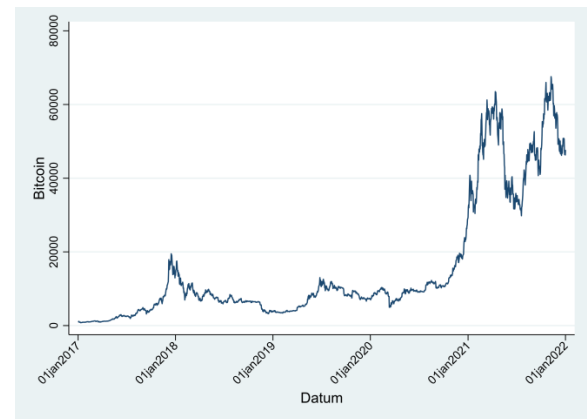
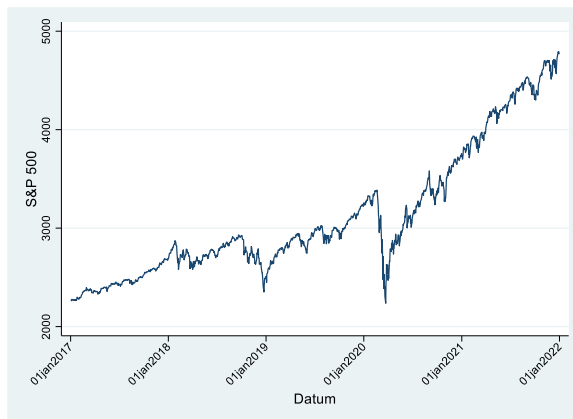
* Significant op 10% level

Tabel 2 toont de resultaten van de Dickey Fuller test met trend en eerste verschil voor de S&P 500 en Bitcoin.

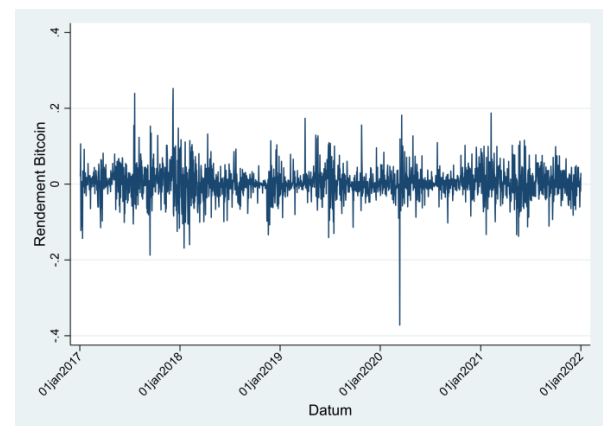
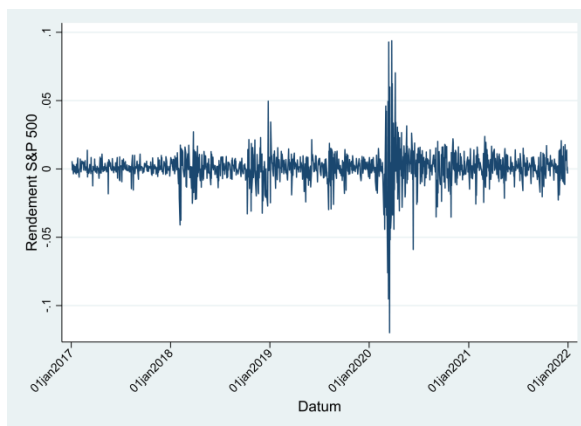
	Dickey-Fuller T-statistiek	MacKinnon P-waarde
S&P 500	-30.80	0.00***
Bitcoin	-44.20	0.00***

* Significant op 10% level

*** Significant op 1% level



Figuur 1 plot de rendementen tegenover de tijd.



Figuur 2 plot de volatiliteit van de procentuele rendementen over tijd.

Hoofdstuk 4: Methodologie

4.1 Rendementen

Om de rendementen voor het dag van de week effect, wisseling van de maand effect, pre-vakantie-effect en het januari-effect te testen, wordt er met behulp van een regressie op verschil van aangepaste sluitprijzen in logaritmische vorm getest voor de S&P 500. Voor Bitcoin wordt er met behulp van een regressie op verschil van sluitprijzen in logaritmische vorm getest. De volgende formule voor de rendementen wordt gebruikt:

$$R_t = \ln(P_t/P_{t-1}) * 100\%$$

R_t is het rendement op tijdstip t , P_t is de prijs op tijdstip t en P_{t-1} is de prijs op tijdstip $t-1$. Deze formule maakt gebruik van de natuurlijke logaritme om de rendementen continu samen te stellen. Hierdoor kan er gemakkelijker vergeleken worden tussen verschillende activa en gebruik van logaritmes van de rendementen zorgt er voor dat uitschieters de sample niet te veel beïnvloeden (Barone-Adesi, Giannopoulos, and Vosper, 1999).

4.2 Regressies

Om in dit onderzoek te testen of er kalender anomalieën zijn wordt in dit onderzoek gebruik gemaakt van dummyvariabelen. Een dummyvariabel is neemt de waarde 0 of 1 aan. Om bijvoorbeeld het maandageffect te meten zal de maandag dummy 1 zijn als de dag een maandag was en een 0 voor de overige dagen. Dit is op een vergelijkbare manier gedaan om de wisseling van de maand effect, pre-vakantie-effect en januari-effect te meten. Deze regressie is gebruikt om de kalender anomalieën te berekenen:

$$R_t = \alpha + \beta * D_t + \varepsilon_t$$

R_t is het rendement op tijdstip t . α is de constante en β is de coëfficiënt waarop de F-toets of t-toets wordt uitgevoerd. D_t geeft de dag van de week, wisseling van de maand periode, pre-vakantieperiode of de maand aan. ε_t is de error term op tijdstip t .

4.3 Verschillende soorten t-testen

Om de verschillen in gemiddelde rendementen te testen tussen de maandag, vrijdag en de andere dagen van de week, gebruiken wij een F-test voor de gezamenlijke significantie van de coëfficiënten in de regressie.

Er zijn twee soorten t-testen: gelijke variantie t-test is de eenvoudige t-test en de ongelijke variantie t-test is de Welch's t-test. Beide t-testen worden gebruikt, omdat van tevoren niet bekend is welke de meest geschikte t-test is. We weten namelijk niet of de varianties tussen de groepen gelijk zijn of niet. Allereerst testen we of de rendementen op maandagen anders zijn dan de overige dagen. Voor de eerste t-test gebruiken we de F-test voor gelijke variantie t-test. Hiervoor wordt de volgende formule gebruikt:

$$F = \frac{\max(s_1^2, s_2^2)}{\min(s_1^2, s_2^2)}$$

Dus de grootste variantie delen door de kleinste variantie, als de verschillen in varianties statistisch significant zijn, dan kunnen de twee varianties niet behandeld worden als hetzelfde. Dan moeten we de p-waardes berekenen. Als beide significant zijn dan kunnen we niet de simpele gelijke variantie gebruiken.

Daarom gebruiken we een ongelijke variantie t-test. Hiervoor wordt de volgende formule gebruikt:

$$s = \sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}$$

Als er sprake is van een groot aantal observaties, is het niet belangrijk om naar de vrijheidsgraden te kijken. Echter om een statistisch nauwkeurig resultaat te krijgen is dit toch gedaan met de volgende formule:

$$df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}\right)^2}{\frac{s_1^4}{N_1^2(N_1 - 1)} + \frac{s_2^4}{N_2^2(N_2 - 1)}}$$

Hoofdstuk 5: Resultaten

5.1 Dag van de week effect

De regressie laat zien dat er voor de aandelenmarkt voor de periode van 2017-2022 geen significant dag van de week effect voor de maandag en vrijdag meer is ten opzichte van de andere dagen van de week. Voor de gemeten periode laat de maandag nog steeds lagere rendementen zien ten opzichte van de overige dagen. Ook levert de vrijdag nog steeds hogere rendementen op ten opzichte van de overige dagen. Echter zijn de resultaten insignificant. Dit komt overeen met de bevindingen van de onderzoeken van de laatste jaren, maar niet met de bevindingen uit de jaren 80 van (Lakonishok and Smidt, 1988).

Opvallend is dat voor Bitcoin voor de periode van 2017-2022 er voor het 10% significantieniveau een significant omgekeerd maandageffect was. Maandagen lijken hogere rendementen op te leveren ten opzichte van andere dagen. De gemiddelde maandag leverde voor de gemeten periode een rendement van 0,77% op, terwijl dit rendement voor de overige dagen 0,14% was. De maandag gaf zo een rendement dat vijftien keer hoger was dan de overige dagen. De vrijdag leverde gemiddeld een lager rendement op voor Bitcoin dan de overige dagen, echter is dit resultaat insignificant. Het omgekeerd maandageffect komt overeen met de bevindingen in de laatste jaren in de cryptomarkt van bijvoorbeeld (Caporale and Plastun, 2019).

Tabel 3 toont de resultaten voor dag van de week effect voor de S&P 500 voor de periode 2017-2022. De maandag geeft een gemiddeld rendement van 0.04%, de vrijdag een gemiddeld rendement van 0.09%. De overige dagen geven een gemiddeld rendement van 0.07% per dag. De t-test voor maandag is -0.23, dit is groter dan -1.64. De t-test voor vrijdag is 0.27, dit is kleiner dan 1.64. Daarom zijn de resultaten voor beide dagen niet significant.

	Constante	Maandag	Vrijdag
Gemiddelde, %	0.07%	0.04%	0.09%
Standaardafwijking, %		0.10%	0.08%
Aantal observaties	770	237	252
T-test		-0.23	0.27

* Significant op 10% level voor two-tailed test

Tabel 4 toont de resultaten voor dag van de week effect voor Bitcoin voor de periode 2017-2022. De maandag geeft een gemiddeld rendement van 0.77%, de vrijdag een gemiddeld rendement van 0.06%. De overige dagen geven een gemiddeld rendement van 0.14% per dag. De t-test voor maandag is 1.87, dit is groter dan 1.64. Er is dus een significant positief maandag effect. De t-test voor vrijdag is -0.28, dit is groter dan -1.64. Daarom zijn de resultaten voor vrijdag niet significant.

	Constante	Maandag	Vrijdag
Gemiddelde, %	0.14%	0.77%*	0.06%
Standaardafwijking, %		0.34%	0.27%
Aantal observaties	1245	261	259
T-test		1.87	-0.28

* Significant op 10% level voor two-tailed test

Om te vergelijken of de S&P 500 en Bitcoin statistisch verschillen op maandag van elkaar is een Z-test gebruikt met de volgende formule:

$$Z = \frac{\beta_1 - \beta_2}{\sqrt{(SE\beta_1)^2 + (SE\beta_2)^2}}$$

β_1 is de coëfficiënt voor de maandag voor de S&P 500, β_2 is de coëfficiënt voor de maandag voor Bitcoin, $SE\beta_1$ is de standaardfout van β_1 en $SE\beta_2$ is de standaardfout van β_2 .

De Z-test geeft een waarde van -0.38, dit is groter dan -1.96. Daarom kunnen wij de nulhypothese $\beta_1 = \beta_2$ niet verwerpen. Dus kan er niet geconcludeerd worden dat het rendement op maandag voor Bitcoin significant verschilt van de S&P 500.

5.2 Wisseling van de maand effect

De regressie toont aan dat er geen significant wisseling van de maand effect is voor de aandelenmarkt. Het gemiddelde rendement voor een niet-wisseling van de maand dag is 0,04%, terwijl dit voor een wisseling van de maand dag 0,07% per dag is. De p-waarde(35%) is erg hoog, er is dus geen significant bewijs dat de wisseling van de maand rendement per dag hoger is dan de overige dagen voor de S&P 500. Dit resultaat komt niet overeen met de bevindingen van (McConnell and Xu, 2008).

De resultaten van de regressie voor Bitcoin laten zien dat het gemiddelde rendement per dag die niet valt in een wisseling van de maand dag 0,05% is voor Bitcoin, dit is de constante. Voor een wisseling van de maand dag is het rendement 0,72% per dag. Dit is ruim veertien keer hoger dan een gebruikelijke dag. De coëfficiënt is 0,72% en deze wijkt significant van 0 af bij 1% level; $p=0,31\%$. Er worden dus significant hogere rendementen verkregen voor de wisseling van de maand dagen ten opzichte van niet-wisseling van de maand dagen voor Bitcoin. Het zou kunnen liggen aan onder andere de volwassenheidsfase en marktkapitalisatie. De resultaten komen overeen met het onderzoek voor Bitcoin van de afgelopen jaren van (Kumar, 2022).

De regressies laten erg lage R^2 zien, omdat kalender dummyvariabelen in het algemeen maar een klein gedeelte van de variantie van de aandelenrendementen verklaren. Ook andere studies over dit onderwerp van bijvoorbeeld (French, 1980) laten een lage R^2 zien.

Tabel 5 toont resultaten voor wisseling van de maand effect voor de S&P 500 voor de periode 2017-2022. Een niet wisseling van de maand dag geeft een gemiddeld rendement van 0.04% per dag, terwijl een wisseling van de maand dag een gemiddeld rendement geeft van 0.07% per dag voor de periode 2017-2022. De t-test is 0.93, dit is kleiner dan 1.64. Daarom zijn de resultaten niet significant.

	Constante	Wisseling van de maand
Gemiddelde, %	0.04%	0.07%
Standaardafwijking, %		0.04%
Aantal observaties	1018	240
T-test		0.93
R^2		0.0007

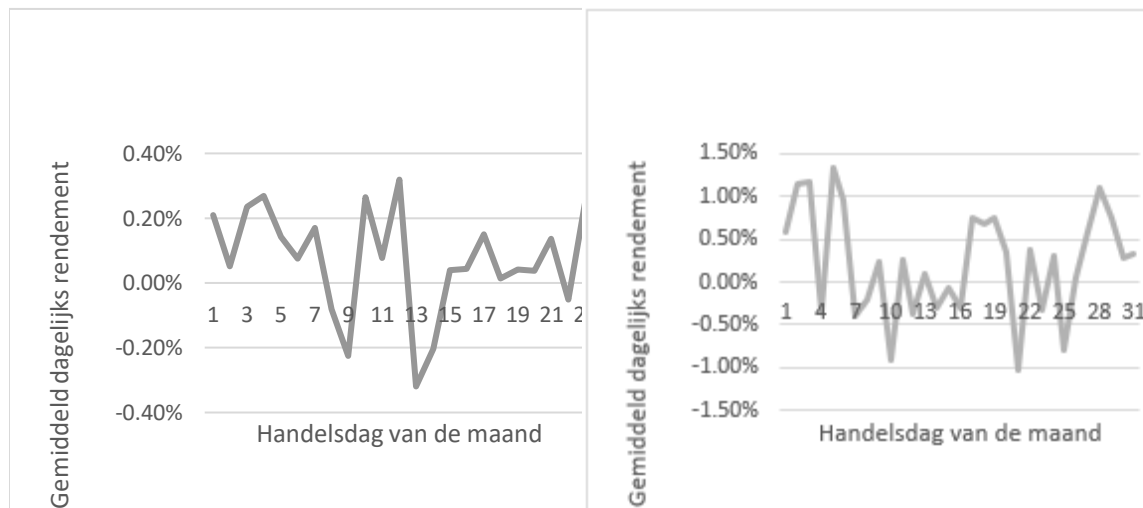
* Significant op 10% level voor two-tailed test

Tabel 6 toont resultaten voor wisseling van de maand effect voor Bitcoin voor de periode 2017-2022. Een niet wisseling van de maand dag geeft een gemiddeld rendement van 0.05% per dag, terwijl een wisseling van de maand dag een gemiddeld rendement geeft van 0.72% per dag. De t-test is 2.96, dit is groter dan 2.32. Daarom zijn de resultaten significant op het 1% significantieniveau.

	Constante	Wisseling van de maand
Gemiddelde, %	0.05%	0.72%***
Standaardafwijking, %		0.24%
Aantal observaties	1523	241
T-test		2.96
R ²		0.0049

* Significant op 10% level voor two-tailed test

*** Significant op 1% level voor two-tailed test



Figuur 3 toont rendementen per handelsdag van de maand voor respectievelijk de S&P 500 en Bitcoin voor de periode 2017-2022. De laatste handelsdag en de eerste handelsdagen in de maand geven hogere rendementen voor de S&P 500. Voor Bitcoin is er een vergelijkbaar patroon, ook daar geven de eerste en laatste handelsdagen een hoger rendement. Opvallend is wel dat de laatste handelsdag geen trend omhoog laat zien voor Bitcoin, maar dat deze iets eerder is.

5.3 Het pre-vakantie-effect

De regressie toont aan dat er geen significant vakantie-effect is voor de afgelopen 5 jaar voor de S&P 500. Dit komt overeen met het onderzoek van (Ko and Yang, 2021), maar niet met het onderzoek van (Lakonishok and Smidt, 1988). Ook lijkt er geen significant pre-vakantie-effect voor Bitcoin te bestaan. Hier zijn ook geen papers over geschreven.

Tabel 7 toont resultaten pre-vakantie-effect voor de S&P 500 voor de periode 2017-2022. Een niet pre-vakantie dag geeft gemiddeld een rendement van 0.07% per dag, terwijl een pre-vakantiedag een gemiddeld rendement geeft van 0.05% per dag. De t-test is 0.28, dit is kleiner dan 1.64. Daarom zijn de resultaten niet significant.

	Constante	Pre-vakantie
Gemiddelde, %	0.07%	0.05%
Standaardafwijking, %		0.18%
Aantal observaties	1214	45
T-test		0.28
R ²		0.000

* Significant op 10% level voor two-tailed test

Tabel 8 toont resultaten pre-vakantie-effect voor Bitcoin voor de periode 2017-2022. Een niet pre-vakantie dag geeft gemiddeld een rendement van 0.22% per dag, terwijl een pre-vakantiedag een gemiddeld rendement geeft van 0.19% per dag. De t-test is -0.03, dit is groter dan -1.64. Daarom zijn de resultaten niet significant.

	Constante	Pre-vakantie
Gemiddelde, %	0.22%	0.19%
Standaardafwijking, %		0.69%
Aantal observaties	1710	45
T-test		-0.03
R ²		0.000

* Significant op 10% level voor two-tailed test

5.4 Januari-effect

De constante geeft de rendementen weer van alle maanden buiten januari en april. Voor de overige maanden is dit 0.05% per dag. Opvallend is het hogere rendement in januari, 0.09% per dag. Nog opvallender is het hogere rendement in april 0.18% per dag. De resultaten zijn niet significant, dit zou kunnen komen doordat er relatief weinig observaties zijn.

De regressie laat zien dat er voor de aandelenmarkt voor de periode van 2017-2022 geen significant januari-effect meer is en ook geen significant april-effect. Dit komt overeen met de resultaten van (Chong, Hudson, and Keasey, 2005).

Uit de regressie voor Bitcoin komt naar voren dat de januari gemiddeld negatief was voor 0,29% per dag. Echter is dit effect wel insignificant vanwege de p-waarde van 0,442. De april toont een sterker effect voor Bitcoin. De dagen in april geven gemiddeld 0,50% rendement per dag. Dit effect is ook insignificant, met een p-waarde van 0,186. Deze resultaten komen niet helemaal overeen met de resultaten van (Kaiser, 2019), omdat zijn resultaten wel significant waren. Het verschil zou kunnen komen vanwege de kortere periode die wij hebben gebruikt voor Bitcoin.

Tabel 9 toont resultaten van het januari-effect en april-effect voor de S&P 500 voor de periode 2017-2022. Een maand anders dan januari of april geeft een gemiddeld rendement van 0.05% per dag, terwijl dit voor januari en april, respectievelijk 0.09% en 0.18% per dag is. De t-test voor januari is 0.72 en de t-test voor april is 1.42, beide t-tests zijn kleiner dan 1.64. Daarom zijn de resultaten voor beide maanden niet significant.

	Constante	Januari	April
Gemiddelde, %	0.05%	0.09%	0.18%
Standaardafwijking, %		0.13%	0.13%
Aantal observaties	1259	102	103
T-test		0.72	1.42
R ²		0.002	0.012

* Significant op 10% level voor two-tailed test

Tabel 10 toont resultaten van het januari-effect en april-effect voor Bitcoin voor de periode 2017-2022. Een maand anders dan januari of april geeft een gemiddeld rendement van 0.20% per dag, terwijl dit voor januari en april, respectievelijk -0.29% en 0.50% per dag is. De t-test voor januari is -0.77, dit is groter dan -1.64. Deze test is dus niet significant voor januari. De t-test voor april is 1.32, dit is kleiner dan 1.64. Daarom zijn de resultaten voor deze maand ook niet significant.

	Constante	Januari	April
Gemiddelde, %	0.20%	-0.29%	0.50%
Standaardafwijking, %		0.37%	0.38%
Aantal observaties	1765	153	147
T-test		-0.77	1.32
R ²		0.044	0.001

* Significant op 10% level voor two-tailed test

Hoofdstuk 6: Conclusie

In deze paper, is onderzoek gedaan naar de verschillen en het bestaan van anomalieën in de aandelen- en cryptomarkt. Er is in het bijzonder onderzoek gedaan naar het dag van de week effect, wisseling van de maand effect, pre-vakantie-effect en het januari-effect voor deze activa. De verschillen tussen de twee markten is nog niet eerder onderzocht.

Voor deze vier kalendereffecten is data verzameld voor de periode van 01-01-2017 tot 01-01-2022. Er is onderzoek gedaan naar de data voor de S&P 500, deze data zijn afkomstig van Wharton Research Data Services. De gegevens voor Bitcoin zijn verzameld via Coinmarketcap. De kalendereffecten zijn getest door gebruik te maken van dummyvariabelen, t-testen en F-testen.

De gebruikte methoden en bevindingen hebben bijgedragen aan het beantwoorden van de volgende onderzoeksvraag: "In hoeverre is er een verschil in anomalieën tussen Bitcoin en aandelen?"

De resultaten laten zien dat er tussen de twee markten verschillen zitten in anomalieën. In de aandelenmarkt zijn bepaalde effecten aan het verdwijnen, terwijl voor Bitcoin bepaalde anomalieën juist aan het ontstaan zijn.

Zo lijkt er voor de aandelenmarkt de laatste jaren geen significant dag van week effect meer te zijn. Dit komt overeen met de bevindingen van (Robins and Smith, 2016). Het dag van de week effect is echter wel aanwezig voor Bitcoin. Opvallend is dat voor Bitcoin voor het 10% significantieniveau een significant omgekeerd maandageffect was. Maandagen lijken hogere rendementen op te leveren ten opzichte van de andere dagen. Het omgekeerd maandageffect komt overeen met de bevindingen in de laatste jaren in de cryptomarkt van onder andere (Caporale and Plastun, 2019), maar niet met die van (Kinatader and Papavassiliou, 2021).

De wisseling van de maand effect is sterk aanwezig voor Bitcoin, maar niet voor de aandelenmarkt. Dit komt overeen met de resultaten van (Qadan, Aharon, and Eichel, 2022), (Kumar, 2022) en (McConnell and Xu, 2008). Daarnaast is er geen significant bewijs van het januari-effect voor de S&P 500 en Bitcoin. Er lijkt wel een sterker april-effect te zijn voor Bitcoin ten opzichte van de S&P 500, echter is dit effect niet significant.

De anomalieën lijken langzaam te verdwijnen voor de aandelenmarkt. Echter lijken er wel bepaalde anomalieën te bestaan voor Bitcoin. Investerders voor Bitcoin zouden een hoger rendement kunnen behalen als zij rekening zouden houden met de dag van de week, wisseling van de maand en maand van het jaar. De efficiënte markthypothese kan dus verworpen worden.

In een verder onderzoek, zou er naar meerdere cryptocurrencies kunnen worden gekeken met een kleinere marktkapitalisatie. Ook zou er voor een langere periode getest kunnen worden, hierdoor zouden bepaalde p-waardes hogere significantie kunnen tonen. Ook zou er getest kunnen worden op structurele breuken over een langere periode. Bovendien zou er ook nog naar andere kalendereffecten kunnen worden gekeken, zoals het Halloween-effect of het januari barometer-effect. Daarnaast zou er naar specifieke feestdagen gekeken kunnen worden. Ten slotte zou er nog onderzoek kunnen worden gedaan naar anomalieën in volume en volatiliteit in beide markten. Dit zou vooral interessant kunnen zijn voor daghandelaren.

- Agrawal and Tandon (1994) 'Anomalies or illusions? Evidence from stock markets in eighteen countries', *Journal of International Money and Finance*, 13(1), p. 83.
- Ariel (1987) 'The monthly effect in stock returns', *Journal of Financial Economics*, 18(2), pp. 161–174.
- Ariel (1990) 'High stock returns before holidays: existence and evidence on possible causes', *Journal of Finance*, 45(5), pp. 1611–1626.
- Barone-Adesi, Giannopoulos, and Vosper (1999) 'VaR without correlations for portfolio of derivative', *Lugano* [Preprint].
- Cao *et al.* (2009) 'Firm Size and the Pre-Holiday Effect in New Zealand', *International Research Journal of Finance and Economics*, 32(10), pp. 171–187.
- Caporale and Plastun (2019) 'The day of the week effect in the cryptocurrency market', *Finance Research Letters*, 31, pp. 258–269.
- Chen, H. and Singal, V. (2003) 'A December Effect with Tax-Gain Selling?', *Financial Analysts Journal*, 59(4), pp. 78–90. Available at: <https://doi.org/10.2469/faj.v59.n4.2547>.
- Chong, Hudson, and Keasey (2005) 'Pre-holiday effects: International evidence on the decline and reversal of a stock market anomaly', *Journal of International Money and Finance*, 24(8), pp. 1226–1236.
- Cross (1973) 'The Behavior of Stock Prices on Fridays and Mondays', *Financial Analysts Journal*, 29(6), pp. 67–69.
- Drożdż *et al.* (2018) 'Bitcoin market route to maturity? Evidence from return fluctuations, temporal correlations and multiscaling effects.', *Journal of Nonlinear Science*, 28(7), pp. 1–12.
- Fama (1970) 'Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work', *the Journal of Finance*, 25(2), pp. 383–417.
- French (1980) 'Stock returns and the weekend effect', *Journal of Financial Economics*, 8(1), pp. 55–69.
- French and Roll (1986) 'Stock Return Variances: The Arrival of Information and the Reaction of Traders', *Journal of Financial Economics*, 17(1), pp. 5–26.
- Gultekin and Gultekin (1983) 'Stock Market Seasonality: International Evidence', *Journal of Financial Economics*, 12(4), pp. 469–481.
- Jegadeesh (2001) 'Profitability of Momentum Strategies: An Evaluation of Alternative Explanations', *the Journal of Finance*, 56(2), pp. 699–720.
- John, O'Hara, and Saleh (2022) 'Bitcoin and Beyond', *Annual Review of Financial Economics*, 14(1).

- Kaiser (2019) 'Seasonality in cryptocurrencies', *Finance Research Letters*, 31.
- Kaniol-Tambour *et al.* (2022) 'The Evolution of Institutional Investors' Exposure to Cryptocurrencies and Blockchain Technologies'.
- Keim (1983) 'Size-related anomalies and stock return seasonality', *Journal of Financial Economics*, 12(1), pp. 13–32.
- Kendall and Hill (1953) 'The Analysis of Economic Time-Series-Part I: Prices', *Journal of Royal Statistical Society*, 116(1), pp. 11–34.
- Kinateder and Papavassiliou (2021) 'Calendar effects in Bitcoin returns and volatility', *Finance Research Letters*, 38(1).
- Ko and Yang (2021) 'The Pre-Holiday Premium of Ariel (1990) Has Largely Become A Small-Firm Effect Out of Sample', *CFR* [Preprint].
- Kumar (2022) 'Turn-of-the-month effect in cryptocurrencies', *Managerial Finance*, 48(5).
- Lakonishok and Smidt (1988) 'Are Seasonal Anomalies Real? A Ninety-Year Perspective', *The Review of Financial Studies*, 1(4), pp. 403–425.
- Lintner (1965) 'Security Prices, Risk, and Maximal Gains From Diversification', *Journal of Finance*, 20(4), pp. 587–615.
- McConnell and Xu (2008) 'Equity Returns at the Turn of the Month', *Financial Analysts Journal*, 64(2).
- Moller and Zilca (2008) 'The evolution of the January effect', *Journal of Banking & Finance*, 32(3), pp. 447–457.
- Ogden (1990) 'Turn-of-Month Evaluations of Liquid Profits and Stock Returns: A Common Explanation for the Monthly and January Effects', *The Journal of Finance*, 45(4), pp. 1259–1272.
- Olson, Chou, and Mossman (2007) 'An Investigation of Stock Market Anomalies: the Weekend Effect'.
- Osborne (1962) 'Periodic structure in the Brownian motion of stock returns', *Operations research*, 10(3), pp. 345–379.
- Penman (1987) 'The distribution of earnings news over time and seasonalities in aggregate stock returns', *Journal of Financial Economics*, 18(2), pp. 199–228.
- Qadan, Aharon, and Eichel (2022) 'Seasonal and Calendar Effects and the Price Efficiency of Cryptocurrencies', *Finance Research Letters*, 46.
- Reinganum (1983) 'The anomalous stock market behavior of small firms in January: Empirical tests for tax-loss selling effects', *Journal of Financial Economics*, 12(1), pp. 89–104.
- Robins and Smith (2016) 'No More Weekend Effect', *Critical Finance Review*, 5(2), pp. 417–424.

Rossi (2016) 'The efficient market hypothesis and calendar anomalies: A literature review', *International Journal of Managerial and Financial Accounting*, 7(3), pp. 285–296.

Rozeff and Kinney (1976) 'Capital market seasonality: The case of stock returns', *Journal of Financial Economics*, 3(4), pp. 379–402.

Sharpe (1964) 'Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk', *Journal of Finance*, 19(3), pp. 425–442.

Thaler (1987) 'Anomalies: The January Effect', *Journal of Economic Perspectives*, 1(1), pp. 197–201.

Ülkü and Rogers (2018) 'Who drives the Monday effect?', *Elsevier*, 148, pp. 46–65.

Van der Sar (2003) 'Calendar effects on the Amsterdam stock exchange', *De Economist*, 151(3), pp. 271–292.

Vos, Cheung, and Bishop (1993) 'Pre-holiday returns in the New Zealand share market', *Accounting Research Journal*, 6, pp. 21–26.

Wachtel (1942) 'Certain observations on seasonal movement in stock prices', *The Journal of Business of the University of Chicago*, 15(2), pp. 184–193.