

Doktori (PhD) értekezés

Mátyás Tímea Bernadett

2026

NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM
Közigazgatás-tudományi Doktori Iskola

Mátyás Tímea Bernadett

**Portfólió-diverzifikáció a Hagyományos és az Alternatív
Energiapiacok Között**

Doktori (PhD) értekezés

Témavezető:

Dr. Kutasi Gábor

.....

Budapest, 2026

T A R T A L O M J E G Y Z É K

1.	BEVEZETÉS ÉS KUTATÁSI KERET.....	5
1.1	BEVEZETÉS	5
1.2	CÉLKITŰZÉSEK	12
1.3	HIPOTÉZISEK	17
1.4	AZ ÉRTEKEZÉS SZERKEZETE	19
2.	SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	21
2.1	AZ ENERGIAÁTMENET ÉS A PIACOK ÁTALAKULÁSA.....	21
2.2	A PORTFÓLIÓ-ELEMZÉS ELMÉLETI ÉS MÓDSZERTANI ALAPJAI.....	30
2.3	A PORTFÓLIÓ-DIVERZIFIKÁCIÓ SZAKIRODALMI HÁTTERE.....	38
2.4	A VOLATILITÁS ÉS FÜGGŐSÉG MODELLEZÉSÉNEK SZAKIRODALMA.....	49
2.5	A PORTFÓLIÓ-ELEMZÉS ÉS KOCKÁZATMODELLEZÉS MÓDSZERTANI SZAKIRODALMA	62
3.	ADATOK ÉS ALKALMAZOTT MÓDSZERTAN.....	68
3.1	ADATBÁZIS	69
3.2.	A VÁLASZTOTT MÓDSZERTAN.....	78
3.3	A BEFEKTETÉSI STRATÉGIÁK	82
3.4	A PORTFÓLIÓSÚLYOZÁS MÓDSZERTANA	85
3.5	A FÜGGŐSÉGI SZERKEZET KIEGÉSZÍTŐ ELEMZÉSE KOPULÁKKAL.....	87
3.6	A HIPOTÉZISEK ÉS A VIZSGÁLATI MÓDSZEREK ÖSSZEKAPCSOLÁSA	89
4.	A 2010-2020-AS IDŐSZAK ELEMZÉSE: EGY „BÉKEIDŐS" PIACI REZSIM.....	91
4.1	LEÍRÓ STATISZTIKA.....	91
4.2	HOZAMALAKULÁSOK.....	96
4.3	KOVARIANCIA-ELEMZÉS	105
4.4	KORRELÁCIÓ-ELEMZÉS.....	109
4.5	KOPULA-ALAPÚ FÜGGŐSÉGI SZERKEZET ELEMZÉSE	113
4.6	DINAMIKUS FELTÉTELES KORRELÁCIÓK ELEMZÉSE (ADCC-GARCH MODELLEK).....	119
4.7	AZ ADCC-GARCH MODELLEK EREDMÉNYEINEK RÉSZLETES ÉRTELMEZÉSE ÉS BEFEKTETÉSI KÖVETKEZTETÉSEK.....	127
4.8	A KÉT SZEGMENS PORTFÓLIÓ-TELJESÍTMÉNYE.....	131
5.	A 2021-2025-ÖS IDŐSZAK ELEMZÉSE: EGY REZSIMVÁLTÁS DINAMIKÁJA.....	139
5.1	LEÍRÓ STATISZTIKA.....	139
5.2	HOZAMALAKULÁSOK	141
5.3	KOVARIANCIA-ELEMZÉS.....	147
5.4	KORRELÁCIÓ-ELEMZÉS	150
5.5	KOPULA-ALAPÚ FÜGGŐSÉGI SZERKEZET ELEMZÉSE.....	154

5.6	DINAMIKUS FELTÉTELES KORRELÁCIÓK ELEMZÉSE (ADCC-GARCH MODELLEK).....	158
5.7	AZ ADCC-GARCH MODELLEK EREDMÉNYEINEK RÉSZLETES ÉRTELMEZÉSE ÉS BEFEKTETÉSI KÖVETKEZTETÉSEK.....	166
5.8	PORTFÓLIÓ-TELJESÍTMÉNY A VÁLSÁGOS IDŐSZAKBAN.....	168
5.9	ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉS ÉS AZ ÚJ IDŐSZAK FŐBB TANULSÁGAI.....	173
6.	A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI (TÉZISPONTOK)	179
7.	DISZKUSSZIÓ ÉS KONKLÚZIÓ	182
7.1	A FŐBB EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA	182
7.2	AZ EREDMÉNYEK ÉRTELMEZÉSE ÉS A HIPOTÉZISEKRE VALÓ REFLEKTÁLÁS	184
7.3	GYAKORLATI KÖVETKEZTETÉSEK ÉS BEFEKTETÉSI STRATÉGIAI IMPLIKÁCIÓK.....	187
7.4	SZAKPOLITIKAI KÖVETKEZTETÉSEK	189
7.5	A KUTATÁS TUDOMÁNYOS HOZZÁJÁRULÁSA	192
7.6	A KUTATÁS KORLÁTAI	196
7.7	JÖVŐBELI KUTATÁSI IRÁNYOK.....	199
7.8	VÉGSŐ KONKLÚZIÓ	201
	BIBLIOGRÁFIAI HIVATKOZÁS.....	204
	PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK	211
	MELLÉKLETEK	213
A.	MELLÉKLET: ROBUSZTUSSÁGI VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI (2010-2020) 213	
A.1.	ROBUSZTUSSÁGI VIZSGÁLAT SZIMMETRIKUS DCC-GARCH MODELLEKKEL	213
A.2.	A ROBUSZTUSSÁGI VIZSGÁLAT EREDMÉNYEINEK ÖSSZEGZÉSE	218
B.	MELLÉKLET: ROBUSZTUSSÁGI VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI (2021-2025) 219	
B.1.	ROBUSZTUSSÁGI VIZSGÁLAT SZIMMETRIKUS DCC-GARCH MODELLEKKEL	219
B.2.	A ROBUSZTUSSÁGI VIZSGÁLAT EREDMÉNYEINEK ÖSSZEGZÉSE.....	223

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ez az értekezés egy hosszú, ötéves munka eredménye, amely bár egyéni szellemi teljesítmény, mégsem jöhetett volna létre számos ember és intézmény támogató segítségével nélkül.

Mindenekelőtt köszönettel tartozom témavezetőmnek, Dr. Kutasi Gábornak, aki szakmai iránymutatásával, kritikai észrevételeivel és folyamatos biztatásával mindvégig segítette a munkámat. Külön köszönet illeti a Kooperatív Doktori Programot (KDP), amely a kutatásom szinte teljes időtartama alatt stabil szakmai és anyagi háttérrel biztosított. Ezen belül is hálás vagyok vállalati szakértőmnek és kollégámnak, Dr. Alföldy-Boruss Márknak, aki a program keretein belül nyújtott értékes iparági tapasztalataival és meglátásaival segítette a kutatás gyakorlati relevanciájának megteremtését. Köszönöm a munkahelyemnek, az Energiaügyi Minisztériumnak is a munkám során nyújtott támogatást.

Végül, de nem utolsósorban köszönettel tartozom a Nemzeti Közszolgálati Egyetemnek is. A Doktori Iskola elvégzése során felmerülő számos kihívás leküzdése megerősített abban a tudományos alázatban és kitartásban, amely egy ilyen munka elkészítéséhez elengedhetetlen.

Ez a hosszú út persze nem itt kezdődött. Nem feledve gyökereimet, hálával gondolok a kovásznai Orbán Balázs Általános Iskolára, a Kőrösi Csoma Sándor Líceumra, és mindazon tanítóimra és tanárimra, akik ezen intézmények falai között elindítottak a tanulás útján, valamint alma materemre, a kolozsvári Babeş-Bolyai Tudományegyetemre, ahol az alap- és mesterképzés során megszerzett tudás szilárd alapot adott a doktori tanulmányaimhoz.

A szakmai támogatás mellett a személyes háttér legalább annyira fontos volt. Hálás vagyok a családomnak: mindenekelőtt szüleimnek, akiknek szinte mindent köszönhetek, hiszen ők neveltek fel és indítottak el az érdeklődés, a kutatás és a tudomány vonalán; testvéremnek a gyermekkori közös tanulásért, amely megalapozta a tudásvágyamat; valamint nagyszüleimnek és dadusomnak, akik feltétlen szeretetükkel és bölcsességükkel utat mutattak.

Legnagyobb köszönettel azonban a férjemnek tartozom, aki nemcsak abszolút támogatásával és türelmével volt mellettem, hanem a legfőbb mentoromként és legélesebb kritikusomként is hozzájárult ahhoz, hogy ez a munka a lehető legjobb formájában készülhessen el.

Köszönöm továbbá barátaimnak a türelmet, a bátorítást és azt, hogy a legnehezebb időszakokban is kitartottak mellettem.

Örülök, hogy ez a munka végre elkészült.

Mátyás Tímea Bernadett

1. BEVEZETÉS ÉS KUTATÁSI KERET

1.1 BEVEZETÉS

Az alternatív energiaforrások, különösen a megújuló energiaformák iránti globális kereslet növekedése számos gazdasági, társadalmi és környezeti tényezőtől fakad. Az éghajlatváltozással kapcsolatos aggodalmak, az energiabiztonság iránti igény, valamint a fosszilis energiaforrások árának és elérhetőségének volatilitása egyaránt hozzájárulnak ahhoz, hogy a kormányzatok és a piaci szereplők egyre nagyobb figyelmet fordítsanak a megújuló energiaforrások fejlesztésére. Az IEA (2023) és az IPCC (2022) jelentései szerint is az elmúlt évtizedekben a technológiai innovációk és a méretgazdaságossági előnyök jelentősen csökkentették a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos beruházási költségeket.

A megújuló energiák különösen dinamikus terület, amelyek az elmúlt években az energiaátmenet központi elemévé váltak. A Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) 2023-as jelentése szerint a globális megújulóenergia-kapacitások éves bővülése rekordokat döntött, meghaladva a fosszilis energiaforrásokra épülő új kapacitások növekedését. Ez az átrendeződés részben a kormányzatok által nyújtott szabályozási kedvezményeknek és támogatásoknak köszönhető, amelyek célja a beruházások ösztönzése és az energiaátmenet gyorsítása. Az alternatív energiaforrások térnyerése nemcsak környezeti és gazdasági előnyöket hordoz magában, hanem hosszú távon hozzájárulhat az energiabiztonság növeléséhez is. A kormányzati támogatások, a szabályozási kedvezmények és a technológiai fejlődés kulcsszerepet játszanak ebben a folyamatban. Az energiaátmenet sikere azonban nagyban múlik a piaci szereplők, a kormányzatok és a fogyasztók közötti együttműködésen, valamint a befektetési döntések tudatos, hosszú távú tervezésén.

Számos ország jelentős támogatásokat, ösztönzőket, adókedvezményeket és finanszírozási lehetőségeket nyújt a megújulóenergia- projektek számára. Az Egyesült Államok példája jól illusztrálja a szabályozási környezet fontosságát: az Inflációcsökkentési Törvény (Inflation Reduction Act, 2022) keretében jelentős adókedvezményeket és támogatási csomagokat vezettek be, amelyek célzottan a megújulóenergia-szektor szereplőit célozzák. Az Európai Unióban hasonló szerepet tölt be a Zöld Megállapodás (Green Deal), amely átfogó intézkedéscsomagok révén támogatja a tagállamokat az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésében, miközben ösztönzi a megújulóenergia-infrastruktúrák fejlesztését. Az ilyen

kormányzati intézkedések hozzájárulnak a megújuló energiaforrások piaci penetrációjának növekedéséhez, miközben csökkentik az új projektek indításával kapcsolatos adminisztratív és pénzügyi akadályokat (IEA, 2023).

A megújuló energiaforrások iránti kereslet növekedését a technológiai fejlődés és a költségsökkenés tovább erősíti. Az olyan innovációk, mint a nagy hatékonyságú napelemek, a szélturbinák méretének növelése, valamint az energiatárolási megoldások fejlesztése, alapvetően megváltoztatták a szektor költségstruktúráját. Az elmúlt évtizedben a napenergia előállítási költsége több mint 80%-kal, míg a szélenergia előállítási költsége mintegy 50%-kal csökkent (IRENA, 2022). Ezek a változások különösen fontosak az olyan projektek esetében, mint a tengeri szélerőműparkok, amelyek jelentős beruházásokat igényelnek, de hosszú távon alacsony üzemeltetési költségekkel működnek. Az előrejelzések szerint a megújuló energiaforrásokból származó áramtermelés aránya a következő évtizedekben tovább fog nőni, részben a technológiai fejlődésnek, részben pedig a szabályozási környezet kedvező változásainak köszönhetően. Az IEA (2023) szerint a globális energiaátmenet sikere szorosan összefügg a megújuló energiaforrások termelési és tárolási kapacitásainak bővítésével.

Fontos azonban hangsúlyozni, hogy az energiaátmenet globális képe rendkívül heterogén. Míg a nyugati országokban és a nemzetközi szakpolitikában a dekarbonizációs törekvések dominálnak, addig a globális energiaéhség, különösen az olyan feltörekvő gazdaságokban, mint Kína és India, a szénfelhasználás növekedését vagy szinten tartását eredményezi. Az IEA jelentései is rámutatnak, hogy a szén továbbra is a világ legnagyobb áramtermelő forrása marad, ami a globális energiapiac kettősségét erősíti. Ez a helyzet a befektetők számára is komplexebb képet fest, mivel a hagyományos energiaszektor – beleértve a szénipart is – a politikai nyomás ellenére is jelentős gazdasági tényező marad. A szénipar befektetői szempontú modellezését ugyanakkor nehezíti, hogy a szektor vállalatai gyakran nem különálló, tőzsdén jegyzett entitások, hanem nagyobb, diverzifikált bányászati konglomerátumok részei, vagy nem nyilvános társaságok, így a befektetési univerzumot reprezentáló, likvid ETF-ek köre is korlátozott.

A szénipar mellett az atomenergia kérdése is felmerülhet a hagyományos energiaszektor tárgyalásakor. Az atomenergia helyzete azonban a kutatás szempontjából kettős: bár alacsony szén-dioxid-kibocsátása miatt a modern energiapolitikai diskurzusban gyakran a tiszta energiaforrások között említik, technológiailag és a befektetési piacok szempontjából nem tartozik a megújuló energiaforrások körébe. A jelen értekezés egy világos dichotómiára épül a

hagyományos (fosszilis) és az alternatív/megújuló energiapiacok között. Az atomenergia ebbe a bináris keretrendszerbe nehezen illeszthető be, mivel egyik kategóriába sem sorolható egyértelműen. Továbbá, a szénhez hasonlóan, a tisztán nukleáris profilú, hosszú adatsorral rendelkező és kellően likvid ETF-ek száma a vizsgált időszakra korlátozott volt, mivel a nukleáris kapacitások üzemeltetői gyakran állami tulajdonú vagy széles diverzifikált közművállalatok. Ezen módszertani megfontolások miatt a kutatás az atomenergiát nem vonta be az elemzésbe, hogy a fosszilis és a megújuló szektorok közötti kapcsolatrendszer a lehető legtisztábban modellezhesse.

Bár a fosszilis energiahordozók szerepe hosszú távon csökkenni fog, a hagyományos energiaszektor továbbra is jelentős befektetési célpont marad, különösen a technológiai átmenet időszakában. A földgáz például fontos szerepet játszhat az energiaátmenet során, mivel alacsonyabb szén-dioxid-kibocsátási szintje miatt átmeneti megoldást kínál a megújuló energiaforrások teljes skálájának kiépítése előtt. A fosszilis energiahordozók, különösen a kőolaj és a földgáz, továbbra is meghatározó szerepet töltenek be a globális energia- és ipari rendszerben, mivel olyan kulcsfontosságú kiegyenlítő funkciókat látnak el, amelyek biztosítják az energiaellátás stabilitását és rugalmasságát. A megújuló energiaforrások időjárásfüggő termelése miatt a fosszilis energiahordozók, különösen a földgáz, az átmeneti időszakban nélkülözhetetlenek maradnak az energiahálózatok kiegyensúlyozásában és a folyamatos ellátás biztosításában. Ez a kiegyenlítő szerep elengedhetetlen az energiaátmenet zökkenőmentes megvalósításához, mivel a megújuló technológiák elterjedéséhez megfelelő energiatárolási kapacitások kiépítése időigényes és költséges folyamat. Ezen túlmenően a kőolaj és földgáz iránti keresletet nem kizárólag az energiaszektor generálja. A vegyiparban, különösen a műanyaggyártásban, a kőolaj továbbra is alapvető nyersanyagként szolgál, amelynek iránti igény jelentős mértékben hozzájárul a fosszilis szegmens fennmaradásához. A globális gazdaság számos ágazata – például az élelmiszeripar, a gyógyszeripar és az autóipar – közvetetten is támaszkodik a műanyaggyártáshoz szükséges fosszilis alapanyagokra, ami a kőolajipar számára stabil piaci bázist jelent. A fosszilis energiaforrások e kettős – energiaellátási és ipari – szerepe miatt ezek a vállalatok továbbra is relevánsak maradnak a globális gazdaságban, még akkor is, ha a megújuló energiaforrások térnyerése folytatódik. Ez aláhúzza, hogy az energiaátmenet során nemcsak az energiatermelési technológiák átalakulása, hanem az ipari nyersanyagok diverzifikációja és a körforgásos gazdasági modellek elterjedése is kiemelten fontos célkitűzések.

A változó energiapiaci dinamikában a hagyományos és az alternatív megújuló energiapiacok közötti különbségek vizsgálata elengedhetetlen a befektetési döntések megalapozásához, mivel e szegmensek eltérő kockázati profiljai, hozamstruktúrái és piaci volatilitása meghatározó módon befolyásolják a diverzifikációs stratégiák hatékonyságát, és így közvetlenül hozzájárulnak a portfólió teljesítményének optimalizálásához. A változó energiapiaci dinamikában a hagyományos és az alternatív megújuló energiapiacok közötti különbségek mélyreható elemzése nélkülözhetetlen az átfogó és megalapozott befektetési döntéshozatal érdekében. E két szegmens jelentős eltéréseket mutat mind kockázati profiljukban, mind hozamstruktúrájukban és piaci volatilitásukban, amelyek együttesen alapvető hatást gyakorolnak a diverzifikációs stratégiák sikerességére. A megújuló energiák, mint például a nap- és szélenergia, már érettebb technológiáknak tekinthetők, amelyek stabilabb, de mérsékelt hozamot kínálhatnak. Ezzel szemben az alternatív megújuló energiaforrások, például a hidrogén- vagy a bioenergia-technológiák, dinamikus fejlődő, de jelentős technológiai és piaci bizonytalanságokkal terhelt területek, amelyek magasabb kockázatot és ezzel párhuzamosan potenciálisan kiemelkedőbb hozamot rejtnek magukban.

Ezek az eltérések kiemelt figyelmet követelnek a portfólióépítés során, különösen a diverzifikáció szempontjából, mivel a különböző energiapiaci szegmensek eltérő korrelációs mintázatokat mutatnak a makrogazdasági és piaci tényezőkkel. A kockázatkezelés hatékonysága érdekében elengedhetetlen a szegmensek volatilitásának és kockázati-tűrőhatárainak alapos vizsgálata, hiszen ezek közvetlenül befolyásolják a portfólió stabilitását és hosszú távú fenntarthatóságát. Továbbá, a befektetési stratégiák optimalizálása szempontjából az olyan tényezők, mint a szabályozási környezet, az innovációs dinamika, valamint az egyes szegmensek piaci likviditása, kulcsszerepet játszanak. A hagyományos és alternatív megújuló energiapiacok elemzése nem csupán a befektetési döntések megalapozottságát szolgálja, hanem hozzájárul a portfóliók hosszú távú teljesítményének optimalizálásához is. Ez különösen igaz olyan időszakokban, amikor az energiapiaci áttrendeződések és az energiaátmenet felgyorsulása új kihívásokat és lehetőségeket teremtenek a befektetők számára. Az alapos és szisztematikus szegmentális elemzés ezért a korszerű portfóliómenedzsment szerves részét képezi, támogatva a fenntarthatóság és a nyereségesség közötti egyensúly megteremtését. Különösen igaz ez a hagyományos, például gáz- és olajpiacok, valamint az alternatív vagy megújuló energiaforrások piacainak részletes elemzésére. A fosszilis energiahordozók, mint a gáz és az olaj, továbbra is meghatározó szerepet játszanak a globális energiatermelésben, ugyanakkor ezeket a piacokat egyre inkább

szabályozási nyomás, geopolitikai kockázatok és a dekarbonizációs törekvések formálják. A fosszilis energiahordozók piaca jellemzően magas likviditást és jól bevált kereskedési infrastruktúrát kínál, ugyanakkor jelentős árvolatilitást is mutat, amelyet gyakran külső tényezők, például geopolitikai konfliktusok vagy termelési kapacitások változásai befolyásolnak. Ezzel szemben az alternatív és megújuló energiaforrások, mint a nap-, szél-, hidrogénenergia vagy a biomassa, a fenntartható fejlődés és az energiatranszformáció kulcsterületei. Ezek a piacok ugyanakkor gyakran kevésbé érettek, magasabb technológiai kockázattal és bizonytalansággal terheltek. A megújuló energiaforrások piaca esetében a szabályozási környezet, a támogatási mechanizmusok, valamint az innovációs dinamika kiemelt szerepet játszik az árak és a befektetési megtérülés alakulásában.

A két szegmens közötti éles kontraszt rávilágít arra, hogy a portfóliókezelők számára mennyire fontos a különböző energiaforrások piaci sajátosságainak integrált megértése. Míg a hagyományos energiapiacok nagyobb stabilitást és kiszámíthatóságot kínálhatnak rövid távon, addig az alternatív energiaforrásokban rejlő innovációs potenciál és hosszú távú növekedési lehetőségek vonzóbbá tehetik őket a fenntarthatóságra törekvő befektetők számára. A gáz- és olajpiacok volatilitása különösen szembeötlő az energiaválságok időszakában, amikor a kínálati sokkok és a kereslet hirtelen változásai jelentős ármozgásokat eredményeznek. Az ilyen helyzetek kezelésére az alapos fundamentális elemzés és a befektetési eszközökkel való fedezeti stratégia alkalmazása válik elengedhetetlenné. Ezzel szemben az alternatív energiapiacokon a technológiai áttörések, mint például a zöld hidrogén előállításának költségsökkenése vagy az energiatárolási kapacitások bővülése, új befektetési lehetőségeket és kockázatokat teremtenek. A hagyományos és alternatív energiapiacok elemzése nem csupán külön-külön, hanem integrált módon is szükséges a diverzifikációs stratégiák kialakításához. Az eltérő piaci mechanizmusok és kockázati jellemzők alapos feltárása révén a befektetők képesek lehetnek kiegyensúlyozott portfóliókat kialakítani, amelyek egyszerre veszik figyelembe a rövid távú stabilitási szempontokat és a hosszú távú fenntarthatósági célokat.

Ez az értekezés arra törekszik, hogy átfogó választ adjon a hagyományos és az alternatív/megújuló energiapiacok közötti alapvető különbségekre, miközben a befektetői szemszögből túlmutatva a szélesebb gazdasági kontextust is figyelembe veszi. A dolgozat középpontjában annak feltárása áll, hogy miként befolyásolják e két szegmens eltérő piaci sajátosságai a befektetési döntéshozatalt, a kockázatkezelési stratégiákat, valamint a fenntartható gazdasági fejlődésre gyakorolt hatásokat. A kutatás kiindulópontja az a felismerés,

hogy a hagyományos (gáz, olaj) és az alternatív (napenergia, szélenergia, hidrogén stb.) energiapiacok közötti eltérések nem csupán a befektetési hozamok és kockázatok szintjén mérhetők. Ezek az eltérések mélyebb strukturális különbségekre mutatnak rá, amelyek magukban foglalják a technológiai érettség, az innovációs dinamika, a piaci likviditás, a szabályozási környezet és a fogyasztói viselkedés aspektusait. Például a fosszilis energiahordozók piaci alapvetően hosszabb távú történeti adatokkal rendelkeznek, amelyek könnyebben lehetővé teszik a piacok viselkedésének statisztikai modellezését és előrejelzését, míg az alternatív energiaforrások piaci sokkal inkább technológia-vezéreltek, és gyakran nemlineáris fejlődési pályát követnek. Ennek ellenére e dolgozat mindkét szegmens esetében olyan napi idősoros adatokat alkalmaz, amelyek több mint 11 éves időtávot ölelnek fel, lehetővé téve a hagyományos és az alternatív energiapiacok hosszú távú dinamikájának részletes összehasonlító elemzését. Ez a ritka és értékes adatforrás nemcsak a fosszilis energiahordozók piacának hagyományosan jól dokumentált, stabilabb statisztikai jellemzőinek vizsgálatát teszi lehetővé, hanem az alternatív energiaforrások piacának – amelyeket általában rövidebb idősoros és szórványos adatok jellemeznek – alaposabb statisztikai modellezését és tendenciáinak mélyreható elemzését is. Az adatok ilyen hosszú távú rendelkezésre állása lehetőséget nyújt arra, hogy kvantitatív módszerekkel kerüljön feltárára a két szegmens közötti árfolyammozgások különbségei, a volatilitási mintázatok, valamint az esetleges strukturális törések. Továbbá, az idősoros adatok hosszúsága és granularitása elősegíti a korszerű gazdasági és pénzügyi modellek, például a GARCH-modell alkalmazását, amelyek képesek a volatilitási dinamika és a kockázati jellemzők időbeli változásainak megragadására. Ezáltal a hagyományos és alternatív energiapiacok elemzése nem csupán kvalitatív, hanem megbízható kvantitatív alapokon is nyugszik, biztosítva az eredmények tudományos megalapozottságát és a következtetések gyakorlati alkalmazhatóságát.

A dolgozat egyik alapvető célja, hogy mélyreható elemzést nyújtson arról, hogyan alakítják a hagyományos és az alternatív energiapiacok jellemzői a befektetők döntéseit. Külön figyelmet kap az a kérdés, hogy miként határozhatók meg az optimális portfólióarányok a két szegmens között, figyelembe véve a különböző kockázati tényezők korrelációját és azok időbeli változásait. A diverzifikáció elmélete alapján az eltérő kockázati profilok közötti összefüggések hatékonyan csökkenthetik a portfóliók volatilitását, ugyanakkor a gyakorlatban számos bizonytalanság nehezíti ezen összefüggések pontos azonosítását. Az értekezés tehát arra vállalkozik, hogy integrált megközelítést alkalmazva vizsgálja a két energiapiaci szegmens közötti különbségeket, összekapcsolva a befektetési szempontokat a szélesebb társadalmi,

technológiai és gazdasági dimenziókkal. A kutatás célja nem csupán az energiaipar jelenlegi dinamikájának jobb megértése, hanem olyan befektetői stratégiák kidolgozása is, amelyek hozzájárulnak az energiapiaci befektetések hosszú távú stabilitásához, fenntarthatóságához és versenyképességéhez. A két szektor kapcsolatrendszerének és befektetési potenciáljának teljes körű megértéséhez azonban a jelen értekezés egy újszerű, összehasonlító megközelítést alkalmaz. A kutatás egy „békeidőszakot” (2010-2020), amelyet a gazdasági növekedés és a zöld átmenet iránti optimizmus fémjelzett, vet össze egy rendszerszintű sokkokkal terhelt „válság-rezsimmel” (2021-2025). E két, fundamentálisan eltérő piaci környezet párhuzamos elemzése teszi lehetővé annak feltárását, hogy a diverzifikációs lehetőségek és a szektorok közötti erőviszonyok mennyire bizonyultak időtállóknak, és hogyan alakultak át a külső gazdasági nyomás hatására.

Az energiaforrások és az energiapiacok szerkezetének változása az elmúlt évtizedekben az egyre növekvő energiaszükséglet kielégítésére irányuló törekvések, valamint a szigorodó klímapolitikai célkitűzések együttes hatására dinamikusan átalakult. Az energiatermelés, -szállítás és -felhasználás optimalizálása érdekében egyre nagyobb figyelem irányul a skálázható, rugalmas és fenntartható energiaformákra. Ez a trend tükröződik a nemzetközi energiapiacok irányvonaláiban és az energiapolitikai intézkedésekben, amelyek célja, hogy előmozdítsák a dekarbonizációt, növeljék az energiahatékonyságot és biztosítsák az energiaellátás biztonságát. Az energiapiacokkal foglalkozó szakirodalom rendkívül sokrétű, és számos aspektusát vizsgálja a gazdaságossági szempontoktól kezdve az energiaforrások életciklus-költségein és stratégiai beruházásain át egészen a geopolitikai tényezőkhöz. Különös figyelmet kapnak a megújuló energiaforrások arányának növelése érdekében végzett kutatások, amelyek olyan témákat ölelnek fel, mint a piaci szerkezetek elemzése, az energiahatékonyság növelése, a rugalmas energiarendszerek fejlesztése, valamint az energiaellátás és a kereslet dinamikájának vizsgálata. Az energiapiacok szegmentálása többféleképpen megközelíthető: a termelési és felhasználási módok, az energiaforrások típusa, valamint a kibocsátási és rugalmassági szempontok alapján. A hagyományos energiapiacokat általában fosszilis energiahordozók – például kőszén, kőolaj, földgáz – uralják, míg az alternatív vagy megújuló energiapiacok olyan forrásokra támaszkodnak, mint a napenergia, a szélenergia, a vízenergia, a geotermia vagy a biomasz. Az atomenergia helyzete különleges: hagyományosan nem megújuló forrásnak tekintették, de a rendszerszabályozásban betöltött szerepe és alacsony üvegházhatású gázkibocsátása miatt egyre inkább zöld, tiszta energiaként tartják számon. E kutatás célja, hogy feltárja a hagyományos és alternatív/megújuló energiapiaci szegmensek

közötti különbségeket és ezek viselkedési mintázatait, különös tekintettel a befektetési döntésekre gyakorolt hatásaikra. A szakirodalomban jellemzően az energiatermelés, a technológiai innovációk vagy a gazdasági hatékonyság kerül előtérbe, azonban viszonylag kevés figyelem irányul az energiapiacok portfóliódiverzifikációs szempontú elemzésére. Ez az értekezés új perspektívát kínál azáltal, hogy a hagyományos és alternatív/megújuló energiaforrásokra összpontosító tőzsdén kereskedett alapokat (ETF-eket) vizsgálja befektetési szempontból. A kutatás célja, hogy meghatározza, milyen mértékben képesek ezek az ETF-ek csökkenteni a portfóliók volatilitását és javítani a hozamokat, miközben rávilágít arra, hogy a különböző energiapiaci szegmensek milyen szerepet játszanak a piaci kockázatok mérséklésében és a fenntartható befektetési gyakorlatok előmozdításában. Ezzel az értekezés nem csupán hozzájárul a portfóliókezelési szakirodalom bővítéséhez, hanem új irányt is kijelöl az energiapiaci kutatások számára, integrálva a fenntarthatósági és pénzügyi perspektívákat.

1.2 CÉLKITŰZÉSEK

A kutatás elsődleges célja a hagyományos és alternatív/megújuló energia tőzsdén kereskedett alapok (ETF-ek) befektetési lehetőségeinek feltárása. Az értekezésben az egyes energiaszegmensek hatékony elkülönítésére és elemzésére az ETF-eket választottam kutatási eszközként, amelyek lehetővé teszik az adott piacok strukturált vizsgálatát. Az elemzés elsődleges eszközei a hagyományos és alternatív/megújuló energia ETF-ek, amelyek passzív befektetési jellegüknél fogva hatékonyan tükrözik az adott szektorok vagy szélesebb piaci indexek teljesítményét. Míg a korábbi kutatások gyakran részvényindexeket használtak az energiapiaci trendek vizsgálatához – például Bouri et al. (2017) a megújuló energia befektetések diverzifikációs potenciáljának elemzésekor, illetve Henrique et al. (2019) a volatilitási és kockázat-hozam profilok értékelésekor –, a jelen tanulmány eltér a hagyományos megközelítéstől, és az ETF-eket helyezi előtérbe azok széleskörű hozzáférhetősége miatt, amely mind az egyéni, mind az intézményi befektetők számára releváns. Bouri et al. (2017) tanulmánya a megújuló energia befektetések diverzifikációs potenciáljának elemzésére összpontosított, különös tekintettel azok kockázatcsökkentő szerepére vegyes eszközportfóliókban. A kutatás részvényindexeket alkalmazott az energiaágazatban tapasztalható piaci trendek azonosítására és a megújuló energiaforrások szerepének meghatározására a portfóliók hatékonyságának növelésében. A tanulmány empirikus eredményei szerint a megújuló energiaforrásokhoz kötődő befektetések alacsony korrelációt mutatnak a hagyományos energiaforrásokkal és más eszközosztályokkal szemben, ami jelentős

diverzifikációs előnyöket kínál. Bouri et al. továbbá rámutattak, hogy a megújuló energia befektetések általában érzékenyebbek a szabályozási környezet változásaira, de hosszú távon kedvezőbb hozamokat biztosíthatnak, különösen a fenntarthatósági szempontokat előnyben részesítő befektetők számára. Henrique et al. (2019) kutatása kiterjedtebb elemzést nyújtott a megújuló energia befektetések volatilitási és kockázat-hozam profiljáról, részvényindexek felhasználásával. A tanulmány fő célja a megújuló energiaforrások teljesítményének összehasonlítása volt más eszközosztályokkal, különösen a hagyományos energiaforrásokkal. Henrique et al. eredményei szerint a megújuló energia befektetések magasabb volatilitási szintekkel járhatnak, ugyanakkor kockázat-korrigált hozamaik gyakran meghaladják a hagyományos energiaforrásokhoz kötődő befektetéseket. Eredményeik rávilágítottak arra is, hogy a megújuló energia befektetések különösen a feltörekvő piacokon mutatnak kiemelkedő teljesítményt, ahol az innovatív technológiák és a szabályozási támogatások erőteljes növekedési lehetőségeket teremtenek. A kutatás szintén hangsúlyozta, hogy a megújuló energiaforrásokhoz kapcsolódó befektetések diverzifikációs hatása nem csupán piaci stabilitás esetén érvényesül, hanem volatilisabb piaci körülmények között is megállja a helyét. Ezek az eredmények megalapozták a jelen tanulmány fókuszát, amely az ETF-ek elemzését helyezi előtérbe a részvényindexek helyett, annak érdekében, hogy részletesebb képet nyújtson az energiapiaci szegmensek diverzifikációs potenciáljáról. Az ETF-ek vizsgálata lehetővé teszi a befektetési eszközök szélesebb spektrumának elérését, valamint a fenntartható befektetési stratégiák tudományos és gyakorlati támogatását.

A kutatás arra a fő alapvetésre épül, hogy a diverzifikáció, mint befektetési stratégia, képes jelentősen csökkenteni a portfóliók volatilitását, miközben javítja azok hozamát, különös tekintettel az alternatív energiaforrásokat célzó ETF-ekre. A kutatás további célja az ETF-ek teljesítménybeli eltéréseinek feltárása a hagyományos fosszilis energia és a megújuló energia piacain. Ezen különbségek elemzése révén megérthetővé válik, hogyan befolyásolják a szegmensek sajátos dinamikái a befektetési döntéseket, valamint a portfóliók összeállítására és optimalizálására vonatkozó stratégiákat. Az értekezés célkitűzése továbbá annak bemutatása, hogy a diverzifikált befektetési portfóliók, különösen az alternatív energiaforrásokat célzó ETF-ek, hogyan járulhatnak hozzá a piaci kockázatok hatékony mérsékléséhez. Ezek az alapok nemcsak a fenntartható gazdasági növekedés támogatásában játszhatnak kulcsszerepet, hanem elősegíthetik a hosszú távú hozamok növelését is, ezáltal vonzó alternatívát nyújtva mind az intézményi, mind az egyéni befektetők számára. A dolgozat tehát egyaránt empirikus és elméleti alapon kíván hozzájárulni a portfóliókezelési és energia-piaci szakirodalomhoz.

Az értekezésben alkalmazott „alternatív/megújuló” terminológia tudatosan szolgál a dichotómia – azaz a kettősség – ábrázolására, amely a hagyományos fosszilis energiaforrásokon alapuló piaci szegmensek és azok fenntarthatósági alternatívái közötti különbségeket hangsúlyozza. E kifejezések nem csupán a fosszilis energiaforrásokat helyettesítő megoldásokként értelmezhetők, hanem magukban foglalják azon tőzsdén kereskedett alapok (ETF-ek) kategóriáját is, amelyek a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos piacokat célozzák meg. Ez a kettősség azért különösen jelentős, mert az említett ETF-ek gyakran nem kizárólag a megújuló energiaforrásokhoz kötődnek, hanem a szorosan kapcsolódó iparágakat és technológiákat is lefedik. Ide tartoznak például az intelligens energiahálózatokat, az energiatárolási megoldásokat és az ezzel összefüggő infrastruktúrákat előtérbe helyező alapok. Az ilyen módon értelmezett terminológia lehetővé teszi a vizsgálat számára, hogy átfogó képet nyújtson a megújuló energiaforrások és a velük szorosan összefüggő technológiai fejlesztések által formált befektetési lehetőségekről, valamint ezek piaci pozíciójáról a hagyományos energiapiacokhoz viszonyítva. Ez a kettősség nem csupán a piacok diverzifikációját és a befektetési lehetőségek bővítését jelenti, hanem rávilágít a fenntartható gazdasági fejlődés alapjául szolgáló strukturális átalakulások komplexitására is. Az „alternatív/megújuló” kategória tágabb értelmezése révén olyan, egymással szinergikus kapcsolatban álló iparágak kerülnek előtérbe, amelyek közös célja az energiahatékonyság növelése és a szén-dioxid-kibocsátás csökkentése. Ezen ETF-ek tartalmazzák azokat a vállalatokat is, amelyek innovatív technológiákkal segítik az energiaátmenetet, például az elektromos járművekhez szükséges akkumulátorok, a hidrogénalapú technológiák, illetve az energiatermelés és -tárolás új formáit kutató és fejlesztő cégek. Ezáltal az „alternatív/megújuló” kategória nemcsak a megújuló energiaforrások használatára helyezi a hangsúlyt, hanem egy szélesebb körű ökoszisztémát térképez fel, amely magában foglalja a fenntarthatóság érdekében tett technológiai és gazdasági innovációkat. A kettősség fontossága továbbá abban is megmutatkozik, hogy a befektetők számára lehetőséget nyújt különböző kockázati profilú és növekedési potenciállal rendelkező piacok elérésére. Míg a hagyományos fosszilis alapú ETF-ek általában stabilabb hozamokat kínálnak, az alternatív/megújuló energia ETF-ek nagyobb növekedési potenciállal rendelkezhetnek, ugyanakkor érzékenyebbek lehetnek a szabályozási változásokra, a technológiai áttörésekre és a piaci kereslet ingadozásaira. Ezenkívül az „alternatív/megújuló” kategóriákba tartozó ETF-ek szerepe növekvő jelentőséggel bír a környezeti, társadalmi és vállalatiirányítási (ESG) befektetések kontextusában. Az ESG alapelvek mentén történő befektetések egyre inkább előtérbe kerülnek, különösen a nemzetközi szabályozások

szigorodása és a befektetői preferenciák változása miatt. Ezzel összhangban az alternatív/megújuló energia ETF-ek nemcsak pénzügyi hozamot kínálnak, hanem hozzájárulnak a globális fenntarthatósági célok eléréséhez is, például az éghajlatváltozás mérsékléséhez és az energiafüggetlenség előmozdításához. A terminológia alkalmazása így lehetőséget nyújt arra, hogy az értekezés a fenntartható fejlődés szempontjából integrált elemzést nyújtson, összekapcsolva a makrogazdasági tendenciákat a befektetési döntések szintjén jelentkező piaci folyamatokkal.

Az értekezés központi célja, hogy egy komparatív elemzés keretében feltárja, miként alakult át a két szegmens portfóliódiverzifikációs potenciálja és az optimális befektetési stratégiák hatékonysága két, fundamentálisan eltérő piaci rezsimben. A kutatás egy "békeidőszakot" (2010-2020), amelyet a gazdasági növekedés és az alacsony kamatkörnyezet jellemzett, vet össze egy "válság-időszakkal" (2021-2025), amelyet rendszerszintű sokkok, magas infláció és geopolitikai feszültségek fémjeltek. Ennek a komparatív elemzésnek a keretében a cél befektetési stratégiák kidolgozása páronkénti Aszimmetrikus Dinamikus Feltételes Korrelációs GARCH (ADCC-GARCH) modellek segítségével, amelyek az egyes ETF-párok feltételes átlagát egyszerűsített formában (konstanssal), míg volatilitásukat és dinamikus korrelációikat részletesen modellezik. A kutatás részletesen elemzi a két szegmens sajátos piaci dinamikáit és a rendszerszintű kockázatokat mindkét periódusra vonatkozóan, megvilágítva azok egyedi befektetési profiljait. Ezen túlmenően cél a kiemelkedő hozamot nyújtó és/vagy alacsonyabb kockázatú befektetési szegmens azonosítása az egyes rezsimekben. A kutatás figyelembe veszi a globális energiaipar változó trendjeit és a fenntarthatósági szempontok növekvő jelentőségét, amelyek alapvetően befolyásolják a hagyományos és alternatív energiaforrásokkal kapcsolatos befektetési döntéseket. A választott modell nemcsak az időbeli hozamok és volatilitások kapcsolatát hivatott feltérképezni, hanem a szegmensek közötti dinamikus korrelációkat is vizsgálja, amelyek kritikusak a portfóliókockázat kezelésében. A hagyományos és alternatív/megújuló energia tőzsdén kereskedett alapokat érintő eredményeket különböző stratégiák kidolgozásával mutatja be az értekezés, amelyeket minimum- és átlag-variancia optimalizáció, valamint leíró statisztikai táblázatok és ADCC-GARCH elemzések támasztanak alá. Ezek a stratégiák a két energia piaci szegmensben rejlő volatilitási és növekedési potenciál kiaknázására irányulnak, elősegítve a fenntarthatóbb befektetési gyakorlatokat. Az értekezésben bemutatott stratégiák célja, hogy gyakorlati iránymutatást nyújtsanak a befektetők számára a portfóliókockázat csökkentése és a hozamok maximalizálása érdekében, különös tekintettel a hagyományos és alternatív energiaforrások közötti szinergiákra. Az optimalizációs

technikák közül a minimum-variancia stratégiák lehetővé teszik az alacsonyabb kockázati profilú portfóliók kialakítását, míg az átlag-variancia optimalizáció egyensúlyt teremt a kockázat és a várható hozam között. A leíró statisztikai elemzések átfogó képet nyújtanak a két szegmens historikus teljesítményéről, beleértve a hozamok eloszlását, volatilitását, és a szélsőséges piaci események hatásait. Ezek az eredmények alapozzák meg a választott modellek alkalmazását, amelyek célja, hogy feltárják a szegmensek teljesítményét befolyásoló kulcsfontosságú tényezőket, például az energiaárak változását és a piaci kapitalizációt. A kidolgozott stratégiák között kiemelt figyelmet kapnak a dinamikus portfóliókezelési módszerek, amelyek a két szegmens közötti időben változó korrelációk és volatilitási mintázatok figyelembevételével maximalizálják a diverzifikáció előnyeit. Az alternatív energia ETF-ek növekedési potenciáljának kiaknázása érdekében külön stratégiai javaslatokat fogalmaz meg az értekezés, amelyek a gyorsan növekvő technológiai szektorok és a zöld finanszírozás előnyeit integrálják. Ezek a stratégiák nemcsak a befektetők hozamvárásainak kielégítését célozzák, hanem hozzájárulnak a fenntartható befektetési gyakorlatok elterjedéséhez is, ösztönözve a tőkepiacok klíma- és környezettudatos fejlődését. Az értekezés összehasonlítja a hagyományos és alternatív szegmensek relatív teljesítményét, rámutatva arra, hogy mely stratégiák kínálnak nagyobb rugalmasságot és hosszú távú értéket a befektetők számára. A kutatás további célkitűzése a diverzifikáció mértékének kvantifikálása, különös tekintettel arra, hogy a megújuló energiaforrások ETF-jei mennyiben képesek csökkenteni egy hagyományos energiára alapozott portfólió kockázatát. Ezzel párhuzamosan az értekezés vizsgálja az alternatív energia ETF-ek esetében megjelenő, egyre bővülő piaci lehetőségeket, különös tekintettel a zöld finanszírozási stratégiák és az ESG szempontok által generált keresletnövekedésre. A kutatás empirikus részében a két szegmens tőzsdéi teljesítményének historikus adatai kerülnek felhasználásra, amelyek forrása a Yahoo Finance. A Yahoo Finance átfogó és naprakész adatokat biztosít az ETF-ek árfolyamairól, hozamairól és egyéb releváns pénzügyi mutatókról, amelyek elengedhetetlenek modell megfelelő alkalmazásához. Ezen adatok segítségével kerülnek feltérképezésre a két szegmens közötti korrelációk, volatilitások és rendszerszintű kockázatok, valamint kerülnek kidolgozásra a befektetési stratégiák a portfóliódiverzifikáció optimalizálása érdekében. A modell segítségével a kutatás megvizsgálja, hogy az olyan makrogazdasági tényezők, mint az energiaárak változásai, hogyan hatnak a két szegmens ETF-jeinek hozamára és kockázati profiljára. A kutatás a választott modell alkalmazásával mélyíti el a befektetési elemzéseket, fejlett statisztikai módszerek révén pontosabb elemzéseket nyújtva a piaci viselkedésről és a lehetséges pénzügyi eredményekről. Végül a kutatás eredményei alapján javaslatok kerülnek megfogalmazásra mind az egyéni,

mind az intézményi befektetők számára, figyelembe véve a különböző befektetési horizontokat, kockázati toleranciát és fenntarthatósági preferenciákat. Az eredmények hozzájárulnak a pénzügyi szakirodalomhoz, különösen az energiapiaci ETF-ek diverzifikációs szerepének megértéséhez és a modern portfóliómenedzsment eszköztárának gazdagításához.

1.3 HIPOTÉZISEK

Hipotézis 1: A kutatás első feltételezése szerint a hagyományos és az alternatív/megújuló energia szektorokhoz kapcsolódó tőzsdén kereskedett alapok (ETF-ek) a tipikus piaci környezetben egymástól eltérő, jól elkülöníthető viselkedési mintázatokat mutatnak. E hipotézis tesztelése céljából a két szektor historikus teljesítményadatai kerülnek összehasonlító elemzés alá, amelynek célja az egyes szektorokra jellemző specifikus befektetési tulajdonságok és piaci dinamikák feltárása. Az összehasonlító elemzés a hozamok, volatilitások és a szektorok közötti korrelációk részletes vizsgálatán keresztül törekszik az egyedi befektetési jellemzők azonosítására. A historikus teljesítményadatok feldolgozásánál az energiaárak változásaiból adódó dinamikák kerülnek átvilágításra, amelyek jelentősen befolyásolhatják az ETF-ek viselkedését. Ezen elemzési keret lehetővé teszi, hogy mélyebb betekintést nyerjünk a hagyományos és alternatív energia ETF-ek piaci pozíciójába és teljesítményük diverzifikációs lehetőségeibe. Az eltérő szektorális dinamikák nemcsak a portfóliókockázatok optimalizálását, hanem a hozammaximalizálást célzó stratégiák kialakítását is elősegíthetik. Az empirikus eredmények rávilágítanak arra, hogy a két szektor között fennálló fundamentális különbségek – például az energiaforrások fenntarthatósági aspektusai, a technológiai fejlődés üteme és a szabályozási környezet eltérései – milyen mértékben járulnak hozzá a diverzifikációs stratégiák sikeréhez. A kutatás ezen szakasza nemcsak az egyes szektorok befektetési potenciálját tárja fel, hanem hozzájárul annak megértéséhez is, hogy a hagyományos és megújuló energiaforrások piaca miként reagál a globális energiapiaci trendek változásaira. Ezáltal a historikus teljesítményadatok elemzése központi szerepet játszik a befektetési döntéshozatal tudományos alapú támogatásában, különösen a fenntartható és jövedelmező portfóliók kialakítása érdekében.

Hipotézis 2: Bár a hagyományos és alternatív energiapiaci szektorok közötti diverzifikáció javítja a portfóliók kockázat-hozam profilját, a diverzifikáció hatékonyságát szignifikánsan korlátozzák a piaci stresszhelyzetekben megerősödő, időben változó és aszimmetrikus korrelációk, valamint a tail-függőségi jelenségek. Ennek igazolása érdekében portfólió-szimulációs technikák kerülnek alkalmazásra, amelyek lehetővé teszik a stratégiai

eszközallokáció hatásainak részletes vizsgálatát. E módszerek demonstrálják, hogy a gondosan megtervezett diverzifikáció miként képes mérsékelni a portfólióval szembeni kockázatokat, miközben maximalizálja a hozamokat, ezáltal támogatva a befektetési stratégiák hatékonyságát. A portfólió-szimulációk keretében különböző eszközallokációs forgatókönyvek kerülnek összeállításra, amelyek célja az optimális eszközallokációs stratégia azonosítása. A szimulációk során a piaci volatilitás, az eszközök közötti korrelációk, valamint a hozamok eloszlásának sajátosságai kerülnek megvitatásra, hogy az elemzés a valós piaci körülményekhez igazodjon. Az alkalmazott módszertan lehetővé teszi a kockázat-hozam arány pontos kvantifikálását és a hatékony határértékek meghatározását. Ezen túlmenően a portfóliók teljesítményének értékeléséhez kiterjedt érzékenységvizsgálatok kerülnek bemutatásra, amelyek feltárják az egyes ETF-ek portfólióbeli súlyának változásaiból eredő hatásokat. Az elemzés rávilágít arra, hogy a különböző típusú ETF-ek kombinációja hogyan képes hatékonyan csökkenteni a portfóliók egyedi, idioszinkratikus (nem-szisztematikus) kockázatát, és ezáltal hogyan optimalizálható a vállalt szisztematikus (piaci) kockázat és a várható hozam közötti kompromisszum. Az eredmények alátámasztják azt a feltevést, hogy az alternatív/megújuló energia ETF-ek hozzáadott értéket képviselhetnek a diverzifikációs stratégiákban, különösen a hagyományos energia ETF-ekkel kombinálva. Ez nemcsak a kockázatmegosztást segíti elő, hanem lehetőséget teremt arra is, hogy a befektetők kihasználják a megújuló energiaforrások növekedési potenciálját. A kutatás eredményei így nemcsak elméleti szempontból fontosak, hanem gyakorlati iránymutatást is nyújtanak a befektetési stratégiák kidolgozásához. Végül soron az elemzés célja annak bemutatása, hogy a portfólió diverzifikációja révén nemcsak a kockázatokat lehet hatékonyan kezelni, hanem a fenntartható befektetési gyakorlatok is előmozdíthatók, amelyek a hosszú távú pénzügyi teljesítmény és a környezeti szempontok összhangját támogatják.

Hipotézis 3: Az alternatív/megújuló energiaforrásokhoz kapcsolódó ETF-befektetések kockázati és hozamteljesítmény tekintetében felülmúlhatják a hagyományos energiaforrásokhoz kapcsolódó ETF-befektetéseket. Ezen állítás empirikus vizsgálata a két szektorra képzett portfóliók teljesítményének összehasonlításával történik, különös tekintettel a kockázat-korrigált hozamokat mérő mutatók szélesebb körére. A Sharpe-mutató mellett az elemzés kiterjed a Sortino-rátára, amely a negatív irányú, a befektetők számára relevánsabb kockázatot veszi figyelembe, a Treynor-rátára, amely a szisztematikus piaci kockázattal korrigálja a hozamot, valamint a Maximális Visszaesés (MDD) mutatójára, amely a portfólió által elszenvedett legnagyobb csúcs-völgy veszteséget számszerűsíti. Ezen mutatók együttes

alkalmazása lehetővé teszi az alternatív és hagyományos energia befektetések teljesítménybeli eltéréseinek többdimenziós, kvantitatív értékelését. Az elemzés célja annak igazolása, hogy az alternatív energia befektetések kockázat-hozam arányban megnyilvánuló előnyei miként járulnak hozzá a befektetési stratégiák hatékonyságának növeléséhez, különösen a fenntartható befektetések kontextusában. Az alkalmazott modellek lehetővé teszik, hogy az alternatív és hagyományos energia befektetések közötti teljesítménykülönbségek többváltozós összefüggések keretében kerüljenek átvilágításra. Ezek a modellek figyelembe veszik a piaci volatilitást, valamint az energiaárak változásait, amelyek mind jelentős hatást gyakorolhatnak a befektetések hozamaira és kockázataira. Az alternatív energia befektetések teljesítményének vizsgálata során az értekezés a kockázat-hozam arányt több, egymást kiegészítő szempontból is értékeli, hogy a befektetések hatékonyságáról egy valóban átfogó és robusztus kép rajzolódjon ki. Az empirikus elemzések célja, hogy az alternatív energia ETF-ek superioritását ne csak abszolút hozamok, hanem ezen komplex, kockázat-korrigált mutatók alapján is igazolják. Az eredmények rávilágítanak arra, hogy az alternatív energia befektetések nemcsak magasabb hozamot kínálnak, hanem alacsonyabb korrelációt mutatnak a hagyományos energiaforrások piacával, ami jelentős diverzifikációs előnyt biztosít. Ezen túlmenően az alternatív energia ETF-ek növekedési potenciálját igazolja, hogy a technológiai innovációk és a szabályozási támogatások kiemelten elősegítik az alternatív energiaforrások térnyerését. A kutatás hozzájárul ahhoz az elméleti és gyakorlati diskurzushoz, amely az alternatív energia befektetések fenntarthatósági és pénzügyi aspektusait helyezi előtérbe. Az elemzések eredményei nemcsak a befektetők számára kínálnak iránymutatást a portfóliók optimalizálására, hanem a szakirodalom szempontjából is jelentőséggel bírnak, különös tekintettel arra, hogy az alternatív energiaforrások piaci pozíciója hogyan alakul a hagyományos energiaforrásokkal szemben egy dinamikusan változó globális energiapiaci környezetben.

1.4 AZ ÉRTEKEZÉS SZERKEZETE

Az értekezés szerkezete egy logikus, lépésről lépésre haladó érvelést követ, amely az elméleti és módszertani alapok lefektetésétől halad a részletes empirikus elemzésen át a végső következtetésekig és a tudományos eredmények összegzéséig.

Az első fejezet a kutatás kereteit jelöli ki: bemutatja a téma relevanciáját, a kutatás célkitűzéseit és a megválaszolásra váró központi hipotéziseket.

A második fejezet egy átfogó szakirodalmi áttekintést nyújt. Részletesen tárgyalja az energiaátmenet piacformáló hatásait, a portfólió-elemzés elméleti alapjait, a diverzifikáció szakirodalmi háttérét, valamint a volatilitás- és függőségmodellezés legfontosabb elméleteit.

A harmadik fejezet az adatok és az alkalmazott módszertan részletes bemutatására fókuszál. Ismerteti a kutatás alapjául szolgáló ETF-adatbázist, a két vizsgált periódust, valamint a teljes ökonometriai eszköztárat, beleértve a kopula-analízist, az ADCC-GARCH modelleket, a portfólió-optimalizálási eljárásokat és a kibővített teljesítményértékelési mutatókat.

Az empirikus elemzés ezt követően két nagy, párhuzamosan felépített fejezetben történik, amely tudatos módszertani választás a két piaci rezsim direkt összehasonlíthatóságának biztosítása érdekében.

A negyedik fejezet a 2010-2020 közötti, "békeidős" piaci rezsim teljes körű empirikus elemzését mutatja be a leíró statisztikáktól a statikus és dinamikus függőségi modelleken át egészen a portfólióstratégiák teljesítményének értékeléséig.

Az ötödik fejezet pontosan ugyanezt az elemzési struktúrát és módszertant követve végzi el a vizsgálatot a 2021-től kezdődő, "válság-rezsimre". A fejezet egy összehasonlító alfejezettel (5.9) zárul, amely a dolgozat egyik központi elemeként szintetizálja a két periódus eredményeit, levonja a rezsimváltásból adódó legfőbb tanulságokat, és visszacsatol a kutatási hipotézisekre.

A hatodik fejezet a doktori értekezés új és újszerű tudományos eredményeit sűríti tézispontokba, egyértelműen megfogalmazva a kutatás legfontosabb hozzájárulásait.

Végül a hetedik, befejező fejezet a diszkussziót és a konklúziót tartalmazza. Összegzi a kutatás legfontosabb megállapításait, értelmezi az eredményeket a hipotézisek tükrében, bemutatja a gyakorlati, szakpolitikai és tudományos következtetéseket, ismerteti a kutatás korlátait, és javaslatot tesz a jövőbeli kutatási irányokra.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 AZ ENERGIAÁTMENET ÉS A PIACOK ÁTALAKULÁSA

A tőkepiaci befektetéseket illetően egyre inkább előtérbe kerülnek azok az energiatrendek és klímapolitikai intézkedések, amelyek célja a szén-dioxid-kibocsátás csökkentése, a megújuló energiaforrások térnyerésének elősegítése, valamint az energiahatékonysági kezdeményezések támogatása. Ezek a folyamatok új irányokat és lehetőségeket teremtenek a fenntartható fejlődés és a hosszú távon fenntartható gazdasági növekedés paradigmájában, melyet számos tanulmány taglalt, lásd Rezec et al. (2017), Sadorsky (2012), Silva et al. (2016), Reboredo et al. (2017), Hornuf et al. (2021). Hivatkozott szerzők együttesen alátámasztották, hogy a tőkepiaci befektetések fenntarthatóság felé való elmozdulása nem csupán környezetvédelmi célokkal magyarázható, hanem a hosszú távú gazdasági növekedés és a piaci stabilitás biztosítása is alapvető motivációként jelenik meg. A megújuló energiák térnyeréséhez szükséges beruházások gazdasági, társadalmi és pénzügyi szempontból is kedvező következményekkel járnak, így a paradigmaváltás továbbra is erősödni fog a pénzügyi piacokon.

A megújuló energiaforrások és a fosszilis tüzelőanyagok piaci közötti kapcsolat alapvetően átalakulóban van. Reboredo et al. (2017) tanulmányukban rámutattak arra, hogy a megújuló energiák finanszírozása nemcsak környezetvédelmi, hanem befektetési szempontból is vonzó lehetőséget nyújt, mivel egyre nagyobb mértékben szétválik a fosszilis alapú eszközök kockázati profiljától. A zöld energia előtérbe helyezését az új finanszírozási eszközök, például a zöld kötvények erősítik, amelyek stabilabb befektetési hozamokat ígérnek a hosszú távú fenntarthatósági célok mellett. Rezec et al. (2017) a megújuló energiaforrások növekedésének gazdasági hatásait vizsgálták, különös tekintettel a tőkepiaci reakciókra. Említett szerzők rámutattak arra, hogy a megújuló energiával kapcsolatos beruházások ösztönzése nem csupán a fenntarthatóságot segíti elő, hanem közvetlen gazdasági előnyöket is generál, például munkahelyteremtés és a helyi gazdaságok élénkítése révén. A tanulmány nem utolsó sorban hangsúlyozta, hogy a megújuló energiaforrások térnyerése során a politikai támogatás és a stabil szabályozói környezet alapvető fontosságú a befektetői bizalom megerősítése érdekében. Sadorsky (2012) úttörő munkája a megújuló energiaforrások és a hagyományos energiaeszközök közötti dinamikát vizsgálta. Elemzése szerint a zöld energia finanszírozása egyre inkább szerves része lesz a globális tőkepiacoknak, különösen a kockázati diverzifikációs stratégiák területén. Említett szerző szintén rámutatott arra, hogy a megújuló energiával

kapcsolatos befektetések nem csupán csökkentik a portfóliók kitétségét a fosszilis tüzelőanyagok árának volatilitására, hanem pozitív externáliák révén hozzájárulnak a gazdasági stabilitáshoz és a klímacélok eléréséhez is. Silva et al. (2016) tanulmányukban a zöld finanszírozási mechanizmusok, különösen a megújuló energiaforrásokra irányuló beruházások ösztönző hatásait vizsgálták. Kiemelték, hogy a zöld projektekbe történő befektetés hosszú távú előnyöket kínál mind a befektetők, mind a társadalom számára. Ennek következtében a megújuló energiaforrások támogatása közvetlenül hozzájárul a gazdaság energiaátmenetéhez és a karbonsemlegesség előrelendítéséhez, miközben a pénzügyi szektor is előnyt kovácsolhat a zöld eszközök növekvő keresletéből. Hornuf et al. (2021) a fenntarthatósági célok és a közösségi finanszírozás kapcsolatát vizsgálták, majd megállapították, hogy a fenntartható projektek iránti érdeklődés folyamatosan nő, mivel ezek nemcsak környezeti, hanem pénzügyi hozamot is ígérnek. A fenntarthatóságot előtérbe helyező kampányok sikeresek a befektetők körében, különösen, ha világos, mérhető célokat mutatnak be. Hangsúlyozta, hogy a fenntartható finanszírozási modellekben rejlő lehetőségek katalizálják az innovációt és a gazdaság dekarbonizációját. Ugyanakkor felhívta a figyelmet arra, hogy a fenntarthatóságot előtérbe helyező befektetők adott esetben eltérően viselkednek, mint a hagyományos befektetők: nagyobb hajlandóságot mutatnak kockázatosabb projektek finanszírozására, illetve általában magasabb összegeket fektetnek be. Ezzel egyidejűleg viszont jobban reagálnak a kampányok fenntarthatósági aspektusaira. A nem pénzügyi hozam (például társadalmi vagy környezeti hasznosság) számukra ugyanolyan fontos, mint a pénzügyi megtérülés. Ebből következik, hogy a fenntarthatóságot célzó befektetések iránt érdeklődő befektetők viselkedése összhangban van azzal a feltételezéssel, hogy a társadalmi és környezeti célok elérése fontos motivációvá válik a modern pénzügyi piacokon.

Az energiatranszformáció és a klímaváltozás elleni küzdelem világszerte olyan stratégiák kialakítását teszi szükségessé, amelyek nemcsak környezeti, hanem gazdasági szempontból is fenntartható megoldásokat kínálnak. A tőkepiaci befektetők körében egyre nagyobb figyelmet kapnak az ESG-szemponatok (környezeti, társadalmi és vállalati irányítási tényezők), amelyek keretében az alacsony karbonkibocsátású technológiákba történő befektetések stratégiai fontosságúvá váltak. Ezek az irányok nemcsak a globális klímacélok eléréséhez járulnak hozzá, hanem hosszú távon a gazdasági versenyképességet is erősítik. A megújuló energiaforrások elérhetőségének növelése és az energiahatékonyság javítása kulcsfontosságúak a fenntartható gazdasági modellek kialakításában, miközben a hagyományos energiaforrásokhoz való függőséget is csökkentik. Mindez új innovációs lehetőségeket nyit meg, és elősegíti a

zöldtechnológiai fejlődést, amely a tőkepiaci befektetők számára vonzó hozamokat, a társadalom számára pedig hosszú távú előnyöket kínál.

A paradigmaváltás eredményeként olyan széles körben elterjedt pénzügyi trendek jelentek meg, mint a zöld finanszírozás vagy az úgynevezett társadalmilag felelős befektetés, amelyek érezhető hatása a villamosenergia-, gáz-, olaj- és alternatív energiaszektoron belül is jelentőssé vált. Ezek a modellek a fenntarthatóságot és a társadalmi felelősségvállalást helyezik előtérbe, miközben jelentős hatást gyakorolnak a hagyományos, valamint az alternatív energiaforrások fejlődésére. Az ilyen típusú befektetések nemcsak a pénzügyi eredményességet, hanem az ESG-tényezők figyelembevételével a hosszú távú társadalmi és környezeti előnyöket is célozzák. A zöld finanszírozás és a társadalmilag felelős befektetések megjelenése alapvetően átalakította a pénzügyi szektor működését, kiemelve ezen modellek kettős szerepét. Egyrészt segítik a fenntarthatósági célok elérését azáltal, hogy a tőkét a környezeti és társadalmi szempontból előnyös projektek felé irányítják. Másrészt hozzájárulnak a piaci szegmensek átalakulásához, ösztönözve a hagyományos energiaágazatok alkalmazkodását és az alternatív energiaforrások gyorsabb elterjedését, lásd Martini, A. (2021). Ezek a pénzügyi trendek a szabályozói környezet változásaival és a befektetői elvárások átalakulásával párhuzamosan erősödtek meg. Ezt a változást nem csupán a környezeti aggályok fűtötték, hanem a befektetők hosszú távú kockázatkezelési stratégiái is, amelyek a szénalapú energiától való elmozdulásban találták meg a fenntartható növekedés alapját.

A fosszilis energia felhasználásának csökkenő népszerűsége és a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésére irányuló globális cél mind a fejlett, mind a feltörekvő országokban innovatív technológiák alkalmazásához vezetett a hagyományos energiaforrások feltárása és fejlesztése, illetve az olajfinomítás és a gázfűrés tekintetében, valamint előremozdítást hozott a fenntartható energiával kapcsolatos intézkedések bevezetése felé, amelyek jelentős előrelépést eredményeztek az alternatív energiatermelés, -tárolás előrehaladása és az energiahatékonyság fejlesztése terén. Az energiaágazat szerkezetének átalakulása és az innováció előrehaladása nemcsak a hagyományos energiaforrások feltárásának és kitermelésének hatékonyságát növelte, hanem elősegítette a feldolgozási folyamatok környezeti lábnyomának mérséklését is. Továbbá, a fenntartható energiával kapcsolatos támogató intézkedések, a megújuló energiaforrások alkalmazásának térnyerése, az alternatív energiatermelés (pl. nap- és szélenergia, vagy geotermia) gyors fejlődéséhez vezettek. Ezeket az előrelépéseket az energiátárolási technológiák, például az akkumulátorok és egyéb energiátárolási rendszerek

innovációi, valamint az energiahatékonysági megoldások – ideértve az intelligens hálózatokat és a digitalizált energiafelhasználást – támogatták. Az energiaátmenet új irányai jelentős gazdasági, társadalmi és környezeti előnyöket vetítettek előre, például az energiafüggetlenség növelésének, az energiaszegénység csökkentésének és az üvegházhatású gázok kibocsátásának mérséklésének lehetőségeit. Ezt a témát többek között az IEA (2023), az IPCC (2022), Sovacool (2022) és a REN21 (2022) is részletesen elemezte.

A várakozások alapján a globális fenntarthatósági célkitűzések, a megvalósíthatóbb alternatív energiatermelési módszerek, a megújuló energiaforrások fokozottabb ösztönzése, valamint a technológiai fejlődés miatt az alternatív/megújuló energia szektor gyors növekedésnek fog indulni a következő évtizedekben. Ezeket a várakozásokat támasszák alá számos globális, vagy regionális szabályozói irányvonal és intézkedés. Ilyen például az Egyesült Nemzetek Fenntartható Fejlődési Céljainak (SDG-k) közzététele, különösen a 7. célkitűzés, amely a tiszta és megfizethető energia biztosítására irányul, ezáltal erőteljes ösztönzőként hat az állami és magánszféra megújuló energiákba történő befektetéseire. Szintén a megújulók térnyerését mutatja, hogy az IEA (2023) előrejelzései szerint a megújuló energiaforrások, különösen a nap- és szélenergia, 2040-ig a világ energiatermelési kapacitásának több mint 80%-át teszik ki az új beruházásokban, köszönhetően a csökkenő költségeknek és a technológiai fejlődésnek. A technológiai innováció szerepe különösen hangsúlyos; a nap- és szélenergia-termelés hatékonysága jelentős mértékben növekedett az elmúlt években, amit olyan tanulmányok támasztanak alá, mint például Rubin et al. (2015), akik a technológiai tanulási görbéket vizsgálták a megújuló energiaiparban. További előrelépés, hogy a lítium-ion akkumulátorok költségei jelentős mértékben csökkentek, ami elősegíti a megújuló energiaforrások nagyobb arányú integrálását az energiarendszerekbe. Ezt a tendenciát több tudományos tanulmány is alátámasztja. Nykvist és Nilsson (2015) részletesen vizsgálták a lítium-ion technológiák költségcsökkenésének ütemét és annak meghatározó tényezőit. Ugyanakkor Ziegler és Trancik (2021) kimutatták, hogy a lítium-ion akkumulátorok ára 1991 és 2018 között mintegy 97%-kal esett vissza, ami jelentős mértékben hozzájárult a megújuló energiaforrások elterjedéséhez. A költségcsökkenés a gyártási méretgazdaságosságnak és a technológiai innovációknak köszönhető.

Az alternatív energiaforrások ösztönzését támogató kormányzati politikák szintén meghatározóak. Az EU Green Deal és az Egyesült Államok Inflation Reduction Act (Inflációcsökkentési Törvénye) példák arra, hogy az állami szféra milyen mértékben hajlandó pénzügyi és jogi támogatást

nyújtani az energiaátmenet felgyorsítására, illetve arra, hogyan ösztönözhetők a közös célkitűzések integrált szabályozási és pénzügyi intézkedésekkel. Ezek a politikák várhatóan nagyszabású beruházásokat generálnak az infrastruktúra, az ellátási lánc és a kutatás-fejlesztés területén. Az alternatív energiaforrások ösztönzésére irányuló kormányzati politikák kulcsszerepet játszanak az energiaátmenet előmozdításában, különösen az energiahatékonyság, a megújuló energiaforrások elterjedése és a karbonkibocsátás csökkentése szempontjából.

Az Európai Zöld Megállapodás egy olyan átfogó keretrendszer, amely célul tűzte ki, hogy az EU 2050-re klímasemlegessé váljon. Ennek részeként számos konkrét kezdeményezést fogadtak el, például a Fit for 55! csomagot, az Európai Klímátörvényt, valamint a RePowerEU tervet. A Fit for 55! csomag 2030-ra az üvegházhatású gázok kibocsátásának 55%-os csökkentését célozza. A csomag magába foglalja az emissziókereskedelmi rendszer (EU ETS) kiterjesztését és a karbonhatár-adó bevezetését. Az Európai Klímátörvény jogilag kötelezővé tette a 2050-es klímasemlegességi célkitűzést. A REPowerEU terv pedig az orosz energiafüggőség csökkentését célozta meg megújuló energiaforrások gyorsabb integrációjának támogatása mellett. Ezen politikák tükrében evidens, hogy az ambiciózus EU-s intézkedések nélkül a megújuló energiaforrások piaci részesedése jelentősen lassabb ütemben nőne. Az Európai Zöld Megállapodás által biztosított finanszírozási mechanizmusok, például az InvestEU, döntő szerepet játszanak az infrastruktúra fejlesztésében.

A politikai törekvések és a különböző szintű (globális, régiós, nemzeti) szabályozási stratégiák egyre átfogóbb célkitűzéseket és megvalósítási ütemterveket fogalmaznak meg az energiafüggetlenség elérésének, valamint a fosszilis energiától való függőség csökkentésének érdekében. Ezek az intézkedések a megújuló energiaforrások térnyerésére, a fosszilis energiaforrások visszaszorítására, valamint az energiahatékonyság ösztönzésére helyezik a hangsúlyt. A nemzetközi együttműködési megállapodások egyre szélesebb spektrumon foglalkoznak energiaügyi kérdésekkel, kiemelten a megújuló, nukleáris és zöld energia területeivel. Az energiaátmenet előmozdításának részeként globális és régiós szinten megfigyelhető a fosszilis energiától való függetlenedés szándékának erősödése. Ez különösen a földgázimport forrásainak diverzifikálásában, a villamosenergia-hálózati szabályozó kapacitás bővítésében és a piaci verseny elősegítésében nyilvánul meg. Az ilyen intézkedések előfeltételei az energiaellátás biztonságának, valamint a hosszú távon fenntartható és klímasemleges gazdaság megteremtésének. Az európai uniós tagállamok nemzeti energiastratégiái és nemzeti energia- és klímatervei (NEKT-ek) szintén egyértelműen tükrözik

az energiafüggetlenség elérésére irányuló közös célokat. A NEKT-ek tartalmazzák az egyes tagállamok terveit a fosszilis energiafüggőség csökkentésére és az energiaátmenet támogatására. Az Európai Bizottság honlapján elérhető NEKT-ek részletesen bemutatják ezeket az intézkedéseket.

Az EU energiapolitikájának közös eleme az energiaellátás biztonságának garantálása. Az energiafüggetlenség és az energiaátmenet nemcsak klímavédelmi célokat szolgál, hanem gazdasági és geopolitikai szempontból is kiemelkedő jelentőségű. A fosszilis energiaforrások importjának csökkentése, különösen a földgáz esetében, nemcsak a kibocsátások mérséklését segíti elő, hanem a külső geopolitikai kockázatoknak való kitettséget is minimalizálja. Az energiafüggetlenség eléréséhez szükséges megújuló energiaforrásokba történő beruházások nemcsak a kibocsátások csökkentésében, hanem az ellátásbiztonság erősítésében is jelentős szerepet játszanak. A fosszilis energiák visszaszorítása elengedhetetlen ahhoz, hogy a nemzetek hosszú távú klímacélokat érjenek el.

A beavatkozási intézkedések közül továbbá kiemelkedik az USA történetének legjelentősebb klímapolitikai csomagja, az Inflációcsökkentési Törvény, amely jelentős támogatási összeget különített el zöldenergia-projektekre és energiahatékonysági fejlesztésekre. A törvény kulcsfontosságú elemei az adókedvezmények a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos termelési és beruházási területeken belül, beleértve a nap-, szél- és geotermikus energiákat, a villamosenergia-hálózat modernizációja, illetve a kutatás-fejlesztés támogatása. A hálózatfejlesztési kezdeményezésen belül az USA az okos hálózatok fejlesztését és az energiatárolási technológiák integrációját támogatja. A kutatás-fejlesztés az energiahatékony technológiák és az alacsony szén-dioxid-kibocsátású megoldások kifejlesztésére irányul. Az intézkedések és ösztönzők összességében a következő évtizedben jelentős növekedését célozzák a megújuló energiaforrások kapacitásában az Egyesült Államokban.

Ugyanakkor említésre méltó állami ösztönzőket foganatosít Kína, India, vagy az Egyesült Királyság is. A Kínai Népköztársaság 14. ötéves terve (2021–2025) hangsúlyozza a nap- és szélenergiás kapacitások gyors bővítését, miközben célul tűzte ki, hogy 2030-ra az energiafogyasztás 25%-a megújuló forrásokból származzon. Az IEA 2022-es jelentése szerint Kína a világ legnagyobb megújuló energiaforrásokat telepítő országa, részben a jelentős állami támogatásoknak és hitelprogramoknak köszönhetően. India ambiciózus tervei között szerepel 280 GW napenergia-kapacitás kiépítése 2030-ig. Az indiai kormány által nyújtott

tőketámogatások és kedvezményes hitelkonstrukciók jelentős lökést adnak a projektek megvalósításának. Nem utolsó sorban pedig az Egyesült Királyság nettó zéró stratégiája keretén belül is a 2050-es karbonsemlegességi célkitűzés elérése.

A szabályozási környezet azonban nem egységes, és különböző akadályokat állíthat az energiaátmenet elé. A karbonhatár-mechanizmusok (CBAM) például ösztönözhetik a karbonsemlegességet, de alkalmazásuk különböző kereskedelmi hátrányokkal járhat. Az állami támogatások és WTO szabályok koordinációja pedig gyakran nemzetközi konfliktusokat szülhet. A kormányzati politikák döntő szerepet játszanak az alternatív energiaforrások ösztönzésében, és ezek hosszú távú sikere nagyban függ a pénzügyi ösztönzők, a szabályozási stabilitás és a nemzetközi koordináció mértékétől. Az ösztönző politikák nemcsak a jelenlegi infrastruktúrát fejlesztik, hanem mintát adnak más országok számára is. Az energiaátmenet gyorsasága és hatékonysága azonban továbbra is számos kihívással szembesül, amelyek megoldása további politikai és gazdasági együttműködést igényel. Összességében a fenntarthatósági célok, az alternatív technológiák fejlődése, valamint az ösztönző politikák egymást erősítve teremtenek olyan környezetet, amelyben a megújuló energiaforrások szektora dinamikus növekedést mutathat a következő évtizedekben.

A zöldfordulat ellenére azonban, a kereskedelmi minták, termelői politikák és geopolitikai megfontolások továbbra is kritikusak az energiaellátás és -biztonság fenntartása szempontjából. Az említett politikák az energiafüggetlenség elérésére, az energiabiztonság fenntartására, valamint a zöldítés és karbonkibocsátás csökkentésére irányuló célkitűzéseket foglalják magukban. A zöldpolitikák olyan átfogó keretrendszert hoztak létre, amely a gazdaság szén-dioxid-kibocsátásának csökkentését, vagyis dekarbonizációját célozza meg. E keretrendszer egyik alapvető eleme az energiaátmenet, amely az energiafelhasználás szerkezetének átalakítását jelenti a fosszilis energiahordozókról a megújuló és alacsony szén-dioxid-kibocsátású forrásokra való áttérés érdekében. Az energiaátmenet azonban nem kizárólag a megújuló energiaforrások előtérbe helyezésére fókuszál, hanem szükségszerűen foglalkozik a hagyományos energiahordozók – például a kőolaj és földgáz – szabályozásának és felhasználásának kérdéseivel is. A kőolaj- és földgáz-politikák kapcsán az energiaátmenet új típusú kihívásokat teremt, mivel ezek az energiahordozók továbbra is fontos szerepet töltenek be az energiaellátásban. Ezért a politikai döntéshozók célja nemcsak a fosszilis energiaforrások arányának fokozatos csökkentése, hanem azok hatékonyabb és fenntarthatóbb felhasználásának biztosítása is, hogy támogassák a fokozatos átmenetet egy szén-dioxid-semleges gazdaság felé.

Ezért válik kulcsfontosságúvá a kőolaj- és földgáz-politikák integrálása a dekarbonizációs stratégiákba a politikai és gazdasági stabilitás fenntartása érdekében. Ez az integráció lehetővé teszi, hogy az energiaátmenet folyamata ne vezessen energiaválsághoz vagy jelentős társadalmi-gazdasági zavarokhoz, miközben elősegíti az alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaság megvalósítását.

A hagyományos energiaszegmens két forrása, a kőolaj és földgáz ugyanis az erőforrásokban gazdag országok kisebb csoportjára koncentrálódik úgy is, hogy bizonyos esetekben az alacsonyabb exportbevételek által érintett gazdaságuk feszültség alá kerülhet, lásd IEA, 2021. Az energiapiacok, technológiák és politikák alkalmazkodnak egymáshoz, míg a világ folytatja útját a tiszta energiatechnológiák térnyerése irányába a fosszilis energiahordozókba történő beruházások fokozatos leépítésével párhuzamosan. A gyakorlatban az energia-átmenetet az érdekek versengése, piaci egyensúlytalanságok és stop-go politikák jellemzik. Az energiaátmenet gazdasági és társadalmi hatásai mélyreható következményekkel járhatnak a globális politikai gazdaság szerkezetére nézve. Az energiaátmenetből származó nyereség és veszteség egyenlőtlen eloszlása tovább mélyítheti a meglévő globális törésvonalakat – például a fejlett és fejlődő országok közötti egyenlőtlenségeket –, miközben új konfliktusforrásokat is létrehozhat. Ez különösen igaz olyan helyzetekben, ahol az energiaátmenet terheket ró a hagyományos fosszilisenergia-termelő régiókra, miközben a megújuló energiaforrások előnyei elsősorban az innovatív technológiákat alkalmazó országokban koncentrálódnak. Az energiaátmenet által előidézett strukturális változások jelentős energiabiztonsági kockázatokat hordozhatnak magukban. Ezek a kockázatok többek között az energiaellátás stabilitásának csökkenésében, a fosszilis energiaforrások csökkenő kínálatában, illetve az új energiaforrások és technológiák elosztásából eredő egyenlőtlenségekben jelenhetnek meg. Az energiabiztonság fenntartása érdekében kulcsfontosságú a földgáz importforrásainak diverzifikálása, a villamosenergia-hálózati szabályozó kapacitás növelése, valamint a piaci verseny erősítése. A földgáz importforrásainak diverzifikálása az energiabiztonság egyik alapvető feltétele. Az egyoldalú függőség csökkentése – például az orosz gázimport dominanciájának mérséklése az EU-ban – lehetővé teszi az energiaellátás rugalmasságának növelését és a geopolitikai kockázatok minimalizálását. Cherp et al., 2017 tanulmányukban hangsúlyozzák, hogy a diverzifikáció kulcsfontosságú az energiabiztonság szempontjából, különösen a földgáz-piaci zavarok kezelésében. A tanulmány egy innovatív keretrendszert alkalmaz az energiaellátás biztonságának értékelésére Japán villamosenergia-szektorában a 2011-es fukusimai nukleáris katasztrófa után kialakult helyzet értékelésére. A nukleáris katasztrófa jelentős mértékben

növelte Japán energiaellátási sérülékenységet. Nevezett szerzők hangsúlyozták a diverzifikáció fontosságát, megmutatván, hogy az egyoldalú függőség a fosszilis energiaforrásoktól – különösen a földgáztól – hogyan növeli az energiabiztonsági kockázatokat. Következésképp a fenntartható energiaátmenet megvalósítása érdekében elengedhetetlen a megújuló energiaforrások, például a szél- és napenergia intenzívebb integrációja. Ebből következik, hogy az energiaátmenet megvalósítása során a villamosenergia-hálózatok kulcsfontosságú szerepet játszanak. A megújuló energiaforrások – például a nap- és szélenergia – termelése időjárásfüggő, ami a hálózat stabilitását veszélyeztetheti. A szabályozó kapacitás növelése, például az energiatároló rendszerek (akkumulátorok) és az intelligens hálózatok kiépítése révén, elengedhetetlen az ellátásbiztonság garantálásához. Ehhez kapcsolódóan IRENA (2022) rámutat arra, hogy a villamosenergia-hálózatok fejlesztése alapvető feltétele a megújuló energiaforrások integrációjának. Végül az energiaátmenet egyik fontos feltétele az egészséges piaci verseny előmozdítása, amely innovációra és költséghatékonyságra ösztönzi az érintett szereplőket. A monopolhelyzetben lévő fosszilisenergia-termelő vállalatok piacának megnyitása, valamint a megújuló energiaforrások piaci hozzáféréseinek elősegítése csökkentheti az energiaátmenet költségeit és gyorsíthatja annak ütemét. IEA (2022) jelentése szerint a versenyelőnyös piacok előmozdítása fokozhatja az új technológiák térnyerését és az energiaárak stabilitását.

Az energiaátmenet gazdasági és politikai következményei tehát összetettek, és jelentős hatást gyakorolnak a globális politikai gazdaság szerkezetére. Az energiabiztonság fenntartása érdekében elengedhetetlen a földgázimport diverzifikációja, a villamosenergia-hálózatok fejlesztése, valamint a piaci verseny elősegítése. E lépések nélkül az energiaátmenet nemcsak gazdasági veszteségeket okozhat, hanem az ellátásbiztonságot is veszélyeztetheti. Az elemzések széles körűen alátámasztják, hogy ezek az intézkedések alapvető feltételei a hosszú távú fenntarthatóságnak és stabilitásnak. Az energiaátmenet összetettsége és globális hatása egyértelművé teszi, hogy az energetikai szegmens két elkülönülő, mégis egymással kölcsönhatásban álló részre oszlik: a fosszilis energiaforrásokra és a megújuló technológiákra. Ez a kettősség különösen hangsúlyossá vált a fenntarthatósági trendek térnyerésével, amelyek egyrészt elősegítik a fosszilis alapú energiaforrások fokozatos háttérbe szorulását, másrészt támogatják a megújuló energiaforrások exponenciális növekedését.

A modern befektető számára ez a helyzet nem csupán kockázatokat, hanem rendkívüli lehetőségeket is hordoz. A fosszilis energiaszegmensben a szabályozási nyomás és a

dekarbonizációs követelmények kiszámíthatóbbá tették a kockázatokat, míg a megújuló energia területén a technológiai innovációk, az alacsonyabb költségek és a kormányzati támogatások új piaci szegmenseket nyitnak. A kettő közötti kapcsolat az utóbbi években jelentősen lazult, ami lehetőséget teremtett a portfóliók diverzifikációjára. A zöld finanszírozás térnyerése pedig új befektetési narratívát hozott létre, amelyben az ESG-szemponatok prioritássá váltak. Az energiaszegmens eme kettőssége világos irányt mutat a befektetők számára: az energiaátmenetet nemcsak környezeti szempontból, hanem gazdasági és társadalmi értelemben is előremozdító trendek mentén kell értelmezniük. Az energiaátmenet sikeressége érdekében azonban kulcsfontosságú a szabályozói stabilitás fenntartása és a nemzetközi együttműködés erősítése. Az olyan globális kezdeményezések, mint az EU Zöld Megállapodás, az amerikai Inflációcsökkentési Törvény, vagy akár Kína ambiciózus megújulóenergia-politikája, mind hozzájárulnak a befektetői bizalom erősítéséhez, ugyanakkor új kihívásokat is teremtenek a globális piacokon.

Végső soron, az energiapiacokon való helyes pozicionálás megkívánja, hogy a befektetők ne csupán a technológiai fejlődést és a zöld eszközök növekvő hozamait tartsák szem előtt, hanem a fosszilis energiaforrások fokozatos kivezetéséből fakadó geopolitikai és gazdasági feszültségeket is. Az energiaátmenet ezen dinamikus összefonódása egyszerre jelent kockázatkezelési és növekedési lehetőséget. Azok a befektetők, akik képesek a hosszú távú trendek mentén haladni, nemcsak a klímacélok megvalósításában vállalhatnak aktív szerepet, hanem hozzájárulhatnak a gazdaság stabilitásának és versenyképességének fenntartásához is. Az energiaátmenet tehát több mint egy környezetvédelmi célkitűzés: ez egy gazdasági, társadalmi és technológiai átalakulás, amely hosszú távon minden szereplőt érint a globális piacon. Az energiapiacok megértése és az irányukban rejlő kettősség kiaknázása a modern befektetők számára nem csupán opció, hanem a hosszú távú siker záloga is.

2.2 A PORTFÓLIÓ-ELEMZÉS ELMÉLETI ÉS MÓDSZERTANI ALAPJAI

A diverzifikáció gyakorlati megvalósítása és a portfóliók teljesítményének objektív mérése szilárd elméleti és ökonometria alapokat követel. Jelen alfejezet célja, hogy bemutassa azokat a kulcsfontosságú modelleket és mutatókat, amelyek a kutatás empirikus elemzésének gerincét alkotják. A tárgyalás a Markowitz-féle modern portfólióelmélet alapjaitól indul, bemutatva a hozam és a kockázat matematikai definícióit, majd rátér az ezekre épülő, a portfóliók hatékonyságát mérő komplex mutatórendszerre. Ezt követően a fejezet a tőkeeszközök árazásának alapmodelljét, a CAPM-et és annak központi elemét, a Bétát vizsgálja. Végezetül a

pénzügyi idősorok volatilitásának dinamikus modellezésére szolgáló GARCH-modellek kerülnek bemutatásra, amelyek a kutatásban a korrelációs dinamikák becslésének alapjául szolgálnak.

E tekintetben mérvadó Markowitz (1952) modern portfólióelmélete, amely a magasabb hozamok és az alacsonyabb kockázatok lehetőségeinek felismerését célozza. A Markowitz-modell matematikailag is megfogalmazza a portfólió várható hozamát és kockázatát. Egy N eszközből álló portfólió várható hozama ($E(R_p)$) az egyes eszközök várható hozamainak súlyozott átlaga:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^N w_i \cdot E(R_i)$$

ahol w_i az i -edik eszköz súlya a portfólióban, $E(R_i)$ pedig az i -edik eszköz várható hozama.

A portfólió kockázatát a hozamok szórásnégyzete (varianciája, σ_p^2) méri, amely nemcsak az egyes eszközök saját kockázatától (varianciájától), hanem a közöttük lévő együttmozgástól (kovarianciájától) is függ:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i \cdot w_j \cdot \sigma_{ij} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i \cdot w_j \cdot \rho_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j$$

ahol σ_{ij} az i -edik és j -edik eszköz hozamai közötti kovariancia, ρ_{ij} a korrelációs együtthatójuk, σ_i és σ_j pedig az egyes eszközök szórása. A diverzifikáció lényege pontosan ebben a második képletben rejlik: alacsony vagy negatív korrelációjú (ρ_{ij}) eszközök kombinálásával a portfólió összesített kockázata (σ_p^2) alacsonyabb lehet, mint az egyes eszközök kockázatának súlyozott átlaga.

A Markowitz-modell által definiált hozam és kockázat (variancia) párosa adja az alapot a portfóliók teljesítményének méréséhez és összehasonlításához. A modern pénzügyi elmélet számos, kockázat-korrigált mutatót fejlesztett ki, amelyek célja, hogy a befektetési stratégiák hatékonyságát egyetlen, könnyen értelmezhető számban sűrítsék össze, és választ adjanak a Markowitz-féle keretrendszer bizonyos korlátaira. Ezek közül a legismertebb a Sharpe (1964) által bevezetett Sharpe-ráta, amely a portfólió egységnyi teljes kockázatára (szórására) jutó többlethozamot méri a kockázatmentes befektetéshez képest. A mutató alapvető előnye az egyszerűsége és az univerzális alkalmazhatósága. Ugyanakkor legfőbb kritikája, hogy a szórásalapú kockázatmérés nem tesz különbséget a pozitív ("jó") és a negatív ("rossz") irányú volatilitás között, holott a befektetők jellemzően csak az utóbbitól tartanak. Ezzel párhuzamosan Treynor (1961) egy alternatív megközelítést javasolt a Treynor-rátával. Ez a

mutató a teljes kockázat helyett a nem diverzifikálható, szisztematikus kockázatot (Béta) helyezi a középpontba. A Treynor-ráta azt méri, hogy a portfólió mekkora többlethozamot ért el a vállalt piaci kockázathoz képest. Különösen hasznos akkor, amikor egy befektetési alapot vagy egy részportfóliót egy már jól diverzifikált, nagyobb portfólió részeként értékelünk, mivel ilyenkor a releváns kockázat az, amennyivel az új elem a teljes portfólió piaci kockázatát növeli. A hozamok gyakran nem normális eloszlású természetéből fakadó kritikákra és a Sharpe-ráta korlátaira válaszul Sortino és van der Meer (1991) fejlesztették ki a Sortino-rátát. Ez a mutató a teljes szórás helyett csak a negatív, lefelé irányuló szórást veszi figyelembe, amely kizárólag a célérték (jellemzően a kockázatmentes hozam) alatti hozamok volatilitását méri. A Sortino-ráta így a befektetői preferenciákat jobban tükröző, "reálisabb" kockázati mércét alkalmaz, és különösen hatékony az aszimmetrikus hozamprofilal rendelkező stratégiák (pl. opciós stratégiák, hedge fundok) értékelésében.

Míg a fent említett ráták a hozam és a kockázat átlagos viszonyát mérik, a befektetői kockázaterzet egy fontos, nem-lineáris aspektusát ragadja meg a Maximális Visszaesés (Maximum Drawdown, MDD). Ez a mutató nem a hatékonyságot, hanem a portfólió által a vizsgált időszak alatt elszenvedett legnagyobb, csúcstól völgyig tartó százalékos veszteséget számszerűsíti (Dowd, 2002). Az MDD a befektetői pszichológia szempontjából kritikus, hiszen a "legnagyobb fájdalmat" mutatja meg – azt a pontot, ahol a befektetők a leginkább hajlamosak a pánikra és a pozíciók kedvezőtlen lezárására. Az MDD a portfólió útvonalfüggő (path-dependent) természetét ragadja meg, és a "tail-kockázatok" fontos indikátora. Ezen, egymást kiegészítő mutatók együttes alkalmazása – a teljes kockázat (Sharpe), a negatív kockázat (Sortino), a piaci kockázat (Treynor) és az extrém veszteségek (MDD) vizsgálata – lehetővé teszi a portfólióstratégiák többdimenziós, robusztus és a gyakorlati befektetői szempontokat is figyelembe vevő értékelését.

A Tőkeeszközök Árazási Modellje ugyanakkor (Capital Asset Pricing Model, CAPM) a Markowitz-féle portfólió-modell továbbgondolásaként, a legnagyobb tőkepiacok alapján került megalkotásra, lásd Sharpe (1964), Lintner (1965), Mossin (1966), Shih et al., (2014).

A CAPM modell egyensúlyi helyzetben írja le egy eszköz elvárt hozamát a piaci kockázathoz viszonyítva. A modell központi egyenlete a következő: $E(R_i) = R_f + \beta_i(E(R_m) - R_f)$ ahol:

- $E(R_i)$ az i -edik eszköz elvárt hozama,
- R_f a kockázatmentes befektetés hozama,
- $E(R_m)$ a piaci portfólió elvárt hozama,
- $(E(R_m) - R_f)$ a piaci kockázati prémium,

- β_i (béta) pedig az i -edik eszköz szisztematikus kockázatának mértéke, amely megmutatja, hogy az eszköz mennyire érzékenyen reagál a piac egészének mozgására.

Sharpe (1964) a CAPM modellben bizonyította, hogy a portfóliók hozama lineáris kapcsolatban áll a piaci kockázatot mérő bétával, és a kockázatmentes hozamhoz képest a befektetők az arányosan magasabb kockázatokért prémiumot várnak el. Lintner (1965) kutatása kiegészítette a CAPM-et azzal a megállapítással, hogy az egyedi kockázatok megfelelő diverzifikációval eliminálhatók, így a piaci portfólió kockázatának bétája válik az egyetlen releváns tényezővé a hozam előrejelzésében. Mossin (1966) továbbfejlesztette a modellt azáltal, hogy formálisan igazolta, a CAPM az árupiacok tökéletes versenyfeltételei mellett működik a legjobban, ahol az összes piaci szereplő homogén elvárásokkal rendelkezik. Shih et al. (2014) empirikus kutatásaik során kimutatták, hogy a CAPM továbbra is releváns eszköz lehet a modern tőkepiacokon, különösen akkor, ha a piacokat a fejlett és fejlődő gazdaságokra bontva vizsgálják, és figyelembe veszik a lokális kockázati prémiumokat. A CAPM máig az egyik legáltalánosabban alkalmazott egyensúlyi modell a pénzügyi szakirodalomban. A CAPM figyelembe veszi az eszköz érzékenységét a nem diverzifikálható kockázatra nézvést (más néven bétára, vagy szisztematikus kockázatra vagy piaci kockázatra), valamint a piac várható hozamát és a kockázatmentes eszköz várható megtérülését.

Minden befektetés bizonyos kockázattal jár. Még a saját tőke megtérülése esetén is különbség lehet a tényleges és a várható hozam között. A saját tőke költsége alapvetően a diszkontráta, amelyet a cash flow értékének meghatározására alkalmaznak. A természetüknél fogva konzervatív befektetők pedig csak akkor döntenek a kockázatvállalásról, ha előre meg tudják becsülni a befektetésből várható megtérülést. A befektetők így kiszámíthatják és megismerhetik a szükséges befektetési megtérülést a kockázat CAPM modell segítségével. A saját tőke költsége (K_e) a részvényesek által elvárt hozam mértéke. Kiszámítható a következő képlet segítségével: $tőkeköltség = kockázatmentes\ ráta + \beta \times kockázati\ prémium$, ahol a $tőkeköltség (K_e) = a\ részvényesek\ által\ elvárt\ hozam\ mértéke$, $kockázatmentes\ ráta (r_{rf}) = a\ kockázatmentes\ értékpapír\ megtérülési\ rátája$, $kockázati\ felár (R_p) = az\ a\ hozam, amelyet\ a\ részvénybefektetők\ kockázatmentes\ arányon\ igényelnek$, illetve $\beta (B_a) = a\ társaság\ részvényárfolyamának\ a\ részvénytőkepiaci\ átlaghoz\ viszonyított\ variabilitásának\ mértéke$. A saját tőke költségének meghatározása kulcsfontosságú a befektetési döntések során, mivel ez az a minimum hozam, amelyet a befektetők elvárnak a vállalatba történő befektetésért cserébe. A CAPM modell használata különösen hasznos, mert lehetővé teszi a befektetők számára, hogy figyelembe vegyék a piaci kockázatot és a vállalatspecifikus tényezőket egyaránt. Az egyedi

vállalati béta értéke tükrözi, hogy a vállalat részvényei mennyire érzékenyek a piaci ingadozásokra; például egy magas béta azt jelzi, hogy a vállalat részvényei nagyobb kockázattal járnak, de potenciálisan magasabb hozamot is kínálhatnak. Ezen számítások révén a befektetők értékelné tudják, hogy egy adott befektetés megfelel-e az általuk elvárt hozam és kockázat szintjének. A CAPM modellben alkalmazott tényezőkön túl, a kockázatmentes arány az a minimális hozam, amelyet a befektető abban az esetben kap kézhez, amennyiben kockázatmentes értékpapírba fektet be. Ilyenek például az államkötvények. Annak érdekében, hogy egy értékpapír kockázatmentes legyen, nem rendelkezhet semmiféle nemteljesítési és újrabefektetési kockázattal. Nemteljesítés esetén a befektető nem fizeti vissza adóssághoz kötelezettségét. Újrabefektetési kockázattal akkor szembesül a befektető, amikor értékpapírjainak hozama csökken. Ugyanakkor a CAPM modell feltételezései, például a piaci hatékonyság, a kockázatok lineáris hatása és a diverzifikáció fontossága, nem minden piaci környezetben érvényesek egyformán. Mint azt Fama és French (2004) is kiemelik, a CAPM egyszerűsége ellenére gyakran kritizált az egyetlen kockázati tényezőre (piaci kockázat) való korlátozottsága miatt, mivel a valós befektetési döntések során további tényezők, például vállalati méret és könyv szerinti érték aránya is relevánsak lehetnek. Ezért a befektetők további modelleket és módszereket is alkalmazhatnak, például az arbitrázs árazási elméletet (angolul: Arbitrage Pricing Theory, APT) vagy a többtényezős modelleket, amelyek összetettebb kockázati tényezőket is figyelembe vesznek. A Ross (1976) által kifejlesztett arbitrázs árazási elmélet egy rugalmasabb alternatívát kínál a CAPM-mel szemben, mivel több kockázati tényezőt is figyelembe vesz a befektetések hozamának meghatározásakor. Az APT abból indul ki, hogy a részvények hozama számos makrogazdasági és piaci tényező lineáris kombinációjaként magyarázható, például az infláció, a kamatlábak, a GDP növekedés vagy más gazdasági mutatók változásai alapján. Ross elmélete azért különösen releváns, mert a befektetőknek lehetőséget nyújt arra, hogy az egyedi kockázatok helyett többdimenziós tényezőelemzésre alapozzák döntéseiket, ezáltal pontosabban becsülhetik meg a várható hozamokat. Az APT tehát sokkal kevésbé támaszkodik az olyan feltételezésekre, mint a piaci portfólió pontos meghatározása vagy a kockázatok teljes diverzifikálhatósága, amelyeket a CAPM esetében gyakran kritizálnak. Bár az APT rugalmassága és többdimenziós megközelítése vonzó alternatívát nyújt, a CAPM egyszerűsége és széles körű gyakorlati alkalmazhatósága miatt továbbra is az egyik legelterjedtebb eszköz marad a befektetési döntéshozatal és a kockázat-hozam kapcsolat elemzésében.

A bétát tekintve a kockázat lehet szisztematikus és nem szisztematikus. A nem szisztematikus kockázat az a kockázat, amely diverzifikálható. Ez a típusú kockázat a befektetéssel járó endogén, vagy belső tényezők miatt merül fel. Ilyen kockázat például a munkavállalói sztrájk, az ügyfelek kötelezettségvállalásainak nem teljesítése, vagy a szabályozási keret ellentmondásban állása a kormány politikájával szemben. A szisztematikus kockázat ellenben az a kockázat, amelyet nem lehet diverzifikálni. Ennek oka a szervezetet érintő exogén, vagy külső tényezőkben keresendő. Ugyanakkor számos tekintetben megmagyarázhatatlan, konkrét okokat nem tudunk az exogén tényezőkkel társítani. Ilyen tényezők például a kamatláb, mely hirtelen emelkedhet, vagy a kereskedési áringadozások, amelyek hatással vannak az egész piacra. Mivel ezek a tényezők az összes piaci szereplőre hatással vannak, diverzifikációval nem szüntethetők meg. A szisztematikus kockázat mérésére a bétát használják, amely azt mutatja meg, hogy egy adott eszköz hozama mennyire érzékeny a piaci hozamok változásaira. A magas béta értékű eszközök nagyobb mértékben reagálnak a piaci ingadozásokra, míg az alacsony béta értékűek kevésbé. Ezért a befektetőknek érdemes figyelembe venniük a béta értékét a portfóliók összeállításakor, hogy a kívánt kockázati szintet elérjék. A béta tehát az értékpapír volatilitását méri a piac egészével összehasonlítva. Ha az értékpapír béta értéke 1, akkor ez azt jelenti, hogy ha a piaci ár 10%-kal emelkedik, akkor az 1-es béta-szintű értékpapírok 10%-kal mozdulnak felfelé, és fordítva. Ha egy értékpapír béta értéke kevesebb, mint 1, az azt jelenti, hogy az értékpapír kevésbé volatilis a piachoz képest. Például, ha egy papír béta-értéke 0,5, ez azt jelenti, hogy ha a piac 10%-kal felfelé mozog, akkor a papír 5%-kal felfelé mozog, és fordítva. Ha a béta értéke egynél több, akkor ez azt jelenti, hogy az értékpapír magas volatilitással rendelkezik. Például, ha az értékpapír béta értéke 1,5 és a tőzsde 10%-kal növekszik, akkor az értékpapír 15%-kal növekszik, és fordítva. A béta fontossága a diverzifikáció szempontjából abból ered, hogy ez a mutató segít a befektetőknek felmérni az egyes eszközök piaci kockázatát, és ezáltal optimalizálni a portfólió összetételét a kívánt kockázati szint eléréséhez. A diverzifikáció célja az, hogy a portfólióban lévő eszközök közötti korreláció minimalizálásával csökkentsük a nem szisztematikus kockázatot, miközben a hozam maximalizálására törekszünk. A béta mérése lehetővé teszi annak megértését, hogy az egyes eszközök miként járulnak hozzá a portfólió egészének szisztematikus kockázatához. A diverzifikáció során a béta-értékek ismerete azért kulcsfontosságú, mert a különböző béta értékekkel rendelkező eszközök megfelelő kombinálásával a portfólió érzékenysége a piaci ingadozásokra szabályozható. Például alacsony bétájú eszközök hozzáadásával csökkenthetjük a portfólió kitettséget a piaci volatilitással szemben, míg magas bétájú eszközökkel növelhetjük annak hozam-potenciálját, ha a piac növekedésére számítunk. Sharpe (1964) mutatta ki, hogy a béta

kulcsfontosságú a CAPM modellben, mivel ez az egyetlen tényező, amely megmagyarázza a szisztematikus kockázat és a várható hozam közötti kapcsolatot. Ezért a béta nemcsak a kockázat mérése, hanem a hozam előrejelzése szempontjából is meghatározó szerepet játszik. Továbbá Fama és French (1992) kritikájukban rámutattak, hogy bár a béta nem magyaráz meg minden hozamkülönbséget, az mégis egy alapvető kiindulópont a kockázatok elemzésében és a diverzifikáció megtervezésében. Egy diverzifikált portfólióban tehát a béta-értékek elemzése segít meghatározni, hogy milyen kockázati profilú eszközök kombinációja felel meg leginkább a befektető céljainak, miközben minimalizálja a nem szisztematikus kockázatot és szabályozza a szisztematikus kockázatot.

Az Engle (1982) által bevezetett autoregresszív feltételes heteroszkedaszticitás modell (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity, más néven ARCH-modell) esetében a becült hibahatár négyzetének súlyozott átlaga a feltételes variancia. Nevezett szerző bizonyította, hogy a feltételes heteroszkedaszticitás figyelembevétele jelentősen javítja a pénzügyi idősorok modellezését. Az empirikus alkalmazások azt bizonyították, hogy az ARCH modell jól illeszkedik az adatokhoz, ám ehhez sok késleltetést kell figyelembe venni (a q értéke nagy lesz), azaz egy adott időszakos volatilitásnak az előző időszakokbeli hozamok hosszú sorozatától kell függnie. Ezt a kellemetlenséget küszöbölte ki Tim Bollerslev a GARCH (általánosított, Generalized ARCH) modell bevezetésével, ahol a mai volatilitás függ a tegnapi volatilitásértéktől is. Az ARCH kiterjesztésének vagy az általánosított ARCH, más néven GARCH modellnek a Bollerslev által 1986-ban kidolgozott bevezetése óta, amely egy mozgóátlag komponens is tartalmaz az autoregresszív komponenssel együtt, a GARCH számos változata jelent meg, mint például a nem lineáris GARCH (NGARCH), amely a korrelációt kezeli és megfigyeli a hozamok volatilitási klaszterezését, vagy az Integrált GARCH (IGARCH), amely korlátozza a volatilitási paramétert. A mozgóátlag komponens bevezetése lehetővé tette a modell számára, hogy mind a feltételes variancia időbeli változását, mind pedig az időfüggő variancia változását modellezze. Ilyen például a szórás feltételes növekedése és csökkentése. A GARCH-modell összes változata arra törekszik egyébként, hogy az eredeti modellben tárgyalt nagyságon kívül a hozamok irányát, legyen az pozitív vagy negatív, beépítse. További empirikus vizsgálatok, például Baillie és Bollerslev (1989) munkája, azt mutatták, hogy a GARCH modellek jól illeszkednek a devizapiaci hozamokra, és hatékony előrejelzéseket nyújtanak a volatilitásról. Továbbá, Engle és Patton (2001) hangsúlyozták a GARCH modellek gyakorlati jelentőségét a portfóliókockázat-kezelés és a derivatív árazás területén.

A GARCH minden származtatása felhasználható tehát a részvények, iparágak vagy gazdasági adatok sajátos tulajdonságainak figyelembevételére. Ezek a modellek gyakorlati alkalmazásai azt mutatják, hogy ezek a modellek különösen hasznosak a pénzügyi idősorok volatilitásának előrejelzésében, ahol a hozamok volatilitási klaszterek mintázatát mutatják. Ez azt jelenti, hogy a magas volatilitás időszakai hajlamosak egymást követni, és ugyanez igaz az alacsony volatilitás időszakaira is. A kockázatértékelés során a pénzintézetek beépítik a GARCH-modelleket a kockázatos értékükbe (VAR), a maximális várható veszteségbe (akár egyetlen befektetési vagy kereskedési pozícióra, portfólióra, akár egy divízióra vagy cégre kiterjedő szinten, meghatározott időn belül, az időszaki előrejelzések figyelembevételével). A GARCH modelleket úgy tekintik, hogy jobb kockázatmérést nyújtanak, mint a standard eltérés követésével. A GARCH modell esetében a feltételes eltérés a múltbeli hibahatártól és a feltételes eltérésektől függ. A GARCH modell esetében az úgynevezett struktúra-volatilitás becslések hosszú távon konvergálnak az átlagos volatilitáshoz, és a GARCH paraméterek optimálisan meghatározhatók, így a GARCH kovariancia mátrixok időben változó volatilitást és többváltozós hozameloszlást reprezentálnak torzítás nélkül. A GARCH-modell esetében a feltételes variancia a múltbeli hibahatártól és a feltételes varianciáktól függ. Ezzel kapcsolatban Solnik (2000) kimutatta, hogy a GARCH modell alkalmazása során a feltételes variancia hatékonyan becsülhető a múltbeli hibahatárok és feltételes varianciák figyelembevételével, ami különösen fontos a nemzetközi portfóliók volatilitásának elemzésében, ahol a devizakockázatok és piaci korrelációk jelentős szerepet játszanak. Xidonas et al. (2018) továbbá igazolták, hogy a GARCH modell alkalmazása a többdimenziós portfólió-optimalizálási problémákban lehetővé teszi a feltételes varianciák és kovarianciák pontosabb becslését, ami hozzájárul a portfóliókockázat hatékonyabb kezeléséhez és a dinamikus befektetési döntések támogatásához.

A GARCH-modell esetében az ún. struktúra-volatilitás becslések hosszú távon konvergálnak az átlagos volatilitáshoz, a GARCH-paraméterek pedig optimálisan határozhatók meg, ezért a GARCH-kovariancia mátrixok elfogultság nélkül képviselik az időben változó volatilitásokat és a többváltozós megtérülés-megoszlás korrelációit. Bollerslev és Wooldridge (1992) munkája is alátámasztja ezt, mivel kutatásukban kimutatták, hogy a GARCH-modell által becsült feltételes variancia hosszú távon konvergál az átlagos volatilitáshoz, ami biztosítja a modell stabilitását és megbízhatóságát. A szerzők továbbá bizonyították, hogy a GARCH-paraméterek optimális meghatározása lehetővé teszi az időben változó volatilitások torzítatlan becslését, valamint a korrelációk pontos elemzését többváltozós rendszerekben, például portfóliók és

pénzügyi piacok esetén. Ez a kutatás különösen jelentős, mert rávilágít a GARCH-kovariancia mátrixok hatékonyságára, amelyek pontosan képesek leírni a hozamok időbeli dinamikáját és az eszközök közötti kapcsolatok változását, így hozzájárulnak a portfóliókockázat jobb kezeléséhez és az előrejelzések megbízhatóságához.

2.3 A PORTFÓLIÓ-DIVERZIFIKÁCIÓ SZAKIRODALMI HÁTTERE

A portfólió diverzifikáció feltétele a szabad tőkeáramlás. Halmai (2020) igazolta, hogy a tőkepiaci unió lehetővé teszi a diverzifikáltabb pénzügyi ökoszisztéma létrejöttét, a hagyományos hitelpiacok mélyebb, fejlettebb, integráltabb tőkepiacokkal való kiegészítését, amely által hosszabb távú finanszírozási lehetőségek is létrejönnek. A gazdaságpolitikában a tőkepiaci mobilitás növelése és az allokációs hatékonyság erősítése lehetővé teszi a háztartási és üzleti kötelezettségek (passzívák) diverzifikációját, valamint a magán kockázatmegosztást. A globális gazdaságban a befektetők a tőkét szélesebb befektetési lehetőségekbe irányíthatják, alacsonyabb költséggel elérhető finanszírozási forrásokhoz juttathatják. A kihívásokhoz történő pozitív alkalmazkodás, a megbirkózás képessége rezilienciát alakít ki, amelynek fő elemei a gazdaság rugalmassága és a sokkokkal szembeni ellenállóképesség, illetve a recesszió után a potenciális kibocsátás szintjére történő visszatérés képessége, ami aktív, eredményes reagálást kíván. A gazdaság rezilienciája ugyanakkor szorosan összefügg annak növekedési potenciáljával, ugyanis a potenciális növekedés előfeltétele. A gazdasági reziliencia pedig megerősíthető az erőforrások hatékonyabb allokációjának előmozdításával létrejövő verseny által, lásd Halmai (2020). Az egységes belső piac elmélyülése, a diverzifikáció, az allokációs és termelési hatékonyság, valamint az innováció dinamikus hatékonyságnövelést eredményez, amely mind befektetési, mind jóléti szempontból kívánatos. E tekintetben jelentősek a globális és integrált banki és tőkepiaci lehetőségek.

Nem vitás tehát, hogy a globális, integrált és optimalizált piacok befektetői a kockázat-hozam-diverzifikációval kívánják eszközeiket optimalizálni. Természetesen a tőkepiaci optimalizáció és nyereségvágy mellett a befektetésekkel járó kockázatok minimalizálása, a reziliencia vagy a válságokkal szembeni ellenállás is szempontok a befektetői gondolkodásban. A diverzifikáció a befektetések kockázatkezelésének egyik fontos elemévé vált. Lényegét tekintve kockázatmegosztást tett lehetővé, hogy a befektetés ne egyetlen, hanem több tőkebefektetési lehetőség felé oszródjon. A diverzifikáció célja a kockázat tervezett megosztásával az esetleges veszteségek csökkentése, ami általában (de nem törvényszerűen) a várható hozam

csökkenésével is jár. Ebből kifolyólag, a diverzifikáció tervezésekor figyelembe kell venni a tőke nagyságát, a befektető kockázattűrő képességét, a befektetés futamidejét, a pénznemet, amelyben a nyereséget realizálni lehet, az árfolyamkockázatot, és nem utolsósorban az inflációs hatásokat. A diverzifikációban több befektetési eszköz is alkalmazható. Diverzifikáció lehetséges a befektetések iparágak, országok, régiók szerint. Emellett az állami/ magán befektetőnek van lehetősége a kockázattűrési képessége szerint is diverzifikálni befektetéseit kevesebb vagy több kockázattal járó piaci eszköz és értékpapírok megvásárlásával. A biztonságos befektetések növelése állampapírokkal, bankbetétekkel szintén diverzifikációnak minősül, míg lehetséges a futamidők változatosságán, a több devizanemben történő befektetéseken, az árfolyamkockázatok kezelésén keresztül is diverzifikálni. A diverzifikáció célja alapvetően a befektetési portfólió kockázatainak csökkentése, miközben a hozam maximalizálására törekszik. Az optimális diverzifikáció megvalósításához azonban elengedhetetlen az alapos piaci elemzés és a befektetői célok egyértelmű meghatározása. Az iparágak szerinti diverzifikáció például mérsékli annak a kockázatát, hogy egy-egy szektor gazdasági visszaesése túlzottan negatívan befolyásolja a teljes portfólió értékét. Az országok és régiók közötti diverzifikáció pedig hozzájárulhat a geopolitikai kockázatok csökkentéséhez, különösen olyan időszakokban, amikor bizonyos piacok instabilabbak lehetnek. A különböző futamidőkkel rendelkező befektetések révén a likviditási kockázat kezelhető, míg a több devizanem alkalmazása az árfolyam-ingadozások elleni védelmet erősítheti. Mindezen szempontok összehangolt alkalmazása révén a befektető rugalmasabb és ellenállóbb portfóliót hozhat létre, amely képes alkalmazkodni a változó piaci környezethez.

Az elmúlt években számos modern portfólióelméletre épülő tanulmány igazolta a diverzifikáció létjogosultságát, lásd Markowitz (1952), Ewing (2005), Fama et al. (1993) és Miralles-Marcelo (2015). Markowitz (1952) az általa kidolgozott modern portfólióelméletben matematikailag bizonyította, hogy a különböző eszközök közötti korreláció minimalizálásával a kockázat csökkenthető, miközben a portfólió várható hozama optimalizálható. Ewing (2005) empirikus kutatásaiban kimutatta, hogy a diverzifikáció különösen hatékony lehet a makrogazdasági sokkok hatásainak mérséklésében, különösen regionális és szektorális szinten. Fama et al. (1993) a háromfaktoros modelljében bizonyította, hogy a portfóliók hozamát jelentősen befolyásolják az érték- és méretfaktorok, melyek figyelembevétele további diverzifikációs lehetőségeket kínál. Miralles-Marcelo (2015) kutatása arra hívta fel a figyelmet, hogy a nemzetközi diverzifikáció hosszú távon jelentősen javíthatja a hozam-kockázat arányt, különösen fejlődő és fejlett piacok eszközeinek kombinálása esetén. Ezek a tanulmányok

együttesen alátámasztják, hogy a diverzifikáció tudományosan megalapozott eszköz a portfóliók stabilitásának növelésére és a hozamok optimalizálására.

A Markowitz-féle modern portfólióelmélet a diverzifikáció előnyeit a befektetési lehetőségek széles skáláján keresztül értékeli, a magasabb hozam és alacsonyabb kockázatok lehetőségeit szemlélteti. A nemzetközi befektetők befektetéseikkel közvetlenül részt vehetnek más országok gazdasági fejlődésében, ellensúlyozhatják befektetéseikben az árfolyamkockázatot, kihasználhatják a diverzifikáció előnyeit és nem utolsósorban a globális piac szegmentációja által kínált lehetőségeket. Azonban igazolást nyert, hogy a portfólió diverzifikáció számos bizonyított előnye ellenére a nemzetközi portfólió befektetések kockázatai és feltételei nem elhanyagolhatóak. Nemzetközi viszonylatban a tőkebefektetések nemcsak árfolyam- és politikai kockázatnak való kitettséjük miatt bizonyultak kockázatosnak, hanem számos intézményi kitettség és akadály, valamint adózási kérdések okán is. E különféle jellegű akadályok leküzdésére számos nemzetközi statisztikai modellt vezettek be, amelyek lehetővé teszik a piac szegmentációjának kihasználását, lásd Bartram et al. (2001). Említett szerzők kimutatták, hogy a nemzetközi portfóliók kockázatai jelentős mértékben mérsékelhetők a derivatív eszközök alkalmazásával, amelyek hatékonyan képesek kezelni az árfolyamkockázatot és más piaci kockázatokat, miközben lehetővé teszik a globális diverzifikáció előnyeinek maximalizálását.

A tőkepiacok leírása során hagyományosan a Fama (1970) által megfogalmazott hatékony piacok elméletéből szokás kiindulni, feltételezve azt, hogy a piaci jellemzők a piac felépítésének (köztük létrejövő interakciók alapján leírható hálózat) és a szereplők viselkedésének (várakozások racionalitása) lenyomataként jönnek létre – miközben együttesen meghatározzák a hatékonyan működő piac által generált árfolyam idősorok statisztikai tulajdonságait is. Nevezett szerző a piacok hatékonyságát az információk elérhetőségén keresztül közelítette meg, azaz egy hatékony piacon belül az eszköz jelenlegi ára tükröz minden elérhető információt, amely feltételezi, hogy az értékpapír kereskedelemnek nincsenek tranzakciós költségei, minden információ ingyenesen elérhető minden piaci szereplő számára, az információkat és azok hatásait a jövőbeli árfolyamokra a szereplők azonosan ítélik meg. Ennek tükrében az alábbi három formáját különböztethetjük meg a piacok hatékonyságának: gyenge hatékonyság esetén az árak tartalmazzák az összes múltbeli árfolyamváltozásból megfigyelhető információt, közepes hatékonyság esetén az összes jelenbeli nyilvános adat beépül az árakba (makro- és mikro gazdasági folyamatok, vállalathoz köthető információk),

erős hatékonyság esetén már a vállalatok fundamentális elemzésével és nem nyilvános adatok felkutatásával sem lehet extraprofitot elérni.

Molnár (2005) nyomán a szereplők várakozásaival és a piac felépítésével kapcsolatban az alábbi feltételezésekkel élhetünk: Szereplők várakozásai a következők: 1. hatékony információáramlás (új információk ingyenes és gyors elérése minden piaci szereplő számára) megvalósul, 2. az új információk azonnal beépülnek a piaci árakba, 3. racionálisak a várakozások (hasonló információkból hasonló következtetések levonása, a nem racionális szereplők kereskedési hatásai kioltják egymást, a piaci eszközök értékelése azok várható jövőbeli pénzáramainak függvényében alakul – azonos információk és következtetések azonban eltérő árazást is eredményezhetnek, piaci zajt teremtve), 4. magasabb kockázatért magasabb többlethozamot várnak el a szereplők. A piaci kereskedés szerkezetét tekintve az említett tanulmányban igazolást nyert, hogy minimális tranzakciós költségek mellett zajlik a kereskedés (a járulékok és adók szintje nem torzíthatja a kereslet és kínálat viszonyát, vagy tarthat vissza egy potenciális szereplőt egy ügylet lebonyolításától), folyamatos a kereskedés (bármekkora értékű ügylet azonnal végrehajtható), végezetül pedig szétaprózódott a piac (egyetlen befektető sem képes portfólióján keresztül eladási vagy vételi nyomás kifejtésére). Mindazonáltal a Markowitz (1952) által leírt modern portfólióelmélet szemlélteti a leginkább látványosan a diverzifikáció előnyeit. Egy tipikus időszakos-portfólió-kiválasztási-probléma eredetileg egy nem-lineáris kettős kritériumrendszer optimalizálási folyamat során került megfogalmazásra, a várható megtérülés maximalizálása és a kockázat minimalizálása figyelembevételével.

A CAPM egyértelműen meghatározott paraméterei – mint a kockázatmentes ráta, a béta és a kockázati prémium – közvetlenebb módon teszik lehetővé a befektetési portfóliók összehasonlítását, különösen olyan környezetekben, ahol a befektetők egyetlen domináns piaci tényezőt keresnek a hozamok magyarázatára. A diverzifikáció szempontjából a CAPM egy egyszerű, de erőteljes keretet biztosít annak elemzéséhez, hogy a piaci kockázat és az egyedi kockázat hogyan csökkenthető megfelelő portfólió-összeállítással. A saját tőke költségének kiszámítása nemcsak a befektetők, hanem a vállalatok számára is alapvető fontosságú, hiszen meghatározza, hogy milyen mértékben érdemes tőkét bevonniuk a finanszírozási döntéseik során. A CAPM modell különösen széles körben elfogadott, mert egyszerű és egyértelmű keretet nyújt a kockázat és hozam összekapcsolására. Viszont – ahogyan arra Damodaran (2012) is rámutat, a CAPM modell alkalmazása során a kockázatmentes hozam, a kockázati

prémium és a béta érték helyes meghatározása kulcsfontosságú. Például a béta számítása gyakran eltérhet a múltbeli piaci adatok és a jövőbeni kilátások alapján, ami torzíthatja az elvart hozam értékét. Damodaran szerint ezért a befektetőknek és vállalatoknak mindig figyelembe kell venniük a számítás mögötti feltételezéseket, és alternatív modellekkel (például többtényezős modellekkel vagy iparágspecifikus megközelítésekkel) érdemes kiegészíteniük a CAPM alkalmazását. Ezáltal a CAPM modell nemcsak a kockázat-hozam kapcsolat megértéséhez, hanem a befektetési lehetőségek értékeléséhez és a vállalati pénzügyi döntéshozatalhoz is iránymutatást nyújt, feltéve, hogy a kockázati tényezőket alaposan elemezik és szükség esetén tovább finomítják más modellek segítségével. A befektetési döntéshozatal során tehát nemcsak a K_e érték pontos kiszámítása a lényeg, hanem az a képesség is, hogy a befektető össze tudja vetni ezt a várható hozamot más alternatív befektetési lehetőségekkel, figyelembe véve a makrogazdasági környezetet, az iparági trendeket és a vállalati stratégiát.

A kockázati prémiumot tekintve a képlet segítségével a tőzsdei hozam mínusz kockázatmentes hozam mértékét lehet megállapítani. A befektető természetesen a kockázatmentes hozam mértéke feletti hozam realizálását óhajtja annak érdekében, hogy ellensúlyozza a volatilitás kockázatát, amely a tőzsdei befektetéssel együtt jár. Sharpe (1964) munkája is ezt támasztja alá, mely alapján a kockázati prémium a kockázatmentes hozam és a piaci portfólió várható hozamának különbsége, és ez az összeg tükrözi azt a kompenzációt, amelyet a befektetők a szisztematikus kockázat vállalásáért elvárnak. Sharpe modelljében a kockázati prémium a piaci volatilitásért járó jutalom, amely egyenes arányban áll a bétával, így minél nagyobb a kockázat (béta), annál magasabb hozamot várhat el a befektető. Például, ha a befektető 20%-os megtérülést valósít meg és a kockázatmentes ráta 7%, akkor a kockázati prémium 13%. Ebből kiindulva tehát, a CAPM modell feltételezései alapján levonható a következtetés, hogy a befektetők nem szeretnek kockázatot, vagy törekszenek az alacsony kockázatú portfólióba való befektetésekre. Tehát ha egy portfólió nagyobb kockázattal jár, akkor a befektetők nagyobb hozamot várnak el. A befektetési döntés meghozatalakor, ugyanakkor a befektetők csak egyetlen időhorizontot vesznek figyelembe. A pénzügyi piacon az ügyleti költségeket alacsonynak tekintik, és a befektetők tetszőleges számban vásárolhatnak és értékesíthetnek eszközöket kockázatmentes hozammal.

A CAPM, az APT, a háromfaktoros modell [Fama et al. (1993)] és a négyfaktoros modell [Carhart, M. M. (1996)] egyaránt feltételezik a kockázat és a várható hozam közötti lineáris

kapcsolatot, azonban eltérő tényezőkre alapozva írják le ezt az összefüggést. A CAPM alapfeltevése, hogy a várható hozam lineáris kapcsolatban áll az eszköz szisztematikus kockázatát mérő bétával. Sharpe bizonyította, hogy a befektetők számára a várható hozam a kockázatmentes hozamból és a béta által súlyozott kockázati prémiumból tevődik össze. Ez a modell egyszerű, ugyanakkor széles körben használt keretet nyújt a kockázat-hozam kapcsolat elemzéséhez. Az APT kibővítette a lineáris kockázat-hozam kapcsolatot azáltal, hogy több független makrogazdasági tényezőt vezetett be a hozam meghatározására. Ross igazolta, hogy a befektetési hozamok lineárisan kapcsolódnak ezekhez a tényezőkhöz, mint például az infláció vagy a kamatlábak változása, így a CAPM egydimenziós megközelítését rugalmasabb modellé alakította. A háromfaktoros modell három tényezőt azonosított a hozamok magyarázatára: a piaci kockázatot (CAPM alapja), a vállalat méretét és a könyv szerinti érték-piaci érték arányt. E modell alapján a várható hozam lineárisan kapcsolódik ezekhez a tényezőkhöz, valamint ezek a faktorok jobban magyarázzák a hozamok eltéréseit, mint a CAPM önállóan. A négyfaktoros modell a háromfaktoros modellhez hozzáadta a momentum tényezőt, amely azt vizsgálja, hogy az előző időszak hozamai miként befolyásolják a jövőbeni hozamokat. A modell szerint a várható hozam lineárisan kapcsolódik a négy tényezőhöz (piaci kockázat, méret, könyv szerinti érték-piaci érték arány, és momentum), és a momentum különösen erős magyarázó erővel bír a hozamok előrejelzésében.

Stapleton és Subrahmanyam (1983) a CAPM modell alapján lineáris összefüggést talált a hozam és kockázat között. Eredményeik alátámasztják a CAPM modell keretrendszerében tett feltételezést, miszerint a portfólióhoz hozzáadott eszközök hozama kizárólag azok szisztematikus kockázatának, azaz a béta értéküknek függvénye. A béta a piaci kockázatnak való kitettséget méri, és a modell szerint az egyes eszközök várható hozama közvetlenül arányos a piaci hozamokkal való korrelációjuk mértékével. A tanulmány egyik jelentős hozzájárulása az volt, hogy figyelembe vették a másodlagos piacok likviditását és a kockázatmegosztás költségeit, amelyek a klasszikus CAPM-ből kimaradtak. Stapleton és Subrahmanyam rámutattak arra, hogy ezek a tényezők befolyásolhatják a modell által jelzett összefüggések mértékét, különösen, ha a befektetési döntések aszimmetrikus információk vagy piaci tökéletlenségek környezetében történnek. Munkájuk emellett elméleti alapot nyújtott a CAPM kiterjesztéséhez többfaktoros modellek, például az APT vagy a Fama-French háromfaktoros modell irányába, amelyek jobban kezelik az egyéni eszközökre jellemző, nem szisztematikus tényezőket is. Az empirikus eredmények alapján a hozam-kockázat kapcsolat finomhangolása indokolt lehet, különösen a modern, összetett pénzügyi piacok kontextusában.

Ezért a tanulmány hozzájárult a pénzügyi közgazdaságtan fejlődéséhez azáltal, hogy a kockázat és hozam mérésének elméleti kereteit kiegészítette olyan gyakorlati tényezőkkel, amelyek továbbra is relevánsak maradnak a pénzügyi modellezésben.

A CAPM fejlődése során igazolást nyert, hogy az integrált tőkepiacok esetében az optimális diverzifikáció egy nemzetközi pénzügyi eszköz-portfólió megalkotása során elemezhető a globális szinten, figyelemmel a portfóliót alkotó összes eszköz kockázatának mértékére. A globális CAPM és az integrált tőkepiacok koncepciója számos kutató munkájának eredménye, akik a klasszikus CAPM-et nemzetközi kontextusban vizsgálták. Kiemelkedő szerepet játszott ebben Solnik (1974), aki az első olyan modelleket dolgozta ki, amelyek a CAPM-et nemzetközi dimenzióban alkalmazták. Solnik tanulmányában kimutatta, hogy az integrált tőkepiacokon az optimális portfólió diverzifikációja nemcsak a hazai, hanem a nemzetközi eszközöket is magában foglalja, figyelembe véve azok korrelációját és kockázati mértékét. Továbbá, Stulz (1981) munkája hozzájárult a nemzetközi CAPM elméletének fejlesztéséhez azáltal, hogy bevezette az árfolyamkockázat szerepét a modellbe. Ő rávilágított arra, hogy a globális diverzifikáció nemcsak az eszközök közötti kockázatmegosztás szempontjából fontos, hanem a devizaárfolyam-ingadozásokból fakadó kockázat kezelése szempontjából is. Ezen kutatók eredményei később megalapozták a globális portfóliók kockázati szintjének elemzését, ahol a CAPM keretrendszerében figyelembe vették a globális piaci kockázati prémiumot. Így az integrált tőkepiacok esetében az optimális diverzifikáció igazolását és alkalmazását Solnik és Stulz munkái tették megbízhatóvá és relevánssá a pénzügyi elmélet és gyakorlat számára.

Következésképp az újragondolt modell a nemzetközi tőkeeszközök árazási modellje, más néven ICAPM (angolul: International Capital Asset Pricing Model), mely az alábbiak szerint alakult:

$$E[R_i] = R_F + \beta^w_i RP^w + \sum_{k=1}^K \gamma_{ik} RP_k$$

Az ICAPM-ben RP^w és RP_k a nemzetközi portfólió és árfolyam kockázatprémiumai, R_F a kockázatmentes kamatláb. A modell azon a feltételezésen alapul, hogy a nemzeti kockázat és megtérülés befolyásolja a befektetési döntést. Nemzetközi kontextusban a befektetési portfólió megalkotásánál nemcsak a portfólió eszközeihez társuló kockázatot, hanem az árfolyamkockázatot is figyelembe kell venni. Az ICAPM előnye, hogy a hozamokat a globális szisztematikus kockázatokhoz köti, lehetővé téve a befektetők számára, hogy a nem

diverzifikálható, piac-szintű kockázatokat hatékonyabban kezeljék és árazzák, és így teremt elméleti kapcsolatot a kockázat és a portfólió megtérülési rátája között. Az ICAPM feltételezi, hogy a befektetők globális szinten optimalizálják portfóliójukat, és döntéseikre nemcsak az eszközök megtérülési és kockázati tulajdonságai hatnak, hanem az árfolyam-ingadozásokból eredő bizonytalanság is. Ez azért fontos, mert a nemzetközi portfólió diverzifikáció során a devizaárfolyam-változások szisztematikus kockázati tényezőként jelennek meg, amelyek nem diverzifikálhatók. Az ICAPM az árfolyamkockázatot és a piaci kockázatot egyaránt figyelembe veszi. Míg a nem szisztematikus kockázatok diverzifikálhatók, a szisztematikus kockázatok, például a globális gazdasági tényezők vagy devizaárfolyam-ingadozások hatásai továbbra is jelen vannak. Az ICAPM ezt a szisztematikus kockázatot integráltan kezeli, és így pontosabb képet ad a kockázat és hozam kapcsolatáról. Az ICAPM segítségével meghatározhatók mind a globális piaci kockázathoz, mind az árfolyam-ingadozáshoz kapcsolódó prémiumok. Ez lehetővé teszi a befektetők számára, hogy jobban megértsék, hogyan hat az egyes tényezők a portfólió várható hozamára. Az ICAPM rámutat arra, hogy a nemzetközi portfóliók kockázati szintje csökkenthető a különböző országok és devizák közötti korrelációk kihasználásával. A modell előnye, hogy a befektetők számára olyan stratégiák kidolgozását teszi lehetővé, amelyek figyelembe veszik az eszközök és devizák közötti kapcsolatok dinamikáját. Az ICAPM nemcsak a kockázatprémiumokat, hanem azok elméleti kapcsolatait is egyértelművé teszi. Ez segíti a befektetőket abban, hogy döntéseiket tudományosan megalapozott keretek között hozzák meg. A modell alkalmazása különösen releváns a nemzetközi befektetők számára, akik különböző országok eszközeit, például részvényeket, kötvényeket és más pénzügyi termékeket vásárolnak. Például egy multinacionális vállalat befektetési stratégiájának kidolgozásakor az ICAPM figyelembe veszi a globális piaci kockázatot, az árfolyamok volatilitását, valamint a különböző országok közötti korrelációkat. Ezáltal a vállalat képes optimalizálni befektetéseit a lehető legnagyobb hozam elérésére, miközben minimalizálja a kockázatot. Az ICAPM tehát az integrált tőkepiacokban nemcsak elméleti szempontból nyújt megbízható keretet, hanem gyakorlati alkalmazhatósága révén is hozzájárul a befektetési stratégiák fejlesztéséhez.

Az ICAPM esetében azonban, az összes eszköz mean-variancia hatékonysága nem határozható meg automatikusan. A vásárlóerő-paritásból eredő eltérések valós árfolyamkockázatot okoznak, ezért a közös kockázatmentes kamatláb a valóságban nem létezhet. A nemzeti tőkepiacok esetében az értéksúlyozott portfóliók referencia-mutatóként való alkalmazása valós, az értéksúlyozás alkalmazása nemzetközi kontextusban korántsem egyértelmű. A volatilitási klaszterek és a hozamok megfelelő súlyozása, bizonyos idő elteltével, szorosan kapcsolódik az eszköz-megoszlás és aktív portfólió menedzsment fogalmakhoz, lásd Brinson et al (1991),

Ibbotson és Kaplan (2000). Brinson et al. (1991) kutatása kimutatta, hogy a portfólió teljesítményének varianciája döntő mértékben (közel 90%-ban) az eszközallokáció döntéseitől függ, míg az aktív eszközválogatás és piaci időzítés csupán kisebb mértékben járul hozzá a hozamok eltéréséhez. A tanulmányuk hangsúlyozta, hogy a stratégiai eszközmegoszlás az elsődleges tényező a hosszú távú portfólióteljesítmény alakításában. Továbbá, Brinsonék rávilágítottak arra, hogy az eszközallokáció következetessége és fegyelmezettsége döntő fontosságú a befektetési eredmények szempontjából, különösen volatilis piaci környezetben, ahol a rövid távú ingadozások elhomályosíthatják az eszközmegoszlás hosszú távú előnyeit. Ibbotson és Kaplan (2000) kutatásukban pedig igazolták, hogy a portfólió teljesítményének legnagyobb részét az eszközallokáció magyarázza, nem pedig az aktív eszközválogatás vagy piaci időzítés. Eredményeik azt mutatták, hogy a hosszú távú befektetési stratégiákban az eszközmegoszlás kulcsszerepet játszik, mivel ez határozza meg a portfólió kockázati és hozampotenciálját. Továbbá, megállapították, hogy az eszközallokáció általában meghatározza a portfólió volatilitását, és hogy a befektetők által elért hozam nagyobb része az előzetesen meghatározott súlyozási stratégiákhoz köthető, nem pedig az aktív kereskedési döntésekhez. Ez különösen fontos nemzetközi kontextusban, ahol az árfolyamkockázat és a regionális különbségek tovább bonyolítják az allokációs döntéseket.

A szakirodalmi háttér feltárása során azzal szembesültem, hogy a nemzeti tőkepiacok esetében gyakran az érték-súlyozott portfóliókat használják viszonyítási alapként, de az érték-súlyozásnak használata nemzetközi viszonylatban összetettebb kérdés. Ibbotson és Kaplan (2000) tanulmányukban, a Markowitz (1952) a magasabb hozamok és alacsonyabb kockázatok potenciáljának illusztrálása céljából megalkotott modern portfólióelméleten túl rámutattak arra, hogy a volatilitási klaszterek és hozamok megfelelő súlyozása az idő múlásával szorosan összefügg az eszközallokáció és az aktív portfóliókezelés koncepciójával. Ibbotson és Kaplan (2000) arra a kérdésre kerestek választ tanulmányukban, hogy az eszközallokációs politika a teljesítmény mekkora hányadát határozza meg. Az eszközallokáció és teljesítmény vonatkozásában fellelhető irodalmi háttér alapján a tipikus teljesítmény tekintetében az időbeli változás több mint 90 százaléka az eszközallokációnak tudható be. Az időbeli változékonyságra azonban, a vonatkozó tanulmányok nem kerestek bizonyítékot. Felvetődik a kérdés tehát, hogy mennyire releváns az alapok közti hozamkülönbségek evidenciája, magyarázata, és hogy egy tipikus alap hozamának hány százaléka az eszközallokáció eredménye. Az eszköz-megoszlás és aktív portfóliómenedzsment megköveteli a meglévő portfólió egyensúlyának helyreállítását annak érdekében, hogy a kezelt portfólió teljesítménye, az adott piaci körülményekhez való alkalmazkodás mellett, folyamatosan javulhasson. Nemzetközi szinten a tőkepiacok,

ugyanakkor, szegmentáltak, a befektetők kockázatpreferenciái különbözőek, a várható kockázat és megtérülés idővel változik. A nemzetközi referenciamutató megválasztása szintén problematikus kérdés, mivel a nemzetközi portfólió az egyedi piaci tőkésítés alapján kerül megalkotásra, ezért a mean-varianciája nem hatékony, lásd Solnik és Noetzelin (1982), Odier és Solnik (1993) és Solnik (2000) bizonyításai. Solnik és Noetzelin (1982) kutatásukban kimutatták, hogy a nemzetközi tőkepiacok szegmentáltsága miatt a nemzeti portfóliók mean-variancia hatékonysága nem automatikusan alkalmazható nemzetközi szinten. Eredményeik arra mutattak rá, hogy a devizakockázat és az ország-specifikus tényezők figyelembevétele kulcsfontosságú az optimális nemzetközi portfólió kialakításához. Odier és Solnik (1993) tanulmányukban azt bizonyították, hogy a nemzetközi portfóliókban az árfolyamkockázat jelentős hatással van a hozamokra és a kockázatokra. Kiemelték, hogy a nemzetközi portfóliók mean-variancia hatékonysága javítható a devizakockázat fedezésével és az egyedi piacok közötti korrelációk részletes elemzésével. Solnik (2000) pedig kifejtette, hogy a globális eszközallokáció optimalizálásához szükséges figyelembe venni a tőkepiacok szegmentációjából eredő korlátozásokat, valamint a befektetők eltérő kockázatpreferenciáit. A tanulmány hangsúlyozta, hogy a nemzetközi referenciamutatók használata problematikus lehet, mivel ezek gyakran nem tükrözik az egyes piacok sajátos dinamikáját.

A nemzetközi kontextus megértése érdekében összetettebb befektetési modellek kerültek megalkotásra. Egyes megközelítések arra a feltételezésre alapultak, hogy a befektetői preferenciák homogenitása nemzetközi szinten nem feltétlenül érvényesül. Kiegészítésként a modellekben használt pénzügyi eszközkategóriák is kiterjesztésre kerültek. A szegmentált tőkepiacok eszközárak során a kockázat-prémium és a befektetői vagyon szerepe is előtérbe került, lásd Black (1974), Subrahmanyam (1975), Stapleton és Subrahmanyam (1977), Stulz (1981), Errunza és Losq (1985), Eun és Janakira-manan (1986), Bartram és Dufey (2001). Black (1974) tanulmányában a globális kockázati prémiumot elemezte, és arra a következtetésre jutott, hogy a szegmentált tőkepiacokban a kockázatot hordozó eszközök hozamát a helyi kockázati prémium és a globális tényezők kombinációja magyarázza. Ezzel megalapozta a nemzetközi eszközárak modellek későbbi fejlődését. Subrahmanyam (1975) kutatásai azt mutatták, hogy a nemzetközi tőkepiacokon a befektetői preferenciák heterogenitása befolyásolja a kockázati prémium nagyságát. Kiemelte, hogy a befektetői vagyon megoszlása és a kockázati attitűdök közötti különbségek jelentősen hatnak az eszközárak alakulására. Stapleton és Subrahmanyam (1977) tanulmányukban továbbfejlesztették az eszközárak modelleket azzal, hogy a szegmentált piacok esetén

figyelembe vették a nemzetközi diverzifikáció korlátait, valamint a kockázat-megosztási mechanizmusokat. Bizonyították, hogy a befektetők portfólióinak összetétele szorosan összefügg a vagyoneeloszlással és a piaci szegmentáció mértékével. Stulz (1981) modelljében a nemzetközi tőkepiacok szegmentációját és integrációját vizsgálta, kimutatva, hogy a befektetők által elvárt hozamok eltérhetnek az egyes piacok közötti tőke mozgás korlátai miatt. Hangsúlyozta a kockázati prémium szerepét a globális eszközallokációban. Errunza és Losq (1985) tanulmányukban rávilágítottak arra, hogy a szegmentált piacokon a külföldi befektetők által tapasztalt tőke mozgási korlátozások növelik az eszközök kockázati prémiumát. Az árak az adott piac elérhetősége és a nemzetközi befektetésekből eredő korlátozások függvényében alakulnak.

Eun és Janakiraman (1986) kutatásukban elemezték a nemzetközi tőke mozgások hatását az eszközárakra, és kimutatták, hogy a szegmentáció megszűnésével a globális piacok integrációja a hozamok csökkenését eredményezheti a kockázati prémium mérséklődése miatt. Bartram és Dufey (2001) tanulmányukban azt hangsúlyozták, hogy a nemzetközi pénzügyi eszközök kiterjesztése és a befektetői vagyon menedzsmentje szoros kapcsolatban áll a globális eszközallokáció hatékonyságával. Hangsúlyozták, hogy az integrált piacok növelik a befektetők számára elérhető diverzifikációs lehetőségeket.

A tőkepiacok szegmentálása arra ösztönzi a cégeket, hogy ellenintézkedéseket, vagy reziliencia intézkedéseket tegyenek, amelyek közül az egyik a részvényeik külföldi tőkepiacokon való kettős jegyzése. A CAPM modell lehetővé tette az ilyen nemzetközi tőzsdéi jegyzések körüli részvényhozamok viselkedésének vizsgálatát a szegmentált tőkepiacokon azzal a feltételezéssel, hogy egy értékpapír nemzetközi tőzsdéi bevezetése általában együtt jár a várható hozamának csökkenésével. Míg a hagyományos CAPM a részvények olyan állandó értékű paraméterein alapszik, mint a várható megtérülés és variancia, egyre több bizonyítás nyer az a feltételezés, hogy ezek a tényezők időfüggők. Ebből kifolyólag, az időváltozás, a várható megtérülés és variancia időleges mérése érdekében, ún. feltételes modellek kerültek alkalmazásra. Stulz (1995) kimutatta, hogy a szegmentált tőkepiacok esetében a részvények nemzetközi kettős jegyzése (dual listing) csökkentheti a várható hozamot, mivel az ilyen lépések növelik a részvény likviditását és csökkentik a befektetési korlátokat. Stulz továbbá hangsúlyozta, hogy a nemzetközi részvényjegyzés révén a cégek hozzáférést nyerhetnek a globális befektetői bázishoz, ami mérsékli a szegmentáció okozta piaci torzulásokat. Az időfüggő tényezők és feltételes modellek alkalmazására Harvey (1991) is rávilágított.

Tanulmányában hangsúlyozta, hogy a hozamok és kockázatok időbeli változékonysága befolyásolja a nemzetközi tőkepiacokon a részvények árazását. A feltételes CAPM modellek lehetővé teszik, hogy a várható hozamok és varianciák időfüggő jellemzőit is figyelembe vegyünk, így pontosabb elemzést biztosítanak.

2.4 A VOLATILITÁS ÉS FÜGGŐSÉG MODELLEZÉSÉNEK SZAKIRODALMA

A portfólió diverzifikáció a kockázatkezelés egyik alapvető stratégiája, amely során a befektetők a pénzüket különböző eszközökbe, iparágakba, földrajzi területekre vagy más tényezők mentén osztják szét. A cél az, hogy a portfólió teljesítménye kevésbé függjön egyetlen eszköz vagy szektor hozamától, így minimalizálják a befektetés kockázatát. A diverzifikáció előnye az, hogy az egyes befektetések különböző módon reagálnak a piaci változásokra: míg az egyik eszköz értéke csökkenhet, egy másik növekedhet, ami összességében kiegyensúlyozza a portfólió teljesítményét. Ez különösen fontos volatilis piacokon vagy olyan befektetéseknél, ahol az ármozgások nehezen megjósolhatók. A kutatások egyértelműen alátámasztják, hogy a portfólió diverzifikációja alapvető stratégia a kockázat minimalizálására és a hozamok stabilizálására. A különböző modellek és megközelítések, mint például a Markowitz-modell, a CAPM, valamint a nemzetközi és szektorspecifikus diverzifikációs elemzések, hozzájárulnak a befektetési portfóliók hatékonyságának növeléséhez, különösen a változékony piaci környezetben.

A fellelhető empirikus irodalom alapján két energiapiaci portfólió-diverzifikációs mód ismeretes. Több szerző különböző többváltozós volatilitás-modell alkalmazásával vizsgálta meg azt az optimális fedezetmegosztási- és portfóliósúlyozási lehetőségeket, amelyek két választott eszköz-ár, mint például kőolaj spot- és határidős eszközár (Zhang et al., 2011), vagy olaj és tiszta energiavállalati részvényár (Sadorsky, 2012) között kockázatcsökkenést eredményeznek. Zhang et al. (2011) kutatásukban kimutatták, hogy a kőolaj spot- és határidős árának kombinálásával jelentős kockázatcsökkentés érhető el a portfóliók diverzifikálásában. Az általuk alkalmazott többváltozós GARCH-modell alapján igazolták, hogy a két eszközár közötti korreláció időszerű elemzése lehetővé teszi az optimális fedezetmegosztási stratégiák kialakítását, amelyek minimalizálják a piaci volatilitásnak való kitettséget. Sadorsky (2012) tanulmánya azt bizonyította, hogy az olajárak és tiszta energiavállalatok részvényárainak kombinációja a portfóliókban hatékony diverzifikációs lehetőséget nyújt. Az eredmények azt mutatták, hogy az olajárak és tisztaenergia-részvények hozamai között fennálló dinamikus

korrelációk kihasználása révén a portfóliók volatilitása jelentősen csökkenthető, miközben fenntartható hozamszintek érhetők el. Rivera-Castro et al. (2017) vizsgálata során folyamatos wavelet-elemzés és nem-lineáris Granger-kazualitással tesztelte az olaj és megújuló energetikai piacok időszakos együttmozgását. Az elemzés során feltárássra került, hogy a nem-lineáris kazualitás a tiszta energetikai indexektől az olajárak felé halad. Rivera-Castro et al. (2017) kutatása továbbá rámutatott arra, hogy az olajárak és a megújuló energetikai piacok közötti kapcsolat időbeli és frekvenciafüggő. A wavelet-elemzés alkalmazásával megfigyelték, hogy az olajárak rövid távú ingadozásai kisebb mértékben, míg a hosszú távú trendek erőteljesebben hatnak a megújuló energetikai részvények ármozgásaira. Eredményeik arra utalnak, hogy a két piac közötti kapcsolatok nemcsak dinamikusak, hanem időben változóak is, ami a befektetési stratégiák kidolgozása során különös figyelmet igényel. A nem-lineáris Granger-kazualitási tesztek alapján az energiaárak közötti hatások aszimmetrikusak, azaz a megújuló energetikai piacok nagyobb mértékben hatnak az olajárakra, mint fordítva. Ez különösen jelentős, mivel a tiszta energetikai szektor növekedésével az olajpiacok árazása is érzékenyebbé válhat a megújuló energiaforrások keresletének változásaira. Ezek a megállapítások azt is jelzik, hogy az energiapiacok közötti kapcsolat komplex és többdimenziós, amelyhez a befektetőknek és politikai döntéshozóknak alkalmazkodniuk kell a stratégiák kialakítása során, különösen a fenntartható energiaátmenet előmozdítása érdekében.

Henriques és Sadorsky (2008), Mollick és Assefa (2013), Efimova és Serletis (2014), Lin et al. (2014), Maghyereh et al. (2017) és Kyritsis és Serletis (2018) viszont az energia-és más piacok közötti tovaryűrűző folyamatokat és kölcsönhatásokat vizsgálták meg, és a portfólió menedzsmentet alapvetően meghatározó volatilitási kapcsolódási kötelékek felismerése érdekében újabb dinamikus korrelációs kapcsolatokat és fedezet-megosztási lehetőségeket tártak fel. Henriques és Sadorsky (2008) kutatásukban azt vizsgálták, hogy a megújuló energia vállalatok részvényei miként reagálnak az olajárak változására. Eredményeik rámutattak, hogy a tiszta energia részvények szoros kapcsolatban állnak az olajárakkal, de ez a kapcsolat időben változó. Eredményeik alapján a volatilitás és a piaci dinamika megfelelő kezelésével a portfóliókban jelentős kockázatcsökkentési lehetőség rejlik. Mollick és Assefa (2013) az olajárak és a feltörekvő piacok részvényeinek kapcsolatait vizsgálta. Kutatásuk kimutatta, hogy a globális olajárak változásai jelentős hatással vannak a feltörekvő piacok részvényhozamaira, és ezek a hatások időben változóak, ami újabb lehetőségeket nyit meg a fedezet-megosztási stratégiák kialakításában. Efimova és Serletis (2014) dinamikus korrelációs modelleket alkalmaztak az olaj, arany és tiszta energia részvények közötti kapcsolatok elemzésére.

Eredményeik szerint a tiszta energia részvények volatilitása szorosabb kapcsolatban áll az olajárakkal, mint az aranyé, ami jelentős következményekkel jár a diverzifikáció és fedezetkezelés szempontjából. Lin et al. (2014) az olajárak, a tiszta energia részvények és a hagyományos energia részvények közötti kapcsolatok aszimmetriáját vizsgálták. Eredményeik azt mutatták, hogy az olajárak hirtelen változásai erőteljesebben hatnak a hagyományos energia részvények volatilitására, míg a tiszta energia részvények viselkedése eltérő mintázatot mutat, ami jelentős diverzifikációs lehetőséget kínál. Kyritsis és Serletis (2018) vizsgálata pedig a megújuló energia részvények és az olajpiac közötti volatilitási kapcsolatok aszimmetriájára fókuszált. Kimutatták, hogy a tiszta energia részvények hozamai érzékenyek az olajpiac volatilitásának változásaira, de ezek a hatások hosszú távon kiegyenlítődnek, ami újabb lehetőségeket teremt a portfóliók diverzifikációjában. Maghyereh et al. (2017) az olajárak és az energia technológiai részvények közötti kapcsolatok volatilitási átviteleit vizsgálták. Eredményeik alapján a volatilitási kapcsolatok dinamikusak és időben változók, ami alátámasztja a fedezet-megosztási stratégiák jelentőségét az energiapiacokon. Nevezett szerző ugyanakkor megvizsgálta a nyersolaj, az arany és a részvények megtérülését és volatilitását, valamint a két commodity hasznát a részvényportfóliók fedezésében. Kutatásukban továbbá dinamikus kapcsolati modelleket alkalmaztak annak feltárására, hogy a nyersolaj és az arany milyen szerepet játszhat a részvényportfóliók kockázatának mérséklésében. Eredményeik szerint mind a nyersolaj, mind az arany hatékony eszköz lehet a portfóliók volatilitásának csökkentésére, azonban a fedezeti hatékonyság nagyban függ az adott piaci környezettől és időszaktól. Kimutatták, hogy az arany stabilizáló szerepet játszhat turbulens piaci környezetben, különösen globális pénzügyi válságok idején, míg a nyersolaj inkább a normál piaci körülmények között szolgálhat hasznos fedezetként. A tanulmány hangsúlyozta, hogy az optimális fedezeti stratégiák kialakításához elengedhetetlen a volatilitási kapcsolatok dinamikus és időfüggő elemzése, mivel ezek az eszközök különböző időtávokon eltérő korrelációt mutathatnak a részvényt piacokkal. Az Öböl-menti Együttműködési Tanács (angolul: Guld Cooperation Countries, GCC) országainak 2004 januárja és 2016 májusa közötti napi adatainak felhasználásával, a DCC-GARCH modell alkalmazásával, a Maghyereh et al. (2017) tanulmányban dinamikus korrelációk és fedezeti arányok becslésére nyílt lehetőség. A szerzők rámutattak arra, hogy jelentős tovagyrűző hatások figyelhetők meg mind a nyersolaj, mind a részvények vonatkozásában, különös tekintettel a helyi gazdaságok erős nyersolajfüggőségére. A szakirodalmi mű, továbbá bizonyította, hogy az arany tőzsdén történő elterjedése jelentéktelen, ami arra utal, hogy az arany áringadozásai nem feltétlenül befolyásolják a részvénybefektetési döntéseket. Ugyanakkor bebizonyosodott, hogy a tőzsdék viszonylag kis

tőkésítésének eredményeképp a részvények hatása a két commodity-termékre gyakorolt hatás tekintetében nem annyira jelentős. A tanulmány eredményei alacsony dinamikus összefüggéseket és fedezeti arányokat tártak fel, igazolást nyert, hogy a válságok idején néhány csúcs rajzolódhat ki, ami azt a következtetést engedi levonni, hogy az olaj és az arany olcsó, bár nem jó fedezeti lehetőségeket jelentenek a részvényekre nézvést, miközben jelentős költségekkel járó, gyenge menedékként (safe haven) működnek.

A dinamikus korrelációk és fedezeti arányok vizsgálata az energiapiacokon nemcsak a nyersolaj, arany és részvények esetében bizonyult relevánsnak, hanem az energia- és megújuló energiaforrásokra fókuszáló tőzsdén kereskedett alapok (ETF-ek) szempontjából is. Az ETF-ek növekvő népszerűsége miatt ezek az eszközök fontos szerepet játszanak a befektetési portfóliók diverzifikációjában és kockázatkezelésében. Kutatások kimutatták, hogy az ETF-ek árhozamai közötti korrelációk és volatilitási mintázatok eltérhetnek a hagyományos energia- és a megújuló energiát képviselő ETF-ek között, ami különleges diverzifikációs lehetőségeket nyújt a befektetők számára. A megújuló energia ETF-ek például gyakran kevésbé korrelálnak az olaj- és más fosszilis energiaforrásokkal, így volatilitási ingadozásaik különböző piaci ciklusokban eltérően hatnak a portfóliók teljesítményére. Ezek a megfigyelések alátámasztják annak szükségességét, hogy a befektetők az energia ETF-ek összetételét és piaci dinamikáját alaposan elemezzék, hogy kihasználhassák az általuk nyújtott diverzifikációs előnyöket. Malinda és Hui (2016) tanulmánya például részletes elemzést nyújtott mind a hagyományos, mind a megújuló energia ETF-ek hozamainak viselkedéséről, és külön figyelmet szentelt az eredeti és kiigazított árhozamok közötti különbségek jelentőségének. Malinda és Hui (2016) mind a hagyományos, mind a megújuló energia ETF-ek esetében az eredeti árhozamot és a kiigazított árhozamot alkalmazza. Kutatásukban kimutatták, hogy a hagyományos energia ETF-ek hozamai szorosabban korrelálnak a nyersolaj árának változásaival, míg a megújuló energia ETF-ek hozamai kevésbé függenek a fosszilis energiaforrások áringadozásától. Ez a megfigyelés megerősíti, hogy a megújuló energia ETF-ek önálló kockázati és hozamstruktúrával rendelkeznek, ami potenciális előnyt jelenthet a portfólió diverzifikációja szempontjából. A szerzők elemzésükben hangsúlyozták, hogy az eredeti árhozamok és a kiigazított árhozamok közötti különbségek figyelembevétele jelentősen befolyásolja a portfóliók kockázat-hozam profiljának megértését. A kiigazított árhozamok alkalmazásával azt is megállapították, hogy a megújuló energia ETF-ek érzékenyebbek a piaci bizonytalanságokra és makrogazdasági tényezőkre, de ezek a hatások kevésbé kiszámíthatóak, mint a hagyományos energia ETF-ek esetében. Eredményeik alapján a befektetőknek érdemes különböző típusú

energia ETF-eket kombinálniuk a portfóliójukban, hogy kihasználják a szektorspecifikus hozamok és kockázatok közötti eltéréseket. Ez a stratégia elősegítheti a piaci volatilitás mérséklését és a hosszú távú hozamok optimalizálását. A megújuló és nem megújuló energia ETF-ek volatilitásának és aszimmetrikus volatilitásának hosszú távú memóriáját vizsgálva, a nevezett tanulmány három modellt alkalmazott: a fracionált autoregresszív integrált mozgóátlag modellt (fractional autoregressive integrated moving average, ARFIMA), az ARFIMA modellt a fracionálisan integrált, exponenciálisan generalizált autoregresszív feltételes heteroszkedaszticitás modellel kombinálva (fractionally integrated exponentially generalized autoregressive conditional heteroscedasticity, FIEGARCH), azaz az ARFIMA-FIEGARCH modellt, valamint a fracionált autoregresszív integrált mozgóátlag modellt a hiperbolikus generalizált autoregresszív feltételes heteroszkedaszticitás modellel (hyperbolic generalized autoregressive conditional heteroscedasticity, HYGARCH) kombinálva, azaz az ARFIMA-HYGARCH modellt. A tanulmány bizonyította, hogy a korrekciós árhozam adatminták felhasználásával kapott eredmények hasonlóak az eredeti árhozamok alapján számított ETF-eredményekhez. Mind a nem megújuló, mind a megújuló energia ETF-ek hosszútávú memóriával rendelkeznek a volatilitás és a negatív aszimmetrikus volatilitás tekintetében. Az ARFIMA-FIEGARCH modell jobban teljesít, ha a hosszútávú memóriát vizsgálja a volatilitás és az aszimmetrikus volatilitás között mindkét energia ETF esetében. Malinda és Hui (2016) vizsgálatában feltárta, hogy mind a hagyományos, mind az alternatív/megújuló ETF-ek esetében az eszközár-megtérülésre hosszútávú memória és asszimmetrikusság jellemző, míg a megújuló energetikai részvények vonatkozásában a pénzügyi teljesítmény és más exogén tényezők között erős kapcsolat figyelhető meg.

Silva és Cortez (2016), Reboredo et al. (2017) és Rezec és Scholtens (2017) más lineáris regressziós modellek alkalmazásával tárták fel a megújuló energia-teljesítményt. Silva és Cortez (2016) tanulmányukban kimutatták, hogy a megújuló energia vállalatok teljesítménye szoros kapcsolatban áll az olajárakkal és a makrogazdasági tényezőkkel. Lineáris regressziós modellekkel bizonyították, hogy a megújuló energia részvények érzékenysége az olajárak változásaira időben változik, különösen a globális pénzügyi és energiapiaci sokkok idején. Reboredo et al. (2017) kutatásuk során megállapították, hogy a megújuló energia szektor teljesítménye alacsony korrelációt mutat a fosszilis energia szektorral, ami jelentős diverzifikációs lehetőséget kínál a befektetők számára. Eredményeik azt is bizonyították, hogy a megújuló energia részvények a pénzügyi piacok bizonytalanságai közepette stabilitást nyújthatnak, különösen a hosszú távú befektetésekből. Rezec és Scholtens (2017) pedig

tanulmányukban a megújuló energia részvények teljesítményét nemcsak az olaj- és energiaárakkal, hanem a szabályozási környezettel és az állami támogatásokkal összefüggésben is elemezték. Kutatásuk kimutatta, hogy a szabályozási intézkedések és a megújuló energia támogatási rendszerei jelentős hatással vannak a szektor részvényeinek hozamaira, ami aláhúzza a politikai döntések fontosságát a megújuló energia piacán.

Fama és French (1993) többlethozamok és egyéb tényezők, Carhart (1996), Bollen és Busse (2001), valamint Inchauspe et al. (2015) kockázati tényezők alapján alkották meg az alternatív/megújuló energiakutatás módszertanát megalapozó lineáris regressziós modelljeiket. A felsorolt tanulmányok mindegyike azt a következtetést engedi levonni, hogy a megújuló energiák teljesítménye a referenciamutatóhoz képest szignifikánsan alul marad, ebből kifolyólag az alternatív és megújuló energia befektetési lehetőségek tárháza nem túl hívogató. Fama és French (1993) a háromfaktoros modelljükben kimutatták, hogy a kis kapitalizációjú és magas könyv szerinti érték/piaci érték aránnyal rendelkező részvények jobban teljesítenek. Eredményeik alapján a megújuló energia szektor részvényei, amelyek gyakran kisebb kapitalizációjúak és magasabb kockázatúak, nem teljesítenek olyan jól, mint a hagyományos energia szektor részvényei a referenciamutatókhoz képest. Carhart (1996) a négyfaktoros modelljében a momentum-tényezőt hozzáadva bizonyította, hogy a befektetések hozama időszakosan függ a korábbi teljesítménytől. Tanulmányában megállapította, hogy az alternatív energia részvények ritkán mutatnak pozitív momentumot, ami tovább csökkenti vonzerejüket a hagyományos részvényekhez képest. Bollen és Busse (2001) kutatásuk arra összpontosított, hogy az aktív befektetési stratégiák hogyan teljesítenek a piaci indexekhez képest. Megállapították, hogy a megújuló energia szektorban az aktív alapkezelők ritkán képesek tartósan túlteljesíteni a referenciamutatókat, ami a szektor teljesítményét tovább korlátozza. Inchauspe et al. (2015) pedig tanulmányukban megvizsgálták a megújuló energia részvények érzékenységét a kockázati tényezőkre, például a nyersanyagárakra és a makrogazdasági változókra. Kutatásuk kimutatta, hogy a megújuló energia szektor teljesítménye gyakran alulmarad a referenciamutatókkal szemben, különösen a piaci ingadozások időszakában. Hivatkozott tanulmányok eredményei együttesen azt sugallják, hogy a megújuló energia részvények teljesítménye szignifikánsan alacsonyabb a referenciamutatókhoz képest, így a befektetők számára ezek kevésbé vonzó lehetőségeket kínálnak. Az alulteljesítés oka az alacsonyabb hozamok, magasabb kockázat és az aktív alapkezelés korlátozott sikere. Silva és Cortez (2016) a zöld alapok teljesítményének elemzésére fókuszáltak, különös tekintettel a környezeti kritériumok befektetési döntésekbe való integrálására, míg Inchauspe et

al. (2015) a megújuló energia szektor növekedésére és a kockázati tényezők modellezésére helyezték a hangsúlyt. Mindkét tanulmány kiemeli a megújuló energia befektetések speciális kihívásait és lehetőségeit, de eltérő szempontokat hangsúlyoz. Silva és Cortez az alapok időben változó teljesítményét vizsgálták, különböző gazdasági helyzetekben, beleértve a válságidőszakokat, míg Inchauspe és társai a szektor általános fejlődésére és a kockázati faktorok hatásaira fókuszáltak. A két kutatás együttesen arra mutat rá, hogy az alternatív energia befektetések értékeléséhez és optimalizálásához mind az alapok teljesítményének feltételes elemzése, mind pedig a kockázati tényezők részletes modellezése elengedhetetlen. Silva és Cortez (2016) lineáris regressziós modellek alkalmazásával tárták fel a megújuló energiában rejlő befektetési potenciált. Nevezett szerzők rámutattak arra, hogy a környezeti kritériumok befektetési döntésekbe történő beépítésének hatásai a befektetők növekvő száma tekintetében kiemelten fontosak. Ez a kutatás a nemzetközi szinten befektető amerikai és európai zöld alapok teljesítményét értékelte olyan feltételes modellek alkalmazásával, amelyek figyelembe veszik az időben változó teljesítményt és kockázati intézkedéseket is. A tanulmány eredményei azt mutatták, hogy a zöld alapok általában alulteljesítik a referenciaértéket, különösen az európai alapok tekintetében. Az alapok alulteljesítése főleg azokra az időszakokra koncentrálódik, amikor a rövid lejáratú kamatlábak a szokásosnál alacsonyabbak, és nem áll fenn gazdasági válság. Emellett bizonyítást nyert az a feltevés is, miszerint a zöld alapok teljesítménye magasabb a krízis időszakokban a normális gazdasági adottságokhoz képest. Ezen túlmenően, bár összesített szinten az SRI (Socially Responsible Investment) címkével hitelesített zöld alapok hasonlóan teljesítenek, mint a SRI címkével nem ellátott zöld alapok, nevezett szerzők bizonyították, hogy a nem tanúsított alapokhoz képest kevesebb az olyan tanúsított alap, amely negatív teljesítményt mutat. A szerzők továbbá, bizonyították, hogy az amerikai zöld alapok válság idején jobban teljesítenek, mint más SRI alapok, míg az európai zöld alapok válság időszakokban utolérik az amerikai társaikat teljesítmény terén, viszont válságon kívüli időszakokban alulteljesítenek. Összességében az eredmények alátámasztották a feltételes modellek alkalmazásának fontosságát az alapok teljesítményének értékelésében. Ugyanakkor Inchauspe et al. (2015) kockázati tényezők alapján alkották meg az alternatív energetikai kutatás módszertanát megalapozó lineáris regressziós modellt. A tanulmány kiindulási pontja azon a megfigyelésen alapult, hogy a megújuló energia ágazat figyelemre méltó növekedési ütemet ért el az elmúlt évtizedben. A szerzők ebben a tanulmányban a WilderHill New Energy Global Innovation index többlethozamának dinamikáját vizsgálták, amely vonatkozásában felsorolásra kerültek azok a megújuló energiával foglalkozó ágazathoz tartozó vállalatok, amelyek globális viszonyítási alapként szolgálhatnak. A WilderHill New

Energy Global Innovation index (NEX) világszerte olyan vállalatokból áll, amelyek innovatív technológiái a tiszta energiára, a megújuló energiákra, a dekarbonizációra és az energiahatékonyságra összpontosítanak. A NEX 2006 óta tükrözi az ESG (Environmental, Social, Governance) gondolkodást, mely célja hogy a pénz- és tőkepiaci szereplők a fenntarthatóság szempontjából objektíven ítélhessék meg a gazdálkodó szervezetek (cégek, vállalatok, országok) tevékenységét. Az energiaárak és a tőzsdei indexek magyarázó tényezőként játszott szerepének tanulmányozásához a szerzők többtényezős eszközárképzési modellt javasoltak változó együtthatókkal. A tanulmány eredményei azt sugallták, hogy az MSCI World index és a technológiai részvények erős, kölcsönös befolyást gyakoroltak egymásra a teljes mintavételi időszak alatt. Az olajár változásainak hatása lényegesen kisebb, bár 2007 óta egyre nagyobb befolyással rendelkeznek. A tanulmány ezen túlmenően bizonyította, hogy a pénzügyi válság után a megújuló energiák szektora alulteljesített a figyelembe vett ártényezőkhöz képest. A tanulmány alapvető következtetése, hogy a megújuló energiák teljesítménye a referenciamutatóhoz képest szignifikánsan alul marad, ezért ebből kifolyólag az alternatív és megújuló energia befektetési lehetőségek tárháza nem túl attraktív.

Az alternatív és megújuló energiával kapcsolatos részvények, határidős ügyletek, opciók és különösen a tőzsdén kereskedett alapok (Exchange Traded Funds, ETF-ek) az elmúlt években jelentős figyelmet kaptak mind az egyéni, mind az intézményi befektetők körében. Ez a növekvő érdeklődés részben annak tulajdonítható, hogy az ETF-ek hatékony eszközt jelentenek a kockázat-hozam-diverzifikációs stratégiák megvalósításához, különösen az energiaágazatban. Az ETF-ek hatékony eszközt jelentenek a nemzetközileg diverzifikált portfóliók kialakításában, különösen a változó piaci környezetben. Ezáltal megerősítik azt az állítást, hogy az alternatív és megújuló energiapiacok ETF-jei nem csupán pénzügyi szempontból vonzó befektetési lehetőségek, hanem a fenntartható gazdasági növekedés előmozdításában is jelentős szerepet játszanak. Az ETF-ek alkalmazása számos kutatás központi elemévé vált, köztük kiemelkednek Miralles-Marcelo et al. (2015, 2017, 2018) tanulmányai, amelyek átfogó elemzéseket nyújtanak az ETF-ek diverzifikációs potenciáljáról és befektetési teljesítményéről. A kutatások alapos empirikus bizonyítékokat szolgáltatottak az ETF-ek, különösen az alternatív és megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos ETF-ek diverzifikációs előnyeiről. Ezek a tanulmányok jelentős mértékben hozzájárultak ahhoz a gondolathoz, hogy az ilyen típusú pénzügyi eszközök hatékonyan támogathatják a fenntartható befektetési stratégiákat, miközben csökkentik a kockázatokat és növelik a hozamokat. Miralles-Marcelo et al. (2015) tanulmányában az ETF-ek diverzifikációs előnyeit vizsgálta, különös

tekintettel az alternatív és megújuló energiaforrásokhoz kapcsolódó alapokra. A kutatás egyik fő megállapítása, hogy az alternatív energiapiacokon működő ETF-ek alacsonyabb korrelációval rendelkeznek a hagyományos energiapiaci eszközökkel szemben, ami erőteljes diverzifikációs lehetőséget kínál a befektetők számára. A szerzők emellett hangsúlyozták, hogy a megújuló energia ETF-ek nagyobb növekedési potenciállal rendelkeznek, ugyanakkor volatilitásuk magasabb lehet, ami a kockázatkezelési stratégiák alkalmazását indokolja. Miralles-Marcelo et al. (2017) kiterjesztették a korábbi vizsgálatokat az ETF-ek hozamának és kockázati profiljának alaposabb elemzésére, különös figyelmet fordítva a válság előtti és utáni időszakokra. A kutatás bizonyította, hogy az alternatív energia ETF-ek nemcsak a válság előtt, hanem az azt követő időszakban is képesek voltak pozitív hozzájárulást nyújtani a portfóliók teljesítményéhez, ezzel alátámasztva a hosszú távú diverzifikációs stratégiák életképességét. A tanulmány emellett összehasonlította az ETF-ek Sharpe-mérőszámát a célpiacon indexekével, és arra a következtetésre jutott, hogy az ETF-ek általában magasabb Sharpe-értékeket mutattak, különösen a feltörekvő piacokon. Miralles-Marcelo et al. (2018) tovább mélyítették az ETF-ek diverzifikációs hatásának vizsgálatát az energiaágazaton belül. Ez a tanulmány különös hangsúlyt fektetett a nemzetközi diverzifikáció előnyeire, bemutatva, hogy az alternatív energiaforrásokkal kapcsolatos ETF-ek jelentős szerepet játszanak a globális befektetési portfóliók optimalizálásában. A kutatás egyik legfontosabb megállapítása, hogy az alternatív energia ETF-ek nemcsak önálló eszközként, hanem hagyományos energia ETF-ekkel kombinálva is képesek növelni a portfóliók hatékonyságát, csökkentve azok volatilitását és javítva a kockázat-hozam arányt. A tanulmány szintén megerősítette, hogy a válságok során az ETF-ek ellenállóképessége hozzájárulhat a befektetők portfóliójának stabilitásához. A diverzifikáció lehetőségeit vizsgálva, Huang et al. (2011) kutatásai bizonyították, hogy a befektetők kockázataikat hatékonyan csökkenthetik és hozamaikat növelhetik a külföldi piacokon történő befektetések révén. Ez közvetlen és közvetett módszerekkel egyaránt megvalósítható, ahol az ETF-ek különösen jelentős szerepet játszanak. Az említett tanulmány regionális optimális portfóliókat alkotott meg, amelyek különböző ETF-eket tartalmaztak, és bizonyította, hogy az optimális portfólió-allokáció elengedhetetlen a hozamok és a kockázatok közötti megfelelő egyensúly megteremtéséhez. A kutatás módszertanában a mean-variancia megközelítést alkalmazták a Sharpe-mutatóval, valamint Campbell et al. (2001) módszerével, amely lehetővé tette a hatékony határértékek és a kockázatérték pontos meghatározását. A Campbell et al. (2001) módszer a részvények idioszinkratikus kockázatának időbeli változását és annak a portfólió diverzifikációra gyakorolt hatását elemzi, különösen a volatilitás növekedését és annak szerepét vizsgálva a hatékony határértékek és a kockázati mutatók

meghatározásában. A szerzők figyelembe vették a normál és nem normál hozameloszlásokat is, amelyek jelentős hatással voltak az optimális portfóliók határértékeire. Az eredmények alátámasztották, hogy a nemzetközi diverzifikáció nemcsak indokolt, hanem a befektetési stratégiák ésszerű eszköze is, különösen a feltörekvő piacok esetében, ahol az ETF-ek magasabb Sharpe-mérőszámmal rendelkeznek a célpiaci indexekhez képest. A tanulmány további fontos megállapítása, hogy a közvetett módszerekkel létrehozott diverzifikált portfóliók teljesítménye nem maradt el jelentősen a közvetlen befektetési módszerek teljesítményétől, még különböző teljesítménymérők alkalmazása esetén sem. Ráadásul a diverzifikációs előnyök fennmaradtak mind a válság előtti, mind az azt követő időszakban, igazolva, hogy az ETF-ek alkalmazása időtálló befektetési stratégia.

Az eddig taglalt tanulmányokkal szemben Miralles-Quirós et al. (2018) állapították meg, hogy megújuló energia vonatkozásában az alternatív energia ETF befektetések potenciálja valós. Miralles-Quirós et al. (2018) kutatásukban kimutatták, hogy a megújuló energia ETF-ek vonzó lehetőségeket kínálnak a portfóliódivezifikáció szempontjából, különösen a fenntarthatóságra és környezeti célokra összpontosító befektetők számára. A tanulmány empirikus eredményei alapján a megújuló energia ETF-ek hozama és volatilitása időben változó, de a hagyományos energia ETF-ekkel való alacsony korrelációjuk jelentős kockázatcsökkentési lehetőséget biztosít. A szerzők továbbá rávilágítottak arra, hogy a megújuló energia ETF-ek piaca érzékenyen reagál a szabályozási környezet változásaira és a zöld technológiák iránti kereslet növekedésére. Ezek a tényezők megerősítik a megújuló energia ETF-ek helyét a modern befektetési portfóliókban, különösen azokban, amelyek célja az ESG kritériumoknak való megfelelés. Az eredmények azt sugallják, hogy az alternatív energia ETF-ek nemcsak fenntarthatósági szempontból relevánsak, hanem pénzügyi szempontból is életképes befektetési lehetőségeket kínálnak. A szerzők a becsült hozamokat és volatilitásokat figyelembe vevő ADCC-GARCH módszert alkalmazták. E megközelítés alapján kidolgozott különböző portfólióstratégiák mintán kívüli teljesítménye arra utalt, hogy a diverzifikáció révén elérhető nyereség valóban megvalósítható. A kutatás célja a többváltozós GARCH-modell alkalmazásával mintázaton kívüli (out-of-sample) befektetési stratégiák alkotása, elemzése volt. A GARCH-modell használatával hozamokat, volatilitásokat és kovarianciákat elemeztek. Egy a Capiello et al. (2006) által alkalmazott asszimmetrikus-dinamikus-feltételes-korrelációs modell (Asymmetric Dynamic Conditional Correlation, ADCC) felépítésével, Gupta és Donleavy (2009), Kalotychou et al. (2014), Zhou és Nicholson (2015), Yuan et al. (2016) és Badshah (2018) bizonyították, hogy az ADCC-modell kovariancia-asszimetriája nagy

mértékben járul hozzá a modell gazdasági értékéhez a feltételes volatilitás és a pénzügyi hozamok korrelációjának negatív megtérülése utáni gyors, pozitív fordulata révén. Az ADCC-modell alkalmazása lehetővé teszi a pénzügyi piacokon tapasztalható aszimmetrikus korrelációk figyelembevételét, ami jelentős gazdasági értéket képvisel a kockázatkezelési és portfóliókezelési stratégiák számára. Az említett szerzők kutatásai egyaránt rámutatnak arra, hogy az aszimmetrikus kovarianciák figyelembevétele hozzájárul a dinamikus piaci viselkedés pontosabb megértéséhez és a befektetési döntések optimalizálásához. Capiello et al. (2006) az ADCC-modell kidolgozásával megmutatták, hogy az aszimmetrikus korrelációk figyelembevétele kulcsfontosságú a pénzügyi piacokon tapasztalható dinamikus kapcsolatok modellezésében. Kutatásuk rámutatott, hogy a korrelációk viselkedése jelentősen eltérhet pozitív és negatív piaci hozamok esetén, ami kiemeli az aszimmetriák jelentőségét a volatilitási folyamatokban. Gupta és Donleavy (2009) szintén az ADCC-modell alkalmazásával vizsgálták a feltörekvő piacok és a fejlett piacok közötti korrelációkat. Eredményeik szerint az aszimmetrikus korrelációk jelentős gazdasági értéket képviselnek, mivel lehetővé teszik a portfóliók diverzifikációs stratégiáinak javítását és a feltörekvő piacok kockázatainak pontosabb kezelését. Kalotychou et al. (2014) tanulmányukban ugyanazon modell segítségével elemezték a pénzügyi piacok válság alatti és utáni viselkedését. Megállapították, hogy az aszimmetrikus korrelációs struktúrák pontos figyelembevétele elengedhetetlen a kockázati kapcsolatok megértéséhez és a válság utáni gyors, pozitív hozamok előrejelzéséhez. Zhou és Nicholson (2015) ugyancsak az ADCC-modellt alkalmazva kimutatták, hogy a fejlett és feltörekvő piacok közötti korrelációk dinamikusak és időben változóak, különösen negatív piaci sokkok után. Eredményeik hangsúlyozták az ADCC-modell gazdasági értékét a kockázatkezelési és portfólió-optimalizálási stratégiák szempontjából. Yuan et al. (2016) kutatásukban a különböző eszközosztályok, például részvények és kötvények közötti kapcsolatok elemzésére használták a modellt. Megállapították, hogy a modell aszimmetrikus tulajdonságai lehetővé teszik a befektetők számára a volatilitás és a hozamok közötti kapcsolatok mélyebb megértését, különösen válságidőszakokban. Badshah (2018) pedig az ADCC-modellt felhasználva kimutatta, hogy az aszimmetrikus kovariancia-struktúrák jelentős mértékben javítják a portfólió diverzifikációt és a hozamok stabilitását. Eredményei szerint az ADCC-modell különösen alkalmas a negatív piaci sokkok utáni gyors, pozitív hozamfordulatok azonosítására.

Badshah (2018) igazolta ugyanakkor, hogy annak ellenére, hogy a korábbi tanulmányok jelentős megtérülési és volatilitási hatásokat dokumentáltak a gazdaságpolitikai bizonytalanság

vonatkozásában a tőzsdén, a gazdaságpolitikai bizonytalanság és a gazdaság helyzete közötti időben változó összefüggések vannak a részvény és árupiaci hozamokat tekintve. Badshah (2018) bizonyította, hogy az ADCC-modell kovariancia-asszimmetriája nagy mértékben járul hozzá a modell gazdasági értékéhez a feltételes volatilitás és a pénzügyi hozamok korrelációjának negatív megtérülése utáni gyors, pozitív fordulata révén. Összhangban a pénzpiacok összefüggéseivel kapcsolatos korábbi tanulmányokkal, Badshah rámutatott arra, hogy az összekapcsolódás és korreláció fokozódik a gazdasági körülmények romlásával. Zhou és Nicholson (2015) igazolta, hogy az olyan portfólióstratégia megvalósíthatóságához, amely magában foglalja a kovariancia aszimmetria jellemzőjét, pénzügyi eszközök kovariancia-aszimmetriáját kell figyelembe venni. Vagyis a pénzügyi hozamok feltételes volatilitása és korrelációja inkább emelkedik a negatív hozamsokkok után, mint az azonos méretű pozitív hozamok után. Tanulmányuk kibővítette a szakirodalmat annak a felvetésnek a vizsgálatával, hogy a befektetők jelentős gazdasági előnyökhöz juthatnak-e a funkció vegyes eszközportfólió-diverzifikációba való beépítésével. A vizsgálatot amerikai részvényekből, REIT-ekből és kockázatmentes eszközökből álló portfólióra vonatkozóan végezték, és igazolták, hogy a kovariancia aszimmetria valóban hozzáadott értékkel bír a vegyes eszközök diverzifikációjában. Ezt a következtetést továbbá igazolták a különböző portfólióteljesítmény-mutatókra és eszközallokációs időszakokra vonatkozóan is. Bemutatták továbbá, hogy a kovariancia-aszimmetria modellezése által hozzáadott értéket nem valószínű, hogy ellensúlyozzák a tranzakciós költségek. Zhou és Nicholson (2015) továbbá kiemelték, hogy a kovariancia-aszimmetria figyelembevétele különösen fontos a pénzügyi piacok ingatag időszakában, mivel a negatív hozamsokkok utáni korrelációnövekedés jelentősen befolyásolja a portfóliók kockázati profilját. Elemzésükben azt is igazolták, hogy a vegyes eszközök diverzifikációja nemcsak a portfólió kockázatának csökkentésére, hanem a hosszú távú hozamok stabilizálására is alkalmas lehet, különösen az aszimmetrikus korrelációk modellezésével. Továbbá a tanulmány hangsúlyozta, hogy a kovariancia-aszimmetria figyelembevétele előnyös az olyan befektetők számára, akik érzékenyek a piaci ingadozásokra, és diverzifikációval kívánják csökkenteni kitétséget a kockázatos eszközökkel szemben. Az eredmények rávilágítottak arra, hogy a vegyes portfóliók esetében a tranzakciós költségek általában nem semmisítik meg a modell által nyújtott gazdasági értéket, különösen akkor, ha a portfóliót hosszabb időtávra optimalizálják. Összegzésül Zhou és Nicholson tanulmánya bizonyította, hogy a kovariancia-aszimmetria modellezése és beépítése a diverzifikációs stratégiákba jelentős gazdasági előnyökkel járhat, és hatékony eszköz lehet a portfóliók kockázatkezelésében és teljesítményének javításában. Ez a megközelítés különösen releváns

azok számára, akik vegyes eszközportfóliókban kívánják elérni a megfelelő kockázat-hozam arányt. Mindezek mellett Gupta és Donleavy (2009) tanulmányukban, amely a feltörekvő országok portfólió-diverzifikációs lehetőségeit vizsgálta, arra a következtetésre jutottak, hogy az ausztrál befektetők jelentősen csökkenthetik portfóliójuk teljes kockázatát, ha diverzifikációs stratégiájuk részeként más piacok részvényeibe is befektetnek. A tanulmányban a szerzők rámutattak arra, hogy a feltörekvő piacok a befektetők jelentős érdeklődését válthatják ki az ausztrál részvénytőzsi hozamokkal való alacsony összefüggésük miatt; azonban a részvényhozamok közötti összefüggések az idő múlásával növekszenek, így a korrelációk feltétel nélküli becsléseinek felhasználása egy portfólió-optimalizálási modellben olyan portfólió kiválasztást eredményezhet, amely nem biztos, hogy optimálisnak nevezhető. A szerzők szintén az ADCC-GARCH-modell alkalmazása mellett döntöttek az időben változó korrelációk becslése érdekében, amelynek segítségével megállapították, hogy a növekvő korrelációs szint ellenére a feltörekvő piacok vonatkozásában a diverzifikáció számos előnyével vonzó lehetőségeket kínál az ausztrál befektetők számára. Gupta és Donleavy (2009) releváns megállapítása, hogy az ADCC-modell kovariancia-asszimetriája nagy mértékben járul hozzá a modell gazdasági értékéhez, mivel lehetővé teszi a korrelációk időbeli dinamikájának pontosabb megértését, különösen a negatív piaci sokkok utáni helyreállási folyamatok során. Eredményeik szerint a modell alkalmazása elősegíti a portfóliók diverzifikációját azáltal, hogy jobban kezeli a negatív és pozitív hozamsokkokra adott eltérő piaci reakciókat. Ez különösen fontos a feltörekvő piacokra történő befektetések esetében, ahol a piaci korrelációk és kockázati struktúrák gyakran változékonyabbak. A tanulmány hangsúlyozta, hogy a kovariancia-asszimetriák figyelembevétele nemcsak kockázatkezelési előnyöket nyújt, hanem javítja a portfólió teljesítményét is, miközben minimalizálja a kockázatos eszközök és piacok közötti nemkívánatos kitettséget. Ezáltal a modell nemcsak elméleti keretként, hanem gyakorlati eszközként is kiemelt jelentőséggel bír a globális befektetési stratégiák kidolgozásában. Az értekezés relevanciát tekintve tehát a megújuló és hagyományos energia ETF-ek hosszú idősorainak összehasonlító elemzésére az ADCC-modell alkalmazása indokolt, mivel lehetővé teszi a korrelációk időben változó dinamikájának és aszimetriájának pontos feltárását, amely alapvetően befolyásolja a diverzifikációs stratégiák hatékonyságát és a portfóliók kockázati profiljának hosszú távú optimalizálását.

2.5 A PORTFÓLIÓ-ELEMZÉS ÉS KOCKÁZATMODELLEZÉS MÓDSZERTANI SZAKIRODALMA

A szakirodalom továbbfejlesztése és a vizsgált energiapiaci ETF-ek komplex dinamikájának mélyebb megértése érdekében ebben az értekezésben a többváltozós GARCH-modellek egy fejlett változatára, konkrétan egy kétlépcsős, páronkénti Aszimmetrikus Dinamikus Feltételes Korrelációs GARCH (ADCC-GARCH) modellre esett a választás. Míg a standard DCC-GARCH modellek a dinamikus korrelációkat szimmetrikusan kezelik, az alkalmazott ADCC megközelítés (Cappiello et al., 2006 nyomán) lehetővé teszi az aszimmetrikus hatások figyelembevételét is, azaz hogy a negatív és pozitív sokkok eltérően befolyásolhatják az eszközpárok közötti korrelációt. Bár a keretrendszer eredetileg tartalmazhatna egy VAR (Vektor Autoregresszív) komponenst a feltételes átlagok modellezésére, a jelen elemzés – a robusztus becslés és a fő fókusz (a korrelációs dinamika) érdekében – egyszerűsített átlag-egyenlet specifikációt alkalmazott az add-in első lépésében. Az így specifikált ADCC-GARCH modell különösen alkalmas az időben változó korrelációk és a dinamikus kapcsolatok (bár nem explicit tovagyűrűző hatások előrejelzése volt a cél) vizsgálatára. A modellt a pénzügyi portfólió diverzifikáció fogalmában már ETF-ek vizsgálatára is sikeresen alkalmazták (Miralles-Quirós et al., 2018), ami alátámasztja relevanciáját ebben a kutatásban. E megközelítés célja az optimális portfóliók kialakítása, valamint az alternatív és hagyományos energiaszektor teljesítményének összehasonlítása. A módszertan hangsúlyosan épít mintán kívüli, megalapozott előrejelzésekre a megtérülés, a volatilitás és a korrelációk terén, amelyek alapot nyújtanak a minimum- és mean-variancia optimalizációs stratégiák alkalmazásához. A kutatás során négy különböző befektetési stratégia kerül kidolgozásra, amelyek az alternatív energiaszektor befektetési lehetőségeinek mélyebb feltárását célozzák. Az elemzés alapját nem olajindexek vagy határidős árak képezik, hanem tíz tőzsdén kereskedett alap (ETF) teljesítményének vizsgálata. Az összehasonlítás az előző fejezetben szemléltetett öt hagyományos energia ETF és öt alternatív energia ETF teljesítménymutatóira épül, lehetővé téve a két szektor közötti dinamikák részletes feltárását. Ez a megközelítés nemcsak a szektorok közötti teljesítménykülönbségek értékelését szolgálja, hanem a befektetési stratégiák hatékonyságának javításához is hozzájárul, miközben figyelembe veszi az energiapiacok sajátos kockázati és hozamprofiljait.

A portfóliósúlyozás esetén kiemelt figyelmet kap a shortolási ügylet-kitétel. Grullon szerint a shortolási ügylet-kitétel hatásairól szóló bizonyítékok vegyesek (Grullon et al., 2015). Grullon et al. (2015) tanulmányukban részletesen vizsgálták a shortolási ügyletek hatását a tőkepiaci

folyamatokra, különösen azok szerepét a piaci árak információtartalmának növelésében és a volatilitás befolyásolásában. A szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy a shortolási lehetőségek korlátozása bizonyos esetekben csökkentheti a piac hatékonyságát, mivel megakadályozza a negatív információk gyors és hatékony érvényesülését az árakban. Ugyanakkor a tanulmány rámutatott arra is, hogy a shortolás engedélyezése növelheti a volatilitást, különösen a kis- és közepes kapitalizációjú részvények esetében, mivel ezek piacain gyakrabban fordulnak elő információs aszimmetriák. A szerzők kiemelték, hogy a shortolási ügyletek hatása nagymértékben függ a piaci feltételektől, a befektetői magatartástól és az adott piac strukturális jellemzőitől. Grullon et al. kutatása ezen megállapításokkal alátámasztotta, hogy a shortolási kikötések megfogalmazása vagy azok elhagyása stratégiai jelentőségű lehet a portfóliók optimalizációs modelljeiben.

Az elemzés ugyanakkor vegyes bizonyítékokat szolgáltatott arra vonatkozóan, hogy ezek a kikötések miként hatnak a hozam-kockázat arányra és a portfóliók teljesítményére, így a shortolási stratégiák alkalmazását érdemes egyedi piaci kontextusban értékelni. Korábbi tanulmányok a nemzetközi portfóliómenedzsment stratégiákat shortolási kitételek nélkül vizsgálják, de a hatások ezekben sem tisztázottak (lásd Diether et al., 2009; Beber és Pagano, 2013; Omar et al., 2017). Bohl et al. (2016) ökonometriai bizonyítékokat találtak arra vonatkozóan, hogy a pénzügyi válságot a volatilitás növekedése kísérte, mely kifejezetten hangsúlyos volt a shortolásban használt részvények esetén. Ebből az okból kifolyólag, a short-selling kitételeket nem nélkülöző optimalizációs probléma is megoldásra talált (lásd Bohl et al., 2016). Hivatkozott szerzők ugyanis rámutattak, hogy a short-selling kitételek figyelembevétele az optimalizációs problémákban jelentősen befolyásolhatja a portfóliók teljesítményét és kockázati profilját. A kutatók szerint a short-selling lehetőségek integrálása az optimalizációba szélesebb döntési spektrumot biztosít a befektetők számára, ami különösen fontos volatilis piaci környezetben. Eredményeik azt mutatták, hogy a shortolás alkalmazásával az optimalizációs modellek képesek jobban kezelni az aszimmetrikus kockázati helyzeteket, mivel a negatív piaci információkat is hatékonyan beépítik a döntéshozatalba. Emellett a szerzők megjegyezték, hogy a short-selling kitételek figyelmen kívül hagyása a portfóliók strukturális torzulásához vezethet, különösen azokban az esetekben, amikor a piaci visszaesések kezelésére hatékonyan használható lenne a shortolás. Bohl et al. kiemelték, hogy a short-selling optimalizációs problémákban való alkalmazása megkönnyíti a portfóliók kockázatának csökkentését, különösen válságidőszakokban, ugyanakkor figyelmeztettek arra, hogy a short-selling túlzott alkalmazása növelheti a piaci instabilitást. Ezért a shortolás bevezetése az optimalizációs

modellekbe egyensúlyt igényel, amely figyelembe veszi a hozam–kockázat kompromisszumát, valamint a piaci stabilitást fenntartó mechanizmusok szükségességét. Tanulmányuk végső következtetése szerint a short-selling kitételek alkalmazása az optimalizációs problémákban nem csupán a portfóliók teljesítményét javíthatja, hanem hozzájárulhat a befektetési stratégiák robusztusabbá tételéhez a dinamikusan változó piaci feltételek között. Ezen túl, Bohl et al. (2016) azt is állította, hogy szabályozói szempontból a shortolási ügyletek korlátozását szükséges elkerülni. Állítása szerint a shortolási ügyletek korlátozása szabályozói szempontból nem kívánatos, mivel jelentős negatív hatásokkal járhat a piacok működésére és hatékonyságára.

A short-selling szigorú szabályozása csökkentheti a piacok likviditását, ami különösen kritikus válságidőszakokban. Továbbá a shortolási lehetőségek korlátozása megakadályozhatja, hogy a negatív információk gyorsan beépüljenek az árfolyamokba, ami torzítja a piaci árképzést és lassítja az árkorrekciót. Ebből kifolyólag a shortolás szabályozásának enyhítése vagy annak korlátozásának elkerülése hozzájárulhat a piaci árfolyamok transzparenciájához és az árfolyamképzés pontosságához. Viszont a shortolás korlátozása egyúttal növelheti a tőkeköltségeket és csökkentheti a piaci likviditást, ami hosszú távon gyengítheti a tőkepiaci struktúrákat és a befektetési lehetőségeket. Következésképpen a shortolás szabályozásában kiegyensúlyozott megközelítés szükséges. Bár a short-selling bizonyos helyzetekben növelheti a volatilitást, annak teljes körű korlátozása több kárt okozhat, mint amennyi előnnyel jár. Ezért a szabályozói döntéshozók számára javasolt lehet, hogy a short-selling lehetőségeit csak olyan mértékben korlátozzák, amely nem akadályozza a piaci hatékonyságot és az árak információtartalmának növekedését.

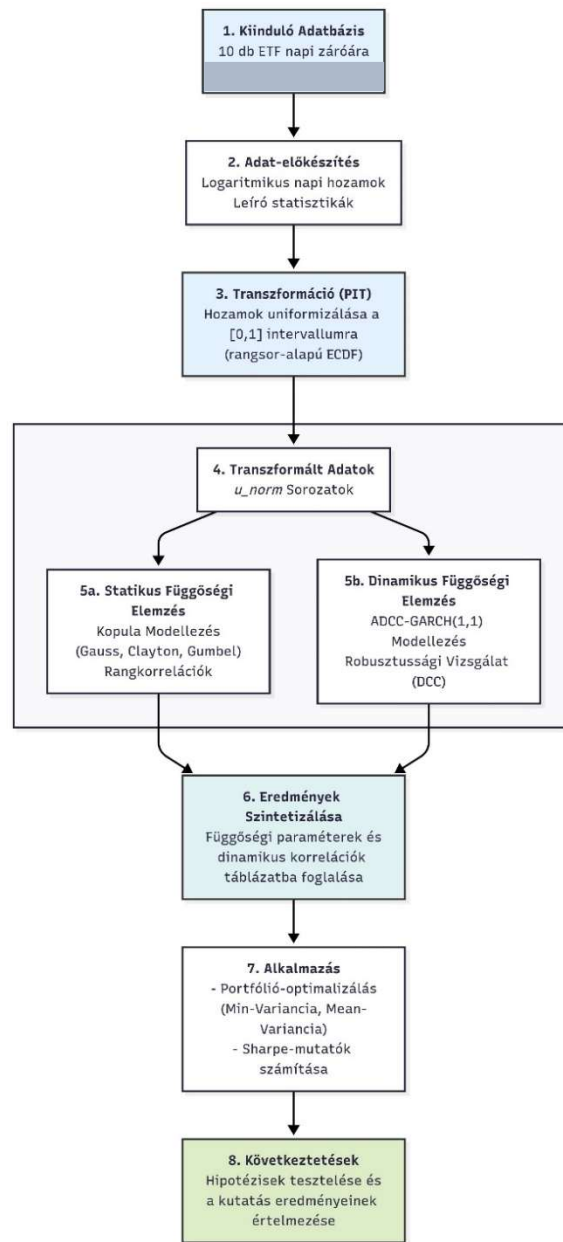
A portfólióoptimalizálás súlykorlátainak meghatározása kulcsfontosságú. A súlyozási stratégia biztosítja, hogy a portfólió az egyéni kockázati preferenciákhoz és a diverzifikációs célokhoz igazodjon, miközben lehetőséget nyújt a piaci körülményekhez való rugalmas alkalmazkodásra. A portfólióoptimalizálás a modern pénzügyek egyik alapköve, amelynek célja olyan eszközportfólió létrehozása, amely adott kockázati szint mellett maximalizálja a hozamot, vagy adott hozamszint mellett minimalizálja a kockázatot. A portfólióoptimalizálás során alkalmazott súlykorlátok kulcsszerepet játszanak e célok elérésében, különösen a diverzifikációs célok, a kockázattűrés és olyan specifikus piaci stratégiák, mint például a shortolás, figyelembevételével. A súlykorlátok meghatározása rendkívül fontos a portfólióoptimalizálás során, mivel a portfólió egyes eszközeire kiosztott súlyok döntő szerepet játszanak az eredményes diverzifikáció elérésében. A cél az, hogy a kitéttesség több eszköz között

kerüljön kiegyensúlyozásra, így csökkentve annak kockázatát, hogy egyetlen eszköz gyenge teljesítménye túlzott hatást gyakoroljon a portfólió egészére. A minimum súlyok beállítása biztosítja, hogy minden kiválasztott eszköz érdemben hozzájáruljon a portfólióhoz, elkerülve, hogy bármelyik teljesen kimaradjon. Ez mérsékli annak kockázatát, hogy a portfólió néhány nagy teljesítményű eszközre épüljön, amely koncentrált kockázatot eredményezhet. Ezt követően a maximum súlyok korlátozása szükséges annak érdekében, hogy a korlátok megakadályozzák, hogy egyetlen eszköz túlságosan dominálja a portfóliót, amely túlzott kitettséget eredményezhet az idioszinkratikus kockázatokkal szemben. Ez különösen fontos azokat a piacokat tekintve, ahol az egyes eszközök vagy szektorok magas volatilitást mutatnak. Ezt követően meghatározható a shortolás engedélyezése vagy tiltása. A shortolás, amely során a befektetők kölcsönzött eszközöket adnak el azzal a céllal, hogy azokat később alacsonyabb áron visszavásárolják, ellentmondásos, de hatékony eszköz lehet a portfólióoptimalizálásban. A shortolás engedélyezése vagy tiltása jelentős hatással van a súlykorlátokra. Shortolás nélkül a minimum súlyok 0%-ra kerülnek beállításra, míg a maximum súlyok 100%-ra korlátozódhatnak. Ugyanakkor az esetben nem feltétlenül biztosított a széles körű diverzifikáció. Ez a megközelítés összhangban áll a hagyományos befektetési stratégiákkal, amelyek kizárólag long pozíciókat alkalmaznak. Ez alkalmas kockázatkerülő befektetők számára, vagy azoknak, akik szabályozási vagy etikai megfontolások miatt nem shortolhatnak. Shortolás engedélyezése tekintetében a minimum súlyok negatív értékeket is elérhetnek, míg a maximum súlyok pozitív értékekre vannak korlátozva. Ebben az esetben a shortolás lehetővé teszi a befektetők számára, hogy fedezzék magukat a piaci visszaesések ellen, vagy kihasználják bizonyos eszközök várható alulteljesítését. Ez javíthatja a kockázat-hozam arányt azáltal, hogy negatívan korreláló pozíciókat vezet be a portfólióba. Viszont minden esetben szükséges figyelembe venni, hogy a befektető kockázattűrése közvetlenül befolyásolja a súlykorlátokat. A magasabb kockázattűréssel rendelkező befektetők koncentráltabb portfóliókat preferálhatnak, míg a konzervatívabb befektetők szigorúbb diverzifikációs elveket alkalmaznak. A magasabb kockázattűrés esetén a maximum súlyok magasabb értékekre állíthatók, lehetővé téve koncentráltabb tétet a magas teljesítményű eszközökön. Ez a stratégia a hozampotenciált helyezi előtérbe a diverzifikációval szemben. Azok számára alkalmas, akik magabiztosak piaci előrejelzéseikben, vagy agresszív növekedést keresnek. Alacsonyabb kockázattűrés esetén viszont a maximum súlyok alacsonyabb értékekre állíthatók biztosítva, hogy egyetlen eszköz se dominálja a portfóliót. A diverzifikált megközelítés minimalizálja az egyedi eszközök volatilitásának kitettségét, összhangban a modern portfólióelmélet elveivel. A portfólióban szereplő eszközök száma befolyásolja a

diverzifikációt és a komplexitást. A befogadás biztosítása érdekében egyes minimum súlyok beállítása biztosítja, hogy a legtöbb eszköz hozzájáruljon a portfólióhoz. Annak ellenére viszont, hogy a diverzifikáció csökkenti a kockázatot, a túlzott diverzifikáció hígíthatja a hozamokat. A reális minimum súlyok beállítása ebből kifolyólag megakadályozza, hogy a portfólió túl sok alulteljesítő eszközt tartalmazzon. Következésképpen az optimális portfólió eléréséhez első lépésként szükséges a cél meghatározása. Jelent értekezésben például a Sharpe-mutató maximalizálása a cél. De meghatározható még a várható hozam is. Ugyanakkor az eszközök súlyai az optimalizálás változó paraméterei. A korlátok alkalmazása tekintetében a súlyok összegének 1-nek kell lennie, a minimum és maximum súlyok pedig a diverzifikációs elvekkel összhangban kerülnek beállításra. Az adatsorok által meghatározott hozamok alapján számított kovariancia mátrix pedig modellezi az eszközök közötti kapcsolatokat.

A komplex, több lépcsőből álló elemzési folyamat áttekinthetőségének érdekében a kutatás teljes módszertani keretrendszerét az alábbi folyamatábra (1. ábra) összegzi. Az ábra vizuálisan vázolja a logikai lépéseket a nyers adatok feldolgozásától kezdve, a hozamok transzformációján és a statikus, illetve dinamikus függőségi modellek becslésén át egészen a portfólió-optimalizálási szimulációkig és a hipotézisek teszteléséig. A következő fejezet (3. ADATOK ÉS ALKALMAZOTT MÓDSZERTAN) ezen folyamat egyes lépéseit fejt ki részletesen.

1. ábra A kutatás módszertani keretrendszere



Forrás: saját szerkesztés

3. ADATOK ÉS ALKALMAZOTT MÓDSZERTAN

A kutatás a hagyományos és alternatív/megújuló energiapiaci ETF-ek közötti komplex függőségi viszonyokat és diverzifikációs lehetőségeket vizsgálja. E cél eléréséhez a dolgozat egy több pilléren álló ökonometriai eszköztárat alkalmaz. A statikus függőségi szerkezet feltárása leíró statisztikák, korrelációvizsgálat és kopula-elemzés segítségével történik, míg a korrelációk időbeli dinamikáját és aszimmetriáját páronkénti Aszimmetrikus Dinamikus Feltételes Korrelációs GARCH (ADCC-GARCH) modellekkel vizsgáljuk. A modellezésből származó eredmények gyakorlati hasznosíthatóságát Markowitz-féle portfólió-optimalizációs szimulációk segítségével kerülnek kiértékelésre. Az elemzések elvégzéséhez az EViews szoftver került alkalmazásra, amely különösen alkalmas a többváltozós pénzügyi idősorok modellezésére. A kutatás módszertana három fő részből áll. Az első rész a többváltozós GARCH-modell alkalmazási kereteit és alapfeltevéseit tárgyalja, különös tekintettel a választott modell sajátosságaira. A második rész a statisztikai módszerek implementációjára, valamint az idősoros és keresztmetszeti adatok elemzésére összpontosít. A harmadik rész a diverzifikált portfóliók összeállításának módszertanát és az alternatív keretrendszerek adta teljesítménymérési kritériumokat ismerteti. A módszertan harmadik részében különös figyelmet kap a diverzifikált portfóliók teljesítményének értékelése, amely magában foglalja a kockázat-hozam arány optimalizálását célzó elemzéseket. Ezen belül a minimum-variancia és átlag-variancia optimalizációk alkalmazása lehetővé teszi a portfóliók hatékonyságának kvantitatív értékelését. Az alternatív keretrendszerek tovább mélyítik a teljesítménymérés kritériumait, ezáltal biztosítva a kutatás eredményeinek robusztusságát és relevanciáját. Az elemzések során külön hangsúlyt kap az árazás, valamint a piaci volatilitás szerepe, amelyek befolyásolják az energiapiaci ETF-ek viselkedését. Az idősoros modellek segítségével kerül áttekintésre a két szektor – a hagyományos és az alternatív/megújuló energiapiac – közötti dinamikus korrelációk, feltárva a diverzifikáció hatékonyságát különböző piaci körülmények között. Az ADCC-GARCH-modell különösen alkalmas az aszimmetrikus piaci reakciók és időben változó kapcsolatok elemzésére, így képes pontos képet adni az ETF-ek közötti kapcsolatok változásairól, amelyek a diverzifikációs stratégiák alapját képezik. A kutatás empirikus részében a portfólió szimulációk konkrét eszközallokációs forgatókönyveken keresztül vizsgálják az optimális portfóliók kialakításának lehetőségeit. A modellek eredményei bemutatják, hogy a hagyományos és alternatív energiaforrásokat célzó ETF-ek kombinációja miként járulhat hozzá a portfóliók kockázatának csökkentéséhez, miközben maximalizálja a hozamokat. Ez különösen releváns a fenntartható befektetési gyakorlatok

előmozdítása szempontjából, ahol az alternatív/megújuló energiaforrások nemcsak pénzügyi, hanem környezeti előnyöket is kínálnak. A módszertani megközelítés nemcsak a befektetési stratégiák kialakításához nyújt szilárd alapot, hanem lehetőséget teremt arra is, hogy a kutatás eredményei hozzájáruljanak az energiapiaci ETF-ek diverzifikációs potenciáljának mélyebb megértéséhez. Az így feltárt összefüggések további iránymutatásként szolgálhatnak mind az egyéni, mind az intézményi befektetők számára, akik a hagyományos és alternatív energiaforrások közötti szinergiák kiaknázására törekednek. Ez a struktúra lehetővé teszi a hagyományos és alternatív/megújuló energiapiaci ETF-ek közötti kapcsolatok sokoldalú vizsgálatát, miközben a kutatás célzottan járul hozzá a diverzifikációs stratégiák hatékonyságának tudományos alapú értékeléséhez.

3.1 ADATBÁZIS

Az ETF-ek a részvényekhez hasonlóan passzív befektetési eszközök, amelyek egy szektor vagy egy piaci benchmark teljesítményét tükrözik. A kapcsolódó szakirodalom leginkább tőzsdei index befektetéseket használt hasonló kutatásokban. Ezek helyett a minden egyéni és intézményi befektető számára elérhető ETF-ek kerültek jelen értekezésben alkalmazásra. Az ETF-ek portfóliókezelése passzív, nem aktív. Ez azt jelenti, hogy az ETF-ek befektetési alapként meghatározott indexet követnek, és igyekeznek reprodukálni az index teljesítményét. Ebben az értelemben a passzív befektetés azt jelenti, hogy az alap nem próbál kiválasztani vagy válogatni egyedi értékpapírokat a portfóliójába, hanem inkább követi az alapul szolgáló index mozgásait. Az ETF-ek, mint befektetési eszközök, számos előnyt kínálnak mind az egyéni, mind az intézményi befektetők számára. Ezek az alapok lehetővé teszik a széleskörű piaci hozzáférést, miközben alacsonyabb költséggel járnak, mint az aktívan kezelt befektetési alapok. Mivel az ETF-ek az alapul szolgáló index teljesítményét követik, transzparens és egyszerű befektetési stratégiát biztosítanak, amely különösen előnyös a diverzifikáció és a kockázatcsökkentés szempontjából. Az ETF-ek strukturált módon reprezentálják a különböző szektorokat és régiókat, ami lehetővé teszi a befektetők számára, hogy célzottan válasszanak iparágakat, például a hagyományos energiaforrásokat vagy a megújuló energia piacát. A hagyományos befektetési alapokkal szemben az ETF-ek napi kereskedetőséget kínálnak, hasonlóan a részvényekhez, ami nagyfokú rugalmasságot biztosít a befektetők számára. Ez a tulajdonság különösen fontos a dinamikus piaci környezetekben, ahol a befektetési stratégiák gyorsan változhatnak. Az ETF-ek piaci ára folyamatosan változik a tőzsdei kereskedés során, ami pontosabb értékelést és azonnali likviditást biztosít. Emellett az ETF-ek átláthatósága

lehetővé teszi a befektetők számára, hogy naponta nyomon kövessék az alap összetételét és teljesítményét. A jelen értekezés a hagyományos tőzsdei indexek helyett azért választotta az ETF-eket, mert ezek szélesebb spektrumú befektetési lehetőségeket kínálnak, miközben egyszerűbb hozzáférést biztosítanak mind a kis-, mind a nagybefektetők számára. Az ETF-ek lehetővé teszik a két különböző energiapiaci szegmens, a hagyományos és az alternatív/megújuló energia szektorok átfogó elemzését, hiszen ezek az eszközök jól reprezentálják az egyes szektorok sajátosságait és teljesítményét. Az ETF-ek alkalmazása ezen túlmenően lehetőséget nyújt arra, hogy a kutatás az eszközosztályok közötti kapcsolatokat, a piaci dinamikákat és a diverzifikációs stratégiák hatékonyságát a lehető legpontosabban vizsgálja. Ez különösen fontos a megújuló energiaforrások növekvő szerepe miatt, amelyek új lehetőségeket teremtenek mind a befektetők, mind a fenntarthatósági célok elérése érdekében. Az ETF-ek tehát ideális eszközök e kutatás céljainak elérésére, mivel egyszerre biztosítanak releváns, pontos és transzparens adatokat, miközben támogatják a diverzifikáció elméletének és gyakorlatának alapos elemzését.

A vizsgálat tíz tőzsdén kereskedett alap (ETF) napi hozammutatóinak elemzésére összpontosít, két, egymástól fundamentálisan eltérő piaci periódust állítva a középpontba. Az első vizsgált periódus, amely a 2010. január 4. és 2020. december 31. közötti időszakot öleli fel, a szektorok viselkedését egy viszonylag stabil, "békeidős" piaci rezsimben értékeli. Ez az időszak jellemzően gazdasági növekedési szakaszokat ölel fel, recessziós trendek nélkül, így alkalmas a vizsgált szektorok stabil gazdasági feltételek melletti működésének megértésére. Bár az időszak utolsó szakasza a COVID-19 járvány által okozott példátlan gazdasági hatásokat is magában foglalja, ezek anomáliaként értelmezhetők a jellemzően nyugodt perióduson belül. Ezzel szemben, a kutatás kiterjed egy második, 2021. január 4. és 2025. július 3. közötti periódusra is. Ennek a "válság-rezsimnek" a célja, hogy megvizsgálja, miként változik meg a két szektor kapcsolata és a portfólióstratégiák hatékonysága rendszerszintű sokkok – mint az energiaválság, a globális infláció és a geopolitikai feszültségek – hatására. A két, eltérő jellegű időszak összehasonlító elemzése adja a dolgozat központi tudományos értékét. A kutatás mindkét időszakban a tíz vizsgált ETF napi korrigált záróárfolyamainak (P_t) idősorát használta fel, az első periódus 2768, míg a második 1135 megfigyelést tartalmaz. Mivel az árfolyamok eredeti formájukban jellemzően nem stacionerek, ami az ökonometriai modellezés torzított eredményeihez vezetne, az elemzések alapjául a stacioner logaritmikus hozamok (r_t) szolgáltak, amelyeket a következő képlettel számítottam ki: $r_t = \ln (P_t / P_{t-1})$. Ez az átalakítás – amely matematikailag a logaritmizálás és az első differencia képzésének felel meg – standard eljárás

a pénzügyi idősorok elemzésében, mivel nemcsak a stacionaritást biztosítja, hanem a hozamok eloszlását is közelebb hozza a szimmetrikushoz, és lehetővé teszi azok időbeli aggregálását. Az értekezésben bemutatott minden további statisztikai és ökonometriai elemzés, beleértve a leíró statisztikákat, a kopula-analízist és az ADCC-GARCH modellezést is, mindkét periódusra vonatkozóan ezen a hozamsoron alapul.

Az ETF-ek két fő kategóriába sorolhatók: öt a hagyományos energia szektorhoz, míg a másik öt az alternatív vagy megújuló energia szektorhoz tartozik. A hagyományos energia szektor ETF-jei a földgáz- és kőolajpiacokon tevékenykedő szektorokat reprezentálják, míg az alternatív/megújuló energia ETF-ek sokféle energiaforrást ölelnek fel, beleértve a szél-, nap-, geotermikus, víz-, és tengeri energiákat, mint például a hullám- és árapályenergiát. E kategória magában foglalja továbbá a biomasszát és bioüzemanyagokat is, ezzel alátámasztva az adatkészlet energiaforrások szerinti diverzifikáltságát. A választott ETF-ek a leginkább reprezentatív saját kategóriájukon belül.

A hagyományos energiaforrásokat lefedő ETF-ek közé tartozik az Energy Select Sector SPDR (XLE), a Vanguard Energy ETF (VDE), a SPDR S&P Oil & Gas Exploration & Production ETF (XOP), az iShares Global Energy ETF (IXC) és a VanEck Vectors Oil Services ETF (OIH). Ezek az alapok elsősorban az olaj-, földgáz- és fosszilis tüzelőanyagokhoz kapcsolódó tevékenységekre fókuszálnak, mind az Egyesült Államok, mind a globális piacok kontextusában. Céljuk a hosszú távú hozamok maximalizálása és a diverzifikációs előnyök kiaknázása, különösen a hagyományos energiaágazat befektetési lehetőségein keresztül az alábbiak szerint:

- XLE (Energy Select Sector SPDR ETF)

Az XLE ETF elsődleges célja, hogy pontosan tükrözze a GICS® energiaágazathoz tartozó vállalatok teljesítményét. Ez magában foglalja az olaj-, földgáz- és egyéb fosszilis tüzelőanyagok előállításával, valamint az energiaipari berendezések és szolgáltatások területén tevékenykedő cégeket. Az alap nem diverzifikált, eszközeinek legalább 95%-át az index által meghatározott értékpapírokba fekteti, biztosítva a szektor teljesítményének pontos követését.

- VDE (Vanguard Energy ETF)

A VDE ETF az MSCI US Investable Market Index (IMI)/Energy 25/50 indexhez igazodik, amely az amerikai energiaágazat nagy-, közép- és kisvállalatainak részvényeit tartalmazza. Az

alap nem diverzifikált, és a portfólió jelentős részét az index komponenseire fókuszálja, ezáltal biztosítva a szektor teljesítményének részletes lekövetését az Egyesült Államok piacán.

- XOP (SPDR S&P Oil & Gas Exploration & Production ETF)

Az XOP ETF célja, hogy reprezentálja az S&P Oil & Gas Exploration & Production Select Industry Index teljesítményét mintavételes megközelítés alkalmazásával. Az alap eszközeinek legalább 80%-át az index értékpapírjaiba fekteti. Az index az olaj- és gázipari kutatás és termelés szegmensére specializálódott, biztosítva e szektor befektetési potenciáljának pontos megjelenítését.

- IXC (iShares Global Energy ETF)

Az IXC ETF a globális energiapiac részvényeinek teljesítményét követi. Az alap eszközeinek minimum 80%-át az index komponenseire és azokhoz hasonló gazdasági jellemzőkkel rendelkező befektetésekre fordítja, miközben akár 20%-ot is allokalhat határidős ügyletekre, opciókra, swapokra vagy készpénzes eszközökre. Ez a diverzifikáció lehetővé teszi a globális energiaágazat széles körű lefedését.

- OIH (VanEck Vectors Oil Services ETF)

Az OIH ETF az amerikai tőzsdén jegyzett olajipari szolgáltató cégek teljesítményét reprezentálja, beleértve a kis-, közép- és nagyvállalatokat, valamint a külföldi vállalatokat. Az alap az eszközeinek legalább 80%-át az indexet alkotó értékpapírokba fekteti, ezzel biztosítva a szektor teljesítményének pontos követését és az olajipari szolgáltatások globális piaci lefedettségét.

Az alternatív és megújuló energiaforrásokra specializálódott ETF-ek csoportjába tartozik az iShares Global Clean Energy ETF (ICLN), az Invesco Solar ETF (TAN), a First Trust NASDAQ Clean Edge Green Energy Index Fund (QCLN), a First Trust Nasdaq Clean Edge Smart GRID Infrastructure Index (GRID) és az Invesco MSCI Sustainable Future ETF (ERTH). Ezek az alapok széleskörűen képviselik a megújuló energiaforrásokkal és fenntartható technológiákkal kapcsolatos befektetési lehetőségeket, különös tekintettel a tiszta energia előállítására, az intelligens hálózatok fejlesztésére, valamint a globális fenntartható vállalati gyakorlatokra. Az alternatív energia ETF-ek célzottan olyan befektetési eszközöket kínálnak, amelyek hozzájárulnak a környezeti fenntarthatósághoz és a hosszú távú gazdasági növekedéshez az alábbiak szerint:

- ICLN (iShares Global Clean Energy ETF)

Az ICLN ETF célja a tiszta energiaipar globális szereplőinek teljesítményének nyomon követése. Az alap eszközeinek legalább 80%-át az indexben szereplő vállalatokra és azokhoz hasonló befektetésekre allokálja. Az ICLN ETF lefedi a megújuló energiaforrásokat, például a szél- és napenergiát, valamint más környezetbarát technológiákat, kiemelve a fenntartható fejlődés iránti elköteleződését.

- TAN (Invesco Solar ETF)

A TAN ETF a globális napenergia-iparra összpontosít, beleértve a napkollektorokat és fotovoltikus cellákat gyártó vállalatokat. Az alap eszközeinek legalább 90%-át az indexben szereplő részvényekbe fekteti. Az ETF nem diverzifikált, és az iparág specifikus dinamikáját tükrözi, lehetővé téve a befektetők számára, hogy kihasználják a napenergia-ipar növekedési potenciálját.

- QCLN (First Trust NASDAQ Clean Edge Green Energy Index Fund)

A QCLN ETF az Egyesült Államokban nyilvánosan jegyzett kis-, közép- és nagyvállalatok tiszta energiaipari részvényeit követi. Az alap eszközeinek legalább 90%-át az indexben szereplő értékpapírokba fekteti, hangsúlyt fektetve a megújuló energiaforrások és technológiák szerepére a fenntartható befektetések területén. Az ETF nem diverzifikált, az iparági fókusz egyértelmű.

- GRID (First Trust Nasdaq Clean Edge Smart GRID Infrastructure Index)

A GRID ETF az intelligens hálózatok, energiamenedzsment és energiatárolás technológiai megoldásait kínáló vállalatok teljesítményét követi. Az alap eszközeinek legalább 90%-át az indexben szereplő részvényekbe és letéti jegyekbe helyezi. Az ETF célzottan a technológiai innovációk és a hálózatfejlesztés befektetési lehetőségeire fókuszál.

- ERTH (Invesco MSCI Sustainable Future ETF)

Az ERTH ETF azokat a globális vállalatokat követi, amelyek termékei és szolgáltatásai a természeti erőforrások fenntarthatóbb felhasználását támogatják. Az alap eszközeinek legalább 90%-át az index komponenseibe fekteti, kiemelt figyelmet fordítva a fenntarthatóságra és társadalmi felelősségvállalásra, ezáltal összekapcsolva a pénzügyi és környezeti célokat.

A globális energiapiac két alapvetően eltérő paradigmára épül, amelyeket a hagyományos és a megújuló energiaforrások testesítenek meg. E két szektor különbségei mélyen gyökereznek energiahordozóik természetében, környezeti hatásaikban, gazdasági szerkezeteikben, technológiai alapjaikban és szerepükben a globális energiaigények kielégítésében. Ezeknek az eltéréseknek a megértése alapvető jelentőségű a befektetők, politikai döntéshozók és más érintettek számára, akik a globális energiaátmenetet formálják. A hagyományos energia szektor elsősorban fosszilis tüzelőanyagokra – például olajra, földgázra és szénre – támaszkodik. Ezek a források évszázadok óta az ipari, lakossági és közlekedési szektor energiaigényének megbízható, nagy energiasűrűségű megoldását nyújtják. Azonban ezek az energiahordozók végesek, és évmilliók alatt keletkeztek az ősi szerves anyagok geológiai átalakulása révén. Kitermelésük és hasznosításuk nagyszabású, tőkeigényes eljárásokat igényel, például bányászatot, fúrást és finomítást. Ezzel szemben a megújuló energiaforrások – mint például a nap-, szél-, víz-, geotermikus energia és biomassa – természetüknél fogva megújuló, és nem merülnek ki az idő múlásával. A megújuló energia termelése a természetes jelenségeket hasznosítja, például a napsugárzást, a széláramlásokat és a föld hőjét. Az ezeket az erőforrásokat kiaknázó technológiák – például a fotovoltaikus panelek, szélturbinák és geotermikus erőművek – olyan tudományos fejlődést tükröznek, amely az energiahatékonyság és fenntarthatóság maximalizálására törekszik. Az egyik legmarkánsabb különbség a két szektor között a környezeti lábnyomukban rejlik. A hagyományos energiaforrások a legnagyobb üvegházhatásúgáz-kibocsátók, különösen a fosszilis tüzelőanyagok elégetése során felszabaduló szén-dioxid révén. Ezek az emissziók a klímaváltozás elsődleges hajtóerői, hozzájárulva a globális felmelegedéshez, a tengerszint-emelkedéshez és a szélsőséges időjárási események gyakoriságának növekedéséhez. Emellett a fosszilis tüzelőanyagok kitermelése és szállítása környezeti károkat okozhat, például olajszennyezések, élőhelyek pusztulása és vízszennyezés formájában. Ezzel szemben a megújuló energiaforrások minimális környezeti hatással járnak. A nap- és szélenergia-termelés például közvetlen kibocsátásmentes, így kulcsszerepet játszanak a klímaváltozás elleni küzdelemben. Bár a megújuló energia technológiáinak gyártása környezeti költségekkel jár – például a napelemek vagy szélturbinák előállításánál keletkező kibocsátásokkal –, ezek a hatások jelentősen kisebbek, mint a fosszilis tüzelőanyagoké. Továbbá az újrahasznosítás és az anyagbeszerzés terén tapasztalható fejlődések tovább csökkentik a megújuló technológiák életciklus-kibocsátásait. A hagyományos és a megújuló energia gazdasági keretrendszerei is jelentősen eltérnek. A hagyományos energiapiacok érett, jól kiépített ellátási láncokkal, kiterjedt infrastruktúrával és

hosszú múltra visszatekintő szabályozási keretrendszerekkel rendelkeznek. Ezeket a piacokat gyakran geopolitikai tényezők befolyásolják, mint például az OPEC olajkitermelésre gyakorolt hatása vagy a földgázvezetékek stratégiai jelentősége. Az ellátási és keresleti viszonyok ingadozása, valamint geopolitikai konfliktusok jelentős áringadozásokat eredményezhetnek. Ezzel szemben a megújuló energiapiacok még fejlődő szakaszban vannak. Az állami ösztönzők, például adókedvezmények, kötelező átvételi tarifák és támogatások kulcsszerepet játszanak a megújulók terjedésében. A szektor dinamikáját a technológiai költségek csökkenése is meghatározza, különösen a napenergia és a szélturbinák terén. A megújulók kevésbé érzékenyek a geopolitikai zavarokra, mivel az olyan források, mint a napfény és a szél, globálisan elérhetők. A hagyományos energiarendszerek erősen centralizált infrastruktúrára épülnek, mint például erőművek és finomítók, amelyek nagy kapacitású energiatermelésre optimalizáltak. Ezeket kiterjedt elosztóhálózatok támogatják, ideértve a vezetékeket, szállítási útvonalakat és villamosenergia-hálózatokat. Az ebben a szektorban zajló technológiai innovációk általában a kitermelési hatékonyság javítására, az emissziók csökkentésére és a meglévő infrastruktúra élettartamának meghosszabbítására összpontosítanak. A megújuló energiarendszerek viszont gyakran decentralizált és elosztott infrastruktúrát részesítenek előnyben. Például a háztartási napelemek lehetővé teszik az egyéni energiatermelést, csökkentve a központi hálózatoktól való függőséget. Az energiatárolás és az intelligens hálózatok terén elért technológiai fejlődés tovább segíti a megújulók integrációját a meglévő energiarendszerekbe, kezelve az olyan kihívásokat, mint az energia tárolása és a hálózati stabilitás. A hagyományos energiaszektor hosszú ideje a globális gazdaságok sarokköve, munkahelyeket teremtve a kutatás, kitermelés és finomítás területén. Ezenkívül politikai befolyást is biztosít, mivel az energiahordozókat exportáló országok jelentős hatalommal rendelkeznek a nemzetközi kapcsolatokban. Azonban a fosszilis tüzelőanyagokra támaszkodó régiók gazdasági kockázatokkal szembesülnek, például az árvolatilitás és a készletek kimerülése miatt. A megújuló energia ezzel szemben egy fenntarthatóbb és méltányosabb energia-paradigma felé való elmozdulást képvisel. A megújulók csökkentik a véges erőforrásoktól való függőséget, elősegítve az energiabiztonságot és csökkentve a geopolitikai feszültségeket. Továbbá a szektor új iparágakban teremt munkahelyeket, például a napelemgyártásban és a szélturbinák karbantartásában. Az olyan nemzetközi megállapodások, mint a Párizsi Egyezmény, egyre inkább előnyben részesítik a megújulókat, elismerve szerepüket a klímacélok elérésében. A hagyományos és megújuló energia szektorok közötti különbségek alapvetően meghatározzák globális szerepüket. Míg a hagyományos energia megbízhatóságával és mélyen gyökerező rendszereivel továbbra is alapvető része az

energiapiacnak, fenntarthatósági kihívásokkal kell szembenéznie. Ezzel szemben a megújuló energia a fenntarthatóság és innováció irányába mutató jövőt képviseli, bár infrastrukturális és technológiai fejlődést igényel a meglévő korlátok leküzdéséhez. Az energiapiacok átalakulása során e két szektor közötti interakció hosszú távon meghatározó lesz a gazdasági, környezeti és geopolitikai fejlődés szempontjából.

Ebben az értekezésben Az ETF-ek a hagyományos és megújuló energia szektor közötti kapcsolat feltárásának hatékony eszközei, mivel egyszerre biztosítanak reprezentatív mintát és rugalmasságot az elemzés során. A különböző ETF-ek lehetővé teszik a szektorális teljesítmény különbségeinek részletes megértését, miközben segítik a kockázatok és lehetőségek azonosítását. Ezek az eszközök nemcsak a befektetési stratégiák optimalizálását támogatják, hanem hozzájárulnak a globális energiapiac strukturális átalakulásának mélyebb megértéséhez is. A tíz ETF mindegyike pontosan leképezi az energiapiaci szegmensek sajátos befektetési lehetőségeit, miközben különböző stratégiákat és szektorális fókuszokat kínál. A hagyományos energia ETF-ek a fosszilis tüzelőanyagokkal kapcsolatos tevékenységekre összpontosítanak, míg az alternatív/megújuló energia ETF-ek a tiszta energia és fenntartható technológiák iránti növekvő keresletet célozzák meg, új befektetési lehetőségeket teremtve a fenntartható gazdasági fejlődés előmozdítására. A szegmensek közötti különbségek a befektetési stratégiákban és a portfólió összetételében mutatkoznak meg. A két ETF-szegmens jelentős eltéréseket mutat. A hagyományos és az alternatív energiaszektorban jegyzett ETF-ek eszközértékei nagyságrendileg különböznek. A hagyományos energia ETF-ek általában magasabb nettó eszközértékekkel rendelkeznek. Például az XLE (Energy Select Sector SPDR) eszközértéke közel 40 milliárd dollár, míg az alternatív energiaszektor legnagyobb ETF-je, az ICLN csak 2,17 milliárd dollár körül alakul. Az XLE ETF jóval magasabb átlagos napi forgalommal rendelkezik (csaknem 16 millió dollár körül), ami jelzi, hogy ezek az alapok nagyobb likviditással bírnak. Ezzel szemben az alternatív/megújuló energia ETF-ek – például az EARTH, amely megközelítőleg 17 700 átlagos kereskedési forgalommal rendelkezik – sokkal alacsonyabb forgalmat mutatnak. A hagyományos energia ETF-ek nagyobb eszközértékkel és általában nagyobb napi forgalommal rendelkeznek, ami arra utal, hogy ezek az alapok stabilabbak és likvidebbek lehetnek, mint az alternatív energia szektorában működők. Bár az alternatív/megújuló energia ETF-ek kisebbek és kevésbé likvidek, a piac növekedése és a megújuló energia iránti növekvő érdeklődés hosszú távon növelheti ezeknek az alapoknak a vonzerejét és forgalmát.

A hagyományos energiaszektorba tartozó ETF-ek, mint az XLE, a VDE vagy az XOP, főként az olaj- és gázipar nagy szereplőire koncentrálnak, mint például az Exxon Mobil és a Chevron. Ezek a vállalatok elsősorban az olaj- és gázkitermelésre, a finomításra és az ezekkel kapcsolatos infrastruktúra kezelésére összpontosítanak. Ez a magas koncentráció potenciális kockázatokat rejthet magában a geopolitikai kihívások és a globális energiapiac volatilitása miatt. Ezzel szemben az alternatív energiaszektorba tartozó ETF-ek, mint az ICLN, a TAN vagy a QCLN, széleskörűen diverzifikáltak, többféle megújuló energiaforrást felölelve, többek között a napenergiát, a szélenergiát és az elektromos járművekkel kapcsolatos technológiákat. Az ilyen típusú diverzifikáció lehetővé teszi a befektetési kockázatok csökkentését és a technológiai fejlődések által hajtott piaci lehetőségek kihasználását. Az ICLN például olyan vállalatokat tartalmaz, mint a First Solar vagy az Enphase Energy, amelyek a napenergia- termelés és - tárolás területén tevékenykednek, míg a TAN szintén napenergia-koncentrált, olyan vállalatokkal, mint a Sunrun Inc., amely otthoni napenergia-rendszerek telepítésére specializálódott. Az alternatív/megújuló energia szegmense nemcsak az energiatermelést foglalja magában, hanem olyan területeket is, mint az energiamegoldások biztosítása, valamint többféle energiatermék és -technológia fejlesztése. Az ICLN tartalmazza például a Vestas Wind Systemst, amely szélturbinákat gyárt, és az Enphase Energyt, amely napenergia-alapú otthoni energiamegoldásokat kínál. A TAN befektet a SolarEdge Technologiesbe, amely napenergiás invertereket és energiamedzsmen- megoldásokat fejleszt. A QCLN magában foglalja a Teslát, amely nemcsak elektromos járműveket gyárt, hanem energiátárolási megoldásokat és épületbe integrált napelemes (BIPV) rendszereket is kínál. A GRID érinti az intelligens hálózati megoldásokat nyújtó vállalatokat, mint az Eaton, amely az elektromos rendszerek és az energiamedzsmen- technológiák területén tevékenykedik. Ez a diverzifikáció nemcsak a technológiák és az alkalmazások területén nyilvánul meg, hanem abban is, hogy az egyes cégek nem ismétlődnek olyan mértékben, mint a hagyományos energiaszektorban. Az alternatív energiaszektorban tevékenykedő cégek gyakran specializált, úttörő technológiákban érdekeltek, amelyek kifejezetten a fenntarthatóságot és az innovációt célozzák, így szélesítve a befektetési lehetőségek körét. A hagyományos energiaforrásokra összpontosító ETF- ek befektetési stratégiái az olaj- és gázárak ingadozásaira épülnek, amelyek nagyobb mértékű kockázatot és volatilitást jelentenek a befektetők számára. A portfólióallokáció a hagyományos energia ETF-szegmensben magas koncentrációt mutat, a diverzifikáció korlátozottabb. Ebben a szegmensben a legnagyobb vállalati értékek dominálnak, amelyek nagymértékben ki vannak téve a globális olaj- és gázpiacok áringadozásainak. Az ETF-összetétel nagymértékben függ a fosszilis tüzelőanyagok piacának változásaitól, ami nagyobb kockázatot jelent a befektetők

számára. A geopolitikai kihívások, a globális kereslet és kínálat változásai, valamint a környezetvédelmi szabályozások szigorodása mind hatással vannak erre a szektorra. Ezzel szemben az alternatív energia szektora jóval diverzifikáltabb. Az alternatív energiára összpontosító ETF-ek, amelyek az energiaátmenet és a fenntarthatóság iránti növekvő társadalmi és gazdasági érdeklődésből profitálnak, stabilabb hozamokat és kevesebb volatilitást ígérnek, miközben hozzájárulnak a globális dekarbonizációs célok eléréséhez. A különböző energiaforrásokba és technológiákba való befektetés csökkenti a piaci és operatív kockázatokat, mivel az egyes technológiák és piacok nem feltétlenül reagálnak ugyanúgy a globális gazdasági és politikai változásokra. Az alternatív energia szektorának diverzifikációja kiemelt lehetőséget kínál a befektetők számára, hogy profitáljanak a megújuló energiaforrások iránti folyamatosan növekvő keresletből, amelyet a szigorodó környezetvédelmi szabályozások és a technológiai innovációk egyaránt elősegítenek. Az ilyen diverzifikációs stratégiák elengedhetetlenek a hosszú távú portfólióteljesítmény fenntartása és optimalizálása érdekében, különösen egy olyan piaci környezetben, ahol a fenntarthatósági szempontok egyre inkább előtérbe kerülnek. Ezzel szemben a hagyományos energiaszektor továbbra is kulcsfontosságú szerepet tölt be a globális energiaellátásban, azonban a befektetésekkel kapcsolatos döntések során figyelembe kell venni a geopolitikai kockázatok, az energiaárak ingadozásai és a szektorhoz kötődő piaci volatilitás hatásait. A hatékony allokációs stratégiák kidolgozása során tehát elengedhetetlen a különböző energiaszektorok közötti egyensúly figyelembevétele. Ez magában foglalja az alternatív és hagyományos energiaforrásokba történő befektetések relatív előnyeinek és kockázatainak alapos mérlegelését, amely lehetővé teszi a portfóliók diverzifikációs potenciáljának teljes kiaknázását.

3.2. A VÁLASZTOTT MÓDSZERTAN

3.2.1 AZ ADCC-GARCH MODELL PÁRONKÉNTI ALKALMAZÁSA (KÉTLÉPCSŐS MEGKÖZELÍTÉS)

A jelen kutatásban az ETF-párok közötti dinamikus kapcsolatok modellezésére egy kétlépcsős eljárás alapján, páronkénti Aszimmetrikus Dinamikus Feltételes Korrelációs GARCH (ADCC-GARCH) modell került alkalmazásra. Ez a megközelítés lehetővé teszi az időben változó volatilitások és korrelációk, valamint az aszimmetrikus hatások figyelembevételét. A modellezés a "Dynamic Conditional Correlation – 2 Step" EViews add-in segítségével történt.

A modellezési folyamat két fő lépésből állt minden egyes ETF-párra ($r_{1,t}$ és $r_{2,t}$ hozamsorozatok):

3.2.1.1 Első lépés: Univariát modellek az átlagra és varianciára

Minden egyes hozamsorozatra ($r_{i,t}$, ahol $i = 1, 2$) először egy feltételes átlag-egyenlet és egy univariát GARCH(1,1) modell került becslésre a feltételes variancia modellezésére.

Feltételes Átlag-egyenlet:

A gyakorlati becslés során, a stabil konvergencia érdekében, az átlag-egyenletet egyszerűsített formában, konstanssal került meghatározásra:

$$r_{i,t} = \mu_i + \varepsilon_{i,t}$$

ahol μ_i a konstans átlagos hozam az i -edik sorozatra, és $\varepsilon_{i,t}$ a hibtag, amelyre a GARCH folyamat került illesztésre.

Feltételes Variancia-egyenlet (Univariát GARCH(1,1)):

A hibtagok ($\varepsilon_{i,t}$) feltételes varianciáját ($h_{i,t}$) egy GARCH(1,1) modellel kerültek meghatározásra:

$$h_{i,t} = \omega_i + \alpha_i \cdot \varepsilon_{i,t-1}^2 + \beta_i \cdot h_{i,t-1}$$

ahol:

$$\omega_i > 0, \quad \alpha_i \geq 0, \quad \beta_i \geq 0, \quad \text{és} \quad (\alpha_i + \beta_i) < 1 \quad \text{a stabilitás érdekében.}$$

Az univariát modellek becslése Bollerslev–Wooldridge robusztus standard hibákkal történt.

Az első lépés eredményeként megjelenítésre kerültek a standardizált maradékok mindkét sorozatra:

$$z_{i,t} = \varepsilon_{i,t} / \sqrt{h_{i,t}}$$

3.2.1.2 Második lépés: Aszimmetrikus Dinamikus Feltételes Korreláció (ADCC) modell

A standardizált maradékok ($z_t = [z_{1,t}, z_{2,t}]'$) alapján került becslésre a dinamikus feltételes korrelációs mátrix (R_t) az ADCC(1,1) modell segítségével, Cappiello, Engle és Sheppard (2006) nyomán.

A feltételes kovarianciamátrix (H_t) a következőképpen áll elő:

$$H_t = D_t \cdot R_t \cdot D_t$$

ahol D_t a feltételes szórásokat tartalmazó diagonális mátrix:

$$D_t = \text{diag}(\sqrt{h_{1,t}}, \sqrt{h_{2,t}})$$

Az ADCC(1,1) modell a Q_t kvázi-korrelációs mátrix dinamikáját specifikálja:

$$Q_t = (1 - \theta_1 - \theta_2) \cdot \bar{Q} - \theta_3 \cdot \bar{N} + \theta_1 \cdot (z_{t-1} \cdot z_{t-1}') + \theta_2 \cdot Q_{t-1} + \theta_3 \cdot (n_{t-1} \cdot n_{t-1}')$$

ahol:

- \bar{Q} a standardizált maradékok feltétel nélküli kovarianciamátrixa (a korreláció-célzás miatt),
- $n_{t-1} = I[z_{t-1} < 0] \odot z_{t-1}$ a negatív sokkokat megragadó vektor (ahol $I[\cdot]$ az indikátorfüggvény, \odot a Hadamard-szorzatot jelöli, azaz elemenkénti szorzást),
- \bar{N} az $n_{t-1} \cdot n_{t-1}'$ feltétel nélküli várható értéke,
- θ_1 (ADCC α) a múltbeli sokkok hatását méri a korrelációra,
- θ_2 (ADCC β) a korreláció perzisztenciáját mutatja,
- θ_3 (ADCC γ) az aszimmetrikus komponenst méri, azaz hogy a közös negatív sokkok eltérően hatnak-e a korrelációra.

A stabilitás érdekében a következő feltételnek kell teljesülnie:

$$\theta_1 + \theta_2 + \delta \cdot \theta_3 < 1$$

ahol δ az aszimmetrikus tagra vonatkozó súlyozó tényező (gyakran a negatív sokkok arányával kapcsolatos).

Az EViews kimenet általában egy egyszerűbb stabilitási feltételt is ellenőriz:

$$\theta_1 + \theta_2 < 1$$

ami a szimmetrikus DCC-re vonatkozik, de az ADCC-re is iránymutató.

A feltételes korrelációs mátrix (R_t) elemei pedig a Q_t normalizálásával kaphatók:

$$R_t = (\text{diag}(Q_t))^{-1/2} \cdot Q_t \cdot (\text{diag}(Q_t))^{-1/2}$$

A modell paramétereinek becslése Maximum Likelihood módszerrel (BFGS algoritmussal) történt, többváltozós Student-t eloszlás feltételezésével a standardizált hibatagokra, ami lehetővé teszi a pénzügyi idősorokra jellemző "vastag tail"-el rendelkező eloszlások jobb kezelését. A Student-t eloszlás szabadságfoka (ν , itt jelölve θ_4 -ként) szintén becslött paraméter.

Ez a megközelítés lehetővé teszi, hogy ne csak az egyes eszközök volatilitását, hanem a közöttük lévő, időben változó és potenciálisan aszimmetrikus korrelációs kapcsolatok is feltárásra kerülhessenek.

A fentiekben feltárt módszertan alapján az alábbiak szerint kerültek kidolgozásra a választható befektetési stratégiák.

3.2.2 A MODELLILLESZKEDÉS ÉS -KIVÁLASZTÁS KRITÉRIUMAI

A különböző ökonometriai modellek, mint például az ADCC-GARCH és a DCC-GARCH specifikációk relatív illeszkedésének összehasonlítására a szakirodalomban elterjedt információs kritériumok és a Log-likelihood érték szolgálnak. Ezen mutatók célja, hogy segítsenek kiválasztani azt a modellt, amely a lehető legjobban írja le az adatokat, miközben elkerüli a túlzott komplexitást (a túlillesztést).

- Log-likelihood (Logaritmusos Valószínűség): Ez a mutató a modell illeszkedésének jószágát méri. Minél magasabb a Log-likelihood értéke, annál nagyobb valószínűséggel képes a modell a mintában szereplő adatok generálására, azaz annál jobban illeszkedik. Két, azonos adatsoron becslött modell közül a magasabb Log-likelihood értékkel rendelkező a preferált.
- Akaike Információs Kritérium (AIC): Az AIC (Akaike, 1974) a Log-likelihood értéket bünteti a modellben szereplő becslött paraméterek számával. A kritérium célja, hogy egyensúlyt találjon a jó illeszkedés és a modell egyszerűsége (parszimónia) között. Két modell összehasonlításakor az alacsonyabb AIC értékkel rendelkező modellt tekintjük jobbnak.

- Schwarz Információs Kritérium (SC vagy BIC): A Schwarz-féle, vagy más néven Bayes-i Információs Kritérium (Schwarz, 1978) szintén a modell komplexitását bünteti, de az AIC-nél szigorúbban veszi figyelembe a paraméterek számát, különösen nagyobb minták esetén. Emiatt az SC hajlamosabb az egyszerűbb, kevesebb paramétert tartalmazó modelleket előnyben részesíteni. Két modell közül az alacsonyabb SC értékkel rendelkező a preferált.
- Hannan-Quinn Kritérium (HQC): Ez a kritérium (Hannan & Quinn, 1979) egy alternatívát kínál, amelynek büntető faktora jellemzően az AIC és az SC között helyezkedik el.

A jelen kutatásban mind a Log-likelihood, mind a Schwarz kritérium (SC) értéke bemutatásra kerül az ADCC- és DCC-GARCH modellek eredménytáblázataiban (lásd 4-6., 13-15. és A.1-A.3. táblázatok) a modellek illeszkedésének objektív összehasonlításának lehetővé tétele érdekében.

3.3 A BEFEKTETÉSI STRATÉGIÁK

A páronkénti ADCC-GARCH modellekből becsült várható hozamok, volatilitások és korrelációk alkalmazásával az alábbiakban négy befektetési stratégia kerül megfogalmazásra. Ezek két klasszikus portfólióoptimalizálási problémán alapulnak.

Az első megoldandó optimalizációs probléma az úgynevezett minimum-variancia portfólió, amelyet a következő képlet határoz meg:

$$\min w_t' \cdot H_{t+1|t} \cdot w_t$$

Az első megoldandó optimalizációs probléma minimum-variancia portfóliójának kockázategyenlete:

$$w_t' \cdot H_{t+1|t} \cdot w_t$$

Ebben a stratégiában a befektető kizárólag a volatilitás minimalizálásában érdekelt. (Mint ismeretes, a való életben a befektető nyereségszerzésben is érdekelt a volatilitás csökkentése mellett.)

A második optimalizációs probléma a Markowitz klasszikus mean-variancia stratégiája (Markowitz, 1952). Ennek az optimalizáció problémának a célja szintén a portfólió

kockázatának minimalizálása, de jelen esetben egy célzott portfóliómegetérülési kikötést is megfogalmaz. Következésképpen, az optimalizációs problémát a következő képlet adja meg:

$$\min w_t' \cdot H_{t+1|t} \cdot w_t$$

$$\text{feltéve, hogy } w_t' \cdot E\{R_{t+1}\} \geq R^*$$

A Markowitz klasszikus mean-variancia portfóliójában R^* a kívánt megtérülési célteljesítményt jelöli. R^* referenciaértékeként ebben az esetben az egységesen súlyozott portfólió, más néven naiv portfólió kerül alkalmazásra.

A portfóliók shortolási (short-selling) ügyleteket meghatározó kikötés megfogalmazásával vagy azok megfogalmazása nélkül is megalkothatók. Először a shortolás kizárásával kerül megoldásra az optimalizációs probléma. Következésképp a probléma a:

$$w_t' \cdot 1 = 1 \text{ és } w_i \geq 0 \text{ (} i = 1, 2, \dots, N \text{)}$$

általános kitételeket foglalja magába.

A 2.4 alfejezetben bemutatott shortolási szakirodalom alapján a szabályozói döntéshozók számára javasolt lehet, hogy a short-selling lehetőségeit csak olyan mértékben korlátozzák, amely nem akadályozza a piaci hatékonyságot és az árak információtartalmának növekedését.

Ebben az esetben a megoldás magában foglalja a:

$$w_t' \cdot 1 = 1, \text{ ahol } w_t = [w_1, w_2, \dots, w_N]',$$

és w_i a portfólióvektor összes eszközének súlya.

Végezetül a $t = \tau+1, \dots, T$ mintán kívüli optimalizációs keretrendszer teljesítménye több, egymást kiegészítő teljesítménymutató tükrében kerül értékelésre. A hagyományos Sharpe-ráta mellett bevezetésre kerül a Sortino-ráta, a Treynor-ráta, valamint a Maximális Visszaesés is, hogy a portfóliók teljesítményéről egy robusztusabb, többdimenziós kép rajzolódjon ki.

A portfóliók kockázat-korrigált teljesítményének alapvető mérőszáma a Sharpe-ráta (SR_p), amelyet a mintán kívüli átlagos többlethozam ($\bar{r}_p - \bar{r}_f$) és a teljes kockázatot mérő szórás (σ_p) hányadosa határoz meg ekképpen:

$$SR_p = (\bar{r}_p - \bar{r}_f) / \sigma_p$$

A Sortino-ráta a Sharpe-mutató finomított változata, amely a teljes szórás helyett csak a negatív irányú, azaz a befektetők számára releváns kockázatot veszi figyelembe. A nevezőben a lefelé irányuló szórás (downside deviation, σ_{dp}) szerepel, amely csak a célérték (jellemzően a kockázatmentes hozam, r_f) alatti hozamok volatilitását méri:

$$\text{Sortino}_p = (\bar{r}_p - \bar{r}_f) / \sigma_{dp}$$

A Treynor-ráta a portfólió többlethozamát nem a teljes, hanem a szisztematikus (piaci) kockázathoz viszonyítja. A nevezőben a portfólió bétája (β_p) szerepel, amely a portfólió és a piaci index (m) hozamai közötti érzékenységet méri:

$$\text{Treynor}_p = (\bar{r}_p - \bar{r}_f) / \beta_p$$

A Maximális Visszaesés nem egy hatékonysági ráta, hanem egy tiszta kockázati mutató. A vizsgált időszak alatt a portfólió értékének (P_t) egy korábbi csúcshoz ($\max P_j$) mért legnagyobb százalékos csökkenését mutatja meg. Azt a maximális "fájdalmat" számszerűsíti, amit a befektetőnek el kellett szenvednie. A mutató kiszámítása egy, a portfólió napi hozamaiból generált kumulált értékgörbe (equity curve) elemzésén alapul, amelyből a mindenkori csúcshoz viszonyított legnagyobb relatív visszaesés kerül meghatározásra:

$$\text{MDD} = \min_{t \in (\tau+1, T)} [(P_t - \max_{j \in (\tau+1, t)} P_j) / (\max_{j \in (\tau+1, t)} P_j)]$$

Fontos módszertani szempont, hogy a portfóliók létrehozása a klasszikus Markowitz-féle optimalizálási elveken (minimum-variancia, illetve mean-variancia) alapult. A mean-variancia stratégia, természetéből fakadóan, a Sharpe-ráta maximalizálását célozza a hozam és a teljes szórás viszonyában. A kutatás azonban – a portfóliók kockázati profiljának mélyebb, többdimenziós megértése érdekében – a már létrehozott portfóliók teljesítményét egy kibővített, a szakirodalomban is elismert mutatórendszer segítségével értékeli. Ennek keretében a Sharpe-ráta mellett a lefelé irányuló kockázatot jobban megragadó Sortino-ráta, a szisztematikus kockázatra fókuszáló Treynor-ráta, valamint a befektetői pszichológia szempontjából kritikus Maximális Visszaesés (MDD) is kiszámításra került.

Ez a kétlépcsős megközelítés – először optimalizálás a klasszikus elvek mentén, majd kibővített, többdimenziós teljesítményértékelés – lehetővé teszi a stratégiák hatékonyságának,

kockázati karakterisztikájának és gyakorlati „elviselhetőségének” egyaránt átfogó és robusztus vizsgálatát.

3.4 A PORTFÓLIÓSÚLYOZÁS MÓDSZERTANA

Az előző fejezetben bemutatott szakirodalmi módszertani áttekintés mentén az öt hagyományos és öt alternatív/ megújuló energia-ETF súlyozása a következő elvek mentén kerül kialakításra, különös tekintettel a diverzifikációra, a kockázatkezelésre, valamint a befektetési stratégiák (shortolás vagy annak mellőzése) alkalmazására. A portfólió súlyozási stratégiája a módszertan alapján négyféle megközelítés szerint kerül kialakításra, amelyek két klasszikus optimalizációs problémát vesznek alapul: a minimum-variancia portfóliót és a mean-variancia portfóliót. Az egyes stratégiák célja különböző kockázat-hozam kompromisszumok kezelése az alábbi módon.

A naiv portfólióban az eszközök egyenlő súlyozása (szegmensenként mindegyik ETF 20%-os súlyt kap). A naiv portfólió előnyei az egyszerűség, mivel minden eszköz hozzájárul a portfólióhoz, elkerülve az alulsúlyozás kockázatát. Ugyanakkor hátrány, hogy ez a stratégia nem veszi figyelembe az eszközök közötti korrelációt és volatilitást, ami potenciálisan alacsonyabb hatékonysághoz vezethet.

A shortolás kizárásával kialakított minimum-variancia portfólió esetében a cél a portfólió varianciájának (volatilitásának) minimalizálása, kizárólag pozitív súlyokkal. Ebben az esetben a minimum súly 5%, a maximum súly pedig 50% az egyes ETF-ek esetében. A shortolás kizárása esetén ennek a stratégiában előnye, hogy megfelelő diverzifikáció mellett minimalizálja a kockázatot. Viszont hátrány, hogy nem teszi lehetővé a negatív súlyokat, így korlátozza a piaci visszaesések elleni védekezést.

A shortolás engedélyezésével kialakított minimum-variancia portfólió esetében a cél ugyanúgy a variancia minimalizálása, de negatív súlyok is engedélyezettek. Ebben a portfólióban a minimum súly -50%, maximum súly 50%. A stratégia előnye, hogy a shortolási lehetőség növeli a portfólió rugalmasságát és lehetőséget nyújt a negatív korreláció kihasználására. Hátránya viszont, hogy a shortolás alkalmazása növelheti a portfólió volatilitását válsághelyzetekben.

A mean-variancia portfólió esetében a cél a portfólió kockázatának minimalizálása adott hozamszint mellett. Ennek a stratégiának előnye, hogy egyensúlyt biztosít a diverzifikáció és a hozampotenciál között, különösen a magasabb teljesítményű ETF-ek preferálása révén. Viszont hátránya, hogy az alacsony hozamú, de stabil eszközök alulsúlyozottak lehetnek. A mean-variancia portfólió biztosítja a kívánt hozam elérése mellett elfogadható kockázati szintet, amely haladó befektetési stratégiák esetén optimális.

A minimum-variancia portfólió célja a portfólió kockázatának (varianciájának) minimalizálása hozamelvárás nélkül. A stratégia előnye, hogy a volatilitás minimalizálása révén stabil portfólió jön létre, amely alacsony kockázatot biztosít, és jól diverzifikált az eszközök közötti korreláció alapján. Hátránya viszont, hogy a hozamelvárás figyelmen kívül hagyása alacsonyabb megtérüléshez vezethet, különösen a nagyobb hozamot biztosító eszközök alulsúlyozása miatt. A minimum-variancia portfólió az alacsony kockázat biztosítása érdekében optimalizált, stabil portfólió, amely különösen alkalmas konzervatív befektetők és válságálló stratégiák számára.

Jelen értekezésben az ETF-ek múltbeli hozamainak, volatilitásának és korrelációinak elemzése alapján kerül kiszámításra a várható megtérülés és a kovariancia mátrix. Az optimalizáció során a Markowitz-féle kritériumrendszernek megfelelően a portfólió varianciájának minimalizálása a cél, meghatározott elvárt hozamszint mellett (Mean-Variancia), illetve anélkül (Minimum-Variancia). A kapott optimális portfóliók teljesítményének értékelése egy kibővített, többdimenziós mutatórendszer segítségével történik. A hagyományos Sharpe-ráta mellett az elemzés kiterjed a Sortino-rátára, a Treynor-rátára és a Maximális Visszaesésre (MDD) is, hogy a stratégiák hatékonyságáról és kockázati profiljáról egyaránt átfogó kép alakuljon ki. Ezen felül az adott stratégiának megfelelő minimum és maximum súlyok kerülnek meghatározásra, figyelembe véve a shortolási lehetőségek engedélyezését vagy kizárását. Az optimalizációs modell megoldására elsődlegesen az Excel Solver pénzügyi modellező eszköz kerül alkalmazásra. Az eredmények tudományos pontosságának és reprodukálhatóságának ellenőrzése érdekében a számítások egy standard matematikai könyvtárat használó, programozott környezetben is validálásra kerülnek az optimális eszközszúlyok kiszámolása révén.

Várható eredmények és következtetéseket tekintve a naiv portfólió stabil, de alacsonyabb hozam-kockázati teljesítményt, a shortolás nélküli stratégiák a konzervatív befektetők számára

ideális és megfelelő diverzifikációt, valamint minimalizált kockázatot, a shortolást engedélyező stratégiák pedig magasabb hozampotenciált, de nagyobb volatilitást és kockázatot eredményeztek.

A minimum-variancia és a mean-variancia portfóliók esetében a súlyozások rugalmasan alakíthatók jelen értekezés befektetési stratégiáihoz, de a megnevezések csak akkor maradnak pontosak, ha az alapvető célokat és matematikai elveket követik. Mivel a portfólióoptimalizálás során a cél a kockázat és hozam arányának optimalizálása, nem pedig előre rögzített súlyok alkalmazása, a diverzifikáció érdekében shortolás engedélyezése nélkül 10%- és 40%-os, illetve shortolás engedélyezése mellett -60% és 40%-os minimum-maximum súlykorlátok kerülnek a dolgozatban bevezetésre. A maximum 40%-os felső korlát mérsékli az idioszinkratikus kockázatot, míg a -60%-os alsó korlát lehetővé teszi a negatív korrelációs eszközök kihasználását. Ezek a súlykorlátok lehetővé teszik, hogy egyetlen eszköz se domináljon, miközben minden eszköz érdemben hozzájárul a portfóliódiverzifikációhoz, illetve a piaci körülmények jelentős volatilitását is képesek kezelni. A súlykorlátok beállítása nem változtat az alapstratégián, viszont befolyásolja az optimalizációs eredményeket. Az alkalmazott súlykorlátok vagy a shortolás engedélyezése miatt a portfólió már "kibővített" vagy "korlátozott" optimalizálási modellnek minősülhet. Azonban, ha a stratégiai célok - a variancia minimalizálása vagy a kockázat minimalizálása adott hozamszinten - változatlanok, az értekezés érvényes eredményeket mutathat fel. Viszont szükséges megjegyezni, hogy a súlyozások nem kőbe vésettek, hanem a befektetési célok, a kockázattűrési képesség és a diverzifikációs elvek alapján alakíthatók. A modern portfólióelmélet rugalmas, és az optimalizáció során alkalmazott modell, ez esetben az Excel Solver, lehetővé teszi a súlykorlátok testreszabását.

3.5 A FÜGGŐSÉGI SZERKEZET KIEGÉSZÍTŐ ELEMZÉSE KOPULÁKKAL

A portfólió-diverzifikáció hatékonyságát alapvetően befolyásolja az eszközpárok közötti függőségi szerkezet. Míg az ADCC-GARCH modellek a korrelációk időbeli dinamikáját ragadják meg, a jelen kutatás egy kiegészítő, kopula-alapú elemzést is alkalmaz a hozamsorok közötti feltétel nélküli, teljes függőségi struktúra mélyebb megértése érdekében. A pénzügyi idősorok közötti kapcsolatok ugyanis gyakran komplexek, nem-lineáris jellegűek, és a függőség mértéke eltérő lehet normál piaci körülmények és extrém események idején.

A kopulaelmélet (lásd Sklar, 1959) hatékony keretrendszert nyújt ezen összetett kapcsolatok vizsgálatára. A kopulák olyan függvények, amelyek lehetővé teszik egy többváltozós eloszlás szétválasztását az egyedi (perem) eloszlásokra és egy, a tiszta függőségi szerkezetet leíró kopula függvényre (Nelsen, 2006). A módszer alkalmazásának alapvető feltétele, hogy az elemzésbe bevont változók (ebben az esetben az ETF-ek hozamsorozatai) azonos, $[0,1]$ intervallumon lévő egyenletes eloszlást kövessenek. Mivel a pénzügyi hozamok eredeti eloszlása ettől eltér, egy transzformációs lépésre van szükség. Ezt a folyamatot Valószínűségi Integráltranszformációnak (*Probability Integral Transform*, PIT) nevezik. A transzformáció során minden egyes hozamértéket megfeleltetünk a saját eloszlásán belüli relatív helyének, azaz a kumulatív valószínűségének. A gyakorlatban, mivel a hozamok pontos elméleti eloszlása nem ismert, a transzformáció az empirikus kumulatív eloszlásfüggvény (ECDF) alapján, egy robusztus, rangsorokon alapuló nem-parametrikus módszerrel történt. Az így létrehozott u -norm sorozatok már mentesek az eredeti sorozatok egyedi jellemzőitől, lehetővé téve a mögöttes függőségi struktúra vizsgálatát.

Jelen elemzés három elterjedt kopulatípust vizsgál:

- Gauss-kopula: Ez a kopula a normális eloszlásból származtatható, és a függőséget egyetlen paraméterrel, a lineáris korrelációs együtthatóval (ρ_G) írja le. A Gauss-kopula nem modellez tail-függőséget, így referenciapontként szolgál. Paraméterének becslése a standard inverziós módszerrel történt.
- Clayton-kopula: Ez egy Archimédeszi kopula, amely különösen alkalmas az alsó tail-függőség modellezésére.
- Gumbel-kopula: Szintén egy Archimédeszi kopula, amely a felső tail-függőség megragadására specializálódott.

A Clayton- és Gumbel-kopulák θ paramétereinek becslése a Kendall-féle tau (τ) rangkorrelációs együtthatóból való származtatással történt. Ez a kapcsolat az Archimédeszi kopulák és a Kendall-tau között teremthető meg (Genest & MacKay, 1986), amely a gyakorlatban a következő formulák alkalmazását jelenti:

- $\theta_C = 2\tau / (1 - \tau)$
- $\theta_G = 1 / (1 - \tau)$

3.6 A HIPOTÉZISEK ÉS A VIZSGÁLATI MÓDSZEREK ÖSSZEKAPCSOLÁSA

A kutatás tudományos megalapozottságának és belső koherenciájának biztosítása érdekében ez az alfejezet egyértelműen összekapcsolja a dolgozat bevezetőjében megfogalmazott hipotéziseket azokkal a specifikus ökonometriai és statisztikai módszerekkel, amelyek azok tesztelésére és megválaszolására szolgálnak. Ez a kutatási terv egyfajta logikai térképeként funkcionál, amely előrevetíti az empirikus eredményeket bemutató 4. és 5. fejezet felépítését.

Az első hipotézis (H1) azt állítja, hogy a hagyományos és az alternatív/megújuló energia szektorok eltérő kockázati karakterisztikával és szektoron belüli diverzifikációs potenciállal rendelkeznek. Ennek tesztelésére a dolgozat több, egymást kiegészítő eljárást alkalmaz mindkét vizsgált időszakra. A szektorok alapvető hozam- és kockázati jellemzőinek összehasonlítását a leíró statisztikai elemzés teszi lehetővé (lásd 4.1 és 5.1 alfejezetek). A szektoron belüli és a szektorok közötti lineáris kapcsolatok erősségének felmérésére a statikus korrelációmátrixok vizsgálata szolgál, míg a kapcsolatok nem-lineáris, különösen a szélsőséges eseményekre vonatkozó szerkezetének mélyebb megértését a kopula-alapú függőségi elemzés (lásd 4.5 és 5.5 alfejezetek) biztosítja.

A második hipotézis (H2) a diverzifikáció hatékonyságának korlátaira fókuszál, különös tekintettel a korrelációk dinamikus és aszimmetrikus természetére, valamint a tail-függőségi jelenségekre. Ezen összetett hipotézis vizsgálata a dolgozat legfejlettebb ökonometriai eszköztárát igényli. A korrelációk időbeli változását, perzisztenciáját és aszimmetrikus sokkreakcióit az aszimmetrikus dinamikus feltételes korrelációs (ADCC-GARCH) modellek segítségével kerülnek kiértékelésre, mind a "békeidős" (lásd 4.6 alfejezet), mind a "válság-rezsim" (lásd 5.6 alfejezet) esetében. Ezzel párhuzamosan a tail-függőségi jelenségek számszerűsítésére a kopula-elemzés (lásd 4.5 és 5.5 alfejezetek) ad lehetőséget, amely így a H1 és H2 hipotézis megválaszolásához egyaránt hozzájárul.

A harmadik hipotézis (H3) az alternatív/megújuló energia szektorba tartozó ETF-ek feltételezett felülteljesítését vizsgálja a hagyományos szektorral szemben, kockázat-korrigált hozam alapon. Ennek a hipotézisnek a tesztelése a Markowitz-féle portfólió-optimalizáláson alapul. A portfóliók teljesítményének objektív összehasonlítása egy kibővített, többdimenziós mutatórendszer (Sharpe-, Sortino-, Treynor-ráta, MDD) alapján történik, külön-külön mindkét

időszakra (lásd a 4.7 és 5.7 alfejezeteket). A hipotézis végső igazolása vagy elvetése a két rezsím eredményeinek összehasonlító elemzése során (lásd 6. fejezet) történik meg.

4. A 2010-2020-AS IDŐSZAK ELEMZÉSE: EGY „BÉKEIDŐS” PIACI REZSIM

Jelen fejezet a kutatás első empirikus elemzését mutatja be, amely a 2010 és 2020 közötti, a 2008-as pénzügyi válságot követő és a COVID-19 pandémia kitöréséig tartó, jellemzően stabil, növekedés-orientált piaci környezetre fókuszál. Ennek a „békeidős” piaci rezsimnek a vizsgálata adja a kiindulási alapot a későbbi, „válság-időszakkal” való összehasonlításhoz.

Az elemzés egy szisztematikus, lépésről-lépésre haladó struktúrát követ, a statikus jellemzőktől a komplex dinamikus modellekig. Elsőként a két energiaszektor alapvető statisztikai tulajdonságai és hozamalakulásai kerülnek feltárára (4.1-4.2). Ezt követően a szektoron belüli és a szektorok közötti statikus függőségi szerkezetet vizsgálom a kovariancia- és korrelációmátrixok segítségével (4.3-4.4). A kapcsolatok nem-lineáris, különösen a szélsőséges eseményekre vonatkozó szerkezetének mélyebb feltárása a kopula-elemzés eszközével történik (4.5). Az időbeli dinamikák modellezésére az Aszimmetrikus Dinamikus Feltételes Korrelációs (ADCC) GARCH modelleket alkalmazom (4.6). Végül, a fejezet utolsó részében a modellezésből származó eredmények gyakorlati hasznosíthatóságát vizsgálom: Markowitz-féle portfólió-optimalizálást végzek (4.7), és a kapott stratégiák teljesítményét egy kibővített mutatórendszer segítségével értékelem (4.8).

4.1 LEÍRÓ STATISZTIKA

Az 1. és a 2. táblázat a 2010. január 4-től 2020. december 31-ig terjedő időszakban mutatja be az energia ETF-ek (XLE, VDE, XOP, IXC, OIH) és az alternatív/megújuló energia ETF-ek (ICLN, TAN, QCLN, GRID, EARTH) napi hozamadatainak legfontosabb leíró statisztikáit és néhány alapvető teszt eredményét. A táblázatokban a valószínűségek (p-értékek) zárójelben szerepelnek. A statisztikai elemzések során alkalmazott egyenlőségi tesztek – mint például az utolsó oszlopban megjelenített ANOVA- és a Levene-teszt – az átlagok és varianciák egyenlőségét vizsgálják csoporton belül, míg a Jarque–Bera-teszt a normális eloszlást teszteli az egyes ETF-ekre.

Az ANOVA-teszt célja annak meghatározása, hogy több csoport átlaga között van-e statisztikailag szignifikáns különbség. Működési elve tekintetében az ANOVA-teszt összehasonlítja a csoportokon belüli és a csoportok közötti szórást. A csoporton belüli szórás azt méri, hogy a megfigyelések mennyire hasonlítanak egymásra egy adott csoporton belül, míg a csoportok közötti szórás azt, hogy az egyes csoportok átlaga mennyire tér el a teljes minta

átlagától. Alapfeltevései közé tartozik, hogy a csoportok normális eloszlást követnek, valamint az egyes csoportok varianciája azonos (homoszkedaszticitás). Az eredményeit tekintve ha az F-statisztika alapján a p-érték kisebb, mint az elfogadott szignifikancia szint (jellemzően 0,05 vagy 0,01), akkor elutasítható a nullhipotézis, amely azt állítja, hogy a csoportok átlaga azonos. Az 1. táblázat alapján a hagyományos energia ETF-ek esetében az ANOVA F-teszt eredménye ($F=0,100$, $p=0,9825$) azt mutatja, hogy nincs szignifikáns különbség ezen ETF-ek átlagos hozamai között. Hasonlóképpen, a 2. táblázat szerint az alternatív/megújuló energia ETF-eknél sem mutatható ki szignifikáns különbség az átlagos hozamokban (ANOVA $F=0,295$, $p=0,8812$).

A Levene-teszt célja annak vizsgálata, hogy két vagy több csoport varianciája megegyezik-e (homogenitás teszt). A Levene-teszt a mintaelemek abszolút eltérését méri az adott csoport mediánjától (vagy átlagától). Ezután a csoportokon belüli eltérések átlaga alapján számítja ki a varianciát. Alapfeltevései közé tartozik, hogy a minta nem feltétlenül normális eloszlású, ami előnyös olyan adatoknál, amelyek megszegik az ANOVA szigorú normális eloszlási feltételét. Ebben az esetben - ha a teszt szignifikáns (pl. $p < 0,01$) - akkor elutasítható a nullhipotézis, miszerint a varianciák azonosak. Mindkét ETF csoport esetében a Levene-teszt erősen szignifikáns eredményt adott: a hagyományos energia ETF-eknél (1. táblázat) a Levene W-statisztika 112,1631 ($p=0,0000$), míg az alternatív/megújuló energia ETF-eknél (2. táblázat) 184,0393 ($p=0,0000$). Ez azt jelenti, hogy mindkét csoporton belül az egyes ETF-ek varianciái (és így volatilitásuk) szignifikánsan különböznek egymástól.

A Jarque–Bera-teszt pedig a mintabeli adatok normális eloszlását ellenőrzi a ferdeség (Skewness) és csúcsosság (Kurtosis) alapján. A teszt az adatok eloszlását két kulcsmutatóval méri tehát. A ferdeség (Skewness) azt mutatja, hogy az eloszlás szimmetrikus-e az átlag körül. A csúcsosság (Kurtosis) pedig azt méri, hogy az eloszlás "lapos" vagy "hegyes" alakú-e a normális eloszláshoz képest. A teszt kiszámít egy statisztikát, amely az adatok ferdeségének és csúcsosságának eltérését méri a normális eloszlás jellemzőitől. Az eredményeket egy χ^2 -eloszlás alapján értékeli. Eredményeit tekintve, ha a teszt statisztikájához tartozó p-érték kisebb, mint a szignifikancia szint, akkor elutasítható a nullhipotézis, amely szerint az adatok normális eloszlásúak. Az 1. és 2. táblázatban közölt Jarque-Bera statisztikák és a hozzájuk tartozó, gyakorlatilag nulla p-értékek (0,000000) mind a tíz vizsgált ETF esetében egyértelműen elutasítják a normalitás nullhipotézisét. Ez összhangban van a pénzügyi hozamsorokra gyakran jellemző tulajdonsággal.

Az ARCH(1) 1. rendű teszt az idősorok volatilitásának csoportosulását vizsgálja (Engle 1982). Az ARCH(1) teszt célja az idősor alkotó adatok volatilitásának időbeli csoportosulásának kimutatása. Az ARCH-modell alapvetően azt vizsgálja, hogy az idősor varianciája időben változó-e, és hogy ezt a változást befolyásolják-e korábbi időszakok varianciái. A modell alapfeltevései közé tartozik, hogy egy idősor y_t reziduálisai (hibái) lehetnek heteroszkedasztikusak, vagyis a varianciájuk nem állandó időben, hanem korábbi reziduálisok négyzetével magyarázható. A modell az elsőrendű autoregresszív szerkezetet vizsgálja, vagyis a variancia függ a közvetlen előző időszak reziduálisainak négyzetétől. Az eredményeket tekintve - ha a teszt statisztikájához tartozó p-érték kisebb, mint az elfogadott szignifikanciaszint (pl. 0,05) - elutasítható a nullhipotézis, és megállapítható az ARCH-effektus jelenléte. Az 1. és 2. táblázatban bemutatott ARCH(1) tesztek eredményei (az LM statisztika és a hozzá tartozó p-értékek) mind a tíz ETF esetében szignifikáns ARCH hatást mutatnak (minden p-érték 0,0000). Az ARCH-effektus jelenléte azt mutatja, hogy a hozamok vagy más idősoros adatok volatilitása időben csoportosul, vagyis a magas volatilitást követhetik magas volatilitású időszakok, míg alacsony volatilitást alacsony követ.

1. táblázat Hagyományos energia ETF-ek leíró statisztikája

Mutató	XLE	VDE	XOP	IXC	OIH	Egyenlőségi Teszt
Átlag (Mean)	-6,01E-06	-2,83E-05	-7,41E-05	-7,94E-05	-0,000312	ANOVA F: 0,100 (p=0,9825)
Szórás (Std. Dev.)	0,017405	0,017502	0,024908	0,016358	0,024041	Levene W: 112,1631 (p=0,0000)
Ferdeség (Skewness)	-0,463838	-0,398630	-0,663788	-0,614759	-0,528468	
Csúcsosság (Kurtosis)	19,99294	18,08283	25,24350	23,12564	20,85822	
Jarque-Bera	33402,92	26310,68	57267,10	46889,12	36910,48	
Jarque-Bera (p-érték)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)	
ARCH(1) LM stat. (Obs*R ²)	134,1993	98,53022	331,7607	94,41884	86,96700	
ARCH(1) (p-érték)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	

Forrás: saját szerkesztés

2. táblázat Alternatív/ megújuló energia ETF-ek leíró statisztikája

Mutató	ICLN	TAN	QCLN	GRID	ERTH	Egyenlőségi Teszt
Átlag (Mean)	0,000214	0,000290	0,000691	0,000444	0,000491	ANOVA F: 0,295329 (p=0,8812)
Szórás (Std. Dev.)	0,016492	0,024516	0,018115	0,015286	0,013645	Levene W: 184,0393 (p=0,0000)
Ferdeség (Skewness)	-0,421754	0,024179	-0,263287	-0,355916	-0,607144	
Csúcsosság (Kurtosis)	9,139781	6,761344	8,427751	11,44030	10,57075	
Jarque-Bera	4429,771	1631,972	3429,755	8274,640	6780,525	
Jarque-Bera (p-érték)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)	
ARCH(1) LM stat. (Obs*R ²)	190,6101	31,00357	70,15775	171,0086	239,0346	
ARCH(1) (p-érték)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	
Megfigyelések (N)	2768	2768	2768	2768	2768	

Forrás: saját szerkesztés

A napi hozamok elemzése során megfigyelhető, hogy az energia és az alternatív/megújuló energia ETF-ek hozameloszlása nem követi a normális eloszlást, amit a Jarque-Bera tesztek szignifikáns eredményei is alátámasztanak. A leptokurtikus jelleg (magas csúcsossági értékek, pl. a hagyományos ETF-eknél 18 és 25 között, a megújulóknál 6,7 és 11,5 között mozognak, mind jóval a normális eloszlásra jellemző 3 felett) és a vastag peremek miatt a rendkívüli hozamok valószínűsége magasabb, mint amit a normális eloszlás feltételezne. Az idősorokban gyakran tapasztalható, hogy a volatilitás időben csoportosan jelentkezik: a magas volatilitású időszakokat általában szintén magas volatilitás követi, míg az alacsony volatilitású periódusok is hajlamosak egy csoportba tömörülni. Ez a klaszteresedési minta, melyet a szignifikáns ARCH(1) tesztek is megerősítenek, alátámasztja az ARCH- és GARCH-típusú modellek alkalmazását, amelyek képesek figyelembe venni a volatilitás időbeli változásait. Mandelbrot (1963) az idősorok elemzése során rámutatott, hogy ezek gyakran vastag peremű eloszlásokat követnek, és a volatilitás klaszteresedése a pénzügyi piacok dinamikájának alapvető jellemzője. Engle (1982) az ARCH-modellt e jelenség pontosabb modellezésére vezette be, amely lehetővé tette a feltételes variancia explicit leírását, és egyben kimutatta, hogy a hozamok varianciája időben nem állandó. Bollerslev (1986) kiterjesztette az ARCH-modellt a GARCH-modellre, amely rugalmasabb és hatékonyabb keretet biztosít a volatilitás hosszabb távú előrejelzéséhez, különösen pénzügyi alkalmazásoknál, mint például derivatívák árazása. Cont (2001) szorosan

összekapcsolta a volatilitás csoportosulását a pénzügyi piacok nemlineáris tulajdonságaival, míg Poon et al. (2003) hangsúlyozta, hogy a volatilitás klaszteresedése növeli az előrejelzések megbízhatóságát és a kockázatkezelési stratégiák hatékonyságát.

A pénzügyi piacokon gyakori aszimmetrikus hozameloszlás (a legtöbb vizsgált ETF negatív ferdeséget mutat, kivéve a TAN ETF-et, amelynek ferdesége közel nulla) különösen válságok vagy sokkok idején válik szembeűnővé, mivel a negatív hozamok szélsőségesebbek lehetnek, mint a pozitívak. Ez a sajátosság, amely a magas volatilitás autokorrelációjával párosul, megerősíti, hogy a volatilitás nem véletlenszerű, hanem "memóriával" rendelkezik, azaz a múltbeli ingadozások befolyásolják a jövőbeli volatilitást. Ez különösen fontossá teszi az ARCH- és GARCH-modellek használatát, amelyek képesek az ilyen dinamikus mintázatok kezelésére.

Az energia és az alternatív/megújuló energia ETF-ek volatilitása (szórása) közötti különbségek szintén figyelemreméltóak. Az 1. táblázat alapján a hagyományos energia ETF-ek átlagos hozamai a vizsgált időszakban jellemzően negatívak vagy közel nullák voltak, szórásuk pedig 0,016358 (IXC) és 0,024908 (XOP) között változott. Ezzel szemben a 2. táblázat szerint az alternatív/megújuló energia ETF-ek mindegyike pozitív átlagos hozamot mutatott, szórásuk pedig 0,013645 (ERTH) és 0,024516 (TAN) között alakult. Bár az átlagos hozamok nem mutattak szignifikáns különbséget csoporton belül (ANOVA tesztek), a Levene-tesztek alapján a szórások igen. Általánosságban az energia ETF-ek közül az XOP és OIH mutatott magasabb volatilitást, míg az alternatív/megújuló szegmensben a TAN ETF volt a legvolatilisabb, az ERTH pedig a legkevésbé. Ezek az eltérések lehetővé teszik a befektetők számára, hogy kockázati preferenciáik és céljaik alapján alakítsák portfóliójukat.

A nem normális eloszlások, a volatilitás csoportosulása és az aszimmetria mindkét csoportban összetett modellezési és kockázatkezelési stratégiát igényel, amelyek túlmutatnak a hagyományos, normális eloszláson és konstans volatilitáson alapuló megközelítéseken. A volatilitás klaszteresedése és az aszimmetrikus hozameloszlás további elemzése arra utal, hogy a hagyományos portfóliókezelési módszerek, amelyek a normális eloszlás és a konstans volatilitás feltételezésén alapulnak, nem mindig megfelelőek a modern pénzügyi piacokon. Az ilyen módszerek hajlamosak alulbecsülni a rendkívüli események (pl. piaci összeomlások vagy hirtelen ármegingások) bekövetkezésének valószínűségét, amelyek kritikus hatással lehetnek a befektetésekre. Az ARCH- és GARCH-modellek továbbfejlesztett változatai, mint például a TGARCH (Threshold GARCH) és az EGARCH (Exponential GARCH), képesek kezelni az

aszimmetrikus volatilitást, amely gyakran megfigyelhető a pénzügyi piacokon. Az ilyen modellek figyelembe veszik, hogy a negatív hozamok – például egy váratlan piaci sokk következtében – nagyobb volatilitást generálnak, mint a pozitív hozamok. Ez a "lefelé irányuló kockázat" különösen fontos a portfóliók strukturálása és a derivatívák árazása során. A kockázatkezelési stratégiákban a volatilitás dinamikájának jobb megértése és modellezése lehetőséget nyújt a befektetők számára arra, hogy hatékonyabb védelmi mechanizmusokat alakítsanak ki. Például a Value-at-Risk (VaR) számítások, amelyek a potenciális veszteségek mértékét becslik egy adott időszakon belül, pontosabbá válhatnak, ha a volatilitás változásait és klaszteresedését is figyelembe veszik. A Conditional VaR (CVaR), amely a szélsőséges veszteségek becslésére szolgál, szintén profitálhat az ARCH- és GARCH-modellek alkalmazásából. Ezek a megközelítések különösen relevánsak az energia- és alternatív energia ETF-ek elemzésénél, mivel ezek a piacok erőteljes makrogazdasági, politikai és technológiai hatásoknak vannak kitéve. Az energia ETF-ek volatilitása gyakran kapcsolódik az olajárak ingadozásához vagy geopolitikai kockázatokhoz, míg az alternatív energia ETF-ek volatilitása technológiai újításoktól, szabályozási változásoktól és fenntarthatósági trendektől függ. Ez a különbség kihangsúlyozza a testreszabott kockázatkezelési megközelítések fontosságát. A jövőbeni kutatásokban érdemes lenne tovább vizsgálni a volatilitás dinamikájának kapcsolatát az ETF-piacokon megfigyelhető árazási anomáliákkal. Külön figyelmet érdemel az, hogy a volatilitás előrejelzése hogyan integrálható a prediktív modellekbe, amelyek a piaci trendek irányának meghatározására és a befektetési stratégiák optimalizálására szolgálnak. Az olyan további tényezők, mint a likviditás, a piaci szereplők viselkedése vagy a technológiai fejlődés, szintén befolyásolhatják a volatilitás klaszteresedését és annak hatását a hozamokra. Jelen értekezés azért nem mélyül tovább ezen a vonalon, mert a jelenlegi érvelés már kimerítően tárgyalja a volatilitás klaszteresedésének jelenségét és annak releváns modellezési megközelítéseit. Az esetleges további részletezés, például az alternatív modellek, előrejelzési technikák vagy a jövőbeni kutatási irányok mélyebb bemutatása, eltávolíthatja az értekezést az eredeti fókuszról, amely a volatilitás és az ETF-ek közötti kapcsolat gyakorlati és koncepcionális megértésére helyezi a hangsúlyt. Egy ilyen irány a téma túlságosan elméleti vagy technikai feldolgozásához vezethetne, ami nem feltétlenül szolgálná az értekezés célját és kohézióját.

4.2 HOZAMALAKULÁSOK

A két ETF-szegmens közötti kontraszt bemutatására a 2. és 3. ábra szolgál, amelyek a 2010. január 4-től 2020. december 31-ig tartó időszak hozamgrafikonjait ábrázolják. Jelentős hasonlóságok figyelhetők meg az emelkedő és csökkenő trendek között. A napi hozamok vizuális elemzése alapján az alternatív/megújuló energia ETF-szegmens a vizsgált időszak jelentős részében mutatott markáns volatilitást, míg a hagyományos energia ETF-ek esetében ez az ingadozó viselkedés különösen 2020-ban, a 2500. megfigyelés után fokozódott látványosan. Érdemes megjegyezni, hogy a teljes időszakra vonatkozó leíró statisztikák (lásd a korábbi 1. és 2. táblázatot) átlagos szórásai alapján a hagyományos szegmens összességében valamivel magasabb volatilitást mutatott, amit vélhetően a 2020-as kiugró értékek befolyásoltak. Ez az időszak a COVID-19 világjárvány kezdetével esik egybe, amely globális válságként jelentős mértékben zavarta meg az energiapiacok keresleti dinamikáját. Hivatkozott szerzők vizsgálatai kimutatták, hogy a COVID-19 világjárvány globális szintű gazdasági és társadalmi zavarokat okozott, amelyek közvetlenül befolyásolták az energiapiacok keresleti dinamikáját. A tanulmányban a szerzők részletezték, hogy a pandémia által kiváltott korlátozó intézkedések – mint például a gazdasági lezárások, a közlekedési korlátozások, valamint az ipari termelés és a mobilitás drasztikus visszaesése – az energiafogyasztás jelentős csökkenéséhez vezettek. Ez a keresleti sokk különösen súlyosan érintette a hagyományos energiapiacokat, mivel a fosszilis energiahordozók, például az olaj és a földgáz iránti kereslet rövid időn belül nagymértékben visszaesett. A tanulmány arra is rámutatott, hogy ezek a zavarok nem csak időszakosak voltak, hanem hosszabb távú bizonytalanságot is okoztak, mivel a pandémia hatásai lassan, fokozatosan jelentkeztek különböző szektorokban. A kereslet visszaesése mellett a világjárvány okozta piaci bizonytalanság jelentős volatilitást generált. A globális olaj- és energiapiacokon tapasztalt hektikus ármozgások részben a kereslet és kínálat közötti eltérésekből, részben a befektetői bizonytalanságból fakadtak. A tanulmány megállapította, hogy a COVID-19 egyedi kihívásokat jelentett az energiapiacok számára, amelyek komplex, többdimenziós válaszokat igényeltek a piaci szereplőktől, beleértve a kormányzati szabályozásokat és a monetáris politikai intézkedéseket.

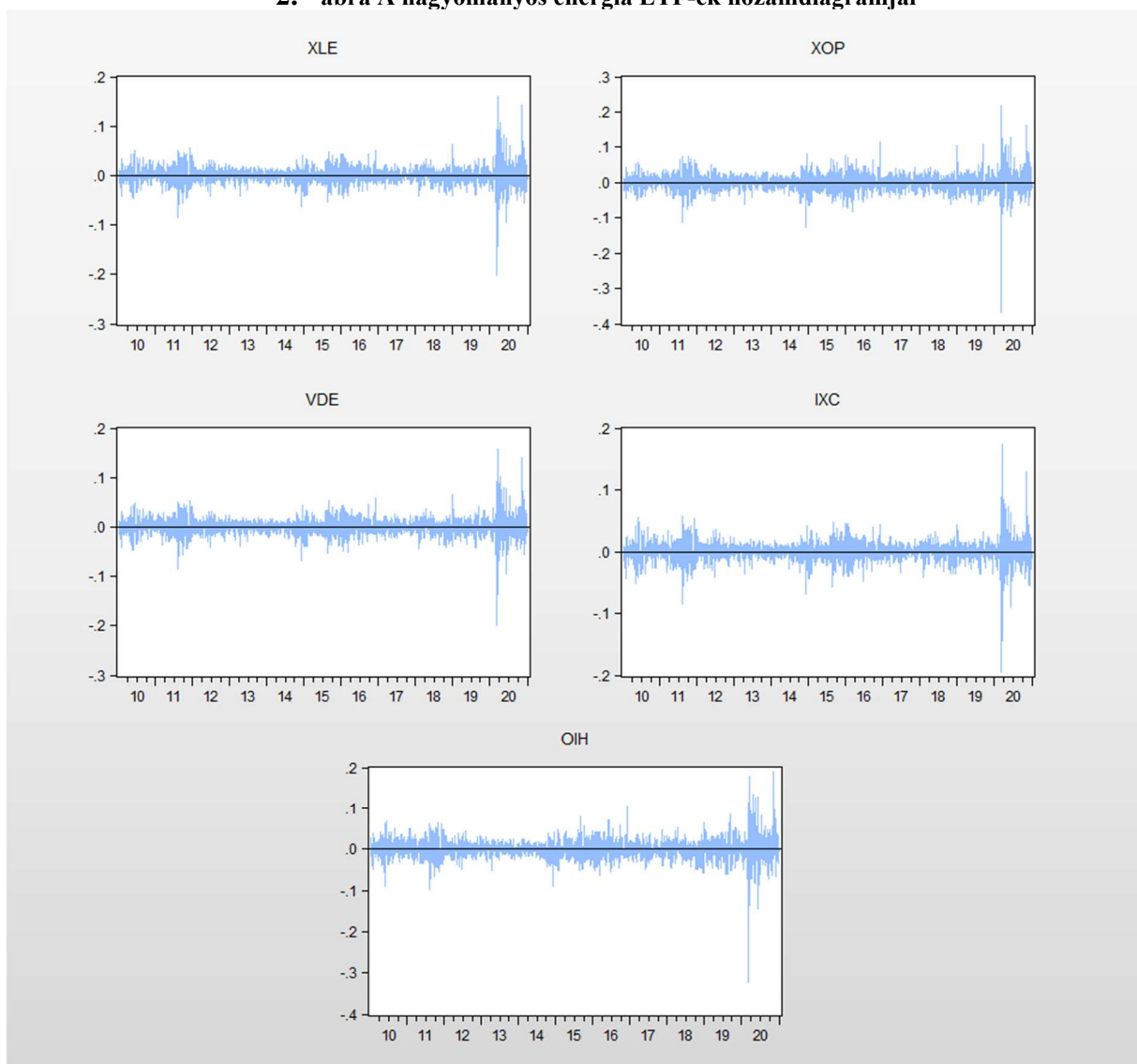
Az olajexportáló országok közötti olajárcsata tovább súlyosbította a helyzetet. A konfliktus középpontjában a Kőolaj-exportáló Országok Szervezete (OPEC) és más jelentős olajtermelő nemzetek, például Oroszország álltak. 2020 elején az OPEC+ tagállamai nem tudtak megegyezni az olajtermelés csökkentéséről, amely kulcsfontosságú lett volna az energiaárak stabilizálásához a világjárvány következtében drasztikusan visszaesett kereslet ellensúlyozására. Ez a politikai és gazdasági nézeteltérés árháborúhoz vezetett, amely során a főbb exportőr országok az árak csökkentésével és a kitermelés növelésével próbálták

megszilárdítani részesedésüket a szűkülő piacon. A túlkínálat és a csökkenő kereslet együttes hatása az olajárak jelentős zuhanását idézte elő, ami példátlan piaci volatilitáshoz vezetett. A helyzet 2020 áprilisában érte el csúcspontját, amikor a West Texas Intermediate (WTI) nyersolaj ára negatív tartományba került – ez példátlan esemény az olajpiacon. Ez a drámai árcsökkenés nemcsak a termelők bevételeire mért súlyos csapást, hanem jelentősen fokozta a befektetők bizonytalanságát és a pénzügyi piacok instabilitását is. Az árháború hatásai azonban nem korlátozódtak a rövid távú árcsökkenésre, hanem mélyreható strukturális változásokat idéztek elő a globális energiapiacokon. Az alacsony olajárak időszaka felgyorsította a megújuló energiaforrásokra való átállást, miközben rávilágított az olajfüggő gazdaságok sebezhetőségére. Wang és Li (2021) kutatása rámutatott, hogy az olajárcsata, különösen az OPEC és Oroszország közötti konfliktus idején, súlyosbította az energiapiacok helyzetét, amelyet már a világjárvány okozta keresleti sokkok is meggyengítettek. A szerzők igazolták, hogy a túlkínálat és az olajárak meredek csökkenése jelentős volatilitást idézett elő, amely nemcsak a globális energiapiacokat, hanem a pénzügyi piacokat is destabilizálta. Az exportáló országok számára az olajbevételek jelentős visszaesése gazdasági nehézségeket és társadalmi instabilitást okozott, míg az importáló országok rövid távon profitálhattak az alacsony árakból. Ugyanakkor a globális gazdasági lassulás hosszabb távon ellensúlyozta ezt az előnyt. A tanulmány kiemelte, hogy az olajárcsata következményei nemcsak ármozgásokban, hanem mélyebb geopolitikai és strukturális átrendeződésekben is megmutatkoztak. Az alacsony árak által előidézett változások felgyorsították a fenntartható energiaforrásokra való átállást, miközben tovább mélyítették az energiapiacok instabilitását. Wang és Li összegzése szerint az olajárcsata nem csupán gazdasági szinten, hanem geopolitikai és strukturális dimenzióban is meghatározó hatással volt a piacokra, különösen egy olyan időszakban, amikor az energiapiacok már extrém bizonytalansággal szembesültek a világjárvány következtében.

A 2. és 3. ábra megmutatja, hogy a lezárások, az ipari tevékenység és a mobilitás csökkenése az energiafogyasztás hirtelen visszaesését okozta a COVID-19 világjárvány időszakában, ami bizonytalansághoz és hektikus ármozgásokhoz vezetett az energia ETF-ek piacán is. A túlkínálat, amely a csökkenő kereslettel párhuzamosan jelentkezett, felerősítette az energia ETF-ek volatilitását, jelentős hatást gyakorolva a befektetői hangulatra és a piaci likviditásra. Ezeket a zavarokat tovább mélyítették a reaktív monetáris politikák, például a Federal Reserve kamatsökkentései és eszközvásárlásai, amelyek extra likviditást pumpáltak a piacokra, és fokozták az árak ingadozásait. A szektor instabilitását tovább tetézte a megújuló energiaforrásokra való átállás gyorsulása, amely strukturális átalakulást hozott, és hosszú távú bizonytalanságot idézett elő a hagyományos energiapiacokon. Ez a fordulópont, amelyet a

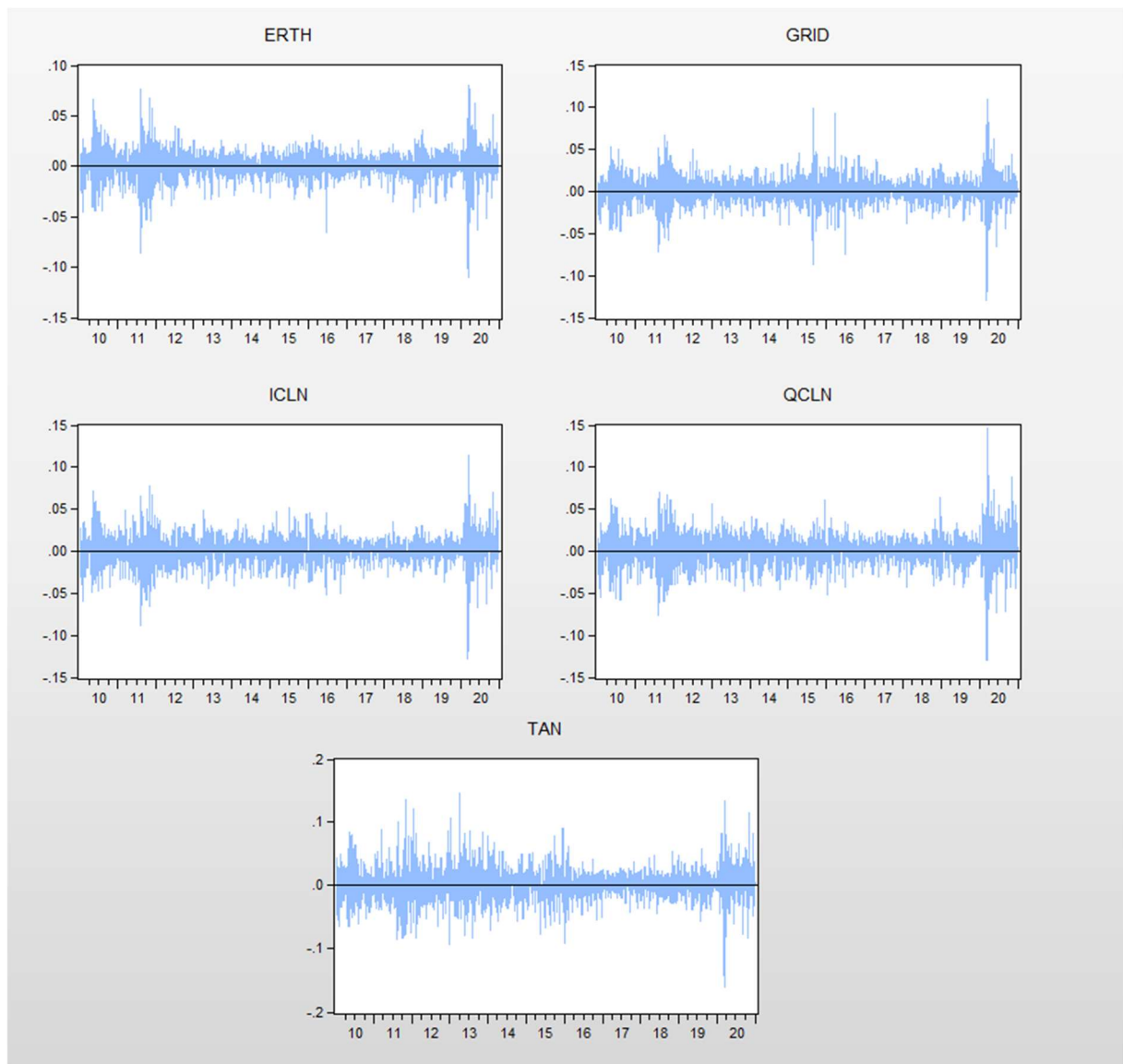
pandémiához kapcsolódó ciklikus sokkok és az energiapreferenciák tartós változásai jellemeznék, felfokozott volatilitás forrásává vált. Az energiapiacok ETF-jeinek vizsgálata során a COVID-19 világjárvány és az energiaár-robbanás következtében megfigyelhető volatilitás alátámasztja a pénzügyi piacok sajátos jellemzőit, például a volatilitás klaszteresedését és az aszimmetrikus hozameloszlást. Az ábrák azt mutatják, hogy a megfigyelt időszakban, különösen 2020-ban, a hagyományos és a megújuló energia ETF-ek volatilitása nem véletlenszerűen jelentkezik, hanem klaszterekben. Az egymást követő magas volatilitású szakaszok arra utalnak, hogy a piac nem csupán rövid időszakokra reagál a külső sokkokra, hanem tartósabban, több hetes vagy hónapos ciklusokban is megfigyelhetők ezek a hatások.

2. ábra A hagyományos energia ETF-ek hozamdiagramjai



Forrás: saját szerkesztés

3. ábra Az alternatív/ megújuló energia ETF-ek hozamdiagramjai



Forrás: saját szerkesztés

Az ábrákon az is látszik, hogy a hozamok eloszlása gyakran aszimmetrikus, különösen a külső sokkok idején. Ezek az események gyakran lefelé irányuló szélsőséges mozgásokat okoznak, mivel a befektetői félelem és bizonytalanság erőteljesebb árfolyamcsökkenéseket eredményez. Ezt a leíró statisztikákban jelzett negatív Skewness is tükrözi, amely a hozamok erőteljesebb csökkenését jelzi a felfelé irányuló korrekciókhoz képest. Az energia ETF-ek magas volatilitása, különösen a hagyományos energia szektorban a 2020-as események után, hosszú távú bizonytalanságot tükröz, amelyet a gazdasági, politikai és társadalmi tényezők időbeni változásai tovább súlyosbítanak. A megújuló energiaforrásokra való átállás szintén hozzájárul ehhez a bizonytalansághoz, strukturális átalakulásokat idézve elő, amelyek felerősítik a hagyományos energiapiacok volatilitását és eloszlásuk aszimmetriáját. Összességében a

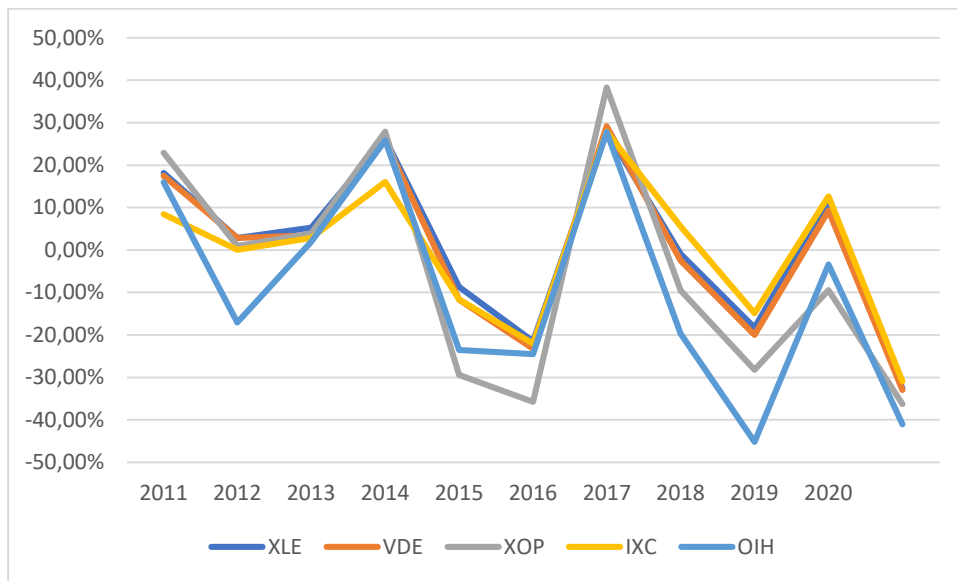
volatilitás nemcsak időbeli csoportosulást mutat, hanem gyakran aszimmetrikus is, különösen szélsőséges piaci helyzetekben. Ez a megfigyelés kulcsfontosságú a piacok működésének pontosabb modellezéséhez, valamint a kockázatkezelési és portfólióstratégiák kidolgozásához, amelyek figyelembe veszik a tartós volatilitási klasztereket és a lefelé irányuló nagyobb veszteségek valószínűségét.

A 4. ábra és az 5. ábra a hagyományos, illetve az alternatív/megújuló energia szektor ETF-jeinek éves teljesítményét mutatja be 2010. január 4-től 2020. december 31-ig tartó időszakban. A két ábra lehetőséget nyújt a szektorok közötti különbségek és hasonlóságok megfigyelésére, különös tekintettel a hozamok változékonyságára, az időbeli mintázatokra és az ezek mögött álló piaci dinamikákra.

A 4. ábra alapján a hagyományos energia ETF-ek teljesítménye jelentős ingadozásokat mutat, amelyek szorosan követik a globális fosszilis energiahordozó-piacok keresleti és kínálati viszonyainak alakulását. Az ábra jelzi, hogy az évek között jelentős hozameltérések mutatkoznak, mely az energiaárak változékonyságára és ingadozására utal. A 2020-as év különösen kiemelkedik a volatilitás szempontjából, amely szoros összefüggésben van a COVID-19 világitárvány okozta keresleti sokkokkal és az olajárcsökkenéssel. Az ábra jelzi, hogy a hagyományos energia szektor az ebben az időszakban jelentkező piaci zavarok következtében különösen sebezhetővé vált. A hozamgörbék jellemzően éles csökkenéseket és emelkedéseket mutatnak, ami a fosszilis energiahordozók piacának ciklikus jellegét tükrözi.

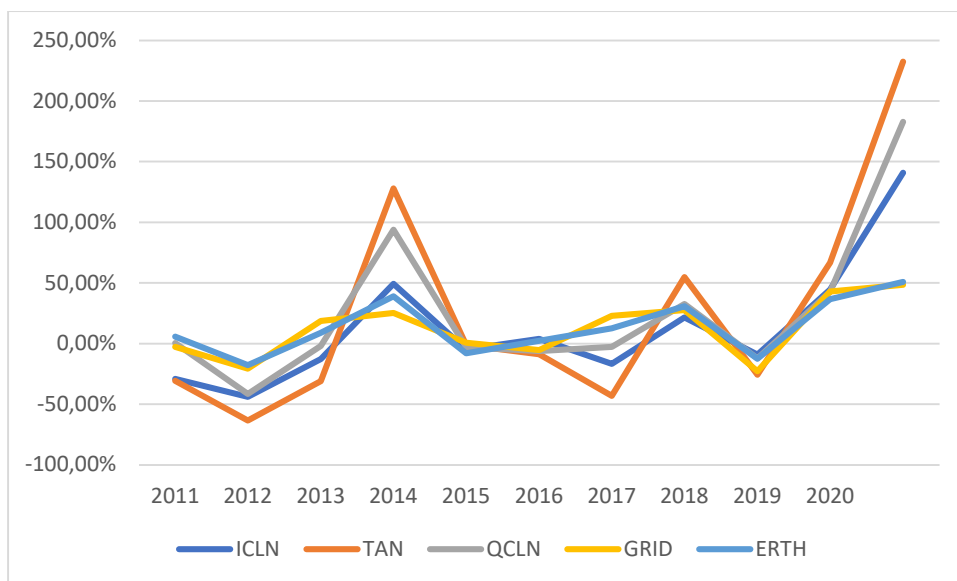
Az 5. ábra az alternatív/megújuló energia szektor ETF-jeinek éves hozamait ábrázolja. E szegmensben megfigyelhető, hogy az alternatív energia ETF-ek éves hozamai is nagy volatilitást mutatnak. Ez a feltörekvő iparág jellegéből, valamint az innovációk és a szabályozói támogatás által kiváltott piaci dinamizmusból fakadhat. Ugyanakkor a 2020-as évben a megújuló energia ETF-ek kiugró teljesítménye figyelhető meg, amely az energiapiacokon belüli szerkezeti átalakulásokat tükrözi. A megújuló energiaforrások iránti kereslet növekedése, valamint a fenntarthatóságot előtérbe helyező befektetési stratégiák szerepe jelentősen erősödött ebben az időszakban. Az alternatív energia ETF-ek emelkedő hozamgörbéi egyértelműen utalnak arra, hogy a megújuló energiaforrások népszerűsége és gazdasági potenciálja folyamatosan növekszik.

4. ábra A hagyományos energia ETF-ek éves hozamteljesítménye



Forrás: saját szerkesztés

5. ábra Az alternatív/ megújuló energia ETF-ek éves hozamteljesítménye



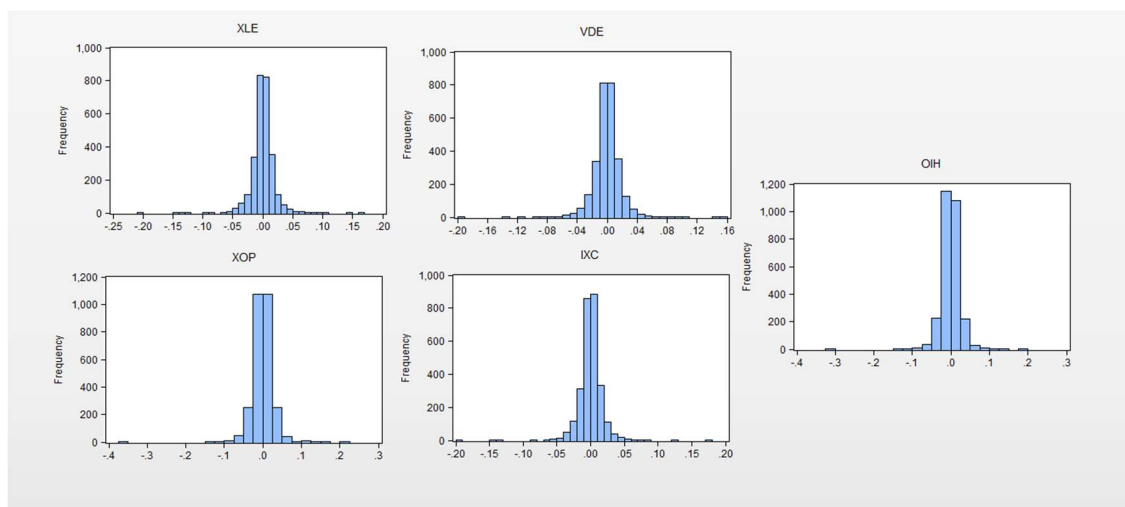
Forrás: saját szerkesztés

A 4. és 5. ábrák közötti kontraszt rávilágít a hagyományos és megújuló energia ETF-ek éves teljesítményének eltéréseire. Mindkét szegmens éves hozamai jelentős ingadozást mutatnak, tükrözve a mögöttes piaci dinamikák változékonyságát. A hagyományos energia ETF-ek esetében (4. ábra) a grafikonon látható csúcsok és mélypontok mérete a fosszilis energiahordozók piacának ciklikusságát és a geopolitikai eseményekre való érzékenységét tükrözi; a 2020-as év itt is kiemelkedik a negatív irányú elmozdulásokkal. Az alternatív energia

ETF-ek éves volatilitása (5. ábra) szintén számottevő, amit a feltörekvő iparág jellege, az innovációk és a szabályozói környezet alakulása magyarázhat. Itt a 2020-as évben tapasztalható kiugróan pozitív teljesítmény dominál, ami a szektor növekedési potenciálját és a piaci preferenciák változását jelzi. Míg a hagyományos ETF-eknél a negatív sokkok okozhatnak nagyobb kilengéseket, addig a megújulóknál a növekedési fázisokra jellemző pozitív irányú, de szintén jelentős elmozdulások is hozzájárulnak az éves hozamok variabilitásához. A hozamok [a megújulóknál] inkább folyamatos növekedési trendet követnek, különösen a 2020-as években, amikor a fenntartható energiaforrások iránti kereslet és a befektetői érdeklődés fokozódott. A megújuló energiaforrásokra való átállás, különösen a 2020-as években, erős pozitív trendet eredményezett az alternatív energia ETF-ek piacán, míg a hagyományos energia ETF-ek inkább stagnálást vagy mérsékelt növekedést mutattak. A hagyományos energia ETF-ek stabilabb, de korlátozottabb növekedési kilátásokat kínálnak, míg az alternatív energia ETF-ek kockázatosabbak, de nagyobb hosszú távú hozampotenciállal rendelkeznek. Az összehasonlítás alapján egyértelműsíthető, hogy a megújuló energia ETF-ek a fenntarthatóságra és az innovációra építő stratégiák révén egyre inkább előtérbe kerülnek, miközben a hagyományos energia szektor továbbra is fontos, de lassan hanyatló szerepet tölt be a globális energiapiacokon. Az ábrák által feltárt mintázatok alapvető támpontokat nyújtanak a befektetési döntések meghozatalához, különösen az energiaátmenet hosszú távú hatásainak értékelésében.

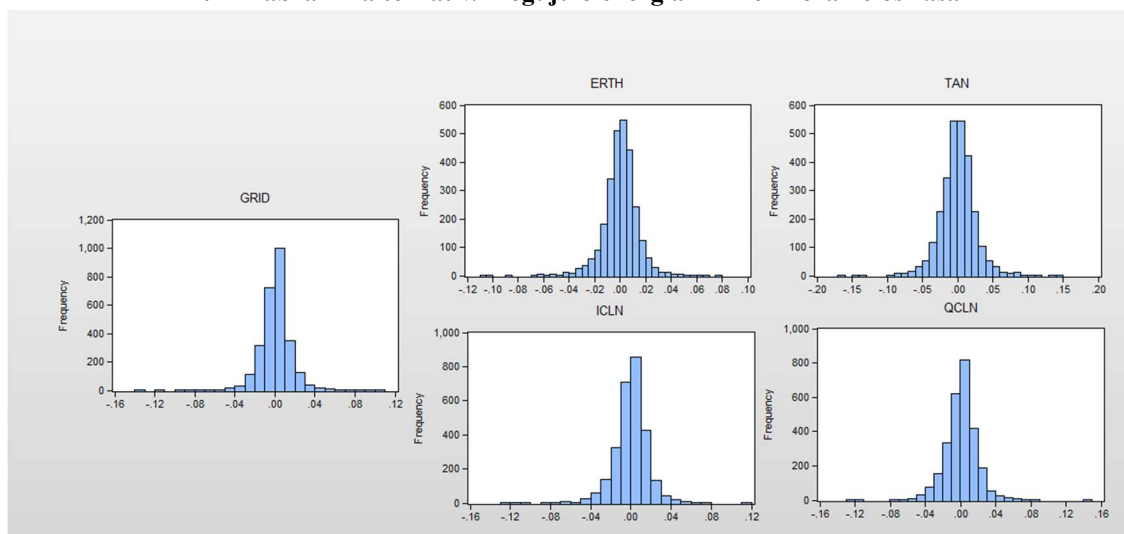
A 6. és 7. ábrák a hagyományos, illetve az alternatív/megújuló energia szektor ETF-jeinek hozamhisztogramjai a 2010. január 4-től 2020. december 31-ig tartó időszakban.

6. ábra A hagyományos energia ETF-ek hozameloszlása



Forrás: saját szerkesztés

7. ábra Az alternatív/ megújuló energia ETF-ek hozameloszlása



Forrás: saját szerkesztés

A 6. ábra megmutatja, hogy a hagyományos energia ETF-ek (XLE, VDE, XOP, IXC, OIH) hozamainak eloszlása, bár vizuálisan némileg harang alakú lehet, a korábban bemutatott Jarque-Bera tesztek alapján (lásd 1. táblázat) szignifikánsan eltér a normális eloszlástól. Ezt alátámasztja a magas kurtózis és a legtöbb esetben negatív ferdeség is. Az eloszlások csúcsosabbak és vastagabb szélűek a normálisnál, ami azt sugallja, hogy bár a hozamok egy része az átlag körül koncentrálódik, a kiugróan magas vagy alacsony értékek (szélsőséges hozamok) valószínűsége nagyobb. Az XLE, VDE, és IXC hisztogramjain vizuálisan és a szórásértékek alapján is (1. táblázat: pl. IXC Std. Dev. 0,016358) a csoporton belül relatíve alacsonyabb volatilitás figyelhető meg, összehasonlítva például az XOP (Std. Dev. 0,024908) és OIH (Std. Dev. 0,024041) ETF-ekkel, amelyek hisztogramjai szélesebb eloszlást mutatnak, utalva ezek nagyobb volatilitására. Ez utóbbiaknál ez lehet az iparági specifikus tényezők (pl. olajkutatás és -termelés) következménye. Az XLE és VDE esetében észrevehető néhány szélsőségesen alacsony hozamérték. Az OIH esetében, bár a szórása magas, a hisztogramja vizuálisan koncentrálnak tűnhet, de a szélsőséges értékek jelenléte itt is megfigyelhető. Az ETF-ek átlagos napi hozamai a vizsgált időszakban jellemzően nagyon közel álltak a nullához vagy negatívak voltak (lásd 1. táblázat átlagai, pl. OIH: -0,000312). Az eloszlások alapján ezek a hagyományos energia ETF-ek, bár a pénzügyi idősorokra jellemző nem normális eloszlást mutatnak, a volatilitásuk tekintetében különböznek, ahol az XOP és OIH hordoznak nagyobb kockázatot a csoporton belül.

A 7. ábra az alternatív/megújuló energia ETF-ek (GRID, EARTH, TAN, ICLN, QCLN) hozamainak hisztogramjait mutatja meg a vizsgált időszakban. Hasonlóan a hagyományos

szegmenshez, ezen ETF-ek hozamai sem követik a normális eloszlást, amit a 2. táblázatban szereplő Jarque-Bera tesztek szignifikáns eredményei is megerősítenek, valamint a magas kurtózis értékek. Az EARTH, TAN, és ICLN ETF-ek hisztogramjai vizuálisan enyhén balra nyúlnak (negatív ferdeség, pl. EARTH: -0,607144), ami azt jelezheti, hogy több alacsonyabb hozam fordult elő, mint kiugróan pozitív. A GRID és QCLN ETF-ek ferdesége kevésbé markáns, de ezek sem tekinthetők szimmetrikusnak a Jarque-Bera tesztek fényében. A volatilitást tekintve a TAN (Std. Dev. 0,024516) és az ICLN (Std. Dev. 0,016492) mutatják a legszélesebb eloszlást a hisztogramokon és a legmagasabb, illetve magas szórásértékeket a csoporton belül, ami nagyobb hozam-ingadozást és magasabb kockázatot jelez. Ez különösen jellemző lehet a napenergia-vonatkozású TAN ETF-re. A GRID (Std. Dev. 0,015286) és különösen az EARTH (Std. Dev. 0,013645) viszonylag szűkebb eloszlást és alacsonyabb szórást mutatnak, ami alacsonyabb volatilitásra és stabilabbnak tűnő hozamokra utal a csoport többi tagjához képest. Az EARTH és ICLN ETF-ek esetében néhány szélsőséges negatív hozam érték figyelhető meg a hisztogramokon. Az általános eloszlás alapján a megújuló energia ETF-ek közül a TAN és ICLN hordoznak nagyobb kockázatot a hozamok szórása miatt, de potenciálisan magasabb nyereséget is kínálhatnak a jövőben, mivel ezek a szektorok erőteljes növekedési potenciállal rendelkeznek. A GRID ETF, amely az elektromos hálózatokra összpontosít, és az EARTH, amely a fenntartható jövőre fókuszál, stabilabbnak és kiszámíthatóbbnak tűnő hozamot mutatnak az eloszlásuk és szórásuk alapján a csoporton belül. Az egyes ETF-ek hozamai tehát valószínűleg a megújuló energia alágazatainak különbözőségeit és eltérő kockázati profilját tükrözik.

4.3 KOVARIANCIA-ELEMZÉS

A kovariancia a két változó közötti kapcsolat mértékét és irányát vizsgálja. A kovariancia-elemzés kritikus eszköz a változók közötti kapcsolatok feltárásában. A módszer lehetőséget nyújt az együttmozgások mintázatainak megértésére, és alapvető inputot szolgáltat a portfólióoptimalizáláshoz és a kockázat-megtérülés kompromisszumok elemzéséhez. A 8. és a 9. ábrán látható két kovarianciamátrix a hagyományos energia ETF-ek és az alternatív/megújuló energia ETF-ek napi hozamainak közötti kovarianciaértékeket ábrázolja a teljes vizsgált időszakra vonatkozóan. Ezek a mátrixok önmagukban is fontos információkat nyújtanak az egyes ETF-párok közötti együttmozgásról és az egyes ETF-ek volatilitásáról. A két kovarianciamátrix megmutatja, hogy az egyes eszközök hogyan mozognak együtt a piacon. A mátrix fő átlójában található elemek a varianciák, amelyek az egyes eszközök hozamainak

ingadozását (szórásnégyzetét) jelentik, míg a fő átlótól eltérő elemek (kovarianciák) azt mutatják, hogy két különböző eszköz hozama mennyire mozog együtt. Az ábrákon a sötétebb (zöldebb) színű cellák magasabb variancia- vagy kovarianciaértékeket jeleznek. Minél sötétebb (zöldebb) egy cella, annál nagyobb az adott eszköz varianciája (és így a volatilitása) vagy két eszköz együttmozgásának mértéke. A sötétebb szín tehát nagyobb volatilitást (a főátlóban) vagy erősebb együttmozgást (a főátlón kívül) jelez, ami fontos elem a portfólió diverzifikációja és kockázatkezelése szempontjából.

8. ábra A hagyományos energia ETF-ek kovarianciamátrixa

	<i>XLE</i>	<i>VDE</i>	<i>XOP</i>	<i>IXC</i>	<i>OIH</i>
<i>XLE</i>	0.000304192	0.000305858	0.000402178	0.00027873	0.000389179
<i>VDE</i>	0.000305858	0.000309737	0.000411293	0.000280964	0.000396367
<i>XOP</i>	0.000402178	0.000411293	0.000641139	0.000364739	0.000548366
<i>IXC</i>	0.00027873	0.000280964	0.000364739	0.000269175	0.000357918
<i>OIH</i>	0.000389179	0.000396367	0.000548366	0.000357918	0.000591791

Forrás: saját szerkesztés

9. ábra Az alternatív/megújuló energia ETF-ek kovarianciamátrixa

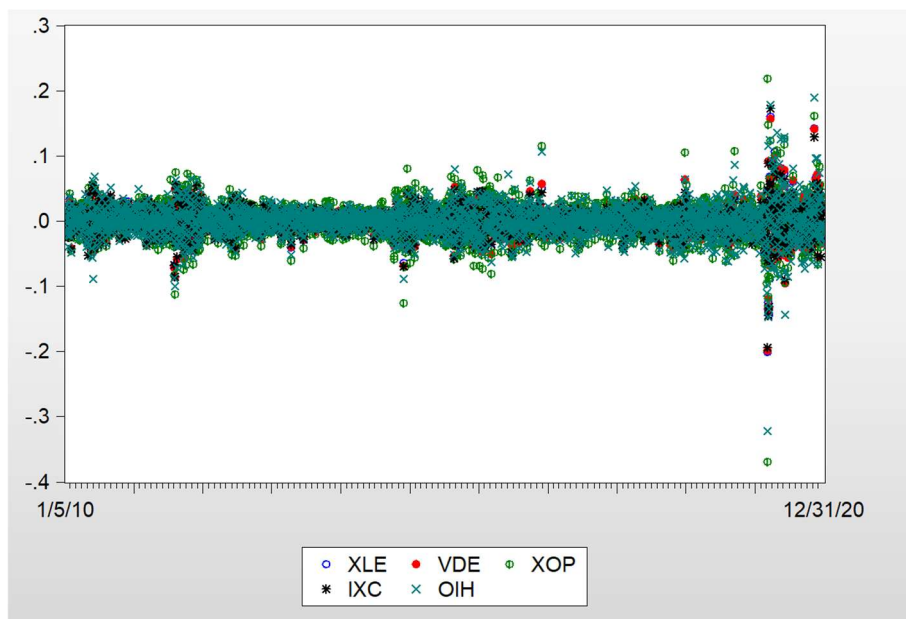
	<i>ICLN</i>	<i>TAN</i>	<i>QCLN</i>	<i>GRID</i>	<i>ERTH</i>
<i>ICLN</i>	0.000272902	0.000338611	0.000239644	0.000174566	0.000184371
<i>TAN</i>	0.000338611	0.000595283	0.000365073	0.000225287	0.000238901
<i>QCLN</i>	0.000239644	0.000365073	0.00032965	0.000195869	0.000205418
<i>GRID</i>	0.000174566	0.000225287	0.000195869	0.000234946	0.000167806
<i>ERTH</i>	0.000184371	0.000238901	0.000205418	0.000167806	0.000187629

Forrás: saját szerkesztés

A 8. ábrán (hagyományos energia ETF-ek) látható általánosan magasabb varianciaértékek a főátlóban a hagyományos energiaszektor eszközeinek a teljes vizsgált periódusra számított, átlagosan magasabb volatilitását igazolják, összhangban a korábban bemutatott leíró statisztikákkal. Az XOP esetében látható a legmagasabb variancia, ami kiemelt kockázatot és potenciális hozamot jelenthet. Az alternatív energia szektorát ábrázoló 9. ábrán a főátlóban található, átlagosan valamivel alacsonyabb varianciaértékek összességében némileg mérsékelt volatilitású piaci viselkedést jeleznek a teljes időszakra vonatkozóan. Ez a szektor, bár egyes tagjai (pl. TAN) szintén jelentős varianciát mutatnak, átlagosan stabilabbnak tűnő befektetési lehetőségeket kínálhat a teljes periódusra vetítve. Mindkét mátrix az eszközök közötti kapcsolatokat és az egyes eszközök teljes időszakra jellemző volatilitását mutatja.

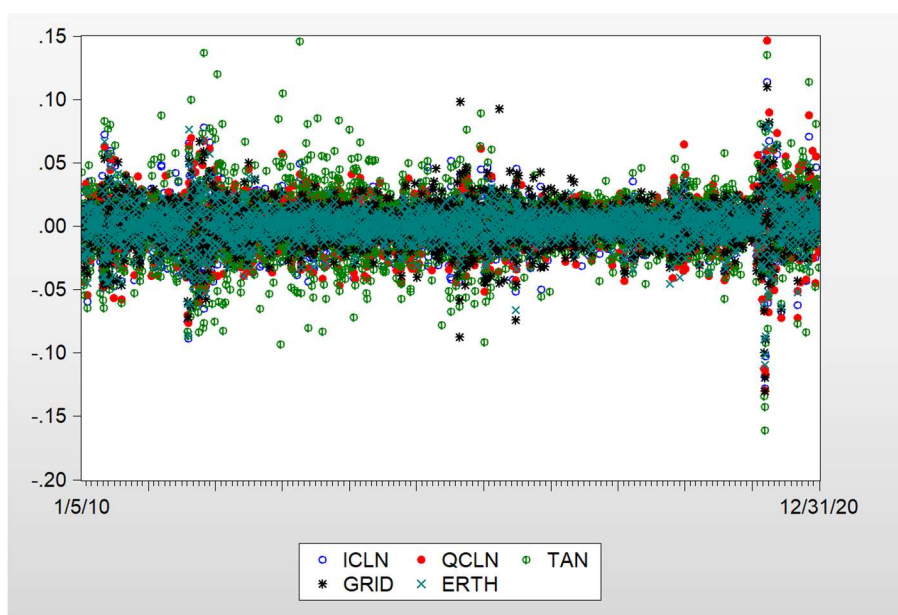
A 10. és 11. ábra az energia szektor két különböző szegmensét – a hagyományos és az alternatív/megújuló energiát – képviselő ETF-ek közötti napi hozamok kovarianciáit vizsgálja. Az elemzés 2010. január 4-től 2020. december 31-ig tartó időszakot öleli fel. Az adatok célja a két szegmens közötti együttmozgások és azok eltéréseinek vizsgálata, különös tekintettel a diverzifikációs potenciálra, amely szorosan összefügg a később tárgyalandó korrelációs elemzéssel is.

10. ábra A hagyományos energia ETF-ek időbeli kovariancia mintázata



Forrás: saját szerkesztés

11. ábra Az alternatív/ megújuló energia ETF-ek időbeli kovariancia mintázata



Forrás: saját szerkesztés

A 10. ábra a hagyományos energia szektorhoz tartozó 5 ETF (XLE, VDE, XOP, IXC, OIH) napi hozamainak kovariancia-idősorát mutatja. A mintázatok alapján megfigyelhető, hogy a szegmens ETF-jeinek napi változásai jellemzően szoros együttmozgást mutatnak, hasonló mintázatokat követve. A szélsőséges események során, például a Covid-19 és olajár-ingadozások vagy geopolitikai helyzetek hatására, néhány ETF között erősebb eltérés mutatkozik a 2020-as évben, ami a kovarianciák hirtelen megugrásában is megnyilvánul. Az ábra megerősíti, hogy a hagyományos energia szektor ETF-jei általában szorosan összefüggő piacokat és eszközöket reprezentálnak, amely azonos piaci hajtóerők (pl. fosszilis energiaforrások árváltozása) következménye.

A 11. ábra az alternatív/megújuló energia szektorhoz tartozó 5 ETF (ICLN, QCLN, TAN, GRID, EARTH) napi hozamainak kovarianciáit szemlélteti. Az alternatív energia ETF-jei között a kovarianciák időbeli alakulásában nagyobb eltérések figyelhetők meg a napi hozamok viszonyában, ami a szegmens potenciálisan diverzifikáltabb jellegére utal a hagyományos szektorhoz képest. Megfigyelhető a kovarianciák jelentős ingadozása (volatilitása), amely a megújuló energia szektorra jellemző nagyobb piaci bizonytalanságot tükrözheti, feltételezhetően a technológiai kockázatok, a szabályozási változások vagy a feltörekvő piacok sajátosságai miatt. A megújuló energia piacának gyors növekedésével kapcsolatos események következtében (pl. napenergia technológia fejlődése vagy zöld energia támogatási iniciatívák) az ETF-ek közötti kovarianciák is jobban eltérhetnek.

A két ábra összehasonlítása alapján elmondható, hogy a hagyományos szektor ETF-jei között az együttmozgás (kovariancia) általában erősebb és konzisztensebb, ami alacsonyabb diverzifikációs potenciált eredményez a szegmensen belül. Az alternatív szektor esetében a kovarianciák nagyobb változékonysága és esetenként alacsonyabb szintje diverzifikáltabb portfólió-összeállításra adhat lehetőséget, különösen, ha a két szegmenst kombináljuk. A hagyományos energia szektor ETF-jei, a 2020-as évet megelőzően viszonylag stabilabbnak tekinthető kockázati profilt mutattak, míg a COVID-időszak jelentős volatilitás-növekedést hozott. Az alternatív szektor ETF-jei összességében nagyobb kockázattal, de potenciálisan magasabb megtérülési lehetőségekkel bírnak. Mindkét szektorban az időszakos események (pl. a Covid-19 hatás) erőteljesen befolyásolják a kovarianciát, és bár a megújuló szektor kovarianciái is reagáltak, a hagyományos szektorban a 2020-as sokkok hatása a kovarianciák szintjének drasztikusabb megváltozásában is érzékelhető volt. Az elemzés alapvető a

befektetési döntéshozatal során, különösen a kockázat-megtérülés kompromisszum megértésében.

4.4 KORRELÁCIÓ-ELEMZÉS

A 12. és 13. ábrák az energia szektor két különböző szegmensét – a hagyományos és az alternatív/megújuló energiát – képviselő ETF-ek közötti napi hozamok korrelációs mátrixait, míg a 14. és 15. ábrák ezen korrelációkat szórásdiagram-mátrixok formájában szemléltetik. Az elemzés 2010. január 4-től 2020. december 31-ig tartó időszakot öleli fel. A korrelációs mátrixokon (12. és 13. ábra) a színek a korrelációs együtthatók erősségét reprezentálják: minél sötétebb a kék szín, annál magasabb a korreláció értéke, jelezve az ETF-ek közötti szorosabb kapcsolatot. A szórásdiagram-mátrixok (14. és 15. ábra) pedig vizuálisan erősítik meg az együttmozgások mértékét az adatpontok elhelyezkedésével.

12. ábra A hagyományos energia ETF-ek korrelációs mátrixa

	XLE	VDE	XOP	IXC	OIH
XLE	1.000000				
VDE	0.996406	1.000000			
XOP	0.910931	0.923543	1.000000		
IXC	0.973714	0.972750	0.877404	1.000000	
OIH	0.916552	0.925478	0.885438	0.895232	1.000000

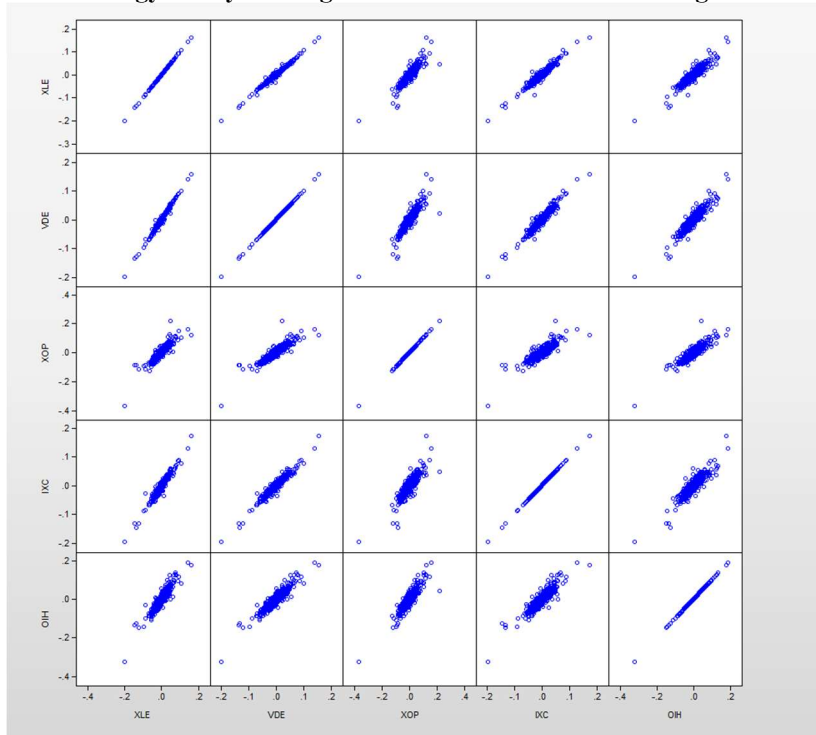
Forrás: saját szerkesztés

13. ábra Az alternatív/ megújuló ETF-ek korrelációs mátrixa

	ICLN	TAN	QCLN	GRID	ERTH
ICLN	1.000000				
TAN	0.838251	1.000000			
QCLN	0.797322	0.821782	1.000000		
GRID	0.685945	0.597821	0.701188	1.000000	
ERTH	0.812671	0.710816	0.823846	0.796357	1.000000

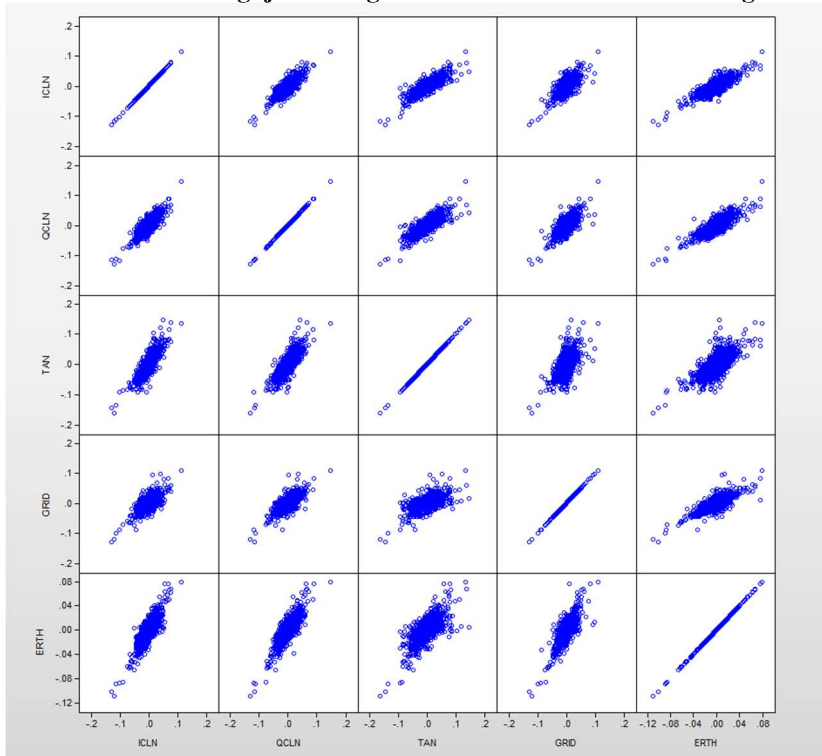
Forrás: saját szerkesztés

14. ábra A hagyományos energia ETF-ek korrelációs szórásdiagram-mátrixa



Forrás: saját szerkesztés

15. ábra Az alternatív/ megújuló energia ETF-ek korrelációs szórásdiagram-mátrixa



Forrás: saját szerkesztés

A hagyományos energia szektort reprezentáló 12. ábra (korrelációs mátrix) és a 14. ábra (szórásdiagram-mátrix) egyaránt azt mutatja, hogy az ETF-ek korrelációs együtthatói nagyon

magasak. Például az XLE és a VDE ETF-ek korrelációs értékük és a szórásdiagramon látható szinte tökéletes egyenes menti elhelyezkedésük alapján szinte azonosan mozognak. Hasonlóan magas, jellemzően 0,9 körüli vagy azt meghaladó korrelációk figyelhetők meg az ETF-párok többségénél. Ez jellemző azokra az ETF-ekre, amelyek azonos szektoron vagy nagymértékben átfedő eszközökön alapulnak. Mivel a diverzifikáció célja, hogy olyan eszközöket kombináljunk egy portfólióban, amelyek nem mozognak teljesen szinkronban, így csökkentve az összesített kockázatot, az ilyen magas korrelációk mellett a diverzifikációs előnyök a szegmensen belül erősen korlátozottak. Ha egy ETF értéke csökken, nagy a valószínűsége annak, hogy a többieké is hasonlóan csökken, mivel szorosan összefüggnek. A korrelációs minták arra utalnak, hogy ezek az ETF-ek hasonló befektetési stratégiát követhetnek, vagy azonos, illetve nagyon hasonló indexeket követhetnek. A korrelációs dinamikák azt mutatják, hogy a hagyományos energia ETF-szegmens esetében az energiaipar egészére ugyanazok az alapvető tényezők hatnak, például az olajárak változása, a globális energiaszükséglet és a gazdasági ciklusok. Ezek a széles körű piaci mozgások általában az összes kapcsolódó részvényre és ETF-re hasonló hatást gyakorolnak, ami magas korrelációt eredményez. E tekintetben a hagyományos energiaiparhoz kapcsolódó ETF-ek esetében a befektetési döntést befolyásolja, hogy az energiaipart érintő kedvezőtlen események egyszerre hathatnak az összes ETF-re. A hatékonyabb diverzifikáció érdekében érdemes tehát olyan ETF-eket is bevonni a portfólióba, amelyek alacsonyabb korrelációt mutatnak a hagyományos energiaipari ETF-ekkel, például más szektorokat képviselő ETF-eket vagy az alternatív/megújuló energia szegmens eszközeit.

A 13. ábrán látható korrelációs mátrix és a 15. ábra szórásdiagramjai az alternatív/megújuló energia ETF-ek közötti kapcsolatokat mutatják. Az ETF-ek itt is jellemzően erős pozitív korrelációt mutatnak egymással, bár ezek az értékek általában alacsonyabbak, és a szórásdiagramokon az adatpontok nagyobb szórást mutatnak az egyenes körül, mint a hagyományos energia ETF-társaik esetében. Ez azt jelzi, hogy bár ezek az ETF-ek különböző vállalatokat vagy a tiszta energia és technológia szektor különböző alágazatait képviselhetik, az értékmozgásaikban még mindig jelentős hasonlóság van, valószínűleg az azonos általános gazdasági erők, iparági trendek (pl. szabályozói változások, technológiai fejlődés a zöld szektorban, befektetői hangulat a fenntarthatósággal kapcsolatban) miatt. A korrelációk itt kevésbé homogének és nem minden esetben érik el a 0,9-es értéket, ami valamivel nagyobb diverzifikációs előnyöket kínálhat a szegmensen belül, mint a hagyományos energia ETF-ek csoportja. Ennek ellenére az ETF-ek közötti korreláció továbbra is számottevő, ami azt jelenti,

hogy a diverzifikációs előnyök ezen a szektoron belül is korlátozottak lehetnek, ha csak ezeket az eszközöket kombináljuk. Bizonyos ETF-ek között alacsonyabb korreláció figyelhető meg (pl. a 13. ábra mátrixában a TAN és GRID korrelációja az ICLN-hez képest eltérő lehet, mint a TAN és QCLN közötti), ami arra utalhat, hogy az ETF-ek mögöttes eszközei vagy a tiszta energia piac különböző szegmensei (pl. napenergia vs. intelligens hálózatok) között valódi eltérések vannak. A korrelációs minta összességében arra utal, hogy a tiszta energia és kapcsolódó technológiai szektorok jelentős mértékben együtt mozognak. Ugyanakkor a szélesebb körű portfólió-diverzifikáció érdekében itt is érdemes lehet olyan eszközöket bevonni, amelyek még alacsonyabb vagy akár negatív korrelációt mutatnak ezekkel az ETF-ekkel.

A hagyományos és tiszta energia ETF-ek kombinálása hatékonyabb diverzifikációs stratégiát kínálhat, mivel a két szektor, ahogy azt a korábbi elemzések is mutatták, eltérően reagálhat bizonyos piaci és geopolitikai eseményekre. Ez csökkentheti az összesített kockázatot, miközben kiegyensúlyozottabb hozamokat biztosíthat. Azonban még a tiszta energia szektoron belül is érdemes külön vizsgálni az ETF-ek közötti korrelációkat, mivel egyes alágazatok továbbra is szorosan összefügghetnek.

A 14. és 15. ábrák a hagyományos, illetve az alternatív/megújuló energia ETF-ek korrelációs szórádiagram-mátrixait szemléltetik, vizuálisan megerősítve a korrelációs mátrixokból (12. és 13. ábra) levonható következtetéseket. A 14. ábra, amely a hagyományos energia szektort (XLE, VDE, XOP, IXC, OIH) reprezentálja, a magas fokú együttmozgást és korrelációs homogenitást tükrözi. Az adatpontok a legtöbb ETF-pár esetében szinte tökéletesen egyenes vonal mentén helyezkednek el, ami a korábban számszerűsített, nagyon erős pozitív korrelációt vizuálisan is alátámasztja. Ez a jelenség arra utal, hogy ezen ETF-ek hozamai nagymértékben együtt mozognak, reagálva az azonos piaci tényezőkre, mint az olaj- és földgázárak, valamint a globális energiaszükséglet. Ahogy korábban megállapítottuk, ez a szoros kapcsolat a szegmensen belüli diverzifikációs lehetőségek korlátját jelenti.

A 15. ábra az alternatív/megújuló energia ETF-ek (ICLN, QCLN, TAN, GRID, EARTH) korrelációs szórádiagram-mátrixát mutatja. Ezek az ETF-ek, melyek az alternatív energia különböző szegmenseit képviselik (napenergia, szélenergia, intelligens hálózatok, fenntartható technológiák), a szórádiagramok alapján is láthatóan szélesebb korrelációs tartományban mozognak. Az adatpontok kevésbé szoros vonalmenti eloszlása azt mutatja, hogy az alternatív

energia ETF-ek között összességében kisebb az együttmozgás, mint a hagyományos energia ETF-ek esetében. Ez a vizuálisan is megfigyelhető kisebb mértékű, illetve változatosabb korreláció – ahogy a korrelációs mátrixok is jelezték – a diverzifikációs lehetőségek javát szolgálja ezen a szektoron belül. Megfigyelhetők szegmensbeli különbségek is; például a TAN (napenergia ETF) és a GRID (okos hálózati technológiák ETF) közötti, a szórásdiagramon is lazábbnak tűnő kapcsolat arra utal, hogy ezek az alágazatok eltérően reagálhatnak az iparági trendekre. Az alternatív energia szektorban a technológiai fejlődés és a szabályozási környezet jelentős befolyásoló tényezők, ami hozzájárul a korrelációk nagyobbfokú sokszínűségéhez a hagyományos szektorhoz képest.

Összességében tehát a 12. ábra (korrelációs mátrix) és a 14. ábra (szórásdiagram-mátrix) által szemléltetett hagyományos energia ETF-ek esetében rendkívül magas korreláció figyelhető meg, ami a szektor egységesebb természetére utal. A 13. ábra (korrelációs mátrix) és a 15. ábra (szórásdiagram-mátrix) által szemléltetett alternatív/megújuló energia ETF-ek között viszont nagyobb változatosság mutatkozik a korrelációs értékekben, ami a szektor potenciálisan diverzifikáltabb jellegét tükrözi. Az alternatív energia ETF-ek általánosan alacsonyabb és változatosabb korrelációi lehetőséget kínálnak a kockázatok csökkentésére egy portfólión belül, míg a hagyományos energia ETF-ek diverzifikációs előnyei korlátozottak az erős együttmozgás miatt. Az alternatív energia ETF-ek hozzáadása egy hagyományos energia fókuszú portfólióhoz javíthatja a diverzifikációt és csökkentheti a szektor-specifikus kockázatokat. Ez különösen fontos lehet a globális energiapiacok változásainak hosszú távú hatásainak kezelésében. Az ábrák jól szemléltetik, hogy míg a hagyományos energia ETF-ek között nagyon erős korrelációk figyelhetők meg, addig az alternatív energia ETF-ek nagyobb változatosságot mutatnak az együttmozgásaikban. Ez alátámasztja, hogy a tiszta energia szektor jobban alkalmazható diverzifikációs célokra egy portfólióban, különösen a hagyományos energia szektor eszközeivel kombinálva.

4.5 KOPULA-ALAPÚ FÜGGŐSÉGI SZERKEZET ELEMZÉSE

A korábbi alfejezetekben bemutatott feltétel nélküli lineáris korrelációs együtthatók az együttmozgás mértékének és irányának hasznos, de leegyszerűsített mutatói. A pénzügyi idősorok közötti kapcsolatok azonban gyakran komplexebbek, nem-lineáris jellegűek, és a függőség mértéke eltérő lehet normál piaci körülmények és extrém események idején. Különösen a portfólió-diverzifikáció szempontjából kritikus annak megértése, hogy az

eszközök hogyan viselkednek a piaci végletekben (a tail-eloszlásokban), mivel a diverzifikáció előnyei gyakran éppen a piaci stressz időszakában csökkennek.

Ezen összetettebb, nem-lineáris kapcsolatok és a tail-függőségek vizsgálatára a kopulaelmélet nyújt hatékony keretrendszert. Sklar (1959) tétele alapján a kopulák lehetővé teszik egy többváltozós eloszlás szétválasztását az egyedi (perem) eloszlásokra és egy, a függőségi szerkezetet leíró kopula függvényre. Ez a megközelítés egy teljesebb képet ad az eszközök közötti függőségről, mint a lineáris korreláció.

A jelen elemzés három különböző kopulacsalád paramétereinek becslésével térképezi fel a vizsgált ETF-párok függőségi szerkezetét, különös tekintettel a szimmetrikus (Gauss-kopula), valamint az aszimmetrikus alsó (Clayton-kopula) és felső (Gumbel-kopula) tail-függőségekre. A következő táblázat (3. táblázat) ezen becsült paramétereket összegzi.

3. táblázat Az ETF-párookra becsült függőségi paraméterek

Pár neve	Kendall Tau (τ)	Spearman Rho (ρ_S)	Gauss Rho (ρ_G)	Clayton Theta (θ_C)	Gumbel Theta (θ_G)
Hagyományos vs. Hagományos					
XLE - XOP	0,754	0,911	0,922	6,13	4,065
XLE - VDE	0,93	0,989	0,991	26,564	14,286
XLE - OIH	0,724	0,892	0,906	5,248	3,628
XLE - IXC	0,821	0,949	0,959	9,173	5,587
VDE - XOP	0,772	0,922	0,933	6,772	4,386
VDE - OIH	0,735	0,9	0,914	5,434	3,774
VDE - IXC	0,823	0,951	0,96	9,247	5,65
XOP - OIH	0,675	0,852	0,874	4,154	3,077
XOP - IXC	0,687	0,859	0,877	4,346	3,195
IXC - OIH	0,687	0,863	0,88	4,353	3,203
Alternatív/megújuló vs. Alternatív/megújuló					
ICLN - TAN	0,615	0,797	0,822	3,195	2,597

ICLN - QCLN	0,536	0,717	0,76	2,309	2,155
ICLN - GRID	0,42	0,582	0,632	1,448	1,724
ICLN - EARTH	0,544	0,728	0,769	2,385	2,193
TAN - QCLN	0,61	0,796	0,815	3,128	2,564
TAN - GRID	0,385	0,54	0,573	1,252	1,626
TAN - EARTH	0,484	0,663	0,692	1,876	1,938
QCLN - GRID	0,449	0,615	0,661	1,63	1,815
QCLN - EARTH	0,568	0,751	0,79	2,63	2,315
GRID - EARTH	0,554	0,731	0,766	2,485	2,242
Hagyományos vs. Alternatív/megújuló					
XOP-TAN	0,345	0,491	0,509	1,052	1,526
XOP-QCLN	0,401	0,562	0,594	1,338	1,668
XOP-ICLN	0,36	0,511	0,547	1,126	1,563
XOP-GRID	0,35	0,495	0,528	1,077	1,539
XOP-EARTH	0,42	0,586	0,623	1,45	1,725
XLE-TAN	0,362	0,512	0,535	1,134	1,567
XLE-GRID	0,388	0,542	0,586	1,268	1,634
XLE-QCLN	0,416	0,578	0,617	1,425	1,713
XLE-EARTH	0,475	0,649	0,692	1,81	1,905
XLE-ICLN	0,403	0,563	0,603	1,348	1,674
VDE-TAN	0,365	0,516	0,538	1,149	1,575
VDE-QCLN	0,419	0,582	0,62	1,442	1,72
VDE-ICLN	0,405	0,566	0,604	1,361	1,68
VDE-GRID	0,392	0,548	0,589	1,291	1,646
VDE-EARTH	0,477	0,652	0,692	1,824	1,912
OIH-TAN	0,34	0,486	0,502	1,031	1,516
OIH-QCLN	0,385	0,543	0,577	1,252	1,626
OIH-ICLN	0,37	0,524	0,555	1,175	1,587

OIH-GRID	0,364	0,513	0,554	1,145	1,572
OIH-ERTH	0,438	0,607	0,643	1,559	1,782
IXC-TAN	0,375	0,529	0,55	1,201	1,6
IXC-QCLN	0,417	0,579	0,619	1,431	1,715
IXC-ICLN	0,439	0,607	0,641	1,565	1,783
IXC-GRID	0,414	0,573	0,612	1,413	1,708
IXC-ERTH	0,513	0,69	0,726	2,107	2,053

Forrás: saját szerkesztés

A vizsgált ETF-párok közötti függőségi szerkezet mélyebb megértése érdekében a lineáris korreláción túl a rangkorrelációk (Kendall-féle tau, Spearman-féle rho) és a kopula-alapú függőségi mértékek (Gauss, Clayton, Gumbel) is meghatározásra kerültek. A 3. táblázat ezen paramétereket összegzi, a párokat a szektorális hovatartozásuk szerint három logikai csoportba rendezve. Az eredményekből egyértelmű mintázatok rajzolódnak ki.

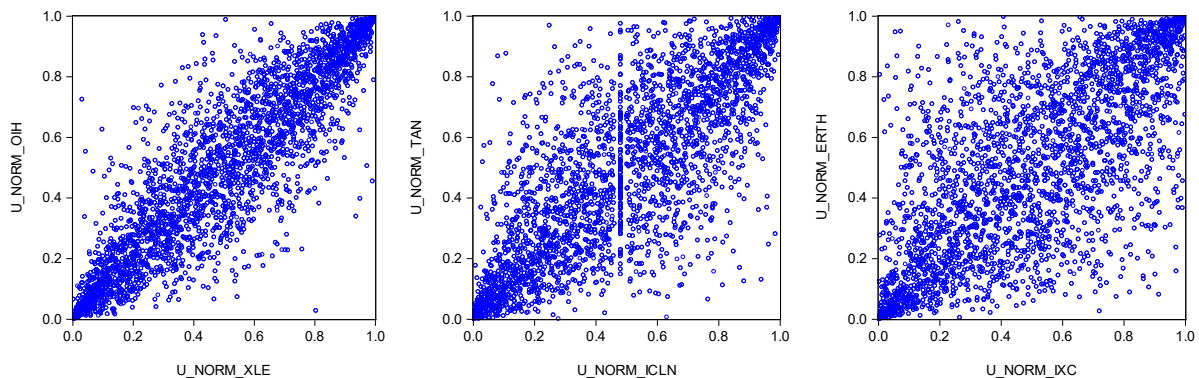
A hagyományos energiaszektoron belüli párok esetében szisztematikusan a legerősebb függőségi szerkezet figyelhető meg. A korrelációs együtthatók (Spearman Rho, Gauss Rho) jellemzően 0,85 feletti, ami rendkívül szoros együttmozgást jelez. A magas (gyakran 4,0 feletti) Clayton és Gumbel Theta paraméterek megerősítik, hogy ez a kapcsolat a tail-eloszlásokban is erős, azaz a szektoron belüli eszközök mind a piaci pánikok, mind az erőteljes felívelési szakaszok során hajlamosak együtt mozogni. Ez a homogén viselkedés korlátozza a szektoron belüli diverzifikációs lehetőségeket. A megújuló energia szektoron belüli párok szintén erős pozitív függőséget mutatnak, de ennek mértéke általában alacsonyabb, mint a hagyományos szektorban. A korrelációs értékek jellemzően 0,6 és 0,8 között szóródnak, ami arra utal, hogy bár a szektor egységesen reagál a zöld energiát érintő trendekre, a különböző technológiák (pl. napenergia vs. intelligens hálózatok) között nagyobb a diverzitás. A Clayton és Gumbel Theta paraméterek itt is szignifikáns tail-függőséget jeleznek, de mértékük elmarad a hagyományos szektorban mért értékektől.

A két szektor közötti (inter-szektor) párok esetében a legalacsonyabb, de gazdaságilag még mindig jelentős, mérsékelt függőség figyelhető meg. A Gauss-kopula paraméterei jellemzően 0,5 és 0,75 közöttiek. Ez azt jelzi, hogy a két piac nincs elszigetelve egymástól, a makrogazdasági tényezők és az általános befektetői hangulat mindkét szegmensre hatással van.

A pozitív Clayton és Gumbel Theta értékek megerősítik a tail-függőség létét, ami csökkenti a két szektor közötti diverzifikáció hatékonyságát a piaci stressz időszakában. Ez a megfigyelés alátámasztja a dolgozat egyik központi felvetését, miszerint a két szegmens eltérő, de nem független viselkedési mintázatokat mutat.

A 16. ábra a kiválasztott ETF-párok közötti függőségi szerkezet vizuális elemzését teszi lehetővé. Mielőtt az ábrákat értelmeznénk, fontos tisztázni a tengelyeken szereplő transzformált, u_norm adatok jelentését. A kopula-elemzés megköveteli, hogy a vizsgált eszközök hozamait egy közös, $[0,1]$ intervallumra skálázzuk. Ezt a folyamatot Valószínűségi Integráltranszformációnak (PIT) nevezik, amelynek során minden egyes napi hozamértéket megfeleltetünk a saját historikus adatsorában elfoglalt relatív helyének (percentilisének). Egy $0,1$ -es u_norm érték tehát azt jelenti, hogy az adott napi hozam az összes hozam alsó 10%-ába esett, míg egy $0,9$ -es érték a felső 10%-ba tartozást jelzi. E transzformáció révén "megtisztítjuk" a hozamokat az egyedi jellemzőiktől (pl. átlag, szórás), és így a tiszta, mögöttes függőségi szerkezetet tudjuk vizsgálni.

16. ábra Szórásdiagramok a szektoron belüli (XLE-OIH, ICLN-TAN) és szektorok közötti (IXC-ERTH) függőségek bemutatására



Forrás: saját szerkesztés

A 16. ábrán szereplő három szórásdiagram a dolgozatban azonosított három fő kapcsolati típust illusztrálja: a szektoron belüli erős függőséget a hagyományos és az alternatív/megújuló szektorban, valamint a két szektor közötti kapcsolatot az alábbiak szerint.

XLE-OIH (Hagyományos szektoron belüli függőség): A 16. ábra első illusztrációja a hagyományos energiaszektor két alszegmense (széles energiapiac vs. olajszolgáltatók) közötti rendkívül szoros kapcsolatot mutatja. A pontfelhő egy sűrű, egyenes mentén elnyúló alakzatot

vesz fel, ami a 0,9 feletti Gauss-kopula paraméterrel jelzett, közel lineáris együttmozgást vizuálisan is megerősíti. A magas, 5,0 feletti Clayton- és 3,6 feletti Gumbel-paraméterek erős tail-függőségre utalnak. A Clayton-paraméter magasabb értéke azt jelzi, hogy a közös esések valószínűsége hangsúlyosabb, ami összhangban van az ADCC-GARCH modellek által is kimutatott aszimmetrikus piaci reakciókkal. Ez a homogén viselkedés alátámasztja, hogy a hagyományos szektoron belül a diverzifikációs potenciál erősen korlátozott, még a különböző iparági fókuszú ETF-ek között is.

ICLN-TAN (Megújuló szektoron belüli függőség): A 16. ábra második illusztrációja a megújuló szektoron belüli (globális tiszta energia vs. napenergia) erős, de a hagyományosnál némileg lazább kapcsolatot szemlélteti. A pontfelhő itt is egyértelműen pozitív irányultságú, de láthatóan nagyobb szórást mutat. A 0,8 körüli korrelációs értékek továbbra is szoros együttmozgást jeleznek, amelyet vélhetően a szektort egységesen mozgató tényezők – mint a szabályozási környezet változásai vagy a befektetői hangulat a fenntarthatósággal kapcsolatban – vezérelnek. A tail-függőségi paraméterek ($\theta_C \approx 3,2$, $\theta_G \approx 2,6$) itt is szignifikánsak, és az alsó tail dominanciája szintén megfigyelhető, ami a szektor negatív hírekre való közös, érzékeny reakciójával magyarázható.

IXC-ERTH (Szektorok közötti függőség): A 16. ábra harmadik illusztrációja tökéletesen megmutatja a kopula-elemzés hozzáadott értékét a portfólió-diverzifikáció szempontjából. A pontfelhő itt a legszórtabb, ami a 0,73 körüli, mérsékelt korrelációnak felel meg. A legfontosabb megfigyelés azonban a pontok sűrűsödése a bal alsó és a jobb felső sarkokban. Ez a vizuális jelenség, amelyet a 2,0 feletti Clayton- és Gumbel-paraméterek számszerűsítenek, egyértelműen bizonyítja a szignifikáns tail-függőség létét. Ez azt jelenti, hogy bár normál piaci körülmények között a két szektor kínálhat diverzifikációs előnyt, extrém piaci helyzetekben – mind lejtmenet, mind erőteljes felívelés során – ez az előny csökken, és az eszközök hajlamosak együtt mozogni. Ez az eredmény alátámasztja a dolgozat egyik központi hipotézisét, miszerint a két szektor viselkedése eltérő, de nem független, és a köztük lévő diverzifikáció a piaci stressz időszakokban korlátokba ütközik.

A vizuális elemzés tehát megerősíti a táblázatból levont következtetéseket, és plasztikusan mutatja be a szektoron belüli erős kohéziót, valamint a szektorok közötti, a tail-előszlásban megerősödő kapcsolatokat, amelyek a modern portfóliókezelés számára a legfontosabb kihívásokat jelentik.

4.6 DINAMIKUS FELTÉTELES KORRELÁCIÓK ELEMZÉSE (ADCC-GARCH MODELLEK)

Jelen kutatásban a két energiapiaci szegmens (hagyományos és alternatív/megújuló) közötti, valamint azokon belüli differenciálódás, kapcsolatok, kockázatok és hozamok mélyebb elemzése érdekében az Aszimmetrikus Dinamikus Feltételes Korrelációs GARCH (ADCC-GARCH) módszertan került alkalmazásra. Ez a megközelítés az időszakonként változó korrelációk és a heteroszkedaszticitás (időben változó szórás) kezelésével modellezi az ETF-párok közötti dinamikus kapcsolatokat. A módszertan alkalmazásából származó eredmények lehetővé teszik az olyan időszakok és feltételek azonosítását, amelyekben a két szegmens – vagy a szegmenseken belüli egyes eszközök – viselkedése eltérő lehet, és amelyek befolyásolhatják a befektetői döntéseket és a portfólió-összeállítást.

A módszer választását a korábbi, leíró statisztikai fejezetben (4.1. alfejezet) bemutatott eredmények is alátámasztják. Ott megállapítást nyert, hogy az ETF hozamsorok nem követik a normális eloszlást (a Jarque-Bera tesztek szignifikánsak voltak), jellemzően leptokurtikusak (vastag szélűek), és szignifikáns ARCH-hatásokat mutatnak, ami a volatilitás klaszteresedésére utal. Az ADCC-GARCH modellek, különösen a Student-t eloszlás feltételezésével a hibatagokra, kifejezetten alkalmasak az ilyen, pénzügyi idősorokra jellemző tulajdonságok kezelésére.

Bár a szélesebb VAR-ADCC-GARCH keretrendszer lehetőséget nyújtana a feltételes átlagok komplexebb, többváltozós (VAR) modellezésére is, a jelen elemzés során – a rendelkezésre álló "Dynamic Conditional Correlation-2 Step" EViews add-in és a stabil konvergencia biztosítása érdekében – az egyes ETF-párok átlag-egyenleteire egyszerűbb specifikáció (konstanssal) került alkalmazásra az add-in első, univariát GARCH illesztési lépésében. Így a fókusz a feltételes varianciák (GARCH(1,1)) és különösen a dinamikus feltételes korrelációk (ADCC(1,1)) aszimmetrikus természetének megragadására helyeződött.

Az 4-6. táblázatok tartalmazzák a szegmensek közötti, valamint a szegmenseken belüli hagyományos és alternatív/megújuló ETF-párokra becsült ADCC-GARCH modellek főbb paramétereit. Az elemzések a 2010. január 4. és 2020. december 31. közötti napi adatokon alapulnak, összesen 2768 megfigyelést felhasználva páronként. A modellek becslése ARCH Maximum Likelihood módszerrel (BFGS algoritmussal), kétlépcsős eljárásban, korreláció-célzással (correlation targeting) és többváltozós Student-t eloszlás feltételezésével történt a

hibatagokra. Az eredmények értékes információkat nyújtanak a befektetőknek a portfóliójuk diverzifikációjához és a piaci kockázatok hatékony kezeléséhez.

A jelen kutatásban az ETF-párok közötti dinamikus kapcsolatok mélyebb elemzése érdekében páronkénti Aszimmetrikus Dinamikus Feltételes Korrelációs GARCH (ADCC-GARCH) modellek kerültek becslésre, a 3.2.1 alfejezetben részletezett kétlépcsős módszertannak megfelelően. A 4-6. táblázatok összefoglalják ezen modellek legfontosabb paraméterbecsléseit és illeszkedési mutatóit a szegmensek közötti, valamint a szegmenseken belüli hagyományos és alternatív/megújuló ETF-párookra vonatkozóan.

Az ADCC-GARCH modellek lehetővé teszik az időben változó korrelációk modellezését, figyelembe véve az aszimmetrikus hatásokat is, azaz hogy a negatív piaci sokkok eltérően hathatnak-e a korrelációra, mint a pozitívak. A modellek a következő fő paramétereket tartalmazzák a korrelációs dinamika leírására (Cappiello et al., 2006 nyomán):

- Θ_1 (ADCC α): Ez a paraméter a múltbeli sokkok (a standardizált maradékok kereszt-szorzata) hatását méri a jelenlegi feltételes korrelációra. Magasabb értéke gyorsabb reakciót jelez a friss információkra.
- Θ_2 (ADCC β): Ez a paraméter a korreláció perzisztenciáját (tartósságát) mutatja. Magas értéke (közel 1-hez) arra utal, hogy a korrelációk lassan változnak, és a múltbeli korrelációs szintek erősen befolyásolják a jelenlegit.
- Θ_3 (ADCC γ): Ez az aszimmetrikus komponens együtthatója, amely azt méri, hogy a közös negatív sokkoknak van-e eltérő (erősebb vagy gyengébb) hatása a korrelációra, mint az azonos mértékű egyéb sokkoknak. Ennek a paraméternek a szignifikanciája jelzi az aszimmetria jelenlétét a korrelációs dinamikában.

A modellek stabilitásának fontos feltétele, hogy a Θ_1 és Θ_2 (és az aszimmetrikus tag bizonyos súlyozású) összege kisebb legyen egynél; a táblázatokban bemutatott $\Theta_1 + \Theta_2$ értékek ezt a feltételt ellenőrzik (az EViews kimenete általában a $\Theta_1 + \Theta_2 < 1$ egyszerűsített feltételt jelzi). A modellek becslése többváltozós Student-t eloszlás feltételezésével történt a hibatagokra, amelynek szabadságfokát a Θ_4 paraméter méri. Ennek szignifikáns és viszonylag alacsony (de 2-nél nagyobb) értéke a pénzügyi idősorokra jellemző "vastag tail"-el rendelkező (leptokurtikus) eloszlások jelenlétét támasztja alá, igazolva a Student-t eloszlás választását a normál eloszlás helyett.

4. táblázat Szegmensek közötti ADCC-GARCH(1,1) modellek eredményei (Hagyományos vs. Alternatív/Megújuló)

ETF-pár	Θ1 (p-érték)	Θ2 (p-érték)	Θ3 (p-érték)	Θ1+Θ2	Θ4 (p-érték)	Log Likelihood	SC	Konvergencia
XOP-TAN	0,031978 (0,0005)	0,946858 (0,0000)	0,003914 (0,1266)	0,978836	7,774333 (0,0000)	13944,91	- 10,02999	Igen
XOP-QCLN	0,030575 (0,0005)	0,950422 (0,0000)	0,004642 (0,0160)	0,980997	8,984348 (0,0000)	15003,01	- 10,79451	Igen
XOP-ICLN	0,035074 (0,0000)	0,950688 (0,0000)	0,002949 (0,2052)	0,985762	8,791707 (0,0000)	15191,17	- 10,93046	Igen
XOP-GRID	0,027921 (0,0017)	0,966495 (0,0000)	0,000764 (0,7318)	0,994416	7,657153 (0,0000)	15426,27	- 11,10034	Igen
XOP-ERTH	0,023313 (0,0000)	0,969964 (0,0000)	0,002879 (0,0249)	0,993277	8,624033 (0,0000)	16034,06	- 11,53949	Igen
XLE-TAN	0,039238 (0,0000)	0,937575 (0,0000)	0,006168 (0,0031)	0,976813	7,149468 (0,0000)	15184,36	- 10,92554	Igen
XLE-GRID	0,053018 (0,0001)	0,935023 (0,0000)	-0,001343 (0,6843)	0,988041	7,013742 (0,0000)	16742	- 12,05101	Igen
XLE-QCLN	0,044741 (0,0002)	0,926838 (0,0000)	0,004435 (0,0349)	0,971579	8,057093 (0,0000)	16242,86	- 11,69036	Igen
XLE-ERTH	0,039979 (0,0000)	0,947383 (0,0000)	0,003479 (0,0067)	0,987362	8,166383 (0,0000)	17413,38	-12,5361	Igen
XLE-ICLN	0,040948 (0,0000)	0,939937 (0,0000)	0,006331 (0,0000)	0,980885	7,806748 (0,0000)	16504,64	- 11,87951	Igen
VDE-TAN	0,038442 (0,0000)	0,939036 (0,0000)	0,005970 (0,0028)	0,977478	7,249975 (0,0000)	15127,01	- 10,88411	Igen

VDE-QCLN	0,044661 (0,0003)	0,929817 (0,0000)	0,004146 (0,0470)	0,974478	8,329552 (0,0000)	16186,84	- 11,64988	Igen
VDE-ICLN	0,041911 (0,0000)	0,938161 (0,0000)	0,006415 (0,0000)	0,980072	8,008001 (0,0000)	16445,3	- 11,83663	Igen
VDE-GRID	0,052622 (0,0001)	0,936594 (0,0000)	-0,001125 (0,7330)	0,989216	7,140376 (0,0000)	16688,36	- 12,01225	Igen
VDE-ERTH	0,037988 (0,0000)	0,951154 (0,0000)	0,003395 (0,0048)	0,989142	8,172412 (0,0000)	17357,27	- 12,49556	Igen
OIH-TAN	0,031623 (0,0004)	0,945253 (0,0000)	0,006628 (0,0010)	0,976876	7,591031 (0,0000)	14120,96	- 10,15719	Igen
OIH-QCLN	0,022817 (0,0006)	0,960645 (0,0000)	0,005445 (0,0003)	0,983462	8,967684 (0,0000)	15134,79	- 10,88973	Igen
OIH-ICLN	0,041071 (0,0000)	0,940155 (0,0000)	0,004886 (0,0128)	0,981226	8,762159 (0,0000)	15393,93	- 11,07697	Igen
OIH-GRID	0,044785 (0,0004)	0,941904 (0,0000)	-0,000359 (0,9228)	0,986689	7,529826 (0,0000)	15640,37	- 11,25503	Igen
OIH-ERTH	0,028136 (0,0001)	0,961276 (0,0000)	0,004021 (0,0017)	0,989412	8,532132 (0,0000)	16261,49	- 11,70382	Igen
IXC-TAN	0,032821 (0,0000)	0,947192 (0,0000)	0,005648 (0,0015)	0,980013	6,440500 (0,0000)	15404,58	- 11,08466	Igen
IXC-QCLN	0,028010 (0,0003)	0,953182 (0,0000)	0,004897 (0,0015)	0,981192	7,272969 (0,0000)	16425,56	- 11,82237	Igen
IXC-ICLN	0,044798 (0,0000)	0,936590 (0,0000)	0,003836 (0,0049)	0,981388	6,900764 (0,0000)	16802,11	- 12,09444	Igen
IXC-GRID	0,046955 (0,0009)	0,942957 (0,0000)	-0,000385 (0,8926)	0,989912	6,204624 (0,0000)	17021,33	- 12,25284	Igen

IXC- ERTH	0,044855 (0,0000)	0,941203 (0,0000)	0,003497 (0,0018)	0,986058	6,956627 (0,0000)	17755,7	- 12,78345	Igen
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------	----------------------	---------	---------------	------

Forrás: saját szerkesztés

5. táblázat Szegmensen belüli ADCC-GARCH(1,1) modellek eredményei (Hagyományos ETF-ek között)

ETF- pár	Θ1 (p-érték)	Θ2 (p-érték)	Θ3 (p-érték)	Θ1+Θ2	Θ4 (p-érték)	Log Likelihood	SC	Konvergencia
XLE XOP	- 0,056384 (0,0019)	0,899172 (0,0000)	-0,002385 (0,1578)	0,955556	7,569568 (0,0000)	17551,04	- 12,63557	Igen
XLE VDE	- 0,100000 (NA)	0,850000 (NA)	0,000000 (NA)	0,95	5,000000 (NA)	22043,42	- 15,88151	Nem konvergált
XLE OIH	- 0,022001 (0,0000)	0,966557 (0,0000)	0,000399 (0,2067)	0,988558	8,754969 (0,0000)	17431,6	- 12,54927	Igen
XLE IXC	- 0,004725 (0,0264)	0,982995 (0,0000)	0,000705 (0,0000)	0,98772	5,739613 (0,0000)	19717,03	- 14,20059	Igen
VDE XOP	- 0,046648 (0,0022)	0,915493 (0,0000)	-0,001655 (0,1747)	0,962141	7,488671 (0,0000)	17693,01	- 12,73815	Igen
VDE OIH	- 0,023673 (0,0000)	0,958730 (0,0000)	-2,48E-05 (0,9481)	0,982403	9,220757 (0,0000)	17445,77	- 12,55951	Igen
VDE IXC	- 0,007489 (0,0167)	0,978527 (0,0000)	0,000526 (0,0000)	0,986016	5,813017 (0,0000)	19676,54	- 14,17134	Igen
XOP OIH	- 0,036909 (0,0000)	0,934467 (0,0000)	-0,001187 (0,1646)	0,971376	10,18906 (0,0000)	15811,61	- 11,37876	Igen
XOP IXC	- 0,024059 (0,0239)	0,954920 (0,0000)	-0,000824 (0,5118)	0,978979	6,788009 (0,0000)	17086,3	- 12,29978	Igen
IXC OIH	- 0,017134 (0,0019)	0,965447 (0,0000)	0,000500 (0,1914)	0,982581	7,350342 (0,0000)	17245,68	- 12,41494	Igen

Forrás: saját szerkesztés

6. táblázat Szegmensen belüli ADCC-GARCH(1,1) modellek eredményei (Alternatív/Megújuló ETF-ek között)

ETF-pár	Θ1 (p-érték)	Θ2 (p-érték)	Θ3 (p-érték)	Θ1+Θ2	Θ4 (p-érték)	Log Likelihood	SC	Konvergencia
ICLN TAN	- 0,029916 (0,0000)	0,964382 (0,0000)	0,000182 (0,7877)	0,994298	7,240987 (0,0000)	16189,78	-11,652	Igen
ICLN QCLN	- 0,031584 (0,0000)	0,959869 (0,0000)	0,000449 (0,7128)	0,991453	8,473596 (0,0000)	16588,95	- 11,94042	Igen
ICLN GRID	- 0,025923 (0,0000)	0,967432 (0,0000)	0,001675 (0,1561)	0,993355	6,984057 (0,0000)	16730,19	- 12,04247	Igen
ICLN ERTH	- 0,100000 (NA)	0,850000 (NA)	0,000000 (NA)	0,95	5,000000 (NA)	NA	NA	Nem konvergált
TAN QCLN	- 0,017453 (0,0015)	0,966207 (0,0000)	0,002233 (0,0044)	0,98366	6,903470 (0,0000)	15702,15	- 11,29967	Igen
TAN GRID	- 0,024782 (0,0001)	0,966400 (0,0000)	0,001925 (0,1893)	0,991182	6,331095 (0,0000)	15406,82	- 11,08628	Igen
TAN ERTH	- 0,032671 (0,0000)	0,943767 (0,0000)	0,004991 (0,0003)	0,976438	7,253137 (0,0000)	16071,18	- 11,56631	Igen
QCLN GRID	- 0,027029 (0,0001)	0,965989 (0,0000)	0,002868 (0,0138)	0,993018	7,432358 (0,0000)	16553,53	- 11,91483	Igen
QCLN ERTH	- 0,024121 (0,0000)	0,963570 (0,0000)	0,002310 (0,0037)	0,987691	8,916585 (0,0000)	17408,96	- 12,53291	Igen
GRID ERTH	- 0,048323 (0,0000)	0,945376 (0,0000)	0,000333 (0,7539)	0,993699	6,711603 (0,0000)	17984,55	-12,9488	Igen

Forrás: saját szerkesztés

A 4-6. táblázatok eredményei szerint a legtöbb vizsgált ETF-párra sikeresen konvergált az ADCC-GARCH(1,1) modell. A Θ_1 és Θ_2 paraméterek jellemzően statisztikailag erősen szignifikánsak voltak, összegük pedig a stabilitási tartományon belül maradt, jelezve a dinamikus korrelációs folyamat megbízhatóságát. A Θ_3 aszimmetria paraméter szignifikanciája változó volt, ami arra utal, hogy az aszimmetrikus hatások nem minden esetben egyformán erősek. Például az XLE-ICLN és TAN-ERTH pároknál a Θ_3 erősen szignifikáns és pozitív volt, jelezve az aszimmetrikus választ a sokkokra, míg az XLE-GRID vagy ICLN-TAN pároknál nem bizonyult szignifikánsnak, ami szimmetrikusabb reakcióra utal. A Θ_4 paraméter (Student-t szabadságfok) minden konvergált modellnél szignifikáns volt, alátámasztva a nem normális hibaeloszlások feltételezését.

A modellek illeszkedését a Log likelihood értékek és az információs kritériumok (pl. Schwarz-kritérium - SC) alapján lehet megítélni, amelyek célja a legjobb magyarázó erejű, de legkevésbé komplex modell azonosítása és a páronkénti relatív illeszkedés összehasonlítása.

A becsült modellek döntő többsége konvergált. Kivételt képez az XLE-VDE (5. táblázat) és az ICLN-ERTH (6. táblázat) párosítás, ahol az optimalizálás sikertelen volt, így ezekre nem állnak rendelkezésre megbízható becslések.

A szegmensek közötti párok tekintetében (4. táblázat) mind a 25 szegmensek közötti ETF-párra sikeresen konvergált a modell. A Θ_1 értékek általában 0,02 és 0,055 között helyezkedtek el. A Θ_2 (korreláció GARCH-tagja) következetesen magas volt (többnyire 0,92 és 0,97 között), ami a dinamikus korrelációk erős perzisztenciájára utal. Az aszimmetria paraméter (Θ_3) vegyes képet mutatott: a 25 párból 16 esetben volt szignifikáns, és ezek többségében (13 esetben) pozitív értékkel (pl. XLE-ICLN: 0,0063). Ez arra utal, hogy ezen pároknál a közös negatív sokkok jellemzően növelik a korrelációt.

A szegmensen belüli párok elemzése tekintetében, a hagyományos energia ETF-ek (5. táblázat) vonatkozásában a 10 lehetséges párból 9 esetben konvergált a modell. A Θ_2 értékek itt is magas perzisztenciát jeleztek (többnyire 0,90 felett). Az aszimmetria (Θ_3) a hagyományos szegmensen belül kevésbé volt markáns: csupán két esetben (XLE-IXC és VDE-IXC) volt erősen szignifikáns és pozitív. Ez arra utalhat, hogy a hagyományos szektoron belüli korrelációk dinamikája általánosságban kevésbé mutat aszimmetrikus választ a sokkokra. Ugyanakkor az alternatív/megújuló energia ETF-ek (6. táblázat) tekintetében a 10 párból 9 esetben konvergált a modell, a Θ_2 paraméterek itt is stabil és perzisztens korrelációs

folyamatokat jeleztek (jellemzően 0,94 felett). Az aszimmetria (Θ_3) ebben a szegmensben változatos képet mutatott: négy esetben volt szignifikáns és pozitív (TAN-QCLN, TAN-ERTH, QCLN-GRID, QCLN-ERTH), ami arra utalhat, hogy ezeknél a technológia-orientáltabb ETF-eknél a közös negatív sokkok szintén növelhetik a korrelációt.

Az ADCC-GARCH modellek alkalmazása részletes betekintést nyújtott az ETF-párok közötti dinamikus, időben változó és esetenként aszimmetrikus korrelációs kapcsolatokról. Az eredmények megerősítik a korrelációk időbeli változékonyságát és magas fokú perzisztenciáját. Az aszimmetria jelenléte nem univerzális, de számos kapcsolatban, különösen a szegmensek között és bizonyos megújuló energiás pároknál kimutatható volt. Ezek az eredmények finomítják a feltétel nélküli korrelációkon és leíró statisztikákon alapuló képet, és részletesebb inputot szolgáltatnak a portfólió-diverzifikációs stratégiák kialakításához. A Log likelihood és Schwarz-kritérium értékek jelzik, hogy a modell bizonyos kapcsolatokat pontosabban képes leírni, mint másokat, és alapot adnak a modellek relatív értékeléséhez.

Robusztussági vizsgálat

Az ADCC-GARCH modellek részletes elemzése után felmerül a kérdés: mennyire tekinthetők stabilnak a kapott következtetések?

A dolgozat fő elemzésében alkalmazott aszimmetrikus ADCC-GARCH modellek által feltárt eredmények stabilitásának és megbízhatóságának ellenőrzése érdekében egy robusztussági vizsgálat is elvégzésre került. Ennek keretében a 45 ETF-párra egy egyszerűbb, szimmetrikus DCC-GARCH(1,1) modell is becslésre került, azonos feltételek mellett (Student-t eloszlás feltételezése a hibatarományokra). A vizsgálat elsődleges célja annak felmérése volt, hogy az aszimmetrikus komponens (a θ_3 paraméter) elhagyása alapvetően megváltoztatja-e a korrelációs dinamikáról levont következtetéseket, valamint annak számszerűsítése, hogy az aszimmetria figyelembevétele mennyivel javítja a modell illeszkedését. A robusztussági vizsgálat részletes, páronkénti eredményeit a fő elemzés folyamatosságának megőrzése érdekében az A. Melléklet A.1-A.3. táblázatai mutatják be, így a központi gondolatmenet fókuszált és követhető marad.

A robusztussági vizsgálat alapján a szimmetrikus DCC modellek becslési eredményei több fontos tanulsággal szolgáltak. Először is, a modellek mind a 45 pár esetében sikeresen konvergáltak, beleértve azt a két (XLE-VDE, ICLN-ERTH) esetet is, ahol az ADCC modell

nem talált stabil megoldást, jelezve, hogy az egyszerűbb specifikáció numerikusan robusztusabb lehet a szélsőségesen magas korrelációjú pároknál.

Másodszor, az eredmények minden konvergált pár esetében megerősítették a kutatás főbb megállapításait. A dinamikus korrelációt leíró θ_1 és θ_2 paraméterek minden esetben erősen szignifikánsak voltak, és összegük a stabilitási tartományon belül maradt. A θ_2 paraméter következetesen magas értékei igazolták a korrelációk erős perzisztenciáját, míg a θ_1 szignifikanciája a piaci sokkok releváns hatását támasztotta alá. A Student-t eloszlás szabadságfokát mérő paraméter szintén minden esetben szignifikáns és alacsony volt, igazolva a vastag szélű eloszlások feltételezésének helyességét.

Végül, a két modell illeszkedésének összehasonlítása az információs kritériumok (Akaike, Schwarz) és a Log-likelihood értékek alapján azt mutatta, hogy a 43 konvergált párból a túlnyomó többség esetében az aszimmetrikus ADCC modell biztosított jobb illeszkedést (magasabb Log-likelihood és alacsonyabb információs kritérium értékeket). Ez a megfigyelés a robusztussági vizsgálat legfontosabb következtetése: bár a korrelációk dinamikus jellege egy egyszerűbb modellel is megragadható, az aszimmetria komponens bevezetése statisztikailag is indokolt, és egy valósághűbb, pontosabb leírását adja a vizsgált energiapiaci szektorok közötti komplex függőségi szerkezetnek. A robusztussági vizsgálat tehát alátámasztotta az ADCC-GARCH modell választását a dolgozat központi elemzési eszközeként.

4.7 AZ ADCC-GARCH MODELLEK EREDMÉNYEINEK RÉSZLETES ÉRTELMEZÉSE ÉS BEFEKTETÉSI KÖVETKEZTETÉSEK

Az előzőekben bemutatott ADCC-GARCH modellek paraméterei részletes betekintést nyújtanak a vizsgált energiapiaci szegmensek közötti és azokon belüli komplex függőségi szerkezetekbe. Az alábbiakban ezen eredmények mélyebb, gyakorlati szempontú értelmezésére kerül sor.

A modellek egyik legkövetkezetesebb eredménye a θ_2 (ADCC β) paraméterek magas értéke (jellemzően 0,9 felett), ami a feltételes korrelációk jelentős perzisztenciájára utal. Ez a fajta "memória" a korrelációkban fontos információ a portfóliómenedzserek számára, mivel a diverzifikációs előnyök időbeli stabilitására vagy csak lassú változására utalhat normál piaci körülmények között. A korrelációs sokkok hatása tehát hosszan fennmarad. Ezzel párhuzamosan a θ_1 (ADCC α) paraméter szignifikanciája jelzi, hogy az új piaci információk

és sokkok releváns, azonnali hatással bírnak a korrelációk alakulására, még ha ez a hatás kevésbé is tartós, mint a Θ_2 által jelzett perzisztencia.

Az ADCC modell legfontosabb többletinformációját a Θ_3 (ADCC γ) paraméter szolgáltatja, amely az aszimmetrikus hatásokat méri. Az eredmények rávilágítottak, hogy az aszimmetria nem univerzális, de kulcsfontosságú jellemzője számos kapcsolatnak. Különösen a szegmensek közötti pároknál (4. táblázat) volt a Θ_3 paraméter gyakran (a 25-ből 16 esetben) szignifikáns és jellemzően pozitív. Ez arra utal, hogy a közös negatív sokkok – amikor mindkét szegmens ára esik – növelik a korrelációt a hagyományos és az alternatív/megújuló ETF-ek között. Ez a jelenség összhangban van a pénzügyi piacokon válságok idején gyakran megfigyelt "correlation breakdown" vagy "contagion effect" (fertőzési hatás) koncepciójával (Longin és Solnik, 2001), amely során a kockázatcsökkentési céllal összeállított portfóliók diverzifikációs előnyei pont akkor csökkennek vagy tűnnek el, amikor a legnagyobb szükség lenne rájuk. Ezzel szemben a hagyományos szegmensen belül az aszimmetria kevésbé volt markáns, míg az alternatív/megújuló szektoron belül ismét több esetben (a 9-ből 4-szer) kimutatható volt, jelezve, hogy a technológia-orientáltabb eszközöknél a közös negatív hangulat szintén korrelációnövelő hatású.

A feltárt dinamikus és esetenként aszimmetrikus korrelációk egyértelműen azt jelzik, hogy a korrelációk nem statikusak. Ez alátámasztja a dinamikus portfólió-allokációs stratégiák szükségességét a statikus megközelítésekkel szemben. A befektetőknek különösen figyelniük kell azokra a kapcsolatokra, ahol az aszimmetria (Θ_3) szignifikáns és pozitív. Ezekben az esetekben a piaci stressz és a negatív sokkok időszakában a korrelációk megerősödhetnek, ami a várt diverzifikációs előnyök hirtelen csökkenéséhez vezethet. Az ADCC-GARCH modellek eredményei tehát finomítják a korábbi, feltétel nélküli korrelációkon alapuló képet, és konkrétan, mélyebb alapot nyújtanak a hatékony, modern kockázatkezelési és befektetési stratégiák kidolgozásához.

Az ETF-párokra becsült ADCC-GARCH modellek nem csupán az eszközök közötti dinamikus kapcsolatok mélyebb megértését teszik lehetővé, hanem konkrét tanulságokkal is szolgálnak a portfólió-összeállítás és -súlyozás gyakorlatához. A modellekből származó információk segíthetnek a statikus, átlagos korrelációkon alapuló megközelítéseknel robusztusabb és a piaci realitásokhoz jobban alkalmazkodó portfóliók kialakításában.

A legtöbb vizsgált ETF-pár esetében a Θ_2 (ADCC β) paraméter következetesen magas és erősen szignifikáns értéket vett fel. Ez a dinamikus korrelációk erős perzisztenciájára utal, ami azt jelenti, hogy a kialakult korrelációs szintek hajlamosak hosszabb ideig fennmaradni, és csak lassan változnak. A Θ_1 (ADCC α) paraméterek jellemzően alacsonyabbak, de szintén szignifikánsak voltak, jelezve, hogy a friss piaci sokkoknak is van hatása a korrelációk alakulására, bár ez a hatás kevésbé tartós, mint a Θ_2 által jelzett perzisztencia. A magas korrelációs perzisztencia miatt a portfólióallokációs döntések során a múltbeli dinamikus korrelációs mintázatokból (amelyeket az ADCC modell megragad) származó előrejelzések viszonylag stabil alapot nyújthatnak a rövid- és középtávú súlyozáshoz. A portfólió-kiegyensúlyozás (rebalancing) során figyelembe kell venni:

- hogy a korrelációk várhatóan nem ugrálnak véletlenszerűen, de az új sokkok (Θ_1 hatása) miatt időnként szükség lehet a súlyok felülvizsgálatára;
- valamint a portfólióoptimalizálás során a $H_{t+1|t}$ várható kovarianciamátrixot az ADCC-GARCH modellekből származó, időben változó korrelációs előrejelzésekre kell alapozni.

Az ADCC modell lehetővé tette az aszimmetrikus hatások vizsgálatát a korrelációkban. Ahol a Θ_3 paraméter szignifikáns és pozitív volt – ami különösen a szegmensek közötti (4. táblázat) és néhány alternatív/megújuló szegmensen belüli (6. táblázat) párnál volt megfigyelhető –, az azt jelzi, hogy a közös negatív sokkok (pl. piaci esések) idején az érintett ETF-párok közötti korreláció hajlamos megerősödni. Ez a jelenség ("correlation breakdown") csökkenti a diverzifikáció hatékonyságát pont akkor, amikor arra a legnagyobb szükség lenne. A portfólió súlyozásakor ezért az alábbiakat kell figyelembe venni:

- Azoknak az eszközpároknak, amelyek erős pozitív aszimmetriát mutatnak (magas, szignifikáns pozitív Θ_3), a súlyát óvatosabban kell meghatározni, mivel válsághelyzetben a vártnál jobban együtt mozoghatnak, növelve a portfólió kockázatát.
- A minimum-variancia portfóliók optimalizálásakor a dinamikus kovarianciamátrixnak ezt a várható korreláció-növekedést tükröznie kell.
- Ahol a Θ_3 nem volt szignifikáns (pl. több hagyományos szegmensen belüli párnál, vagy néhány alternatív párnál), ott a korrelációk szimmetrikusabb választ adhatnak a sokkokra, ami kiszámíthatóbbá teheti a diverzifikációs előnyöket.

A hagyományos szegmensen belül (5. táblázat), bár az aszimmetria kevésbé volt jellemző, a korrelációk (ahogy a 4.4. alfejezet feltétel nélküli korrelációi is mutatták) eleve magasak lehetnek, és a Θ_2 itt is magas perzisztenciát jelzett. Ez megerősíti, hogy ezen a szegmensen belül a diverzifikáció korlátozott. A portfóliósúlyozásnál ez azt jelenti, hogy a kockázatcsökkentés fő eszköze itt valószínűleg nem az egyes hagyományos ETF-ek közötti finomhangolás, hanem inkább a teljes szegmens súlyának meghatározása a portfólióban.

Az alternatív/megújuló szegmensen belül (6. táblázat) az aszimmetria (Θ_3) néhány párnál (főleg technológia-orientáltabbaknál) szignifikáns volt. A korrelációk általában alacsonyabbak és változatosabbak lehetnek, mint a hagyományos szektorban, de a dinamikus és aszimmetrikus természetüket itt is figyelembe kell venni a súlyozáskor. Ez nagyobb rugalmasságot adhat a szegmensen belüli súlyok optimalizálásában.

A szegmensek között (4. táblázat) a szignifikáns pozitív Θ_3 itt volt a leggyakoribb. Annak ellenére, hogy a két szegmens eltérő alapokon nyugszik, stresszhelyzetekben hajlamosak lehetnek jobban együtt mozogni. Ezért a két szegmens közötti allokációnál nem szabad feltétel nélkül bízni a "normál" időkben tapasztalt alacsonyabb korrelációkban; a portfóliót úgy kell súlyozni, hogy az ilyen potenciális korreláció-növekedést is kezelni tudja.

Az ADCC-GARCH modellek fő haszna a portfóliósúlyozás szempontjából lényegében az, hogy képesek előrejelzést adni a következő időszak(ok) várható kovarianciamátrixára ($H_{t+1|t}$). Ez a dinamikusan változó, előrejelzett kovarianciamátrix (és a hozzá tartozó várható hozamok, még ha azok egyszerűsített átlag-egyenletből is származnak) a közvetlen inputja a dolgozat módszertani részében leírt minimum-variancia és mean-variancia optimalizálási eljárásoknak. Az optimalizálás így nem statikus átlagokon, hanem a piac várható jövőbeli dinamikáján alapulhat.

Az XLE-VDE és ICLN-ERTH párok esetében, ahol az ADCC-GARCH modell nem konvergált, nem állnak rendelkezésre megbízható dinamikus korrelációs becslések ebből a modelltől. Ebből kifolyólag kérdésként merül fel, hogy a portfóliósúlyozás szempontjából hogyan érdemes kezelni a nemkonvergált modelleket. Ha ezeket az ETF-eket be kívánjuk vonni a portfólióba, akkor ezen specifikus párok közötti kovarianciát más módszerrel kell becsülni (pl. a korábbi szimmetrikus DCC modell eredményével, ha az konvergált, vagy egy egyszerűbb feltétel nélküli korrelációval, esetleg robusztusabb becslési technikával), vagy ezen ETF-ek súlyát az optimalizálás során korlátozni kell, figyelembe véve a modellezési bizonytalanságot.

Összefoglalva, a páronkénti ADCC-GARCH elemzések rávilágítanak arra, hogy a portfóliósúlyozás során elengedhetetlen figyelembe venni a korrelációk időbeli változékonyságát, perzisztenciáját és potenciális aszimmetriáját. Ezen információk birtokában a befektetők finomíthatják allokációs döntéseiket, és olyan portfóliókat alakíthatnak ki, amelyek jobban tükrözik a piaci kockázatok valós, dinamikus természetét, és hatékonyabban képesek kezelni a piaci stressz időszakait.

4.8 A KÉT SZEGMENS PORTFÓLIÓ-TELJESÍTMÉNYE

A páronkénti ADCC-GARCH elemzések rávilágítanak arra, hogy a portfóliósúlyozás során elengedhetetlen figyelembe venni a korrelációk időbeli változékonyságát, perzisztenciáját és potenciális aszimmetriáját. Ezen információk birtokában a befektetők finomíthatják allokációs döntéseiket, és olyan portfóliókat alakíthatnak ki, amelyek jobban tükrözik a piaci kockázatok valós, dinamikus természetét, és hatékonyabban képesek kezelni a piaci stressz időszakait. Jelen fejezetben bemutatásra kerülő portfólióteljesítmények értékelése során, bár az optimalizálás expliciten nem minden egyes időpontra előrejelzett, időben változó kovarianciamátrixon alapult, az ADCC-GARCH modellekből nyert általános tanulságok – különösen a szegmensek közötti és belüli eltérő korrelációs dinamikák és az aszimmetria lehetősége – fontos háttérinformációként szolgáltak a stratégiaválasztáshoz és az eredmények értelmezéséhez. A portfólióteljesítmények értékelése során a cél egy többdimenziós, robusztus kép kialakítása a vizsgált stratégiákról. Ezért az elemzés a hagyományos Sharpe-mutatón túl kiterjed a Sortino- és Treynor-rátákra, valamint a Maximális Visszaesés (MDD) kockázati mutatójára is.

A 7. táblázat a 2010. január 4. és 2020. december 31. közötti időszakra vonatkozóan elemzi a javasolt portfóliók teljesítményét. A teljesítményt a shortolási korlátozások megléte vagy hiánya mellett egy naiv stratégia ellenében mérve tárgyalja. Az elemzés két részre bontva történik: az A és B panelek az energia ETF-eket, míg a C és D panelek az alternatív/megújuló energia ETF-eket vizsgálják különböző befektetési stratégiák mentén.

7. táblázat A portfólióteljesítmény értékelése

	Naiv	Shortolási korlátokkal	Shortolási korlátok nélkül
Energia: A panel Minimum-variancia			
Hozam	-5,20%	-3,40%	-0,26%
Std. Dev.	31,09%	28,66%	25,36%
Sharpe-ráta	-24,36%	-20,14%	-10,36%
Sortino-ráta	-32,65%	-27,05%	-14,05%
Treynor-ráta	39,07%	42,24%	1,88%
Maximális visszaesés (MDD)	-87,02%	-81,79%	-69,85%
Energia: B panel Mean-variancia			
Hozam	-5,20%	-3,32%	2,18%
Std. Dev.	31,09%	29,33%	27,44%
Sharpe-ráta	-24,36%	-19,39%	-0,69%
Sortino-ráta	-32,68%	-26,16%	-0,95%
Treynor-ráta	39,07%	24,79%	-15,58%
Maximális visszaesés (MDD)	-87,02%	-82,99%	-65,96%
Alternatív/megújuló energia: C panel Minimum-variancia			
Hozam	8,62%	9,67%	11,09%
Std. Dev.	25,18%	22,91%	20,90%
Sharpe-ráta	24,83%	31,85%	41,71%
Sortino-ráta	33,83%	43,24%	57,66%
Treynor-ráta	-134,26%	-167,78%	-196,35%
Maximális visszaesés (MDD)	-63,83%	-48,83%	-39,18%
Alternatív/megújuló energia: D panel Mean-variancia			
Hozam	8,62%	11,07%	14,76%
Std. Dev.	25,18%	24,81%	21,91%
Sharpe-ráta	24,83%	35,08%	56,58%
Sortino-ráta	33,83%	47,79%	78,47%
Treynor-ráta	-134,26%	-166,99%	-321,64%
Maximális visszaesés (MDD)	-63,83%	-55,93%	-38,78%

Forrás: saját szerkesztés

A portfóliók teljesítményének értékelése egy többdimenziós, robusztus mutatórendszer alapján történik, amely a kockázat és a hozam kapcsolatát több, egymást kiegészítő szempontból vizsgálja.

A Sharpe-hányados, amely a kockázathoz képest értékeli a hozamot, különösen fontos eszköz a befektetési teljesítmény mérésében. Sharpe eredeti munkája és későbbi kutatások alátámasztják, hogy ez a mutató hatékonyan képes felmérni a kockázattal korrigált hozamokat, lehetővé téve az egyes befektetések és portfóliók összehasonlítását egyenlő alapon (lásd Sharpe, 1964). Sharpe az általa kidolgozott modellben arra összpontosított, hogy a befektetési döntéseknél figyelembe vegyék az eszközök kockázatát, és az egyes befektetések hozamát az általuk hordozott kockázat fényében értékeljék. Egy magasabb mutató érték azt jelenti, hogy a portfólió egy egységnyi kockázatra nagyobb hozamot képes elérni. A portfólióépítés kulcsa pedig a diverzifikáció, amely a portfólió volatilitásának csökkentésével javítja annak teljesítményét. A Sharpe-mutató ugyanakkor arra ösztönöz, hogy ne csupán az abszolút hozamra koncentráljunk, hanem a hozam és a kockázat egyensúlyára is.

A Sharpe-ráta mellett az elemzés kiterjed a Sortino-rátára is, amely a befektetők számára relevánsabb, lefelé irányuló kockázatot veszi figyelembe (lásd Sortino és van der Meer, 1991). Míg a Sharpe-ráta a teljes volatilitást – tehát a kedvező (felfelé irányuló) és kedvezőtlen (lefelé irányuló) hozamingadozást egyaránt – kockázatként bünteti, addig a Sortino-ráta kizárólag a negatív hozamok szórását, azaz a lefelé irányuló devianciát (downside deviation) tekinti kockázatnak. Ennek a megkülönböztetésnek a használata azért indokolt, mert a befektetők a hozamok felfelé irányuló, pozitív volatilitását nem kockázatként, hanem lehetőségként élik meg. A Sortino-ráta így egy pontosabb képet ad arról, hogy egy befektetés mekkora valódi, veszteséget okozó kockázat egységére vetítve képes többelhozamot termelni, ami különösen fontos a vizsgált, magas volatilitású eszközök teljesítményének valóságosabb megítélésében. A 7. táblázat eredményei rendkívül tanulságosak e tekintetben. Az alternatív/megújuló portfóliók esetében a Sortino-ráta következetesen magasabb, mint a Sharpe-ráta (pl. a D panel "Shortolási korlátok nélkül" stratégiájánál a Sharpe 56,58%, míg a Sortino 78,47%). Ez azt jelzi, hogy a hozamok eloszlása pozitívan aszimmetrikus, vagyis a felfelé irányuló, "jó" volatilitás nagyobb volt, mint a lefelé irányuló, "rossz" volatilitás. Ezzel szemben a hagyományos energia portfólióknál a Sortino-ráta jellemzően negatívabb, mint a Sharpe-ráta (pl. az A panel "Shortolási korlátokkal" stratégiájánál a Sharpe -20,14%, míg a Sortino -27,05%), ami arra utal,

hogy a negatív hozamok volatilitása felülmúlta a teljes volatilitást, kedvezőtlen kockázati profilt rajzolva.

A Treynor-ráta a portfólió teljesítményét a szisztematikus, diverzifikálható piaci kockázathoz (Béta) viszonyítja (lásd Treynor, 1961). A negatív Treynor-ráta pozitív többlethozam mellett negatív bétát jelez. Ez nem hiba, sőt, diverzifikációs szempontból rendkívül kedvező tulajdonság (piaci eséskor a portfólió felülteljesít), még ha maga a mutató matematikailag nehezen is értelmezhető. A Treynor-ráta azt méri, hogy a portfólió mekkora többlethozamot ért el a kockázatmentes hozam felett minden egyes egységnyi piaci kockázat vállalásáért cserébe. Alkalmazása különösen akkor indokolt, ha jól diverzifikált portfóliók teljesítményét értékeljük, ahol a nem szisztematikus, egyedi kockázatokat már nagyrészt kiküszöbölték. Ilyen esetekben a Treynor-ráta hatékonyabban rangsorolja azokat a portfóliókat, amelyek a vállalt piaci kockázatért cserébe a legjobb hozamot biztosították. Az eredmények itt komplex képet festenek. A hagyományos portfóliók jellemzően pozitív, de alacsony Treynor-értékkel rendelkeznek, ami azt jelenti, hogy a vállalt piaci kockázathoz képest csekély többlethozamot termeltek. Az alternatív/megújuló portfóliók esetében kapott extrém negatív értékek mélyebb vizsgálatot igényelnek. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a portfóliók bétája a vizsgált időszakban negatív volt, ami azt jelentené, hogy a piaccal ellentétesen mozogtak. Bár ez diverzifikációs előnyt sugallhat, a pozitív hozamkörnyezettel párosulva azt jelzi, hogy a portfóliók a piaci mozgástól való függetlenségüket kiemelkedő teljesítményre tudták váltani, még ha a Treynor-ráta negatív értéke a számítási módszertanból adódóan nehezen is értelmezhető.

Végezetül, ahogy arra Dowd (2002) is rámutat, a Maximális Visszaesés (MDD) a befektetői pszichológia szempontjából kulcsfontosságú. Míg a szórás egy elvont, statisztikai fogalom, addig az MDD egy konkrét, kézzelfogható szám, amely a csúcstól a mélypontig tartó legnagyobb százalékos veszteséget számszerűsíti. Ez a mutató testesíti meg azt a maximális "fájdalmat", amelyet egy befektetőnek a múltban el kellett viselnie, hogy a befektetését megtartsa. Egy elméletben nyereséges stratégia is lehet a gyakorlatban tarthatatlan, ha annak maximális visszaesése meghaladja a befektető pszichológiai tűréshatárát, és pánikeladásra készíteti a mélypontra. A befektetők viselkedését erősen befolyásoló veszteségkerülés (loss aversion) miatt egy nagy MDD sokkal erősebb érzelmi reakciót vált ki, mint egy magas szórás. Az MDD tehát nem csupán a kockázatot méri, hanem egy adott befektetési stratégia "elviselhetőségének" és hosszú távú tarthatóságának egyik legjobb indikátora. A 7. táblázat

eredményei rávilágítanak, hogy a vizsgált "békeidőszak" (2010-2020) alatt az alternatív/megújuló portfóliók lényegesen kisebb maximális visszaesést szenvedtek el (jellemzően -38,78% és -63,83% között), mint a hagyományos portfóliók (jellemzően -65,96% és -87,02% között). Ez azt jelenti, hogy bár a hozamuk magasabb volt, a befektetőknek kisebb "fájdalmat" kellett elviselniük a legrosszabb időszakokban, ami megerősíti a harmadik hipotézisben megfogalmazott felülteljesítést.

A ráták kiszámításához 2,37 százalékos kockázatmentes kamatlábat vettem alapul, amely a vizsgált időszakban a tízéves amerikai kincstárjegy átlaghozama. Ez az érték a 2010 és 2020 közötti időszak éves hozamadataiból került kiszámításra, és az időszak során tapasztalt hozamtrendeket is tükrözi. A tízéves kincstárjegy hozama a vizsgált időszak elején viszonylag magas szinten állt (3,83% 2010 januárjában), majd fokozatos csökkenést mutatott, különösen a 2020-as évben, amikor 0,7%-ra süllyedt. A tízéves kincstárjegy kiválasztása, mint a kockázatmentes hozam mércéje, jól illeszkedik a Sharpe által meghatározott elméleti keretbe, amely a befektetések teljesítményét a kockázatmentes befektetés alternatívájához viszonyítva értékeli. Az átlagérték használata biztosítja, hogy az időszak során bekövetkezett piaci ingadozások kiegyensúlyozottan kerüljenek figyelembe vételre.

Az elemzésből tehát kiderül, hogy az alternatív/megújuló energia ETF-ek jelentősen felülmúlják a naiv stratégiát, és a hagyományos szektort is. Ezt a következtetést a kibővített mutatórendszer minden eleme alátámasztja: nemcsak a Sharpe-rátájuk magasabb, de a Sortino-rátájuk is kedvezőbb, jelezve a hatékonyabb kezelést a negatív kockázatoknak, valamint a Maximális Visszaesésük is alacsonyabb, ami a befektetők számára nagyobb biztonságot jelentett a vizsgált periódusban.

A 8. és a 9. táblázat az energia és az alternatív/megújuló energia ETF-ek portfóliósúlyainak alakulását összegzi 2010. január 4. és 2020. december 31. között, különböző befektetési stratégiák és korlátozások szerint csoportosítva. A táblázatok a portfóliók különböző kezelési módjait mutatják be, például a naiv stratégiában, ahol minden ETF egyenlő súlyt kap, anélkül, hogy figyelembe vennék a múltbeli adatokat – feltételezve, hogy minden ETF azonos kockázatot és potenciális hozamot hordoz. Ezzel szemben a minimális variancia stratégia célja a portfóliók kockázatának minimalizálása, lásd Markowitz (1952).

8. táblázat Energia ETF-ek portfóliósúlyozása

	XLE	VDE	XOP	IXC	OIH
A panel: shortolási korlátokkal					
Naiv	20%	20%	20%	20%	20%
Minimum- variancia	30%	10%	10%	40%	10%
Mean- variancia	40%	30%	10%	10%	10%
B panel: shortolási korlátok nélkül					
Naiv	20%	20%	20%	20%	20%
Minimum- variancia	40%	40%	-17%	40%	-3%
Mean- variancia	40%	40%	40%	40%	-60%

Forrás: saját szerkesztés

9. táblázat Alternatív/megújuló energia ETF-ek portfóliósúlyozása

	ICLN	TAN	QCLN	GRID	ERTH
C panel: shortolási korlátokkal					
Naiv	20%	20%	20%	20%	20%
Minimum- variancia	10%	10%	10%	30%	40%
Mean- variancia	10%	10%	40%	10%	30%
D panel: shortolási korlátok nélkül					
Naiv	20%	20%	20%	20%	20%
Minimum- variancia	40%	-30%	11%	38%	40%
Mean- variancia	39%	-59%	40%	40%	40%

Forrás: saját szerkesztés

A portfóliósúlyozás eredményei rávilágítanak a különböző stratégiák és korlátozások hatásaira. Az A és C panelekben, ahol a shortolás korlátozott, a minimum-variancia portfóliókban a hagyományos energia szektorban az IXC (40%), míg az alternatív szektorban az ERTH (40%) kapja a legnagyobb súlyt. A mean-variancia stratégiák esetében pedig az XLE (40%) és a QCLN (40%) dominálnak, ami ezen eszközök alacsonyabb volatilitására vagy kedvezőbb hozam-kockázat profiljára utal.

Ezzel szemben a B és D panelekben, ahol nincsenek shortolási korlátozások, a portfólió teljes volatilitásának csökkentése érdekében több ETF is negatív súlyt kap. A minimum-variancia

stratégiában az energia szektorban az XOP (-17%) és az OIH (-3%), az alternatív szektorban pedig a TAN (-30%) kerül shortolásra. A mean-variancia stratégia még agresszívebb: a hagyományos energia portfólióban az OIH (-60%), az alternatív portfólióban pedig a TAN (-59%) kap extrém negatív súlyt a kívánt kockázat-hozam-profil elérése érdekében.

A B és D panelek negatív súlyai jelzik, hogy a shortolt ETF-ek a modell szerint várhatóan alulteljesítenek a többihez képest. Ez kiemelten szembeűnő a mean-variancia stratégiánál az alternatív/megújuló energia szektorában, ahol a TAN ETF -59%-os súlya egy rendkívül erőteljes negatív álláspontot tükröz. A shortolási korlátozások bevonása vagy kizárása tehát jelentős hatást gyakorol a portfóliók összeállítására, különösen a minimum-variancia és a mean-variancia stratégiákban. A shortolás szabadságának bevezetése lehetővé teszi a befektető számára, hogy rugalmasabb, potenciálisan nyereségesebb portfóliókat állítson össze – feltéve, hogy hajlandó elfogadni a megnövekedett kockázatokat.

Az eredmények mélyebb elemzése rávilágít egy kulcsfontosságú összefüggésre a portfóliók összetétele (8. és 9. táblázat) és azok teljesítménye (7. táblázat) között. Bár a shortolási korlátok nélküli portfóliók általánosan jobban teljesítenek, a kimagasló eredmények motorja nem csupán a diverzifikáció, hanem a modellek által azonosított specifikus alulteljesítők elleni agresszív pozíciófelvétel. Például az alternatív/megújuló energia portfólió (D panel, Mean-variancia) kimagasló, 56,58%-os Sharpe-rátája közvetlenül összefügg azzal, hogy a modell a TAN ETF-et -59%-os súllyal shortolta. Ez azt jelenti, hogy a portfólió teljesítményének jelentős részét az a "fogadás" adta, hogy a TAN alul fog teljesíteni a szektor többi szereplőjéhez (QCLN, GRID, EARTH) képest. Hasonló stratégia figyelhető meg a hagyományos energia szektorban is (B panel, Mean-variancia), ahol a modell az OIH ETF-re vett fel -60%-os short pozíciót. Bár ez a portfólió összességében negatív hozamot ért el, a nagymértékű short pozíció egyértelmű kísérlet volt a veszteségek mérséklésére és a relatív hozam javítására azáltal, hogy a portfólió profitált egy várhatóan gyengén szereplő eszköz eséséből.

Ez a megfigyelés árnyalja az eredményeket: a felülteljesítés nem passzív, szektor-szintű jelenség, hanem aktív, eszköz-specifikus döntések eredménye, ahol a shortolás lehetősége kulcsfontosságú eszközt adott a portfóliómenedzser kezébe a hozamok maximalizálására és a kockázatok kezelésére.

A korábbi elemzések főbb megállapításainak vizuális megerősítésére és összefoglalására szolgál a 10. táblázat, amely egyetlen táblázatban, színekkel kiemelve mutatja be a

hagyományos és alternatív portfóliók közötti éles teljesítménykülönbséget. A táblázatban a zöld szín a kedvezőbb eredményt jelöli, ami a hozamok és ráták esetében a magasabb, a kockázati mutatóknál pedig az alacsonyabb értékeket jelenti.

10. táblázat A vizsgált portfólióstratégiák teljesítményének összefoglaló értékelése

Portfóliók	Ráták			Hozam	Mutatók		
	Sharpe	Sortino	Treynor		Maximális Visszaesés	Lefelé irányuló szórás	Béta
Hagy. Minimum-var (Sh. korlátokkal)	-20.14%	-27.05%	42.24%	-3.40%	-81.79%	21.33%	-0.14
Hagy. Mean-var (Sh. korlátokkal)	-19.39%	-26.16%	24.79%	-3.32%	-82.99%	21.75%	-0.13
Hagy. Minimum-var (Sh. korlátok nélkül)	-10.36%	-14.05%	1.88%	-0.26%	-69.85%	18.72%	-0.14
Hagy. Mean-variancia (Sh. korlátok nélkül)	-0.69%	-0.95%	-15.58%	2.18%	-65.96%	19.95%	-0.14
Alt. Minimum-var (Sh. korlátokkal)	31.85%	43.24%	-167.78%	9.67%	-48.83%	16.88%	-0.06
Alt. Mean-var (Sh. korlátokkal)	35.08%	47.79%	-166.99%	11.07%	-55.93%	18.21%	-0.07
Alt. Minimum-var (Sh. korlátok nélkül)	41.71%	57.66%	-196.35%	11.09%	-39.18%	15.12%	-0.06
Alt. Mean-variancia (Sh. korlátok nélkül)	56.58%	78.47%	-321.64%	14.76%	-38.78%	15.79%	-0.05
Hagy. naív	-24.36%	-32.68%	39.07%	-5.20%	-87.02%	23.16%	-0.13
Alt. naív	24.83%	33.83%	-134.26%	8.62%	-63.83%	18.48%	-0.06

Forrás: saját szerkesztés

A 10. táblázatból azonnal leolvasható, hogy a hagyományos energia portfóliók (a táblázat felső, pirosas-sárgás árnyalatú soraiban) szinte minden releváns mutatóban alulteljesítettek: negatív hozamokat, negatív Sharpe- és Sortino-rátákat, valamint magasabb maximális visszaesést mutattak. Ezzel éles ellentétben az alternatív/megújuló energia portfóliók (az alsó, zölddel jelölt sorok) szinte következetesen pozitív hozamot és kimagasló kockázattal korrigált teljesítményt (magas Sharpe- és Sortino-ráta) értek el.

A 10. táblázat bemutatja a portfóliók Béta értékét is, amely alátámasztja, hogy az alternatív portfóliók (-0.05 és -0.07 közötti értékekkel) kisebb szisztematikus piaci kockázattal rendelkeztek, mint a hagyományos társaik. A Lefelé irányuló szórás pedig megerősíti a Sortino-ráta üzenetét: az alternatív portfóliók „rossz” volatilitása következetesen alacsonyabb volt, ami a befektetők számára kedvezőbb kockázati profilt jelez.

5. A 2021-2025-ÖS IDŐSZAK ELEMZÉSE: EGY REZSIMVÁLTÁS DINAMIKÁJA

A disszertáció korábbi fejezetei a 2010 és 2020 közötti, viszonylag stabil, de a COVID-19 pandémiával végződő gazdasági korszakban vizsgálták a hagyományos és alternatív energiapiacok közötti kapcsolatrendszerét. A 2020 utáni világ azonban alapvető változásokat hozott: a gazdasági újraindítást követő ellátási lánc problémák, az ukrajnai háború által kiváltott európai energiaválság, a globálisan megugró infláció és az erre válaszul adott restriktív monetáris politikák egy teljesen új piaci rezsimit teremtettek.

Jelen fejezet célja, hogy a dolgozat 2010-2020-as eredményeinek robusztusságát tesztelje ebben a megváltozott környezetben. Egy klasszikus mintán kívüli (out-of-sample) elemzés keretében a kutatást kiterjesztettem a 2021. január 4. és 2025. július 3. közötti időszakra. A vizsgálat során a dolgozat eredeti, 3. fejezetben bemutatott módszertani keretrendszere kerül alkalmazásra: először a leíró statisztikák és a feltétel nélküli függőségi struktúrák segítségével kerülnek feltérképezésre az új időszak alapvető jellemzői (5.1-5.5), majd az ADCC-GARCH modellekkel és a portfólió-optimalizációval kerülnek kielemezésre a dinamikus kapcsolatok és a befektetési stratégiák teljesítménye (5.6-5.8). A fejezet végső célja, hogy választ adjon a kérdésre: a korábban azonosított belső piaci dinamikák és diverzifikációs lehetőségek mennyire bizonyultak időtállóknak egy extrém külső sokkokkal terhelt periódusban?

5.1 LEÍRÓ STATISZTIKA

A 2021-2025-ös időszak elemzésének első lépése a két energiapiaci szegmens alapvető statisztikai tulajdonságainak vizsgálata. Ez a kezdeti feltáró analízis elengedhetetlen, hiszen a hozamok és a volatilitás alapvető jellemzői határozzák meg a piac karakterét, és megalapozzák a későbbi, komplexebb ökonometria modellek alkalmazását.

Az alábbi 11. és 12. táblázat a hagyományos, illetve az alternatív/megújuló energia ETF-ek napi logaritmusos hozamainak leíró statisztikáit, valamint a csoporton belüli átlag- és szórás-egyenlőségi tesztek eredményeit összegzi. Az elemzés fókuszában az átlaghozamok, a kockázatot jelző szórás, valamint a hozamok eloszlásának a normalitástól való eltérését vizsgáló mutatók (ferdeség, csúcsosság, Jarque-Bera teszt) és az ARCH-hatások jelenléte állnak. Ezek az alapvető statisztikák nyújtják az első betekintést a két szektor viselkedésébe a megváltozott piaci környezetben.

11. táblázat Hagyományos energia ETF-ek leíró statisztikája (Új időszak)

Mutató	XLE	VDE	XOP	IXC	OIH	Egyenlőségi Teszt
Átlag (Mean)	0,000722	0,000742	0,000678	0,000584	0,000369	ANOVA F: 0,066 (p=0,9920)
Szórás (Std. Dev.)	0,017374	0,017714	0,022734	0,015738	0,024682	Levene W: 50,662 (p=0,0000)
Ferdeség (Skewness)	-0,491127	-0,464431	-0,360616	-0,481765	-0,241906	
Csúcsosság (Kurtosis)	5,335498	5,233616	5,269512	5,416731	5,225031	
Jarque-Bera	303,5829	276,7425	268,1845	320,1163	245,1996	
Jarque-Bera (p-érték)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)	
ARCH(1) Tag (z-stat)	3,8787	3,8913	4,046	4,0035	3,8298	
ARCH(1) Tag (p-érték)	(0,0001)	(0,0001)	(0,0001)	(0,0001)	(0,0001)	

Forrás: saját szerkesztés

12. táblázat Alternatív/megújuló energia ETF-ek leíró statisztikája (Új időszak)

Mutató	ICLN	TAN	QCLN	GRID	ERTH	Egyenlőségi Teszt
Átlag (Mean)	-0,000628	-0,000918	-0,000646	0,000481	-0,000495	ANOVA F: 0,784 (p=0,5353)
Szórás (Std. Dev.)	0,018439	0,02658	0,024981	0,013311	0,015647	Levene W: 138,024 (p=0,0000)
Ferdeség (Skewness)	0,207191	0,179865	0,160836	0,084116	-0,260767	
Csúcsosság (Kurtosis)	5,013157	4,315747	3,740014	6,000094	8,10456	
Jarque-Bera	199,7842	87,99065	30,7913	426,99	1245,12	
Jarque-Bera (p-érték)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)	
ARCH(1) Tag (z-stat)	3,1895	2,5284	3,8705	4,0815	3,1549	
ARCH(1) Tag (p-érték)	(0,0014)	(0,0115)	(0,0001)	(0,0000)	(0,0016)	

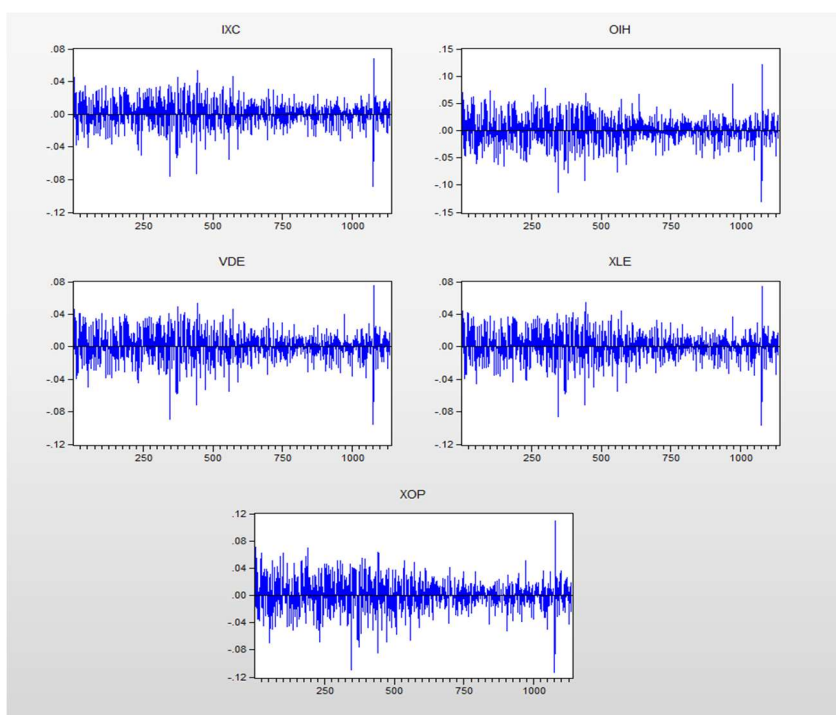
Forrás: saját szerkesztés

A 2021-2025-ös időszakra vonatkozó leíró statisztikai táblázatok (11. és 12. táblázat) egy, a korábbi periódustól markánsan eltérő piaci környezetről tanúskodnak. A pénzügyi idősorokra jellemző stilizált tények, mint a normális eloszlástól való szignifikáns eltérés (Jarque-Bera teszt) és a volatilitás-klaszteresedés (szignifikáns ARCH-tagok) továbbra is érvényesülnek, alátámasztva a dinamikus modellek alkalmazásának szükségességét. Az egyenlőségi tesztekben kirajzolódik, hogy bár a szektorokon belüli átlaghozamok között nincs statisztikailag szignifikáns különbség (ANOVA teszt), a kockázati profilok annál inkább heterogének. A Levene-teszt mindkét szektorra erősen szignifikáns ($p=0,0000$) eredménye bizonyítja, hogy az egyes ETF-ek volatilitása jelentősen eltér, ami a portfólió-összeállításnál kiemelt figyelmet érdemel. A hagyományos szektorban az olajszolgáltatókat tömörítő OIH, míg az alternatív szektorban a napenergiára fókuszáló TAN bizonyult a legkockázatosabbnak ebben az időszakban. A legszembetűnőbb változás a ferdeség (Skewness) alakulásában figyelhető meg. Míg a hagyományos ETF-ek megőrizték a piacokra jellemző negatív ferdeségüket, addig az alternatív szektor legtöbb tagja a válságos évek ellenére is pozitív ferdeségűvé vált. Ez a rendkívül érdekes eredmény arra utal, hogy a megújuló szektorban a kiugróan nagy pozitív napi hozamok voltak a jellemzőbbek, ami egyfajta rezilienciát vagy a befektetők töretlen optimizmusát tükrözheti még a bizonytalan környezetben is. Ez a jelenség alapjaiban különbözteti meg a két szektor kockázati karakterét a vizsgált új periódusban, és részletesebb elemzést igényel a vizsgálati módszer következő lépéseiben.

5.2 HOZAMALAKULÁSOK

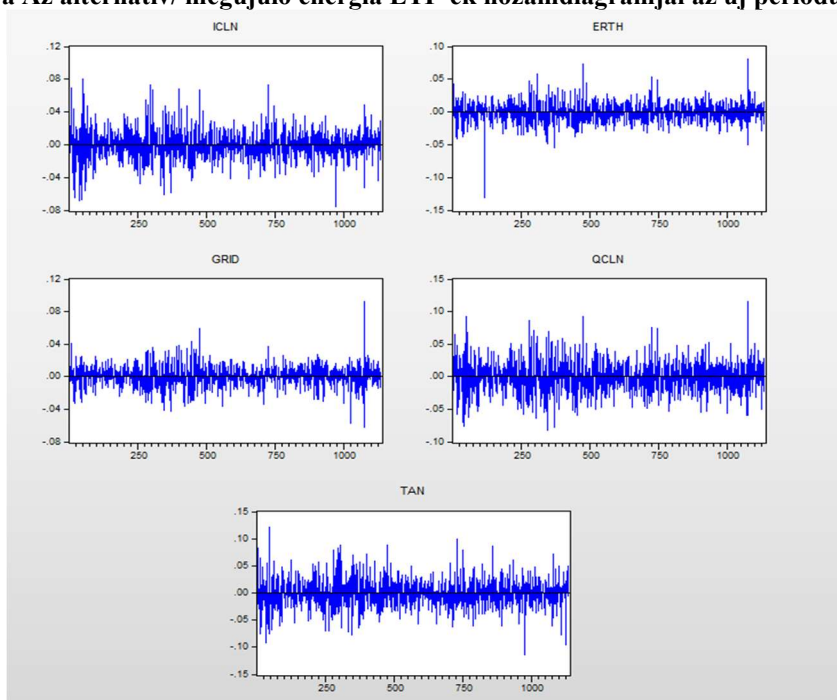
A leíró statisztikák után a hozamsorozatok vizuális elemzése következik. Az alábbi 17. és 18. ábra a hagyományos, illetve az alternatív szektorba tartozó tíz ETF napi logaritmikus hozamainak idősoros grafikonját mutatja be a 2021-2025-es periódusra. Az ábrák egyértelműen demonstrálják a pénzügyi idősorokra jellemző legfontosabb stilizált tényeket. Jól megfigyelhető a hozamok nulla körüli ingadozása, a szélsőséges, kiugró értékek jelenléte, valamint – a legfontosabbként – a volatilitás-klaszteresedés (volatility clustering) jelensége. A grafikonokon beazonosítható, nagy kilengésekkel járó, volatilis periódusok szorosan köthetők a vizsgált időszakot fémjelző külső sokkokhoz, így az energiaválsághoz és a monetáris politikai szigorításokhoz. Ezen vizuális mintázatok megerősítik a dinamikus, feltételes volatilitást modellező GARCH-típusú eljárások alkalmazásának indokoltságát a későbbi elemzések során.

17. ábra A hagyományos energia ETF-ek hozamdiagramjai az új periódusban



Forrás: saját szerkesztés

18. ábra Az alternatív/ megújuló energia ETF-ek hozamdiagramjai az új periódusban



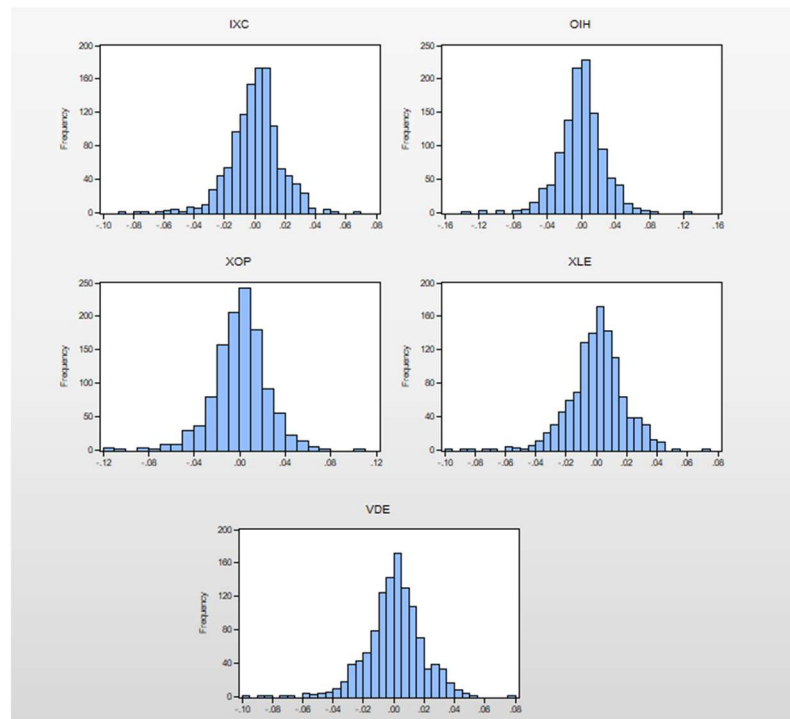
Forrás: saját szerkesztés

Az ábrákon egyértelműen azonosítható egy szinkronizált és rendkívül magas volatilitás-klaszter a vizsgált időszak első felében, hozzávetőlegesen a 250. és 400. megfigyelés között. Ez a

periódus tökéletesen egybeesik az orosz-ukrán háború 2022. februári kitörésével és az azt követő globális energiapiaci pánikkal, ami mind az öt hagyományos ETF-en egyszerre, drámai hozamkilengéseket okozott. Bár az alternatív szektor ETF-jeinek volatilitása általánosan is magas, az ábrákon szintén megfigyelhető a volatilitás növekedése 2022 első felében, ami jelzi, hogy a háború okozta piaci sokk rendszerszinten ezeket az eszközöket sem kímélte. Különösen érdekes a 2021-es energiaárrobbanás lehetséges hatása: a TAN (napenergia) és QCLN (tisza energia tech) grafikonjain már a legelső, 2021-es évben is jelentős, folyamatos ingadozás látható, ami a magasabb fosszilis árak által fűtött, a megújulók iránti felfokozott befektetői várakozásokkal és bizonytalansággal is összefüggésbe hozható.

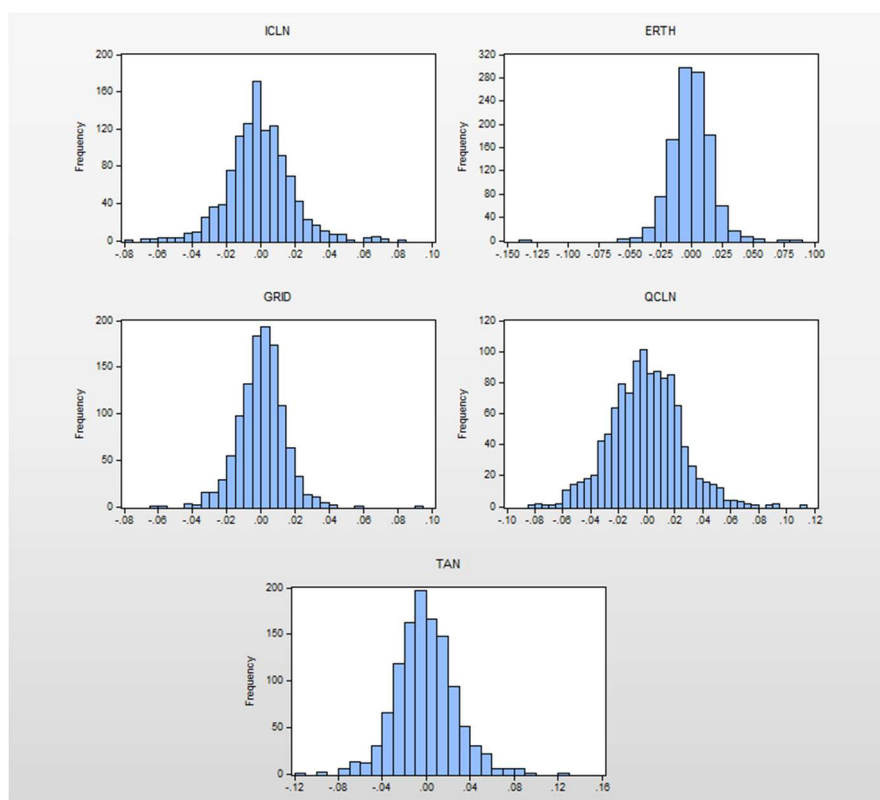
A hozamok időbeli alakulásának vizuális elemzését követően a következő lépés a hozamok statisztikai eloszlásának feltérképezése. Míg az idősoros grafikonok a volatilitás-klaszteresedést mutatták meg, a hisztogramok a hozamok gyakorisági eloszlásának mélyebb tulajdonságairól, mint a szimmetria és a szélsőséges értékek valószínűsége, adnak képet. Az alábbi 19. és 20. ábrá a két szektor ETF-jeinek hisztogramjait mutatják be a 2021-2025-ös periódusra.

19. ábra A hagyományos energia ETF-ek hozameloszlása



Forrás: saját szerkesztés

20. ábra Az alternatív/ megújuló energia ETF-ek hozameloszlása



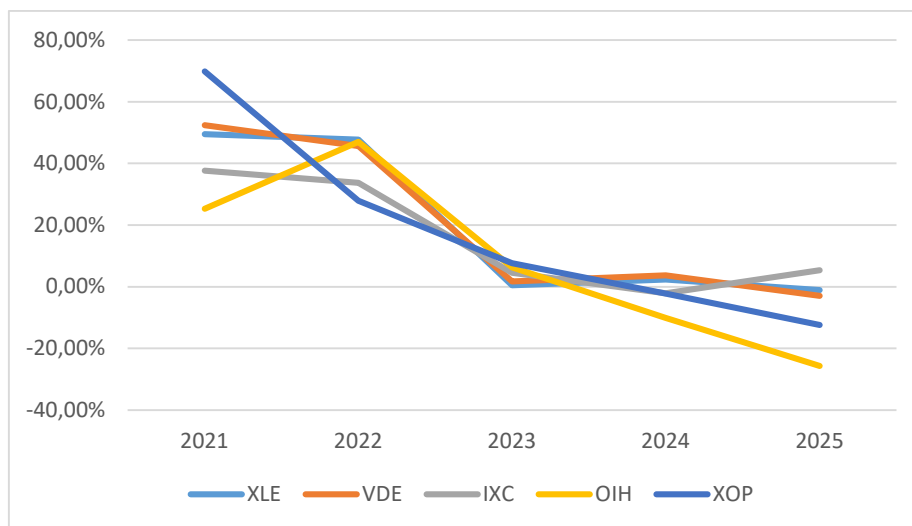
Forrás: saját szerkesztés

A 19. és 20. ábrák vizuálisan is megerősítik a korábban, a leíró statisztikai táblázatokban számszerűsített megállapításokat. Az eloszlások jellegzetesen csúcsosabbak és vastagabb tail-eloszlással rendelkeznek, mint a normális eloszlás (leptokurtózis), ami a szélsőséges hozamok magasabb valószínűségére utal. Jól látható az eloszlások enyhe aszimmetriája is, amely összhangban van a korábban bemutatott, az alternatív szektorban jellemzően pozitívba forduló ferdeségi mutatókkal. Továbbá, a hisztogramok eltérő szélessége a szektorokon belüli heterogén volatilitási szinteket tükrözi, vizuálisan is alátámasztva a Levene-teszt szignifikáns eredményét. A hagyományos energia szegmens esetében a hisztogramok – különösen az OIH és XOP esetében – láthatóan szélesek, ami az egész időszakra jellemző magas volatilitást tükrözi. Az eloszlás "széttérülése" egyenes következménye a megváltozott energiapiaci helyzet alatti extrém ármozgásoknak. Ez a vizuális kép azt a piacot mutatja, ahol a hatalmas napi nyereségek és a drámai napi veszteségek egyaránt gyakoriak voltak a geopolitikai feszültségek és az ellátási bizonytalanságok miatt. Ezzel szemben az alternatív energia ETF-ek esetében a legfontosabb reflexió az eloszlások enyhén jobbra tolt (pozitív) ferdesége (különösen az ICLN, QCLN, TAN tekintetében) figyelhető meg. Míg a pénzügyi piacokra válság idején a hirtelen, nagy esések (negatív ferdeség) jellemzők, itt az ellenkezője látszik. Ez arra utal, hogy a

megváltozott energetikai helyzetben a befektetői narratívát a nagy, pozitív meglepetések dominálták. A 19. és 20. ábrák által szemléltetett, összességében jobbra tolt, pozitív ferdeség statisztikailag azt jelenti, hogy a vizsgált időszakban a kiugróan magas napi hozamok valószínűsége vagy nagysága meghaladta a kiugróan nagy eséseket. Ennek a jelenségnek több, egymást nem kizáró magyarázata is lehet: többek között a politikai és narratív hatás, asszimmetrikus befektetői magatartás, valamint az egyedi, de extrém hozamok hatása. A megváltozott energiapolitikai környezet és az energiafüggetlenség iránti igény olyan optimizmust generálhatott, amely a pozitív hírekre adott piaci reakciókat felerősítette. Ugyanakkor pedig lehetséges, hogy a befektetők a szektor hosszú távú növekedési potenciálja miatt a negatív híreket átmeneti korrekcióként kezelték, míg a pozitív fejleményeket a jövőbeli növekedés megerősítéseként, ami nagyobb felvásárlási hullámokat indított el. Végül pedig az eloszlást torzíthatta néhány, az időszak során bekövetkezett extrém, egyedi pozitív hozam is, amely egy-egy nagyobb súlyú vállalathoz vagy technológiai áttöréshez köthető.

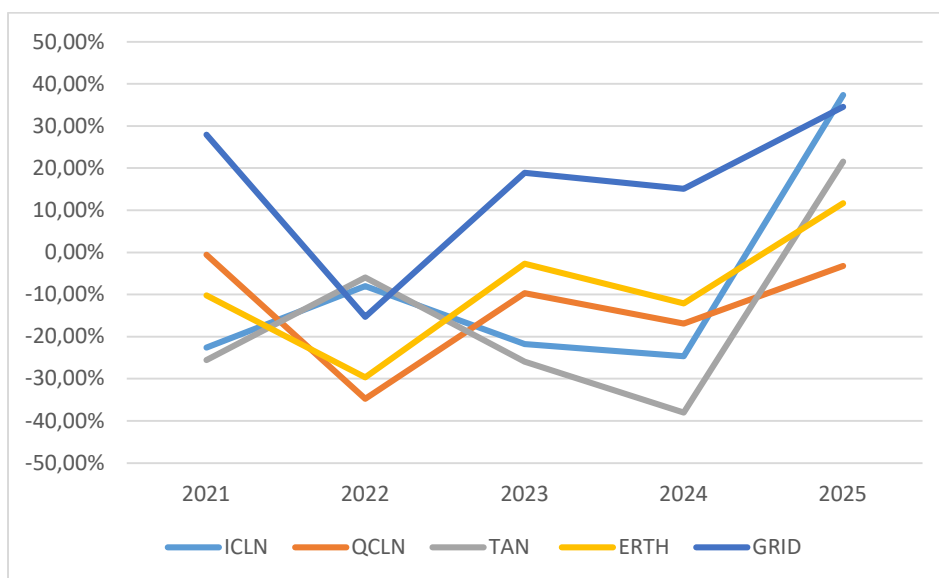
A 21. és 22. ábrák a két szegmens ETF-jeinek éves hozamteljesítményét mutatják be 2021. január 4. és 2025. július 3. között.

21. ábra A hagyományos energia ETF-ek éves hozamteljesítménye



Forrás: saját szerkesztés

22. ábra Az alternatív/ megújuló energia ETF-ek éves hozamteljesítménye



Forrás: saját szerkesztés

A 21. ábra a hagyományos energia ETF-ek (XLE, VDE, IXC, OIH, XOP) éves hozamteljesítményének alakulását mutatja be a 2021–2025 közötti időszakban. A vizsgált ETF-ek többsége 2021-ben és 2022-ben jelentős, akár 60–70%-os hozamemelkedést produkált, különösen az XLE és XOP esetében. Ez a kiemelkedő teljesítmény elsősorban a COVID-19 világjárványt követő gazdasági újrainvitásnak, valamint a globális energiakereslet gyors visszapattanásának volt köszönhető. Azonban 2023-tól kezdődően minden vizsgált ETF esetében markáns visszaesés figyelhető meg. A kedvezőtlen tendencia 2024–2025-re több esetben negatív hozamba fordul, legdrasztikusabban az OIH ETF esetében, amely 2025-re megközelítőleg -30%-os hozamot ér el. E visszaesés hátterében több strukturális és konjunkturális tényező áll. Egyrészt a makrogazdasági környezet romlása – különösen az inflációs nyomás és a kamatemelési ciklusok – csökkentette az energiapiacok befektetői vonzerejét. Másrészt a geopolitikai bizonytalanságok, bár rövid távon hajtóerőként hathatnak az olajárakra, hosszabb távon jelentős volatilitást idéznek elő. Harmadrészt egyre erőteljesebb szabályozási és társadalmi nyomás nehezedik a fosszilis tüzelőanyagok használatának visszaszorítására, amely szintén mérsékli a hagyományos energiaszektor hosszú távú növekedési kilátásait.

A 22. ábra az alternatív és megújuló energia szektort reprezentáló ETF-ek (ICLN, QCLN, TAN, ERTH, GRID) éves hozamteljesítményét szemlélteti a 2021–2025 közötti időszakban. A hagyományos energiapiaccal ellentétben ezek az alapok a vizsgált időszak első felében –

különösen 2021-ben és 2022-ben – jellemzően negatív hozamokat produkáltak. A legnagyobb visszaesés a QCLN és TAN ETF-ek esetében figyelhető meg, melyek közel -30% körüli teljesítményt mutattak 2022-ben. Ez a gyengélkedés részben a szektor túlértékeltségéből és a 2020-as évben tapasztalt euforikus árfolyamemelkedés korrekciójából ered. A 2023-as évtől azonban fordulat következett be: az ETF-ek többsége fokozatos erősödést mutat, amely 2025-re jelentős pozitív tartományba kerül. Kiemelkedően teljesített a GRID ETF, amely 2025-re megközelíti a 40%-os éves hozamot, míg az ICLN és EARTH ETF-ek szintén figyelemre méltó növekedést értek el. A szektor teljesítményének javulása mögött több strukturális tényező áll. Nem elhanyagolható szempont, hogy a kormányzati ösztönzőcsomagok jelentős támogatást nyújtanak a zöld energiával kapcsolatos beruházásoknak. Emellett a megújuló technológiák, mint a nap- és szélenergia, egyre versenyképesebbé válnak a csökkenő előállítási költségeknek köszönhetően. Végül a fenntarthatósági szempontokat előtérbe helyező intézményi és magánbefektetők részéről is növekvő érdeklődés mutatkozik ezen eszközosztály iránt.

A megújuló energia szektor ETF-ei tehát – ugyan kezdetben alulteljesítettek – a 2023 utáni trendek egyértelműen az iparág megerősödését és hosszú távú növekedési potenciálját vetítik előre, amelyet mind technológiai, mind szabályozási tényezők támogatnak. Az ábrák által szemléltetett trendek jól illeszkednek az energiapiaci átmenet elméletéhez, mely szerint a fosszilis energiahordozóktól való elmozdulás nemcsak technológiai, hanem gazdasági és politikai átalakulást is feltételez. Az energia-ETF-ek teljesítménye jól tükrözi ezt a makrofolyamatot: míg a fosszilis energiát képviselő ETF-ek rövid távon még profitálhattak a globális keresletből, hosszabb távon egyértelműen a megújuló energia kerül előtérbe a gazdasági és szabályozási struktúrákban.

5.3 KOVARIANCIA-ELEMZÉS

A hozamok eloszlásának vizsgálata után a következő lépés az eszközök közötti feltétel nélküli együttmozgás számszerűsítése. A 23. és 24. ábrán látható kovarianciamátrixok a két energiaszektor ETF-jeinek napi hozamai közötti kovarianciákat összegzik a 2021-2025-ös időszakokra. A mátrixok főátlójában az egyes ETF-ek varianciája (a volatilitás négyzete) található, míg a többi cella az eszközpárok közötti kovariancia mértékét mutatja. A sötétebb zöld színezés magasabb variancia-, illetve kovariancia-értéket jelez.

23. ábra A hagyományos energia ETF-ek kovarianciamátrixa a 2021-2025-ös időszakban

	IXC	OIH	XOP	XLE	VDE
IXC	0,000247	0,000346	0,000327	0,000265	0,000271
OIH	0,000346	0,000609	0,000497	0,000386	0,000399
XOP	0,000327	0,000497	0,000516	0,00037	0,000383
XLE	0,000265	0,000386	0,00037	0,000302	0,000305
VDE	0,000271	0,000399	0,000383	0,000305	0,000313

Forrás: saját szerkesztés

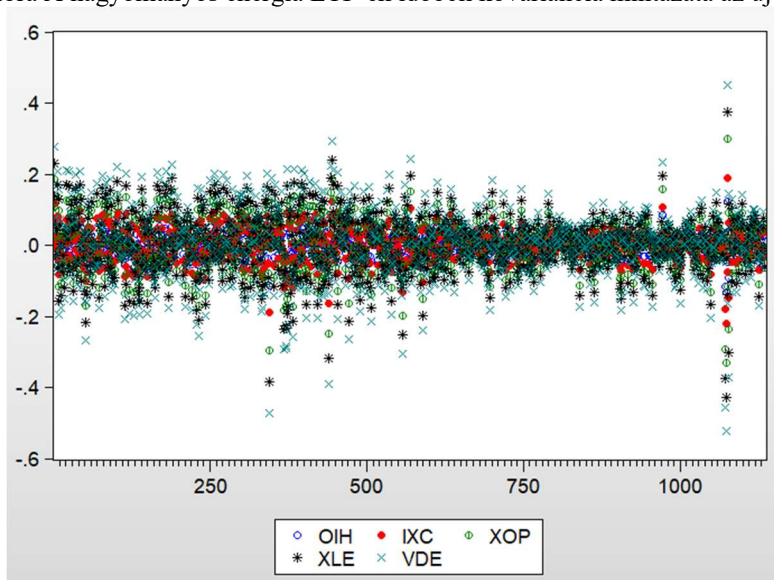
24. ábra A megújuló energia ETF-ek kovarianciamátrixa a 2021-2025-ös időszakban

	ICLN	ERTH	GRID	TAN	QCLN
ICLN	0,00034	0,000194	0,000176	-8,64E-06	0,000396
ERTH	0,000194	0,000245	0,000144	4,91E-05	0,000286
GRID	0,000176	0,000144	0,000177	-9,13E-06	0,000263
TAN	-8,64E-06	4,91E-05	-9,13E-06	0,000706	-8,94E-06
QCLN	0,000396	0,000286	0,000263	-8,94E-06	0,000624

Forrás: saját szerkesztés

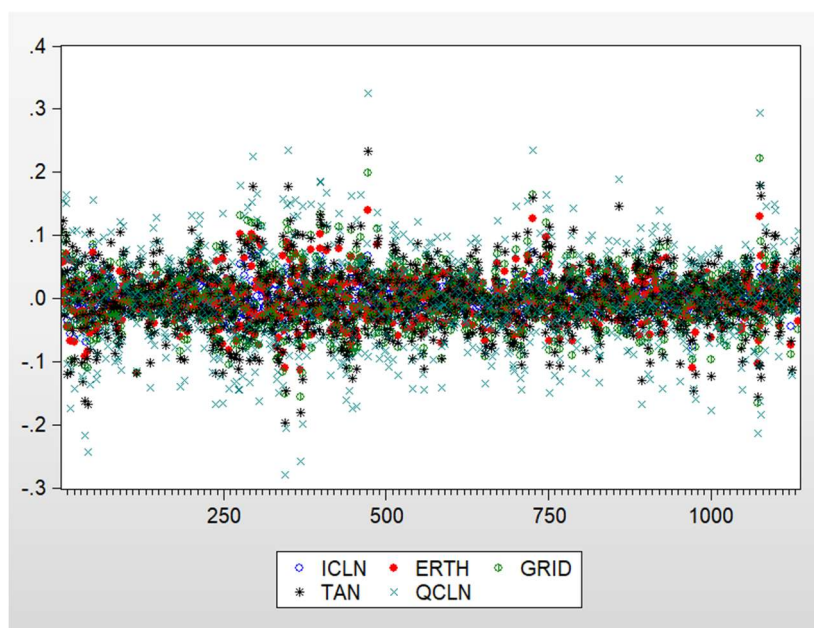
A kovarianciamátrixok által számszerűsített statikus kapcsolatok vizuális, dinamikus megerősítését a 25. és 26. ábrán látható pontdiagramok adják. Ezek az ábrák a két szektor ETF-jeinek napi hozamait ábrázolják egymásra vetítve az idő függvényében, így az együttmozgás (co-movement) időbeli mintázata válik láthatóvá.

25. ábra A hagyományos energia ETF-ek időbeli kovariancia mintázata az új időszakban



Forrás: saját szerkesztés

26. ábra Az alternatív/ megújuló energia ETF-ek időbeli kovariancia mintázata az új időszakban



Forrás: saját szerkesztés

A 23. ábra a hagyományos energia szektor kovarianciamátrixát szemlélteti. A főátlót vizsgálva szembevetendő, hogy a legmagasabb variációval az OIH (olajszolgáltatók) és az XOP (kutatás és termelés) rendelkezett, ami azt jelzi, hogy a vizsgált válságos periódusban ezen alágazatok voltak a legkockázatosabbak. Az átlón kívüli elemek kivétel nélkül pozitívak és viszonylag magasak, ami a szektoron belüli erős, homogén együttmozgásra utal. Ez a minta megerősíti, hogy a hagyományos energia ETF-ek jellemzően egyetlen, közös gazdasági tényező (pl. olajár) mentén mozognak, korlátozott belső diverzifikációs potenciált kínálva.

A 24. ábra az alternatív/megújuló energia szektor kovariancia-viszonyait mutatja, amely egy jóval komplexebb képet fest. A variációk (főátló) itt jelentős heterogenitást mutatnak: a TAN (napenergia) ETF messze a legvolatilisabb volt ebben az időszakban, míg a GRID (intelligens hálózatok) a legstabilabb. Ez a szektor belső sokszínűségét bizonyítja. A legfontosabb megállapítás azonban az átlón kívüli elemekben rejlik: a legtöbb kovariancia pozitív, de a TAN ETF és a többi alternatív alap (ICLN, GRID, QCLN) között negatív kovariancia figyelhető meg. Ez azt jelenti, hogy a napenergia-szektor hozamai ebben a periódusban átlagosan ellentétesen mozogtak a tiszta energia más szegmenseivel. Ez a negatív kapcsolat egy rendkívül erős diverzifikációs lehetőséget jelez a szektoron belül, és arra utal, hogy a megújuló piacot már nem lehet egységes blokként kezelni; annak különböző alágazatai a megváltozott gazdasági környezetre (pl. kamatemelések, ellátási lánc problémák) eltérő módon reagáltak.

A hagyományos szektort ábrázoló pontdiagram (25. ábra) esetében a különböző ETF-eket jelölő pontok egy rendkívül sűrű, fegyelmezett, szinte egy testként mozgó klasztert alkotnak. A nagy kilengések, legyenek azok pozitívak vagy negatívak, szinte minden eszköz esetében egyszerre és azonos irányban következnek be. Ez a szoros vizuális együttmozgás tökéletesen illusztrálja a kovarianciamátrixban látott magas pozitív értékeket, és alátámasztja a szektor homogén, egyetlen fő tényező által mozgatott jellegét, ami a szektoron belüli diverzifikáció korlátozott voltát jelzi.

Ezzel éles ellentétben az alternatív/megújuló szektor pontdiagramja (26. ábra) egy jóval lazább, heterogénebb szerkezetet mutat. Bár a pontfelhő itt is egy közös trend mentén mozog, sokkal gyakoribbak az egyedi, a fő áramlattól elszakadó kilengések. Jól látható, hogy egy-egy ETF (pl. a TAN fekete csillagai) gyakran a többitől független, extrém hozamokat produkál. Ez a vizuális diszperzió a kovarianciamátrixban azonosított komplexebb kapcsolatrendszert, az alacsonyabb átlagos kovarianciákat és a negatív együttmozgások jelenlétét tükrözi. Az ábra egyértelműen bizonyítja, hogy a megújuló szektor belső dinamikája sokszínűbb, ami lényegesen nagyobb teret enged a szektoron belüli kockázatkezelésnek és diverzifikációnak.

5.4 KORRELÁCIÓ-ELEMZÉS

A kovarianciamátrixok által feltárt együttmozgások standardizált, könnyen értelmezhető mértékét a korrelációs együtthatók adják meg. A 27. és 28. ábra a két energiaszektor ETF-jeinek feltétel nélküli korrelációs mátrixát mutatja be a 2021-2025-ös időszakra, ahol az 1-hez közeli értékek rendkívül szoros, együttmozgó kapcsolatot jeleznek.

A hagyományos szektor (27. ábra) esetében a kép egyértelmű: a korrelációs együtthatók kivétel nélkül rendkívül magasak, jellemzően 0,9 feletti. Ez a megállapítás alátámasztja, hogy a hagyományos energia ETF-ek egy homogén, szinte egyetlen egységként mozgó blokkot alkotnak. A befektető szempontjából ez azt jelenti, hogy a szektoron belüli diverzifikációval elérhető kockázatcsökkentés mértéke elhanyagolható. Ezzel szemben az alternatív/megújuló szektor (28. ábra) egy drámaian más, sokkal komplexebb és heterogénebb szerkezetet mutat. Míg a QCLN, ICLN, GRID és EARTH alapok között továbbra is erős (0,7-0,86 közötti) pozitív korreláció figyelhető meg, addig a TAN (napenergia) ETF viselkedése teljesen elválk a csoport többi tagjától. A TAN korrelációja a QCLN, ICLN és GRID alapokkal gyakorlatilag nulla, sőt enyhén negatív. Ebből kifolyólag a legfontosabb következtetés, hogy a vizsgált válságos időszakban a napenergia-szektor dekorrelálódott a tiszta energia piacának többi szegmensétől.

Egy ilyen, nullához közeli korreláció a portfólió-építés szempontjából rendkívül értékes, mivel a TAN és a többi alternatív ETF kombinálása jelentős kockázatsökkentést tett lehetővé. Az eredmények egyértelműen bizonyítják az alternatív szektoron belüli diverzifikáció lehetőségét és szükségességét.

27. ábra A hagyományos energia ETF-ek korrelációs mátrixa az új időszakban

	OIH	IXC	XOP	XLE	VDE
OIH	1	0,891725	0,885699	0,901989	0,91317
IXC	0,891725	1	0,914314	0,970742	0,97187
XOP	0,885699	0,914314	1	0,937913	0,951272
XLE	0,901989	0,970742	0,937913	1	0,992622
VDE	0,91317	0,97187	0,951272	0,992622	1

Forrás: saját szerkesztés

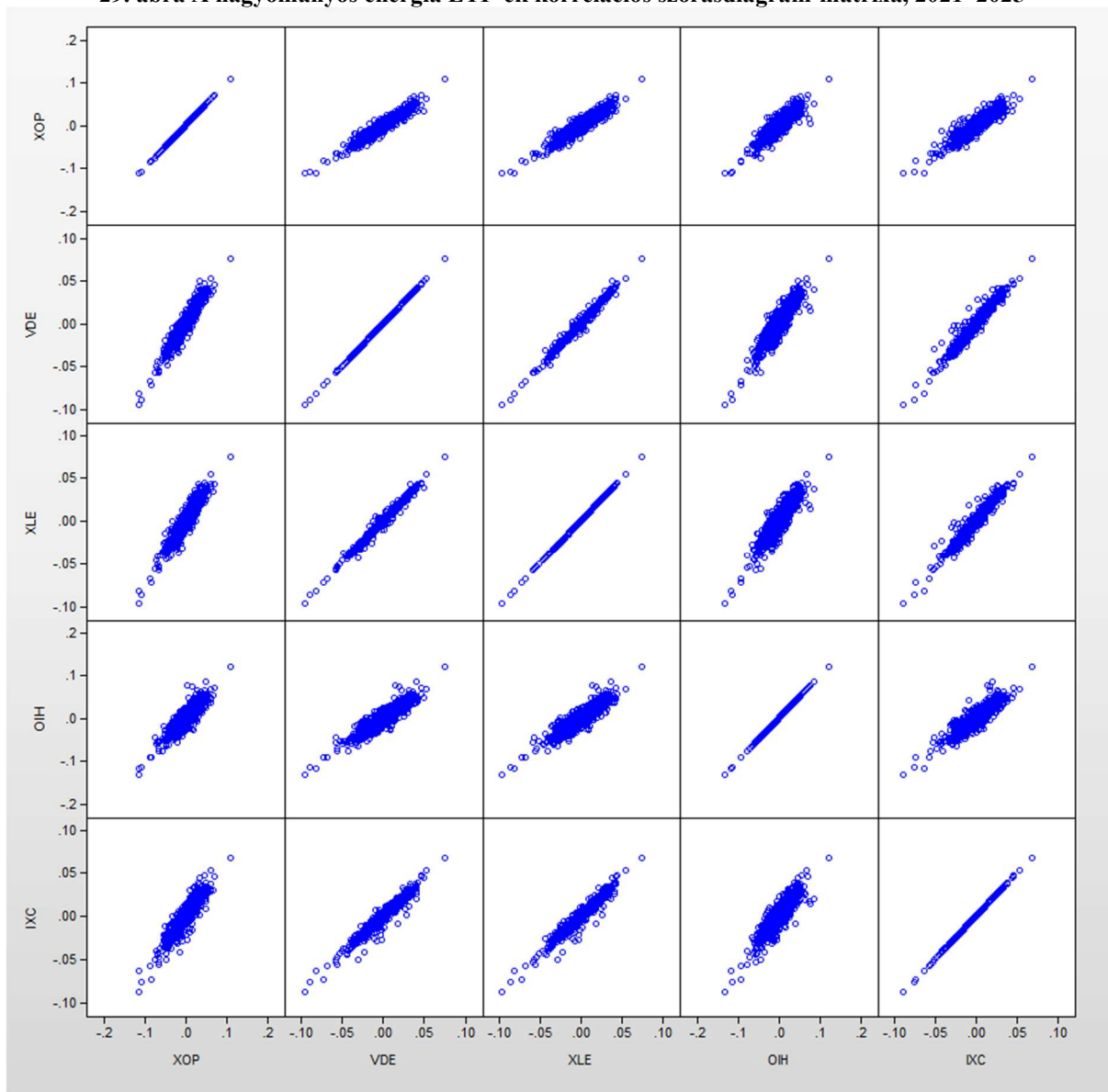
28. ábra A megújuló energia ETF-ek korrelációs mátrixa az új időszakban

	TAN	QCLN	ICLN	GRID	ERTH
TAN	1	-0,01348	-0,01764	-0,02584	0,118194
QCLN	-0,01348	1	0,85944	0,792577	0,731258
ICLN	-0,01764	0,85944	1	0,716251	0,67389
GRID	-0,02584	0,792577	0,716251	1	0,69287
ERTH	0,118194	0,731258	0,67389	0,69287	1

Forrás: saját szerkesztés

A 29. és 30. ábrák által szemléltetett szórásdiagram-mátrixok a feltétel nélküli korrelációs kapcsolatokat mutatják be a vizsgált ETF-ek között. Az ábrákon jól látható, hogy míg a hagyományos energia szektor alapjai szoros, homogén együttmozgást mutatnak, addig az alternatív energia szektorban jelentősen heterogénebb a kép. Különösen a TAN ETF dekkorrelálódása figyelemre méltó, amely a portfólió-diverzifikáció szempontjából kiemelt jelentőséggel bír.

29. ábra A hagyományos energia ETF-ek korrelációs szórásdiagram-mátrixa, 2021–2025

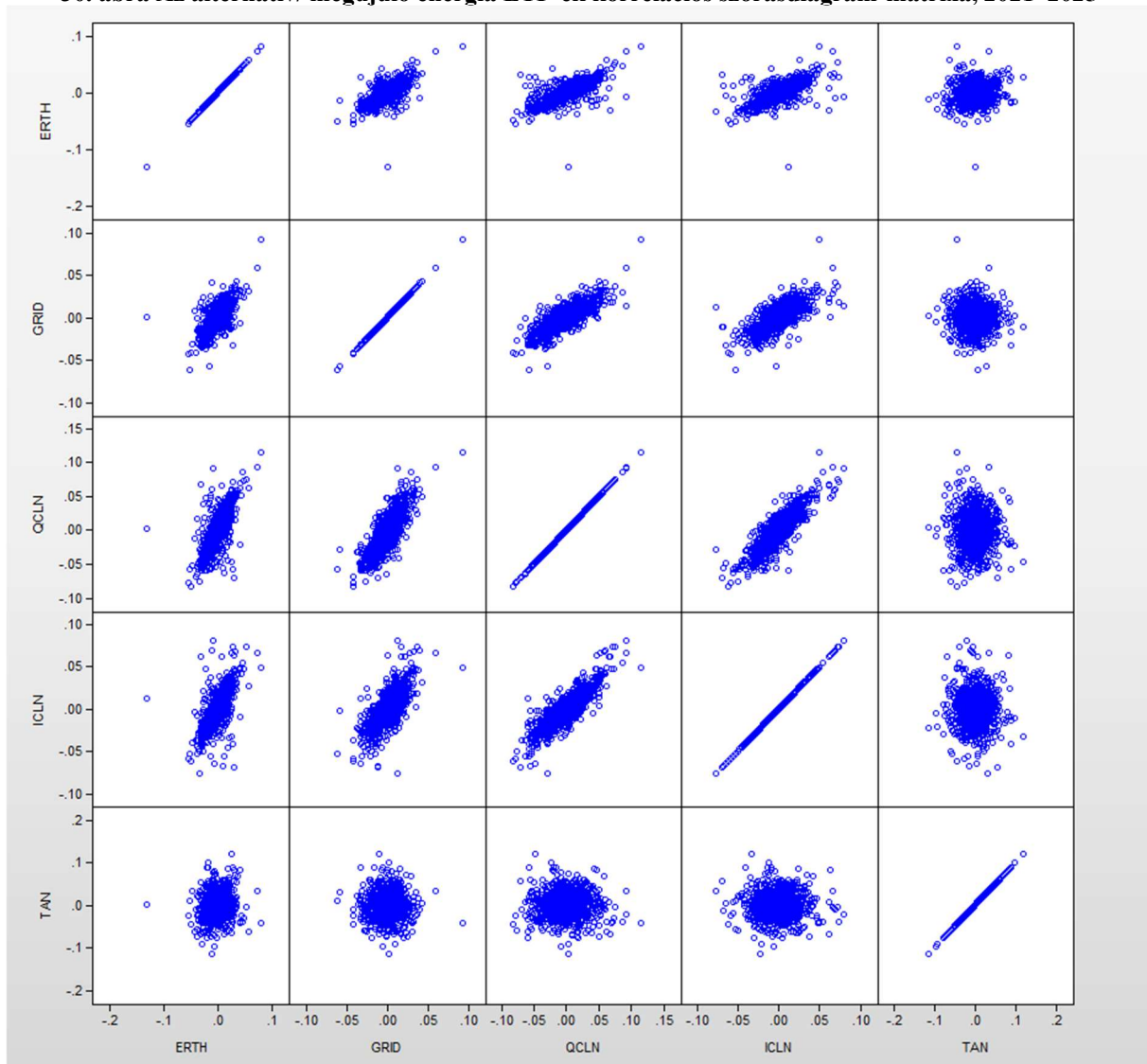


Forrás: saját szerkesztés

A vizualizáció egyértelmű különbségeket tár fel a két szektor szerkezetében. A hagyományos energia ETF-ek (XOP, VDE, XLE, OIH, IXC) esetében a pontfelhők szoros átlós elrendeződése rendkívül magas korrelációra utal. Ez a megfigyelés azt támasztja alá, hogy a szektor alapjai gyakorlatilag homogén blokkot alkotnak, és együtt követik a piaci trendeket, amelynek következtében a szektoron belüli diverzifikáció érdemi kockázatsökkentést nem eredményez. Ezzel szemben az alternatív energia szektor ETF-jei (ERTH, GRID, QCLN, ICLN, TAN) sokkal heterogénebb szerkezetet mutatnak. Míg az ERTH, GRID, QCLN és ICLN között továbbra is viszonylag erős, pozitív korreláció azonosítható, a TAN ETF látványosan elkülönül a csoporttól. A napenergia-szektorot reprezentáló TAN páronkénti szórásdiagramjai jóval

szórtabbak, ami alacsony, nullához közeli, illetve több esetben enyhén negatív korrelációra utal a többi megújuló energia ETF-hez képest.

30. ábra Az alternatív/ megújuló energia ETF-ek korrelációs szórásdiagram-mátrixa, 2021–2025



Forrás: saját szerkesztés

A vizualizáció egyértelmű különbségeket tár fel a két szektor szerkezetében. A hagyományos energia ETF-ek (XOP, VDE, XLE, OIH, IXC) esetében a pontfelhők szoros átlós elrendeződése rendkívül magas korrelációra utal. Ez a megfigyelés azt támasztja alá, hogy a szektor alapjai gyakorlatilag homogén blokkot alkotnak, és együtt követik a piaci trendeket, amelynek következtében a szektoron belüli diverzifikáció érdemi kockázatcsökkentést nem eredményez. Ezzel szemben az alternatív energia szektor ETF-jei (ERTH, GRID, QCLN, ICLN, TAN) sokkal heterogénebb szerkezetet mutatnak. Míg az EARTH, GRID, QCLN és ICLN között továbbra is viszonylag erős, pozitív korreláció azonosítható, a TAN ETF látványosan elkülönül

a csoporttól. A napenergia-szektor reprezentáló TAN páronkénti szórásdiagramjai jóval szórtaabbak, ami alacsony, nullához közeli, illetve több esetben enyhén negatív korrelációra utal a többi megújuló energia ETF-hez képest.

A fenti eredmények tehát arra világítanak rá, hogy a hagyományos szektor alapjai szinte teljesen együttmozognak, így portfólióépítési szempontból korlátozott diverzifikációs lehetőséget kínálnak. Ezzel ellentétben a megújuló szektoron belül, különösen a TAN ETF révén, valós diverzifikációs előny érhető el, amely a kockázatcsökkentés és a hozam/kockázat arány javítása szempontjából kiemelt jelentőséggel bír.

5.5 KOPULA-ALAPÚ FÜGGŐSÉGI SZERKEZET ELEMZÉSE

A korrelációs együtthatók a lineáris együttmozgás mértékét mutatják, azonban a portfólió-kockázatok teljesebb megértéséhez a függőségi szerkezet mélyebb, nem-lineáris és szélsőséges eseményekre vonatkozó jellemzőit is vizsgálni kell. Erre a feladatra a kopula-analízis nyújt hatékony keretrendszert.

A következő, 13. táblázat a 2021-2025-ös időszakra vonatkozóan, a jobb átláthatóság érdekében néhány reprezentatív ETF-párra becsült függőségi paramétereket összegzi. A táblázat a rangkorrelációk mellett a Gauss-kopula (általános függőség), a Clayton-kopula (alsó tail-függőség, azaz a közös esések kockázata) és a Gumbel-kopula (felső tail-függőség, azaz a közös felfutások kockázata) becsült paramétereit tartalmazza, bemutatva a szektorokon belüli és a szektorok közötti legfontosabb kapcsolati mintázatokat.

13. táblázat Az ETF-párokra becsült függőségi paraméterek

Pár neve	Kendall Tau (τ)	Spearman Rho (ρ_S)	Gauss Rho (ρ_G)	Clayton Theta (θ_C)	Gumbel Theta (θ_G)
Hagyományos vs. Hagyományos					
XLE - XOP	0,768	0,923	0,933	6,595	4,31
XLE - VDE	0,932	0,99	0,992	27,353	14,663
XLE - OIH	0,706	0,878	0,894	4,81	3,401
XLE - IXC	0,858	0,968	0,97	12,122	7,062
VDE - XOP	0,796	0,94	0,947	7,794	4,902
VDE - OIH	0,723	0,891	0,906	5,184	3,604
VDE - IXC	0,86	0,969	0,97	12,25	7,117
XOP - OIH	0,687	0,863	0,878	4,352	3,195

XOP - IXC	0,737	0,902	0,909	5,589	3,807
IXC - OIH	0,697	0,87	0,885	4,595	3,3
Alternatív/megújuló vs. Alternatív/megújuló					
ICLN - TAN	-0,005	-0,007	-0,016	-0,009	0,995
ICLN - QCLN	0,668	0,849	0,859	4,029	3,016
ICLN - GRID	0,538	0,722	0,731	2,332	2,166
ICLN - EARTH	0,572	0,728	0,712	2,671	2,335
TAN - QCLN	-0,005	-0,007	-0,007	-0,009	0,995
TAN - GRID	-0,011	-0,016	-0,021	-0,021	0,99
TAN - EARTH	0,069	0,101	0,12	0,149	1,074
QCLN - GRID	0,589	0,778	0,795	2,868	2,433
QCLN - EARTH	0,611	0,766	0,75	3,163	2,569
GRID - EARTH	0,525	0,69	0,701	2,21	2,105
Hagyományos vs. Alternatív/megújuló					
XOP - TAN	0,032	0,046	0,05	0,066	1,033
XOP - QCLN	0,235	0,337	0,343	0,613	1,306
XOP - ICLN	0,212	0,305	0,285	0,538	1,269
XLE - TAN	0,017	0,024	0,024	0,034	1,017
XLE - GRID	0,204	0,294	0,321	0,512	1,256
VDE - TAN	0,017	0,025	0,027	0,034	1,017
VDE - QCLN	0,195	0,283	0,291	0,485	1,243
OIH - TAN	0,016	0,023	0,025	0,031	1,016
OIH - ICLN	0,216	0,312	0,277	0,551	1,276
IXC - EARTH	0,245	0,352	0,371	0,648	1,324

Forrás: saját szerkesztés

A 13. táblázatban bemutatott kvantitatív eredmények vizuális megerősítését és mélyebb értelmezését a kopulák szórásdiagramjai teszik lehetővé. A 31. ábra az _unorm transzformált hozamsorozatok szórásdiagramjait mutatja be, amelyek a tiszta, a peremeloszlások hatásától mentes függőségi szerkezetet ábrázolják.

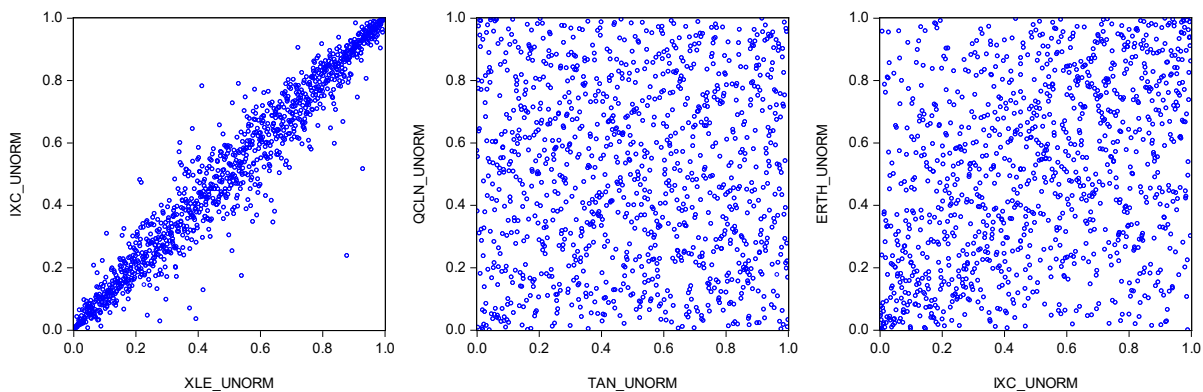
A három ábra tudatosan lett kiválasztva, hogy a kutatás három legfontosabb függőségi mintázatát illusztrálja az új, válságos időszakban:

- XLE-IXC: A hagyományos szektoron belüli rendkívül erős, homogén kapcsolatot.

- TAN-QCLN: Az alternatív szektoron belüli meglepő dekorrelációt, ami a diverzifikáció kiemelt lehetőségét jelzi.
- IXC-ERTH: A két szektor közötti mérsékelt, de létező kapcsolatot.

A pontfelhők sűrűsége és a sarkokban való klaszteresedésük a tail-függőség mértékéről és a portfóliókockázatok szempontjából kritikus együttmozgásokról árulkodik.

31. ábra Szórásdiagramok a szektoron belüli (XLE-IXC, QCLN-TAN) és szektorok közötti (IXC-ERTH) függőségek bemutatására a 2021-2025-ös időszakban



Forrás: saját szerkesztés

A korrelációs és kopula-analízis eredményei a 2021-2025-ös időszakra egyértelműen rávilágítanak a két energiaszektor alapvetően eltérő belső szerkezetére és kockázati dinamikájára. A megváltozott, válságokkal terhelt piaci környezet felerősítette ezeket a különbségeket, és olyan függőségi mintázatokat tárt fel, amelyek a korábbi, nyugodtabb periódusban rejtve maradtak.

A hagyományos energiaszektor esetében az eredmények egy szinte tökéletesen homogén, monolitikus blokk képét festik (27. ábra). A szektoron belüli korrelációs együtthatók kivétel nélkül rendkívül magasak, több párosításnál (pl. XLE-VDE, XLE-IXC) is 0,97 feletti értéket mutatnak. Ezt a szoros lineáris kapcsolatot az XLE-IXC páros szórásdiagramja (31. ábra, első panel) is megerősíti, ahol a pontok egy sűrű, egyértelműen lineáris felhőt alkotnak. Ennél is fontosabb, hogy a kopula-analízis (13. táblázat) magas Clayton- és Gumbel-paramétereket mutat, ami erős alsó és felső tail-függőségre utal. Ez azt jelenti, hogy a szektor szereplői nemcsak normál piaci körülmények között, hanem extrém esések és emelkedések idején is együtt mozognak. Befektetési szempontból a következtetés egyértelmű: a hagyományos szektoron belüli diverzifikációval elérhető kockázatsökkentés mértéke elhanyagolható, mivel az eszközök szinte tökéletes helyettesítői egymásnak.

Ezzel éles ellentétben az alternatív/megújuló szektor egy komplex, heterogén és belsőleg is diverzifikált szerkezetet mutat (28. ábra). Míg a szélesebb tisztaenergia-fókuszú alapok (pl. QCLN, ICLN, GRID) között továbbra is erős pozitív korreláció figyelhető meg, addig a TAN (napenergia) ETF viselkedése drámaian elválik a csoport többi tagjától. A TAN korrelációja a QCLN és GRID alapokkal gyakorlatilag nulla, sőt enyhén negatív. A TAN-QCLN páros szórási diagramja (31. ábra, második panel) ezt vizuálisan is alátámasztja: a pontfelhő diffúz, szinte véletlenszerű eloszlást mutat, ami a lineáris kapcsolat teljes hiányát jelzi.

Ez a dekkorreláció a vizsgált időszak legfontosabb megállapítása. Arra utal, hogy az energiaválság és a megváltozott monetáris környezet eltérő módon hatott a tiszta energia különböző szegmenseire. Míg a szélesebb körű alapokat a hosszú távú energiapolitikai narratíva mozgathatta, a napenergia-szektor (TAN) valószínűleg olyan egyedi tényezők is befolyásolták, mint a kamatemelésekre való nagyobb érzékenység (mint "növekedési" szektor) vagy specifikus ellátási lánc problémák. Ez a belső bifurkáció azt jelenti, hogy a megújuló szektoron belül jelentős, korábban nem látott diverzifikációs potenciál nyílt meg, lehetővé téve a befektetők számára, hogy a szektoron belüli ellentétes mozgásokat kockázatfedezési célokra használják fel.

Végül a 31. ábra harmadik panelje az IXC (hagyományos globális energia) és az EARTH (fenntartható jövő) ETF-ek közötti, szektorok közötti kapcsolatot szemlélteti. A pontfelhő itt a leglazább; bár egy enyhe pozitív irányultság kivehető, ami a táblázatban szereplő mérsékelt (kb. 0,35-ös Spearman) korrelációnak felel meg, a kapcsolat egyértelműen gyenge. Ez a vizuális kép a diverzifikáció klasszikus esetét mutatja be: a két eszköz nem mozog szoros szinkronban, így a portfólióba való együttes bevonásuk hatékonyan csökkentheti a teljes kockázatot normál piaci körülmények között. Azonban a pontok enyhe sűrűsödése az ábra sarkaiban, különösen a jobb felsőben – amelyet a Gumbel-kopula (1,324) a Clayton-kopulánál (0,648) magasabb paramétere is jelez – arra utal, hogy a tail-függőség itt is jelen van. Ez azt jelenti, hogy bár a kapcsolat gyenge, extrém piaci felívelések idején a két, egyébként lazán kapcsolódó szektor is hajlamosabb lehet az együttmozgásra, ami a diverzifikációs előnyök időszakos csökkenését okozhatja. Ez a megállapítás alátámasztja a kutatás egyik központi felvetését, miszerint a szektorok közötti diverzifikáció hatékonyságát a piaci stresszhelyzetekben megerősödő korrelációk korlátozhatják.

5.6 DINAMIKUS FELTÉTELES KORRELÁCIÓK ELEMZÉSE (ADCC-GARCH MODELLEK)

A statikus függőségi mértékek egy átlagos képet adnak az időszak egészéről, azonban a befektetési döntések szempontjából kulcsfontosságú annak megértése, hogy a kapcsolatok hogyan változnak az időben. A korábbi elemzések (leíró statisztikák, hozamgrafikonok) egyértelműen bizonyították a volatilitás-klaszteresedés (ARCH-hatás) jelenlétét, ami indokoltá teszi a dinamikus, feltételes modellek alkalmazását.

A következőkben a páronkénti Aszimmetrikus Dinamikus Feltételes Korrelációs GARCH (ADCC-GARCH) modellek eredményei kerülnek bemutatásra a 2021-2025-ös időszakra. Ezek a modellek lehetővé teszik a korrelációk időbeli változásának, perzisztenciájának és a piaci sokkokra adott aszimmetrikus reakcióinak feltárását. A 14., 15. és 16. táblázatok a szektorok közötti, a hagyományos szektoron belüli, valamint az alternatív/megújuló szektoron belüli ETF-párokra becsült modellek legfontosabb paramétereit összegzik. A táblázatok a következő fő együtthatókat tartalmazzák:

- Θ_1 (ARCH-tag): A múltbeli sokkok hatása a korrelációra.
- Θ_2 (GARCH-tag): A korreláció perzisztenciája, "memóriája".
- Θ_3 (Aszimmetria-tag): A közös negatív sokkok többlethatása a korrelációra.
- Θ_4 (Szabadságfok): A feltételezett Student-t eloszlás paramétere.

14. táblázat Szegmensek közötti ADCC-GARCH(1,1) modellek eredményei az új időszakban (Hagyományos vs. Alternatív/Megújuló)

ETF-pár	Θ_1 (p-érték)	Θ_2 (p-érték)	Θ_3 (p-érték)	$\Theta_1+\Theta_2$	Θ_4 (p-érték)	Log Likelihood	SC	Konvergencia
XOP-TAN	-0,0153 (NA)	0,9325 (NA)	0,0026 (NA)	0,9172	9,1008 (NA)	5335,52	-9,3026	Nem
XOP-QCLN	0,0257 (0,0134)	0,9560 (0,0000)	0,0066 (0,1428)	0,9817	11,6533 (0,0000)	5504,91	-9,6011	Igen
XOP-ICLN	0,0059 (0,1733)	0,9854 (0,0000)	0,0064 (0,0812)	0,9913	7,2322 (0,0000)	5861,96	-10,2303	Igen

XOP-GRID	0,0525 (0,0016)	0,9126 (0,0000)	0,0050 (0,4782)	0,9651	9,4299 (0,0000)	6257,92	-10,928	Igen
XOP-ERTH	0,0032 (0,8025)	0,9444 (0,0000)	0,0087 (0,1168)	0,9476	8,1993 (0,0000)	6057,62	-10,5751	Igen
XLE-TAN	0,0383 (0,3615)	-0,0606 (0,8648)	0,0355 (0,4907)	-0,0223	9,2813 (0,0000)	5621,95	-9,8074	Igen
XLE-GRID	0,0445 (0,0158)	0,9098 (0,0000)	0,0096 (0,1673)	0,9543	9,7752 (0,0000)	6521,39	-11,3923	Igen
XLE-QCLN	0,0185 (0,0311)	0,9645 (0,0000)	0,0075 (0,1140)	0,983	12,5251 (0,0000)	5752,94	-10,0382	Igen
XLE-ERTH	0,0277 (0,2150)	0,8805 (0,0000)	0,0016 (0,9041)	0,9082	8,5894 (0,0000)	6309,47	-11,0188	Igen
XLE-ICLN	0,0058 (0,1929)	0,9843 (0,0000)	0,0067 (0,1193)	0,9901	7,5538 (0,0000)	6126,89	-10,6971	Igen
VDE-TAN	0,0449 (0,2972)	-0,0405 (0,9117)	0,0230 (0,6728)	0,0044	9,4076 (0,0000)	5601,45	-9,7712	Igen
VDE-QCLN	0,0188 (0,0283)	0,9653 (0,0000)	0,0075 (0,0895)	0,9841	12,5917 (0,0000)	5740,89	-10,017	Igen
VDE-ICLN	0,0052 (0,2186)	0,9853 (0,0000)	0,0069 (0,1093)	0,9905	7,6043 (0,0000)	6111	-10,6691	Igen
VDE-GRID	0,0494 (0,0084)	0,9057 (0,0000)	0,0093 (0,1744)	0,9551	9,8616 (0,0000)	6509,56	-11,3714	Igen
VDE-ERTH	0,0229 (0,2645)	0,8933 (0,0000)	0,0054 (0,6182)	0,9162	8,5816 (0,0000)	6296,76	-10,9965	Igen
OIH-TAN	-0,0147 (NA)	0,9300 (NA)	0,0026 (NA)	0,9153	9,2921 (NA)	5260,58	-9,1706	Nem

OIH-QCLN	0,0159 (0,0829)	0,9715 (0,0000)	0,0066 (0,0365)	0,9874	10,1508 (0,0000)	5385,72	-9,3911	Igen
OIH-ICLN	0,0017 (0,4524)	0,9925 (0,0000)	0,0058 (0,0870)	0,9942	6,8102 (0,0000)	5751,49	-10,0356	Igen
OIH-GRID	0,0392 (0,0084)	0,9255 (0,0000)	0,0066 (0,2048)	0,9647	8,5238 (0,0000)	6152,81	-10,7428	Igen
OIH-ERTH	0,0160 (0,4786)	0,9015 (0,0000)	0,0078 (0,3788)	0,9175	7,5675 (0,0000)	5939,82	-10,3675	Igen
IXC-TAN	0,0276 (0,5039)	-0,0441 (0,9195)	0,0372 (0,4719)	-0,0165	9,0811 (0,0000)	5732,63	-10,0024	Igen
IXC-QCLN	0,0215 (0,0325)	0,9590 (0,0000)	0,0060 (0,2391)	0,9805	12,6766 (0,0000)	5869,04	-10,2428	Igen
IXC-ICLN	0,0078 (0,1199)	0,9816 (0,0000)	0,0076 (0,1047)	0,9894	7,4752 (0,0000)	6250,61	-10,9151	Igen
IXC-GRID	0,0533 (0,0245)	0,8981 (0,0000)	0,0052 (0,5112)	0,9514	9,4575 (0,0000)	6648,28	-11,6159	Igen
IXC-ERTH	0,0258 (0,1776)	0,9013 (0,0000)	0,0037 (0,7385)	0,9271	8,6268 (0,0000)	6437,27	-11,244	Igen

Forrás: saját szerkesztés

15. táblázat Szegmensen belüli ADCC-GARCH(1,1) modellek eredményei (Hagyományos ETF-ek között, Új Időszak)

ETF-pár	$\Theta 1$ (p-érték)	$\Theta 2$ (p-érték)	$\Theta 3$ (p-érték)	$\Theta 1+\Theta 2$	$\Theta 4$ (p-érték)	Log Likelihood	SC	Konvergencia
XLE - XOP	0,0079 (0,0876)	0,9940 (0,0000)	0,0005 (0,0001)	1,0019	9,4310 (0,0000)	7034,56	-12,2965	Igen

XLE VDE	-	0,1000 (NA)	0,8500 (NA)	0,0000 (NA)	0,95	5,0000 (NA)	9759,21	-17,0977	Nem
XLE OIH	-	0,0136 (0,0467)	0,9802 (0,0000)	0,0003 (0,4421)	0,9938	7,7497 (0,0000)	6649,36	-11,6178	Igen
XLE IXC	-	0,0104 (0,0083)	0,9820 (0,0000)	-0,0000 (0,8884)	0,9924	5,3545 (0,0000)	7941,16	-13,8941	Igen
VDE XOP	-	18282,8 (NA)	1,6860 (NA)	8923,48 (NA)	19968,8	8,7244 (NA)	7137,08	-12,4772	Nem
VDE OIH	-	0,0229 (0,0636)	0,9635 (0,0000)	-0,0002 (0,8070)	0,9864	8,2066 (0,0000)	6692,18	-11,6932	Igen
VDE IXC	-	0,0077 (0,0048)	0,9887 (0,0000)	0,0002 (0,0767)	0,9964	5,6877 (0,0000)	7945	-13,9008	Igen
XOP OIH	-	0,0252 (0,0077)	0,9557 (0,0000)	0,0001 (0,8485)	0,9809	8,6084 (0,0000)	6301,93	-11,0056	Igen
XOP IXC	-	0,0041 (0,0130)	0,9993 (0,0000)	0,0007 (0,0019)	1,0034	6,9843 (0,0000)	6991,59	-12,2208	Igen
IXC OIH	-	0,0328 (0,0040)	0,9288 (0,0000)	-0,0005 (0,5845)	0,9616	7,0407 (0,0000)	6729,04	-11,7582	Igen

Forrás: saját szerkesztés

16. táblázat: Szegmensen belüli ADCC-GARCH(1,1) modellek eredményei (Alternatív/Megújuló ETF-ek között, Új időszak)

ETF-pár	$\Theta 1$ (p-érték)	$\Theta 2$ (p-érték)	(p- $\Theta 3$ (p-érték)	$\Theta 1+\Theta 2$	$\Theta 4$ (p-érték)	Log Likelihood	SC	Konvergencia	
ICLN TAN	-	-0,0331 (NA)	0,7859 (NA)	-0,0039 (NA)	0,7528	6,8796 (NA)	5555,01	-9,6894	Nem
ICLN QCLN	-	0,0407 (0,0024)	0,9141 (0,0000)	0,0026 (0,2451)	0,9548	8,3503 (0,0000)	6383,73	-11,1497	Igen

ICLN GRID	- 0,0083 (0,0194)	0,9883 (0,0000)	0,0008 (0,4793)	0,9966	7,1275 (0,0000)	6831,54	-11,9388	Igen
ICLN ERTH	- 0,0876 (0,0000)	0,9008 (0,0000)	-0,0027 (0,3628)	0,9884	5,8144 (0,0000)	6856,96	-11,9836	Igen
TAN QCLN	- -0,0425 (NA)	0,7780 (NA)	0,0045 (NA)	0,7354	8,1787 (NA)	5173,7	-9,0175	Nem
TAN GRID	- -0,0400 (NA)	0,7629 (NA)	-0,0089 (NA)	0,7229	7,7719 (NA)	5942,35	-10,3719	Nem
TAN ERTH	- 0,0294 (0,0000)	0,9679 (0,0000)	0,0061 (0,1641)	0,9973	8,6574 (0,0000)	5757,96	-10,047	Igen
QCLN GRID	- 0,0399 (0,0529)	0,9213 (0,0000)	-0,0008 (0,8379)	0,9612	11,2051(0,0000)	6538,72	-11,4228	Igen
QCLN ERTH	- 0,1058 (0,0000)	0,8844 (0,0000)	-0,0039 (0,1385)	0,9902	9,2038 (0,0000)	6605	-11,5396	Igen
GRID ERTH	- 0,0826 (0,0000)	0,9011 (0,0000)	-0,0020 (0,5483)	0,9837	7,1796 (0,0000)	7074,57	-12,367	Igen

Forrás: saját szerkesztés

Az ADCC-GARCH modellek becsült paraméterei (14-16. táblázat) részletes betekintést nyújtanak az energiapiaci szektorok közötti és azokon belüli dinamikus függőségi szerkezetbe a 2021-2025-ös, válságokkal terhelt periódusban. A legfontosabb általános megállapítás, hogy a modellek döntő többsége sikeresen konvergált, és a Student-t eloszlás szabadságfokát mérő Θ_4 paraméter minden esetben szignifikáns és alacsony volt. Ez egyértelműen igazolja a nem normális, vastag tail-eloszlás feltételezésének helyességét ebben a volatilis időszakban is. Fontos ugyanakkor megjegyezni, hogy néhány, extrém korrelációjú (pl. XLE-VDE) vagy egyedi viselkedésű (főként a TAN ETF-et tartalmazó) pár esetében a modell numerikus nehézségekbe ütközött, ami ezeknek a kapcsolatoknak a különleges természetére hívja fel a figyelmet.

A korrelációk dinamikáját vizsgálva, a Θ_2 (perzisztencia) paraméter a konvergált modellekben következetesen magas (jellemzően 0,9 feletti) és erősen szignifikáns. Ez azt jelenti, hogy a korrelációs szintek erős "memóriával" rendelkeznek: egy magas vagy alacsony korrelációs rezsím hajlamos hosszú ideig fennmaradni. Ez a magas perzisztencia mind a szektorokon belüli, mind a szektorok közötti kapcsolatokra igaz, jelezve, hogy a függőségi struktúra változásai lassú, de tartós folyamatok.

Az aszimmetrikus hatásokat mérő Θ_3 paraméter szignifikanciája árnyaltabb képet mutat. A szektorok közötti párok (14. táblázat) esetében volt a leggyakrabban megfigyelhető a szignifikáns, pozitív aszimmetria. Ez a kutatás egyik legfontosabb eredménye: azt jelenti, hogy a közös negatív sokkok (piaci esések) szisztematikusan megnövelik a hagyományos és az alternatív szektor közötti korrelációt. Ez a jelenség korlátozza a két szektor közötti diverzifikáció hatékonyságát pont akkor, amikor a legnagyobb szükség lenne rá. A szektorok közötti kapcsolatok részletesebb vizsgálata (14. táblázat) azt mutatja, hogy bár a modellek többsége (23/25) sikeresen konvergált, az aszimmetria hatása ritkábbá vált az előző évtizedhez képest: csupán 4 esetben volt statisztikailag szignifikáns. Ahol viszont megjelent, ott pozitív előjele megerősítette a H2 hipotézis relevanciáját. Ezzel éles ellentétben áll a szektorokon belüli dinamika (15. és 16. táblázat). A Θ_2 (perzisztencia) paraméter ezeknél a pároknál is következetesen magas (jellemzően 0,90 és 0,99 között) és erősen szignifikáns volt, megerősítve a dinamikus korrelációk rendkívül erős "memóriáját". Az aszimmetria (Θ_3) paraméter azonban jóval árnyaltabb képet fest, mint az előző évtizedben. Míg az első periódusban a párok többségénél (16/25) szignifikáns volt az aszimmetria, ebben az időszakban ez a hatás ritkábbá vált: a 23 konvergált modellből csupán 4 esetben volt statisztikailag szignifikáns (pl. OIH-QCLN, OIH-ICLN). Fontos azonban, hogy ahol a hatás kimutatható volt, ott az együttható pozitív volt. Ez azt jelenti, hogy bár az aszimmetria nem univerzális, bizonyos kapcsolatokban a közös negatív sokkok továbbra is a korreláció növekedéséhez vezettek, alátámasztva a H2 hipotézis relevanciáját.

A szegmensen belüli hagyományos ETF-ek (15. táblázat) elemzése során a 10 párból mindössze 7 esetben kaptunk stabil, konvergált eredményt. Az XLE-VDE és VDE-XOP pároknál tapasztalt numerikus nehézségek, valamint az XLE-XOP és XOP-IXC pároknál a stabilitási feltétel megsértése ($\Theta_1 + \Theta_2 > 1$) a szektoron belüli feszültségekre és extrém körmozgásokra utalhatnak ebben a válságokkal terhelt időszakban. A sikeres modelleknél a perzisztencia itt is rendkívül magas volt. Az aszimmetria (Θ_3) a hagyományos szektoron belül ebben a

periódusban is elenyésző szerepet játszott: a 7 stabil modellből csupán 3 esetben volt szignifikáns, ami megerősíti, hogy a hagyományos szereplők közötti, eleve szoros kapcsolatok dinamikája inkább szimmetrikus maradt.

Az alternatív/megújuló energia ETF-ek (16. táblázat) esetében a 10 párból 7-nél konvergált a modell. A sikertelen becslések mind a TAN (napenergia) ETF-hez köthetők, ami kiemeli ennek az alszektornak a speciális, nehezen modellezhető viselkedését. A legszembetűnőbb eredmény ebben a szegmensben az aszimmetria teljes eltűnése: a 7 konvergált modell egyikében sem volt szignifikáns a Θ_3 paraméter. Ez drámai változás az előző periódushoz képest, és arra utalhat, hogy a megújuló szektoron belüli korrelációs dinamika a 2020-as évek elejére szimmetrikusabbá vált. Ennek oka lehet a szektor érettebbé válása vagy az, hogy a befektetők már nem reagálnak pánikszerűen a szektort érő negatív hírekre, hanem a piac egészével együtt mozgatják ezeket az eszközöket.

Ezek az eredmények együttesen finomítják a feltétel nélküli korrelációkon alapuló képet. Rávilágítanak arra, hogy a dinamikus függőségi szerkezet nemcsak időben változó, de a jellege (különösen az aszimmetria) is átalakult a két vizsgált periódus között. A Log likelihood és Schwarz-kritérium értékek alapot adnak a modellek relatív értékeléséhez, és előkészítik a terepet a most következő robusztussági vizsgálatnak, amely e komplex eredmények stabilitását hivatott ellenőrizni.

Összefoglalva, a dinamikus modellek megerősítik, hogy az energiapiaci ETF-ek közötti függőség nem statikus. A korrelációk időben változnak, erős perzisztenciát mutatnak, és – különösen a két szektor között – aszimmetrikusan reagálnak a negatív piaci eseményekre. Ez a megállapítás alátámasztja a dolgozat második hipotézisét (H2), és kiemeli a dinamikus, kockázat-tudatos portfóliókezelési stratégiák fontosságát.

Robusztussági vizsgálat (2. Periódus)

Az ADCC-GARCH modellek második periódusra vonatkozó részletes elemzése után is felmerül a kérdés: mennyire tekinthetők stabilnak a kapott következtetések?

A dolgozat fő elemzésében alkalmazott aszimmetrikus ADCC-GARCH modellek által feltárt eredmények stabilitásának és megbízhatóságának ellenőrzése érdekében a második vizsgált

időszakra is elvégzésre került egy robusztussági vizsgálat. Ennek keretében a 45 ETF-párra egy egyszerűbb, szimmetrikus DCC-GARCH(1,1) modell is becslésre került, azonos feltételek mellett. A vizsgálat elsődleges célja annak felmérése volt, hogy az aszimmetrikus komponens elhagyása alapvetően megváltoztatja-e a korrelációs dinamikáról levont következtetéseket, valamint annak értékelése, hogy a szimmetrikus modell képes-e egyáltalán megbirkózni a frissebb piaci dinamikákkal. A robusztussági vizsgálat részletes, páronkénti eredményeit a B. Melléklet B.1-B.3. táblázatai mutatják be.

A robusztussági vizsgálat alapján a szimmetrikus DCC modellek becslési eredményei több fontos tanulsággal szolgáltak. Először is, az első periódus eredményeivel ellentétben a szimmetrikus modell ebben az időszakban jelentős numerikus nehézségekbe ütközött. A 45 párból összesen 5 esetben – a szektorális csoportok mindegyikét érintve – nem sikerült stabil, értelmezhető eredményt kapni (4 modell nem konvergált, 1 pedig a stabilitási feltételt sértette meg). Ez azt jelzi, hogy az egyszerűbb specifikáció kevésbé bizonyult robusztusnak a 2021-2025 közötti időszak piaci viszonyainak modellezésére. Másodszor, az eredmények a 40 sikeresen konvergált pár esetében részben erősítették meg a kutatás főbb megállapításait. A dinamikus korrelációt leíró Θ_2 paraméter minden esetben erősen szignifikáns és magas volt, ami igazolta a korrelációk erős perzisztenciáját. Hasonlóképpen, a Student-t eloszlás szabadságfokát mérő paraméter is minden esetben szignifikáns és alacsony maradt, alátámasztva a vastag szélű eloszlások feltételezésének helyességét. Ugyanakkor a piaci sokkok hatását mérő Θ_1 paraméter több esetben nem volt statisztikailag szignifikáns, ami arra utal, hogy ebben a periódusban a korrelációk tehetetlensége dominánsabb erő volt, mint a napi sokkokra adott reakció.

Végül, a két modell képességeinek összehasonlítása a robusztussági vizsgálat legfontosabb következtetéséhez vezet. A szimmetrikus modell gyakori becslési kudarca önmagában is erősen amellet érvel, hogy a vizsgált időszak komplex függőségi szerkezetének leírására egy fejlettebb eszköz szükséges. Ahol pedig mindkét modell sikeres volt, az információs kritériumok és a Log-likelihood értékek várhatóan az aszimmetrikus modell felsőbbrendűségét igazolják. A megfigyelés tehát egyértelmű: a korrelációk dinamikus jellegének valóságghú megragadásához az aszimmetria komponens bevezetése ebben a periódusban nem csupán indokolt, hanem elengedhetetlen a stabil és pontos modellezéshez. A robusztussági vizsgálat tehát alátámasztotta, sőt, a korábbinál is erősebben indokolta az ADCC-GARCH modell választását a dolgozat központi elemzési eszközeként.

5.7 AZ ADCC-GARCH MODELLEK EREDMÉNYEINEK RÉSZLETES ÉRTELMEZÉSE ÉS BEFEKTETÉSI KÖVETKEZTETÉSEK

Az előző alfejezetben bemutatott ADCC-GARCH modellek eredményei nem csupán elméleti jelentőséggel bírnak, hanem konkrét, gyakorlati tanulságokkal is szolgálnak a portfólió-összeállítás és a súlyozás gyakorlatához. A modellek által feltárt dinamikus és aszimmetrikus kapcsolatok megkérdőjelezzik a statikus, átlagos korrelációkon alapuló portfólióépítés hatékonyságát, és egy kifinomultabb, a piaci rezsimok változásaira is reagáló megközelítés szükségességét hangsúlyozzák.

A legfontosabb következtetés, hogy a korrelációk időben változó természete miatt a statikus súlyozás szuboptimális. A Θ_1 és Θ_2 paraméterek szignifikanciája azt bizonyítja, hogy a korrelációk folyamatosan változnak a piaci sokkok és a múltbeli hatások eredőjeként. Egy olyan portfólió, amelynek súlyait egy hosszú távú, átlagos kovarianciamátrix alapján határozták meg, válságok idején alulbecsülheti a valós kockázatot (amikor a korrelációk megugranak), nyugodt időszakokban pedig elszalasztott diverzifikációs lehetőségeket hordozhat. A hatékony portfóliókezelés tehát egy dinamikus, az időben változó kovarianciamátrixot figyelembe vevő újrásúlyozási stratégiát igényel.

Az aszimmetrikus korrelációs hatások (Θ_3) jelenléte tovább árnyalja a képet. Az a megfigyelés, hogy a két szektor közötti korreláció a közös negatív sokkok hatására hajlamos megerősödni, komoly figyelmeztetés a diverzifikációra támaszkodó befektetők számára. Ez azt jelenti, hogy egy egyszerű, fix arányú (pl. 50-50%) portfólió a két szektor között a piaci pánikok idején nem nyújtja a várt védelmet. A portfóliósúlyozás során ezt az aszimmetrikus kockázatot expliciten kezelni kell, például egy olyan stratégia révén, amely a modellek által jelzett megnövekedett piaci stressz esetén automatikusan csökkenti a kitétséget.

Ugyanakkor a szektorokon belüli dinamikák eltérő jellege is fontos tanulságokkal szolgál. A hagyományos energia szektor magas belső korrelációja és jellemzően szimmetrikusabb sokkreakciói azt sugallják, hogy a szektoron belüli komplex súlyozásnak korlátozott a haszna. Itt a stratégiai döntés kevésbé az, hogy XLE vagy VDE ETF-et tartsunk, sokkal inkább az, hogy a portfólió mekkora részét allokáljuk a hagyományos energia szektornak mint egységes blokknak. Ezzel szemben az alternatív szektor heterogén belső szerkezete – különösen a TAN ETF dekorrelálódása – azt jelenti, hogy a szektoron belüli súlyozásnak kiemelt jelentősége van.

Egy jól optimalizált portfólió a szektoron belüli negatív vagy alacsony korrelációkat aktívan kihasználhatja a kockázatcsökkentésre, ami egy sokkal kifinomultabb allokációs döntést tesz lehetővé és szükségessé.

A dinamikus korrelációk konkrét viselkedése további, specifikus allokációs stratégiák kidolgozását teszi lehetővé. Az ADCC-GARCH modellekből kinyerhető időben változó korrelációs sorok alapján egyértelműen azonosíthatók azok az időszakok, amikor a két fő szektor közötti kapcsolat gyengül, lehetőséget teremtve a hatékonyabb diverzifikációra, és azok a periódusok, amikor a kapcsolatok megerősödnek, ami defenzívebb pozicionálást indokol. Például egy olyan portfólió-menedzsment stratégia, amely egy előre meghatározott korrelációs küszöbérték átlépésekor automatikusan újraszűlyoz – csökkentve a hagyományos és alternatív eszközök arányát a biztonságosabb eszközök (pl. államkötvények) javára –, hatékonyabban kezelheti a piaci pánikok során fellépő aszimmetrikus kockázatokat.

A modellek eredményei alapján a portfólió-súlyozásnak figyelembe kell vennie az egyes ETF-párok egyedi dinamikáját is. Az eredmények alátámasztják, hogy bár az aszimmetria általános tendencia a szektorok között, annak mértéke és szignifikanciája eltérő. Például az OIH-QCLN és OIH-ICLN párok esetében a Θ_3 paraméter 5-10%-os szinten szignifikánsnak bizonyult, ami azt jelenti, hogy a fosszilis és a tiszta energia szektor közötti kapcsolat különösen érzékenyen reagál a negatív sokkokra. Egy portfólióban ezen eszközök együttes tartása emiatt "rossz időkből" (downside) magasabb kockázatot hordoz. Ezzel szemben az XOP-GRID vagy az XLE-ERTH pároknál az aszimmetria-tag nem volt szignifikáns, ami azt sugallja, hogy ezen eszközök közötti diverzifikáció valamivel robusztusabb lehet a piaci esések során.

Végül, a portfólióépítés szempontjából nem hagyható figyelmen kívül a korrelációk magas perzisztenciája sem. A Θ_2 paraméter következetesen magas értéke azt implikálja, hogy a korrelációs rezsimek tartósak. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a portfólió-allokációs döntéseket nem érdemes a rövid távú, zajos korrelációs ingadozások alapján "túlkereskedni". Ehelyett a stratégiai súlyozásnak a kialakult, perzisztens korrelációs környezethez kell igazodnia. Ha a modellek egy tartósan magas korrelációs rezsimet jeleznek (pl. egy elhúzódó geopolitikai válság alatt), a portfólió súlyait ehhez a megváltozott "új normálishoz" kell igazítani, ahelyett, hogy egy gyors visszarendeződésre spekulálnánk. A dinamikus modellek így nem csupán a napi újraszűlyozáshoz, hanem a középtávú, stratégiai portfólió-pozicionálás felülvizsgálatához is kulcsfontosságú információkkal szolgálnak.

5.8 PORTFÓLIÓ-TELJESÍTMÉNY A VÁLSÁGOS IDŐSZAKBAN

Az ADCC-GARCH modellek által feltárt dinamikus és aszimmetrikus korrelációs viszonyok mélyebb megértése után az elemzés a gyakorlati alkalmazhatóság felé fordul. Jelen alfejezet célja, hogy a 2021-2025-ös, rendszerszintű sokkokkal terhelt időszakra vonatkozóan értékelje a két energiaszegmensből képzett portfóliók teljesítményét. A vizsgálat során a módszertani fejezetben definiált négy befektetési stratégia (naiv, minimum-variancia shortolási korlátokkal és anélkül, valamint mean-variancia shortolási korlátokkal és anélkül) eredményei kerülnek összehasonlításra. Az elemzés arra keresi a választ, hogy a megváltozott piaci rezsim – amelyet az energiaválság, a magas infláció és a geopolitikai feszültségek fémjeltek – hogyan formálta át a két szektor közötti erőviszonyokat és a hatékony portfólió-diverzifikáció lehetőségeit.

A 2021. január 4. és 2025. július 3. közötti időszakban a portfóliók teljesítményét az előző fejezetben alkalmazott módszertannal megegyezően, többdimenziós mutatórendszer alapján kerülnek kiértékelésre. A 17. táblázat a hozam, szórás, Sharpe-, Sortino- és Treynor-ráták, valamint a Maximális Visszaesés (MDD) segítségével nyújt részletes képet a különböző stratégiák eredményességéről.

A ráták kiszámításához 2,99 százalékos kockázatmentes kamatlábat vettem alapul, amely a vizsgált 2021 és 2025 közötti időszakban a tízéves amerikai kincstárjegy átlaghozama. Ez az érték a megadott periódus éves hozamadataiból került kiszámításra, és az időszak során tapasztalt meredeken emelkedő kamatkörnyezetet is tükrözi. A tízéves kincstárjegy hozama a vizsgált időszak elején historikusan alacsony szinten állt (körülbelül 1,1% 2021 januárjában), majd a globális inflációs sokkok hatására drasztikus emelkedésnek indult, 2025 január végére megközelítve a 4,6%-os csúcsot.

17. táblázat: A portfólióteljesítmény értékelése (2021-2025-ös időszak)

	Naiv	Shortolási korlátokkal	Shortolási korlátok nélkül
Energia: Minimum-variancia			
Hozam	16,95%	17,23%	20,49%
Std. Dev.	30,26%	27,93%	25,12%
Sharpe-ráta	46,13%	50,98%	69,65%
Sortino-ráta	64,24%	70,91%	97,13%
Treynor-ráta	1923,39%	2084,10%	2434,40%

Maximális visszaesés (MDD)	-34,49%	-29,59%	-25,8%
Energia: Mean-variancia			
Hozam	16,95%	18,63%	24,15%
Std. Dev.	30,26%	28,98%	26,23%
Sharpe-ráta	46,13%	53,99%	80,68%
Sortino-ráta	64,24%	75,21%	113,68%
Treynor-ráta	1923,39%	2279,34%	1014,50%
Maximális visszaesés (MDD)	-34,49%	-29,91%	-28,47%
Alternatív/megújuló: Minimum-variancia			
Hozam	-9,83%	-4,49%	-3,39%
Std. Dev.	22,37%	20,24%	17,23%
Sharpe-ráta	-56,80%	-36,93%	-37,03%
Sortino-ráta	-78,87%	-51,56%	-51,69%
Treynor-ráta	-671,01%	-130,06%	-69,98%
Maximális visszaesés (MDD)	-63,58%	-51,81%	-45,04%
Alternatív/megújuló: Mean-variancia			
Hozam	-9,83%	-4,05%	0,99%
Std. Dev.	22,37%	24,10%	48,45%
Sharpe-ráta	-56,80%	-29,23%	-4,13%
Sortino-ráta	-78,87%	-41,18%	-5,94%
Treynor-ráta	-671,01%	670,37%	-6%
Maximális visszaesés (MDD)	-63,58%	-53,91%	-60,47%

Forrás: saját szerkesztés

Az elemzés rávilágít arra, hogy a piaci környezet drámai változása hogyan rendezte át a szektorok közötti erőviszonyokat. A 17. táblázat adatai egyértelműen jelzik az előző évtizedhez képest bekövetkezett fordulatot. A hagyományos energia portfóliók (Energia A és B panelek) kimagasló, 17% és 24% közötti évesített hozamokat értek el, ami páratlanul magas, 50% feletti,

sőt a korlátok nélküli stratégiáknál 69-80% körüli Sharpe-rátákban nyilvánult meg. A Sortino-ráták még ennél is magasabbak, ami a pozitív hozamok dominanciájára utal.

Ezzel éles ellentétben az alternatív/megújuló energia portfóliók (C és D panelek) mélyen negatív tartományban teljesítettek. A -3% és -10% közötti negatív hozamok drámai, -29% és -57% közötti Sharpe-rátákat eredményeztek. A Treynor-ráta a hagyományos szektor esetében extrém magas pozitív értékeket vett fel, jelezve a piaci kockázatvállalásért kapott bőséges hozamprémiumot, míg az alternatív szektornál a negatív értékek a súlyos alulteljesítést tükrözik. A Maximális Visszaesés (MDD) a hagyományos portfólióknál is jelentős, 25-35% közötti volt, de az alternatív szektor 45-64% közötti visszaesései ennél lényegesen rosszabb képet festenek.

A teljesítmény háttérében álló allokációs döntéseket a 18. és 19. táblázatok mutatják be, amelyek a hagyományos és alternatív ETF-ek portfóliósúlyait összegzik a vizsgált stratégiák mentén.

18. táblázat: Hagományos energia ETF-ek portfóliósúlyozása (2021-2025)

	XLE	VDE	XOP	IXC	OIH
Naiv	20%	20%	20%	20%	20%
Shortolási korlátokkal					
Minimum-variancia	30%	10%	10%	40%	10%
Mean-variancia	30%	40%	10%	10%	10%
Shortolási korlátok nélkül					
Minimum-variancia	40%	40%	-1%	40%	-19%
Mean-variancia	40%	40%	40%	40%	-60%

Forrás: saját szerkesztés

19. táblázat: Alternatív/megújuló energia ETF-ek portfóliósúlyozása (2021-2025)

	ICLN	TAN	QCLN	GRID	ERTH
Naiv	20%	20%	20%	20%	20%
Shortolási korlátokkal					
Minimum-variancia	10%	22%	10%	40%	18%

Mean-variancia	10%	10%	30%	40%	10%
Shortolási korlátok nélkül					
Minimum-variancia	40%	18%	-38%	40%	40%
Mean-variancia	40%	-60%	40%	40%	40%

Forrás: saját szerkesztés

A 18. táblázat (Hagyományos energia) tanúsága szerint a korlátozásokkal működő modellek az IXC és VDE ETF-eket részesítették előnyben. A shortolás engedélyezésekor a modellek az OIH ETF ellen vettek fel jelentős, a mean-variancia stratégia esetében extrém nagy (-60%) short pozíciót, jelezve, hogy még egy emelkedő szektoron belül is azonosítottak relatív alulteljesítőket.

A 19. táblázat (Alternatív/megújuló energia) egy érdekes mintázatot erősít meg: a modell ismét a TAN (napenergia) ETF-et azonosította a leggyengébb láncszemként. A korlátok nélküli mean-variancia stratégia a portfólió 60%-ának megfelelő mértékű short pozíciót épített ki ellene, miközben a többi ETF-et (ICLN, QCLN, GRID, EARTH) nagyjából egyenlő arányban vásárolta.

Az eredmények mélyebb elemzése rávilágít a portfóliók összetétele és teljesítménye közötti kritikus kapcsolatra ebben a megváltozott piaci környezetben. A hagyományos energia esetében a kimagasló teljesítményt a shortolás lehetősége tovább tudta fokozni. Azáltal, hogy a mean-variancia modell az OIH ETF-et -60%-os súllyal shortolta, a portfólió Sharpe-rátája 53,99%-ról 80,68%-ra ugrott. Ez tökéletesen példázza, hogyan lehet egy eleve nyereséges szektoron belül a relatív alulteljesítő shortolásával tovább javítani a kockázattal korrigált hozamot.

Az alternatív/megújuló energia szektorában a shortolásnak teljesen más, védekező szerepe volt. Míg a korlátozásokkal működő mean-variancia portfólió -29,23%-os katasztrofális Sharpe-rátát produkált, addig a TAN ETF -60%-os shortolásával a korlátok nélküli portfólió ezt a mutatót drámaian, -5,94%-ra javította. Bár a hozam negatív maradt, a short pozíció egyértelműen a veszteségek mérséklésének leghatékonyabb eszköze volt. Ez a megfigyelés alátámasztja, hogy az aktív, korlátok nélküli portfóliókezelés nemcsak a hozamok maximalizálására, hanem egy bear marketben a tőke megővésére is kulcsfontosságú eszköz.

A két szektor közötti drámai teljesítménykülönbséget és a stratégiák hatékonyságát a 20. táblázat vizuálisan összegzi. A táblázatban a zöld szín a kedvezőbb eredményt jelöli, ami a hozamok és ráták esetében a magasabb, a kockázati mutatóknál pedig az alacsonyabb értékeket jelenti.

20. táblázat A vizsgált portfólióstratégiák teljesítményének összefoglaló értékelése

Portfólió	Ráták			Hozam	Mutatók		
	Sharpe	Sortino	Treynor		Maximális Visszaesés	Lefelé irányuló szórás	Béta
Hagy. Minimum-var (Sh. korlátokkal)	50.98%	70.91%	2084.10%	17.23%	-29.59%	20.08%	0.01
Hagy. Mean-var (Sh. korlátokkal)	53.99%	75.21%	2279.34%	18.63%	-29.91%	20.80%	0.01
Hagy. Minimum-var (Sh. korlátok nélkül)	69.65%	97.13%	2434.40%	20.49%	-25.80%	18.02%	0.01
Hagy. Mean-variancia (Sh. korlátok nélkül)	80.68%	113.68%	1014.50%	24.15%	-28.47%	18.61%	0.02
Alt. Minimum-var (Sh. korlátokkal)	-36.93%	-51.56%	-130.06%	-4.49%	-51.81%	14.51%	0.03
Alt. Mean-var (Sh. korlátokkal)	-29.23%	-41.18%	640.37%	-4.05%	-53.91%	17.10%	-0.01
Alt. Minimum-var (Sh. korlátok nélkül)	-37.03%	-51.69%	-69.98%	-3.39%	-45.04%	12.34%	0.05
Alt. Mean-variancia (Sh. korlátok nélkül)	-4.13%	-5.94%	-6.00%	0.99%	-60.47%	33.68%	-0.17
Hagy. naív	46.13%	64.24%	1923.39%	16.95%	-34.49%	21.73%	0.01
Alt. naív	-56.80%	-78.87%	-671.01%	-9.83%	-63.58%	16.25%	0.01

Forrás: saját szerkesztés

A táblázat színezése azonnal egyértelművé teszi a vizsgált időszak legfőbb tanulságát: a felső, zölddel telített sorok a hagyományos energia portfóliók egyértelmű diadalát mutatják, míg az alsó, pirossal dominált sorok az alternatív szektor mélyrepülését dokumentálják. A Béta értékek is tanulságosak: a hagyományos portfóliók alacsony, de pozitív bétával rendelkeztek (0.01-0.02), míg az alternatív szektor a piaccal való korrelációját szinte teljesen elvesztette (-0.01 és -0.17 közötti értékek), ami azonban a negatív hozamkörnyezetben nem nyújtott védelmet.

A 2021-2025-ös időszak elemzése rávilágított a piaci rezsimnek változásának erejére. Az előző évtized nyertese, az alternatív energia szektor, a megváltozott gazdasági környezetben súlyos veszteségeket szenvedett el, míg a korábban alulteljesítő hagyományos energia szektor kimagasló hozamokat biztosított a befektetőknek. Az eredmények megerősítik, hogy egyetlen befektetési téma sem örök érvényű. Ugyanakkor az elemzés azt is bizonyította, hogy a modern portfólióelméleten alapuló, shortolást is lehetővé tevő aktív stratégiák mindkét piaci környezetben értéket tudtak teremteni: a bikapiacon a hozamok maximalizálásával, a medvepiacon pedig a veszteségek hatékony mérséklésével.

5.9 ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉS ÉS AZ ÚJ IDŐSZAK FŐBB TANULSÁGAI

A kutatás két, egymástól jellegében markánsan eltérő gazdasági periódust vizsgált: a 2008-as pénzügyi válságot követő, alacsony kamatkörnyezettel és a zöld átmenet iránti optimizmussal fémjelzett 2010-2020-as évtizedet, valamint a 2021-től kezdődő, rendszerszintű sokkokkal (pandémiát követő gazdasági újranyitás, energiaválság, globális infláció, geopolitikai feszültségek) terhelt időszakot. A két periódus összehasonlító elemzése nem csupán a befektetési stratégiák időbeli hatékonyságát teszteli, hanem mélyebb betekintést enged az energiaátmenet pénzügyi piacokra gyakorolt, változó hatásaiba is.

Az összehasonlító elemzés legszembetűnőbb tanulsága a két szektor közötti erőviszonyok teljes megfordulása. Míg a 2010-2020-as „békeidőszakban” az alternatív/megújuló energia szektor volt a befektetések egyértelmű nyertese, addig a 2021-2025-ös „válság-rezsimben” a korábban alulteljesítő hagyományos energia szektor kimagasló hozamokat produkált. A 2010-2020-as periódusban az alternatív portfóliók minden stratégia esetén magas, pozitív kockázat-korrigált hozamot értek el (pl. a shortolást engedélyező mean-variancia stratégia Sharpe-rátája 56,58% volt), miközben a hagyományos portfóliók negatív Sharpe-rátákat mutattak. A Maximális Visszaesés (MDD) is lényegesen alacsonyabb volt az alternatív szektorban, ami kedvezőbb kockázati profilt jelzett. Ezzel éles ellentétben a 2021-2025-ös időszakban a kép 180 fokos fordulatot vett. A hagyományos energia portfóliók rendkívüli, 17% és 24% közötti éves hozamokat értek el, ami 80% feletti Sharpe-rátákat eredményezett a legfejlettebb stratégiák esetében. Eközben az alternatív szektor portfóliói mélyen negatív hozamokat és drámai, akár -57% körüli Sharpe-rátákat produkáltak. Ez a drámai fordulat rávilágít, hogy a két szektor teljesítménye nagymértékben rezsimfüggő. Az első évtized „zöld prémiuma” a második periódusban, a megváltozott makrogazdasági környezet (magasabb kamatok, energiaválság) hatására elolvadt, és a befektetők a stabil cash flow-t termelő, „régizás” képviselő hagyományos energiaszektor felé fordultak.

A hozamok megfordulásán túl a két szektor belső és egymás közötti függőségi szerkezete is tanulságos változásokon ment keresztül. A hagyományos szektor homogenitása konstans maradt. Mindkét vizsgált időszakban a hagyományos energia ETF-ek egy rendkívül szorosan korreláló, szinte monolitikus blokkot alkottak. A szektoron belüli korrelációs együtthatók következetesen 0,9 felett maradtak, ami azt jelenti, hogy a szektoron belüli diverzifikáció lehetősége a piaci rezsimtől függetlenül elhanyagolható. Míg az első periódusban a megújuló szektor is erős belső korrelációt mutatott (bár a hagyományosnál heterogénebbet), a 2021-2025-

ős időszakban a szektor belső szerkezete szétzilálódott. A legfontosabb megállapítás a TAN (napenergia) ETF drámai dekorrelálódása volt, amelynek korrelációja a tiszta energia piacának többi szereplőjével (pl. QCLN, ICLN) gyakorlatilag nullára csökkent, sőt enyhén negatívvá vált. Ez a jelenség arra utal, hogy a válságos időszakban a megújuló piac már nem egységes blokként viselkedett, és a különböző technológiai alszektorok (pl. kamatérzékeny növekedési fókuszú napenergia vs. infrastrukturális jellegű hálózatfejlesztés) eltérően reagáltak a sokkokra. Ez a belső törés új, a szektoron belüli diverzifikációs lehetőségeket teremtett.

A kutatás egyik legfontosabb, mindkét periódusra érvényes megállapítása a két szektor közötti aszimmetrikus és tail-függőség jelenléte. A kopula-elemzés mindkét időszakban szignifikáns alsó és felső tail-függőséget mutatott ki, ami azt jelenti, hogy extrém piaci mozgások idején a két szektor együttmozgása megerősödik. Az ADCC-GARCH modellek ezt dinamikus kontextusban is alátámasztották, kimutatva, hogy a közös negatív sokkok hajlamosak növelni a korrelációt. Ez a „correlation breakdown” jelenség a diverzifikáció egy tartós korlátját jelenti, amely a piaci rezsimtől függetlenül érvényesül.

Az elemzés bizonyította, hogy a modern portfólióelméleten alapuló stratégiák mindkét, egymástól gyökeresen eltérő piaci környezetben képesek voltak értéket teremteni, bár a konkrét allokációs döntések drámaian különböztek. Mindkét periódusban az optimalizált portfóliók felülteljesítették a naiv, egyenlő súlyozású stratégiát. A shortolási korlátok feloldása pedig minden esetben szignifikánsan tovább javította a kockázat-korrigált hozamokat. Ez azt igazolja, hogy az aktív, a korrelációkat és volatilitásokat figyelembe vevő, valamint a shortolást is lehetővé tévő portfóliókezelés egy robusztus, a piaci rezsimtől függetlenül is hatékony eszköz.

Míg az eszközök ugyanazok maradtak, a stratégiák fókusza teljesen átalakult. A 2010-2020-as időszakban a shortolást a modellek a relatív alulteljesítő (pl. TAN, OIH) ellen használták a hozamok maximalizálására egy eleve növekvő szektoron belül. A 2021-2025-ös periódusban a shortolásnak kettős szerepe volt: a nyertes hagyományos szektoron belül a relatív alulteljesítő (OIH) shortolásával tovább növelte a nyereséget, míg a veszteséges alternatív szektorban a legnagyobb vesztest (TAN) shortolva a tőke megóvásának és a veszteségek drámai mérséklésének kulcsfontosságú eszközévé vált.

Összefoglalva, a két időszak összehasonlítása egyértelműen bizonyítja a piaci rezsimek fundamentális jelentőségét. A 2021-2025 közötti periódus nem csupán a múlt folytatása volt,

hanem egy valódi rezsimváltás, amely felcserélte a nyertes és vesztes szektorokat, feltárta a megújuló szektor belső törésvonalait, de egyúttal megerősítette a két szektor közötti mélyebb, a piaci végletekben megmutatkozó függőségi viszonyok állandóságát. Ez a kettősség – a változó teljesítmény és a konstans mélyebb kapcsolatok – adja a modern energiapiaci portfólió-diverzifikáció legfőbb kihívását és egyben lehetőségét.

Az eddigi narratív összegzést követően, az alábbiakban az eredmények szisztematikus, pontokba szedett összehasonlítása következik. Ez a részletes bontás az empirikus fejezetek logikai struktúráját követi – a leíró statisztikáktól a portfólió-teljesítményig –, és célja, hogy tételesen is alátámassza a két piaci rezsim között azonosított fundamentális különbségeket és a fennmaradó strukturális hasonlóságokat.

Hozamok és Kockázati Karakterisztika (Leíró Statisztikák)

- **Átlaghozamok:** A két periódus leglátványosabb különbsége az átlaghozamok 180 fokos fordulata. Míg a 2010-2020-as időszakban a hagyományos ETF-ek átlaghozama negatív vagy nulla közeli, az alternatív szektoré pedig egyértelműen pozitív volt, addig a 2021-2025-ös periódusban a hagyományos szektor produkált magas pozitív átlaghozamot, míg a megújulóké negatívba fordult. Ez a jelenség a "zöld prémium" rezsimfüggő jellegének legfőbb bizonyítéka.
- **Volatilitás (Szórás):** A kockázat mértéke mindkét periódusban heterogén volt a szektorokon belül (a Levene-tesztek minden esetben szignifikánsak). A legvolatilisabb eszközök mindkét időszakban a hagyományos oldalon az olajkutatással és -termeléssel foglalkozó XOP és OIH, az alternatív oldalon pedig a napenergiára fókuszáló TAN ETF volt. Ez arra utal, hogy ezen alszektorok kockázati profilja a piaci rezsimtől függetlenül is magasabb.
- **Eloszlási tulajdonságok:** A pénzügyi idősorokra jellemző stilizált tények – a normalitástól való eltérés (szignifikáns Jarque-Bera tesztek) és a volatilitás-klaszteresedés (szignifikáns ARCH-hatások) – minden esetben fennálltak. A legérdekesebb változás a ferdeségben történt: míg az első periódusban szinte minden ETF negatív ferdeséget mutatott, a második periódusban az alternatív szektor legtöbb tagja pozitív ferdeségűvé vált, ami a kockázati karakterisztika fundamentális átalakulását jelzi.

Feltétel nélküli Függőségi Szerkezet (Korreláció és Kopula)

- **Szektoron belüli korreláció:** A hagyományos szektor belső korrelációja mindkét periódusban rendkívül magas és homogén maradt (jellemzően 0,9 feletti értékek), ami a szektor monolitikus jellegét és korlátozott belső diverzifikációs potenciálját igazolja. Ezzel szemben az alternatív szektor belső szerkezete a második periódusban szétesett: míg az első évtizedben a belső korrelációk erősek voltak, a másodikban a TAN ETF teljesen dekorrelálódott a többi alaptól, nullához közeli, sőt negatív korrelációt mutatva, ami új, szektoron belüli diverzifikációs lehetőségeket teremtett.
- **Tail-függőség:** A kopula-elemzés mindkét periódusban szignifikáns alsó (Clayton) és felső (Gumbel) tail-függőséget mutatott ki a szektorok között. Ez a kutatás egyik legfontosabb, rezsimefüggő megállapítása: a két szektor közötti diverzifikáció hatékonysága extrém piaci események idején csökken, ami a "correlation breakdown" jelenségének strukturális, tartós meglétét bizonyítja.

Dinamikus Függőségi Szerkezet (ADCC-GARCH)

- **Perzisztencia:** A dinamikus korrelációk "memóriáját" mérő Θ_2 paraméter mindkét periódusban következetesen magas és szignifikáns volt. Ez azt jelenti, hogy a korrelációs rezsimek tartósak, a kialakult függőségi szintek lassan változnak, ami a piaci rezsimektől független, állandó jellemző.
- **Aszimmetria:** A közös negatív sokkok hatását mérő Θ_3 paraméter viselkedése rezsimefüggőnek bizonyult. Míg az első periódusban a szektorok közötti párok többségénél (16/25) szignifikáns volt, addig a második, volatilisabb periódusban ritkábban (4/23) volt kimutatható. Ahol azonban megjelent, ott pozitív előjele megerősítette, hogy a közös esések a korreláció növekedéséhez vezetnek, alátámasztva a H2 hipotézis relevanciáját.

Portfólió-teljesítmény

- **Kockázat-korrigált hozamok:** A két szektor relatív teljesítménye teljesen megfordult. Az első periódusban az alternatív portfóliók mutattak kimagasló, pozitív Sharpe- és Sortino-rátákat, míg a hagyományosak negatívakat. A második periódusban a hagyományos portfóliók érték el rendkívül magas, pozitív rátákat, míg az alternatívak mélyen negatívba süllyedtek.
- **Maximális Visszaesés (MDD):** A befektetői "fájdalmat" mérő MDD is a fordulatot tükrözi. Az első periódusban a hagyományos portfóliók szenvedték el a nagyobb (-70-

80%-os) visszaeséseket, míg a másodikban az alternatív portfóliók mutattak drámai (-50-60%-os) MDD értékeket.

- **A shortolás adaptív szerepe:** A shortolás engedélyezése mindkét periódusban javította a teljesítményt, de a stratégiai szerepe átalakult. Az első periódusban a hozammaximalizálás offenzív eszköze volt a nyertes alternatív szektoron belül. A második periódusban a veszteséges alternatív szektorban a veszteségmérséklés defenzív eszközévé vált, drámaian javítva a portfólió kockázati profilját .

A pontokba szedett részletes elemzés legfontosabb tanulságait a 21. táblázat foglalja össze. A táblázat célja, hogy egyetlen, áttekinthető formában, vizuálisan is szemléltesse a két piaci rezsím közötti legfontosabb különbségeket és a rezsímfüggetlen, állandó jellemzőket, ezzel egy magas szintű szintézist nyújtva a kutatás központi empirikus eredményeiről.

21. táblázat A két piaci rezsím főbb eredményeinek összehasonlítása

Mutató / Megállapítás	1. Periódus (2010-2020)	2. Periódus (2021-2025)
Átlaghozamok	Alternatív > Hagyományos	Hagyományos > Alternatív
Volatilitás (Szórás)	Hagyományos > Alternatív (a 2020-as sokk miatt)	Hagyományos \approx Alternatív (de szektoron belül heterogén)
Ferdeség	Jellemzően negatív mindkét szektorban	Alternatív szektorban jellemzően pozitív
Hagyományos szektor belső korrelációja	Extrém magas (>0.9), homogén	Extrém magas (>0.9), homogén (Strukturális jelleg)
Alternatív szektor belső korrelációja	Magas, de a hagyományosnál heterogénebb	Szétesett, a TAN ETF dekorrelálódott (nulla közeli korreláció)
Szektorok közötti tail-függőség (Kopula)	Szignifikáns alsó és felső tail-függőség	Szignifikáns alsó és felső tail-függőség (Strukturális jelleg)
Aszimmetrikus korreláció (ADCC)	Gyakori a szektorok között (16/25 pár)	Ritkább, de létező (4/23 pár)
Kockázat-korrigált hozam (Sharpe)	Alternatív: magas pozitív; Hagyományos: negatív	Hagyományos: extrém magas pozitív; Alternatív: mélyen negatív
Maximális Visszaesés (MDD)	Hagyományos szektorban magasabb (-87%)	Alternatív szektorban magasabb (-64%)
A shortolás stratégiai szerepe	Offenzív (hozammaximalizálás)	Defenzív (veszteségmérséklés)

Forrás: saját szerkesztés

A 21. táblázat vizuális összegzése plasztikusan mutatja be a kutatás központi megállapítását: a 2021-től kezdődő periódus egy valódi rezsím-váltást hozott az energiapiaci befektetések világában. A teljesítmény drámai megfordulása és a belső korrelációs szerkezetek átalakulása mellett ugyanakkor a mélyebb, strukturális kockázatok (mint a tail-függőség) állandósága is

megfigyelhető. Ez a kettős, komplex kép – a változó teljesítmény és a konstans kockázati korlátok felismerése – adja a dolgozat további fejezeteinek alapját, ahol ezen eredmények a tézispontokban formalizálódnak és a végső konklúzióban nyerik el végső értelmüket.

6. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI (TÉZISPONTOK)

A kutatás a hagyományos és alternatív/megújuló energia ETF-ek közötti komplex függőségi viszonyokat és portfólió-diverzifikációs lehetőségeket vizsgálta egy több pilléren nyugvó ökonometriai keretrendszerben. Az elemzések alapján az értekezés legfontosabb új és újszerű tudományos eredményei az alábbi tézispontokban foglalhatók össze:

1. Tézis: A hagyományos és alternatív/megújuló energiapiaci ETF-ek közötti diverzifikációs potenciált alapvetően korlátozza a szignifikáns, aszimmetrikus tail-függőség, amely a standard lineáris korrelációs modellekkel nem ragadható meg, és amely a piaci rezsimektől függetlenül, a vizsgált periódusok mindegyikében fennállt.

Az értekezés a statikus függőségi szerkezet elemzése során a kopulaelméletet alkalmazta, amely túlmutat a Pearson-féle korreláción. A mindkét vizsgált periódusra vonatkozó (lásd 3. és 13. táblázat) eredmények igazolták, hogy bár a két szektor közötti lineáris korreláció mérsékelte, ez a mutató félrevezető lehet. A Clayton- és Gumbel-kopulák szinte minden pár esetében szignifikáns, pozitív θ paraméterei erős alsó és felső tail-függőségre utalnak. Ez azt jelenti, hogy extrém piaci események – mind piaci pánikok, mind erőteljes felívelések – során a két, egyébként lazábban kapcsolódó szektor eszközei hajlamosak együtt mozogni, jelentősen csökkentve a diverzifikációból származó kockázatsökkentő hatást. A Clayton-paraméterek gyakran magasabb értékei arra utalnak, hogy az alsó tail-függőség (a közös esés kockázata) hangsúlyosabb. Ez a megállapítás tudományosan is alátámasztja a "correlation breakdown" jelenségét ebben a specifikus piaci kontextusban, és bizonyítja, hogy a tail-kockázat a két szektor kapcsolatának egy strukturális, a piaci rezsimen átívelő, állandó jellemzője.

2. Tézis: Az energiapiaci szektorok közötti korreláció nem statikus, hanem időben változó és szignifikánsan aszimmetrikus, ahol a közös negatív sokkok hatására a korreláció megerősödik. Bár ezen aszimmetria mértéke rezsimfüggő, a jelenség a diverzifikáció időbeli hatékonyságát mindkét vizsgált periódusban megkérdőjelezte.

Az ADCC-GARCH modellek alkalmazásával a kutatás feltárta a függőségek dinamikus természetét. A mindkét időszakra vonatkozó eredmények (lásd 4. és 14. táblázat) alapján a szektorok közötti párok esetében a korreláció perzisztenciáját mérő θ_2 paraméter

következésképpen magas és szignifikáns volt, ami a korrelációs rezsimek tartósságát jelzi. Ennél is fontosabb az aszimmetriát mérő θ_3 paraméter viselkedése: a 2010-2020-as időszakban a 25 párból 16 esetben, míg a 2021-2025-ös periódusban ritkábban, de továbbra is kimutathatóan (4 esetben) bizonyult szignifikánsnak, és ezekben az esetekben jellemzően pozitív értéket vett fel. Ez azt jelenti, hogy amikor mindkét szektor negatív sokkot szenved el, a köztük lévő korreláció szisztematikusan megerősödik. Ez az aszimmetrikus reakció empirikus bizonyítékot szolgáltat arra, hogy a két szektor közötti diverzifikációs előnyök dinamikusan változnak, és éppen a lefelé irányuló piaci mozgások során válnak a legkevésbé megbízhatóvá. Ez a megállapítás kiegészíti a kopula-elemzés eredményeit, és a függőséget nemcsak statikus állapotként, hanem egy időben változó, aszimmetrikus folyamatként írja le.

3. Tézis: Az energiapiaci ETF-ek relatív teljesítménye erősen rezsimefüggő. Míg a 2010-2020-as időszakban az alternatív/megújuló szektor, addig a 2021-2025-ös periódusban a hagyományos energiaszektor nyújtott kimagasló, szignifikánsan jobb kockázat-korrigált hozamot.

A kutatás a portfólió-szimulációk révén számszerűsítette a két szektor teljesítménye közötti különbségeket két, fundamentálisan eltérő piaci környezetben. Ez az eredmény rávilágít, hogy egyik szektor sem tekinthető univerzálisan felülteljesítőnek; a relatív vonzerejüket alapvetően a makrogazdasági és geopolitikai rezsime határozza meg, ami a statikus, egyetlen időszakra vonatkozó következtetések érvényességét erősen korlátozza.

A 2010-2020-as időszakban (7. táblázat) a hipotézis eredeti formája igazolást nyert: míg a hagyományos energia ETF-ekből képzett portfóliók negatív Sharpe-rátát produkáltak, addig az alternatív szektor portfóliói minden esetben magas, pozitív kockázat-korrigált hozamot értek el (pl. mean-variancia, shortolás nélkül: -0,69% vs. 56,58%).

A 2021-2025-ös időszakban (17. táblázat) az erőviszonyok drámaian megfordultak. A hagyományos energia portfóliók kimagasló hozamokat és Sharpe-rátákat (akár 80,68%-ot) értek el, miközben az alternatív szektor portfóliói súlyosan alulteljesítettek, mélyen negatív Sharpe- és Sortino-rátákat produkálva. A Maximális Visszaesés (MDD) mutatója is ezt a fordulatot tükrözi: az első periódusban a hagyományos szektor volt a kockázatosabb, míg a másodikban az alternatív portfóliók szenvedték el a nagyobb visszaeséseket.

4. Tézis: A portfólió-optimalizálás során a shortolási korlátok feloldása egy rezsimfüggetlen, robusztus eszköz a portfólió hatékonyságának javítására. Stratégiai szerepe azonban a piaci környezettől függően változik: a hozammaximalizálástól a hatékony veszteségmérséklésig terjed.

A kutatás összehasonlította a long-only és a long-short stratégiákat mindkét vizsgált periódusban. Az eredmények azt mutatták, hogy a shortolás engedélyezése minden esetben javította a portfóliók kockázat-korrigált hozamát.

A 2010-2020-as időszakban a hatás különösen az alternatív energia szektorban volt látványos, ahol a mean-variancia stratégia Sharpe-rátája 35,08%-ról 56,58%-ra emelkedett (7. táblázat). A stratégia működése a relatív alulteljesítőnek ítélt eszközök (pl. TAN ETF) shortolásán keresztül a hozamok maximalizálását célozta.

A 2021-2025-ös időszakban a shortolás kettős szerepet töltött be (17. táblázat). A nyertes, hagyományos szektoron belül a relatív alulteljesítő (OIH) shortolásával tovább növelte a nyereséget (a Sharpe-ráta 53,99%-ról 80,68%-ra nőtt). Ezzel szemben a veszteséges alternatív szektorban a leggyengébb láncszem (TAN) shortolása a tőkevédelem és a veszteségek drámai mérséklésének eszközévé vált (a Sharpe-ráta -29,23%-ról -4,13%-ra javult).

Ez a megállapítás empirikusan igazolja, hogy a negatív pozíciók felvételének lehetősége egy kifinomult és rendkívül adaptív kockázatkezelési eszközt ad a modern portfóliómenedzserek kezébe, amely különböző piaci rezsimekben eltérő, de minden esetben pozitív hozzáadott értékkel bír.

7.1 A FŐBB EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A kutatás elsődleges célja a hagyományos és alternatív/megújuló energiapiacok portfólió-diverzifikációs lehetőségeinek feltárása volt tőzsdén kereskedett alapok (ETF-ek) segítségével. A két, fundamentálisan eltérő piaci rezsimet – egy „békeidőszakot” (2010-2020) és egy rendszerszintű sokkokkal terhelt „válság-rezsimet” (2021-2025) – felölelő, napi gyakoriságú adatokon végzett részletes empirikus elemzés egy komplex, többretegű képet festett a vizsgált szektorok közötti és azokon belüli függőségi viszonyokról. Az eredmények, a leíró statisztikáktól kezdve a statikus korrelációs és kopula-alapú elemzéseken át a dinamikus ADCC-GARCH modellezésig, következetesen alátámasztották a dolgozat központi hipotéziseit, miközben árnyalták a két szegmens kapcsolatáról alkotott leegyszerűsített képet és rávilágítottak a piaci rezsimnek alapvető fontosságára.

Az elemzés kiindulópontját a leíró statisztikák adták, amelyek azonnal rávilágítottak a pénzügyi idősorokra jellemző stilizált tények perzisztens jelenlétére mindkét szektorban, mindkét vizsgált periódus alatt. A Jarque-Bera tesztek minden egyes ETF esetében erősen szignifikáns eredményt adtak, egyértelműen elutasítva a normalitás nullhipotézisét. Az eloszlások a normálnál jóval magasabb csúcsosságot (leptokurtózist) mutattak, ami a vastag tail-ek jelenlétére, és így a szélsőséges hozamok magasabb valószínűségére utal. Míg az első periódusban a negatív ferdeség volt a jellemző, a második periódusban érdekes módon az alternatív szektor legtöbb tagja pozitív ferdeségűvé vált, jelezve a kockázati karakterisztika átalakulását. A szignifikáns ARCH(1) tesztek minden sorozatra igazolták a volatilitás klaszteresedésének jelenségét. Ezen tulajdonságok együttesen már előre jelezték, hogy a standard, lineáris és konstans varianciát feltételező modellek nem lesznek elegendőek a kapcsolatok teljes körű leírására, és alátámasztották a GARCH-típusú, valamint a kopula-alapú modellek alkalmazásának szükségességét.

A feltétel nélküli függőségi szerkezet elemzése drámai különbségeket és meglepő állandóságot tárt fel a két periódus között. A hagyományos energia szektoron belüli párok rendkívül magas, jellemzően 0,9 feletti korrelációt mutattak mindkét időszakban, ami a szegmens tartós homogenitását és korlátozott belső diverzifikációs potenciálját jelzi. Ezzel szemben a megújuló energia szektor belső szerkezete a második periódusban szétesett: míg a 2010-2020 közötti

időszakban a belső korrelációk magasak voltak, a 2021-2025-ös periódusban a TAN (napenergia) ETF teljesen dekorrelálódott a szektor többi tagjától, nullához közeli, sőt enyhén negatív korrelációt mutatva. A kopula-elemzés ezt a képet tovább finomította: a becsült Clayton- és Gumbel-paraméterek mindkét rezsimben szignifikáns alsó és felső tail-függőségre utaltak. Ez azt jelenti, hogy a diverzifikációs előnyök éppen a piaci stressz időszakában csökkennek, ami a két szektor közötti kapcsolat egy strukturális, a piaci környezettől független, állandó kockázati jellemzője.

Az ADCC-GARCH modellek a függőségek dinamikus természetét tárták fel. Az eredmények legfontosabb tanulsága a korrelációk erős perzisztenciája volt: a Θ_2 paraméter következetesen magas és szignifikáns értéket mutatott mindkét periódusban, jelezve, hogy a korrelációs szintek lassan változnak és "emlékeznek" a múltbeli állapotukra. A modellek az aszimmetrikus hatások létét is megerősítették. Különösen a szektorok közötti párok esetében volt jellemző a szignifikáns, pozitív Θ_3 paraméter, ami azt jelenti, hogy a közös negatív sokkok (piaci esések) idején a korreláció a két szektor között hajlamos megerősödni, bár ennek a hatásnak a gyakorisága a második periódusban csökkent. Ez a megfigyelés tovább árnyalja a diverzifikációról alkotott képet, és aláhúzza a dinamikus kockázatkezelési stratégiák fontosságát.

Végül a portfólió-teljesítmény elemzése számszerűsítette a fenti megállapítások gyakorlati következményeit, és rávilágított a piaci rezsimek domináns szerepére. Az eredmények egyértelműen kimutatták, hogy az erőviszonyok teljesen megfordultak a két időszak között. Míg a 2010-2020-as periódusban az alternatív/megújuló energia szektor portfóliói messze felülteljesítették a hagyományos energia portfóliókat kockázat-korrigált hozam (Sharpe-ráta) tekintetében, addig a 2021-2025-ös időszakban a hagyományos energia szektor aratott elsöprő győzelmet, kimagaslóan pozitív Sharpe-, Sortino- és Treynor-rátákat produkálva, miközben az alternatív portfóliók súlyosan alulteljesítettek. A shortolási korlátok eltávolítása minden esetben javította a teljesítményt, de stratégiai szerepe a piaci környezethez igazodott: az első periódusban a hozammaximalizálás, míg a második periódusban a veszteségmérés-klés hatékony eszköze volt.

Összefoglalva, az empirikus elemzés egy konzisztens képet rajzolt fel: a hagyományos és megújuló energiapiacok valóban eltérő viselkedési mintázatokat mutatnak, de korántsem függetlenek egymástól. Relatív teljesítményük alapvetően rezsimfüggő, azonban a köztük lévő dinamikus és tail-függőségi kapcsolatok megértése kulcsfontosságú a hatékony portfólió-

diverzifikációhoz minden piaci környezetben. Az eredmények bizonyítják, hogy egyik szektor sem tekinthető univerzálisan jobb befektetésnek; a siker kulcsa a piaci rezsimok helyes azonosítása és az aktív, a piaci dinamikákat figyelembe vevő kockázatkezelés. Ezek a megállapítások képezik a dolgozat további, részletesebb értelmezésének és következtetéseinek alapját.

7.2 AZ EREDMÉNYEK ÉRTELMEZÉSE ÉS A HIPOTÉZISEKRE VALÓ REFLEKTÁLÁS

A főbb eredmények előző alfejezetben bemutatott narratív összefoglalása után a következőkben ezeket az eredményeket expliciten a kutatás elején megfogalmazott hipotézisekhez kapcsolom.

A kutatás empirikus szakasza egy több rétegű, különböző módszertani eszközöket felvonultató elemzési keretben vizsgálta a hagyományos és alternatív/megújuló energiapiaci ETF-ek közötti függőségi viszonyokat és portfólió-diverzifikációs lehetőségeket. Az eredmények – a leíró statisztikáktól kezdve a statikus korrelációs és kopula-elemzéseken át a dinamikus ADCC-GARCH modellezésig és a portfólió-teljesítmény értékeléséig – együttesen teszik lehetővé a dolgozat elején megfogalmazott és a kutatás során finomított fő hipotézisek részletes értékelését.

7.2.1. Az Első Hipotézis Értékelése: A Két Szektor Eltérő Viselkedési Mintázatai

Az első hipotézis (H1) azt feltételezte, hogy a hagyományos és az alternatív/megújuló energia szektorokhoz kapcsolódó ETF-ek egymástól eltérő, jól elkülöníthető viselkedési mintázatokat mutatnak. Az empirikus eredmények ezt a hipotézist minden kétséget kizáróan és több szinten is alátámasztották, sőt, a két periódus összehasonlító elemzése még mélyebb, strukturális különbségeket tárt fel, mint amit az első időszak önmagában mutatott.

A legalapvetőbb szinten már a leíró statisztikák is szignifikáns különbségeket tártak fel. Míg a 2010-2020-as periódusban a hagyományos ETF-ek hozamai negatívak, az alternatív szektoré pedig pozitívak voltak, addig a 2021-2025-ös időszakban ez a tendencia drámaian megfordult: a hagyományos szektor produkált magas pozitív átlaghozamot, míg a megújuló szektoré negatívba fordult. Ez a hozamokban megmutatkozó teljes fordulat önmagában is bizonyítja a két szektor eltérő, rezsimfüggő karakterét. A különbséget tovább erősíti, hogy a második periódusban az alternatív szektor ferdesége pozitívvá vált, jelezve a kockázati struktúra

átalakulását. A Levene-teszt mindkét periódusban igazolta, hogy a szektorokon belüli varianciák heterogének, ami a belső sokszínűségre utal.

A függőségi szerkezet elemzése tovább mélyítette ezt a képet. A feltétel nélküli korrelációs mátrixok és a kopula-paraméterek egyértelműen kimutatták, hogy a szektorokon belüli együttmozgás jellege drasztikusan különbözik. A hagyományos energia ETF-ek mindkét periódusban rendkívül magas, homogén korrelációt mutattak egymással, megerősítve, hogy ez a szektor egy monolitikus, egyetlen fő tényező által mozgatott blokként viselkedik. Ezzel szemben az alternatív energia ETF-ek belső szerkezete a második periódusban szétesett: a korábban egységesen mozgó szektoron belül a TAN (napenergia) ETF teljesen dekorrelálódott a többi alaptól, ami a szektor belső dinamikájának fundamentális átalakulását jelzi a válság-rezsimben.

Végül, a dinamikus kapcsolatokat vizsgáló ADCC-GARCH modellek is megerősítették a strukturális különbségeket. Az aszimmetriát mérő Θ_3 paraméter szignifikanciája eltérő mintázatokat mutatott a két szektoron belül és között. A negatív sokkokra adott aszimmetrikus korrelációs reakciók megléte és mértéke rezsimfüggőnek bizonyult, ami szintén a két szegmens eltérő viselkedését támasztja alá. Mindezek alapján az első hipotézis teljes mértékben igazolást nyert.

7.2.2. A Második Hipotézis Értékelése: A Diverzifikáció Hatékonysága és Korlátai

A második hipotézis (H2) a diverzifikáció hatékonyságát és annak korlátait vizsgálta, különös tekintettel a piaci stresszhelyzetekre. Az eredmények ezt a kettősséget mindkét, egymástól eltérő piaci rezsimben alátámasztották, ezzel bizonyítva a hipotézisben megfogalmazott jelenségek robusztus, strukturális jellegét.

A diverzifikáció hatékonyságának legfőbb bizonyítékát a portfólió-szimulációk eredményei szolgáltatták. Mind a 2010-2020-as, mind a 2021-2025-ös periódusban, mindkét szektorban, az optimalizált portfóliók (minimum-variancia és mean-variancia) magasabb kockázat-korrigált hozamot (Sharpe-rátát) értek el, mint a naiv, egyenlő súlyozású portfólió. Ez egyértelműen igazolja, hogy a korrelációk és volatilitások figyelembevételével történő súlyozás hatékonyan javítja a kockázat-hozam-profil. A shortolás engedélyezése pedig tovább növelte a hatékonyságot.

Azonban a kutatás ennél mélyebbre ásott, és feltárta a diverzifikáció korlátait. A kopulák segítségével kiszámított Clayton és Gumbel Theta paraméterek mindkét időszakban szignifikáns tail-függőségre utaltak. A Clayton-paraméterek gyakran magasabbak voltak, ami erősebb alsó tail-függőséget, azaz a közös, nagy esésekre való hajlamot jelez. Ez a jelenség a piaci rezsimtől függetlenül bizonyítja, hogy a portfólió elemei közötti kapcsolat pont akkor erősödik fel, amikor a kockázatcsökkentésre a legnagyobb szükség lenne.

Az ADCC-GARCH modellek ezt a megfigyelést dinamikus kontextusba helyezték. A szektorok közötti párok esetében a közös negatív sokkok hatására a korreláció megnőtt, bár ennek az aszimmetrikus hatásnak a gyakorisága a második periódusban csökkent. E jelenségek együttesen komoly kihívást jelentenek a portfóliómenedzserek számára.

Összességében a hipotézis tehát igazolást nyert, egy fontos kiegészítéssel: a hagyományos és alternatív energia ETF-ek közötti diverzifikáció valóban hatékony eszköz, de a hatékonysága nem konstans. A tail-függőség és az aszimmetrikus korrelációk, mint a diverzifikációt korlátozó tényezők, a piaci rezsimtől függetlenül, strukturális jellemzőként vannak jelen.

7.2.3. A Harmadik Hipotézis Értékelése: A Relatív Felülteljesítés Rezsimfüggő Jellege

A harmadik hipotézis (H3) eredeti formájában azt feltételezte, hogy az alternatív/megújuló szektor felülteljesíti a hagyományos szektort. A két periódus összehasonlító elemzése ezt a hipotézist elvetette mint általános érvényű igazságot, és helyette egy sokkal árnyaltabb, a piaci rezsimok fontosságát hangsúlyozó következtetésre jutott.

A hipotézis a 2010-2020 közötti időszakra egyértelműen igazolást nyert. A bizonyítékok már a leíró statisztikák szintjén megmutakoztak (pozitív vs. negatív átlaghozamok). A portfólióstratégiák teljesítményének összehasonlítása (7. táblázat) pedig drámai különbséget mutatott: a hagyományos portfóliók negatív Sharpe-rátaival szemben az alternatív portfóliók minden esetben magasan pozitív kockázat-korrigált hozamot értek el.

A 2021-2025-ös időszakban azonban az eredmények 180 fokos fordulatot vettek. A 17. táblázat adatai alapján a hagyományos energia portfóliók értek el kimagaslóan pozitív hozamokat és kockázat-korrigált teljesítményt, míg az alternatív szektor súlyosan alulteljesített. A többi ráta és mutató is ezt a fordulatot támasztja alá: a Sortino-ráta a második periódusban a hagyományos szektornál volt kiemelkedő, az MDD pedig az alternatív szektornál mért drámai, akár -60%

feletti visszaesést, szemben a hagyományos szektor sokkal jobban tolerálható, -35% alatti értékeivel.

Ezen eredmények alapján a harmadik hipotézist el kell vetni mint általános érvényű állítást. Helyette a kutatás legfontosabb eredménye az, hogy a két szektor relatív teljesítménye erősen rezsimefüggő. Egyik szektor sem tekinthető univerzálisan jobbnak; a befektetési siker kulcsa a mindenkori makrogazdasági és geopolitikai környezet helyes felmérése.

7.3 GYAKORLATI KÖVETKEZTETÉSEK ÉS BEFEKTETÉSI STRATÉGIAI IMPLIKÁCIÓK

A kutatás empirikus eredményei, amelyek a hagyományos és alternatív/megújuló energiapiaci ETF-ek közötti komplex függőségi viszonyokat tárták fel, jelentős gyakorlati következtetésekkel bírnak mind az egyéni, mind az intézményi befektetők számára. **A megállapítások túlmutatnak a klasszikus portfólióelmélet statikus feltételezésein, és rávilágítanak a modern, dinamikus és kockázat-tudatos befektetési stratégiák szükségességére az energiaátmenet korában.** A két, fundamentálisan eltérő piaci rezsimeösszehasonlító elemzése bebizonyította, hogy nincsenek örök érvényű befektetési igazságok; a siker kulcsa a mindenkori piaci környezethez való stratégiai alkalmazkodás.

Az elemzés egyik legmarkánsabb eredménye a két szektor belső szerkezetének eltérő jellege, amelynek megértése a két periódus tükrében vált teljessé.

A hagyományos energia szektoron belül az ETF-ek között rendkívül magas, homogén korreláció és erős tail-függőség volt megfigyelhető mind a 2010-2020-as, mind a 2021-2025-ös időszakban. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy egy kizárólag hagyományos energia ETF-ekből álló portfólió valójában nem tekinthető jól diverzifikáltnak, mivel ez egy rezsimefüggetlen, strukturális jellemző. Az ilyen portfóliók tulajdonosai egyetlen, domináns szektor-specifikus kockázati tényezőnek vannak kitéve. A befektetési stratégia szempontjából ez azt implikálja, hogy a hagyományos energia szegmensre érdemes egyetlen, monolitikus eszközkategóriaként tekinteni, és a valódi kockázatcsökkentést a szektoron kívüli eszközök bevonásával kell keresni.

Ezzel szemben az alternatív/megújuló szektor belső szerkezete drámai változáson ment keresztül. Míg a 2010-2020-as időszakban a szektoron belüli korrelációk bár heterogénebbek, de jellemzően erősen pozitívak voltak, addig a 2021-2025-ös periódusban a szektor belsőleg

szétesett. A legfontosabb új megállapítás a TAN (napenergia) ETF teljes dekorrelálódása volt a tiszta energia piacának többi szereplőjétől (lásd 28. ábra), ahol a korreláció nullára csökkent. Ez azt jelenti, hogy a befektető számára a „megújuló szektor” már nem egyetlen, egységes befektetési téma. A válság-rezsim hatására az alágazatok (napenergia, intelligens hálózatok, stb.) eltérően reagáltak a makrogazdasági sokkokra, ami új, a szektoron belüli diverzifikációs és fedezeti lehetőségeket teremtett.

A dolgozat egyik központi kérdése a két szektor közötti diverzifikációs potenciál volt. Az eredmények egy árnyalt képet festettek: míg a feltétel nélküli korrelációk mérsékeltek, a mélyebb elemzés mindkét periódusra érvényes, tartós korlátokat tárt fel. *Az ADCC-GARCH modellekből származó, gyakran szignifikáns és pozitív aszimmetria-paraméter azt mutatta, hogy a közös negatív sokkok (piaci válságok) idején a két szegmens közötti korreláció hajlamos megerősödni.* Ezt a jelenséget a kopula-elemzés is alátámasztotta, amely szinte minden pár esetében alsó tail-függőséget jelzett mindkét vizsgált rezsimben. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a megújuló energia szektor nem működik tökéletes "biztonságos menedékként" (safe haven) a hagyományos energiapiacot érintő negatív sokkok ellen. Ez a tail-kockázat a két piac kapcsolatának egy robusztus, a piaci környezettől független, strukturális jellemzője. *A befektetési stratégia szintjén ez azt jelenti, hogy egy statikus, fix arányú portfólió-allokáció a két szegmens között sebezhető lehet a piaci stressz időszakában.*

Az eredmények egyértelműen a dinamikus portfóliókezelési stratégiák fölényét támasztják alá. A korrelációk magas perzisztenciája (magas $\Theta 2$ értékek) azt jelenti, hogy a függőségi rezsimek viszonylag tartósak, de a sokkok ($\Theta 1$ hatása) képesek ezeket megváltoztatni. A 2021-2025-ös időszak drámai teljesítmény-fordulattal bizonyította a statikus, múltbeli trendeket extrapoláló stratégiák kudarcát. Egy modern portfóliómenedzser számára ez azt jelenti, hogy az optimális súlyok meghatározásához nem elegendő a historikus átlagos korrelációkat használni. Ehelyett olyan, az ADCC-GARCH-hoz hasonló modellekből származó, időben változó és előrejelzett kovarianciamátrixokat kell az optimalizálási eljárások inputjaként használni. Az aszimmetria ($\Theta 3$) figyelembevétele pedig olyan stratégiák kidolgozását teszi lehetővé, amelyek expliciten kezelik a lefelé irányuló kockázatokat. A befektetői siker kulcsa nem csupán a dinamikus újraszűrés, hanem a piaci rezsimek felismerése és az azokhoz való stratégiai alkalmazkodás.

A portfólió-teljesítmény elemzése drámai módon igazolta a shortolási korlátok feloldásának hatékonyságát mindkét, egymással ellentétes piaci környezetben. Ez azt jelenti, hogy a

kifinomultabb befektetők számára a short pozíciók felvételének lehetősége jelentős többletértéket teremt, de a stratégiai szerepe a mindenkori piaci rezsimtől függ:

- A 2010-2020-as periódusban, amikor az alternatív szektor bikapiacon volt, a shortolás egy offenzív eszköz volt a hozammaximalizálásra. A modell a relatíve alulteljesítőnek ítélt eszközök (pl. TAN) shortolásával szabadított fel tőkét a felülteljesítők (pl. QCLN, EARTH) vásárlására, ezzel drámaian növelve a portfólió Sharpe-rátáját (7. táblázat).
- A 2021-2025-ös periódusban a shortolás szerepe átalakult. A nyertes, hagyományos szektorban továbbra is a hozamok növelését szolgálta (az OIH shortolásával). A veszteséges alternatív szektorban azonban egy kulcsfontosságú defenzív eszközzé vált a tőkevédelemre és a veszteségek mérséklésére. A leggyengébb láncszem (TAN) agresszív shortolásával a stratégia képes volt a portfólió katasztrofális, -29%-os Sharpe-rátáját egy sokkal tolerálhatóbb -4%-os szintre javítani (17. táblázat).

Ez a kettősség bizonyítja, hogy *a shortolás egy rendkívül adaptív és robusztus eszköz, amely bikapiacon a nyereséget maximalizálja, medvepiacon pedig a veszteséget minimalizálja.*

Összefoglalva, a dolgozat gyakorlati következtetése az, hogy a hagyományos és alternatív energiapiacok közötti diverzifikáció egy komplex, de rezsimfüggő stratégia. Sikere megköveteli a befektetőtől, hogy a statikus, lineáris korreláción alapuló gondolkodáson túllépjen. A függőségek időben változó, aszimmetrikus és a tail-szerkezetben megerősödő természetének megértése és modellezése elengedhetetlen a hatékony, modern és valóban kockázat-tudatos portfóliók kialakításához, amelyek képesek alkalmazkodni a piac változó karakteréhez.

7.4 SZAKPOLITIKAI KÖVETKEZTETÉSEK

A kutatás empirikus eredményei nem csupán a befektetők számára hordoznak tanulságokat, hanem releváns következtetésekkel szolgálnak az energiapolitikai döntéshozók, szabályozó szervek és a zöld átmenetet felügyelő intézmények számára is. A két energiaszektor közötti komplex függőségi viszonyok megértése kulcsfontosságú a stabil, biztonságos és hatékony energiaátmenet menedzseléséhez. A két, fundamentálisan eltérő piaci rezsim összehasonlító elemzése egyértelművé tette, hogy *a szakpolitikáknak nem elegendő egyetlen, optimista forgatókönyvre készülniük; robusztusnak és adaptívnak kell lenniük, hogy a válságokkal terhelt időszakok kihívásait is kezelni tudják.*

Az elemzés egyik legfontosabb tanulsága, amelyet a 2021-2025-ös időszak eseményei drámaian igazoltak, hogy *a hagyományos és a megújuló energia szektorok pénzügyi piaci nincsenek elszigetelve egymástól*. Az ADCC-GARCH modellek által kimutatott, negatív sokkok hatására megerősödő korreláció, valamint a kopulák által jelzett szignifikáns alsó tail-függőség azt bizonyítja, hogy egy, a fosszilis energiapiacot érintő válság (pl. egy hirtelen olajár-sokk vagy egy geopolitikai konfliktus okozta gázárrobbanás) pénzügyi és bizalmi csatornákon keresztül könnyen átgyűrűzhet a megújuló szektorba is, és fordítva.

A szakpolitikai döntéshozók számára ez azt jelenti, hogy az energiabiztonságot nem lehet csupán a megújuló kapacitások telepítésével garantálni; a teljes energiarendszer stabilitását integráltan kell kezelni. A szabályozóknak monitorozniuk kell ezt a szektorok közötti rendszerszintű kockázatot, mivel a két piac közötti szorosabb kapcsolat válsághelyzetben csökkentheti a gazdaság rezilienciáját. A 2022-es energiaválság megmutatta, hogy az energia-trilemma (ellátásbiztonság, megfizethetőség, fenntarthatóság) mindhárom lábának egyszerre kell stabilnak lennie. Ha az ellátásbiztonság és a megfizethetőség veszélybe kerül, az a fenntarthatósági beruházásokat finanszírozó tőkepiacokat is destabilizálhatja.

A kutatás eredményei árnyalják továbbá, a szabályozói környezet szerepéről alkotott képet. Míg a 2010-2020-as időszakban az alternatív/megújuló energia szektor befektetési szempontból felülteljesítette a hagyományos szektort, addig a 2021-2025-ös periódusban súlyosan alulteljesített, megmutatva a szektor sérülékenységét a megváltozott makrogazdasági környezettel (emelkedő kamatok, infláció) szemben. Ez a siker és kudarc nem kizárólag a technológiai fejlődésnek, hanem nagymértékben a támogató vagy éppen hiányzó szakpolitikáknak is köszönhető. Az eredmények empirikus bizonyítékot szolgáltatnak arra, hogy egy stabil, hosszú távú és kiszámítható szabályozói és támogatási környezet képes bevonni a zöld átálláshoz szükséges magántőkét, azonban a szakpolitikának a kockázatok kezelésére is fókuszálnia kell.

Ennek megfelelően a "stop-go" politikák vagy a szabályozói bizonytalanság alááshatja a befektetői bizalmat. *A szakpolitikai következtetés tehát nem csupán a konzisztens, hosszú távú elköteleződés fontossága, hanem az adaptivitásé is.* A szabályozóknak olyan mechanizmusokat (pl. hosszú távú áramvásárlási megállapodások – PPA-k, különbözeten alapuló szerződések – CfD-k) kell ösztönözniük, amelyek védik a megújuló beruházásokat a kamatkörnyezet és az energiaárak extrém volatilitásától. Továbbá, a kutatás által feltárt, a megújuló szektoron belüli belső törés (a napenergia-szektor dekkorrelálódása) arra hívja fel a figyelmet, hogy a "one-size-

fits-all" típusú zöld támogatási politikák nem hatékonyak. A döntéshozóknak különbséget kell tenniük az érett, infrastruktúra-jellegű (pl. hálózatfejlesztés) és a növekedési fázisban lévő, kockázatosabb technológiák (pl. napenergia, hidrogén) között, és célzott, az adott alágazat sajátosságaira szabott ösztönzőket kell alkalmazniuk.

Bár a kutatás a megújuló szektor befektetési fölényét igazolta az első évtizedben, a második periódus a hagyományos energia szektor diadalát hozta, ami aláhúzza a fosszilis energiahordozók, különösen a földgáz, megkerülhetetlen szerepét az átmeneti időszakban. A fosszilis alapú termelés biztosítja a megújulók időjárásfüggő termelésének kiegyenlítéséhez szükséges rugalmasságot és szabályozó kapacitást, amíg az energiatárolási technológiák nem válnak széles körben, gazdaságosan elérhetővé.

Azok a szakpolitikák, amelyek a fosszilis energiahordozók túlságosan gyors vagy átgondolatlan kivezetését célozzák, az ellátásbiztonság veszélyeztetésével és extrém árvolatilitással járhatnak, ahogy azt a 2022-es európai energiaválság is megmutatta. A politikai döntéshozóknak ezért egy pragmatikus, a realitásokat figyelembe vevő ütemtervet kell követniük. Ez a pragmatizmus a második periódus tanulságai alapján már nem csupán a földgáz "híd-szerepének" elismerését jelenti, hanem egy aktív ellátásbiztonsági politika szükségességét is. A szakpolitikáknak biztosítaniuk kell a megfelelő beruházási környezetet a meglévő, az átmenethez szükséges gázinfrastruktúra fenntartásához és a beszállítói útvonalak (pl. LNG-terminálok) diverzifikálásához. Az energiaátmenet csak akkor lehet sikeres, ha a folyamat során a politikai döntéshozók képesek stratégiai módon menedzselni a hagyományos energiaszektor fokozatos leépítését anélkül, hogy az ellátásbiztonsági válságot és a gazdasági stabilitás megingását kockáztatnák. A politikai döntéshozóknak ezért egy pragmatikus, a realitásokat figyelembe vevő ütemtervet kell követniük, amely elismeri a földgáz "híd-szerepét", miközben párhuzamosan ösztönzi az energiatárolási és hálózatfejlesztési innovációkat.

A 2021-2025-ös időszak eredményei azonban arra is rávilágítanak, hogy *a szakpolitikának a kőolaj szerepét is stratégiai szinten kell kezelnie.* A kutatás által kimutatott elsöprő felülteljesítmény a hagyományos energia szektorban (17. táblázat) azt üzeni a döntéshozóknak, hogy *a globális kőolaj-kereslet, különösen a feltörekvő gazdaságok energiaéhsége miatt, középtávon robusztus marad. Azok a szakpolitikák, amelyek a kőolajjal kapcsolatos beruházások (upstream) elriasztására fókuszálnak anélkül, hogy a keresleti oldalt hatékonyan kezelnék, kínálati szűkülethez és extrém árvolatilitáshoz vezethetnek.* Ez nemcsak az ellátásbiztonságot veszélyezteti, hanem a magas energiaárakon keresztül az inflációt is fűti, ami

– ahogy a 2022 utáni időszak megmutatta – a jegybankokat a kamatok emelésére kényszeríti. Ez a magasabb kamatkörnyezet pedig különösen mérgező a tőkeigényes, hosszú megtérülésű zöld beruházások számára, ahogy azt az alternatív szektor portfólióinak drámai, -45% és -64% közötti Maximális Visszaesése (MDD) is bizonyította.

Ebből adódóan a zöld átmenet sikere paradox módon a hagyományos energiapiacok stabilitásán is múlik. A szakpolitikáknak egyensúlyt kell találniuk a fosszilis beruházások hosszú távú leépítése és a rövid távú ellátásbiztonsághoz szükséges kapacitások fenntartása között. Az olyan, egymással versengő iparpolitikai modellek, mint az Európai Unió Zöld Megállapodása és az amerikai Inflációcsökkentési Törvény (IRA), eltérő választ adnak erre a kihívásra. Míg az EU elsősorban a karbon beárazásával és szabályozással igyekszik a piacot a zöld technológiák felé terelni, addig az IRA közvetlenül a zöld beruházások kockázatát csökkenti adókedvezményekkel. A kutatás eredményei – különösen az alternatív szektor 2021 utáni mélyrepülése – arra utalnak, hogy egy volatilis, magas kamatkörnyezetben az amerikai, a beruházói kockázatokat közvetlenül mérséklő modell hatékonyabb lehet a magántőke bevonására.

Végül, a szakpolitikai következtetések nem hagyhatják figyelmen kívül az iparpolitika kettős szerepét. A zöld technológiai ellátási láncok (napelemek, akkumulátorok) domináns szereplői egy új típusú, technológiai és nyersanyag-függőségi kockázatot teremtenek. A kutatás által feltárt, a TAN (napenergia) ETF 2021 utáni drámai dekorrelálódása és alulteljesítése részben ezen ellátási láncok feszültségeivel és a gyártók által diktált árazási nyomással is magyarázható. A szakpolitikáknak tehát egy globális sakkjárában kell gondolkodniuk, ahol a hazai zöld beruházások ösztönzése mellett a stratégiai ellátási láncok diverzifikálása és a globális energiakereslet realitásainak kezelése egyaránt a stabilitás kulcsa.

7.5 A KUTATÁS TUDOMÁNYOS HOZZÁJÁRULÁSA

A jelen értekezés több, egymást erősítő ponton is hozzájárul a meglévő energiapiaci és pénzügyi szakirodalomhoz, mind módszertani, mind empirikus, mind pedig gyakorlati-koncepcionális szempontból. A hozzájárulás nem csupán a meglévő tudásanyag kiterjesztésében, hanem annak mélyebb, a piaci rezsimek változásaira is reflektáló árnyalásában rejlik.

A dolgozat egyik legfőbb erőssége a módszertani szintézis. Míg a korábbi, a szakirodalmi áttekintésben is tárgyalt kutatások gyakran vagy a dinamikus korrelációk modellezésére (pl. DCC-GARCH modellekkel), vagy a statikus, de a teljes függőségi eloszlást leíró kopulákra

fókuszáltak, ez a kutatás a két megközelítést kombináltan és egymást kiegészítve alkalmazta. Ez a szintézis azért bír tudományos újdonságtartalommal, mert a két módszer a kockázat eltérő, de egyaránt kritikus dimenzióit ragadja meg. *Az ADCC-GARCH modellekkel feltárta a korrelációk időbeli változékonyságát és aszimmetrikus sokk-reakcióit, míg a kopula-elemzéssel betekintést nyújtott a nem-lineáris tail-függőségek feltétel nélküli szerkezetébe.*

Konkréten, a dolgozat összekapcsolta a dinamikus aszimmetriát mérő Θ_3 paramétert a statikus, de a szélsőségeket megragadó Clayton- és Gumbel-kopulák θ paramétereivel. Ezáltal a kutatás nemcsak azt mutatta meg, hogy a korrelációk a negatív sokkokra erősebben reagálnak, hanem azt is, hogy ez a jelenség egy mélyebb, a hozamok eloszlásának szélein (tail) is fennálló strukturális függőségből ered. Ez a kettős megközelítés egy holisztikusabb, árnyaltabb képet ad a kockázatokról, mint bármelyik módszer önmagában. A két, fundamentálisan eltérő piaci rezsimre való következetes alkalmazása révén pedig a módszertani keretrendszer robusztusságát és időbeli stabilitását is tesztelte, bizonyítva, hogy a tail-függőség és a dinamikus korrelációk együttes vizsgálata minden piaci környezetben elengedhetetlen a pontos kockázati diagnózishoz.

A kutatás legfontosabb empirikus hozzájárulása a két energiapiaci szektor kapcsolatrendszerének komparatív, rezsimfüggő elemzése. Míg sok korábbi tanulmány egyetlen, folytonos időszakra fókuszált, ez a munka két, élesen elkülönülő periódust (egy „békeidőszakot” és egy „válság-rezsimet”) vetett össze, bemutatva, hogy a szektorok közötti erőviszonyok és belső dinamikák nem statikusak, hanem a makrogazdasági környezet hatására fundamentálisan átalakulhatnak. Ez a komparatív megközelítés konkrét, új tudományos eredményekhez vezetett.

A dolgozat empirikusan dokumentálta a két szektor közötti erőviszonyok teljes, 180 fokos fordulását. A kutatás számszerűsítette a teljesítmény drámai átalakulását: az alternatív szektor mean-variancia portfóliójának +56,58%-os Sharpe-rátája (7. táblázat) a második periódusra -4,13%-ra zuhant, miközben a hagyományos portfólióé -0,69%-ról +80,68%-ra emelkedett (17. táblázat). Ez az eredmény megkérdőjelezi a fenntartható pénzügyi szakirodalom egy részében feltételezett, állandó „zöld prémium” létét, és helyette egy ciklikus, a makrogazdasági környezettől (különösen a kamatszinttől) erősen függő prémium koncepcióját támasztja alá.

A kutatás ugyanakkor feltárta a megújuló energia szektor belső szerkezetének szétesését a válságos időszakban. Míg a hagyományos szektor belső korrelációi mindkét rezsimben stabilan

0,9 felett maradtak, addig a megújuló szektoron belül a TAN (napenergia) ETF korrelációja a többi tiszta energia alappal (pl. QCLN, GRID) nullára, sőt enyhén negatív tartományba esett vissza (lásd 28. ábra). Ez az empirikus eredmény megkérdőjelezi a „megújuló szektor” mint homogén befektetési kategória érvényességét, és rávilágít, hogy a különböző zöld technológiák eltérő kockázati profillal és piaci hajtóerőkkel rendelkeznek.

A dolgozat továbbá bemutatta a modern portfólióstratégiák, különösen a shortolás adaptív természetét. Empirikusan igazolta, hogy a shortolás szerepe a piaci rezsimtől függően változik: a 2010-2020-as bikapiacon a hozammaximalizálás offenzív eszköze volt, míg a 2021-2025-ös medvepiacon a veszteségmérés és a tőkevédelem defenzív eszközévé vált. Ez a megállapítás egy új, a piaci környezethez igazodó stratégiai dimenziót ad a kockázatkezelés szakirodalmához.

A kutatás túllép a modellek pusztá bemutatásán, és a kapott eredményeket közvetlenül a diverzifikáció gyakorlati problémájára vonatkoztatja. Azzal, hogy expliciten modellezi és számszerűsíti a tail-függőséget és az aszimmetrikus korrelációkat, a dolgozat empirikusan is megerősíti a "correlation breakdown" jelenségét az energiapiacok kontextusában, és bizonyítja annak rezsimfüggetlen, strukturális jellegét. Ahelyett, hogy a diverzifikációt egy egyszerű "igen/nem" kérdésként kezelné, a kutatás arra a sokkal árnyaltabb kérdésre ad választ, hogy "mikor és miért működik a diverzifikáció, és mikor vall kudarcot?".

A két periódus összehasonlításával a dolgozat bemutatja, hogy *a diverzifikáció hatékonysága és az optimális portfólió-összetétel alapvetően a mindenkori piaci rezsim függvénye.* Tudományos hozzájárulásként a kutatás egy kvantitatív keretrendszert nyújt a rezsimfüggő kockázatkezeléshez. Ez a nézőpont egy kifinomultabb kockázatkezelési gondolkodásmódot tükröz, és közvetlen, gyakorlati tanulságokkal szolgál a portfóliómenedzserek számára, megmutatva a statikus, átlagokon alapuló befektetési stratégiák korlátait a dinamikusan változó piacokon. Ezzel a kutatás hozzájárul a hatékony piacok elméletének kritikájához, empirikusan is alátámasztva, hogy a pénzügyi piacok viselkedése nem írható le egyetlen, állandó modellel, hanem a piaci szereplők viselkedése és a külső sokkok hatására a piaci struktúrák maguk is átalakulhatnak.

A kutatás szakirodalmi hozzájárulása abban is megmutatkozik, hogy *a dolgozat empirikus eredményei új kontextusba helyezik és tovább árnyalják a dinamikus korrelációkkal és a volatilitás-átgyűrűzéssel foglalkozó korábbi tanulmányok (pl. Sadorsky, 2012; Reboredo et al.,*

2017) megállapításait. Míg ezen úttörő munkák elsősorban a két energiaszektor közötti kapcsolat létezését és időbeli változékonyságát igazolták, a jelen kutatás a két, merőben eltérő piaci rezsim összehasonlításával bizonyította, hogy e kapcsolatok természete nem csupán dinamikus, hanem alapvetően rezsimfüggő. A dolgozat rámutat, hogy *a két szektor közötti korrelációt és relatív teljesítményt nem egyetlen, állandó mechanizmus vezérli, hanem a mindenkori makrogazdasági környezet.* A 2010-2020-as időszakban, az alacsony kamatok és a stabil gazdasági növekedés korában, az alternatív szektor egyértelműen felülteljesített, ami a technológiai optimizmus és a „zöld prémium” jelenlétére utalt. Ezzel szemben a 2021-2025-ös, magas inflációval és geopolitikai feszültségekkel terhelt periódusban a hagyományos energiaszektor vált a befektetők menedékévé, bizonyítva, hogy egy válságos időszakban az ellátásbiztonság és a stabil cash-flow felülírja a hosszú távú dekarbonizációs narratívát. Ez a megállapítás egy fontos új réteget ad a szakirodalomhoz: *a két szektor közötti kapcsolatrendszer nem lineárisan fejlődik az energiaátmenet mentén, hanem ciklikus, a mindenkori gazdasági rezsim által diktált mintázatokat mutat.*

Ezen túlmenően, a kutatás hozzájárul a modern portfólióelmélet (Markowitz, 1952) és a kibővített teljesítménymérési mutatók (Sortino és van der Meer, 1991; Dowd, 2002) gyakorlati alkalmazásának szakirodalmához is. A dolgozat a két periódus összehasonlító elemzésével egyfajta "stressz-tesztnek" vetette alá a klasszikus optimalizációs stratégiákat. Az eredmények empirikusan igazolják, hogy a statikus, egyetlen időszakra optimalizált portfóliók a következő piaci rezsimben katasztrofálisan alulteljesíthetnek. A 2010-2020-as adatok alapján optimálisnak tűnő, alternatív energiát túlsúlyozó portfólió a 2021 utáni időszakban drámai veszteségeket szenvedett volna el. Ez a megállapítás a gyakorlatban demonstrálja a Markowitz-féle elmélet egyik legfőbb kihívását: a modell inputjai (várható hozamok, kovarianciák) nem stabilak. A kutatás tudományos hozzájárulása itt az, hogy nem csupán elméletben ismétli el ezt a kritikát, hanem két valós, egymást követő periódus adataival, konkrét, számszerűsített portfólió-teljesítményekkel (lásd a Sharpe-, Sortino-ráták és az MDD drámai változását a 7. és 17. táblázatokban) bizonyítja a statikus megközelítés veszélyeit. Ezzel a kutatás erős érvet szolgáltat a dinamikus, a piaci rezsimnek változását is figyelembe vevő, adaptív portfóliókezelési modellek szükségessége mellett.

Végül, *a dolgozat az energiaátmenettel foglalkozó szélesebb szakirodalmi párbeszédhez is csatlakozik, egyedi, pénzügyi piaci perspektívát kínálva.* Míg a szakirodalom jelentős része az energiaátmenetet technológiai, politikai vagy társadalmi szempontból vizsgálja, ez a kutatás az

átmenet pénzügyi "pulzusát" méri a befektetői viselkedésen és az eszközarázáson keresztül. A két szektor relatív teljesítményének drámai fordulata a befektetői fókusz átalakulását tükrözi: a hosszú távú, de bizonytalan növekedési potenciáltól (zöld átmenet) a rövid távú, de biztosnak tűnő cash-flow és ellátásbiztonság (hagyományos energia) felé. Ez a megfigyelés a pénzügyi piacok nyelvén fogalmazza meg az energiaátmenet "stop-go" természetét, amelyet más tudományterületek is leírtak. Azáltal, hogy a kutatás a befektetői döntéseket és azok eredményeit helyezi a középpontba, egyfajta valós idejű, piaci alapú visszajelzést ad az energiaátmenet folyamatáról, annak pénzügyi fenntarthatóságáról és a befektetők által érzékelt kockázatokról, ami új és értékes szempontokkal gazdagíthatja az interdiszciplináris párbeszédet.

7.6 A KUTATÁS KORLÁTAI

Bár a jelen értekezés átfogó elemzést nyújtott a hagyományos és alternatív/megújuló energiapiaci ETF-ek közötti függőségi viszonyokról és portfólió-diverzifikációs lehetőségekről, a kutatás érvényességét és eredményeinek általánosíthatóságát bizonyos tényezők korlátozzák. E korlátok tudatosítása nem csupán a tudományos precizitás követelménye, hanem egyúttal a jövőbeli kutatások számára is irányt mutat. A korlátok három fő csoportba sorolhatók: az adatokra és a vizsgált időszakokra vonatkozó korlátok, módszertani megkötések, valamint a portfólió-optimalizálási eljárás egyszerűsítései.

1. Adatbázis és Vizsgálati Időszak Korlátai

A kutatás tíz, az egyes szektorokat reprezentáló ETF napi hozamadatait vizsgálta két, fundamentálisan eltérő periódusban: a 2010-2020 közötti „békeidőszakban” és a 2021-2025 közötti „válság-rezsimben”. Bár ez a megközelítés lehetővé tette a rezsimváltások hatásának mélyreható elemzését, és a két időtáv összesen több mint 15 évet és közel 4000 megfigyelést ölel fel, az eredmények értelmezésekor figyelembe kell venni a vizsgált periódusok specifikus, historikus jellegét. A kutatás következtetései, különösen a két szektor relatív teljesítményének drámai megfordulásáról, szorosan kötődnek az adott időszakokat fémjelző eseményekhez (pl. alacsony kamatkörnyezet vs. inflációs sokk). Egy jövőbeli, harmadik típusú piaci rezsim (pl. egy elhúzódó stagflációs környezet) potenciálisan ismét másfajta korrelációs dinamikákat és befektetői magatartást eredményezhet, amelyek vizsgálata a jövőbeli kutatások tárgya lehet.

Továbbá, a vizsgált tíz ETF bár a legreprezentatívabbak közé tartozik a saját kategóriájában, a következtetések nem feltétlenül általánosíthatók az energiapiac összes befektetési termékére.

Az elemzés nem terjedt ki az egyes vállalatok részvényeire, a nem tőzsdén jegyzett zöld infrastrukturális projektekre, vagy a feltörekvő, új technológiákat (pl. hidrogén, szén-dioxid-leválasztás) képviselő, rövidebb adatsorral rendelkező, speciális ETF-ekre. Az alternatív energia szektor univerzumának gyors bővülése miatt ezen új eszközök bevonása a jövőben tovább árnyalhatja a szektor belső heterogenitásáról alkotott képet.

2. Módszertani Korlátok

Az alkalmazott ökonometriai modellek összetettsége és a szoftveres korlátok szintén behatárolták az elemzés mélységét.

Az ADCC-GARCH modellek becslése során, a stabil konvergencia biztosítása érdekében, a feltételes átlag-egyenlet egy egyszerűsített, csupán egy konstans tartalmazó formában került meghatározásra. Bár ez a megközelítés a korrelációs dinamikára helyezi a fókuszot, egy komplexebb, például VAR (Vektor Autoregresszív) komponenst is tartalmazó átlag-egyenlet még pontosabb képet adhatott volna a hozamok előrejelezhetőségéről, ami különösen a mean-variancia portfólió-optimalizálásnál lett volna releváns. Azonban, ahogy a módszertani fejezet részletesen indokolja, a napi gyakoriságú hozamok alacsony előrejelezhetősége és a numerikus stabilitás fenntartásának szükségessége miatt a parszímónia elve alapján ez az egyszerűsítés tudatos és indokolt módszertani döntés volt.

Egy másik módszertani korlát, hogy a vizsgált ETF-párok egy részénél – különösen a 2021-2025-ös, volatilisabb periódusban – az ADCC-GARCH modell becslése numerikus nehézségekbe ütközött és nem konvergált. Ez leginkább a TAN (napenergia) ETF-et érintő pároknál volt megfigyelhető, ami arra utal, hogy ennek az alszektornak a szélsőséges volatilitása és egyedi dinamikája kihívást jelent a standard GARCH-típusú modellek számára. Bár ezen párok statikus korrelációja informatív, a dinamikus viselkedésük modellezése más, potenciálisan robusztusabb becslési technikákat igényelne.

Végül, a kiegészítő kopula-elemzés során a Clayton- és Gumbel-kopulák paramétereit a Kendall-féle tau-ból kerültek származtatásra. Bár ez egy elterjedt és robusztus módszer, elméletileg lehetséges, hogy a számításigényesebb maximum likelihood becslések némileg eltérő, statisztikailag hatékonyabb eredményt adtak volna. Ezen túlmenően a technikai nehézségek miatt a szimmetrikus tail-függőséget modellező Student-t kopula elemzése végül kimaradt a vizsgálatból. A kutatás továbbá nem terjedt ki a rezsimváltó (regime-switching)

kopula modellekre, amelyek képesek lennének expliciten modellezni a függőségi szerkezet hirtelen, strukturális változásait a két periódus között.

3. A Portfólió-optimalizálás Korlátai

A dolgozatban bemutatott portfólióteljesítmény-elemzés, bár értékes betekintést nyújtott, bizonyos egyszerűsítéseken alapul. A bemutatott stratégiák (minimum-variancia és mean-variancia) a teljes vizsgált időszakra vonatkozó, feltétel nélküli (átlagos) kovarianciamátrixon alapultak. Bár az eredmények értelmezésénél figyelembe vettük az ADCC-GARCH modellek tanulságait, a kutatás nem valósított meg egy teljesen dinamikus, időben változó portfólió-újrásúlyozást. Egy ilyen dinamikus stratégia valószínűleg tovább javítaná a portfóliók kockázatkezelési hatékonyságát, de annak implementálása jelentősen összetettebb feladat, amely a jövőbeli kutatások egyik legfontosabb irányát jelöli ki.

A választott, egyszerűsített megközelítés azonban tudatos döntés volt, amely az eredmények jobb értelmezhetőségét szolgálta. Míg a dinamikus stratégia több ezer, naponta változó súlyvektort eredményezett volna, addig a jelenlegi módszer egyetlen, könnyen interpretálható optimális súlyozást ad minden egyes stratégiára (lásd 7-9. és 17-19. táblázatok), ami sokkal világosabban mutatja be a két szektor közötti alapvető allokációs különbségeket az egyes rezsimekben.

Végül, a portfólió-szimulációk eredményeinek értékelésekor fontos hangsúlyozni, hogy az elemzés – a legtöbb hasonló akadémiai kutatáshoz hasonlóan – nem vette figyelembe a tranzakciós költségeket. A valóságban a portfólió-súlyok minden egyes módosítása költségekkel jár. Ezek a költségek csökkentenék a bemutatott stratégiák nettó teljesítményét, különösen azokét, amelyek short pozíciókat is tartalmaznak. Bár valószínűtlen, hogy a tranzakciós költségek figyelembevétele megváltoztatná a kutatás fő következtetését – nevezetesen a két szektor relatív teljesítményének drámai, rezsimfüggő megfordulását –, a pontos mértékük meghatározása egy fontos jövőbeli kutatási irányt jelöl ki.

E korlátok elismerése nem csökkenti a kutatás eredményeinek érvényességét, hanem kijelöli azok határait, és megerősíti, hogy az energiapiacok közötti diverzifikáció egy összetett, folyamatos kutatást és a modellek állandó finomítását igénylő terület.

7.7 JÖVŐBELI KUTATÁSI IRÁNYOK

A jelen kutatás eredményei és az elemzés során felismert módszertani korlátok számos további, izgalmas kutatási irányt jelölnek ki. Az alábbiakban felvázolt lehetséges továbbfejlesztések hozzájárulhatnak az energiapiaci ETF-ek közötti függőségi viszonyok még mélyebb megértéséhez és a portfóliókezelési stratégiák további finomításához az energiapiacok komplex és dinamikusan változó világában. A kutatás által feltárt rezsimmfüggő befektetői magatartás és a szektorok belső szerkezetének átalakulása különösen termékeny talajt biztosít a jövőbeli vizsgálatok számára.

1. Teljesen Dinamikus, Rezsimmfüggő Portfólióoptimalizálás

A kutatás egyik legfontosabb továbblépési lehetősége a portfólió-optimalizálás valódi dinamikussá tétele. Míg a jelen elemzés a teljes időszakra vonatkozó, átlagos kovarianciákkal dolgozott, egy jövőbeli kutatás közvetlenül felhasználhatná az ADCC-GARCH modellekből származó, minden egyes újraallokálási periódusra (pl. naponta vagy hetente) előrejelzett feltételes kovarianciamátrixokat. Ez a megközelítés lehetővé tenné a portfóliósúlyok folyamatos, a legfrissebb piaci várakozásokhoz igazodó alakítását. Egy ilyen, rekurzív becslésen alapuló "out-of-sample" szimulációval tesztelhetővé válna, hogy a dinamikus súlyozás a gyakorlatban, tranzakciós költségeket is figyelembe véve, képes-e felülteljesíteni a statikusabb modelleket. Különösen érdekes lenne megvizsgálni, hogy egy ilyen dinamikus stratégia képes lett volna-e időben reagálni a 2020 és 2021 fordulóján bekövetkezett rezsimmváltásra, és proaktívan csökkenteni az alternatív szektor súlyát, illetve növelni a hagyományos szektorét, ezzel mérsékelve a későbbi veszteségeket és maximalizálva a nyereséget.

2. A Feltételes Átlagok Komplexebb Modellezése és a Makrogazdasági Tényezők

A jelenlegi kutatás a korrelációs dinamikára fókuszált. A jövőben azonban érdemes lehet a feltételes átlagokat, azaz a várható hozamokat is részletesebben modellezni. Például egy Vektor Autoregresszív (VAR) modell beillesztése az átlag-egyenletbe feltárhatná az ETF-ek hozamai közötti esetleges előrejelző kapcsolatokat. Ennél is fontosabb lenne a modell kiterjesztése külső, makrogazdasági változókkal (GARCH-X modellek). Olyan tényezők bevonása, mint a kamatlábak változása, az inflációs várakozások, az olajár, vagy akár egy gazdaságpolitikai bizonytalansági index, számszerűsíthetővé tenné, hogy pontosan milyen mechanizmusok mozgatják a két szektor relatív teljesítményét. Egy ilyen modell választ adhatna arra a kérdésre,

hogy a megújuló szektor 2021 utáni alulteljesítése mennyiben volt a kamatemelések, és mennyiben más tényezők következménye, ami a jövőbeli rezsiváltások előrejelzését is segíthetné.

3. Az Aszimmetria és a Rezsiváltások Explicit Modellezése

A jelen kutatás egyik legfontosabb eredménye, hogy a két periódus összehasonlító elemzésével expliciten azonosított két, fundamentálisan eltérő piaci „rezsime” (egy stabil „békeidőszakot” és egy volatilis „válság-rezsime”). A jövőbeli kutatások építhetnek erre az eredményre olyan, a szakirodalomban is ismert Markov-rezsiváltó (Markov Switching) GARCH modellek kidolgozásával (lásd Hamilton, 1989; Gray, 1996; Hamilton & Susmel, 1994). Ezek a modellek pontosan arra a felismerésre épülnek, hogy a pénzügyi idősorok viselkedése nem egyetlen, homogén folyamattal írható le, hanem diszkrét, nem megfigyelhető állapotok vagy "rezsimek" (pl. alacsony és magas volatilitású periódusok) között váltakozik. A modell lényege, hogy az átmenet valószínűsége egy Markov-lánc szerint alakul, és az egyes rezsimeken belül a volatilitás egy-egy külön GARCH-folyamat szerint viselkedik. Egy ilyen modell alkalmazása lehetővé tenné a dolgozatban exogén módon, historikus események alapján szétválasztott periódusok endogén, statisztikai alapú azonosítását. A modell a múltbeli adatok alapján határozná meg a rezsiváltások valószínűségét, ami egy sokkal kifinomultabb kockázatkezelési eszközt adna a befektetők kezébe, mivel valós idejű jelzést adhatna a piaci környezet megváltozásáról. Ezzel a megközelítéssel a kockázatkezelés a stratégia szerves részévé válna, ahelyett, hogy csupán az optimalizálás inputjaként kezelné a kovarianciákat.

4. További Eszközosztályok Bevonása és a "Safe Haven" Hipotézis Tesztelése

A kutatás jelenleg az energiapiaci ETF-ek univerzumán belül maradt. A diverzifikációs lehetőségek teljesebb megértéséhez elengedhetetlen lenne a vizsgálat kiterjesztése más eszközosztályok bevonásával. Érdeemes lenne megvizsgálni, hogyan viselkednek az energia ETF-ek egy olyan portfólióban, amely államkötvényeket, vállalati kötvényeket, más nyersanyagokat (pl. aranyat) vagy akár új típusú eszközöket (pl. kriptovalutákat) is tartalmaz. A 2021-2025-ös periódus eredményei, ahol az alternatív szektor a piaci esésekkel párhuzamosan szintén gyengén teljesített, különösen aktuálissá teszik a "safe haven" (biztonságos menedék) hipotézis formális tesztelését. Egy kiterjesztett modell pontosan meg tudná válaszolni, hogy a megújuló energia szektor képes-e menedékként szolgálni egy általános

részvénypiaci esés során, vagy a rendszerszintű kockázatok minden kockázatos eszközosztályra kiterjednek.

5. A Megújuló Szektor Belső Dinamikájának Mélyebb Elemzése

A kutatás egyik legizgalmasabb új eredménye a megújuló szektor belső szerkezetének felbomlása volt a második periódusban, ahol a TAN (napenergia) ETF dekorrelálódott a többi alaptól. Ez a jelenség önmagában is egy teljes kutatási irányt jelöl ki. A jövőben érdemes lenne ezt a dekorrelációt mélyebben vizsgálni: milyen fundamentális tényezők (pl. ellátási lánc problémák, kamatérzékenység, kínai gyártók árpolitikája) okozták? Ez a jelenség átmeneti vagy tartós? Egy többváltozós regressziós modell segítségével feltárható lenne, hogy a napenergia szektor hozamait milyen egyedi faktorok mozgatják a tiszta energia piacának többi szegmenséhez képest. Az eredmények segíthetnének a befektetőknek a megújuló szektoron belüli, sokkal kifinomultabb allokációs döntések meghozatalában.

6. A Kutatás Kiterjesztése Globális és Regionális Szintre

A jelen dolgozat amerikai tőzsdén jegyzett, de gyakran globális kitettséggű ETF-ekre fókuszált. A jövőben rendkívül értékes lenne egy regionális összehasonlító elemzés elvégzése. Érdekes lenne megvizsgálni, hogy az európai, illetve az ázsiai (pl. kínai) tőzsdéken jegyzett hagyományos és megújuló energia ETF-ek hasonló mintázatokat mutatnak-e. Egy ilyen kutatás választ adhatna arra, hogy a dolgozatban azonosított rezsimváltás egy globális jelenség volt-e, vagy az egyes régiók eltérően reagáltak a sokkokra. Ez különösen releváns az eltérő iparpolitikák (EU Zöld Megállapodás vs. USA Inflációcsökkentési Törvény) hatásának felmérése szempontjából, és segítené megérteni, hogy a szabályozói környezet hogyan formálja a pénzügyi piacok viselkedését az energiaátmenet során.

7.8 VÉGSŐ KONKLÚZIÓ

A jelen értekezés abból a központi kutatási kérdésből indult ki, hogy a globális energiaátmenet korában miként alakul a hagyományos és az alternatív/megújuló energiapiacok közötti kapcsolatrendszer, és milyen valós portfólió-diverzifikációs lehetőségeket kínál e két, látszólag ellentétes pólust képviselő szektor. A kutatás egy komplex, több pilléren nyugvó ökonometriai keretrendszerben kereste a választ, amely túllépett a klasszikus, statikus modellek korlátain, hogy feltárja a piacok mélyebb, dinamikus és nem-lineáris természetét. Az eredmények egy

olyan, a piaci rezsimek változásaira rendkívül érzékeny, összetett képet festettek, amely alapjaiban kérdőjelezi meg az energiaátmenetről és a zöld befektetésekről alkotott leegyszerűsített narratívákat.

A dolgozat legfontosabb és legmesszebbre mutató következtetése a két szektor relatív teljesítményének és kockázati profiljának mély, strukturális rezsimefüggősége. A két, fundamentálisan eltérő periódus összehasonlító elemzése egyértelműen bebizonyította, hogy a "békeidőszak" (2010-2020) és a "válság-rezsime" (2021-2025) két külön világot képvisel a befektetők számára. Az első évtizedben, az alacsony kamatok és a zöld technológiák iránti optimizmus korában, az alternatív/megújuló szektor egyértelműen felülteljesítette a stagnáló hagyományos piacot, megerősítve a "zöld prémium" létezésébe vetett hitet. Ezzel szemben a 2021 utáni, geopolitikai sokkokkal és inflációs nyomással terhelt időszakban az erőviszonyok drámaian megfordultak: a hagyományos energiaszektor, mint az ellátásbiztonság és a stabil cash-flow megtestesítője, rendkívüli hozamokat produkált, miközben a korábban szárnyaló megújuló szektor a megemelkedett kamatok és a befektetői kockázatkerülés áldozatává vált. Ez a 180 fokos fordulat a dolgozat központi empirikus eredménye, amely bizonyítja, hogy az energiaátmenet pénzügyi leképeződése nem egy lineáris, egyirányú utca, hanem egy ciklikus, a mindenkor makrogazdasági és geopolitikai környezet által diktált, hullámzó folyamat.

A teljesítmény felszíne alatt a kutatás a kockázatok mélyebb, tartósabb szerkezetét is feltárta. Az eredmények megerősítették, hogy a két szektor közötti diverzifikáció legfőbb korlátja a piaci rezsimektől függetlenül, strukturális jellemzőként jelen lévő tail-függőség. A "correlation breakdown" jelensége, amelynek során a két szektor a piaci pánikok idején hajlamos együtt mozogni, egy olyan tartós kockázati tényező, amelyet a statikus modellek figyelmen kívül hagynak. Ezzel párhuzamosan a kutatás egy új, a válság-rezsimeben felszínre kerülő dinamikát is azonosított: a megújuló szektor belső szerkezetének felbomlását. A napenergia-szektor dekorrelálódása a piac többi szegmensétől azt jelzi, hogy a "zöld energia" már nem kezelhető homogén befektetési kategóriaként; a különböző technológiák eltérő kockázati profillal és piaci hajtóerőkkel rendelkeznek, ami a szektoron belüli aktív allokációs döntések fontosságát hangsúlyozza.

Mindezek a megállapítások egyetlen, központi stratégiai következtetéshez vezetnek: az energiaátmenet korában a sikeres portfóliókezelés kulcsa az adaptivitás. A kutatás empirikusan demonstrálta a statikus, múltbeli átlagokon alapuló befektetési stratégiák kudarcát és veszélyeit.

A két periódus közötti drámai különbségek egyértelművé teszik, hogy a hatékony portfóliókat nem lehet egyetlen, hosszú távú kovarianciamátrix alapján felépíteni. A siker a mindenkori piaci rezsim helyes azonosításán és az ahhoz való alkalmazkodáson múlik. A modern ökonometriai eszközök, mint az ADCC-GARCH modellek, és a kifinomult portfóliókezelési technikák, mint a shortolás, pontosan ezt az adaptivitást szolgálják. A kutatás megmutatta, hogy a shortolás nem csupán egy spekulatív eszköz, hanem egy rugalmas stratégiai mechanizmus, amely bikapiacon a hozamokat maximalizálja, medvepiacon pedig a tőkét védi.

Végezetül, az értekezés eredményei túlmutatnak a pénzügyi piacok világán, és szélesebb körű tanulságokkal szolgálnak az energiaátmenet egészére nézve. A pénzügyi piacok, amelyeket az ETF-ek viselkedésén keresztül vizsgáltunk, egyfajta valós idejű, érzékeny indikátorként működnek, amelyek visszajelzést adnak a politikai és gazdasági folyamatokról. A megújuló szektor 2021 utáni mélyrepülése a piac egyértelmű üzenete volt: a fenntarthatósági célok önmagukban nem elegendőek, ha azokat nem kíséri pénzügyi stabilitás és gazdasági realitás. Az energiaátmenet csak akkor lehet sikeres, ha a politikai döntéshozók képesek egyensúlyt teremteni a dekarbonizációs célok, az ellátásbiztonság és a gazdasági megfizethetőség között. A kutatás tehát végső soron arra a konklúzióra jut, hogy az energiapiacok közötti diverzifikáció nem csupán egy portfólióépítési technika, hanem az energiaátmenet komplex, ellentmondásokkal teli természetének pénzügyi leképeződése. A jövő befektetője és politikai döntéshozója számára a siker záloga ezen komplexitás megértése és az arra való felkészült, dinamikus reagálás képessége lesz.

- AKAÍKE, H.: *Information theory and an extension of the maximum likelihood principle*. - In: B. N. Petrov & F. Csáki (Eds.), *Second International Symposium on Information Theory*. Springer-Verlag, 1982. pp. 267–281.
- BADSHAH, I. U.: *Volatility spillover from the fear index to developed and emerging markets*. - In: *Emerging Markets Finance and Trade*, 2018. 54 (1) sz. - p. 27–40.
- BAILLIE, R. T., BOLLERSLEV, T.: *The Message in Daily Exchange Rates: A Conditional-Variance Tale*. - In: *Journal of Business and Economic Statistics*, 1989. 7 (3). sz. - p. 297–305.
- BARTRAM, S. M., DUFEY, G.: *International Portfolio Investment: Theory, Evidence, and Institutional Framework*. - In: *Finance Markets Institutions & Instruments*, 2001.
- BEBER, A., PAGANO, M.: *Short-selling bans around the world: evidence from the 2007–09 crisis*. - In: *Journal of Finance*, 2013. 68. sz. - p. 343–381.
- BEN-DAVID, I., FRANZONI, F., MOUSSAWI, R.: *Exchange-Traded Funds*. - In: *Annual Review of Financial Economics*, 2017. 9. sz. - p. 169–189.
- BLACK, F.: *International capital market equilibrium with investment barriers*. - In: *Journal of Financial Economics*, 1974. 1–4. sz. - p. 337–352.
- BLACK, F., SCHOLES, M.: *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*. - In: *Journal of Political Economy*, 1973. 81 (3). sz. - p. 637–654.
- BOHL, M. T., REHER, G., WILFLING, B.: *Short selling constraints and stock returns volatility: empirical evidence from the German stock market*. - In: *Economic Modelling*, 2016. 58. sz. - p. 159–166.
- BOLLEN, N. P. B., BUSSE, J. A.: *On the timing ability of mutual fund managers*. - In: *Journal of Finance*, 2001. 56 (3). sz. - p. 1075–1094.
- BOLLERSLEV, T.: *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*. - In: *Journal of Econometrics*, 1986. 31 (3).
- BOLLERSLEV, T., WOOLDRIDGE, J. M.: *Quasi-Maximum Likelihood Estimation and Inference in Dynamic Models with Time-Varying Covariances*. - In: *Econometric Reviews*, 1992. 11 (2). sz. - p. 143–172.
- BOURI, E., JAIN, A., ROUBAUD, D., HAMMOUDEH, S.: *Does Renewable Energy Improve Portfolio Diversification? Evidence from Multivariate Modeling*. - In: *Energy Economics*, 2017. 66. sz. - p. 259–275.

- BRINSON, G. P., SINGER, B. D., BEEBOWER, G. L.: *Determinants of Portfolio Performance II: An Update*. - In. *Financial Analysts Journal*, 1991. 47. sz. - p. 40–48.
- BURNHAM, K. P., & ANDERSON, D. R. *Model selection and multimodel inference: A practical information-theoretic approach (2nd ed.)*. - In. Springer-Verlag, 2002.
- CAMPBELL, J. Y., LETTAU, M., MALKIEL, B. G., XU, Y.: *Have Individual Stocks Become More Volatile? An Empirical Exploration of Idiosyncratic Risk*. - In. *The Journal of Finance*, 2001. 56 (1). sz. - p. 1–43. <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00318>.
- CAPPIELLO, L., ENGLE, R. F., SHEPPARD, K.: *Asymmetric dynamics in the correlations of global equity and bond returns*. - In. *Journal of Financial Econometrics*, 2006. 4 (4). sz. - p. 537–572.
- CARHART, M. M.: *On the persistence in mutual fund performance*. - In. *Journal of Finance*, 1996. 52 (1) sz.
- CHERP, A., VINICHENKO, V., JEWELL, J., SUZUKI, M., ANTAL, M.: *Understanding energy security through vulnerability analysis: A case study of the electricity sector in Japan*. - In. *Nature Energy*, 2017. 2. sz. - p. 17015.
- CONT, R.: *Empirical properties of asset returns: Stylized facts and statistical issues*. - In. *Quantitative Finance*, 2001. 1 (2). sz. - p. 223–236. DOI: 10.1080/713665670.
- DAMODARAN, A.: *Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset. (3rd ed.)*. - In. Wiley, 2012.
- DIETHER, K. B., LEE, J., WERNER, J.: *It's SHO time! Short-sale price tests and market quality*. - In. *Journal of Finance*, 2009. 64. sz. - p. 37–73.
- DOWD, K.: *Measuring Market Risk*. - John Wiley & Sons, 2002.
- EFIMOVA, O., SERLETIS, A.: *Energy markets volatility modelling using GARCH*. - In. *Energy Economics*, 2014. 43. sz. - p. 264–273.
- ENGLE, R. F.: *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*. - In. *Econometrica*, 1982. 50 (4). sz.
- ENGLE, R. F., PATTON, A. J.: *What Good is a Volatility Model?* - In. *Quantitative Finance*, 2001. 1 (2). sz. - p. 237–245.
- ERRUNZA, V., LOSQ, E.: *International asset pricing under mild segmentation: Theory and test*. - In. *Journal of Finance*, 1985. 40. sz. - p. 105–124.
- EUN, C., JANAKIRAMANAN, S.: *A model of international asset pricing with a constraint on the foreign equity ownership*. - In. *Journal of Finance*, 41. sz. - p. 897–914.

- EWING, B. T., MALIK, F.: *Re-examining the asymmetric predictability of conditional variances: the role of sudden changes in variance.* - In. *Journal of Banking and Finance*, 2005. 29. sz. - p. 2655–2673.
- FAMA, E., FRENCH, K. R.: *Common risk factors in the returns of stocks and bonds.* - In. *Journal of Financial Economics*, 1993. 33 (1). sz. - p. 3–56.
- GENEST, C., & MACKAY, R. J. *The Joy of Copulas: Bivariate Distributions with Uniform Marginals.* – In. *The American Statistician*, 1986. 40(4), 280–283.
- GUPTA, R., DONLEAVY, G. D.: *Benefits of diversifying investments into emerging markets with time-varying correlations: an Australian perspective.* - In. *Journal of Multinational Financial Management*, 2009. 19. sz. - p. 160–177.
- GRAY, S. F.: Modeling the conditional distribution of interest rates as a regime-switching process. - In. *Journal of Financial Economics*, 1996. 42 (1) sz. - p. 27–62.
- GRULLON, G., MICHENAUD, S., WESTON, J. P.: *The real effects of short-selling constraints.* - In. *The Review of Financial Studies*, 2015. 28 (6). sz. - p. 1737–1767.
- HALMAI, P.: *Mélyintegráció [Digitális kiadás.]* - In. *Akadémiai Kiadó*, 2020.
- HAMILTON, J. D.: A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle. - In. *Econometrica*, 1989. 57 (2) sz. - p. 357–384.
- HAMILTON, J. D., & SUSMEL, R.: Autoregressive conditional heteroskedasticity and changes in regime. - In. *Journal of Econometrics*, 1994. 64 (1-2) sz. - p. 307–333.
- HANNAN, E. J., QUINN, B. G.: *The determination of the order of an autoregression.* - In. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 1979. 41 (2). sz. - p. 190–195.
- HARVEY, C. R.: *The World Price of Covariance Risk.* - In. *Journal of Finance*, 1991. 46 (1). sz. - p. 111–157.
- HENRIQUE, B. M., SOBREIRO, V. A., KIMURA, H.: *A Systematic Review of Literature About Financial Market Prediction Using Artificial Neural Networks.* - In. *International Journal of Forecasting*, 2019. 35 (3). sz. - p. 796–816.
- HENRIQUES, I., SADORSKY, P.: *Oil prices and the stock prices of alternative energy companies.* - In. *Energy Economics*, 2008. 30. sz. - p. 998–1010.
- HORNUF, L., STENZHORN, E., VINTIS, T.: *Are sustainability-oriented investors different? Evidence from equity crowdfunding.* - In. *The Journal of Technology Transfer*, 2021. 47 (2). sz.
- HORNUF, L., LOPES-BENTO, C., SEITZ, J.: *Sustainability goals in equity crowdfunding.* - In. *The Journal of Technology Transfer*, 2021. 46. sz. - p. 1570–1594.

- HUANG, M. Y., LIN, J. B.: *Do ETFs provide effective international diversification?* - In. *Research in International Business Finance*, 2011. 25. sz. - p. 335–344.
- IBBOTSON, R. G., KAPLAN, P.: *Does Asset Allocation Policy Explain 40, 90, 100 Percent of Performance?* - In. *Financial Analysts Journal*, 2000. 56. sz.
- INCHAUSPE, J., RIPPLE, R. D., TRÜCK, S.: *The dynamics of returns on renewable energy companies: a state-space approach.* - In. *Energy Economics*, 2015. 48. sz. - p. 325–335.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA): *World Energy Outlook*, 2021.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA): *World Energy Outlook*, 2023.
- IPCC (2022): *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- KALOTYCHOU, E., STAIKOURAS, S. K., ZHAO, G.: *The role of correlation dynamics in sector allocation.* - In. *Journal of Banking and Finance*, 2014. 48. sz. - p. 1–12.
- KYRITSIS, E., SERLETIS, A.: *The zero lower bound and market spillovers: evidence from the G7 and Norway.* - In. *Research in International Business Finance*, 2018. 44. sz. - p. 100–123.
- LONGIN, F. M., SOLNIK, B.: *Extreme Correlation of International Equity Markets.* - In. *Journal of Finance*, 2001. LVI (2).
- LINTNER, J.: *The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets.* - In. *The Review of Economics and Statistics*, 1965. 47 (1). sz. - p. 13–37.
- MAGHYEREH, A. I., AWARTANI, B., TZIOGKIDIS, P.: *Volatility spillovers and cross-hedging between gold, oil and equities: evidence from the Gulf Cooperation Council countries.* - In. *Energy Economics*, 2017. 68. sz. - p. 440–453.
- MANDELBROT, B. B.: *The Variation of Certain Speculative Prices.* - In. *The Journal of Business*, 1963. 36 (4). sz. - p. 394–419. DOI: 10.1086/294632.
- MALINDA, M., JO-HUI, C.: *The Study of the Long Memory in Volatility of Renewable Energy Exchange-Traded Funds (ETFs).* - In. *Journal of Economics, Business and Management*, 2016. 4 (4). sz.
- MARTINI, A.: *Socially responsible investing: from the ethical origins to the sustainable development framework of the European Union.* - In. *Environment, Development and Sustainability*, 2021. 23 (11). sz. - p. 16874–16890.
- MIRALLES-MARCELO, J. L., MIRALLES-QUIROS, M. M., MIRALLES-QUIROS, J. L.: *Improving international diversification benefits for US investors.* - In. *The North-American Journal of Economics and Finance*, 2015. 32. sz. - p. 64–76.

- MIRALLES-MARCELO, J. L., MIRALLES-QUIROS, M. M.: *The role of time-varying return forecasts for improving international diversification benefits*. - In. *International Journal of Finance & Economics*, 2017. 22. sz. - p. 201–215.
- MIRALLES-MARCELO, J. L., MIRALLES-QUIROS, M. M., MIRALLES-QUIROS, J. L.: *Are alternative energies a real alternative for investors?* - In. *Energy Economics*, 2018. 78. sz.
- MOLLICK, A. V., ASSEFA, T. A.: *U.S. stock returns and oil prices: the tale from daily data and the 2008–2009 financial crisis*. - In. *Energy Economics*, 2013. 36. sz. - p. 1–18.
- MOLNÁR, M. A.: *A hatékony piacokról szóló elmélet kritikái és empirikus tesztjei*. - In. *Hitelintézeti Szemle*, 2006. 3. sz. - p. 44–62.
- MOSSIN, J.: *Equilibrium in a Capital Asset Market*. - In. *Econometrica*, 1966. 34 (4). sz. - p. 768–783.
- NELSEN, R. B. *An introduction to copulas (2nd ed.)* – In. *Springer*, 2006.
- NYKVIST, B., NILSSON, M.: *Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles*. - In. *Nature Climate Change*, 2015. 5. sz. - p. 329–332.
- ODIER, P., SOLNIK, B.: *Lessons for International Asset Allocation*. - In. *Financial Analysts Journal*, 1993. 49. sz.
- OMAR, A. M. A., WISNIEWSKI, T. P., NOLTE, S.: *Diversifying away the risk of war and cross-border political crisis*. - In. *Energy Economics*, 2017. 64. sz. - p. 494–510.
- POON, S. H., GRANGER, C. W. J.: *Forecasting volatility in financial markets: A review*. - In. *Journal of Economic Literature*, 2003. 41 (2). sz. - p. 478–539. DOI: 10.1257/002205103765762743.
- REBOREDO, J. C., QUINTELA, M., OTERO, L. A.: *Do investors pay a premium for going green? Evidence from alternative energy mutual funds*. - In. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017. Rev. 73. sz. - p. 512–520.
- REBOREDO, J., RIVERA-CASTRO, M. A., UGOLINI, A.: *Wavelet-based test of co-movement and causality between oil and renewable energy stock prices*. - In. *Energy Economics*, 2017. 61 (C). sz. - p. 241–252.
- REN21: *Renewables 2022 Global Status Report*. Paris: REN21 Secretariat, 2022.
- REZEC, M., SCHOLTENS, B.: *Financing energy transformation: the role of renewable energy equity indices*. - In. *International Journal of Green Energy*, 2017. 14 (4). sz. - p. 368–378.
- ROSS, S. A.: *The arbitrage theory of capital asset pricing*. - In. *Journal of Economic Theory*, 1976.
- RUBIN, E. S., et al.: *A review of learning rates for electricity supply technologies*. - In. *Nature Energy*, 2015.

SADORSKY, P.: *Correlations and volatility spillovers between oil prices and the stock prices of clean energy and technology companies*. - In. *Energy Economics*, 2012. 34. sz. - p. 248–255.

SALISU, A. A., EBUH, G. U., USMAN, N.: *Revisiting oil-stock nexus during COVID-19 pandemic: Some preliminary results*. - In. *Resources Policy*, 2021. 70. sz. - p. 101926.

SCHWARZ, G.: *Estimating the dimension of a model*. - In. *The Annals of Statistics*, 1978. 6 (2). sz. - p. 461–464.

SHARPE, W. F.: *Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk*. - In. *The Journal of Finance*, 1964. 19 (3). sz. - p. 425–442.

SILVA, F., CORTEZ, M. C.: *The performance of US and European green funds in different market conditions*. - In. *Journal of Cleaner Production*, 2016. 135. sz. - p. 558–566.

SHIH, Y. C., CHEN, S. S., LEE, C. F., CHEN, P. J.: *The evolution of capital asset pricing models*. - In. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 2014. 42 (3). sz.

SKLAR, A. *Fonctions de répartition à n dimensions et leurs marges*. – In. *Publications de l'Institut de Statistique de l'Université de Paris*, 1959. 8, 229–231.

SOLNIK, B.: *International Investments*. - In. Addison-Wesley, 2000.

SOLNIK, B., NOETZLIN, B.: *Optimal international asset allocation*. - In. *The Journal of Portfolio Management* Fall, 1982. 9 (1). sz. - p. 11–21.

SORTINO, F. A. & VAN DER MEER, R.: *Downside Risk*. - In. *The Journal of Portfolio Management*, 1991. 17 (4). sz. - p. 27–31.

SOVACOOOL, B. K., GRIFFITHS, S., KIM, J., BAZILIAN, M.: *Climate change and energy security: the dual challenge of decarbonization*. - In. *Energy Research & Social Science*, 2022. 89. sz. - p. 102529.

STAPLETON, R. C., SUBRAHMANYAM, M. G.: *The Market Model and Capital Asset Pricing Theory: A Note*. - In. *The Journal of Finance*, 1983. 38 (5). sz. - p. 1637–1642.

SUBRAHMANYAM, M. G.: *On the optimality of international capital market integration*. - In. *Journal of Financial Economics*, 1975. 2 (1). sz. - p. 3–28.

STULZ, R. M.: *On the Effects of Barriers to International Investment*. - In. *Journal of Finance*, 1981. 36. sz. - p. 923–934.

STULZ, R. M.: *Globalization of Capital Markets and the Cost of Capital: The Case of Dual Listings*. - In. *Journal of Applied Corporate Finance*, 1995. 8 (3). sz. - p. 30–38.

TREYNOR, J. L.: *Market Value, Time, and Risk*. - Nem publikált kézirat, 1961.

TSAI, P. J., SWANSON, P. E.: *The comparative role of iShares and country funds in internationally diversified portfolios*. - In. *Journal of Economics and Business*, 2009. 61 (6). sz. - p. 472–494.

XINODAS, P., HASSAPIS, C., MAVROTAS, G.: *Multiobjective portfolio optimization: bridging mathematical theory with asset management practice*. - In. *Annals of Operations Research*, 2018. 267 (3). sz.

YUAN, T., GUPTA, R., ROCA, E.: *Why not diversify into emerging equity markets via ADRs?* - In. *The Journal of Investing*, 2016. 25 (2). sz. - p. 18–27.

ZHANG, C., CHEN, Z.: *The impact of global oil price shocks on China's stock returns: Evidence from the ARJI(-ht)-EGARCH model*. - In. *Energy*, 2011. 36 (11). sz. - p. 6627–6633.

ZHOU, J., NICHOLSON, J. R.: *Economic value of modeling covariance asymmetry for mixed-asset portfolio diversifications*. - In. *Economic Modelling*, 2015. 45. sz. - p. 14–21.

ZIEGLER, M. S., TRANCIK, J. E.: *Re-examining rates of lithium-ion battery technology improvement and cost decline*. - In. *Energy & Environmental Science*, 2021. 14 (3). sz. - p. 1635–1644.

A szerzőnek a disszertáció témakörében megjelent publikációi:

MÁTYÁS, T. B. : Energiapiaci időszakváltás: a hagyományos és az alternatív/megújuló ETF-ek diverzifikációs potenciáljának átalakulása válság idején. – In. STATISZTIKAI SZEMLE, 2026. 104 (2) sz. – p. 157–184.

MÁTYÁS, T. B.: *Portfolio diversification opportunities in traditional energy and alternative/renewable energy ETF segments.* - In. STUDIA UNIVERSITATIS BABES-BOLYAI NEGOTIA, 2024. 69 (2) sz. - p. 45–72.

MÁTYÁS, T. B.: *Diverzifikációs stratégiák hatékonysága a hagyományos és alternatív/megújuló energia ETF-ek befektetési portfóliójában: Összehasonlító elemzés.* - In. SCIENTIA ET SECURITAS, 2024. 5 (3) sz. - p. 294–307.

MÁTYÁS, T. B.: *Hagyományos és alternatív/megújuló energia témájú tőzsdén kereskedett alapok (ETF-ek) befektetési lehetőségei.* - In. SCIENTIA ET SECURITAS, 2024. 5 (2) sz. - p. 177–190.

MÁTYÁS, T. B.: *Energy Market Investment Methodologies.* - In. EUROPEAN SCIENTIFIC JOURNAL, 2022. 18 (15) sz. - p. 22–39.

MÁTYÁS, T. B.: *Hagyományos és alternatív/ megújuló energia témájú tőzsdén kereskedett alapok (ETF-ek) befektetési lehetőségei.* - In. Kovács, Cs. J., Földi, P., Viktor, P. (szerk.), Közgazdaságtudományi Doktoranduszok és Kutatók X. Nemzetközi Téli Konferenciája: Absztraktkötet. Budapest: Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ), 2024. pp. 37.

MÁTYÁS, T. B.: *Energy Market Investment Opportunities.* - In. Teleki, B., Malustyik, B. (szerk.), Critical Rethinking of Public Administration - Doctoral Conference: Abstract Book. Budapest: Doktoranduszok Országos Szövetsége, Közigazgatás-tudományi Osztály, 2021. pp. 12.

MÁTYÁS, T. B.: *Hagyományos és alternatív/megújuló energia ETF-ek befektetési dinamikái.* - In. Hajdú, P. (szerk.), XXVII. Tavaszi Szél Konferencia 2024 - Absztrakt kötet. Budapest: Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ), 2024. pp. 323–324.

MÁTYÁS, T. B.: *Traditional and alternative/renewable energy-themed exchange-traded funds (ETFs) investment opportunities.* - In. Kovács, B., Glázer-Kniesz, A., Tislér, Á. (szerk.), XII. Interdiszciplináris Doktorandusz Konferencia: Absztraktkötet. Pécs: Pécsi Tudományegyetem Doktorandusz Önkormányzat, 2024. p. 56.

MÁTYÁS, T. B.: Energetikai befektetési alternatívák. – In. Kutasi, G., Czeczeli, V. (szerk.), 2nd RICE PhD Seminar: European business and economy. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem (NKE), 2021. pp. 63.

A szerző további publikációi:

MÁTYÁS, T. B.: *Recenzió Halmai Péter - Mélyintegráció. A Gazdasági és Monetáris Unió ökonómiája című könyvéről.* - In. EURÓPAI JOG: AZ EURÓPAI JOGAKADÉMIA FOLYÓIRATA, 2022. (4) sz. - p. 41–48.

MÁTYÁS, T. B.: *Industry 4.0: Challenges and Opportunities for V4 Countries.* (2022)

MÁTYÁS, T. B.: *Przemysł 4.0: wyzwania i możliwości w krajach V4.* (2022)

MELLÉKLETEK

A. MELLÉKLET: ROBUSTUSSÁGI VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI (2010-2020)

A.1. ROBUSTUSSÁGI VIZSGÁLAT SZIMMETRIKUS DCC-GARCH MODELLEKKEL

A dolgozat fő empirikus elemzése az aszimmetrikus ADCC-GARCH modellekre épült, amelyek képesek figyelembe venni a negatív és pozitív piaci sokkokra adott eltérő korrelációs reakciókat. Az eredmények robusztusságának ellenőrzése, valamint az aszimmetrikus komponens fontosságának felmérése érdekében a páronkénti elemzések egy szimmetrikus, standard DCC-GARCH(1,1) modellel is elvégzésre kerültek a 2010. január 4. és 2020. december 31. közötti időszakban. Ez a modell egy egyszerűbb specifikáció, amely a korrelációk időbeli változását és perzisztenciáját szintén modellezi, de feltételezi, hogy a sokkok hatása szimmetrikus.

Az alábbi táblázatok (A.1., A.2., A.3.) ezen szimmetrikus DCC-modellek becsült paramétereit és illeszkedési mutatóit összegzik, a dolgozatban már bemutatott szektorális csoportosítás szerint. A modellek a következő fő paramétereket tartalmazzák a korrelációs dinamika leírására:

- Θ_1 (DCC α): A múltbeli sokkok (a standardizált maradékok kereszt-szorzatának) hatását méri a jelenlegi feltételes korrelációra. Egy magasabb érték gyorsabb reakciót jelez a friss információkra.
- Θ_2 (DCC β): A korreláció perzisztenciáját (tartósságát) mutatja. A 1-hez közeli magas érték arra utal, hogy a korrelációk lassan változnak, és a múltbeli korrelációs szintek erősen befolyásolják a jelenlegit. A stabilitás fontos feltétele, hogy a Θ_1 és Θ_2 összege 1-nél kisebb legyen.
- Θ_3 (Szabadságfok): Fontos, hogy ebben a szimmetrikus modellben az EViews kimenetében $\theta(3)$ -ként jelölt paraméter nem az aszimmetriát méri, hanem a feltételezett többváltozós Student-t eloszlás szabadságfokát (ν). Ennek szignifikáns és alacsony értéke a pénzügyi idősorokra jellemző "vastag szélű" (leptokurtikus) eloszlások jelenlétét támasztja alá.

A táblázatokban közölt Log likelihood és Schwarz kritérium (SC) értékek lehetővé teszik ezen modellek illeszkedésének összehasonlítását a fő szövegben bemutatott aszimmetrikus ADCC-modellekével.

A.1. táblázat: Szegmensek közötti szimmetrikus DCC-GARCH(1,1) modellek eredményei (Hagyományos vs. Alternatív/Megújuló)

ETF Pár	$\Theta 1$ (p-érték)	$\Theta 2$ (p-érték)	$\Theta 1+\Theta 2$	$\Theta 3$ (Szab.fok, p-érték)	Log Likelihood	SC	Konvergencia
XOP-TAN	0,0416 (0,0000)	0,9353 (0,0000)	0,9769	7,7567 (0,0000)	13944,14	-10,038	Igen
XOP-QCLN	0,0445 (0,0000)	0,9326 (0,0000)	0,9771	8,8813 (0,0000)	15001,34	-10,8019	Igen
XOP-ICLN	0,0410 (0,0000)	0,9455 (0,0000)	0,9864	8,7315 (0,0000)	15190,54	-10,9386	Igen
XOP-GRID	0,0299 (0,0001)	0,9646 (0,0000)	0,9945	7,6320 (0,0000)	15426,22	-11,1089	Igen
XOP-ERTH	0,0296 (0,0000)	0,9651 (0,0000)	0,9947	8,4341 (0,0000)	16032,17	-11,5467	Igen
XLE-TAN	0,0534 (0,0000)	0,9249 (0,0000)	0,9783	7,0933 (0,0000)	15181,88	-10,9323	Igen
XLE-GRID	0,0492 (0,0000)	0,9387 (0,0000)	0,9879	7,0381 (0,0000)	16741,91	-12,0595	Igen
XLE-QCLN	0,0600 (0,0000)	0,9079 (0,0000)	0,9679	7,9978 (0,0000)	16241,49	-11,698	Igen
XLE-ERTH	0,0509 (0,0000)	0,9373 (0,0000)	0,9882	8,0066 (0,0000)	17411,07	-12,543	Igen
XLE-ICLN	0,0558 (0,0000)	0,9286 (0,0000)	0,9844	7,6528 (0,0000)	16500,25	-11,8849	Igen

VDE-TAN	0,0531 (0,0000)	0,9255 (0,0000)	0,9787	7,1954 (0,0000)	15124,56	- 10,8909	Igen
VDE-QCLN	0,0596 (0,0000)	0,9116 (0,0000)	0,9711	8,2744 (0,0000)	16185,61	- 11,6576	Igen
VDE-ICLN	0,0572 (0,0000)	0,9263 (0,0000)	0,9835	7,8644 (0,0000)	16441,04	- 11,8421	Igen
VDE-GRID	0,0492 (0,0000)	0,9399 (0,0000)	0,9891	7,1616 (0,0000)	16688,29	- 12,0208	Igen
VDE-ERTH	0,0492 (0,0000)	0,9408 (0,0000)	0,99	7,9988 (0,0000)	17354,8	- 12,5024	Igen
OIH-TAN	0,0476 (0,0000)	0,9293 (0,0000)	0,9769	7,5245 (0,0000)	14118,16	- 10,1638	Igen
OIH-QCLN	0,0380 (0,0000)	0,9444 (0,0000)	0,9823	8,7915 (0,0000)	15131,38	- 10,8959	Igen
OIH-ICLN	0,0520 (0,0000)	0,9311 (0,0000)	0,9831	8,6769 (0,0000)	15392,1	- 11,0842	Igen
OIH-GRID	0,0439 (0,0000)	0,9428 (0,0000)	0,9867	7,5372 (0,0000)	15640,37	- 11,2636	Igen
OIH-ERTH	0,0387 (0,0000)	0,9521 (0,0000)	0,9909	8,3368 (0,0000)	16258,34	- 11,7101	Igen
IXC-TAN	0,0463 (0,0000)	0,9364 (0,0000)	0,9828	6,3773 (0,0000)	15401,72	- 11,0912	Igen
IXC-QCLN	0,0429 (0,0000)	0,9382 (0,0000)	0,9811	7,1517 (0,0000)	16422,83	-11,829	Igen
IXC-ICLN	0,0567 (0,0000)	0,9265 (0,0000)	0,9832	6,8340 (0,0000)	16800,04	- 12,1015	Igen

IXC-GRID	0,0455 (0,0000)	0,9444 (0,0000)	0,9899	6,2103 (0,0000)	17021,32	- 12,2614	Igen
IXC-ERTH	0,0570 (0,0000)	0,9302 (0,0000)	0,9873	6,8627 (0,0000)	17753,02	- 12,7901	Igen

Forrás: saját szerkesztés

A.2. táblázat: Szegmensen belüli szimmetrikus DCC-GARCH(1,1) modellek eredményei (Hagyományos ETF-ek között)

ETF Pár	Θ_1 (p-érték)	Θ_2 (p-érték)	$\Theta_1+\Theta_2$	Θ_3 (Szab.fok, p-érték)	Log Likelihood	SC	Konvergencia
XLE - XOP	0,0275 (0,0000)	0,9564 (0,0000)	0,984	7,6300 (0,0000)	17549,16	- 12,6428	Igen
XLE - VDE	0,1150 (0,0000)	0,8126 (0,0000)	0,9276	4,0390 (0,0000)	22059,82	-15,902	Igen
XLE - OIH	0,0249 (0,0000)	0,9639 (0,0000)	0,9888	8,6329 (0,0000)	17430,95	- 12,5574	Igen
XLE - IXC	0,0423 (0,0000)	0,9155 (0,0000)	0,9577	5,4421 (0,0000)	19708,49	-14,203	Igen
VDE - XOP	0,0250 (0,0000)	0,9593 (0,0000)	0,9842	7,4914 (0,0000)	17690,93	- 12,7452	Igen
VDE - OIH	0,0235 (0,0000)	0,9590 (0,0000)	0,9824	9,2268 (0,0000)	17445,76	- 12,5681	Igen
VDE - IXC	0,0369 (0,0000)	0,9129 (0,0000)	0,9498	5,5944 (0,0000)	19673,41	- 14,1777	Igen
XOP - OIH	0,0279 (0,0000)	0,9488 (0,0000)	0,9768	10,1711 (0,0000)	15809,98	- 11,3862	Igen
XOP - IXC	0,0177 (0,0000)	0,9680 (0,0000)	0,9858	6,8421 (0,0000)	17085,89	- 12,3081	Igen

IXC - OIH	0,0213 (0,0000)	0,9589 (0,0000)	0,9802	7,2663 (0,0000)	17245,09	- 12,4231	Igen
------------------	-----------------	-----------------	--------	-----------------	----------	--------------	------

Forrás: saját szerkesztés

**A.3. táblázat: Szegmensen belüli szimmetrikus DCC-GARCH(1,1) modellek eredményei
(Alternatív/Megújuló ETF-ek között)**

ETF Pár	Θ1 (p-érték)	Θ2 (p-érték)	Θ1+Θ2	Θ3 (Szab.fok, p- érték)	Log Likelihood	SC	Konvergencia
ICLN - TAN	0,0307 (0,0000)	0,9638 (0,0000)	0,9946	7,2260 (0,0000)	16189,75	- 11,6606	Igen
ICLN - QCLN	0,0333 (0,0000)	0,9583 (0,0000)	0,9917	8,4387 (0,0000)	16588,89	-11,949	Igen
ICLN - GRID	0,0310 (0,0000)	0,9634 (0,0000)	0,9944	6,8982 (0,0000)	16729,4	- 12,0505	Igen
ICLN - EARTH	0,0434 (0,0000)	0,9453 (0,0000)	0,9887	8,1752 (0,0000)	17548,16	- 12,6421	Igen
TAN - QCLN	0,0283 (0,0000)	0,9553 (0,0000)	0,9836	6,7189 (0,0000)	15699,64	- 11,3065	Igen
TAN - GRID	0,0296 (0,0000)	0,9626 (0,0000)	0,9922	6,2855 (0,0000)	15406,14	- 11,0944	Igen
TAN - EARTH	0,0482 (0,0000)	0,9309 (0,0000)	0,9791	7,1075 (0,0000)	16067,63	- 11,5723	Igen
QCLN GRID	- 0,0378 (0,0000)	0,9566 (0,0000)	0,9944	7,2978 (0,0000)	16551,58	-11,922	Igen
QCLN EARTH	- 0,0347 (0,0000)	0,9534 (0,0000)	0,988	8,6511 (0,0000)	17406,4	- 12,5397	Igen

GRID - ERTH	0,0502 (0,0000)	0,9437 (0,0000)	0,9938	6,7111 (0,0000)	17984,5	- 12,9574	Igen
--------------------	--------------------	--------------------	--------	-----------------	---------	--------------	------

Forrás: saját szerkesztés

A.2. A ROBUSTUSSÁGI VIZSGÁLAT EREDMÉNYEINEK ÖSSZEGZÉSE

A szimmetrikus DCC-GARCH modellek becslési eredményei több fontos tanulsággal szolgálnak, és megerősítik a fő elemzés következtetéseit. A bemutatott modellek szinte minden ETF-pár esetében sikeresen konvergáltak, beleértve az XLE-VDE párost is, ahol az aszimmetrikus ADCC modell nem talált stabil megoldást. Ez arra utal, hogy az egyszerűbb, szimmetrikus specifikáció numerikusan stabilabb lehet a rendkívül magas korrelációjú párok esetében.

A paraméterbecslések általános mintázatai összhangban vannak az ADCC modelleknél látottakkal. A korrelációs perzisztenciát mérő Θ_2 paraméter következetesen magas (jellemzően 0,9 feletti) és erősen szignifikáns volt minden párnál. Hasonlóképpen, a sokkok hatását mérő Θ_1 paraméter is szignifikánsnak bizonyult. Ez a két eredmény együttesen robusztusan igazolja a kutatás egyik központi megállapítását: a hagyományos és alternatív energiapiacok közötti, valamint azokon belüli korrelációk dinamikusak és erős memóriával rendelkeznek. A függőség mértéke nem egy statikus érték, hanem egy időben lassan változó folyamat eredménye.

Továbbá, a Student-t eloszlás szabadságfokát leíró Θ_3 paraméter minden esetben szignifikáns és viszonylag alacsony (jellemzően 10 alatti) értéket vett fel. Ez a megállapítás szintén megerősíti a fő elemzés egyik módszertani alapját, miszerint a vizsgált hozamsorok eloszlása nem normális, hanem vastag szélű (leptokurtikus). A Student-t eloszlás alkalmazása tehát mind a szimmetrikus, mind az aszimmetrikus modellek esetében indokolt volt a szélsőséges piaci események valószínűségének pontosabb megragadására.

Összességében a robusztussági vizsgálat alátámasztotta az ADCC-GARCH modellek alapvető megállapításait a korrelációk dinamikus és perzisztens természetéről. Az illeszkedési mutatók (Log Likelihood, SC) összevetése a fő szövegben szereplő táblázatokkal pedig lehetőséget ad annak számszerűsítésére, hogy az aszimmetria komponens bevezetése mennyivel javítja a modell magyarázó erejét, ezzel igazolva az ADCC specifikáció választását a fő elemzési eszközként.

B. MELLÉKLET: ROBUSZTUSSÁGI VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI (2021-2025)

B.1. ROBUSZTUSSÁGI VIZSGÁLAT SZIMMETRIKUS DCC-GARCH MODELLEKKEL

A dolgozat fő empirikus elemzését követően, az eredmények robusztusságának időbeli ellenőrzése érdekében a páronkénti elemzések egy szimmetrikus, standard DCC-GARCH(1,1) modellel is elvégzésre kerültek a 2021. január 4. és 2025. július 3. közötti második periódusra. Ez a modell, az első periódushoz hasonlóan, egy egyszerűbb specifikáció, amely a korrelációk időbeli változását és perzisztenciáját modellezi, de feltételezi, hogy a sokkok hatása szimmetrikus.

Az alábbi táblázatok (B.1., B.2., B.3.) ezen szimmetrikus DCC-modellek becsült paramétereit és illeszkedési mutatóit összegzik az új időszakokra, a már ismert szektorális csoportosítás szerint.

A modellek a következő fő paramétereket tartalmazzák:

- Θ_1 (DCC α): A múltbeli sokkok hatását méri a jelenlegi feltételes korrelációra.
- Θ_2 (DCC β): A korreláció perzisztenciáját (tartósságát) mutatja. A stabilitás fontos feltétele, hogy a Θ_1 és Θ_2 összege 1-nél kisebb legyen.
- Θ_3 (Szabadságfok): A feltételezett többváltozós Student-t eloszlás szabadságfoka (ν). Ennek szignifikáns és alacsony értéke a pénzügyi idősorokra jellemző "vastag szélű" (leptokurtikus) eloszlások jelenlétét támasztja alá.

A Log likelihood és Schwarz kritérium (SC) értékek a modellek illeszkedésének értékelését segítik.

B.1. táblázat: Szegmensek közötti szimmetrikus DCC-GARCH(1,1) modellek eredményei (Hagyományos vs. Alternatív/Megújuló)

ETF Pár	Θ_1 (p-érték)	Θ_2 (p-érték)	$\Theta_1+\Theta_2$	Θ_3 (Szab.fok, p-érték)	Log Likelihood	SC	Konvergencia
XOP-TAN	-0,0045 (0,8374)	0,7907 (0,0509)	7,862	9,0965 (0,0000)	5330,77	-93,129	Igen
XOP-QCLN	0,0347 (0,0008)	0,9467 (0,0000)	9,814	11,5873 (0,0000)	5504,18	-96,184	Igen
XOP-ICLN	0,0121 (0,0436)	0,9797 (0,0000)	9,918	7,0624 (0,0000)	5859,50	-102,445	Igen

XOP-GRID	0,0590 (0,0001)	0,9066 (0,0000)	9,656	9,3732 (0,0000)	6257,72	-109,463	Igen
XOP-ERTH	0,0217 (0,1950)	0,8589 (0,0000)	8,806	8,1259 (0,0000)	6057,14	-105,928	Igen
XLE-TAN	0,0551 (0,1108)	-0,1066 (0,7535)	-515	9,2651 (0,0000)	5621,75	-98,256	Igen
XLE-GRID	0,0551 (0,1108)	-0,1066 (0,7535)	-515	9,2651 (0,0000)	5621,75	-98,256	Igen
XLE-QCLN	0,0551 (0,1108)	-0,1066 (0,7535)	-515	9,2651 (0,0000)	5621,75	-98,256	Igen
XLE-ERTH	0,0592 (0,0027)	0,8899 (0,0000)	9,491	9,7269 (0,0000)	6520,81	-114,099	Igen
XLE-ICLN	0,0266 (0,0066)	0,9550 (0,0000)	9,816	12,3854 (0,0000)	5752,02	-100,551	Igen
VDE-TAN	0,0295 (0,0720)	0,8755 (0,0000)	9,050	8,5853 (0,0000)	6309,46	-110,374	Igen
VDE-QCLN	0,0107 (0,0685)	0,9806 (0,0000)	9,913	7,3902 (0,0000)	6124,78	-107,120	Igen
VDE-ICLN	0,0558 (0,1103)	-0,0579 (0,8676)	-21	9,3990 (0,0000)	5601,37	-97,897	Igen
VDE-GRID	0,0274 (0,0048)	0,9557 (0,0000)	9,831	12,4773 (0,0000)	5739,85	-100,337	Igen
VDE-ERTH	0,0105 (0,0728)	0,9813 (0,0000)	9,918	7,4302 (0,0000)	6108,42	-106,832	Igen
OIH-TAN	0,0629 (0,0012)	0,8894 (0,0000)	9,523	9,8166 (0,0000)	6508,98	-113,890	Igen
OIH-QCLN	0,0296 (0,0789)	0,8728 (0,0000)	9,024	8,5722 (0,0000)	6296,67	-110,149	Igen
OIH-ICLN	-0,0148 (NA)	0,9228 (NA)	9,080	9,3128 (NA)	5235,95	-91,458	Nem
OIH-GRID	0,0276 (0,0034)	0,9575 (0,0000)	9,851	10,0448 (0,0000)	5384,44	-94,074	Igen
OIH-ERTH	0,0276 (0,0034)	0,9575 (0,0000)	9,851	10,0448 (0,0000)	5384,44	-94,074	Igen

IXC-TAN	0,0276 (0,0034)	0,9575 (0,0000)	9,851	10,0448 (0,0000)	5384,44	-94,074	Igen
IXC-QCLN	0,0276 (0,0034)	0,9575 (0,0000)	9,851	10,0448 (0,0000)	5384,44	-94,074	Igen
IXC-ICLN	0,0079 (0,1068)	0,9844 (0,0000)	9,923	6,6117 (0,0000)	5745,95	-100,444	Igen
IXC-GRID	0,0487 (0,0007)	0,9162 (0,0000)	9,649	8,4446 (0,0000)	6152,26	-107,604	Igen
IXC-ERTH	0,0288 (0,1047)	0,8571 (0,0000)	8,859	7,5464 (0,0000)	5939,60	-103,857	Igen

Forrás: saját szerkesztés

B.2. táblázat: Szegmensen belüli szimmetrikus DCC-GARCH(1,1) modellek eredményei (Hagyományos ETF-ek között)

ETF Pár	Θ1 (p-érték)	Θ2 (p-érték)	Θ1 +Θ2	Θ3 (Szab.fok, p-érték)	Log Likelihood	SC	Konvergencia
XLE - XOP	0,0453 (0,1797)	-0,1043 (0,8107)	-590	9,0718 (0,0000)	5732,41	- 100,206	Igen
XLE - VDE	0,0285 (0,0041)	0,9508 (0,0000)	9,793	12,6178 (0,0000)	5868,53	- 102,605	Igen
XLE - OIH	0,0133 (0,0465)	0,9779 (0,0000)	9,912	7,2992 (0,0000)	6248,25	- 109,296	Igen
XLE - IXC	0,0642 (0,0056)	0,8803 (0,0000)	9,445	9,4183 (0,0000)	6648,13	- 116,342	Igen
VDE - XOP	0,0301 (0,0422)	0,8923 (0,0000)	9,224	8,6200 (0,0000)	6437,22	- 112,625	Igen
VDE - OIH	0,0187 (0,0002)	0,9802 (0,0000)	9,989	9,4789 (0,0000)	7033,13	- 123,126	Igen

VDE - IXC	0,1000 (NA)	0,8500 (NA)	9,500	5,0000 (NA)	9759,21	- 171,163	Nem
XOP - OIH	0,0171 (0,0110)	0,9739 (0,0000)	9,910	7,6748 (0,0000)	6649,17	- 116,360	Igen
XOP - IXC	0,0101 (0,0010)	0,9829 (0,0000)	9,930	5,3555 (0,0000)	7941,15	- 139,127	Igen
IXC - OIH	0,0924 (0,3854)	1,7527 (0,3659)	18,451	8,7242 (0,0000)	7136,62	- 124,950	Nem stabil

Forrás: saját szerkesztés

**B.3. táblázat: Szegmensen belüli szimmetrikus DCC-GARCH(1,1) modellek eredményei
(Alternatív/Megújuló ETF-ek között)**

ETF Pár	Θ1 (p-érték)	Θ2 (p-érték)	Θ1 +Θ2	Θ3 (Szab.fok, p- érték)	Log Likelihood	SC	Konvergencia
ICLN - TAN	0,0204 (0,0068)	0,9681 (0,0000)	9,885	8,2329 (0,0000)	6692,15	- 117,118	Igen
ICLN - QCLN	0,0103 (0,0038)	0,9818 (0,0000)	9,921	5,6635 (0,0000)	7944,03	- 139,177	Igen
ICLN - GRID	0,0264 (0,0004)	0,9538 (0,0000)	9,802	8,5920 (0,0000)	6301,91	- 110,241	Igen
ICLN - EARTH	0,0132 (0,0100)	0,9788 (0,0000)	9,920	7,1928 (0,0000)	6989,68	- 122,361	Igen
TAN - QCLN	0,0293 (0,0012)	0,9336 (0,0000)	9,629	7,0793 (0,0000)	6728,85	- 117,764	Igen
TAN - GRID	-0,0332 (NA)	0,8001 (NA)	7,669	6,5625 (NA)	5551,29	-97,014	Nem
TAN - EARTH	0,0467 (0,0004)	0,9147 (0,0000)	9,614	8,2828 (0,0000)	6383,10	- 111,672	Igen

QCLN GRID	- 0,0096 (0,0098)	0,9880 (0,0000)	9,976	7,0157 (0,0000)	6831,30	- 119,570	Igen
QCLN ERTH	- 0,0837 (0,0000)	0,9021 (0,0000)	9,858	5,8135 (0,0000)	6856,51	- 120,014	Igen
GRID - ERTH	-0,0439 (NA)	0,7479 (NA)	7,040	8,7852 (NA)	5186,16	-90,580	Nem

Forrás: saját szerkesztés

B.2. A ROBUSZTUSSÁGI VIZSGÁLAT EREDMÉNYEINEK ÖSSZEGZÉSE

A szimmetrikus DCC-GARCH modellek eredményei a 2021-2025 közötti időszakban megerősítik, hogy a robusztussági vizsgálat árnyaltabb képet fest ebben a periódusban. A modellek több ETF-pár esetében is modellezési nehézségekbe ütköztek, beleértve mind a szegmensek közötti, mind a szegmensen belüli csoportokat (B.1-B.3. táblázatok). Összesen négy esetben sikertelen volt a konvergáció, egy esetben pedig a modell instablnak bizonyult. Ez egyértelműen jelzi, hogy a vizsgált időszakban (2021-2025) az egyszerűbb, szimmetrikus specifikáció kevésbé volt robusztus a piaci dinamikák leképezésére.

A paraméterbecslések mintázatai a sikeres modelleknél megerősítenek bizonyos korábbi megállapításokat, de újakat is felszínre hoznak. A korrelációs perzisztenciát mérő Θ_2 paraméter továbbra is következetesen magas és erősen szignifikáns, ami alátámasztja a kutatás központi tételét: az energiapiaci korrelációk dinamikusak és erős memóriával rendelkeznek. Ezzel szemben a sokkok hatását mérő Θ_1 paraméter több esetben (különösen a hagyományos-alternatív pároknál) nem bizonyult szignifikánsnak. Ez arra utal, hogy a 2021-2025-ös periódusban a korrelációk változását kevésbé a napi sokkok, mint inkább a már meglévő magas szint tehetetlensége mozgatta. Továbbá, a Student-t eloszlás szabadságfokát leíró Θ_3 paraméter minden sikeres modell esetében szignifikáns és alacsony értéket vett fel. Ez a megállapítás konzisztensen igazolja a fő elemzés módszertani alapját, miszerint a hozamsorok eloszlása nem normális, hanem vastag szélű (leptokurtikus). A Student-t eloszlás alkalmazása tehát ebben az időszakban is helytálló volt a szélsőséges piaci események valószínűségének pontosabb megragadására.

Összességében a második periódusra elvégzett robusztussági vizsgálat legfőbb tanulsága a szimmetrikus modell korlátainak felismerése. Míg a korrelációk perzisztens természetét és a vastag eloszlás-széleket megerősítette, a gyakori becslési kudarcok és a sokk-paraméterek gyengébb szignifikanciája rávilágítanak a modell hiányosságaira. Mindez közvetve erősíti az aszimmetrikus ADCC specifikáció választásának indokoltságát, mivel annak komplexebb, a sokkok előjelét is figyelembe vevő szerkezete elengedhetetlennek tűnik a frissebb piaci dinamikák stabil és pontos modellezéséhez.