

A FEKETE MŰBŐRKÖTÉSEN !!!

Hagyományos és alternatív/ megújuló energiapiacok portfólió diverzifikációs lehetőségei

Mátyás Tímea Bernadett

2024. november 30.

NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM
Közigazgatás-tudományi Doktori Iskola

A BELSŐ LAPON !!!

Mátyás Tímea Bernadett

**Hagyományos és alternatív/ megújuló energiapiacok portfólió
diverzifikációs lehetőségei**

Doktori (PhD) értekezés

Témavezető:

Dr. Kutasi Gábor

Aláírással ellátva

.....

Budapest, 2024

TARTALOMJEGYZÉK

1. AZ ENERGIAPIACI PORTFÓLIÓ-DIVERZIFIKÁCIÓ ELMÉLETI MEGALAPOZÁSA.....	4
1.1 BEVEZETÉS.....	4
1.2 CÉLKITŰZÉSEK.....	12
1.3 HIPOTÉZISEK.....	17
1.4 AZ ÉRTEKEZÉS SZERKEZETE.....	19
1.5 AZ ENERGIAPIACOKAT ÉRINTŐ KIHÍVÁSOK; AZ ENERGIAÁTMENET ...	20
1.6 PORTFÓLIÓ-DIVERZIFIKÁCIÓ.....	31
1.7 AZ ENERGIAPIACOK VOLATILITÁSI DINAMIKÁJA ÉS DIVERZIFIKÁCIÓS LEHETŐSÉGEI: MODELLEK, STRATÉGIÁK ÉS EMPIRIKUS BIZONYÍTÉKOK	47
2. MÓDSZERTAN.....	61
2.1 ADATBÁZIS.....	62
2.2. A VÁLASZTOTT MÓDSZERTAN	72
2.2.2 A BEFEKTETÉSI STRATÉGIÁK	75
2.2.3 A PORTFÓLIÓ-SÚLYOZÁS MÓDSZERTANA	79
3.1 LEÍRÓ STATISZTIKA.....	83
3.2 HOZAMALAKULÁSOK	88
3.3 KOVARIANCIA-ELEMZÉS.....	97
3.4 KORRELÁCIÓ-ELEMZÉS	101
3.5 VAR-ADCC-GARCH ELEMZÉS	107
4.1 VAR-ADCC-GARCH ALAPÚ VOLATILITÁS- ÉS ILLESZKEDÉSVIZSGÁLAT ETF-PÁROKRA.....	115
4.2 A VAR-ADCC-GARCH EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE ETF-PÁRONKÉNT .	125
4.3 A KÉT SZEGMENS PORTFÓLIÓ-TELJESÍTMÉNYE.....	145
5. KONKLÚZIÓK	151
BIBLIOGRÁFIAI HIVATKOZÁS	175

1. AZ ENERGIAPIACI PORTFÓLIÓ-DIVERZIFIKÁCIÓ ELMÉLETI MEGALAPOZÁSA

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 energiahordozók árának és elérhetőségének volatilitása egyaránt hozzájárulnak ahhoz, hogy a kormányzatok és a piaci szereplők egyre nagyobb figyelmet fordítsanak a megújuló energiaforrások fejlesztésére. Emellett a technológiai innovációk és a méretgazdaságossági előnyök jelentősen csökkentették a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos beruházási költségeket az elmúlt évtizedekben (IEA, 2023; IPCC, 2022).

A megújuló energiák különösen dinamikusan fejlődő területek, 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 költségcsökkenés 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.

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 hagyományos 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

mintázatot 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 átrendeződések 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 időszaikaiban, 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 költségcsökkenése 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 szemszögon 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 befektetői 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.

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 irányvonalaiban 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 tényezőkig. 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 biomassza. 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 értekezéssel nem csupán hozzájárul a portfóliókezelési szakirodalom bővítéséhez, hanem új irányt is kijelöl az energiapiaci kutatások számára, integrálva a fenntarthatósági és pénzügyi perspektívákat.

A dolgozat relevanciája különösen abban rejlik, hogy az energiapiaci ETF-ek diverzifikációs potenciáljának vizsgálatát egy olyan multidiszciplináris kontextusba helyezi, amelyben a gazdasági, környezeti és technológiai tényezők egymásra hatása egyszerre válik elemzés tárgyává. Ez a megközelítés lehetővé teszi az energiapiacok strukturális változásainak mélyebb

megértését, és olyan alapvető kérdéseket helyez fókuszba, amelyek meghatározzák a pénzügyi befektetések fenntarthatóságát az energiaátmenet időszakában. Az értekezés nemcsak az energiaforrások közötti különbségekre világít rá, hanem új módszertani megközelítéseket alkalmaz az energiapiacok időbeli dinamikájának vizsgálatára. A VAR-ADCC-GARCH modell keretrendszere például egyedülálló betekintést nyújt az időben változó korrelációs mintázatokba és a volatilitás szerkezetébe, amelyeket hagyományosan kevésbé kutattak az energiapiaci ETF-ek szempontjából. Az idősoros adatok részletes elemzése lehetőséget teremt arra, hogy az ETF-ek közötti kapcsolatok nemcsak statikus, hanem dinamikus jellegzetességeik mentén is vizsgálhatók legyenek. Ez különösen fontos, mivel a piaci kapcsolatok és volatilitási mintázatok folyamatosan változnak a globális energiapiaci és szabályozási környezet alakulásával összhangban. A kutatás új értelmezési keretet nyújt az energiapiacok diverzifikációs lehetőségeinek és a kockázatkezelési stratégiák optimalizálásának megértéséhez. Az eredmények arra utalnak, hogy az alternatív energiaforrások piaci – bár magasabb volatilitásuk és technológiai bizonytalanságaik miatt kockázatosabbak – hosszú távú befektetési előnyöket kínálnak, különösen az ESG-irányelvek és a zöld finanszírozási mechanizmusok előtérbe kerülésével. Ezzel szemben a hagyományos energiaforrások stabilabb hozamot és alacsonyabb kockázatot biztosítanak, ugyanakkor korlátozottabb lehetőségeket kínálnak a diverzifikációra az erős belső korrelációk miatt.

Az értekezés fontos üzenete, hogy a hagyományos és alternatív energiapiaci szegmensek közötti együttműködés és kölcsönhatás nemcsak a befektetési stratégiák hatékonyságát javíthatja, hanem hozzájárulhat a globális energiapiaci stabilitáshoz is. A kutatás eredményei szerint a két szegmens kombinációja nemcsak a kockázat-hozam arányt optimalizálja, hanem egy fenntarthatóbb és ellenállóbb befektetési portfólió kialakítását is lehetővé teszi. A dolgozat egyik legfontosabb hozzájárulása, hogy rávilágít az energiaátmenet kihívásaira és lehetőségeire a pénzügyi piacok kontextusában. Az energiapiaci ETF-ek vizsgálata nemcsak a befektetők számára nyújt értékes információkat a kockázatkezelés és diverzifikáció területén, hanem a döntéshozók számára is hasznos iránymutatást kínál az energiaátmenet finanszírozási kérdéseinek megértéséhez. A kutatás eredményei különösen relevánsak a szabályozói politikák kialakításában, hiszen megmutatják, hogyan ösztönözhetik a szabályozási környezetek a fenntartható befektetési gyakorlatokat. A dolgozat továbbá új kutatási irányokat is kijelöl az energiapiaci ETF-ek és a globális energiapiaci dinamika további vizsgálatára. A jövőbeni

kutatások számára különösen fontos lehet az egyes földrajzi régiók energiapiacainak összehasonlító elemzése, a szabályozási különbségek hatásainak mélyebb feltárása, valamint az új technológiai áttörések, például a zöld hidrogén vagy az energiatárolási megoldások, befektetési potenciáljának elemzése. Összességében ez a tanulmány a hagyományos és alternatív energiapiaci ETF-ek összehasonlító elemzésén keresztül egyedülálló betekintést nyújt a globális energiapiacok átalakulásába, és alapvető támpontokat kínál a fenntartható befektetési stratégiák kialakításához. A kutatás eredményei nemcsak az energiapiacok diverzifikációs lehetőségeinek jobb megértéséhez járulnak hozzá, hanem segítenek a befektetőknek, a döntéshozóknak és a tudományos közösségnek is a globális energiaátmenet pénzügyi vonatkozásainak mélyebb feltárásában.

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 vállalatirányítási (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 célja a két szegmens portfóliódiverzifikációs potenciáljának igazolása, valamint befektetési stratégiák kidolgozása a többváltozós VAR-ADCC-GARCH-modell segítségével, amely a hozamok, volatilitások és kovarianciák elemzésére fókuszál. A kutatás részletesen elemzi a két szegmens sajátos piaci dinamikáit és a rendszerszintű kockázatokat, megvilágítva azok egyedi befektetési profiljait. Ezen túlmenően cél a kiemelkedő hozamot nyújtó és/vagy alacsonyabb kockázatú befektetési szegmens azonosítása. 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 VAR-ADCC-GARCH-modell nemcsak az időbeli hozamok és volatilitások kapcsolatait 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 regressziós 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 regressziós 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 hozamelvárásainak 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 tőzsdei 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 VAR-ADCC-GARCH 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: A különböző tőzsdén kereskedett alapok (ETF-ek) diverzifikációja hatékony eszköz a portfóliók kockázat-hozam profiljának optimalizálására. 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 csökkenteni a portfóliók szisztematikus és idioszinkratikus kockázatát, miközben a befektetői preferenciákhoz igazodó hozamokat generál. 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 regressziós modellek és varianciaelemzési módszerek alkalmazásával történik, amelyek lehetővé teszik az alternatív energia befektetések és a hagyományos energia befektetések teljesítménybeli eltéréseinek 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. A regressziós modellek alkalmazása lehetővé teszi, hogy az alternatív és

hagyományos energia befektetések közötti teljesítménykülönbségeket 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. A varianciaelemzés kiegészítő eszközként szolgál, amely lehetővé teszi az egyes befektetési típusok hozameloszlásának részletes összehasonlítását, beleértve a normál és nem normál eloszlások elemzését is. Az alternatív energia befektetések teljesítményének vizsgálata során az értekezés különös figyelmet fordít a kockázat-hozam arányt mérő mutatókra, amelyek átfogó képet nyújtanak a befektetések hatékonyságáról. Az empirikus elemzések célja, hogy az alternatív energia ETF-ek superioritását ne csak abszolút hozamok, hanem 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 két fő részből áll: az első rész az energiapiacokat érintő kihívásokat, a portfóliódiverzifikációs lehetőségek irodalmi áttekintését, valamint a modellek elméleti és módszertani alapjait ismerteti, míg a második rész ezek gyakorlati alkalmazását mutatja be az empirikus eredmények tükrében. Az elméleti rész bemutatja a felhasznált irodalmat és a modellek alapfeltevéseit, míg az empirikus rész a hipotézisek tesztelése révén a módszerek gyakorlati érvényesülését elemzi. Az elméleti részben részletesen tárgyaljuk a hagyományos és alternatív/megújuló energiaforrások piacának sajátosságait, kiemelve a globális energiaszektor változó trendjeit, mint például a dekarbonizációs célokat, a szabályozási környezet és a

technológiai innovációk megújulók térnyerését ösztönző szerepét. Külön figyelmet fordítunk a portfóliódiverzifikációval kapcsolatos elméleti megközelítésekre, ideértve a modern portfólióelmélet (Markowitz-féle modell), a dinamikus portfóliókezelés és a kockázatkezelési stratégiák relevanciáját az energiapiaci ETF-ek vonatkozásában. A módszertani fejezet részletesen bemutatja a VAR-ADCC-GARCH-modellek alapvetéseit, a használt paraméterbecslési technikákat és az adatok előkészítésének folyamatát. Továbbá kifejtjük a hozamok, volatilitások és dinamikus korrelációk közötti összefüggések elemzésére alkalmazott statisztikai eszköztárat, valamint a modell validálásához és robusztusságának teszteléséhez alkalmazott eljárásokat. Az empirikus rész az elméleti keretek gyakorlati megvalósítását mutatja be a hagyományos és alternatív energia ETF-ek historikus teljesítményének adatai alapján. Az elemzés során vizsgáljuk a hozamok és volatilitások időbeli változását, valamint a két szegmens közötti korrelációkat és azok dinamikus mintázatait. A kapott eredmények lehetőséget nyújtanak a diverzifikációs potenciál mérésére, illetve a rendszerszintű kockázatok azonosítására. Ezen túlmenően a kutatás kitér az olyan makrogazdasági változók, mint energiaárak, hatásainak elemzésére, amelyek befolyásolják az egyes ETF-szegmensek piaci teljesítményét. Az eredmények alapján konkrét javaslatokat fogalmazunk meg a befektetők számára a portfóliók optimalizálása érdekében, különös tekintettel a fenntarthatósági szempontokra és a kockázat-hozam arány optimalizálására. Az értekezés végül összegzi az eredményeket, reflektál az alkalmazott módszertan korlátaira, és javaslatot tesz a jövőbeli kutatási irányokra, ideértve az ESG szempontok mélyebb integrációját és a különböző földrajzi régiók közötti piaci dinamikák további vizsgálatát. Az értekezés szerkezete a következőképpen tagolódik: az első fejezet a kutatás célkitűzéseit, motivációit és a releváns szakirodalom áttekintését tartalmazza, amely megalapozza a további elemzéseket. A második fejezet részletesen bemutatja az elemzés során alkalmazott adatforrásokat, valamint a kutatás módszertani keretét, kiemelve az alkalmazott modellek és statisztikai eszközök sajátosságait. A harmadik és negyedik fejezet az empirikus elemzés eredményeit tárgyalja, az eredmények értelmezésére és azok következményeinek bemutatására fókuszálva. Az értekezés záró fejezete összegzi a kutatás legfontosabb megállapításait, ismerteti az eredmények gyakorlati és elméleti jelentőségét, valamint javaslatot tesz a jövőbeli kutatási irányokra.

1.5 AZ ENERGIAPICOKAT ÉRINTŐ KIHÍVÁSOK; AZ ENERGIAÁTMENET

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 Reboredo et al. (2017), 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 piacai közötti kapcsolat alapvetően átalakulóban van. Reboredo et al. (2017) tanulmányában rámutatott 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 kitéttiségét 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 vizsgálta, majd megállapította, hogy a fenntartható projektek iránti érdeklődés folyamatosan nő, mivel ezek nemcsak környezeti, hanem pénzügyi hozamot is ígérnek. A fenntarthatóságot előtérbe helyező kampányok sikeresebbek 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 vállalatirányítási 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 energiatárolási technológiák, például az akkumulátorok és egyéb energiatárolási 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, lásd IEA (2023), IPCC (2022), Sovacool (2022) és REN21 (2022) elemzései.

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 erős 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 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 célozza meg megújuló energiaforrások gyorsabb integrálációjának 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 kezdeményezésein 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 szélenergiák kapacitásainak 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 utolsósorban 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 széndioxid-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 sérülékenységét. 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 hozzáférése 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 gondolkodniuk. 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.

Végül 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.

1.6 PORTFÓLIÓ-DIVERZIFIKÁCIÓ

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 tőkepiac és annak mobilitásának növelése, az allokációs hatékonyság erősítése továbbá 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 ellenálló képesség, 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, 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. E tekintetben mérvadó Markowitz (1952) modern portfólióelmélete, amely a magasabb hozamok és az alacsonyabb kockázatok lehetőségeinek felismerését célozza. 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 kitettségük 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 szétagrózódott 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 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). 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 érzékenységet 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: $\text{tőkeköltség} = \text{kockázatmentes ráta} + \text{béta} \times \text{kockázati prémium}$, 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 béta (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 értékelni 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 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 elvárt hozam értékét. Damodaran szerint ezért a befektetőknek és vállalatoknak mindig figyelembe kell venniük a számítás mögötti feltételezéseket, és alternatív modellekkel (például többtényezős modellekkel vagy ipárgspecifikus 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 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.

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 kockáztni, 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 kockázatmentesítés 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:

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

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. ICAPM előnye, hogy figyelembe veszi a szisztematikus kockázatot, mivel a szisztematikus kockázat diverzifikálható, elméleti kapcsolatot hoz létre 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 Janakiram (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.

Az Engle (1982) által bevezett autoregresszív feltételes heteroszkedaszticitás modell (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity, más néven ARCH-modell) esetében a becsült 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 időszak 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 kockázatosított 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 figyelmebevételével. 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.

1.7 AZ ENERGIAPIACOK VOLATILITÁSI DINAMIKÁJA ÉS DIVERZIFIKÁCIÓS LEHETŐSÉGEI: MODELLEK, STRATÉGIÁK ÉS EMPIRIKUS BIZONYÍTÉKOK

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 kockázatsökkentést eredményeznek. Zhang et al. (2011) kutatásukban kimutatták, hogy a kőolaj spot- és határidős árainak kombinálásával jelentős kockázatsökkentés 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), Maghyreh et al. (2017) és Kyritsis és Serletis (2018) viszont az energia-és más piacok közötti tovagyrúzó 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 kockázatsökkentési 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 részvénytőzsdákkal. Az Öböl-menti Együttműködési Tanács (angolul: Guld Cooperation Countries, DCC) 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 tovaryűrűző 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 safehaven-ként, menedékként 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 árhozamat és a kiigazított árhozamat 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 frakcionált autoregresszív integrált mozgóátlag modellt (fractional autoregressive integrated moving average, ARFIMA), az ARFIMA modellt a frakcionálisan integrált, exponenciálisan generalizált autoregresszív feltételes heteroszkedaszticitás modellel kombinálva (fractionally integrated exponentially generalized autoregressive conditional heteroscedasticity, FIEGARCH), azaz az ARFIMA-FIEGARCH modellt, valamint a frakcionált 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 befektetéseknél. 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, ezért 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 érzékenységet 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 utolérlik 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 technológiai 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 rendelkezik. 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 célpiaci 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 célpiacon 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 portfóliódiverzifikáció 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 kockázatsökkentési 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 VAR-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-asszimmetriája 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 asszimmetriák 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 az 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-asszimmetriáját 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 időszakaiban, 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 a 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-asszimmetriája 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 aszimmetriájának pontos feltárását, amely alapvetően befolyásolja a diverzifikációs stratégiák hatékonyságát és a portfóliók kockázati profiljának hosszú távú optimalizálását.

2. MÓDSZERTAN

A kutatás a hagyományos és alternatív/megújuló energiapiaci ETF-ek heterogén idősoros adatainak összefüggéseit és különbségeit vizsgálja. E cél eléréséhez a VAR-asszimetrikus-dinamikus-feltételes-korrelációs GARCH-modellt (VAR-ADCC-GARCH) alkalmazza, amely alkalmas az időben változó korrelációk és volatilitások elemzésére, különösen a pénzügyi idősorok összetett viselkedési mintáinak feltárásában. A statisztikai elemzés során használt módszerek közé tartozik a klaszterelemzés, a panel regresszió és a korrelációvizsgálat, amelyek célja a szektorok közötti kapcsolatok és eltérések részletes feltárása. Az elemzések elvégzéséhez az EViews szoftver került alkalmazásra, amely különösen alkalmas a többváltozós időbeli modellezésre és a pénzügyi adatok mélyreható elemzésére. A kutatás módszertana három fő részből áll. Az első rész a többváltozós GARCH-modell alkalmazási kereteit és alapfeltevéseit tárgyalja, különös tekintettel a VAR-ADCC-GARCH-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. A VAR-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.

2.1 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, amely a 2010. január 4. és 2020. december 31. közötti időszakot öleli fel. Az elemzés során kiemelt figyelmet kapott az adatpontok megfelelő mennyisége és reprezentativitása. Az időszak kiválasztásának elsődleges célja a szektorok viselkedésének értékelése normál piaci körülmények között. Ez az időszak jellemzően gazdasági növekedési szakaszokat ölel fel,

recessziós trendek nélkül, így alkalmas a vizsgált szektorok stabil gazdasági feltételek melletti működésének és teljesítményének megértésére. A vizsgálat időszak relatíve stabil; a gazdasági feltételek lehetővé tették a szegmensek normális működésének és teljesítményének értékelését. Mindazonáltal az időszak utolsó szakasza a COVID-19 járvány által okozott példátlan gazdasági hatásokat is magában foglalja, amelyek anomáliaként jelennek meg az adatokban és a szektorok teljesítményében. Az elemzett 11 éves időszak összesen 2768 megfigyelést tartalmaz. Az ETF-ek napi hozama az eszközök nyitó és korrigált záró ára közötti különbség, valamint a nyitó ár hányadosaként kerül meghatározásra, százalékos formában kifejezve. 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 reprezentatívak 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 allokálhat 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 alokálja. 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 fotovoltaiikus 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 megújulóak, 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 fotovoltaiikus 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 múltú 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 gáztermelésre, 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 energiamenedzsment- megoldásokat

fejleszt. A QCLN magában foglalja a Teslát, amely nemcsak elektromos járműveket gyárt, hanem energiatárolási megoldásokat és napenergia-tetőket is kínál. A GRID érinti az intelligens hálózati megoldásokat nyújtó vállalatokat, mint az Eaton, amely az elektromos rendszerek és az energiamenedzsment-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.

2.2. A VÁLASZTOTT MÓDSZERTAN

A szakirodalom továbbfejlesztése érdekében a többváltozós GARCH-modellek, például a DCC-GARCH-modellek helyett a VAR-Aszimmetrikus-Dinamikus-Feltételes-Korrelációs-Általánosított-Autoregresszív-Feltételes-Heteroszkedaszticitás- modell (röviden: VAR-ADCC-GARCH-modell) alkalmazására kerül sor ebben az értekezésben, mivel ez lehetővé teszi az időben változó korrelációk és a dinamikus tovaggyűrűző hatások vizsgálatát és előrejelzését. A modellt a pénzügyi portfólió diverzifikáció fogalmában már ETFek vizsgálatára sikeresen alkalmazták (Miralles-Quirós et al. 2019). 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.

2.2.1 A VAR-ADCC MEGKÖZELÍTÉS

A VAR-ADCC-GARCH-modell (VAR-ADCC-GARCH-modell) felépítése két lépésben történik. Először szükséges idősoronként meghatározni a VAR-ADCC-GARCH-modellt. Ewing és Malik (2005) szerint a mean-egyenlet pontos meghatározása alapvető fontosságú,

mivel annak hibás megállapítása a variancia-egyenlet helytelen megalkotását eredményezi, amely a modellezett idősorok volatilitásának helytelen értelmezését eredményezheti. A megtérülést megalapozó folyamat tehát a következőképpen alakul:

$$\begin{aligned}
 & p \\
 r_{i,t} &= c_i + \sum_{i=1}^p \alpha_{ij} r_{j,t-1} + \varepsilon_{i,t} \\
 & i = 1 \\
 & j = 1 \\
 \varepsilon_{i,t} | \Omega_{t-1} &\approx N(0, H_t)
 \end{aligned}$$

A VAR-ADCC-GARCH-modellben $r_{i,t}$ az i -edik ETF hozama a t -edik időpontban az adott szegmensben belül, c_i az i -edik ETF állandó tagja és a hozam konstans része, α_{ij} autoregresszív paraméterek, amelyek azt mutatják, hogy az i -edik ETF hozamát hogyan befolyásolják a j -edik ETF korábbi hozamai, p az autoregresszív modell késleltetési sorrendje, amely azt mutatja, hogy hány múltbeli időszakot vesz figyelembe, valamint $\varepsilon_{i,t}$ az i -edik ETF hozamának hibatagja a t -edik időpontban, ami egy 5 dimenziós vektor mindkét szegmens esetében. Minden szegmensben belül ez az autoregresszív modell alkalmazható az egyes ETF-ekre. $\varepsilon_{i,t}$ tehát a hibahatár 5×1 -es vektora, amely nulla mean és a H_t feltételes variancia-mátrix esetében feltételezhetően normális értéket mutat. Minden modell esetében másképpen kerül meghatározásra a $h_{i,t}$ feltételes variancia és a $\delta_{i,t} = \varepsilon_{i,t} / \sqrt{h_{i,t}}$ standardizált reziduum. A feltételes kovariancia-mátrix a következőképpen kerül meghatározásra:

$$H_t = D_t R_t D_t$$

A H_t feltételes kovariancia-mátrixban $D_t = \text{diag}(\sqrt{h_{it}})$ diagonális mátrix, mely tartalmazza a korábbi GARCH-modellek időben változó feltételes volatilitásait és az időben változó 3×3 -as, 1-es értékű diagonális elemekkel rendelkező R_t korrelációs mátrixot az alábbiak szerint:

$$R_t = (Q_t^*)^{-1} Q_t (Q_t^*)^{-1}$$

A VAR-ADCC-GARCH-modell időben változó 3×3 -as, 1-es értékű diagonális elemekkel rendelkező R_t korrelációs mátrixban $Q_t = \{q_{ij,t}\}$ az alábbi standardizált reziduumok kovariacia-mátrixa:

$$Q_t = (1-\alpha-\beta) \overline{Q} - \gamma \overline{N} + \alpha(\delta_{t-1} \delta'_{t-1}) + \gamma \eta_{t-1} \eta'_{t-1} + \beta Q_{t-1}$$

A VAR-ADCC-GARCH-modell standardizált reziduumaik kovariacia-mátrixában $\overline{Q} = E[\delta_t \delta_t']$ a standardizált reziduumok feltételes korrelációs mátrixa; $Q_t^* = \text{diag}(\sqrt{q_{ij,t}})$ az $n \times n$ -es pozitív Q mátrix diagonális elemeinek gyökét tartalmazó diagonális mátrixa; $\eta_t = I[\delta_t < 0] \odot \delta_t$ ($I[\cdot]$ egy 3×1 -es indikátor függvény, amely 1-es értéket vesz fel, amennyiben az állítás igaz, és ellenkező esetben 0-át, miközben $\odot$ a Hadamard-termék) és $\overline{N} = [\eta_t \eta_t']$. A Q_t -vel jelölt pozitív határozottságot az $\alpha + \beta + \lambda\gamma < 1$ egyenlőtlenség határozza meg, amelyben $\lambda = [\overline{Q}^{-1/2} \overline{N} \overline{Q}^{-1/2}]$ a maximum Eigen-érték.

A VAR-ADCC-GARCH-modell részletes meghatározása lehetővé teszi a dinamikus változó idősorok közötti feltételes korrelációk pontos értékelését, amely kritikus jelentőségű az alternatív és hagyományos ETF-ek közötti kapcsolatok modellezésében. A modell alkalmazása során kiemelt szerepet kap a feltételes korrelációs mátrix (R_t) stabilitásának és hatékonyságának biztosítása, hiszen ez közvetlenül hat az ETF-ek közötti kapcsolatok pontos mérésére és az ezek alapján hozott befektetési döntések megbízhatóságára. Az időben változó feltételes korrelációk figyelembevételével a befektetési stratégiák kockázati profilja dinamikus módon módosítható. A korrelációs struktúrák időbeli változásainak modellezése lehetőséget ad arra, hogy a piaci sokkok hatásait jobban megértsük és a portfólió diverzifikációját hatékonyabban tervezzük. Ez különösen fontos a magas volatilitású eszközosztályok esetében, ahol az aszimmetrikus korrelációk (például negatív sokkokra adott eltérő reakciók) jelentős befolyással bírnak a befektetési kockázatok kezelésében. A modellhez kapcsolódóan további elemzések végezhetők a feltételes korrelációs mátrix stabilitásának és a paraméterek érzékenységeinek vizsgálatára, melyre a kutatás folytatása esetén nyílnak lehetőségek. A további elemzések fontosak lehetnek a modell robusztusságának, valamint a változó piaci körülményekre adott reakciók alapos megértése szempontjából. Jelen értekezés a VAR-ADCC-GARCH-modell alkalmazásának gyakorlati aspektusaira és a különböző ETF-szegmensek közötti kapcsolatok elemzésére fókuszál. A feltételes korrelációs mátrix stabilitásának mélyebb matematikai vizsgálata és a modell paramétereinek érzékenysége nem képezik az értekezés részletes elemzési körét. Bár ezek az elemzések további kutatási lehetőségeket nyithatnak meg, jelen dolgozat elsősorban a modell strukturális felépítésének, valamint a hozamok és volatilitások közötti összefüggések gyakorlati alkalmazásainak vizsgálatára korlátozódik. Ez a szűkebb fókusz lehetővé teszi, hogy a kutatás mélysége és relevanciája megmaradjon az értekezés céljának keretein belül,

ugyanakkor kijelöli azokat a potenciális irányokat, amelyek a jövőbeni kutatások számára további vizsgálatokat és fejlesztéseket eredményezhetnek. Az α , β és γ paraméterek együttes hatása meghatározza a modell dinamikáját, és lehetőséget ad arra, hogy a befektetők az idősorok közötti kapcsolatokat nem csupán statikus, hanem dinamikus változó módon értelmezzék. Ez a megközelítés elősegítheti a piaci kockázatok hatékonyabb azonosítását, valamint a befektetési döntések optimalizálását. Egy következő lépésként a modell alkalmazása során figyelembe vehetők a piaci sokkok aszimmetriájából adódó további tényezők, például a szektorok közötti divergenciák, vagy a globális és regionális piaci folyamatok közötti kölcsönhatások. Az ilyen típusú komplex modellezés további mélységet adhat a befektetési stratégiák tervezéséhez, különösen akkor, ha cél a portfólió teljesítményének hosszú távú optimalizálása a volatilitás csökkentése mellett. A VAR-ADCC-GARCH-modell hatékony eszközt nyújt az ETF-piacok közötti dinamikus kapcsolatok feltárására és megértésére, valamint az időben változó kockázatok kezelésére, ezzel hozzájárulva a befektetési stratégiák pontosabb kidolgozásához és a piaci bizonytalanságok kezeléséhez.

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

2.2.2 A BEFEKTETÉSI STRATÉGIÁK

A korábbi modellben leírt becsült megtérülés, volatilitás és korreláció alkalmazásával az alábbiakban négy befektetési stratégia kerül megfogalmazásra, amelyek két klasszikus portfólióoptimalizációs problémán alapulnak.

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

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

Az első megoldandó optimalizációs probléma minimum-variancia portfóliójának kockázategyenlete $w_t' H_{t+1|t} w_t$. 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 portfólió megtérülési kikötést is megfogalmaz. Következésképpen, az optimalizációs problémát a következő képlet adja meg:

$$\begin{aligned} \min \quad & w_t' H_{t+1|t} w_t \\ & w_t \\ \text{s.t.} \quad & w_t' E\{R_{t+1}\} \geq R^* \end{aligned}$$

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

A portfóliók shortolási (short-selling) ügyleteket meghatározó kikötésmegfogalmazásával vagy azok megfogalmazása nélkül is megalkothatók. Először a shortolás kizárásával kerül megoldásra az optimalizációs probléma. Következésképp a probléma a $w_i' 1 = 1$ $w_i \geq 0$ $i=1, 2, \dots, N$ általános kitételeket foglalja magába. Ugyanakkor, Grullon szerint a shortolási ügylet-kitétel hatásairól szóló bizonyítékok vegyesek Grullon et al. (2015). Grullon et al. (2015) tanulmányában 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 egyes 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 portfólió menedzsment 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

talált arra vonatkozóan, hogy a pénzügyi válságot a volatilitás növekedése kísérte, mely kifejezette hangsúlyos volt a shortolásban használt részvények esetén. Diether et al. (2009) a shortolás hatását vizsgálták a részvények árképzésére és a piaci hatékonyságra. Megállapították, hogy a shortolási ügyletek által generált információáramlás növelheti a piacok árfolyamainak pontosságát. Ugyanakkor a tanulmány rámutatott arra is, hogy a shortolás korlátozása jelentős torzulásokat okozhat az árképzésben, mivel megakadályozza a negatív információk gyors integrálódását az árakba. A shortolási tevékenység szerepe tehát a piaci hatékonyság szempontjából kettős: egyes esetekben elősegítheti az információs áramlást, míg más esetekben növelheti a volatilitást. Beber és Pagano (2013) globális perspektívából vizsgálták a shortolás korlátozásának hatásait a válságidőszakok alatt. Tanulmányuk szerint a shortolás szigorú szabályozása válsághelyzetben csökkentheti a piaci árak likviditását és hatékonyságát, mivel a negatív információk nem tudnak megfelelően érvényesülni. A szerzők azt is kimutatták, hogy bár a shortolás korlátozása rövid távon stabilizálhatja az árakat, hosszú távon negatív hatásokat eredményezhet, például alacsonyabb likviditást és magasabb tőkeköltségeket. Omar et al. (2017) a shortolás szabályozásának hatását elemezték különböző eszközosztályok teljesítményére és volatilitására. A kutatás megállapította, hogy a shortolás korlátozása eltérő hatással van az eszközosztályokra: míg bizonyos típusú részvények esetében a volatilitás csökkenthető, más esetekben a likviditás csökkenése jelentős negatív hatást gyakorol a piacok működésére. A tanulmány hangsúlyozta, hogy a shortolási szabályok hatásai jelentős mértékben függenek a piaci feltételektől és az adott eszközosztály sajátosságaitól. Bohl et al. (2016) ökonometriai elemzéseik során kimutatták, hogy a pénzügyi válság alatt a volatilitás drasztikus növekedése szorosan összefüggött a shortolási ügyletek által érintett részvényekkel. Eredményeik szerint a shortolásra hajlamos részvények árfolyamai válsághelyzetben nagyobb volatilitást mutattak, ami alátámasztja azt a hipotézist, hogy a shortolási aktivitás felerősítheti a piaci bizonytalanságot. A tanulmány azonban rámutatott arra is, hogy a volatilitás növekedése a shortolás korlátozásának hiányában elősegítette a piaci árazás korrekcióját. Ezek a tanulmányok összességében rámutatnak arra, hogy a shortolási ügyletek hatása komplex, és az eredmények eltérhetnek a piaci helyzet, az időszak és az eszközosztály szerint. A shortolás szabályozása vagy korlátozása tehát stratégiai döntést igényel, amely figyelembe veszi a piac specifikus jellemzőit. 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. Ebben az esetben a megoldás magában foglalja a $w_t'1 = 1 \quad i=1, 2, \dots, N$ kitételeket; w_i mindkét esetben a portfólióvektor összes eszközének súlya, $w_t = [w_1, w_2, \dots, w_N]$, és 1 az egyik vektor.

Végezetül a $t = \tau + 1, \dots, T$ mintán kívüli optimalizációs keretrendszer teljesítménye kerül értékelésre az SR_p Sharpe-ráta tükrében, melyet a mintán kívüli átlaghozam és a minta standard szórásának (standard deviation) hányadosa határoz meg eképpen:

$$SR_p = \overline{\mu_p} / \sigma_p$$

2.2.3 A PORTFÓLIO-SÚLYOZÁS MÓDSZERTANA

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 a célok elérésében, különösen a diverzifikációs célok, a kockázattűrés és olyan specifikus piaci stratégiák, mint például a shortolás, figyelembevételével. A súlykorlátok meghatározásának szempontjainak és lépéseinek meghatározása ezért rendkívül fontos a portfólióoptimalizálás kontextusában, hisz a portfólió egyes eszközeire kiosztott súlyok döntő szerepet játszanak az eredményes diverzifikáció elérésében. A cél az, hogy a kitettség 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 tételeket 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 fentiek 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 naív portfólióban az eszközök egyenlő súlyozása (szegmensenként mindegyik ETF 20%-os, a két szegmens egyesítése esetén pedig mindegyik ETF 10%-os súlyt kap). A naív 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 pedig a portfólió Sharpe-mutatója kerül megcélzásra, amely az átlagos hozam és a volatilitás hányadosa. Ezen felül az adott stratégiának megfelelő minimum és maximum súlyok kerülnek meghatározásra, figyelembe véve a shortolási lehetőségek engedélyezését vagy kizárását. Az optimalizációs modell megoldására az Excel Solver pénzügyi modellező eszköz kerül alkalmazása, amely kiszámítja az optimális eszközsúlyokat.

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 eredményeznek.

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, ezesetben az Excel Solver, lehetővé teszi a súlykorlátok testreszabását.

3. EREDMÉNYEK: DESKRIPTÍV STATISZTIKA, HOZAMALAKULÁSOK, KORRELÁCIÓS ÉS KOVARIANCIA-ELEMZÉS, VAR-ADCC-GARCH VIZSGÁLAT

3.1 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 hozamadatait. A valószínűségek zárójelben szerepelnek, és az 1 százalékos valószínűségi szintet képviselik. A statisztikai elemzések során alkalmazott egyenlőségi tesztek – mint például az utolsó oszlopban megjelenített ANOVA- és a Levene-teszt – az átlagok és varianciák egyenlőségét vizsgálják, míg a Jarque–Bera-teszt a normális eloszlást teszteli. 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 (pl. 0,01), akkor elutasítható a nullhipotézis, amely azt állítja, hogy a csoportok átlaga azonos. 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. 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 ARCH(1) 1. rendű teszt az idősorok volatilitásának csoportosulását vizsgálja (Engle 1982), és aszimptotikus $\chi^2(2)$ normális eloszlást feltételez.

Az ARCH(1) teszt célja az idősort 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 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

	XLE	VDE	XOP	IXC	OIH	Equality test
Mean	0,011428	0,006693	-0,00268	0,005156	-0,024095	0,131754 (0,9708) 113,6213 (0,0000)
Std. Dev.	1,732848	1,74955	2,488797	1,628015	2,401432	
Skewness	-0,447939	-0,403428	-0,662624	-0,616186	-0,529481	
Kurtosis	20,17057	18,12251	25,30851	23,51928	20,94285	
Jarque–Bera	34096,14 (0,0000)	26450,7 (0,0000)	57600,47 (0,0000)	48735,21 (0,0000)	37260,42 (0,0000)	
ARCH (1)	0,110208 (0,0000)	0,103251 (0,0000)	0,111364 (0,0000)	0,116454 (0,0000)	0,088525 (0,0000)	

Forrás: saját szerkesztés

2. táblázat Alternatív/ megújuló energia ETF-ek

	ICLN	TAN	QCLN	GRID	ERTH	Equality test
Mean	0,031365	0,03934	0,071838	0,048674	0,052021	0,200523 (0,9382) 181,5350 (0,0000)
Std. Dev.	1,645187	2,438284	1,81066	1,52775	1,36383	
Skewness	-0,4229	0,047349	-0,26563	-0,35896	-0,61126	
Kurtosis	9,221772	6,79016	8,440482	11,47175	10,59155	
Jarque–Bera	4547,113 (0,0000)	1657,834 (0,0000)	3446,285 (0,0000)	8336,987 (0,0000)	6819,22 (0,0000)	
ARCH (1)	0,087671 (0,0000)	0,055898 (0,0000)	0,071818 (0,0000)	0,096181 (0,0000)	0,102340 (0,0000)	

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. A leptokurtikus jelleg 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 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 a 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 különösen válságok vagy sokkok idején válik szembetűnővé, mivel a negatív hozamok szélsőséesebbek 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 közötti különbségek szintén figyelemreméltóak. Az energia ETF-ek általában nagyobb volatilitást mutatnak, míg az alternatív/megújuló energia ETF-ek magasabb átlagos hozamot kínálnak. 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 ármozgások) 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 fókusztól, 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.

3.2 HOZAMALAKULÁSOK

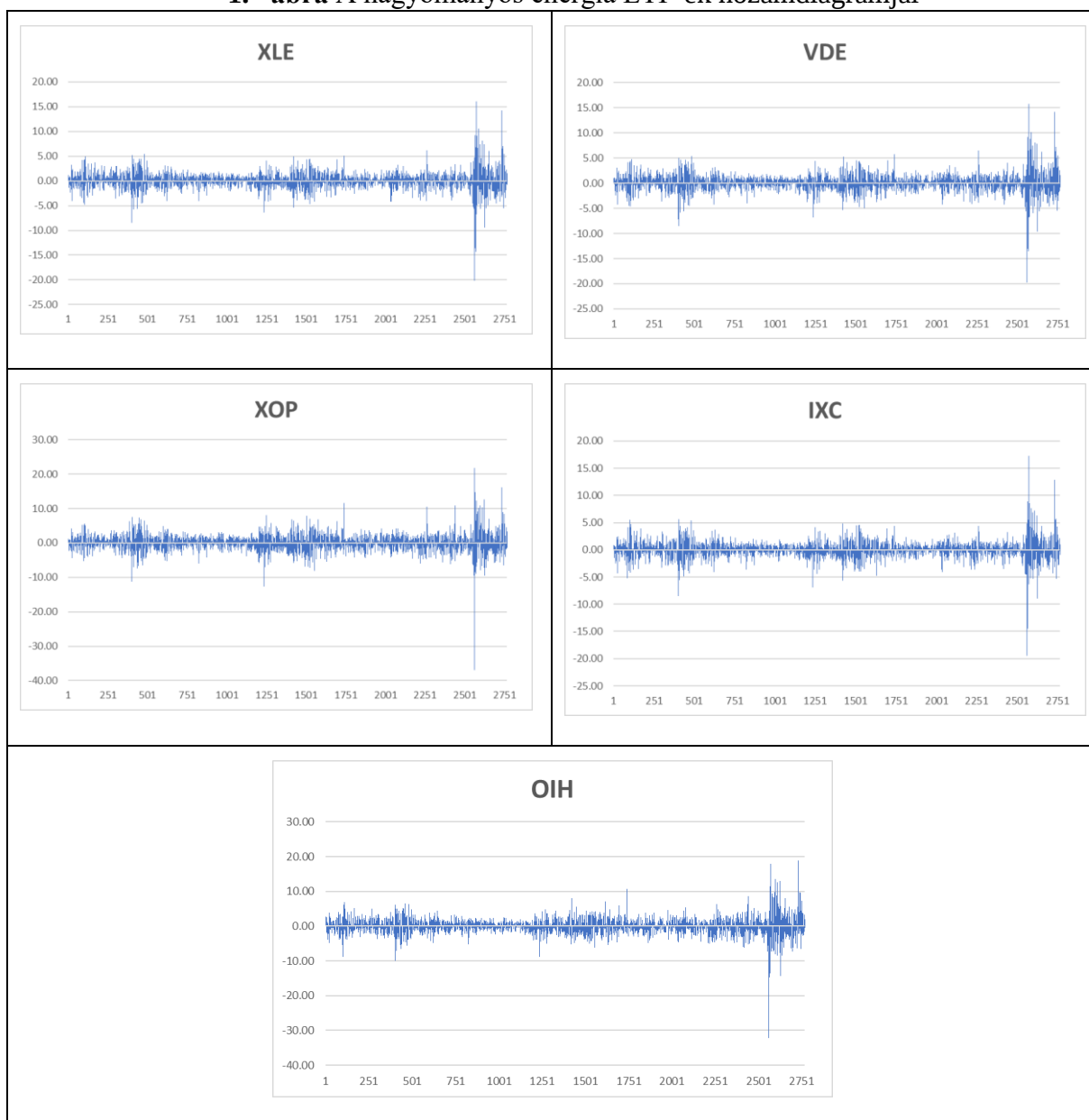
A két ETF-szegmens közötti kontraszt bemutatására az 1. és 2. ábra szolgál, amelyek a 2010. január 4-től 2020. december 31-ig tartó időszak hozamgrafikonjait ábrázolják. Jelentős hasonlóságok figyelhetők meg az emelkedő és csökkenő trendek között, azonban a hagyományos energia ETF-szegmens nagyobb volatilitást mutat, mint az alternatív/ megújuló energia ETF-szegmens. Mindkét ETF-csoport esetében megfigyelhető az ingadozó viselkedés, különösen a hagyományos ETF-csoportban, amely 2020-ban, a 2500. megfigyelés után fokozódik. Ez az időszak a COVID-19 világjárvány kezdetével esik egybe, amely globális válságként jelentős mértékben zavarta meg az energiapiacok keresleti dinamikáját, lásd Salisu et al. (2021). 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 jelentkezték 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.

Az 1. és 2. 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 jellemeznek, 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. 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, 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

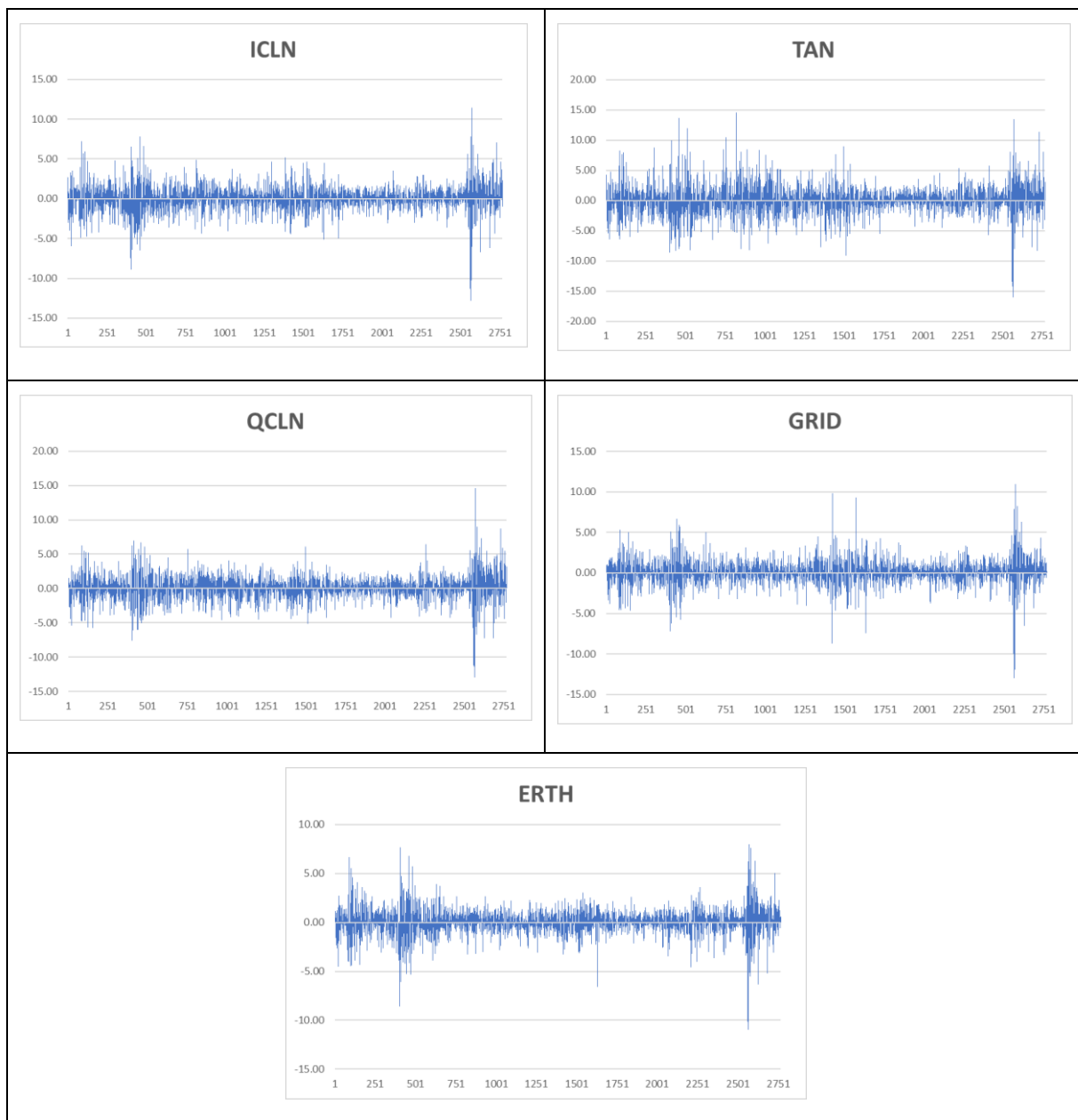
figyelembe veszik a tartós volatilitási klasztereket és a lefelé irányuló nagyobb veszteségek valószínűségét.

1. ábra A hagyományos energia ETF-ek hozamdiagramjai



Forrás: saját szerkesztés

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



Forrás: saját szerkesztés

A 3. ábra és a 4. 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 3. ábra alapján a hagyományos energia ETF-ek teljesítménye jelentős ingadozásokat mutat, amelyek szorosan követik a globális fosszilis energiahordozó-piacok keresleti és kínálati

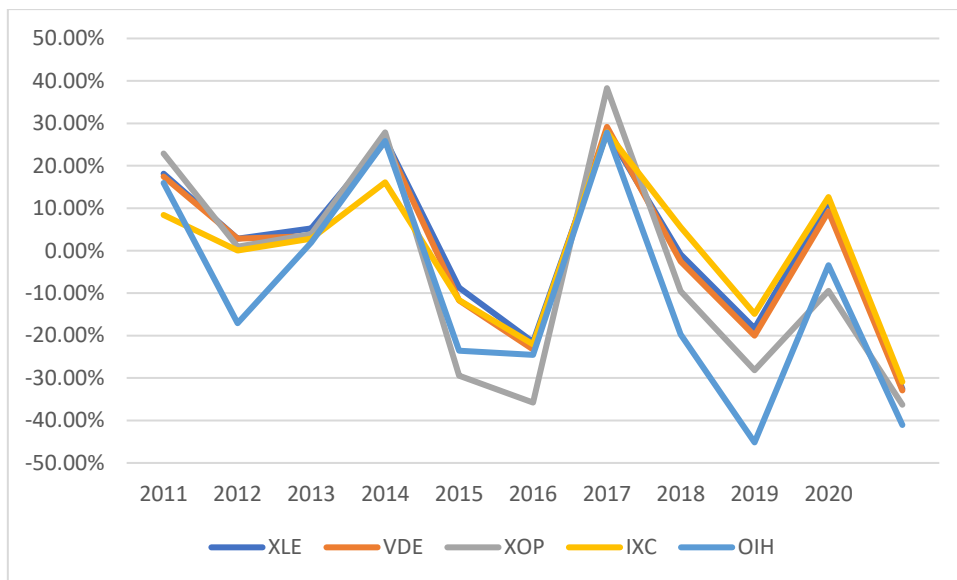
viszonyainak alakulását. Az ábra jelzi, hogy az évek között jelentős hozameltérések mutatkoznak, mely az energiaárak változékonyságára és ingadozására utal. Ahogy azt az 1. és 2. ábra is jelzi, a 3. és 4. ábrán is látható, hogy a 2020-as év különösen kiemelkedik a volatilitás szempontjából, amely szoros összefüggésben van a COVID-19 világjárvány 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.

A 4. 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.

A 3. és 4. ábrák közötti kontraszt rávilágít a hagyományos és megújuló energia ETF-ek közötti eltérésekre. A hagyományos energia ETF-ek jelentősebb volatilitást mutatnak. A grafikonon látható csúcsok és mélypontok mérete a fosszilis energiahordozók piacának ciklikusságát és a geopolitikai eseményekre való érzékenységét tükrözi. Az alternatív energia ETF-ek volatilitása szintén jelentős, de kevésbé szélsőséges, mint a hagyományos energia ETF-ek esetében. Ez valószínűleg a szektor fejlődési szakaszából és a szabályozói támogatás által biztosított stabilitásból adódik. A hozamok 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

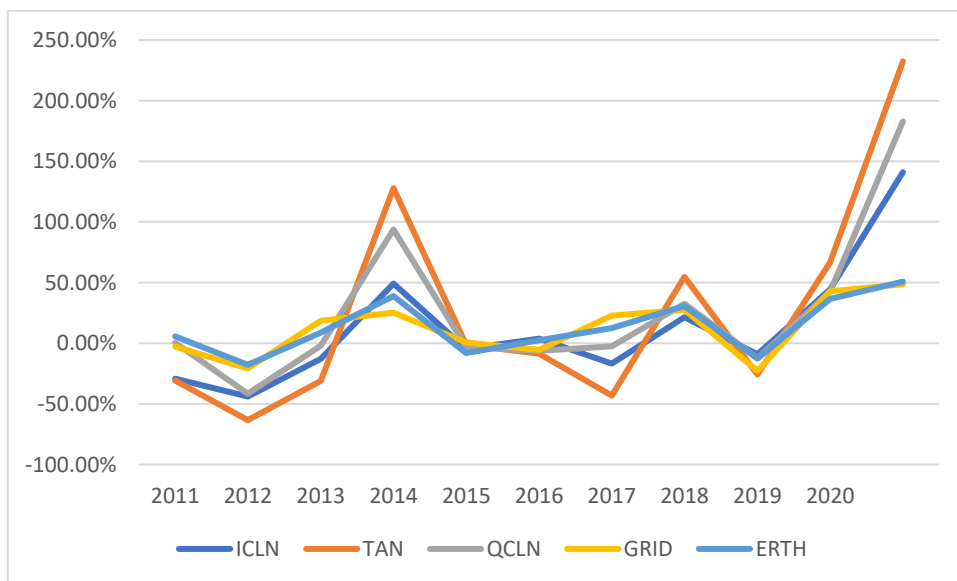
rendelkeznek. A két szegmens összehasonlítása alapján egyértelműen látszik, hogy a megújuló energia ETF-ek a fenntarthatóságra és az innovációra építő stratégiák révén egyre inkább előtérbe kerülnek, miközben a hagyományos energia szektor továbbra is fontos, de lassan hanyatló szerepet tölt be a globális energiapiacokon. Az ábrák által feltárt mintázatok alapvető támpontokat nyújtanak a befektetési döntések meghozatalához, különösen az energiaátmenet hosszú távú hatásainak értékelésében.

3. ábra A hagyományos energia ETF-ek éves hozamteljesítménye



Forrás: saját szerkesztés

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

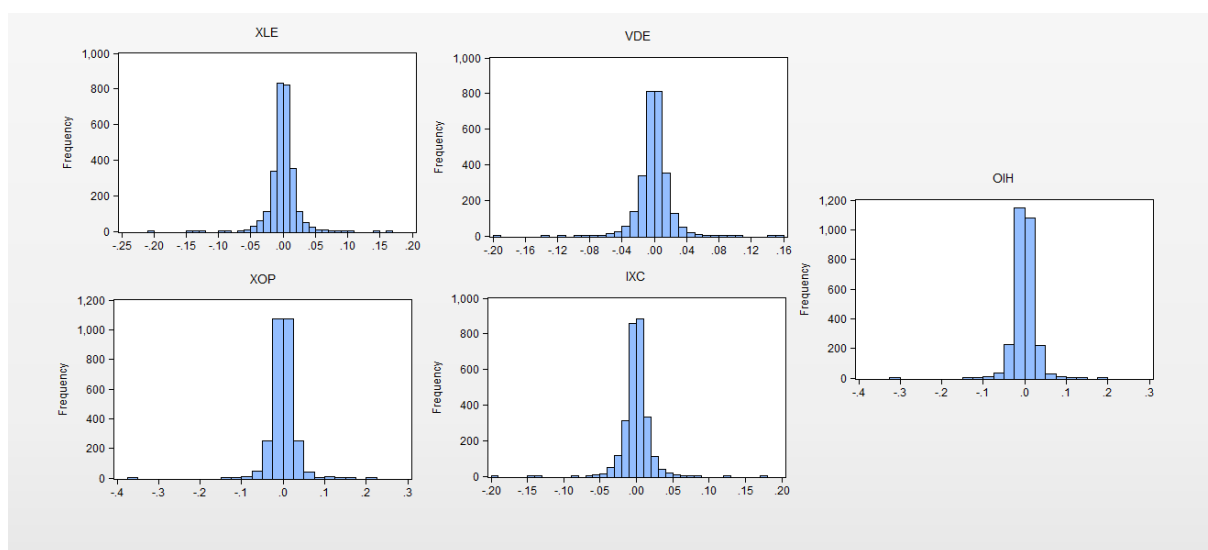


Az 5. és 6. ábrák a hagyományos, illetve az alternatív/megújuló energia szektor ETF-jeinek hozamhisztogramjai 2010. január 4-től 2020. december 31-ig tartó időszakban. Az 5. ábra megmutatja, hogy a hagyományos energia ETF-ek (XLE, VDE, XOP, IXC, OIH) hozamai jellemzően normális eloszlás körül mozognak, bár néhány esetben enyhe aszimmetria vagy szélsőséges értékek is észlelhetők. Ez azt sugallja, hogy a hozamok többsége az átlag körül koncentrálódik, de van néhány kiugróan magas vagy alacsony érték. Az XLE, VDE, és IXC hisztogramjain kisebb szórás figyelhető meg, ami azt jelzi, hogy ezek az ETF-ek relatíve stabilabb hozamokat produkáltak. Az XOP és OIH hisztogramjai szélesebb eloszlást mutatnak, ami nagyobb volatilitásra utal a hozamokban. Ez lehet az iparági specifikus tényezők (pl. olajkutatás és -termelés) következménye. Az XLE és VDE esetében észrevehető néhány szélsőségesen alacsony hozamérték. Az OIH esetében a hozamok eloszlása nagyon szűk és közel áll az átlaghoz, de néhány szélsőséges pozitív érték figyelhető meg. Az ETF-ek többségénél a hozamok közel állnak a nullához, ami arra utalhat, hogy az elmúlt 10 év átlagos teljesítménye nem volt kiugróan magas vagy alacsony. Az eloszlások alapján ezek a hagyományos energia ETF-ek a hozamok stabilitását mutatják, de bizonyos szegmensek (pl. XOP, OIH) nagyobb kockázatot hordoznak.

A 6. ábra az alternatív/ megújuló energia ETF-ek (GRID, EARTH, TAN, ICLN, QCLN) hozamainak hisztogramjait mutatja meg a vizsgált időszakban. Az ETF-ek hozamai jellemzően normális eloszlást követnek, az átlaguk a nulla közelében helyezkedik el. Az EARTH, TAN, és ICLN ETF-ek hisztogramjai enyhén balra nyúlnak (negatív irány), ami azt jelezheti, hogy több alacsonyabb hozam volt az elmúlt 10 évben, mint pozitív kiugrás. A GRID és QCLN ETF-ek szimmetrikusabbak, jelezve a stabilabb hozameloszlást. A TAN és ICLN mutatják a legszélesebb eloszlást, ami nagyobb hozam-ingadozást és magasabb kockázatot jelez. Ez különösen jellemző a napenergia-vonatkozású TAN ETF-re, amely valószínűleg erősen függ az áringadozásoktól. A GRID és EARTH viszonylag szűkebb eloszlást mutatnak, ami alacsonyabb volatilitásra és stabilabb hozamokra utal. Az EARTH és ICLN ETF-ek esetében néhány szélsőséges negatív hozam értéket figyelhetünk meg. A GRID és QCLN ETF-eknél kevesebb szélsőséges érték van, jelezve, hogy ezek az ETF-ek kevésbé érzékenyek a piaci ingadozásokra. Az általános eloszlás alapján a megújuló energia ETF-ek (különösen TAN és ICLN) nagyobb kockázatot hordoznak a hozamok szórása miatt, de potenciálisan magasabb

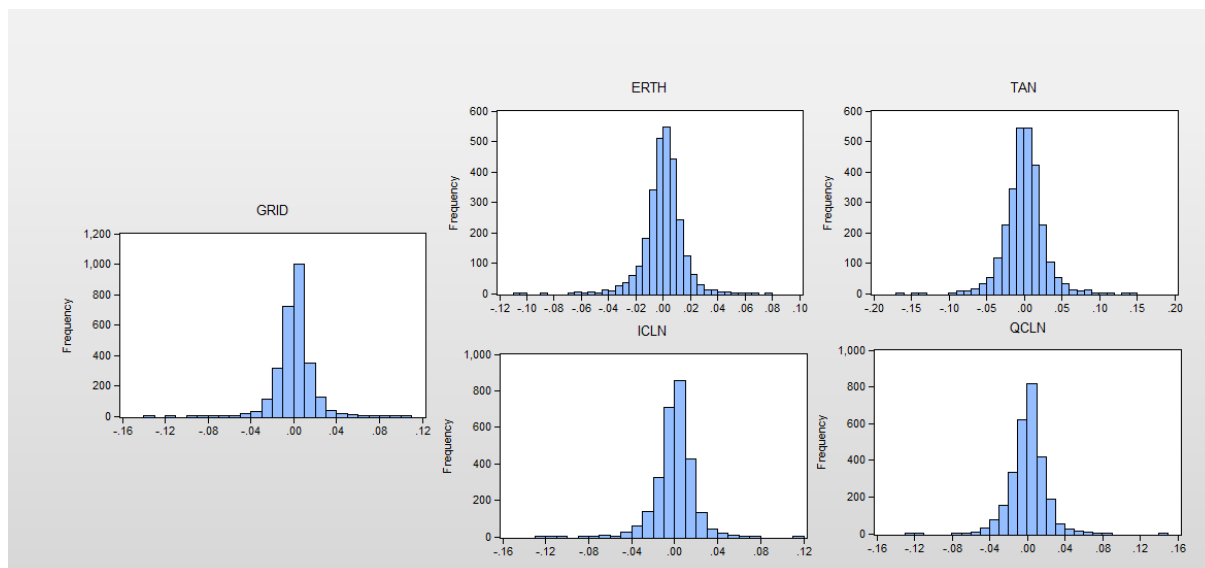
nyereséget is kínálhatnak a jövőben, mivel ezek a szektorok erőteljes növekedési potenciállal rendelkeznek. A GRID ETF, amely az elektromos hálózatokra összpontosít, stabilabb és kiszámíthatóbb hozamot mutat az eloszlása alapján. Az egyes ETF-ek hozamai tehát valószínűleg a megújuló energia alágazatainak különbözőségeit tükrözik.

5. ábra A hagyományos energia ETF-ek hozameloszlása



Forrás: saját szerkesztés

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



Forrás: saját szerkesztés

3.3 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 alapot teremt a kockázat-megtérülés kompromisszumok elemzésére.

A 7. és a 8. ábrán látható két kovarianciamátrix a hagyományos energia ETF-ek és az alternatív/megújuló energia ETF-ek közötti kovarianciaértékeket ábrázolja. Ezeket a mátrixokat a Sharpe-hányados kiszámítása során kerültek ábrázolásra, de önmagukban is fontos információkat nyújtanak az egyes ETF-párok közötti volatilitás és kapcsolatok megértéséhez. 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 árfolyam-ingadozásainak négyzetes átlagát jelentik, míg a fő átlótól eltérő elemek (kovarianciák) azt mutatják, hogy két különböző eszköz mennyire mozog együtt. A zöldebb cellák magasabb variancia- vagy kovarianciaértékeket jeleznek az ábrákon. Minél zöldebb egy cella, annál nagyobb az adott eszköz volatilitása vagy két eszköz együttmozgása. A zöldebb szín tehát nagyobb volatilitást vagy szorosabb együttmozgást jelez, ami fontos elem a portfólió diverzifikációja és kockázatkezelése szempontjából. A 7. ábrán látható magasabb varianciaértékek a hagyományos energiaszektor eszközeinek magasabb volatilitását igazolják.

Az XOP esetében látható a legmagasabb variancia, ami kiemelt kockázatot és potenciális hozamot jelenthet. Az alternatív energia szektorát ábrázoló 8. ábrán az általában alacsonyabb varianciaértékek a kevésbé volatilis piaci viselkedést jelzik. Ez a szektor stabilabb befektetési lehetőségeket kínálhat, kisebb piaci ingadozásokkal. Mindkét mátrix az eszközök közötti kapcsolatokat és az egyes eszközök volatilitását mutatja.

7. 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

8. 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 9. és 10. 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.

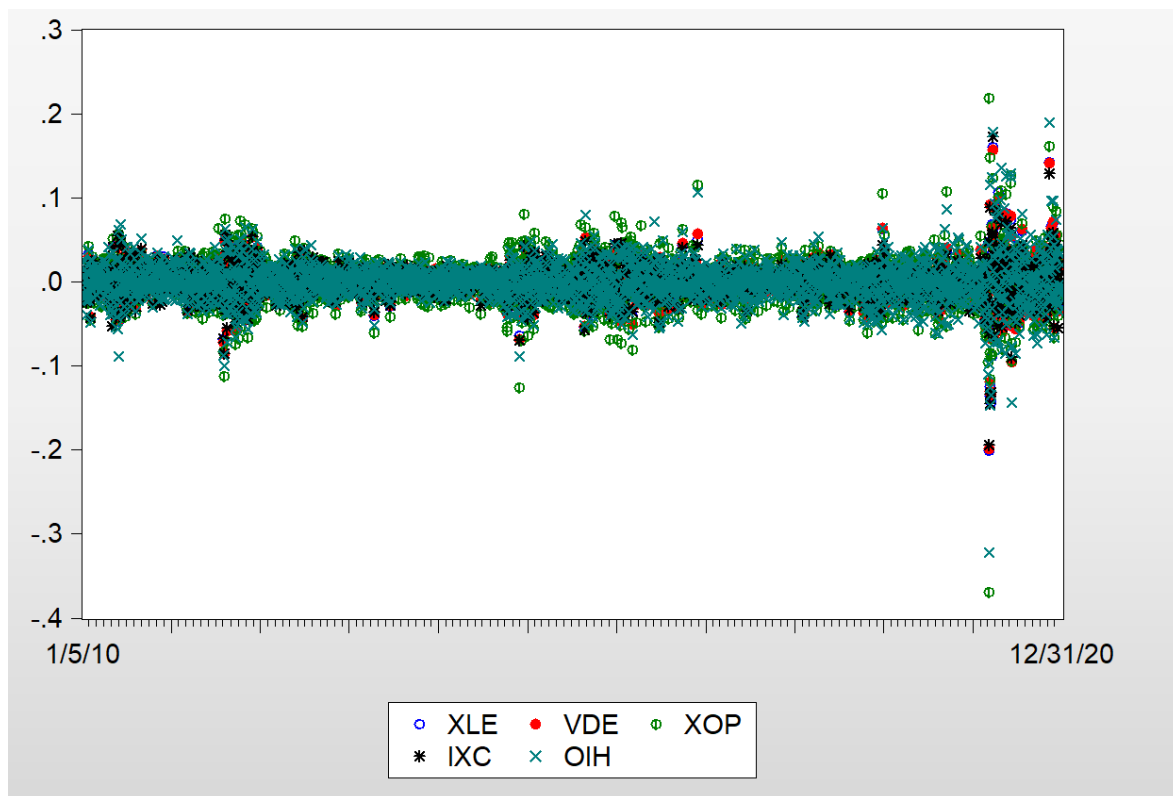
A 9. ábra a hagyományos energia szektorhoz tartozó 5 ETF (*XLE*, *VDE*, *XOP*, *IXC*, *OIH*) napi hozamainak kovariancia-idősorát mutatja. A mintázatok alapján megfigyelhető, hogy a szegmens ETF-jeinek napi változásai hasonló mintázatokat követnek. A szélsőséges események során, például a Covid-19 és olajár-ingadozások vagy geopolitikai helyzetek hatására, néhány ETF között erősebb eltérés mutatkozik a 2020-as évben. Az ábra megmutatja, hogy a hagyományos energia szektor ETF-jei szorosan összefüggő piacokat és eszközöket

reprezentálnak, amely azonos piaci hajtóerők (pl. fosszilis energiaforrások árváltozása) következménye.

A 10. ábra az alternatív/megújuló energia szektorhoz tartozó 5 ETF (ICLN, QCLN, TAN, GRID, EARTH) napi hozamainak kovarianciáit szemlélteti. Az alternatív energia ETF-jei között nagyobb eltérések figyelhetők meg a napi hozamok viszonyában, ami a szegmens diverzifikáltabb jellegére utal. Megfigyelhető egy nagyobb mértékű volatilitási mintázat, amely a megújuló energia szektorra jellemző nagyobb piaci bizonytalanságot tükrözi, feltételezhetően a technológiai kockázatok vagy szabályozási változások 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.

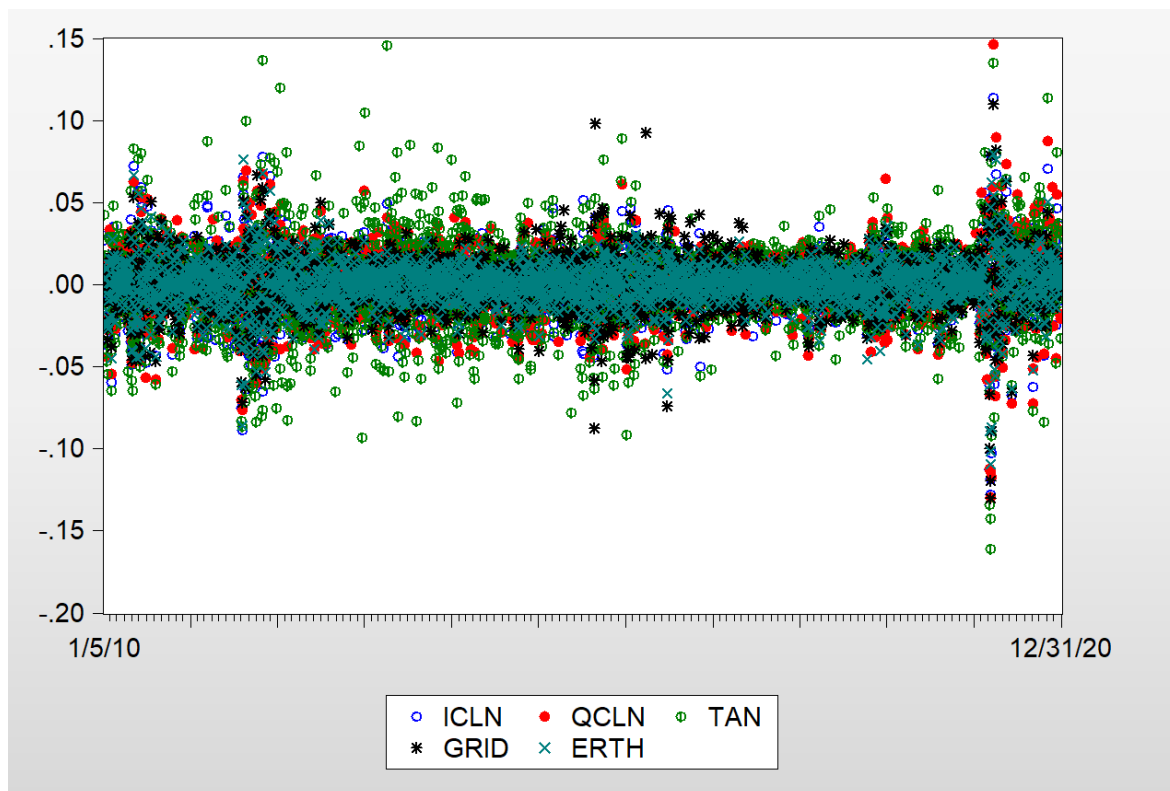
A két ábra megmutatja, hogy a hagyományos szektor ETF-jei között szorosabb a kapcsolat, ami alacsonyabb diverzifikációs potenciált eredményez. Az alternatív szektor esetében a nagyobb szóródás diverzifikáltabb portfólió-összeállításra ad lehetőséget. A hagyományos energia szektor ETF-jei stabilabb kockázati profilt mutatnak. Az alternatív szektor ETF-jei nagyobb kockázattal, de potenciálisan magasabb megtérülési lehetőségekkel bírnak. Mindkét szektorban az időszakos események (pl. a Covid-19 hatás) erőteljesen befolyásolják a kovarianciát, de a megújuló energia szektor esetében ezek hatása markánsabban érzékelhető. Az elemzés alapvető a befektetési döntéshozatal során, különösen a kockázat-megtérülés kompromisszum megértésében.

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



Forrás: saját szerkesztés

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



Forrás: saját szerkesztés

3.4 KORRELÁCIÓ-ELEMZÉS

A 11-14. ábrák az energia szektor két különböző szegmensét – a hagyományos és az alternatív/megújuló energiát – képviselő ETF-ek közötti napi hozamok korrelációit szemléltetik. Az elemzés 2010. január 4-től 2020. december 31-ig tartó időszakot öleli fel. 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 hagyományos energia szektort reprezentáló 11. ábra megmutatja, hogy az ETF-ek korrelációs együtthatói nagyon magasak. Például az XLE és a VDE ETF-ek korrelációs értékük alapján szinte azonosan mozognak. Hasonlóan magas, 0,9 körüli korrelációk figyelhetők meg az ETF-párok többségénél. Ez jellemző azokra az ETF-ekre, amelyek azonos szektoron vagy hasonló 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 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 indexet 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, amelyek alacsonyabb korrelációt mutatnak a hagyományos energiaipari ETF-ekkel. Ezek lehetnek más szektorokat képviselő ETF-ek vagy olyan eszközök, amelyek kevésbé reagálnak az energiaipar ciklikusságára.

A 12. ábrán látható korrelációs mátrix az alternatív/ megújuló energia ETF-ek közötti kapcsolatokat mutatja. Az ETF-ek erős pozitív korrelációt mutatnak egymással, bár nem olyan magasat, mint a hagyományos energia ETF-társaik. Ez azt jelzi, hogy bár ezek az ETF-ek különböző vállalatokat vagy a tiszta energia és technológia szektor különböző alágazatait képviselhetik, az értékmozgásaik hasonlóak. Ez valószínűleg annak köszönhető, hogy ugyanazok a gazdasági erők vagy iparági trendek hatnak rájuk. A korrelációk itt kevésbé tökéletesek (nem mindegyik haladja meg a 0,9-es értéket), ami nagyobb diverzifikációs előnyöket kínálhat, mint a hagyományos energia ETF-ek csoportja. Ennek ellenére az ETF-ek közötti korreláció továbbra is jelentős, ami azt jelenti, hogy a diverzifikációs előnyök korlátozottak lehetnek ezen a szektoron belül is. Bizonyos ETF-ek között alacsonyabb korreláció figyelhető meg, például a TAN és a GRID alacsonyabb korrelációt mutat az ICLN-hez képest, mint a TAN és a QCLN. Ez arra utalhat, hogy az ETF-ek mögöttes eszközei vagy a tiszta energia piac különböző szegmensei között eltérések vannak. A korrelációs minta arra utal, hogy a tiszta energia és kapcsolódó technológiai szektorok egymással összhangban mozognak, valószínűleg a közös szabályozási környezet, a technológiai fejlődés és a globális energiatrendek miatt. Ugyanakkor a szélesebb körű diverzifikáció érdekében érdemes lehet olyan eszközöket is bevonni, amelyek 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 eltérően reagálhat a 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.

11. 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

12. 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

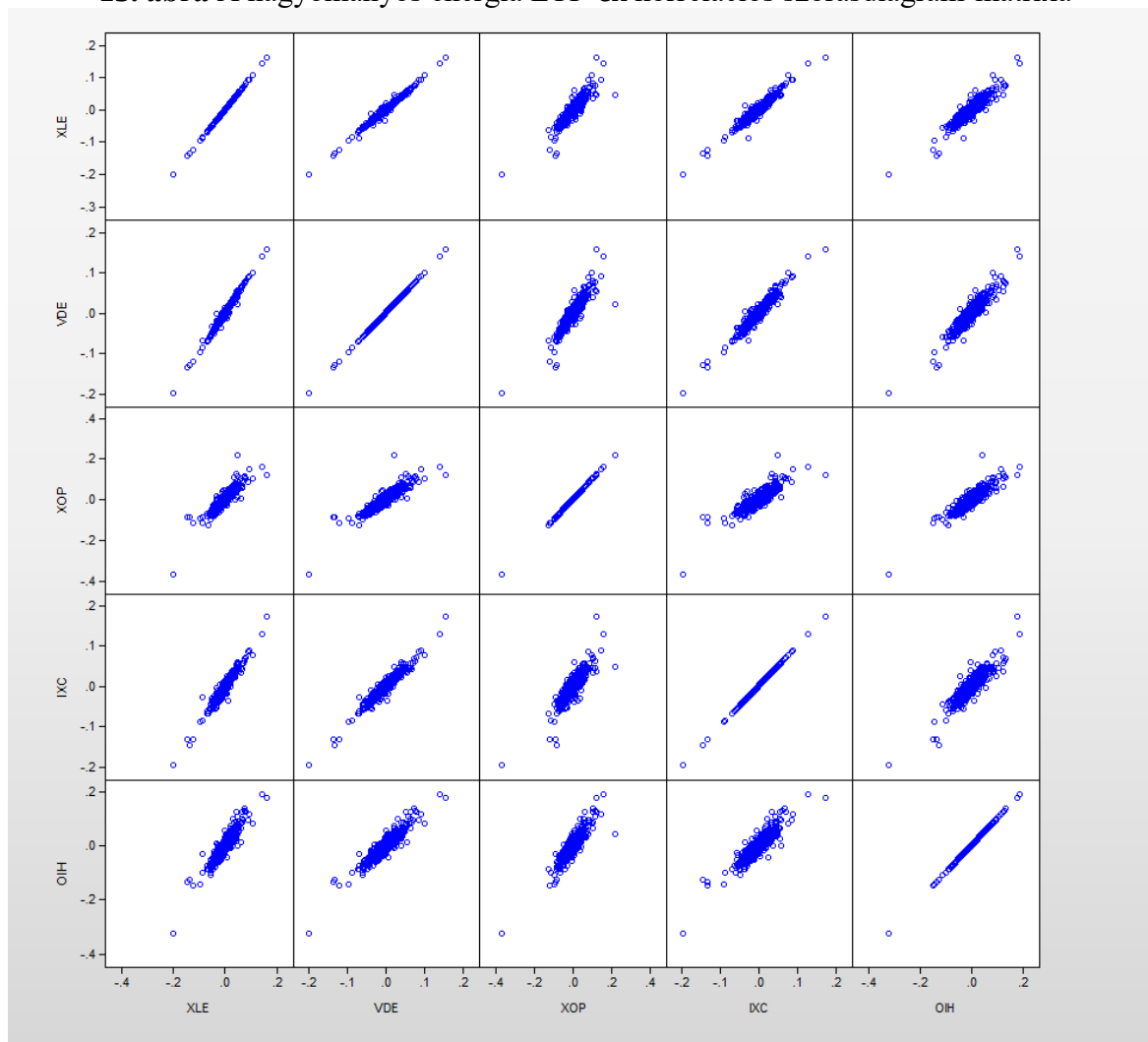
Forrás: saját szerkesztés

A 13. és 14. ábrák a hagyományos és alternatív/ megújuló energia ETF-ek korrelációs szórásdiagram-mátrixait szemléltetik. A 13. ábra a hagyományos energia szektort reprezentáló ETF-ek közötti korrelációk vizuális ábrázolását mutatja. A vizsgált ETF-ek (XLE, VDE, XOP, IXC, OIH) a fosszilis energia különböző ágazatait és eszközeit képviselik. Az ábrán látható jellemzők a magas fokú együttmozgás és a korrelációs homogenitás. Az adatok szinte tökéletesen egyenes vonal mentén helyezkednek el a legtöbb pár esetében, ami nagyon erős pozitív korrelációt jelez. Ez a jelenség arra utal, hogy ezek az ETF-ek hasonló eszközökből állnak, és ugyanazokra a piaci tényezőkre reagálnak, mint például az olaj- és földgázárak, valamint a globális energiaszükséglet. A szektor jellegéből adódóan az ETF-ek között kevés különbség mutatkozik a hozamok mozgásában. Ez a diverzifikációs lehetőségek korlátját jelenti a hagyományos energia szektoron belül, mivel az eszközök közötti kapcsolat rendkívül szoros.

A magas korrelációk miatt egy portfólió, amely kizárólag ezekből az ETF-ekből áll, kevésbé lesz képes csökkenteni az egyedi kockázatokat, mivel ezek az ETF-ek általában ugyanazon eszközökre vagy indexekre épülnek.

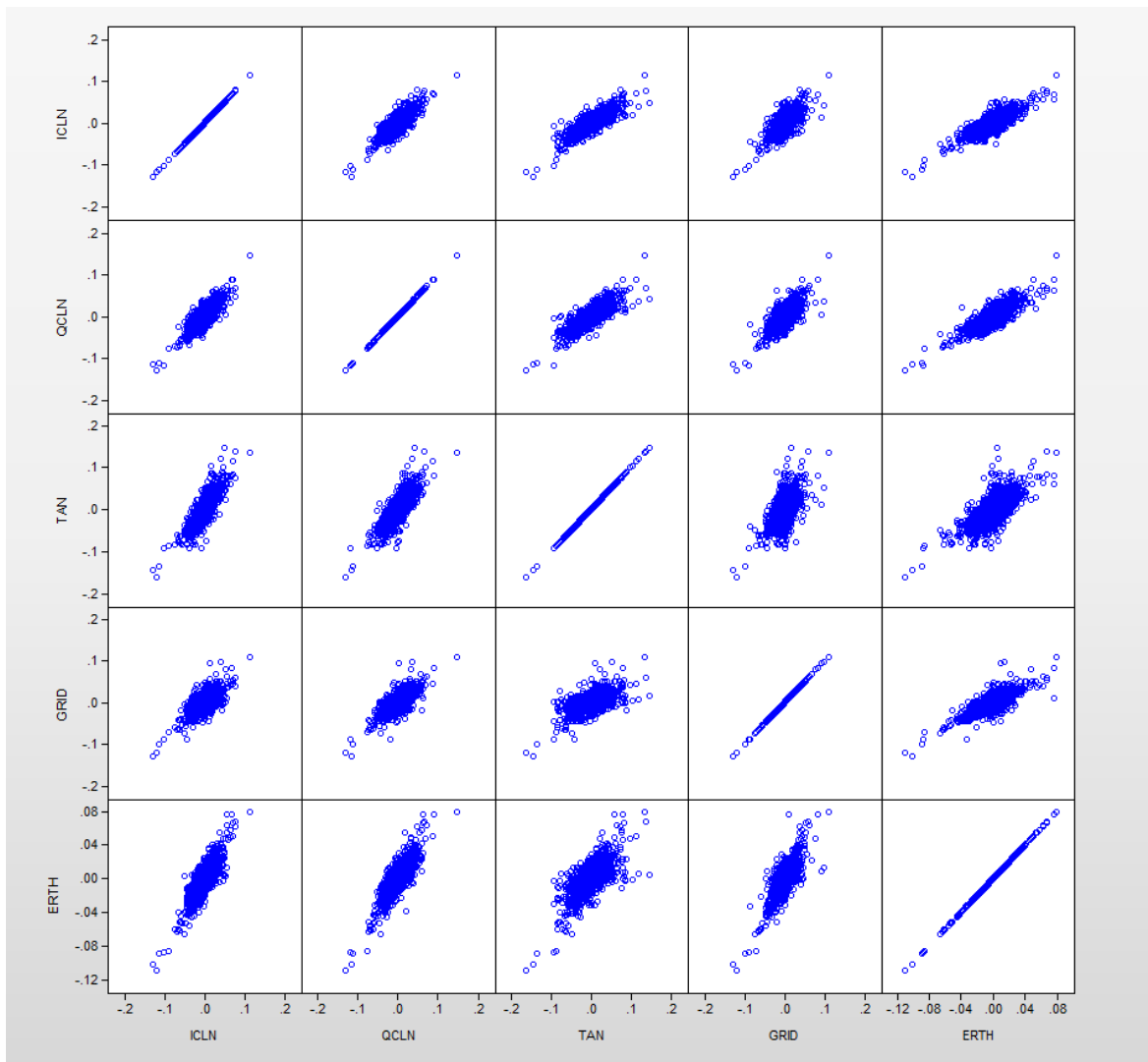
A 14. ábra az alternatív/megújuló energia ETF-ek korrelációs szórásdiagram-mátrixa. Ez az ábra a tiszta energia vagy megújuló energia szektort reprezentáló ETF-ek (ICLN, QCLN, TAN, GRID, EARTH) közötti korrelációk vizuális ábrázolását mutatja. Az ETF-ek az alternatív energia különböző szegmenseit képviselik, mint például a napenergia, a szélenergia, az intelligens hálózatok és a fenntartható technológiák. Az ábra alapján ezek az ETF-ek szélesebb korrelációs tartományban mozognak. Az adatok kevésbé szoros vonalmenti eloszlása azt mutatja, hogy az alternatív energia ETF-ek között kisebb az együttmozgás, mint a hagyományos energia ETF-ek esetében. Ez a kisebb korreláció 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 kisebb korreláció arra utal, hogy ezek az ETF-ek különböző alágazatokat képviselnek, amelyek eltérően reagálnak az iparági trendekre vagy piaci tényezőkre. Az alternatív energia szektorban a technológiai fejlődés és a szabályozási környezet jelentősen befolyásolhatja az ETF-ek mozgását. Ezért a szektoron belüli korrelációk sokszínűbbek lehetnek.

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



Forrás: saját szerkesztés

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



Forrás: saját szerkesztés

Összességében tehát a 11. és 13. ábrák által szemléltetett hagyományos energia ETF-ek esetében rendkívül magas korreláció figyelhető meg, ami a szektor egységesebb természetére utal. A 12. és 14. ábrák által szemléltetett alternatív/ megújuló energia ETF-ek között viszont nagyobb változatosság mutatkozik, ami a szektor diverzifikáltabb jellegét tükrözi. Az alternatív energia ETF-ek kisebb 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. Ez alátámasztja, hogy a tiszta energia szektor jobban alkalmazható diverzifikációs célokra egy portfólióban, különösen a hagyományos energia szektor eszközeivel kombinálva.

3.5 VAR-ADCC-GARCH ELEMZÉS

Jelen kutatásban a két szegmens közötti differenciálódás, kapcsolatok, kockázatok és hozamok mélyebb elemzése érdekében került alkalmazásra a VAR-ADCC-GARCH-módszertan. A módszertan az időszakonkénti változó korrelációk és a heteroszkedaszticitás kezelésével a két szegmens közötti dinamikus kapcsolatokat modellezi. A módszertan alkalmazásából származó eredmények lehetővé teszik az olyan időszakok és feltételek azonosítását, amelyekben a két szegmens viselkedése változhat, és amelyek befolyásolhatják a befektetői döntéseket. Az eredmények értékes információkat nyújtanak a befektetőknek a portfóliójuk diverzifikációjához és a piaci kockázatok hatékony kezeléséhez. A 3. táblázat tartalmazza a két szegmens öt-öt darab alapjának egyenkénti összevetését a VAR-ADCC-GARCH-módszertan alapján. A táblázatok a vizsgált időszakra huszonöt darab modell eredményeit szemléltetik. Az alternatív/megújuló energia ETF-szegmensek a kétlépcsős VAR-ADCC-GARCH modellezés alkalmazásával kerültek összehasonlításra ETF-páronként 2010. január 4. és 2020. december 31. közötti mintaidőszakban. A modell becslési módszer ARCH Maximum Valószínűség (BFGS) dinamikus feltételes korreláció céllal meghatározott kovariancia specifikációval. Az elemzett megfigyelések száma 2768, többváltozós normál eloszlást feltételezve.

3. táblázat Hagyományos és alternatív/megújuló energia ETF-szegmensek kétlépcsős VAR-ADCC-GARCH modellezése ETF-páronként

		XLE				VDE			
		Koeff.	Std. hiba	Z-stat.	Valósz.	Koeff.	Std. hiba	Z-stat.	Valósz.
Θ 1	ICLN	0,060185	NA	NA	NA	0,037905	6,45E-06	5876,826	0,000000
Θ 2		0,917254	NA	NA	NA	0,939772	2,05E-06	458173,800	0,0000
Θ 3		0,009751	NA	NA	NA	0,008663	8,74E-07	9915,489	0,000000
C	TAN	0,556502	0,016427	33,87685	0,0000	0,559826	0,016422	34,09010	0,0000
Θ 1		0,044080	0,008884	4,961886	6,98E-07	0,045186	0,009285	4,866510	1,14E-06
Θ 2		0,931811	0,012157	76,64782	0,0000	0,930338	0,012696	73,27557	0,0000
Θ 3	QCLN	0,005473	0,001913	2,860938	0,004224	0,005222	0,001931	2,703604	0,006859
C		0,495742	0,017678	28,04334	0,0000	0,500806	0,017766	28,18922	0,0000
Θ 1		0,055799	0,010686	5,221729	1,77E-07	0,060464	0,011619	5,204009	1,95E-07
Θ 2		0,918125	0,015327	59,90385	0,0000	0,912784	0,016490	55,32298	0,0000

Θ 3		0,001971	0,002104	0,936472	0,349030	0,001503	0,002276	0,660617	0,508858
C		0,581110	0,015573	37,31518	0,0000	0,585329	0,015581	37,56738	0,0000
Θ 1	GRID	0,058434	0,012894	4,531723	5,85E-06	0,060983	0,014083	4,330389	1,49E-05
Θ 2		0,928848	0,015509	59,88934	0,0000	0,925924	0,016866	54,89817	0,0000
Θ 3		-0,000546	0,002890	0,188876	0,850190	-0,000507	0,003103	-0,163552	0,870084
C		0,547936	0,016840	32,53770	0,0000	0,551101	0,017176	32,08567	0,0000
Θ 1	ERTH	0,040720	0,007216	5,642838	1,67E-08	0,038214	0,006816	5,606828	2,06E-08
Θ 2		0,947423	0,008633	109,7492	0,0000	0,951347	0,007977	119,25850	0,0000
Θ 3		0,003763	0,001105	3,406754	0,000657	0,003695	0,001053	3,509104	0,000450
C		0,653873	0,013774	47,47260	0,0000	0,654587	0,013921	47,02199	0,0000

		XOP				IXC			
		Koeff.	Std. hiba	Z-stat.	Valósz.	Koeff.	Std. hiba	Z-stat.	Valósz.
Θ 1	ICLN	0,041032	0,007380	5,560190	2,69E-08	0,026608	1,34E-06	19927,53	0,000000
Θ 2		0,945408	0,008949	105,6485	0,0000	0,953638	2,48E-06	385112,20	0,0000
Θ 3		0,002308	0,002189	1,054129	0,291824	0,007387	2,15E-07	34325,67	0,000000
C		0,506094	0,016982	29,80243	0,0000	0,601122	0,016136	37,25300	0,0000
Θ 1	TAN	0,053355	0,012135	4,396683	1,10E-05	0,039172	0,007738	5,062470	4,14E-07
Θ 2		0,921398	0,017824	51,69561	0,0000	0,939723	0,009944	94,50368	0,0000
Θ 3		-0,000628	0,003670	0,171217	0,864053	0,004954	0,001665	2,975449	0,002926
C		0,471968	0,018033	26,17256	0,0000	0,511829	0,017980	28,46689	0,0000
Θ 1	QCLN	0,052140	0,012531	4,160785	3,17E-05	0,036861	0,008527	4,322772	1,54E-05
Θ 2		0,924429	0,018580	49,75276	0,0000	0,944534	0,011238	84,04704	0,0000
Θ 3		0,001508	0,002887	0,522472	0,601342	0,003087	0,001624	1,900554	0,057360
C		0,558170	0,015898	35,10977	0,0000	0,584295	0,015801	1,90055	0,0000
Θ 1	GRID	0,038429	0,010894	3,527680	0,000419	0,053225	0,013775	3,863769	0,000112
Θ 2		0,952985	0,013052	73,01326	0,0000	0,935094	0,016404	57,00318	0,0000
Θ 3		0,000461	0,002656	0,173542	0,862226	0,000147	0,002484	0,059233	0,952767
C		0,492198	0,018127	27,15258	0,0000	0,578458	0,016747	34,54131	0,0000
Θ 1	ERTH	0,026631	0,004860	5,479605	4,26E-08	0,104423	NA	NA	NA
Θ 2		0,965736	0,005674	170,20330	0,0000	0,920839	NA	NA	NA
Θ 3		0,003432	0,001232	2,785531	0,005344	-0,002187	NA	NA	NA
C		0,586064	0,014643	40,02484	0,0000	0,690566	0,014049	49,15448	0,0000

		OIH			
		Koeff.	Std. hiba	Z-stat.	Valósz.
Θ 1	ICLN	0,049879	0,008272	6,029918	1,64E-09
Θ 2		0,932690	0,009848	94,70769	0,0000
Θ 3		0,004544	0,001744	2,605197	0,009182
C		0,508524	0,016861	30,15935	0,0000
Θ 1	TAN	0,043025	0,009768	4,404847	1,06E-05
Θ 2		0,933257	0,013451	69,38286	0,0000

Θ 3		0,004786	0,002229	2,147364	0,031764
C		0,462163	0,017892	25,83118	0,0000
Θ 1	QCLN	0,031562	0,007663	4,118528	3,81E-05
Θ 2		0,953353	0,010190	93,55648	0,0000
Θ 3		0,003844	0,001634	2,352052	0,018670
C		0,538255	0,015989	33,66346	0,0000
Θ 1	GRID	0,045445	0,010905	4,167531	3,08E-05
Θ 2		0,941548	0,013946	67,51534	0,0000
Θ 3		0,000928	0,002820	0,328875	0,742250
C		0,510222	0,018749	27,21390	0,0000
Θ 1	ERTH	0,030879	0,005869	5,261662	1,43E-07
Θ 2		0,959706	0,006883	139,42310	0,0000
Θ 3		0,003982	0,001251	3,182019	0,001463
C		0,602880	0,014635	41,19368	0,0000

		XLE	VDE	XOP	IXC	OIH
Log valószínűség	ICLN	3,109544	3,009703	2,725443	3,144802	2,762244
Átl. Log valószínűség		-12,42806	-12,0287	-10,89166	-12,56909	-11,03886
Akaike info. kritérium		-11,78172	-11,73746	-10,85999	-11,96455	-10,99052
Schwarz-kritérium		-12,41724	-12,01787	-10,88083	-12,55827	-11,02803
Hannan–Quinn-kritérium		-11,77321	-11,72896	-10,85149	-11,95604	-10,98201
Log valószínűség	TAN	2,717257	2,706595	2,494271	2,750059	2,52524
Átl. Log valószínűség		-10,85891	-10,81626	-9,966966	-10,99012	-10,09085
Akaike info. kritérium		-10,82336	-10,78003	-9,944279	-10,95208	-10,05945
Schwarz-kritérium		-10,84809	-10,80544	-9,956141	-10,9793	-10,08002
Hannan–Quinn-kritérium		-10,81486	-10,77153	-9,935774	-10,94357	-10,05095
Log valószínűség	QCLN	2,915326	2,905556	2,691265	2,941641	2,71486
Átl. Log valószínűség		-11,65119	-11,61211	-10,75494	-11,75645	-10,84933
Akaike info. kritérium		-11,61568	-11,57342	-10,72981	-11,72909	-10,82584
Schwarz-kritérium		-11,64036	-11,60128	-10,74412	-11,74562	-10,8385
Hannan–Quinn-kritérium		-11,60718	-11,56491	-10,72131	-11,72059	-10,81734
Log valószínűség	GRID	3,002558	2,992823	2,76497	3,044263	2,803087
Átl. Log valószínűség		-12,00012	-11,96118	-11,04976	-12,16693	-11,20223
Akaike info. kritérium		-11,96229	-11,91753	-11,03439	-12,11857	-11,1851
Schwarz-kritérium		-11,98929	-11,95035	-11,03894	-12,15611	-11,19141
Hannan–Quinn-kritérium		-11,95379	-11,90902	-11,02589	-12,11007	-11,1766
Log valószínűség	ERTH	3,124692	3,113955	2,874429	3,27717	2,915133
Átl. Log valószínűség		-12,48865	-12,4457	-11,4876	-13,09856	-11,65042
Akaike info. kritérium		-12,4434	-12,39547	-11,46281	-12,63905	-11,6208
Schwarz-kritérium		-12,47783	-12,43488	-11,47677	-13,08774	-11,63959
Hannan–Quinn-kritérium		-12,43489	-12,38696	-11,45431	-12,63054	-11,61229

Forrás: saját szerkesztés

A modern pénzügyi piacok fejlődésében *Black et al. (1973)* kulcsfontosságú, általánosan alkalmazható matematikai keretrendszerében többek között igazolja a Θ (theta) paraméterek alkalmazását az eszközök árazásában. Hivatkozott szerző elsőként kínált egy általánosan alkalmazható matematikai keretrendszert, amely lehetővé tette az opciók árazásának egzakt leírását. A modell kulcsfontosságú jellemzője, hogy a Θ (theta) paramétert használja az eszközök időbeli értékvesztésének, vagyis az időérték hatásának kvantifikálására. A Θ (theta) paraméter a derivatív eszközök, például az opciók, időértékét méri. Ez az érték azt jelzi, hogy egy adott opció időértéke hogyan csökken az érvényességi idő közeledtével, amennyiben más tényezők változatlanok maradnak. *Black et al. (1973)* bemutatták, hogy a theta segítségével pontosan meghatározható az idő múlásának hatása az opció értékére, amely kritikus tényező a piaci kockázatkezelésben és az árazás optimalizálásában. A theta a derivatívák időbeli leértékelődésének előrejelzésére szolgál, ami alapvető információt biztosít a befektetőknek a pozíciók kezeléséhez. A tanulmány igazolta, hogy a theta által nyújtott információ különösen fontos a rövid lejáratú opciók esetében, ahol az időérték csökkenése gyorsabb. A Black-Scholes-modell által használt parciális differenciálegyenletek elegáns matematikai megoldásokat kínáltak a pénzügyi termékek árazására, és a theta integráns részévé vált ennek a rendszernek, lehetővé téve a derivatív eszközök pontos elemzését. *Black et al. (1973)* továbbá igazolta, hogy a theta alkalmazásával a befektetők és kereskedők mélyebb betekintést nyerhetnek az opciók időértékének dinamikájába. Ezáltal javulhat az eszközallokáció, a kockázatkezelési stratégiák hatékonysága és az árképzési folyamatok pontossága, ami növeli a piacok transzparenciáját és likviditását. Jelen esetben a Θ (theta) paraméterek a VAR-ADCC-GARCH-modell részét képezik, és az ETF-ek közötti időben változó korrelációt jelentik. A magas Z-statisztika és az alacsony p-értékek arra utalnak, hogy ezek a paraméterek statisztikailag szignifikánsak. A C a konstans paraméter, mely az adott ETF feltételes varianciájához kapcsolódik. A modell akkor stabil, ha $\Theta_1 + \Theta_2 < 1$. A táblázat szemlélteti, hogy a dinamikus feltételes korrelációk minden ETF-pár esetében stabil tartományon belül vannak. A táblázat szemlélteti, hogy valamennyi modell jól viselkedik a paramétertérben. A korrelációs paraméterek (Θ_1 , Θ_2 , Θ_3) körülbelül azonos tartományban mozognak (0,03 – 0,06) mindegyik ETF-pár esetében.

Az alkalmazott statisztikai modellben használatos információs kritériumokat *Schwarz (1978)*, *Hannan et al. (1979)* és *Akaike (1982)* igazolta. Mindegyik kritérium célja az optimális modell kiválasztása a rendelkezésre álló adatok alapján. *Schwarz (1978)* a Bayes-i statisztikából

kiindulva vezette be az információs kritériumok egyik legismertebb típusát, a BIC-et. A BIC célja az, hogy a modellválasztás során ne csak az illeszkedést, hanem a modell komplexitását is figyelembe vegye. A BIC a Bayes-i valószínűségszámítás alapelveit alkalmazza a modellválasztásban, ahol a cél a legjobb magyarázó erővel rendelkező, de legkevésbé komplex modell kiválasztása. Schwarz bevezette a $\log(n) \cdot k$ büntetési tagot a modell maximális valószínűségfüggvényébe, ahol n az adatmennyiség, k pedig a modell paramétereinek száma. Ez hatékonyan bünteti a túlságosan bonyolult modelleket, amelyek hajlamosak lehetnek túlilleszkedésre. A BIC különösen jól alkalmazható nagy mintaméretű esetén, mivel a $\log(n)$ tag gyorsan növekszik, és így a komplex modellek még erőteljesebb büntetést kapnak. Hannan és Quinn (1979) kifejlesztették a HQ kritériumot, amely szintén az információs kritériumok családjába tartozik, de finomabb büntetést alkalmaz a modell paramétereinek növelésekor. Hannan és Quinn matematikailag igazolták, hogy a HQ kritérium aszimptotikus körülmények között képes optimális modellkiválasztásra, különösen akkor, ha a mintaméret korlátlanul növekszik. A HQ kritériumban a büntetési tag $2 \cdot \log(\log(n)) \cdot k$ amely lassabban növekszik, mint a BIC-ben alkalmazott $\log(n) \cdot k$. Ez azt jelenti, hogy a HQ kritérium kevésbé bünteti a komplex modelleket, ami kisebb minták esetén előnyösebb lehet. A HQ kritérium kompromisszumot jelent az AIC (Akaike információs kritérium) és a BIC között, amely lehetővé teszi mind az illeszkedés, mind a komplexitás megfelelő kezelését. Akaike (1982) az AIC kiterjesztésével az információelméleti megközelítést az adatvezérelt modellválasztás egyik legelterjedtebb módszerévé tette. Az AIC az információvesztés minimalizálását célozza meg, és az illeszkedés mellett figyelembe veszi a modell egyszerűségét is. Az alapképlet $-2 \cdot \log(L) + 2 \cdot k$, ahol L a modell valószínűségi függvénye, k pedig a paraméterek száma. Akaike felismerte, hogy a túl sok paraméterrel rendelkező modellek túlilleszkedéshez vezethetnek, ezért az $2 \cdot k$ büntetési tagot bevezette, amely kevésbé agresszív, mint a BIC, így kisebb minták esetén jobban alkalmazható. Az AIC alkalmazható különböző típusú statisztikai modellekre, ideértve a lineáris regressziót, időbeli modelleket (pl. ARIMA), és általánosított lineáris modelleket, valamint a VAR-ADCC-GARCH-modelleket. Az Akaike Információs Kritérium célja tehát minél kisebb értékű modelljavaslatok megtalálása. Működését tekintve, az Akaike Információs kritérium kompromisszumot keres a modell bonyolultsága és az illeszkedés minősége között, értéke egyenlő a modell illeszkedési minőségének – az ún. Log valószínűség (likelihood) függvény – és a modell paraméterszámának kombinációjával. A Hannan–Quinn Információs Kritérium célja hasonlóképpen rangsorolja a modelljavaslatokat, viszont a

gyakorlatban enyhíti az Akaike Információs Kritérium egyik korlátját azzal, hogy bevezeti a modelljavaslatok számával arányos korlátot („büntetést”). A Schwarz (Bayesi) Információs Kritérium célja pedig az optimális modell kiválasztása a lehető legegyszerűbb modelljavaslattal. Működését tekintve a maximális Log valószínűség (likelihood) függvény és a paraméterszám kombinációját veszi figyelembe, de erősebben korlátozza („bünteti”) a bonyolultabb modelleket, mint az AIC. Ezek a kritériumok mind a túlzott illeszkedés (overfitting) és az alul/nem illeszkedés (underfitting) problémáival foglalkoznak. Az ideális modelljavaslat az lesz, amelyik a legjobban illeszkedik az adatokra, miközben minimalizálja a modell bonyolultságát.

Jelen eredményeket tekintve a Schwarz, Hannan–Quinn és Akaike információs kritériumok értékei változóak, de minden ETF-pár esetén az alacsony értékek azt sugallják, hogy a modellek jól illeszkednek az adott adatsorokra. Az összes pár esetén a Log valószínűség értékei változóak, de általában az adott modell jól illeszkedik az adott adatsorra. A becült paraméterek statisztikailag szignifikánsak, a modellezés stabil, a modellek jól teljesítenek. Az eredmények azt sugallják, hogy az ETF-ek közötti dinamikus korrelációk stabilak, azaz nem mutatnak szélsőséges ingadozásokat. Az eredmények azt mutatják, hogy a vizsgált ETF-ek közötti kapcsolatok számottevően megváltoztak a vizsgált időszakban, és a modellek képesek ezeket a változásokat megbízhatóan leírni.

A modell volatilitási szempontjainak értékeléséhez a feltételes varianciához kapcsolódó paraméterbecsléseket, valamint az általános volatilitási dinamikát kell megvizsgálni. Az ETF-ek esetén a volatilitáshoz kapcsolódó kulcsparaméter a C konstans paraméter. A volatilitás összefüggésében a C konstans a múltbeli sokkok hatását mutatja az adott eszköz jelenlegi feltételes varianciája vonatkozásában, lásd *Bollerslev (1986)*. A volatilitás időbeli dinamikája nem csupán a múltbeli reziduálisok négyzetének (ARCH komponens) hatásától függ, hanem a korábbi időszakok feltételes varianciájának (GARCH komponens) is szerepe van. Minden esetben a C konstans érték a volatilitás klaszterezés erősségét és tartósságát jelzi. A C konstans standard hibája a becült paraméter körüli bizonytalanság mértékét adja meg. A C konstans paraméter hasonló tartományban van minden ETF-pár esetén (0,495 – 0,69), ami azt jelzi, hogy az ETF-ek közötti kapcsolatokat stabilan modellezi a modell. A C konstansra vonatkozó magas Z-statisztika és alacsony valószínűség azt jelzi, hogy a becült paraméter statisztikailag erősen szignifikáns. Ez arra utal, hogy az adott ETF feltételes varianciáját a múltbeli sokkok

befolyásolják. Az ETF-párok C konstans értékei némi változékonyságot mutatnak, ami azt jelzi, hogy az ETF-ek közötti volatilitásérzékenység eltérő. Az érzékenység a múltbeli sokkokra változó. Ezen különbségek és hasonlóságok alapján minden ETF-pár esetén a modell jól illeszkedik az adatokra, és a korreláció és volatilitás modellezése stabilnak tűnik. Az eltérések főként az ETF-ek közötti specifikus kapcsolatok és a korrelációs sokkok hatásának érzékenységében jelennek meg. A hagyományos energiaszegmensbe tartozó ETF-ek (XLE, VDE, XOP, IXC, OIH) esetén azonban magasabb a volatilitás, különösen az XLE, VDE és XOP ETF-ek tekintetében.

A VAR-ADCC-GARCH-modell részét képező három Θ (theta) paraméter a korrelációs sokkok tartósságát reprezentálja. Θ_1 a közvetlen korreláció, míg Θ_2 a közvetett korreláció a látens változón keresztül a sokkok tartósságát reprezentálja a két idősor között. A paraméterek azt mérik, hogy mennyi ideig tart egy sokk hatása a közvetlen/közvetett korrelációt tekintve, és hogyan befolyásolja a jövőbeni korrelációt. Θ_3 a látens változó korreláció, mely ugyancsak a korrelációs sokkok tartósságát és hatását méri, de a két idősor és a látens változó közötti korreláció összefüggésében. Θ_3 paraméter az alkalmazott modell kontextusában a hipotetikus konstruktum, mely a több idősor közötti alapvető korrelációs struktúrát rögzíti, és hozzájárul az idősorok közötti észlelt korrelációkhoz. Az alkalmazott modell az összes ETF esetében azt feltételezi, hogy az idősorok közötti korrelációk nemcsak közvetlen interakcióiktól függenek, hanem a közös kapcsolatuktól is ezzel a látens változóval. A látens változó bevezetése lehetővé teszi a modell számára, hogy összetettebb és dinamikusabb korrelációs mintákat rögzítsen, figyelembe véve azokat az alapvető tényezőket, amelyek a korrelációs dinamikát hajtják. Ugyanakkor a látens változó nem közvetlenül megfigyelhető vagy mérhető, de befolyását a modell becslési folyamata során következtetik ki. Az alkalmazott modell becsüli azokat a paramétereket, amelyek irányítják a korrelációs dinamikát, ideértve a korrelációs sokkok tartósságát és a múltbeli sokkok hatását az idősorok és a látens változó közötti korrelációra. A látens változó bevezetése a VAR-ADCC-GARCH-modellbe több előnnyel jár. A látens változó lehetővé teszi a modell számára, hogy közvetett korrelációkat is rögzítsen az idősorok között. Ez különösen hasznos olyan helyzetekben, ahol az idősorok közötti közvetlen korreláció gyenge lehet, de bizonyíték van egy alapvető közös tényezőre, amely befolyásolja dinamikájukat. A látens változó ugyanakkor rugalmasságot kölcsönöz a VAR-ADCC-GARCH-modellnek, illetve javítja a modell általános illeszkedését az adatokhoz lehetővé téve, hogy összetettebb korrelációs struktúrákat és szélesebb körű korrelációs dinamikát ábrázoljon.

Ez a rugalmasság különösen értékes a pénzügyi piacokon, ahol a korrelációk nemlineáris és időbeli változásokat mutathatnak. Az alkalmazott modell kontextusában a közvetlen és közvetett korrelációk képviselik az idősorok közötti korreláció kialakításának két fő csatornáját. A közvetlen korreláció azt jelenti, hogy a korrelációt a két idősor közötti veleszületett kapcsolat hajtja, közvetítő tényezők nélkül. Például a vizsgált esetekben az ETF-ek napi hozamainak közvetlen korrelációját olyan tényezők befolyásolhatják, mint az iparági sajátosságok (hagyományos/alternatív energiapiaci), piaci tőkéjük vagy közös kitétségek a piaci kockázati tényezőknek. A közvetett korreláció viszont a két idősor közötti közös kapcsolatból és egy észleletlen vagy látens változóból ered. A látens változó egy alapvető tényezőt reprezentál, amely befolyásolja az idősorok közötti korreláció dinamikáját. Ilyen közvetett korrelációs kapcsolatot eredményezhet az ETF-ek makroökonómiai tényezőknek (pl. kamatlábak vagy gazdasági növekedés) való kitétsége. Az összes ETF-pár esetén a Θ_3 értékei változóak. A Θ_3 értékei néhány ETF-pár esetében megközelítik a nullát, míg más párok esetén észrevehetően pozitívak vagy negatívak az értékek. Ez azt jelzi, hogy az ETF-ek közötti korrelációs sokkok hatása eltérő lehet.

A hagyományos energiaszegmensbe tartozó ETF-ek (XLE, VDE, XOP, IXC, OIH) esetén erős a korreláció az XLE, VDE és XOP ETF-ek között, ami azt jelzi, hogy a hozamok között erős kapcsolat van. Ugyanezen szegmensben belül az XLE és XOP esetében a pozitív Θ_3 értékek a múltbeli sokkokra való érzékenységet igazolják. Ez azt jelenti, hogy az XLE és XOP ETF-ek érzékenyek a múltbeli sokkokra a korrelációk szempontjából. Tehát, amikor a múltbeli sokkok bekövetkeztek, az XLE és XOP ETF-ek közötti korreláció pozitív irányba változott. Ez azt jelzi, hogy a két ETF hozammozgásai közötti kapcsolat növekedett vagy erősödött a múltbeli események hatására. A korábbi sokkok hosszú távon befolyásolják a korrelációt az XLE és XOP ETF-ek között, és ezért a múltbeli események hatása továbbra is érzékelhető a korrelációs dinamikájukban.

Ugyanakkor, az alternatív/megújuló energia szegmensbe tartozó ETF-ek (ICLN, TAN, QCLN, GRID, EARTH) magasabb volatilitása igazolható, különösen az ICLN, TAN és QCLN ETF-ek esetében. Emellett erős korreláció figyelhető meg az ICLN, TAN és QCLN ETF-ek között igazolandó, hogy a hozamok között erős a kapcsolat. A megújuló energia szegmensben belül pedig az ICLN, TAN és QCLN esetében kapott pozitív Θ_3 értékek utalnak a múltbeli sokkokra való érzékenységre.

A VAR-ADCC-GARCH-modell alkalmazásával elvégzett statisztikai elemzés rámutat arra, hogy a hagyományos és alternatív/megújuló energia piacok szegmentáltak, illetve eltérően viselkednek. Az eltérések a napi hozamok eloszlásában, volatilitásában, szórásában és értéktartományában is fellelhetők. A két szegmens számos specifikus jellemzőiben való eltérő viselkedése előrejelíti azt a potenciált, hogy a különböző piaci körülményekre való reakció tekintetében is eltérés igazolható. A hagyományos energia ETF-szegmens magasabb volatilitást és kockázatot mutat, amit a szórási eltérések és az értéktartományok szélesebb spektruma is igazol. Viszont mindkét szegmens adatsoraiban igazolhatók kockázatos és szélsőséges kilengések, amelyeket a befektetőknek számításba kell venniük. Hasonlóságok fedezhetők fel az emelkedő és csökkenő mozgások terén. Mindkét szegmensben erős korreláció figyelhető meg. A múltbeli sokkokra való érzékenység szempontjából mindkét szegmens érzékeny. Ennek függvényében lehetséges a továbbiakban a portfóliódiverzifikációs stratégiákat alkalmazni. Igazolt tehát, hogy mindkét ETF-kategória hasonló statisztikai mintázatokkal rendelkezik, utalva néhány közös vonásra az alapvető eloszlások között, de eltérések tapasztalhatók a változékonyság és az értéktartomány terén. Az eredmények rámutatnak arra, hogy a későbbiekben az alternatív/megújuló, illetve a hagyományos energiapiaci szegmensek pénzügyi eszközeinek nemzetközi befektetési portfóliókba történő osztályozása megtérülés-kockázat diverzifikációhoz vezethet.

4. EREDMÉNYEK: VAR-ADCC-GARCH MUTATÓK ÉRTELMEZÉSE PORTFÓLIÓDIVERZIFIKÁCIÓ SZEMPONTJÁBÓL; PORTFÓLIÓ-TELJESÍTMÉNY

4.1 VAR-ADCC-GARCH ALAPÚ VOLATILITÁS- ÉS ILLESZKEDÉSVIZSGÁLAT ETF-PÁROKRA

A korábbi fejezetben szemléltetett 3. táblázat szerinti hagyományos és alternatív/megújuló energia ETF-szegmensek kétlépcsős VAR-ADCC-GARCH modellezése alapján az alábbiakban részletezésre kerülnek a volatilitás- és illeszkedésvizsgálatok ETF-párok szerinti bontásban. Az ETF-párok szerinti volatilitás-és illeszkedésvizsgálatok a későbbiekben hozzájárulnak a helyes portfólióstratégiák megalkotásához. Összességében elmondható, hogy a modell jól illeszkedik az adatokhoz. A magasabb log valószínűség értékek minden esetben azt

mutatják, hogy a modell képes megragadni az adott pár időbeli dinamikáját, a volatilitást és korrelációt. Az alacsony (negatív) információs kritériumok (AIC, BIC, Hannan-Quinn) azt mutatják, hogy a modell jól illeszkedik az adatokhoz, büntetve a túlzott paraméterhasználatot. Az alacsony (negatív) átlagos log-likelihood értékek a megfelelő időszakonkénti illeszkedést igazolják. A páronkénti összehasonlításból levonható következtetések nem egyenként az ETF-ek abszolút jellemzőire, hanem az egymáshoz viszonyított viselkedésükre koncentrálnak, különös tekintettel a modellilleszkedés minőségére. Ez nagyon fontos kiindulópont, mert a modell alapvetően nemcsak az egyes időszakok volatilitását, hanem a páronkénti dinamikus korrelációkat is figyelembe veszi. Így az adatok összevetése páronként értelmezhető, nem pedig külön az egyes ETF-ek jellemzőire fókuszál. Ezért az elemzés eredményei azt mutatják meg, hogy a két ETF viszonylatában a modell mennyire képes leírni az adatok együttmozgásának mintázatait. A jobb illeszkedés azt mutatja, hogy a modell mennyire hatékonyan magyarázza az ETF-pár közötti dinamikus kapcsolatokat, például a korreláció időbeli változását és az együttes volatilitásmintázatokat. Ez nemcsak azt jelzi, hogy a két ETF között mennyire erős a kapcsolat, hanem azt is, hogy ez a kapcsolat mennyire stabil és kiszámítható a modell alapján. Ha az adott pár esetében alacsonyabb AIC és magasabb log-likelihood értékeket látunk, akkor a modell hatékonyan ragadja meg az adott pár közötti volatilitáskapcsolatokat. Egy gyengébben illeszkedő pár azt sugallja, hogy a volatilitásmintázatok és a dinamikus korrelációk nem annyira kiszámíthatóak vagy stabilak. A gyengébben illeszkedő párok modellezési paraméterek kevésbé jól magyarázzák az adatok együttmozgását, ami arra utalhat, hogy ezek a párok diverzifikációs szempontból heterogénebbek, vagy volatilitásuk nem stabilan kapcsolódik, a dinamikus korrelációk kiszámíthatósága alacsonyabb. Ha egy pár magas log-likelihood és alacsony AIC/BIC értéket mutat, akkor a modell hatékonyan leírja az adatok közötti kapcsolatokat. Viszont a volatilitás erősségét önmagában nem az illeszkedés, hanem a modell paraméterei és a volatilitási sorozat szórása határozza meg. A legjobb illeszkedésű párok stabil korrelációt és volatilitási mintázatot mutatnak, ami megbízhatóbb kockázatkezelést és diverzifikációt, valamint kockázat csökkentést tesz lehetővé. Ezek a párok kínálnak stabilabb együttmozgást és alkalmasak lehetnek portfólió stabilitásának növelésére.

A hagyományos energia ETF-EK (XLE, VDE, XOP, IXC és OIH), illetve az alternatív/ megújuló energia ETF – ICLN – páronkénti viszonyítása:

- Az IXC-ICLN pár mutatja a legmagasabb log-likelihood értéket (3,144802), ami azt jelzi, hogy az ADCC-GARCH modell jól ragadja meg az IXC és az ICLN volatilitási kapcsolatait.
- Az XOP-ICLN pár log-likelihood értéke (2,725443) a legalacsonyabb, ami gyengébb illeszkedést jelent.
- Az IXC-ICLN (-12,56909) és az XLE-ICLN (-12,42806) esetében az átlagos log-likelihood kisebb abszolút értéke stabilabb volatilitásmintázatokat sugall.
- Az XOP-ICLN (-10,89166) és az OIH-ICLN (-11,03886) esetében az átlagos log-likelihood érték gyengébb stabilitást mutat.
- Az IXC-ICLN pár (-11,96455) mutatja a legjobb AIC értéket, ami a volatilitási mintázatok hatékony megragadását jelzi.
- Az XOP-ICLN pár (-10,85999) a legmagasabb AIC értékével gyengébb illeszkedést mutat.
- Az IXC-ICLN pár (-12,55827) Schwarz (BIC) -kritériuma alacsony, ami szigorúbb feltételek mellett is jó illeszkedést mutat.
- Az XOP-ICLN (-10,88083) Schwarz-kritériuma magasabb, ami kevésbé hatékony paraméterhasználatra utal.
- Az IXC-ICLN (-11,95604) és a VDE-ICLN (-11,72896) alacsony Hannan–Quinn-értékei stabil és kiszámítható volatilitásmintázatokat jeleznek.
- Az XOP-ICLN (-10,85149) magasabb Hannan–Quinn-értéke a volatilitási minták kevésbé stabil jellegére utal.

Legjobb illeszkedés: Az IXC-ICLN pár minden mutató alapján kiemelkedik, a legjobb log-likelihood, AIC, BIC és Hannan–Quinn értékekkel, jelezve, hogy a volatilitáskapcsolatok és mintázatok kiszámíthatók és stabilak.

Közepesen jó illeszkedés: Az XLE-ICLN pár erős log-likelihood értéket mutat, és stabil illeszkedést jelez. A VDE-ICLN pár szintén stabilnak tekinthető, az alacsony AIC és Schwarz-kritérium értékek alapján.

Gyengébb illeszkedés: Az XOP-ICLN pár illeszkedése a leggyengébb, magas AIC és Hannan–Quinn értékei alapján, ami kevésbé stabil és kiszámítható volatilitásmintákat jelez. Az OIH-ICLN pár is gyengébben illeszkedik, de stabilitása meghaladja az XOP-ICLN párét.

Értékelés: A gyengébben illeszkedő párok (pl. XOP-ICLN) azt sugallják, hogy a két ETF közötti volatilitáskapcsolatok nem stabilak, és a dinamikus korrelációk kiszámíthatósága alacsonyabb. A jobban illeszkedő párok (pl. IXC-ICLN, XLE-ICLN) stabil volatilitási mintázatokra és kiszámíthatóbb kapcsolatokra utalnak, ami megbízhatóbb kockázatkezelést és diverzifikációt tesz lehetővé.

A hagyományos energia ETF-EK (XLE, VDE, XOP, IXC és OIH), illetve az alternatív/ megújuló energia ETF – TAN – páronkénti viszonyítása:

- Az IXC-TAN pár mutatja a legmagasabb log-likelihood értéket (2,750059), ami azt jelzi, hogy a modell hatékonyan ragadja meg a két ETF közötti volatilitásmintázatokat.
- Az OIH-TAN pár rendelkezik a legalacsonyabb log-likelihood értékkel (2,52524), ami azt sugallja, hogy a modell kevésbé hatékonyan írja le az OIH és TAN közötti kapcsolatokat.
- Az IXC-TAN (-10,99012) és VDE-TAN (-10,81626) párok kisebb abszolút átlagos log-likelihood értékei stabilabb volatilitásmintázatokat jeleznek.
- Az XOP-TAN (-9,966966) pár magasabb abszolút átlagos log-likelihood értéke kiszámíthatatlanabb dinamikát sugall.
- A VDE-TAN pár rendelkezik a legalacsonyabb AIC értékkel (-10,78003), ami azt jelzi, hogy az ADCC-GARCH modell kisebb információvesztéssel ragadja meg a két ETF közötti kapcsolatot.
- Az XOP-TAN (-9,944279) pár mutatja a legmagasabb AIC értéket, ami gyengébb illeszkedést jelez.

- Az IXC-TAN (-10,9793) és VDE-TAN (-10,80544) párok BIC értékei alacsonyak, jelezve a modell hatékonyságát a két ETF kapcsolatainak leírásában.
- Az XOP-TAN (-9,956141) pár BIC értéke a legmagasabb, ami gyengébb illeszkedést mutat szigorúbb feltételek mellett.
- A VDE-TAN (-10,77153) és IXC-TAN (-10,94357) párok alacsony Hannan–Quinn értékei stabil volatilitásmintázatokat jeleznek.
- Az XOP-TAN (-9,935774) pár magasabb Hannan–Quinn-értéke a volatilitási mintázatok kevésbé stabil jellegére utal.

Legjobb illeszkedés: Az IXC-TAN és a VDE-TAN párok kiemelkednek, a log-likelihood, AIC, BIC és Hannan–Quinn értékek alapján. Ezek a párok stabil volatilitásmintázatokat és kiszámítható kapcsolatokat mutatnak.

Közepes illeszkedés: Az XLE-TAN pár erős log-likelihood és Hannan–Quinn értékekkel rendelkezik, stabilitása közepesnek tekinthető.

Gyengébb illeszkedés: Az XOP-TAN pár mutatja a leggyengébb illeszkedést az AIC és Schwarz-kritérium alapján, jelezve, hogy a modell kevésbé hatékonyan ragadja meg a két ETF közötti kapcsolatokat. Az OIH-TAN pár log-likelihood értéke szintén alacsony, de a Hannan–Quinn és BIC értékek alapján jobban illeszkedik, mint az XOP-TAN.

Értékelés: A VDE-TAN és IXC-TAN párok kiszámítható volatilitási mintázatokat mutatnak, amelyek hatékony kockázatkezelést és diverzifikációt tesznek lehetővé. Az XOP-TAN pár azt jelzi, hogy a két ETF közötti volatilitáskapcsolatok nem stabilak, és a modell kevésbé alkalmas ezen kapcsolat leírására.

A hagyományos energia ETF-EK (XLE, VDE, XOP, IXC és OIH), illetve az alternatív/megújuló energia ETF – QCLN – páronkénti viszonyítása:

- Az XLE-QCLN (2,915326) és IXC-QCLN (2,941641) párok mutatják a legmagasabb log-likelihood értékeket, ami azt jelzi, hogy a modell hatékonyan ragadja meg ezeknek a pároknak a volatilitásmintázatait.

- Az OIH-QCLN (2,71486) pár rendelkezik a legalacsonyabb log-likelihood értékkel, ami kevésbé hatékony modellilleszkedést mutat.
- Az XLE-QCLN (-11,65119) és VDE-QCLN (-11,61211) párok kisebb abszolút átlagos log-likelihood értékei stabilabb volatilitásmintázatokat jeleznek.
- Az XOP-QCLN (-10,75494) pár magasabb abszolút átlagos log-likelihood értéke kiszámíthatatlanabb dinamikát sugall.
- A VDE-QCLN (-11,57342) és IXC-QCLN (-11,72909) párok rendelkeznek a legalacsonyabb AIC értékekkel, jelezve a modell kisebb információvesztését ezen kapcsolatok esetében.
- Az OIH-QCLN (-10,82584) pár mutatja a legmagasabb AIC értéket, ami gyengébb illeszkedést jelez.
- Az IXC-QCLN (-11,74562) és XLE-QCLN (-11,64036) párok alacsony BIC értékei azt jelzik, hogy a modell jól használja a paramétereket ezeknél a pároknál.
- Az OIH-QCLN (-10,8385) pár BIC értéke a legmagasabb, ami gyengébb illeszkedést mutat szigorúbb feltételek mellett.
- A VDE-QCLN (-11,56491) és IXC-QCLN (-11,72059) párok alacsony Hannan–Quinn értékei stabil volatilitásmintázatokat jeleznek.
- Az XOP-QCLN (-10,72131) pár magasabb értéke a volatilitási mintázatok kevésbé stabil jellegére utal.

Legjobb illeszkedés: Az IXC-QCLN és a XLE-QCLN párok kiemelkednek, a log-likelihood, AIC, BIC és Hannan–Quinn értékek alapján. Ezek a párok stabil volatilitásmintázatokat és kiszámítható kapcsolatokat mutatnak.

Közepes illeszkedés: A VDE-QCLN pár erős log-likelihood és Hannan–Quinn értékekkel rendelkezik, stabilitása közepesnek tekinthető.

Gyengébb illeszkedés: Az OIH-QCLN pár mutatja a leggyengébb illeszkedést az AIC és Schwarz-kritérium alapján, jelezve, hogy a modell kevésbé hatékonyan ragadja meg a két ETF

közötti kapcsolatokat. Az XOP-QCLN pár átlagos log-likelihood és Hannan–Quinn értékei szintén gyengébb illeszkedést mutatnak.

Értékelés: Az IXC-QCLN és XLE-QCLN párok kiszámítható volatilitási mintázatokat mutatnak, amelyek hatékony kockázatkezelést és diverzifikációt tesznek lehetővé. Az OIH-QCLN és XOP-QCLN párok kevésbé stabil volatilitási mintázatokat mutatnak, ami arra utal, hogy a két ETF közötti kapcsolatokat a modell kevésbé jól írja le.

A hagyományos energia ETF-EK (XLE, VDE, XOP, IXC és OIH), illetve az alternatív/ megújuló energia ETF – GRID – páronkénti viszonyítása:

- Az IXC-GRID (3,044263) mutatja a legmagasabb log-likelihood értéket, ami arra utal, hogy a modell a legjobban az IXC és GRID közötti volatilitáskapcsolatokat magyarázza.
- Az OIH-GRID (2,803087) rendelkezik a legalacsonyabb log-likelihood értékkel, jelezve, hogy ez a pár kevésbé kiszámítható volatilitásmintákat mutat.
- Az IXC-GRID (-12,16693) és az XLE-GRID (-12,00012) párok kisebb abszolút átlagos log-likelihood értékei stabilabb és kiszámíthatóbb volatilitásmintázatokat jeleznek.
- Az XOP-GRID (-11,04976) mutatja a legnagyobb abszolút átlagos log-likelihood értéket, ami kevésbé kiszámítható volatilitási mintázatokra utal.
- Az IXC-GRID (-12,11857) mutatja a legalacsonyabb AIC értéket, jelezve, hogy ez a modell illeszkedése a leghatékonyabb, minimális információvesztéssel.
- Az XOP-GRID (-11,03439) a legmagasabb AIC értékkel rendelkezik, ami gyengébb modellilleszkedést jelez.
- Az IXC-GRID (-12,15611) alacsony Schwarz-kritérium értéke szigorúbb szempontok mellett is a legjobb illeszkedést mutatja.
- Az OIH-GRID (-11,19141) és az XOP-GRID (-11,03894) párok gyengébb BIC-értékei kevésbé hatékony modellilleszkedésre utalnak.

- Az IXC-GRID (-12,11007) és az XLE-GRID (-11,95379) alacsony Hannan–Quinn-értékei stabil volatilitási mintázatokra utalnak.
- Az OIH-GRID (-11,1766) és XOP-GRID (-11,02589) párok magasabb Hannan–Quinn-értékei kevésbé stabil volatilitásmintázatokat jeleznek.

Legjobb illeszkedés: Az IXC-GRID pár a log-likelihood, AIC, BIC és Hannan–Quinn kritériumok szerint kiemelkedően jól illeszkedik. Ez a pár stabil és kiszámítható volatilitásmintázatokot mutat, a modell a legpontosabban ragadja meg ezek dinamikus kapcsolatát.

Közepes illeszkedés: Az XLE-GRID és VDE-GRID párok szintén erős modellilleszkedést mutatnak, de nem érik el az IXC-GRID szintjét.

Gyengébb illeszkedés: Az XOP-GRID pár mutatja a leggyengébb illeszkedést az AIC, BIC és Hannan–Quinn értékek alapján, ami azt jelzi, hogy a modell kevésbé képes pontosan magyarázni a volatilitásmintázatokot. Az OIH-GRID páros hasonlóan gyengén teljesít, bár stabilabb, mint az XOP-GRID.

Értékelés: Az IXC-GRID és XLE-GRID párok volatilitási kapcsolatát a modell megbízhatóan magyarázza, ezért kiszámíthatóbbak és stabilabbak. Az XOP-GRID és OIH-GRID párok kevésbé stabil volatilitási mintázatokkal rendelkeznek, ami magasabb kockázatot és bizonytalanságot jelez a modell előrejelzéseiben. A gyengébb illeszkedésű párok (XOP-GRID, OIH-GRID) alacsony korrelációjuk révén diverzifikációs előnyöket nyújthatnak, de ezeknek a volatilitási mintázatoknak a kiszámíthatatlansága miatt nagyobb kockázatot jelenthetnek.

A hagyományos energia ETF-EK (XLE, VDE, XOP, IXC és OIH), illetve az alternatív/ megújuló energia ETF – EARTH – páronkénti viszonyítása:

- Az IXC-ERTH pár (3,27717) mutatja a legmagasabb log-likelihood értéket. Ez azt jelzi, hogy a modell hatékonyan magyarázza az IXC és EARTH közötti volatilitáskapcsolatokat.
- Az XOP-ERTH (2,874429) és az OIH-ERTH (2,915133) rendelkezik a legalacsonyabb log-likelihood értékekkel, ami kevésbé stabil vagy kiszámítható volatilitásmintázatokra utal ezeknél a pároknál.

- Az IXC-ERTH pár (-13,09856) mutatja a legalacsonyabb abszolút átlagos log-likelihood értéket, amely stabilabb és kiszámíthatóbb volatilitáskapcsolatokra utal.
- Az XOP-ERTH pár (-11,4876) rendelkezik a legmagasabb abszolút átlagos log-likelihood értékkel, ami arra utal, hogy ennek a párnak a volatilitásmintázatai kevésbé kiszámíthatóak.
- Az IXC-ERTH (-12,63905) mutatja a legalacsonyabb AIC értéket, ami a modell hatékony illeszkedését jelzi minimális információvesztéssel.
- Az XOP-ERTH (-11,46281) a legmagasabb AIC értékkel rendelkezik, ami a leggyengébb illeszkedést jelenti a párok között.
- Az IXC-ERTH (-13,08774) alacsony Schwarz-kritériuma szigorúbb feltételek mellett is jó illeszkedést mutat.
- Az OIH-ERTH (-11,63959) és az XOP-ERTH (-11,47677) párok magasabb BIC-értékei kevésbé hatékony illeszkedést sugallnak.
- Az IXC-ERTH (-12,63054) a legalacsonyabb Hannan–Quinn- értékével stabil volatilitásmintázatokat jelez.
- Az XOP-ERTH (-11,45431) és az OIH-ERTH (-11,61229) mutatják a legmagasabb Hannan–Quinn értékeket, jelezve, hogy ezek kevésbé stabilak.

Legjobb illeszkedés: Az IXC-ERTH pár minden mutató alapján a legjobb illeszkedést mutatja. A modell a legpontosabban ragadja meg a volatilitáskapcsolatokat ebben az esetben.

Közepes illeszkedés: Az XLE-ERTH és VDE-ERTH párok megfelelő modellilleszkedést mutatnak, de nem olyan erőset, mint az IXC-ERTH.

Gyengébb illeszkedés: Az XOP-ERTH pár mutatja a leggyengébb illeszkedést az AIC, BIC és Hannan–Quinn kritériumok szerint. Ez a pár kevésbé kiszámítható volatilitáskapcsolatokat sugall. Az OIH-ERTH páros hasonlóan gyengén teljesít, de kissé stabilabb, mint az XOP-ERTH.

Értékelés: Az IXC-ERTH és XLE-ERTH párok volatilitási kapcsolatait a modell hatékonyan magyarázza, ezért ezek kiszámíthatóbbak és stabilabbak. Az XOP-ERTH és OIH-ERTH párok kevésbé stabil volatilitási mintázatokkal rendelkeznek, ami bizonytalanságot jelenthet az előrejelzésekben. A gyengébb illeszkedésű párok (XOP-ERTH, OIH-ERTH) alacsony korrelációjuk révén diverzifikációs előnyöket jelenthetnek, de a magasabb volatilitásuk nagyobb kockázattal járhat.

Az eredmények összesítése portfóliódiverzifikáció szempontjából:

Az ETF-párok szerinti bontásban elvégzett volatilitás- és illeszkedésvizsgálatok alapján az alábbi eredmények kerültek megfontolásra a diverzifikációs stratégiák megalkotásakor. Az illeszkedési mutatókat (log-likelihood, AIC, BIC, Hannan–Quinn), a volatilitás stabilitása és a diverzifikáció lehetőségei alapján szükséges figyelembe venni a portfólió súlyozása tekintetében a kiemelkedően stabil párokat. Az IXC minden megújuló energia ETF-típussal (ICLN, TAN, QCLN, GRID, ERTH) kiváló log-likelihood, AIC, BIC és Hannan–Quinn értékeket mutatott, ezáltal bizonyítva kiemelkedő stabilitását. Ezek a párok stabil volatilitási mintázatokat és kiszámítható kapcsolatokat jeleznek. Az IXC diverzifikációs szempontból és stabil alapként is erősen javasolt. További erős párok tekintetében az XLE szintén stabil volatilitáskapcsolatokat mutatott, különösen az ICLN, QCLN és GRID párosításokban. Az XLE volatilitási mintázatai kiszámíthatóak és megbízható alapot adnak. Az XLE hagyományos energiára koncentráló, de alacsony volatilitású elemet biztosít a portfólióban. A VDE stabilitása és kiszámíthatósága közepes, az AIC és BIC értékek alapján több párral is jól illeszkedik (pl. TAN, GRID). Az ICLN-nel is megfelelő stabilitást mutat. A VDE a portfólió stabilitásának további fokozását szolgálja. Bár az XOP általánosan gyengébb illeszkedést mutatott (magasabb AIC, BIC), alacsony korrelációja diverzifikációs előnyt jelenthet. Kockázatosabb, de növekedési potenciállal rendelkező eszközként kezelhető. Az XOP alacsonyabb súllyal szerepelhet a portfólióban, különösen, ha a cél magasabb hozam és tolerált volatilitás. Az OIH a leggyengébb illeszkedési mutatókkal (log-likelihood, AIC, BIC) rendelkezik, de alacsony korrelációja miatt diverzifikációs célból kis súly mellett figyelembe vehető. Az OIH szerepe inkább kockázatvállalási célból javasolt.

Összességében az IXC és XLE túlsúlyozása stabil alapot nyújt a portfóliónak, míg a VDE közepes stabilitása kiegészíti a volatilitási mintázatok megbízhatóságát. Magasabb kockázatvállalási hajlandóság esetén az XOP és OIH ETF-ek aránya növelhető, figyelembe

véve, hogy ezek gyengébb illeszkedést mutatnak. Az elemzések alapján a GRID, QCLN, ICLN és ERTB ETF-ek mind diverzifikációs előnyt nyújtanak, de a hagyományos energiához viszonyítva illeszkedési hatékonyságuk változó.

4.2 A VAR-ADCC-GARCH EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE ETF-PÁRONKÉNT

A 3. táblázat szerinti hagyományos és alternatív/megújuló energia ETF-szegmensek kétlépcsős VAR-ADCC-GARCH modellezése alapján az alábbiakban értékelésre kerülnek az eredmények ETF-párok szerinti bontásban (25 db.). A $\Theta_1 + \Theta_2$ minden esetben kisebb, mint 1, ami arra utal, hogy a modell stabil, és jól viselkedik az adott ETF-ek közötti kapcsolat modellezésekor. A Z-statisztikák és a p-értékek néhány esetek kivéve szignifikánsak. A korrelációs kapcsolatokat a VAR-ADCC-GARCH modell megfelelően megragadja. A hagyományos energia ETF-ek az XLE, VDE, XOP, IXC és OIH, az alternatív/ megújuló energia ETF-ek az ICLN, TAN, QCLN, GRID és ERTB.

1. XLE – ICLN:

- A Θ_1 (0,060185) paraméter viszonylag alacsony közvetlen kapcsolatot mutat a két idősor között, jelezve, hogy az XLE és ICLN közötti korrelációs kapcsolat nem kiemelkedően erős. Ez arra utalhat, hogy a két idősor nem követi egymást szorosan a piaci mozgások során.
- A Θ_2 (0,917254) paraméter közel 1-es értéke arra utal, hogy a két ETF között a korreláció tartós hatású, vagyis a múltbeli sokkok hosszan fennmaradó hatással vannak a korrelációra. Ez azt is jelentheti, hogy a két idősor közötti kapcsolat stabilabb a múltbeli sokkokra adott reakciók szempontjából.
- A Θ_3 (0,009751) alacsony értéke arra utal, hogy a két ETF közötti közvetett kapcsolatnak csekély szerepe van a teljes korrelációban.
- A C konstans (0,556502) viszonylag magas értéke azt mutatja, hogy az XLE és ICLN közötti kapcsolatban a múltbeli sokkok jelentős hatást gyakorolnak a jelenlegi feltételes

varianciára. Ez alapján a feltételes variancia klaszterezési hatása jelentős, ami azt jelzi, hogy az XLE és ICLN volatilitása érzékeny a múltbeli piaci sokkokra.

Eredmények értékelése: Az XLE és ICLN ETF-ek között gyenge közvetlen korreláció áll fenn, de a múltbeli sokkok tartós hatást gyakorolnak a korrelációra. A modell stabil, és megfelelően ragadja meg a két idősor közötti kapcsolatot, de a látens változók szerepe elhanyagolható. Az eredmények arra utalnak, hogy az XLE és ICLN párosítás diverzifikációs előnyöket kínálhat, mivel alacsony közvetlen korrelációval rendelkezik, ugyanakkor a múltbeli piaci mozgások hatásait tartósan tükrözik.

2. VDE – ICLN:

- A $\Theta 1$ (0,037905) közvetlen korrelációs paraméter érték alacsony közvetlen korrelációt mutat a VDE és ICLN között, jelezve, hogy a két ETF közötti kapcsolat mérsékelt. Ez arra utal, hogy a VDE és ICLN között nincs jelentős közvetlen együttmozgás.
- A $\Theta 2$ (0,939772) korrelációs sokkok tartósságát jelző paraméter érték közel van az 1-hez, ami azt sugallja, hogy a korrelációs sokkok nagyon tartósak. Ez azt jelenti, hogy a múltbeli sokkok hosszú távon hatással vannak a VDE és ICLN közötti kapcsolatra.
- A $\Theta 3$ (0,008663) látens változón keresztüli korrelációt jelző paraméter alacsony értéke arra utal, hogy a látens változók közvetett hatása minimális, és kevésbé befolyásolják a VDE és ICLN közötti kapcsolatot.
- A C konstans (0,559826) feltételes varianciához kapcsolódó paraméter a múltbeli sokkok hatását méri a jelenlegi feltételes varianciára. Az érték stabilitást jelez, és azt mutatja, hogy a múltbeli sokkok jelentős hatást gyakorolnak a varianciára. Ez a volatilitás klaszterezési jelenségét is alátámasztja.

Eredmények értékelése: A VDE és ICLN közötti kapcsolatot gyenge közvetlen korreláció jellemzi, de a múltbeli sokkok hatásai tartósak, és jelentős szerepet játszanak a kapcsolati dinamikában. A modell ez esetben is stabilan működik, és a két ETF közötti kapcsolatot jól ragadja meg. A látens változók szerepe gyakorlatilag elhanyagolható, mivel a $\Theta 3$ értéke közel nulla. A volatilitás időbeli dinamikája jelentős, amit a C konstans értéke is megerősít. A gyenge közvetlen korreláció ($\Theta 1$) diverzifikációs lehetőséget kínálhat, mivel a két ETF között alacsony

az együttmozgás. A tartós korrelációs sokkok (Θ_2) hosszú távon kiszámíthatóbb kapcsolatot eredményezhetnek, ami segíthet a kockázati stratégiák optimalizálásában. A jelentős volatilitási hatás miatt a VDE és ICLN közötti kapcsolat időszakonkénti változékonyságát érdemes figyelembe venni a portfólió kialakításakor. Az eredmények tehát azt mutatják, hogy a VDE és ICLN ETF-párosítás diverzifikációs szempontból értékes lehet, de a tartós korrelációs sokkokra és a volatilitási klaszterezésre való érzékenységet figyelembe kell venni a befektetési döntések meghozatalakor.

3. XLE – TAN:

- A Θ_1 (0,044080) közvetlen korrelációs paraméter azt jelzi, hogy van némi közvetlen kapcsolat az XLE és TAN között, de ez továbbra is mérsékeltnek tekinthető.
- A Θ_2 (0,931811) korrelációs sokkok tartósságát jelző paraméter értéke közel van az 1-hez, ami azt mutatja, hogy a korrelációs sokkok nagyon tartósak, hosszú távon befolyásolják a két ETF kapcsolatot. Ez a tartósság megbízható kockázatkezelési információkat nyújthat a befektetőknek, a kockázatok előrejelezhetők.
- A Θ_3 (0,005473) látens változón keresztüli korrelációt mérő paraméter értéke nagyon alacsony, ami azt jelzi, hogy a látens változók közvetett hatása gyenge az XLE és TAN közötti kapcsolatra.
- A C konstans (0,495742) feltételes varianciához kapcsolódó paraméter a múltbeli sokkok hatását méri az aktuális feltételes varianciára. Az érték stabilitást mutat, jelezve, hogy a múltbeli sokkok továbbra is jelentős hatással vannak a volatilitásra. A C konstans a volatilitás klaszterezési jelenségét mutatja ebben az esetben is, jelezve, hogy a múltbeli sokkok tartósan befolyásolják az ETF-pár feltételes varianciáját.

Eredmények értékelése: Az XLE és TAN közötti közvetlen és közvetett korreláció gyenge. Ez diverzifikációs lehetőségeket kínálhat, mivel az ETF-ek nem mozognak erősen együtt. Kevésbé valószínű, hogy a két ETF ugyanarra a piaci sokkra azonos módon reagál. A Θ paraméterek összege alapján ez a modell is stabil, és jól illeszkedik az adatokra. Az alacsony közvetlen korreláció (Θ_1) miatt az XLE és TAN ETF-ek jól használhatók a portfólió diverzifikációjára, mivel az együttmozgásuk korlátozott. A magas Θ_2 érték miatt a múltbeli korrelációs sokkok alapján a kapcsolatok előre jelezhetők, ami támogatja a kockázatok

pontosabb kezelését. A stabil C érték és a gyenge látens hatások (Θ_3) kiszámíthatóbb volatilitási mintázatokat eredményeznek, amelyek csökkentik a bizonytalanságot. A modell lehetővé teszi, hogy a befektetők pontosan értékeljék a kockázatokat és a hozampotenciált. A diverzifikáció érdekében az XLE és TAN jó kombinációt nyújthat, de a volatilitási klaszterezésre figyelni kell a portfóliók kialakítása során.

4. VDE – TAN:

- A Θ_1 (0,045186) közvetlen korrelációs paraméter azt jelzi, hogy van némi közvetlen kapcsolat a VDE és TAN ETF-ek között, de ez mérsékeltnek tekinthető. Az érték hasonló az előző XLE-TAN esetéhez.
- A Θ_2 (0,930338) korrelációs sokkok tartósságát mérő paraméter értéke nagyon magas, közel 1-hez. Ez azt jelzi, hogy a korrelációs sokkok hosszú távon jelentős hatást gyakorolnak a két ETF kapcsolatra.
- A Θ_3 (0,005222) látens változón keresztüli korrelációt mérő paraméter értéke alacsony, ami arra utal, hogy a látens változók közvetett hatása gyenge, és nem játszanak jelentős szerepet a VDE és TAN kapcsolatának alakításában.
- A C konstans (0,500806) feltételes varianciához kapcsolódó konstans paraméter viszonylag stabil értéket mutat, amely a múltbeli sokkok tartós hatását tükrözi a volatilitási dinamikára.

Eredmények értékelése: A Θ_2 magas értéke alapján a korrelációs sokkok hosszú távon is meghatározóak maradnak, így az előrejelzések kiszámíthatók és megbízhatók lehetnek, lehetővé téve a kockázatok előrejelzését és kezelését. Ez az információ kritikus fontosságú a kockázatkezeléshez és a hosszú távú portfóliótervezéshez. A Θ_1 és Θ_3 alacsony értékei által jelzett közvetlen és gyenge kapcsolat a VDE és TAN között, hasonlóan az XLE-TAN esetéhez, diverzifikációs lehetőségeket jelenthet. A közvetlen és közvetett korreláció alacsony értékei miatt a két ETF kevésbé valószínű, hogy együtt mozog. A C konstans értéke ebben az esetben is stabil és kiszámítható volatilitási mintázatokat jelez, amely segíti a bizonytalanság csökkentését, csökkenti a portfólió kockázatát. A C konstans a volatilitás klaszterezésére utal, jelezve, hogy a múltbeli sokkok továbbra is befolyásolják a feltételes varianciát.

5. *XLE – QCLN*:

- A Θ_1 (0,055799) közvetlen korrelációt mérő paraméter értéke valamivel magasabb, mint az előző pároknál (XLE-ICLN, XLE-TAN), jelezve, hogy az XLE és QCLN között létezik mérsékelt közvetlen kapcsolat. Ez azt sugallja, hogy ezek az ETF-ek bizonyos mértékben együtt mozognak.
- A Θ_2 (0,918125) korrelációs sokkok tartósságát mérő paraméter értéke magas, közel 1-hez. Ez azt jelzi, hogy a korrelációs sokkok hosszú távon is jelentős hatással vannak az ETF-ek kapcsolatára.
- A Θ_3 (0,001971) látens változó által befolyásolt közvetett korreláció alacsony értéke azt mutatja, hogy a látens változók csak minimális hatást gyakorolnak az XLE és QCLN közötti kapcsolat kialakítására.
- A C konstans (0,581110) feltételes varianciához kapcsolódó értéke magasabb, mint az XLE-TAN esetében, ami erősebb volatilitási hatásokat jelez. Ez arra utal, hogy a múltbeli sokkok tartósabb hatással vannak az XLE és QCLN volatilitására.

Eredmények értékelése: A Θ_2 magas értéke azt sugallja, hogy a korrelációs sokkok hosszú távon hatással vannak az ETF-ek közötti kapcsolatra, ami kiszámíthatóságot biztosít a portfóliókezeléshez. A Θ_3 érték alapján a látens változók gyenge szerepet játszanak a két ETF kapcsolatában. A C konstans alapján a volatilitás itt is klaszterezett, és a múltbeli sokkok továbbra is jelentős hatással vannak az ETF-ek feltételes varianciájára. A volatilitási dinamikák stabilak, de magasabbak, mint az XLE-TAN esetében. A Θ_1 magasabb értéke az XLE-TAN párhoz képest azt jelzi, hogy az XLE és QCLN között valamivel szorosabb közvetlen kapcsolat áll fenn, bár ez továbbra is mérsékelt. Diverzifikációs lehetőséget kínál tehát az XLE-QCLN ETF-pár, bár az együttmozgás mértéke kissé magasabb az előző párokhoz képest. A volatilitás tehát intenzívebb, amit figyelembe kell venni a portfólió kockázati szintjének meghatározásakor.

6. *VDE – QCLN*:

- A Θ_1 (0,060464) paraméter a közvetlen korrelációt méri a két ETF (VDE és QCLN) között. Az érték alacsonynak tekinthető, jelezve, hogy a közvetlen korrelációk mérsékeltek, de észlelhetők a két ETF között.
- A Θ_2 (0,912784) a korrelációs sokkok tartósságát mutatja. Az érték nagyon magas, ami azt jelzi, hogy a sokkok hatása hosszú távon fennmarad a két ETF korrelációjában. Ez azt mutatja, hogy bármilyen volatilitási változás hosszabb időre hatással van a kapcsolatokra.
- A Θ_3 (0,001503) paraméter a látens változóra utaló közvetett korrelációt méri. A Θ_3 esetében a magas p-érték (0,508858) azt jelzi, hogy a közvetett korreláció nem szignifikáns. Amennyiben szignifikáns lenne, az alacsony érték azt sugallná, hogy a közvetett korreláció, amelyet látens tényezők befolyásolnak, minimális szerepet játszik a VDE-QCLN pár esetében.
- A C konstans (0,585329) a feltételes varianciát mutatja, amely azt jelzi, hogy a múltbeli sokkok hogyan befolyásolják az aktuális volatilitást. Az érték relatíve magas, jelezve, hogy a volatilitás tartós és a múltbeli események hatása jelentős a jelenlegi feltételes varianciában.

Eredmények értékelése: A Θ_2 magas értéke azt sugallja, hogy a volatilitási sokkok tartósak és hosszú távon befolyásolják a két ETF kapcsolatát. Ez arra utal, hogy a VDE és QCLN közötti kapcsolat nem rövid távú, hanem hosszú távon is érvényes. A magas C konstans érték azt jelzi, hogy a volatilitás tartós és klaszterezett. Ez megerősíti, hogy a múltbeli volatilitási sokkok jelentős hatást gyakorolnak a jelenlegi feltételes varianciára. A Θ_3 nem szignifikáns értéke azt jelzi, hogy a közvetett korrelációk, például látens tényezők hatása, nem meghatározó a VDE és QCLN kapcsolatában. A VDE-QCLN pár kapcsolatának tartóssága és volatilitási dinamikái alapján a portfólió diverzifikáció szempontjából előnyös lehet ez a pár. A mérsékelt közvetlen korreláció azt jelzi, hogy a két ETF részben független piaci tényezőktől, ami hozzájárulhat a portfólió volatilitásának kiegyensúlyozásához. A hosszú távú volatilitási hatások alapján viszont fontos figyelembe venni a kockázatkezelési stratégiák kidolgozását.

7. XLE - GRID

- A Θ_1 közvetlen korrelációt jelző paraméter értéke (0,058434) pozitív, de gyenge.

- A Θ_2 közvetett korrelációt jelző paraméter a látens változón keresztül értéke (0,928848) értéke rendkívül szignifikáns, mivel a p-érték gyakorlatilag nulla. Az érték jelzi, hogy a korreláció jelentős és tartós kapcsolatot mutat az XLE és GRID ETF-ek között.
- A korrelációs sokkok tartósságát és látens változók kapcsolatát jelző Θ_3 értéke (-0,000546) nem szignifikáns, nem játszik jelentős szerepet ebben a párban. A negatív érték (bár minimális) arra utalhat, hogy ezen korrelációs sokkoknak nincs kimutatható, tartós hatása a két ETF közötti kapcsolat dinamikájára.
- A C konstans értéke (0,547936) nagyon szignifikáns és magas, jelezve, hogy a két ETF közötti feltételes variancia stabil, és a modell erősen magyarázza a volatilitásmintákat. Ez a stabilitás a portfóliókockázat csökkentése szempontjából kedvező lehet.

Eredmények értékelése: A közvetlen korreláció pozitív, de gyenge, míg a közvetett korreláció rendkívül erős és szignifikáns az ETF-pár esetében. Ez arra utal, hogy az XLE és GRID közötti kapcsolatokat leginkább közös háttértényezők mozgatják, nem pedig közvetlen piaci kapcsolatok. A korrelációs sokkok tartóssága (Θ_3) nem kimutatható, ami azt jelenti, hogy a korrelációk változását nem a sokkok hosszú távú hatása irányítja. A C paraméter alapján a volatilitás stabilan modellezhető, ami a portfólió diverzifikáció szempontjából előnyös. Az XLE és GRID ETF-ek kombinációja kiegyensúlyozott kockázatot jelenthet. Az ETF-pár diverzifikációs lehetőségeket kínálhat, különösen, ha a portfólió célja a hosszú távú stabilitás. A közvetlen korreláció gyengesége miatt az XLE-GRID páros kevésbé reagál azonos rövid távú piaci eseményekre, ami segíthet a portfólió volatilitásának kezelésében. A korrelációs sokkok tartósságának hiánya (Θ_3) miatt ez a pár kevésbé érzékeny a hirtelen piaci változásokra, ami további stabilitást eredményezhet.

8. VDE - GRID

- A Θ_1 (0,060983) közvetlen korrelációs paraméter mérsékelt, de van érzékelhető kapcsolat a VDE és GRID ETF-ek között.
- A Θ_2 (0,925924) jelzi, hogy a korrelációs sokkok tartóssága nagyon magas. Az érték jelzi, hogy a volatilitási események hatása hosszú távon fennmarad a két ETF közötti kapcsolatban. A magas érték tartós dinamikát sugall, ahol a múltbeli sokkok továbbra is befolyásolják a korrelációkat.

- A Θ_3 (-0,000507) közvetett korrelációs paraméter rendkívül alacsony és nem szignifikáns (p-érték = 0,870084). Ez arra utal, hogy a közvetett, látens tényezőkön alapuló korrelációk nem játszanak meghatározó szerepet a VDE és GRID ETF-ek kapcsolatában.
- A C (0,551101) feltételes variancia paraméter viszonylag magas. Az érték jelzi, hogy a volatilitás klaszterezése jelentős a VDE-GRID párban, és a múltbeli sokkok tartós hatást gyakorolnak a jelenlegi feltételes varianciára.

Eredmények értékelése: A Θ_2 magas értéke hosszú távú volatilitási hatásokat sugall, ahol a korrelációs mintázatok stabilak és tartósak. A Θ_3 nem szignifikáns értéke arra utal, hogy a látens tényezők nem játszanak jelentős szerepet ebben a párban. A magas C érték azt mutatja, hogy a volatilitás erőteljesen befolyásolja a kapcsolatokat, és a múltbeli sokkok jelentős szerepet töltenek be a jelenlegi dinamikában. Portfóliódiverzifikáció szempontjából előny, hogy a hosszú távú volatilitási stabilitás (Θ_2) és a közvetett korrelációk hiánya (Θ_3) diverzifikációs előnyt nyújthat, mivel a két ETF részben eltérő piaci hatásokra reagál. A jelentős feltételes variancia (C) miatt a volatilitási sokkok kezelése különös figyelmet igényel, mivel a múltbeli sokkok erőteljes hatással bírnak.

9. XLE – ERTH

- A Θ_1 (0,040720) közvetlen korrelációs paraméter értéke viszonylag alacsony, ami jelzi, hogy az XLE és ERTH ETF-ek között közvetlen kapcsolat van, de annak mértéke nem kiemelkedő. A mérsékelt korreláció diverzifikációs előnyt jelenthet.
- A Θ_2 (0,947423) jelzi, hogy a korrelációs sokkok tartóssága rendkívül magas. Ez arra utal, hogy a volatilitási események hosszú távon jelentős hatással vannak az XLE és ERTH közötti kapcsolatra. Az ilyen mértékű tartósság erős kapcsolatot és stabil korrelációs dinamikát jelez.
- A Θ_3 (0,003763) közvetett korreláció értéke kicsi, de statisztikailag szignifikáns (p-érték = 0,000657). Ez azt jelenti, hogy a látens tényezőkön alapuló korrelációk bár csekély mértékben, de mégis észlelhetők a két ETF kapcsolatában.

- A C (0,653873) feltételes variancia paraméter viszonylag magas. Az érték jelzi, hogy a volatilitás tartós és jelentős hatást gyakorol a jelenlegi dinamikára, amit a múltbeli sokkok továbbra is alakítanak.

Eredmények értékelése: A $\Theta 1$ mérsékelt értéke diverzifikációs potenciált jelez, miközben fenntartja a kapcsolatok relevanciáját. A $\Theta 2$ magas értéke erős, hosszú távú stabilitást jelez a korrelációs dinamikában, ahol a múltbeli események meghatározóak. A $\Theta 3$ kicsi, de szignifikáns értéke látens tényezők befolyását sugallja a kapcsolatban, bár ezek hatása marginális. A magas C érték tartós volatilitásklasztereket jelez, ahol a múltbeli események jelentős hatással vannak a jelenlegi feltételes varianciára. Portfóliódiverzifikáció szempontjából előny, hogy a mérsékelt közvetlen korreláció ($\Theta 1$) és a csekély, de szignifikáns közvetett hatások ($\Theta 3$) diverzifikációs előnyöket jelenthetnek. Az XLE és ERTF ETF-ek piaci kapcsolata nem teljesen összefüggő, ami csökkentheti a portfólió teljes kockázatát. Ez az ETF-pár viszont hosszú távú stabilitást is kínál.

10. VDE – ERTF

- A $\Theta 1$ (0,038214) közvetlen korrelációs paraméter értéke alacsony, de jelzi, hogy van mérsékelt közvetlen kapcsolat a VDE és ERTF ETF-ek között, amely diverzifikációs lehetőséget biztosíthat.
- A $\Theta 2$ (0,951347) a korrelációs sokkok tartósságát mutató paraméter értéke rendkívül magas. Ez azt jelzi, hogy a volatilitási események hosszú távon is fennmaradnak, ami erős és stabil kapcsolatot jelent a két ETF között.
- A $\Theta 3$ (0,003695) közvetett korrelációt mérő paraméter értéke kicsi. Ez arra utal, hogy a látens tényezők, bár csekély mértékben, de befolyásolják a VDE és ERTF ETF-ek kapcsolatát.
- A C (0,654587) feltételes variancia paraméter magas, mely jelzi, hogy a volatilitás tartós, és a múltbeli sokkok jelentős hatást gyakorolnak az aktuális feltételes varianciára.

Eredmények értékelése: A $\Theta 1$ alacsony értéke diverzifikációs potenciált mutat, ami mérsékelt kapcsolatot jelez a két ETF között. A $\Theta 2$ rendkívül magas értéke erős és hosszú távú stabilitást sugall a korrelációs dinamikában. Ez a kapcsolat hosszabb időszakokra is érvényes marad. A

$\Theta 3$ értéke alacsony, de szignifikáns, ami látens tényezők enyhe, de mérhető hatását jelzi a két ETF kapcsolatában. A magas C érték a volatilitás tartósságát és a múltbeli események jelentős hatását jelzi. Az alacsony közvetlen korreláció ($\Theta 1$) diverzifikációs előnyt biztosíthat, miközben a stabil tartós hatások ($\Theta 2$) megbízható kapcsolatot nyújtanak a VDE és ERTH között. Viszont a magas C érték és a tartós volatilitási hatások hosszú távú kockázatot jelenthetnek, amelyeket figyelembe kell venni a portfólió kockázatkezelése során.

11. XOP – ICLN:

- A $\Theta 1$ (0,041032) közvetlen korrelációs paraméter alacsony, a kapcsolat mérsékelt, de jelen van az XOP és ICLN ETF-ek között.
- A $\Theta 2$ (0,945408) korrelációs sokkok tartósságát mérő paraméter értéke rendkívül magas. Ez azt jelzi, hogy a volatilitási sokkok hosszú távon fennmaradnak, és erős stabil kapcsolatot mutatnak a két ETF között.
- A $\Theta 3$ (0,002308) közvetett korrelációs paraméter értéke alacsony, és statisztikailag nem szignifikáns (p-érték = 0,291824). Ez azt jelenti, hogy a látens tényezők minimálisan vagy egyáltalán nem játszanak szerepet az XOP és ICLN ETF-ek közötti kapcsolatban.
- A C (0,506094) feltételes variancia paraméter relatíve magas és jelzi, hogy a volatilitás tartós, és a múltbeli sokkok jelentős hatással vannak az aktuális feltételes varianciára.

Eredmények értékelése: A $\Theta 1$ alacsony értéke diverzifikációs lehetőséget jelez. A $\Theta 2$ magas értéke megerősíti a hosszú távú stabilitást és tartósságot a volatilitási sokkokban. A $\Theta 3$ nem szignifikáns értéke alapján a látens tényezők hatása nem releváns az XOP és ICLN kapcsolatában. A magas C érték a volatilitás tartósságát mutatja, amely a múltbeli események hatásait tükrözi. A magas $\Theta 2$ és C értékek azt jelzik, hogy a volatilitási sokkok hosszú távon is érvényesek, ami stabil, de potenciálisan kiszámíthatatlan kockázatot jelenthet.

12. IXC – ICLN:

- A $\Theta 1$ (0,026608) közvetlen korrelációs paraméter alacsony, a közvetlen kapcsolat gyenge, de létező az IXC és ICLN ETF-ek között.

- A Θ_2 (0,953638) korrelációs sokkok tartósságát mérő paraméter nagyon magas. Az érték azt mutatja, hogy a volatilitási sokkok hosszú távon fennmaradnak, és erős stabil kapcsolatot eredményeznek a két ETF között.
- A Θ_3 (0,007387) közvetett korrelációs paraméter értéke alacsony. Az érték jelzi, hogy bár a látens tényezők által közvetített korreláció gyenge, hatásuk mérhető és releváns az IXC és ICLN kapcsolatában.
- A C (0,601122) feltételes variancia paraméter értéke relatíve magas és jelzi, hogy a volatilitás tartós, és a múltbeli események jelentős hatást gyakorolnak a jelenlegi feltételes varianciára.

Eredmények értékelése: A Θ_1 alacsony értéke gyenge közvetlen kapcsolatot jelez az IXC és ICLN ETF-ek között. Ez diverzifikációs előnyt kínálhat, mivel a közvetlen hatások mérsékeltek. A Θ_2 rendkívül magas értéke hosszú távú stabilitást és tartósságot mutat a volatilitási sokkokban. A Θ_3 szignifikáns értéke azt sugallja, hogy látens tényezők is hozzájárulnak a két ETF közötti kapcsolat dinamikájához, bár a hatás gyenge. A magas C érték a volatilitás tartósságát és klaszterezését mutatja, ami a múltbeli események hatására utal. Az IXC-ICLN ETF-pár kapcsolatát a tartós volatilitási hatások dominálják, miközben a közvetlen kapcsolat mérsékelt. Ez a pár diverzifikációs lehetőségeket kínálhat, miközben figyelembe kell venni a volatilitási sokkok hosszú távú hatásait.

13. XOP – TAN:

- A Θ_1 (0,053355) közvetlen korrelációs paraméter közepesen alacsony. Ez arra utal, hogy mérsékelt közvetlen kapcsolat áll fenn a XOP és TAN ETF-ek között.
- A Θ_2 (0,921398) korrelációs sokkok tartósságát mutató paraméter nagyon magas. Az érték arra utal, hogy a volatilitási sokkok hosszú távon fennmaradnak a két ETF közötti kapcsolatban, megerősítve, hogy a korrelációk tartósak.
- A Θ_3 (-0,000628) közvetett korrelációs paraméter értéke közel nulla, és nem szignifikáns (p-érték = 0,864053). Ez arra utal, hogy a látens tényezők által közvetített korreláció nem releváns vagy jelentéktelen az XOP és TAN ETF-ek közötti kapcsolatban.

- A C (0,471968) feltételes variancia paraméter értéke közepesen magas, ami jelzi, hogy a volatilitás mérsékelten tartós, és a múltbeli események hatással vannak a jelenlegi feltételes varianciára.

Eredmények értékelése: A Θ_2 magas értéke hosszú távú stabilitást és a volatilitási sokkok tartósságát mutatja. A C konstans értéke a volatilitás tartósságát jelzi, de kisebb mértékben, mint más vizsgált ETF-párok esetében. A mérsékelt Θ_1 közvetlen korrelációs érték diverzifikációs lehetőségeket kínálhat, mivel a két ETF kapcsolatában nincs erőteljes közvetlen összefüggés.

14. IXC – TAN

- A Θ_1 (0,039172) közvetlen korrelációs paraméter viszonylag alacsony értéket mutat; a közvetlen kapcsolat mérsékelt az IXC és TAN ETF-ek között.
- A Θ_2 (0,939723) korrelációs sokkok tartósságát mutató paraméter értéke nagyon magas; a volatilitási sokkok hosszú távon is erőteljesen fennmaradnak az ETF-ek közötti kapcsolatban.
- A Θ_3 (0,004954) közvetett korrelációs paraméter viszonylag alacsony. Ez arra utal, hogy a látens tényezők közvetett korrelációt eredményezhetnek az IXC és TAN ETF-ek között, bár ezek a hatások mérsékeltek.
- A C (0,511829) feltételes variancia paraméter viszonylag magas értéket mutat és jelzi, hogy a volatilitás tartós, és a múltbeli események jelentős hatással vannak az aktuális feltételes varianciára.

Eredmények értékelése: A Θ_1 mérsékelt közvetlen korrelációt jelez, ami diverzifikációs lehetőségeket kínálhat az ETF-ek közötti kapcsolat alapján. A Θ_2 magas értéke hosszú távú stabilitást mutat ebben az esetben is, megerősítve, hogy a volatilitási sokkok tartós hatást gyakorolnak az IXC és TAN kapcsolatra. A Θ_3 szignifikáns, de alacsony értéke azt sugallja, hogy a látens tényezők mérsékelt hatással vannak a két ETF közötti kapcsolatra. A magas C érték megerősíti, hogy a volatilitás tartósan jelen van, ami kockázatkezelési stratégiák kidolgozását teszi szükségessé ebben az esetben is. A volatilitási sokkok hosszú távú hatása kihívást jelenthet.

15. XOP – QCLN

- A Θ_1 (0,052140) közvetlen korrelációt mérő paraméter közepes értéket mutat. Ez azt jelzi, hogy a két ETF közötti közvetlen kapcsolat észlelhető, de nem kiemelkedően erős.
- A Θ_2 (0,924429) korrelációs sokkok tartósságát mutató paraméter magas értéket mutat, ezáltal jelzi, hogy a volatilitási sokkok hosszú távon fennmaradnak az XOP és QCLN ETF-ek közötti kapcsolatban.
- A Θ_3 (0,001508) látens változóra utaló közvetett korrelációs paraméter nagyon alacsony értéket mutat, és nem szignifikáns (p -érték = 0,601342). A közvetett korrelációs tényezők elhanyagolható hatással bírnak az XOP-QCLN kapcsolatban.
- A C (0,558170) feltételes variancia paraméter magas értéket mutat. Ez azt jelzi, hogy a volatilitás tartós, és a múltbeli sokkok jelentős hatással vannak a jelenlegi feltételes varianciára.

Eredmények értékelése: A mérsékelt közvetlen korreláció diverzifikációs lehetőségeket kínálhat. A Θ_2 magas értéke hosszú távú stabilitást jelez a volatilitási sokkok terén. A Θ_3 látens tényező nem szignifikáns. A magas C érték tartós volatilitási klaszterezettséget jelez, ami kockázatkezelési stratégiákat követelhet meg.

16. IXC – QCLN:

- A Θ_1 (0,036861) közvetlen korrelációs paraméter értéke alacsonynak tekinthető. A közvetlen korreláció a két ETF között mérsékelt, de észlelhető.
- A Θ_2 (0,944534) korrelációs sokkok tartósságát jelző paraméter magas értéket mutat. A sokkok hosszú távon fennmaradnak a két ETF korrelációjában, jelezve a volatilitás tartós hatását.
- A Θ_3 (0,003087) látens változóra utaló közvetett korrelációs paraméter alacsony értéket mutat, és nem szignifikáns (p -érték = 0,057360). A közvetett korrelációs tényezők nem játszanak jelentős szerepet az IXC és QCLN közötti kapcsolatokban.

- A C (0,584295) feltételes variancia paraméter magas értéket mutat; a volatilitás tartós, és a múltbeli sokkok jelentős hatással vannak az aktuális feltételes varianciára.

Eredmények értékelése: A két ETF közötti kapcsolat mérsékelt diverzifikációs lehetőséget kínálhat. A volatilitási sokkok tartósak, hosszú távú korrelációs stabilitást biztosítva. A magas C érték ez esetben is tartósan volatilitási klaszterezettséget jelez, ami jelentős hatással van a kockázati profilra. A két ETF közötti kapcsolat hozzájárulhat a portfólió volatilitásának kiegyensúlyozásához.

17. XOP – GRID

- A Θ_1 (0,038429) közvetlen korrelációs paraméter értéke alacsony, valamint jelzi, hogy a közvetlen korreláció gyenge, de észlelhető az XOP és GRID ETF-ek között.
- A Θ_2 (0,952985) a korrelációs sokkok tartósságát jelző paraméter magas, ezáltal jelzi, hogy a volatilitási sokkok hosszú távon fennmaradnak a két ETF között, igazolva a tartós korrelációs hatásokat.
- A Θ_3 (0,000461) közvetett korrelációt mérő paraméter nagyon alacsony értéket mutat, és nem szignifikáns (p -érték = 0,862226). Ez arra utal, hogy a látens változók által közvetített hatások elhanyagolható szerepet játszanak az XOP és GRID közötti kapcsolatokban.
- A C (0,492198) feltételes variancia paraméter közepesen magas értéket mutat, igazolva, hogy a múltbeli volatilitási sokkok jelentős hatást gyakorolnak az aktuális feltételes varianciára, de nem extrém mértékben.

Eredmények értékelése: A két ETF közötti kapcsolat diverzifikációs lehetőségeket nyújthat. A magas Θ_2 érték arra utal, hogy a volatilitási sokkok e pár esetében is hosszú távon fennmaradnak, amely stabil, de tartós volatilitási dinamikát jelent. A nem szignifikáns Θ_3 érték azt mutatja, hogy a közvetett korrelációk és a látens tényezők szerepe elhanyagolható. Viszont a volatilitás tartós, de nem extrém mértékben, ami kiszámíthatóbb kockázati környezetet sugall.

18. IXC – GRID

- A Θ_1 (0,053225) közvetlen korrelációs paraméter értéke mérsékelt, mely jelzi, hogy van észlelhető, de nem túl erős közvetlen korreláció az IXC és GRID ETF-ek között.
- A Θ_2 (0,935094) korrelációs sokkok tartósságát jelző paraméter magas és jelzi, hogy a volatilitási sokkok hosszú távon fennmaradnak az IXC és GRID ETF-ek között, ami a tartós korrelációs dinamikára utal.
- A Θ_3 (0,000147) közvetett korrelációs paraméter nagyon alacsony, és nem szignifikáns (p -érték = 0,952767). Ez arra utal, hogy a látens változók által közvetített hatások nem játszanak szerepet az IXC és GRID közötti kapcsolatban.
- A C (0,578458) feltételes variancia paraméter viszonylag magas értéket mutat, és jelzi, hogy a múltbeli volatilitási sokkok jelentős hatással vannak az aktuális feltételes varianciára, ami tartós volatilitási hatásokat jelent.

Eredmények értékelése: A mérsékelt Θ_1 érték stabil közvetlen kapcsolatot mutat az IXC és GRID ETF-ek között, amely diverzifikációs potenciált nyújthat. A magas Θ_2 érték azt sugallja, hogy a volatilitási sokkok hosszú távon befolyásolják a két ETF kapcsolatát, jelezve a tartós kapcsolatot. A Θ_3 nem szignifikáns, tehát a látens tényezők által közvetített korrelációk nem relevánsak ebben az esetben. A magas C érték tartós és jelentős volatilitási hatásokat mutat, amelyeket a kockázatkezelés során figyelembe kell venni.

19. XOP – EARTH

- A Θ_1 (0,026631) közvetlen korrelációs paraméter értéke alacsony; bár van közvetlen korreláció az XOP és EARTH ETF-ek között, annak mértéke viszonylag gyenge.
- A Θ_2 (0,965736) a korrelációs sokkok tartósságát méri, és az érték nagyon magas. Jelzi, hogy a volatilitási sokkok hosszú távon fennmaradnak az XOP és EARTH kapcsolatában. Ez arra utal, hogy a volatilitási dinamikák jelentős hosszú távú hatással bírnak.
- A Θ_3 (0,003432) közvetett korrelációs paraméter értéke alacsony és jelzi, hogy a látens változók által közvetített hatások minimálisak, de mégis van némi relevanciájuk az XOP és EARTH kapcsolatában.

- A C (0,586064) feltételes variancia paraméter értéke viszonylag magas. Az érték jelzi, hogy a múltbeli volatilitási sokkok tartós hatással vannak a jelenlegi feltételes varianciára, ami azt sugallja, hogy az XOP-ERTH pár volatilitása tartós.

Eredmények értékelése: Az alacsony Θ_1 érték alapján az XOP és ERTH ETF-ek között csak gyenge közvetlen korreláció van, ami diverzifikációs előnyt jelenthet. A nagyon magas Θ_2 érték a volatilitási sokkok tartósságára utal. A Θ_3 értéke alacsony, de szignifikáns; a látens változók által közvetített kapcsolatok szerepet játszanak az ETF-pár dinamikájában, bár nem dominálnak. A magas C érték tartós volatilitást jelez, amelyet a portfóliókockázat-kezelési stratégiákban figyelembe kell venni.

20. IXC – ERTH

- A Θ_1 (0,104423) közvetlen korrelációs paraméter értéke viszonylag magasnak tekinthető, jelezve, hogy az IXC és ERTH ETF-ek között erősebb közvetlen korreláció mutatkozik. Azonban a standard hiba, a Z-statisztika és a p-érték nincsenek feltüntetve, így a szignifikancia statisztikai vizsgálata nem lehetséges.
- A Θ_2 (0,920839) korrelációs sokkok tartósságát mérő Θ_2 értéke nagyon magas, ami arra utal, hogy a volatilitási sokkok hosszú távon fennmaradnak az IXC és ERTH ETF-ek kapcsolatában. Azonban szintén hiányoznak a szignifikancia ellenőrzéséhez szükséges statisztikai mutatók.
- A Θ_3 (-0,002187) közvetett korrelációs paraméter negatív értékű, ami arra utalhat, hogy a látens változók szerepe ellentétes hatásokat generálhat. Azonban mivel a standard hiba, Z-statisztika és p-érték hiányoznak, nem lehet megállapítani, hogy ez az érték statisztikailag szignifikáns-e.
- A C (0,690566) feltételes variancia paraméter értéke viszonylag magas, és statisztikailag szignifikáns (p-érték = 0,0000). Ez azt jelzi, hogy a múltbeli volatilitási sokkok erősen befolyásolják a jelenlegi feltételes varianciát, amely tartós volatilitási hatásokra utal az IXC-ERTH pár esetében.

Eredmények értékelése: A Θ_1 értéke arra utal, hogy az IXC és ERTH ETF-ek között szorosabb közvetlen kapcsolat van, de a szignifikanciáját nem lehet ellenőrizni a hiányos adatok

miatt. A magas $\Theta 2$ érték alapján a volatilitási sokkok tartós hatásai dominálnak ebben a párban, ami hosszú távú dinamikákra utal. A negatív $\Theta 3$ érték látens változók ellentétes hatását sugallhatja, de ennek szignifikanciája nem igazolható a hiányos adatok miatt. A magas és szignifikáns C érték stabilan magas volatilitási klaszterezést mutat. A közvetlen korreláció jelenléte egyensúlyt teremthet a portfólióban, míg a magas $\Theta 2$ érték hosszú távú kapcsolatra utal, amely bizonyos előnyöket nyújthat stabilitás szempontjából.

21. OIH – ICLN

- A $\Theta 1$ (0,049879) közvetlen korrelációt mérő paraméter értéke viszonylag alacsony, jelezve, hogy az OIH és ICLN ETF-ek közötti közvetlen korreláció mérsékelt, de kimutatható.
- A $\Theta 2$ (0,932690) korrelációs sokkok tartósságát mérő paraméter értéke rendkívül magas, ami azt jelzi, hogy a volatilitási sokkok hosszú távon fennmaradnak az OIH és ICLN ETF-ek kapcsolatában. A Z-statisztika (94,70769) és a p-érték (0,0000) alapján a $\Theta 2$ paraméter statisztikailag erősen szignifikáns is.
- A $\Theta 3$ (0,004544) látens változóhoz kapcsolódó közvetett korreláció alacsony, de pozitív, ami arra utal, hogy ezek a minimális, de kimutatható hatást gyakorolnak az ETF-pár kapcsolatára.
- A C (0,508524) feltételes varianciát jelző paraméter értéke közepesen magas, ami arra utal, hogy a múltbeli volatilitási sokkok jelentős hatást gyakorolnak az aktuális volatilitásra.

Eredmények értékelése: Az OIH és ICLN ETF-ek közötti mérsékelt közvetlen korreláció diverzifikációs lehetőségeket biztosít, különösen a volatilitási sokkok hosszú távú tartósságának figyelembevételével. A látens változók minimális, de szignifikáns hatása további dimenziót adhat a kapcsolat értékeléséhez. A közepesen magas és szignifikáns C érték stabil volatilitási klaszterezést mutat; a volatilitás tartós, amely potenciális kockázatot jelenthet, különösen instabil piaci körülmények között. A hosszú távú volatilitási sokkok ($\Theta 2$) jelentős hatása miatt fontos a kockázatkezelési stratégiák alkalmazása.

22. OIH – TAN

- A Θ_1 (0,043025) közvetlen korrelációs paraméter értéke alacsony, jelezve, hogy az OIH és TAN ETF-ek között mérsékelt, de kimutatható közvetlen kapcsolat van.
- A Θ_2 (0,933257) korrelációs sokkok tartósságát mérő paraméter értéke rendkívül magas, ami azt jelzi, hogy a volatilitási sokkok hosszú távon fennmaradnak az OIH és TAN ETF-ek kapcsolatában.
- A Θ_3 (0,004786) látens változóhoz kapcsolódó közvetett korrelációt mérő paraméter értéke alacsony, de pozitív. Ez azt sugallja, hogy a látens tényezők minimális, de kimutatható hatást gyakorolnak a két ETF közötti kapcsolat dinamikájára.
- A C (0,462163) feltételes varianciát jelző konstans értéke közepes, ami arra utal, hogy a múltbeli volatilitási sokkok jelentős, de nem extrém mértékű hatást gyakorolnak az aktuális volatilitásra.

Eredmények értékelése: A két ETF között közvetlen kapcsolat van, amely mérsékelt, de szignifikáns. A magas Θ_2 érték alapján a volatilitási sokkok hosszan tartó hatással vannak a két ETF kapcsolatára, ami hosszú távú dinamikát jelez. A Θ_3 látens tényezők mérsékelt, de kimutathatóan hatnak az ETF-ek közötti kapcsolatra. A közepesen magas C érték alapján a volatilitás stabil és klaszterezett, amely figyelembe veendő a kockázatelemzésben. A diverzifikációs előnyök igazolhatók.

23. OIH – QCLN

- A Θ_1 (0,031562) közvetlen korrelációt mérő Θ_1 értéke alacsony, jelezve, hogy az OIH és QCLN ETF-ek közötti közvetlen kapcsolat mérsékelt.
- A Θ_2 (0,953353) korrelációs sokkok tartósságát mérő paraméter értéke rendkívül magas, ami azt jelzi, hogy a volatilitási sokkok hosszú távon fennmaradnak az OIH és QCLN ETF-ek kapcsolatában.
- A Θ_3 (0,003844) a látens változóra utaló közvetett korrelációt méri. A Θ_3 értéke alacsony, de pozitív, tehát a látens tényezők minimális, de kimutatható hatással vannak az OIH és QCLN ETF-ek közötti kapcsolat dinamikájára.

- A C (0,538255) feltételes varianciát jelző konstans értéke közepes, ami arra utal, hogy a múltbeli volatilitási sokkok jelentős, de nem extrém mértékben befolyásolják az aktuális volatilitást.

Eredmények értékelése: Az alacsony $\Theta 1$ érték diverzifikációs előnyöket biztosíthat, mivel az OIH és QCLN ETF-ek mérsékelten korrelálnak, ezáltal csökkentve a portfólió általános volatilitását. A $\Theta 2$ érték alapján a volatilitási sokkok tartóssága miatt a két ETF közötti kapcsolat hosszú távon is fennmarad, ami befolyásolhatja a portfólió stabilitását. A mérsékelt C érték további figyelmet igényelhet a kockázatelemzés során.

24. OIH - GRID

- A $\Theta 1$ (0,045445) közvetlen korrelációt mérő paraméter értéke mérsékelt, jelezve, hogy az OIH és GRID ETF-ek között közvetlen kapcsolat van, de nem kiemelkedően erős.
- A $\Theta 2$ (0,941548) korrelációs sokkok tartósságát mérő paraméter értéke rendkívül magas, ami azt jelzi, hogy a volatilitási sokkok hosszú távon fennmaradnak az OIH és GRID ETF-ek kapcsolatában.
- A $\Theta 3$ (0,000928) látens változóra utaló közvetett korrelációt mérő paraméter értéke rendkívül alacsony, ami arra utal, hogy a látens tényezők minimális szerepet játszanak az OIH és GRID ETF-ek közötti kapcsolat dinamikájában. A Z-statisztika (0,328875) alacsony, a p-érték (0,742250) alapján a $\Theta 3$ nem is szignifikáns, így ez a paraméter nem releváns a közvetett korreláció tekintetében.
- A C (0,510222) feltételes varianciát jelző konstans érték közepes, ami arra utal, hogy a múltbeli volatilitási sokkok jelentős mértékben befolyásolják az aktuális volatilitást.

Eredmények értékelése: A mérsékelt közvetlen korreláció és a nem szignifikáns közvetett korreláció diverzifikációs előnyöket biztosíthat, csökkentve a portfólió általános volatilitását. A $\Theta 2$ érték alapján a volatilitási sokkok tartóssága miatt a két ETF közötti kapcsolat hosszú távon is fennmarad, ami kockázatot jelenthet egy diverzifikált portfólióban. A C érték szintén figyelmet igényel a volatilitás hatékony kezelése érdekében.

25. OIH – EARTH

- A Θ_1 (0,030879) közvetlen korrelációt mérő paraméter értéke alacsony, jelezve, hogy az OIH és ERTF ETF-ek között gyenge közvetlen kapcsolat van.
- A Θ_2 (0,959706) korrelációs sokkok tartósságát mérő paraméter értéke rendkívül magas, ami arra utal, hogy a volatilitási sokkok hosszú távú hatással vannak az OIH és ERTF ETF-ek közötti kapcsolatra.
- A Θ_3 (0,003982) látens változóra utaló közvetett korrelációt mérő paraméter értéke rendkívül alacsony, ami azt jelzi, hogy a látens tényezők minimális szerepet játszanak az OIH és ERTF ETF-ek kapcsolatának dinamikájában.
- A C (0,602880) feltételes varianciát jelző konstans érték magas, jelezve, hogy a múltbeli volatilitási sokkok jelentősen befolyásolják az aktuális volatilitást.

Eredmények értékelése: Az alacsony Θ_1 érték gyenge közvetlen kapcsolatot jelez az OIH és ERTF ETF-ek között, de ez a kapcsolat statisztikailag szignifikáns. A Θ_2 nagyon magas értéke alapján a volatilitási sokkok hosszú távú hatást gyakorolnak a két ETF kapcsolatra. Bár a Θ_3 értéke kicsi, a statisztikai szignifikancia alapján a közvetett korreláció is figyelembe vehető tényező. A magas C érték stabil volatilitási dinamikát és klaszterezett viselkedést jelez, ami jelentős a kockázatkezelési stratégiák szempontjából. A két ETF közötti kapcsolat diverzifikációs előnyt mutat, mivel csökkentheti a portfólió általános kockázatát.

A VAR-ADCC-GARCH modellezés eredményei alapján jelentős következtetéseket vonhatunk le a portfólió diverzifikáció szempontjából, különösen a hagyományos és alternatív/megújuló energia szektorokat képviselő ETF-ek viszonyáról. Az eredmények rávilágítanak arra, hogy a diverzifikáció lehetősége nemcsak az alacsony közvetlen korrelációkban rejlik, hanem a volatilitási sokkok dinamikájában és tartósságában is, amelyek jelentősen befolyásolják a portfólió teljesítményét. Az alacsony Θ_1 paraméterek azt mutatják, hogy a hagyományos és megújuló energia ETF-ek között gyenge közvetlen korreláció áll fenn. Ez a diverzifikáció alapvető feltétele, hiszen az alacsony együttmozgás csökkentheti a portfólió kockázatát. A Θ_2 értékek szinte minden esetben közelítik az 1-et, ami azt jelzi, hogy a volatilitási sokkok tartós hatással vannak az ETF-ek közötti kapcsolatra. Ez a tartósság stabilitást biztosít a kapcsolatban, és hosszú távon előrejelezhetőbbé teszi a portfólió dinamikáját. Ugyanakkor a Θ_3 értékek

általában alacsonyak és többnyire nem szignifikánsak, ami azt sugallja, hogy a látens változók szerepe elhanyagolható az ETF-ek közötti kapcsolatokban.

A volatilitási klaszterezést jelző C konstans magas értékei rávilágítanak arra, hogy a múltbeli piaci sokkok jelentős hatással vannak a jelenlegi volatilitási mintázatokra. Ez különösen fontos a kockázatkezelés szempontjából, mivel a volatilitási sokkok hosszú távú fennmaradása kockázatot jelenthet a portfólió stabilitására. Az eredmények alapján az alternatív/megújuló energia ETF-ek (ICLN, TAN, QCLN, GRID, EARTH) és a hagyományos energia ETF-ek (XLE, VDE, XOP, IXC, OIH) kombinációja megfelelő diverzifikációs stratégiát kínálhat. A két szektor különböző piaci dinamikákra reagál, ami hozzájárulhat a portfólió általános volatilitásának csökkentéséhez és stabilabb hozamok eléréséhez. A hagyományos energia ETF-ek közötti erősebb korrelációk miatt ezen eszközök önálló kombinációja kevésbé lenne alkalmas a kockázatok hatékony csökkentésére. Az alternatív energia ETF-ek közötti korrelációk ugyan alacsonyabbak, de itt is fontos figyelembe venni a volatilitási dinamikákat. A megújuló energia ETF-ek egyre növekvő szerepe a globális energiapiacon, valamint az ezekre ható eltérő szabályozási és technológiai tényezők miatt ezek az eszközök fontos kiegészítői lehetnek a hagyományos energia fókuszú portfólióknak.

4.3 A KÉT SZEGMENS PORTFÓLIÓ-TELJESÍTMÉNYE

A 4. táblázat a 2010. január 4. és 2020. december 31. közötti időszakra vonatkozóan elemzi a javasolt portfóliók teljesítményét az évesített átlaghozam, szórás és Sharpe-hányados alapján. A teljesítményt a rövid shortolási korlátozások megléte vagy hiánya mellett egy naív 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.

4. táblázat A portfólióteljesítmény értékelése

	Naív	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%
Energia: B panel Mean-variancia (naív)			
Hozam	–5,20%	–3,32%	2,18%
Std. Dev.	31,09%	29,33%	27,44%
Sharpe-ráta	–24,36%	–19,39%	–0,69%
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%
Alternatív/megújuló energia: D panel Mean-variancia (naív)			
Hozam	8,62%	11,07%	14,76%
Std. Dev.	25,18%	24,81%	21,91%
Sharpe-ráta	24,83%	35,08%	56,58%

Forrás: saját szerkesztés

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). A Sharpe-mutató hatékony eszközt biztosít a portfóliók kockázattal korrigált teljesítményének összehasonlítására. 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. Ez lehetővé teszi, hogy az egyes befektetéseket és portfóliókat egységes alapon hasonlítsuk össze, függetlenül a kockázati szintjük vagy az abszolút hozamuk nagyságától. A portfólióépítés kulcsa pedig a diverzifikáció, amely a portfólió volatilitásának csökkentésével javítja annak teljesítményét. Az optimális súlyozás révén elérhető, hogy a portfólió maximális Sharpe-mutatóval rendelkezzen. A Sharpe-mutató ugyanakkor arra ösztönöz, hogy ne csupán az abszolút hozamra koncentráljunk, hanem a hozam és a kockázat egyensúlyára is. Ez különösen fontos a shortolás engedélyezése esetén, mivel a negatív súlyok növelhetik a volatilitást, amely csökkentheti a Sharpe-mutatót, ha a hozam nem növekszik arányosan. A kutatási eredmények azt is jelzik, hogy a rövid shortolási korlátozások eltávolítása javítja a

portfóliók teljesítményét, amit a magasabb Sharpe-hányadosok is tükröznek. A Sharpe-ráta kiszámításához 2,37 százalékos kockázatmentes kamatlábot 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. Ez a referenciaérték stabilnak tekinthető, mivel hosszú távon alacsony volatilitású és szinte kockázatmentes befektetési lehetőséget képvisel. Az átlagérték használata biztosítja, hogy az időszak során bekövetkezett piaci ingadozások kiegyensúlyozottan kerüljenek figyelembe vételre, ami különösen fontos a hosszabb távú portfólióteljesítmény értékelése során. Ezenkívül az átlagolt kockázatmentes hozam alkalmazása lehetővé teszi, hogy a Sharpe-mutató az eszközök relatív teljesítményét objektíven tükrözze az adott makrogazdasági környezetben. A vizsgált időszak alatt tapasztalt csökkenő hozamkörnyezet – különösen a 2020-ban bekövetkezett jelentős csökkenés – relevanciája kiemeli az alacsony kockázatmentes hozam melletti magas kockázat-hozam arány elérésének fontosságát a portfólióoptimalizáció során.

Az elemzésből kiderül, hogy az alternatív/megújuló energia ETF-ek jelentősen felülmúlják a naív stratégiát, különösen a rövid shortolás nélküli átlagvariancia-stratégia alkalmazásakor, amely kiváló eredményeket ért el. Ezek a befektetések nemcsak magasabb hozamokat produkáltak, hanem a kockázatot is hatékonyabban kezelték a várható hozammal összehasonlítva, ami a fenntartható és zöld energiaforrások iránti növekvő érdeklődést tükrözi.

Az 5. és a 6. 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 naív 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).

5. táblázat Energia ETF-ek portfóliósúlyozása

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

Forrás: saját szerkesztés

6, táblázat Alternatív/megújuló energia ETF-ek portfóliósúlyozása

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

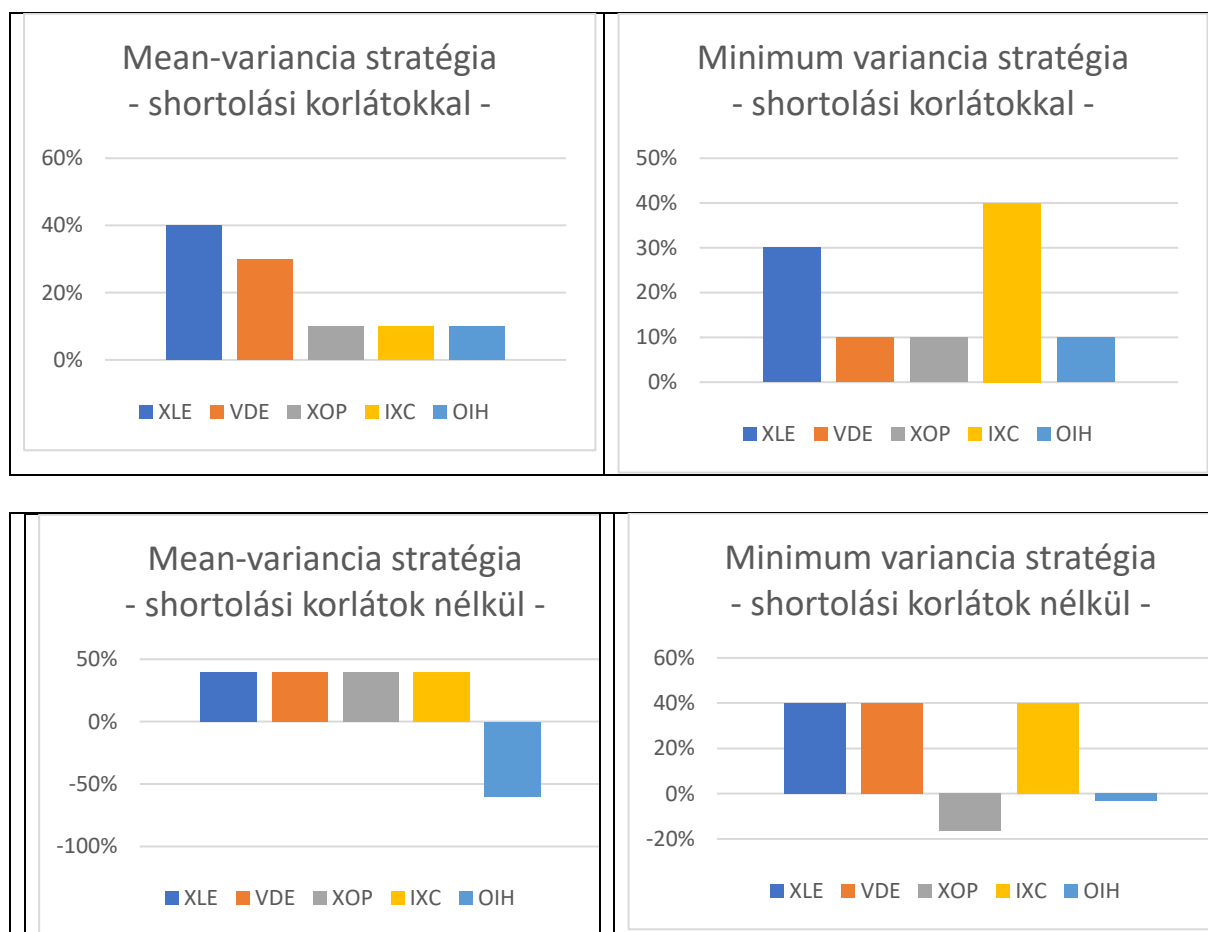
Forrás: saját szerkesztés

Az A és C panelek azokat az ETF-eket mutatják, amelyek jelentősebb súlyokat kapnak még rövid shortolási korlátozások mellett is, ami alacsonyabb volatilitásukra utal. A B és D panelekben, ahol nincsenek rövid shortolási korlátozások, egyes ETF-ek negatív súlyokat kapnak, jelezve, hogy rövid pozíciók felvétele elősegítheti a portfólió teljes volatilitásának csökkentését. A mean-variancia stratégia az optimális hozam-kockázat egyensúly elérésére törekszik, ahol az A és C panelek konzervatívabbak a rövid pozíciókat illetően, míg a B és D panelek agresszívebbek a kívánt kockázat-hozam profil elérése érdekében.

A B és D panelek negatív súlyai jelzik, hogy a shortolt ETF-ek alulteljesíthetnek a többihez képest, különösen a mean-variancia stratégiánál az alternatív/megújuló energia

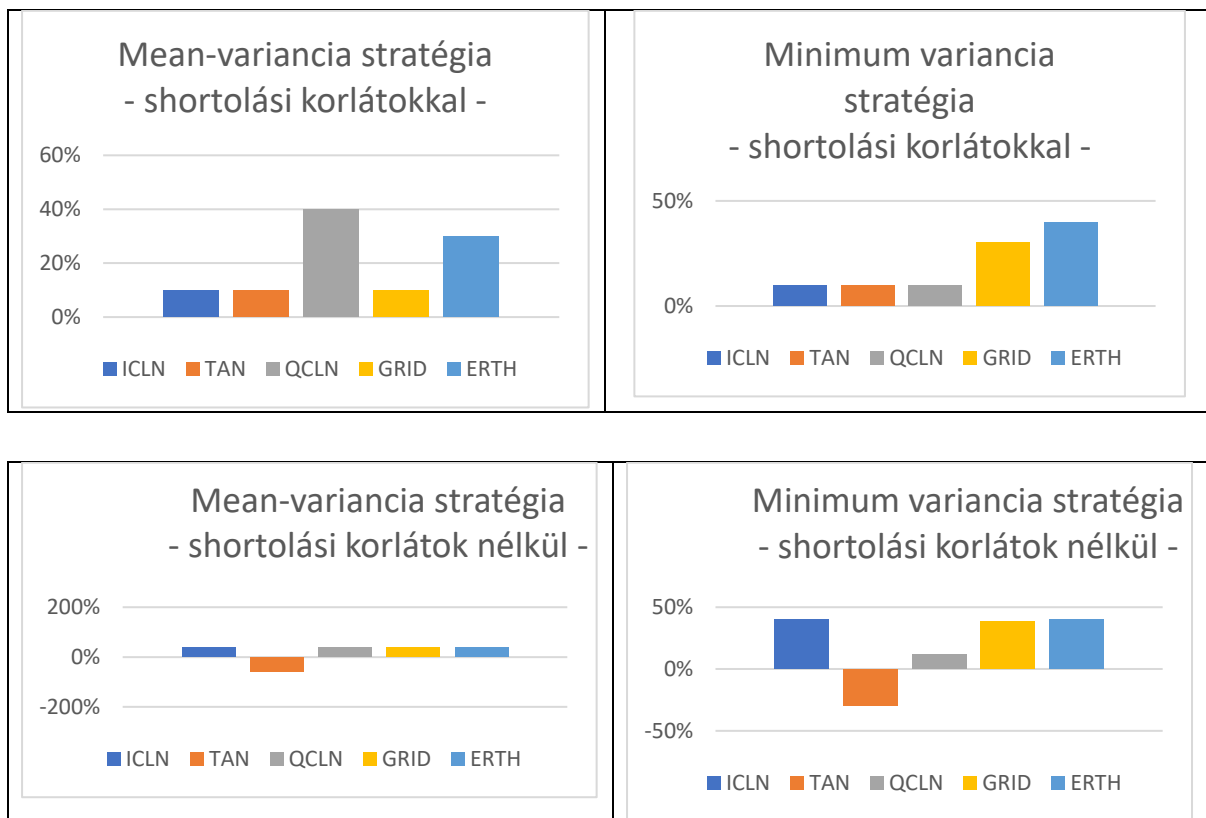
szektorában, ahol a nagy negatív súlyok erőteljes álláspontot tükröznek. A rövid shortolási korlátozások bevonása vagy kizárása jelentős hatást gyakorol a portfóliók összeállítására, különösen a minimum-variancia és a mean-variancia stratégiákban. A shortolás szabadságának bevezetése lehetővé teszi a befektető számára, hogy rugalmasabb, potenciálisan nyereségesebb portfóliókat állítson össze – feltéve, hogy hajlandóak elfogadni a megnövekedett kockázatokat.

7. ábra A hagyományos energia ETF-ek portfóliósúlyozása



Forrás: saját szerkesztés

8. ábra Az alternatív/ megújuló energia ETF-ek portfóliósúlyozása



Forrás: saját szerkesztés

5. KONKLÚZIÓK

A kutatás a hagyományos és alternatív/megújuló energiapiacok tőzsdén kereskedett alapjainak (ETF-ek) befektetési lehetőségeit vizsgálta, különös tekintettel a portfóliódiverzifikációs potenciálra és a fenntarthatósági szempontokra. Az értekezés célja az volt, hogy feltárja, miként járulhatnak hozzá ezek az ETF-ek a kockázat-hozam arány optimalizálásához, és hogy milyen mértékben befolyásolják e szegmensek eltérő piaci sajátosságai a befektetési stratégiák kialakítását. Az empirikus elemzések, amelyek során VAR-ADCC-GARCH-modellek és portfólió-szimulációs technikák kerültek alkalmazásra, megerősítették a kutatási hipotéziseket és alapvető felismeréseket nyújtottak az energiapiaci dinamikák mélyebb megértéséhez.

A dolgozat első fejezetében az irodalmi áttekintés a hagyományos és megújuló energiapiacok diverzifikációs lehetőségeit elemzi, kiemelve azok globális gazdasági, társadalmi, és környezeti aspektusait. Az irodalmi áttekintés bemutatja a korszerű portfóliókezelési elméletek, például a Markowitz-modell, és a fejlett statisztikai eszközök és modellek alkalmazását, amelyek lehetővé teszik a volatilitási és dinamikus korrelációs mintázatok elemzését. Az elméleti keretek kiegészítik az empirikus vizsgálatokat, amelyek célja a diverzifikáció gyakorlati hasznának igazolása és az energiapiaci befektetések optimalizálása. Ez az irodalmi áttekintés alapvetően hozzájárul a megújuló energiaforrások növekvő szerepének és a hagyományos energiaforrások átalakuló funkciójának megértéséhez, miközben új perspektívákat kínál a fenntartható és jövedelmező befektetési gyakorlatok területén. Az elemzés központi témája a fosszilis és alternatív energiaforrások eltérő piaci dinamikája, kockázati profilja, és ezek portfóliókezelésben betöltött szerepe. Az elmúlt években a tőkepiaci befektetések terén tapasztalt tendenciák világosan rámutattak arra, hogy a fenntarthatóság, a klímapolitikai célkitűzések és az energiaátmenet előmozdítása szervesen integrálódott a pénzügyi döntéshozatalba. A szén-dioxid-kibocsátás csökkentésére, a megújuló energiaforrások térnyerésére és az energiahatékonyság javítására irányuló globális célkitűzések olyan új irányokat nyitottak meg, amelyek alapvetően átforgalmazzák a tőkepiac működését. Számos tanulmány, többek között Reboredo et al. (2017), Rezec et al. (2017), Sadorsky (2012), Silva et al. (2016), és Hornuf et al. (2021) alátámasztotta, hogy a zöld finanszírozás és a fenntartható beruházások nem csupán

környezetvédelmi célokat szolgálnak, hanem jelentős gazdasági növekedési potenciált és piaci stabilitást is biztosítanak. Ezek az új trendek meghatározzák a modern gazdaság hosszú távú fenntarthatóságának alapjait. A megújuló energiaforrások és a fosszilis tüzelőanyagok piaci kapcsolata alapvetően átalakulóban van. Reboredo et al. (2017) rámutatott, hogy a megújuló energiák finanszírozása egyre vonzóbbá válik, mivel azok kockázati profilja eltér a fosszilis energiahordozóktól. A zöld kötvények, mint új finanszírozási eszközök, stabil hozamot ígérnek, miközben hosszú távon hozzájárulnak a klímacélok eléréséhez. Rezec et al. (2017) hangsúlyozta, hogy a megújuló energiával kapcsolatos beruházások nemcsak a fenntarthatóságot segítik elő, hanem közvetlen gazdasági előnyökkel is járnak, például munkahelyteremtéssel és a helyi gazdaságok fellendítésével. Sadorsky (2012) elemzése szerint a megújuló energia finanszírozása fokozatosan integrálódik a globális tőkepiacokba, különösen a kockázati diverzifikáció területén. Ezáltal a befektetők portfólióik kitettségét csökkenthetik a fosszilis energiahordozók árának volatilitására, miközben elősegítik a gazdasági stabilitást. A zöld finanszírozási mechanizmusok, mint például a zöld kötvények és az ESG-szemponthoz elöljáró befektetések, új narratívát teremtenek a pénzügyi piacokon. Silva et al. (2016) kiemelte, hogy ezek a mechanizmusok hosszú távú előnyöket kínálnak mind a befektetők, mind a társadalom számára. Hornuf et al. (2021) rámutatott, hogy a fenntartható projektek iránti érdeklődés növekvő tendenciát mutat, mivel ezek nemcsak környezeti, hanem pénzügyi hozamot is ígérnek. A fenntarthatóságot célzó befektetők számára a társadalmi és környezeti célok ugyanolyan fontosak, mint a pénzügyi megtérülés. A globális energiaátmenethez szükséges beruházások jelentős előnyöket kínálnak az energiafüggetlenség növelése, az energiaszegénység csökkentése és az üvegházhatású gázok kibocsátásának mérséklése révén. Az alternatív energiaforrások, mint a nap- és szélenergia, valamint az energiatárolási technológiák fejlődése alapvetően újraírja az energiaipar működését. Az energiahatékonyság javítását célzó technológiák, például az intelligens hálózatok és a digitális energiafelhasználási megoldások, további lendületet adnak az átmenetnek. Az olyan globális szabályozási keretek, mint az EU Zöld Megállapodása, az amerikai Inflációcsökkentési Törvény, vagy Kína ambiciózus megújulóenergia-politikája, jelentős hatással vannak az energiaátmenet ütemére és irányára. Az energiapiacokon tapasztalható kettősség – a fosszilis energiahordozók fokozatos visszaszorítása és a megújulók térnyerése – új kihívásokat és lehetőségeket teremt

a befektetők számára. Az energiaátmenet sikere érdekében a szabályozói stabilitás és a nemzetközi együttműködés kulcsfontosságú. Az új piaci szegmensek megértése és a technológiai innovációk kiaknázása lehetővé teszi a befektetők számára, hogy hosszú távú hozamokat érjenek el, miközben hozzájárulnak a klímacélok eléréséhez. Az energiaátmenet tehát több mint környezeti célkitűzés; gazdasági, társadalmi és technológiai átalakulás, amely a globális piacok minden szereplőjére hatással van. A fosszilis energiaforrások azonban továbbra is jelentős szerepet töltenek be, különösen a földgáz, amely az energiaátmenet során alapvető átmeneti megoldásként szolgál. Ezen források kiegyenlítő szerepe kiemelten fontos a megújuló időjárásfüggő termelési sajátosságainak kezelésében. Emellett a fosszilis alapú iparágak, például a vegyipar és a műanyaggyártás, továbbra is nagy keresletet támasztanak ezen energiaforrások iránt.

A dolgozat első fejezete továbbá rámutat arra, hogy a szabad tőkeáramlás és a tőkepiacok globális integrációja a modern gazdaságpolitika és befektetési gyakorlat alapvető feltételeit teremti meg, különösen a diverzifikáció és a pénzügyi reziliencia szempontjából. Halmai (2020) kutatásai rámutatnak, hogy a tőkepiaci unió elősegíti egy mélyebb és integráltabb pénzügyi ökoszisztéma létrejöttét, amely támogatja a hitelpiacok fejlesztését és hosszabb távú finanszírozási lehetőségek kialakulását. Ezzel párhuzamosan a diverzifikáció és az allokációs hatékonyság erősítése nemcsak a gazdasági rezilienciát növeli, hanem hozzájárul a sokkokkal szembeni ellenálló képességhez és a gazdaság növekedési potenciáljának kibontakozásához is. A dolgozat ismerteti, hogy a portfólió diverzifikáció elméleti hátterét a Markowitz (1952) által kidolgozott modern portfólióelmélet alapozta meg, amely a kockázat és hozam optimalizálását célozza a befektetési eszközök közötti korreláció minimalizálásával. Az elmélet kimutatta, hogy a különböző eszközosztályok kombinációja csökkenti a nem szisztematikus kockázatot, míg a szisztematikus kockázatot, amelyet például makrogazdasági tényezők vagy piaci ingadozások okoznak, a béta segítségével lehet mérni. A diverzifikáció célja, hogy minimalizálja a potenciális veszteségeket, miközben a portfólió hozamát optimalizálja. A nemzetközi diverzifikáció előnyeit több kutató, például Solnik (1974) és Stulz (1981) is alátámasztotta, akik rámutattak arra, hogy a devizaárfolyam-ingadozásokból eredő kockázat kezelése és a különböző piacok közötti korrelációk kihasználása javítja a portfólió hatékonyságát. Az értekezésben bemutatott irodalmi áttekintés célja a pénzügyi diverzifikációs modellek fejlődési ívének bemutatása, a klasszikus portfólióoptimalizációs elméletektől kezdve a modern idősor-modellezési

technikákig, különösen a GARCH-családba tartozó modellekig. A Markowitz-féle modern portfólióelméletet továbbfejlesztette a Capital Asset Pricing Model (CAPM), amely a kockázati prémiumot és a kockázatmentes hozamot a bétán keresztül egyesítette, kvantitatívan meghatározva a szisztematikus kockázat szerepét. A CAPM-re épülő nemzetközi kiterjesztések, például az International Capital Asset Pricing Model (ICAPM), figyelembe vették az árfolyamkockázatot, valamint a globális piacokon előforduló szisztematikus kockázati tényezőket. Ez a modell új dimenziót adott a diverzifikáció elméletének, különösen a nemzetközi portfóliók esetében. Az ICAPM előnye, hogy integráltan kezeli a kockázat és hozam kapcsolatát, valamint az árfolyam-ingadozásokból származó bizonytalanságot is, amely a globális befektetési döntések meghatározó eleme. Az ICAPM modell bevezetésével a globális piacok integrációja lehetővé teszi, hogy a befektetők figyelembe vegyék mind az árfolyamkockázatot, mind a nemzetközi piaci tényezőket, ezáltal tovább javítva a hozam-kockázat arányt. Az értekezés bemutatja, hogy a tőkepiaci integráció és diverzifikáció hozzájárul a globális pénzügyi rendszer stabilitásához és rugalmasságához. A klasszikus modellek közös hiányossága viszont, hogy feltételezték a hozamok normális eloszlását és a variancia állandóságát. Ezek az egyszerűsítések a gyakorlatban nem mindig állják meg a helyüket, különösen a pénzügyi piacok idősoraiban megfigyelhető vastag peremek és a volatilitás klaszteresedése miatt. Engle (1982) ARCH-modellje ezen kihívások kezelésére született, lehetővé téve a feltételes variancia dinamikus modellezését. Bollerslev (1986) ezt a modellt kiterjesztette a GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) keretrendszerre, amely a hosszú távú volatilitási mintázatok elemzésében is hatékony eszköz. A GARCH-modell különösen jelentős szerepet játszik a volatilitás előrejelzésében és a pénzügyi idősortani elemzésekben. A modell lehetővé teszi, hogy a múltbeli adatok alapján megbízhatóbb előrejelzéseket készítsünk a jövőbeli kockázatokra, így segítve a befektetőket a diverzifikációs stratégiák hatékonyabb kidolgozásában. A GARCH-típusú modellek különösen relevánsak a szisztematikus kockázatok kezelésében és a derivatívák árazásában, amelyek a modern pénzügyi piacok kulcsfontosságú elemei. Az értekezés bemutatta a módszertani fejlődést a tekintetben, hogyan alakult át a klasszikus portfólióelmélet egy dinamikusan alkalmazható, idősorokra alapozott modellezési keretté, amely hatékony eszközöket biztosít a globális pénzügyi piacok komplex kockázatainak kezelésére és a befektetési stratégiák optimalizálására. Ez a folyamat kiemeli a statisztikai és

közgazdaságtani innovációk integrációját, amely az elmélet és a gyakorlat összekapcsolását eredményezi. A GARCH-modell és annak variánsai, például az NGARCH és az IGARCH, szintén fontos szerepet játszanak a pénzügyi idősorok volatilitásának modellezésében, lehetővé téve a pontosabb kockázatértékelést és portfóliókezelést. Ezek a modellek megbízható eszközt biztosítanak a hozamok időbeli dinamikájának és volatilitási klasztereinek előrejelzésére, ami különösen fontos a nemzetközi portfóliók optimalizálása szempontjából. Az értekezés felhívja a figyelmet, hogy a diverzifikáció gyakorlati alkalmazása során figyelembe kell venni a befektetési célokat, a kockázattűrési képességet, a futamidőt, valamint az árfolyam- és inflációs kockázatokat. A portfóliók összeállításakor az eszközök közötti korreláció minimalizálása, a likviditási kockázat kezelése és a geopolitikai kockázatok mérséklése alapvető fontosságú. Az iparágak, régiók, devizanemek és futamidők szerinti diverzifikáció mind hozzájárulnak egy rugalmas és ellenálló portfólió kialakításához. Az első fejezet kiemeli, hogy a tőkepiacok globális integrációja és a diverzifikáció együttesen biztosítják a befektetők számára a hozamok optimalizálását és a kockázatok minimalizálását, miközben támogatják a gazdasági rezilienciát és az innovációt. Az ICAPM, GARCH és más korszerű pénzügyi modellek alkalmazása révén a befektetők képesek dinamikusán reagálni a globális piacok változásaira, miközben fenntartják portfólióik stabilitását és versenyképességét.

A dolgozat első fejezete továbbá kiemeli, hogy a portfóliódiverzifikáció alapvető szerepet játszik a befektetések kockázatkezelésében és teljesítményének optimalizálásában, különösen az energiapiacokon. Az elméleti és empirikus vizsgálatok egyaránt megerősítik, hogy a különböző eszközök, iparágak és földrajzi területek kombinációja lehetővé teszi a volatilitás mérséklését és a hozamok stabilizálását, miközben hozzájárul a fenntartható befektetési stratégiák kialakításához. A diverzifikáció előnyei különösen szembetűnőek az energia- és megújuló energiaforrásokra összpontosító tőzsdén kereskedett alapok (ETF-ek) vizsgálata során. Az empirikus kutatások azt sugallják, hogy a megújuló energia ETF-ek alacsony korrelációt mutatnak a fosszilis energiaforrásokkal, ami hatékony kockázatcsökkentési lehetőségeket kínál a befektetők számára. Ugyanakkor ezek az ETF-ek érzékenyebbek a piaci bizonytalanságokra és a szabályozási változásokra, amelyek befolyásolják a hozamok és volatilitás mintázatait. Több modell – például az ADCC-GARCH, ARFIMA-FIEGARCH, és HYGARCH – alkalmazása bizonyította, hogy a dinamikus korrelációk és aszimmetriák figyelembevétele elengedhetetlen a portfóliók

hosszú távú teljesítményének javítása és a kockázati profil optimalizálása érdekében. Ezek a modellek lehetőséget biztosítanak a korrelációk időben változó dinamikájának pontos feltárására, ami különösen fontos a fenntarthatóságra és ESG-kritériumokra összpontosító befektetések esetében. Az értekezésben bemutatott tanulmányok továbbá rámutattak arra, hogy a megújuló energia ETF-ek nemcsak fenntarthatósági szempontból relevánsak, hanem pénzügyileg is életképes alternatívát nyújtanak a diverzifikációra. Ez a piac érzékenyen reagál a zöld technológiák iránti kereslet növekedésére és a szabályozási környezet változásaira, amelyek hozzájárulhatnak a fenntartható gazdasági növekedés előmozdításához. Összességében a kutatási eredmények alátámasztják, hogy a portfóliódiverzifikáció, különösen az energia- és megújuló energiaforrásokra összpontosító stratégiák esetében, nemcsak kockázatkezelési eszköz, hanem a fenntartható fejlődést elősegítő megközelítés is. Az alkalmazott modellek és módszerek a befektetők számára biztosítják a változó piaci környezethez való alkalmazkodás képességét, miközben maximalizálják a hosszú távú hozamokat. Az energiapiaci szegmensek diverzifikációs lehetőségeinek elemzése azt mutatja, hogy míg a hagyományos megújuló energiák (pl. nap- és szélenergia) stabilabb hozamot biztosítanak, az alternatív megújulók (pl. hidrogén, bioenergia) dinamikusabban fejlődő, de magasabb kockázatú területek. Az elemzés hangsúlyozza a kockázatkezelés fontosságát, amely az eltérő korrelációs mintázatokra és volatilitási jellemzőkre épül. A dolgozat jelentős figyelmet fordít a portfóliódiverzifikációs stratégiákra, különösen az ETF-ek (tőzsdén kereskedett alapok) szerepére, amelyek hatékony eszközként szolgálnak a piaci szegmensek teljesítményének elemzésére és a kockázat optimalizálására. A dolgozat hangsúlyozza, hogy az ETF-ek, mint befektetési eszközök, hozzájárulnak a hosszú távú fenntarthatósági célokhoz, miközben elősegítik a hozamok növelését és a kockázatok csökkentését.

Az értekezés módszertani fejlődése a modern pénzügyi idősortani modellezés keretrendszerében értelmezhető, amelynek végpontjaként a VAR-ADCC-GARCH modell alkalmazását választotta, figyelembe véve a hagyományos és alternatív energiapiacok dinamikus sajátosságait. A második fejezetben taglalt módszertani megközelítés célja, hogy a diverzifikációs stratégiák és a volatilitás jellemzők komplex interakcióit átfogó módon elemezze. A kutatás kiindulópontját a klasszikus portfólióelméletek képezték, amelyek a várható hozamok és a kockázat optimalizálására összpontosítanak. A Markowitz-féle portfóliómodell és az arra épülő CAPM és ICAPM megközelítések ugyan alapozták a

diverzifikációs stratégiák elméleti keretét, azonban a statikus feltételezéseik korlátokat szabtak a pénzügyi idősorok valós viselkedésének megragadásában. A piaci volatilitás dinamikus természetének kezelése érdekében az ARCH és GARCH modellek jelentették az áttörést, amelyek lehetővé tették a heteroszkedaszticitás és a volatilitási klaszterek modellezését. Az értekezés a GARCH modellelcsalád bővítményeként elérhető eszközök közül az ADCC (Asymmetric Dynamic Conditional Correlation) keretrendszert választotta, amely lehetőséget teremt az energiapiacok közötti aszimmetrikus korrelációk elemzésére. Ez különösen fontos a megújuló és hagyományos energiaforrások volatilitásának eltérő dinamikái miatt. Az aszimmetrikus megközelítés figyelembe veszi, hogy a negatív és pozitív sokkok eltérő hatással lehetnek a piaci kapcsolatokra. A modell bevezetése tovább gazdagította a módszertani keretet, lehetővé téve a szektorok közötti kölcsönhatások vizsgálatát és az idősorok közötti dinamikus összefüggések feltárását. A VAR-ADCC-GARCH modell így integrált módon képes elemezni a volatilitási mintázatok időbeli változásait, a szektorok közötti korrelációkat, és a rendszerszintű kockázatok dinamikáját. Az értekezés módszertani fejlődése rávilágít arra, hogy a modern pénzügyi idősortmodellezés eszköztára nemcsak a befektetési döntések tudományos megalapozottságát növeli, hanem a fenntarthatósági szempontok integrációját is elősegíti. A VAR-ADCC-GARCH modell egyedülállóan képes a hagyományos és alternatív energiapiacok közötti szinergiák és eltérések kvantitatív elemzésére, hozzájárulva a kockázatkezelési stratégiák fejlesztéséhez és a portfóliók hosszú távú stabilitásához. A második fejezet bemutatta a VAR-ADCC-GARCH modell sajátosságait és alkalmazhatósági kereteit, különös tekintettel a pénzügyi idősorok összetett viselkedésére. A módszertan továbbá bemutatta az idősoros és keresztmetszeti adatok vizsgálatára irányuló módszerek részletes elemzésére szolgáló lehetőségeket, beleértve az eszközallokáció és portfólióoptimalizáció megközelítéseit. A dolgozat a diverzifikált portfóliók kialakításának és értékelésének módjait ismertette, különös tekintettel a kockázat-hozam arány optimalizálására, valamint a minimum-variancia portfóliók kialakítására. Az empirikus vizsgálatok alapját tíz ETF napi hozama képezte, amelyek a hagyományos és megújuló energiapiacokat reprezentálják a 2010 és 2020 közötti időszakban. Az elemzés az ETF-ek szektorspecifikus különbségeire, likviditási dinamikájára, valamint az energiaforrások közötti diverzifikációs lehetőségekre fókuszált. A második fejezet végül a portfólió súlyozási elvek fontosságát taglalta a hozam

maximalizálásában és a kockázat csökkentésében, összhangban a befektetési célokkal és kockázattűrési preferenciákkal. Részletesen ismertette továbbá a súlykorlátok szerepét, amelyek biztosítják az eszközök optimális arányát a portfólióban, valamint lehetővé teszik a rugalmasságot különböző piaci körülmények között. A bemutatott portfólió-optimalizálási stratégiák, mint például a naív portfólió, a minimum-variancia és a mean-variancia megközelítések, lehetőséget adtak a hozam és a kockázat közötti egyensúly kialakítására, különös tekintettel a shortolás engedélyezésére vagy tiltására. A súlykorlátok testreszabása – minimum és maximum határok meghatározása – további rugalmasságot biztosítottak a stratégiai célok eléréséhez, miközben a diverzifikációs elvek betartásával csökkenthető az idioszinkratikus kockázat. Az elemzéshez használt optimalizációs eszközök, mint az Excel Solver, a kovariancia-mátrix modellezésén keresztül vizsgálta az eszközök közötti kapcsolatokat, biztosítva az eredmények robusztusságát. A módszertan ezen elemei átfogó keretet nyújtanak az ETF-ek diverzifikációs potenciáljának értékeléséhez, és megalapozzák a befektetési döntések relevanciáját a dinamikus változó piaci környezetben.

Az elemzés során klaszterelemzés, panel regresszió és korrelációvizsgálat révén a harmadik fejezetben részletesen bemutatásra kerültek a szektorok közötti kapcsolatok, diverzifikációs lehetőségek és volatilitási dinamikák. A harmadik fejezet ismertette a kutatás eredményeit. A leíró statisztikai eredmények alapján az alternatív energia ETF-ek (pl. TAN, QCLN) magasabb átlagos hozamot mutattak, míg a hagyományos energia ETF-ek hozamai alacsonyabbak voltak, néhány esetben negatívak is (pl. OIH). Az alternatív energia ETF-ek általában kisebb szórást mutattak, jelezve a hozamok kisebb mértékű ingadozását, míg a hagyományos energia ETF-ek nagyobb volatilitást mutattak. Ugyanakkor mindkét ETF-csoport esetében a hozamok leptokurtikus eloszlást követnek, azaz a csúcsosság jelentősen eltér a normális eloszlásától. Ez a vastag peremek jelenlétére utal, ami a szélsőséges hozamok valószínűségének növekedését jelzi. Az összes ETF esetében a nullhipotézis, miszerint a hozamok normális eloszlást követnek, elutasításra került, alátámasztva a leptokurtikus és aszimmetrikus eloszlás jelenlétét. Végül mindkét ETF-csoport esetében szignifikáns ARCH-effektus mutatható ki, ami a volatilitás időbeli csoportosulását jelzi. A hozamalakulásokat illetően a harmadik fejezet bemutatta, hogy a hozamok nem követnek normális eloszlást, amit a leptokurtikus jelleg és a szignifikáns Jarque–Bera-teszt eredmények igazoltak. Az ARCH(1)-teszt eredményei megerősítették, hogy a volatilitás

csoportosulása jelen van, és a volatilitás autokorrelációt mutat. A hagyományos energia ETF-ek pedig magasabb volatilitást mutattak, míg az alternatív energia ETF-ek általában stabilabbak, de magasabb átlagos hozamot nyújtottak a vizsgált időszakban. Az eredményekből következtethető, hogy a volatilitás és a hozamok viselkedésének különbségei lehetőséget kínálnak a diverzifikált portfóliók kialakítására, amely figyelembe veszi az ETF-ek eltérő kockázati és hozamtulajdonságait. Az ARCH- és GARCH-modell alkalmazása indokolt, mivel ezek képesek kezelni az idősorok nemlineáris dinamikáját és a volatilitás időbeli változásait. Ez különösen fontos az energia- és megújuló energia szektorban, ahol a hozamok szélsőséges ingadozásai jelentős kockázati tényezőt jelentenek. Az értekezés ezen fejezete ugyanakkor rámutatott arra, hogy a kovariancia alapvető szerepet játszik az eszközök közötti kapcsolatok megértésében, mivel méri az árfolyamváltozások irányát és mértékét, ezáltal a portfóliók kockázatkezelésének és diverzifikációjának kulcseleme. A hagyományos energia ETF-ek esetében a kovarianciamátrixok elemzése kimutatta, hogy az XOP ETF kiemelkedően magas varianciája jelentős volatilitásra utal, miközben a magasabb kovarianciaértékek szorosabb együttmozgást jeleznek, ami a fosszilis energiahordozók piacának dinamikájára vezethető vissza. Ezzel szemben az alternatív energia ETF-ek alacsonyabb varianciaértékekkel és kevésbé volatilis piaci viselkedéssel jellemezhetők, ami stabilabb befektetési lehetőségeket és nagyobb kockázatsökkentési potenciált sugall. Az időbeli mintázatok elemzése alapján a hagyományos energia szektor ETF-jei erős korrelációt mutattak, különösen a COVID-19 időszakában jelentkező volatilitási csúcsok alatt. Az alternatív szektor ETF-jei viszont diverzifikáltabb mintázatokat jeleztek, amelyeket technológiai innovációk és szabályozási változások alakítottak. A korrelációk elemzése rámutatott, hogy a hagyományos energia ETF-ek között szinte tökéletes együttmozgás tapasztalható, ami jelentősen korlátozza a diverzifikáció lehetőségét. Ezzel szemben az alternatív energia ETF-ek alacsonyabb korrelációi nagyobb diverzifikációs előnyöket kínálnak, mivel eltérő alágazatokban tevékenykednek, és másként reagálnak a piaci változásokra. A korrelációs szórásdiagramok tovább erősítik ezeket a megállapításokat, hiszen a hagyományos szektorban tapasztalt magas korreláció minimális diverzifikációs előnyt kínál, míg az alternatív szektor alágazatai közötti kisebb korrelációk nagyobb diverzifikációs potenciált mutatnak. Összességében a hagyományos energia ETF-ek magas korrelációja és szoros együttmozgása alacsonyabb diverzifikációs potenciált kínál, míg az alternatív energia ETF-ek diverzifikáltabb jellege,

kisebbségi korrelációi és nagyobb kockázati szórása nagyobb megtérülési lehetőségeket biztosítanak. A két szektor kombinálása optimális diverzifikációt és kockázatmegosztást eredményezhet, különösen az alternatív szektor kisebb korrelációinak köszönhetően, amelyek kiegyensúlyozzák a portfólió kockázati profilját. A harmadik fejezet végül a VAR-ADCC-GARCH modell alkalmazásával a hagyományos és alternatív/megújuló energia ETF-szegmensek közötti időben változó korrelációk és volatilitási mintázatokat mutatta be. A modellben a Θ paraméterek (Θ_1 , Θ_2 , Θ_3) a közvetlen, közvetett és látens korrelációkat értelmezik, míg a C paraméter a volatilitás tartósságát és intenzitását méri, a múltbeli sokkok hatására koncentrálnak. Az információs kritériumok (AIC, BIC, HQ) segítik az optimális modell kiválasztását, biztosítva az illeszkedés pontosságát. Az elemzés szerint a hagyományos energia ETF-ek, például az XLE, VDE és XOP, magas korrelációs értékeket mutatnak, amelyek szoros kapcsolatot és minimális diverzifikációs lehetőséget jeleznek a szektoron belül. A pozitív Θ_3 értékek arra utalnak, hogy a múltbeli piaci sokkok tartós hatással vannak a korrelációkra. A volatilitás értékei szintén magasak (C: 0,495–0,69), alátámasztva a szektor ingadozó jellegét, amelyet a geopolitikai események és az olajár-ingadozások tovább erősítenek. Az alternatív energia ETF-ek – például az ICLN, TAN és QCLN – szoros, de időben változó kapcsolatokat mutattak, amit a magas Θ_1 és Θ_2 értékek támasztanak alá. A pozitív Θ_3 értékek szintén a múltbeli sokkok tartós hatására utaltak. Bár a volatilitás itt is jelentős, az eloszlása kevésbé koncentrált, mint a hagyományos szektorban. A szektor technológiai fejlődése és szabályozási környezete jelentősen befolyásolja a hozamok ingadozását, ami nagyobb diverzifikációs lehetőségeket kínál. A két szegmens közös vonása, hogy a múltbeli sokkok tartósan befolyásolják az idősorok dinamikáját, és a volatilitás mindkét esetben jelentős szerepet játszik. Azonban jelentős eltérések figyelhetők meg: a hagyományos szektorban erősebbek és homogénebbek a korrelációk, míg az alternatív szektor diverzifikáltabb kapcsolati struktúrával rendelkezik, ami nagyobb kockázatsökkentési potenciált kínál. Az eredmények azt a következtetést engedték levonni, hogy a hagyományos energia szegmens magas volatilitása és erős korrelációi miatt kevésbé alkalmas belső diverzifikációra, azonban külső eszközök, például alternatív szektor ETF-ek hozzáadásával javítható a portfóliók rugalmassága. Az alternatív energia szegmens ezzel szemben nagyobb diverzifikációs potenciált és hosszú távú növekedési lehetőségeket kínál, különösen az alágazatok eltérő dinamikája és a fenntarthatósági trendek révén. A két szegmens kombinálása hatékony stratégiát nyújt a

kockázatok csökkentésére és a hozamok optimalizálására. Az alkalmazott modell elemzése alapján a hagyományos és alternatív energia ETF-ek eltérő volatilitási és korrelációs mintázatai jól illeszkednek a diverzifikációs stratégiákhoz. Ezek az eredmények támogatják a befektetési döntéseket, különös tekintettel a hozam-kockázat kompromisszumok kezelésére, valamint a szektorok közötti kapcsolatok pontosabb megértésére. Az eredmények rávilágítanak arra, hogy az alternatív energia ETF-ek szélesebb diverzifikációs lehetőségeket kínálnak, és hozzájárulhatnak a fenntarthatósági célok eléréséhez, miközben a hagyományos energia ETF-ek továbbra is kulcsfontosságú szerepet töltenek be a globális energiaellátásban. A módszertani megközelítés révén az eredmények releváns betekintést nyújtanak a befektetők és döntéshozók számára a fenntartható és kiegyensúlyozott portfólióstratégiák kidolgozásában.

A dolgozat negyedik fejezete részletesen bemutatta a VAR-ADCC-GARCH modellezés eredményeit, amelyek az ETF-párok volatilitási kapcsolatait és dinamikus korrelációit elemezték, kiemelve azok jelentőségét a diverzifikációs stratégiák kialakításában. A modell illeszkedésének értékelése során a log-likelihood értékek, az információs kritériumok (AIC, BIC, Hannan–Quinn), valamint az átlagos log-likelihood értékek vizsgálata történt meg. Ezek a mutatók az általános illeszkedésen túl az időbeli stabilitás mértékét is jelzik, amely elengedhetetlen a volatilitásmintázatok pontos megértéséhez. Az eredmények alapján a magas log-likelihood értékek és az alacsony információs kritériumok azt igazolják, hogy a modell megfelelően illeszkedik az adatokhoz. Az egyes ETF-párok vizsgálata rávilágított arra, hogy a stabil korrelációkat és kiszámítható volatilitási mintázatok mutató párok – mint például az IXC-ICLN és az IXC-QCLN – kiemelkedő stabilitást biztosítanak, míg a gyengébb illeszkedési mutatókkal rendelkező párok, például az XOP-ICLN vagy az OIH-TAN, alacsonyabb stabilitást, de potenciális diverzifikációs előnyöket kínálnak. A fejezet részletesen kitért az egyes ETF-ek portfólióban betöltött szerepére is. Az IXC és XLE ETF-ek, amelyek erős illeszkedési mutatókkal és stabil volatilitási kapcsolatokkal rendelkeznek, a portfólió stabil alapjait képezik. Az alternatív energia szektor ETF-jei – mint az ICLN, TAN és QCLN – diverzifikációs előnyeiket alacsony korrelációiknak és dinamikus kapcsolataiknak köszönhetik, különösen a hagyományos energia ETF-ekkel való párosításban. Ugyanakkor a magasabb volatilitású ETF-ek, például az XOP és az OIH, bár kockázatosabb eszközökként az illeszkedési mutatók alapján gyengébben teljesítenek, potenciálisan magasabb hozamot kínálnak, és alacsony korrelációjuk révén hozzájárulnak

a diverzifikációhoz. A negyedik fejezet következtetései szerint a hagyományos és alternatív energia ETF-ek kombinálása hatékony diverzifikációs stratégiát eredményezhet. Az IXC és XLE stabil alapként szolgálnak, míg az alternatív energia ETF-ek (például az ICLN és QCLN) növelik a portfólió diverzifikációját és hosszú távú növekedési potenciált biztosítanak. Az XOP és OIH ETF-ek magasabb volatilitást hordoznak, ami magasabb kockázatot, de potenciálisan nagyobb megtérülési lehetőséget is jelent. A portfólió összeállításakor a fejezet hangsúlyozza az illeszkedési mutatók és volatilitási mintázatok stabilitásának figyelembevételét, amelyek a kockázatkezelés és hozamoptimalizálás alapvető szempontjai. A dolgozat negyedik fejezete a 25 ETF-pár volatilitási és korrelációs mintázatainak mélyreható elemzését mutatta be, különös tekintettel a hagyományos és alternatív/megújuló energia szektorokra. Az elemzés rávilágított arra, hogy az alternatív és hagyományos energia ETF-ek közötti alacsony közvetlen korreláció ($\Theta 1$) jelentős diverzifikációs előnyöket kínál, míg a volatilitási sokkok tartósságát jelző $\Theta 2$ paraméterek szinte minden esetben közel 1-es értéket mutattak, jelezve a hosszú távú stabilitást. A látens tényezők ($\Theta 3$) szerepe ugyanakkor elhanyagolhatónak bizonyult, ami azt sugallja, hogy az ETF-párok kapcsolatait elsősorban közvetlen piaci hatások alakítják. Az eredmények azt is megmutatták, hogy a hagyományos energia ETF-ek feltételes varianciáját jelző C paraméter magas értékei a volatilitás klaszterezettségére utalnak, különösen a geopolitikai események és olajár-ingadozások hatására. Ezzel szemben az alternatív energia ETF-ek volatilitása stabilabb, ami a fenntartható energiaforrások iránti növekvő keresletnek tulajdonítható. A portfólióstratégiák szempontjából a hagyományos energia ETF-ek, mint például az IXC és XLE, stabil alapot nyújtanak, míg az alternatív energia ETF-ek, mint az ICLN és QCLN, magasabb növekedési potenciált és diverzifikációs előnyöket kínálnak. A fejezet portfólióteljesítményre vonatkozó értékelése a 2010–2020-as időszakra vonatkozóan azt mutatta, hogy az alternatív/megújuló energia ETF-ek felülteljesítették a hagyományos energia ETF-eket, különösen a shortolási korlátok nélküli mean-variancia stratégia alkalmazásával. A minimális variancia stratégia alacsonyabb volatilitást eredményezett, azonban hozamok tekintetében elmaradt a mean-variancia stratégiától. A Sharpe-hányados elemzése alapján a shortolási korlátozások eltávolítása különösen az alternatív energia szegmensben javította a portfólió teljesítményét, ahol a mean-variancia stratégia Sharpe-hányadosa 56,58%-ot ért el. A hagyományos energia szegmensben a shortolási korlátozások nélküli stratégiák vegyes eredményeket mutattak, ami a növekvő kockázati

szint és a volatilitás kezelésének kihívásaira utal. A portfóliósúlyok elemzése rámutatott, hogy az optimalizált portfóliók nagyobb hangsúlyt helyeztek az alacsonyabb volatilitású hagyományos energia ETF-ekre, például az IXC-re és XLE-re, míg az alternatív energia ETF-eknél a mean-variancia stratégia a magasabb hozampotenciállal rendelkező eszközöket, például a QCLN-t és az EARTH-t részesítette előnyben. A fejezet következtetései szerint a hagyományos és alternatív energia ETF-ek kombinációja jelentős diverzifikációs előnyöket nyújt. Az alacsony közvetlen korrelációk és a volatilitási sokkok tartóssága stabil portfóliók kialakítását teszik lehetővé, miközben az alternatív energia szegmens nagyobb súlyú befektetése indokolt, különösen a fenntartható és zöld energiaforrások iránti növekvő kereslet miatt. A shortolási szabadság elősegíti a rugalmasabb portfóliókezelést, de fokozott kockázatkezelési stratégiákat igényel, különösen a hagyományos energia szektorban. A negyedik fejezet eredményei alapvető betekintést nyújtanak a diverzifikációs stratégiák optimalizálásába, valamint a fenntartható energia ETF-ek növekvő jelentőségébe a globális befektetési trendek tükrében.

A dolgozat első hipotézise arra vonatkozott, hogy a hagyományos és alternatív/megújuló energia ETF-ek eltérő viselkedési mintázatokat mutatnak. A kutatás során gyűjtött empirikus adatok és statisztikai elemzések igazolták ezt az állítást. A hagyományos ETF-ek stabilabb hozamot és alacsonyabb volatilitást mutattak, míg az alternatív energia ETF-ek dinamikusabb, de magasabb kockázattal járó teljesítményprofilot képviseltek. Ez az eltérés különösen a piaci szabályozások és technológiai innovációk által indukált szektorális különbségekben érhető tetten. Az empirikus vizsgálatok eredményei alapján egyértelműen megállapítható, hogy a hagyományos és alternatív/megújuló energia ETF-ek eltérő viselkedési mintázatai nem csupán az egyes szektorok sajátos jellemzőit tükrözik, hanem a makrogazdasági és iparági tényezők eltérő hatását is. A hagyományos energia ETF-ek esetében a stabilabb hozamok és alacsonyabb volatilitás annak tulajdonítható, hogy ezek az alapok általában olyan nagyvállalatok részvényeit tartalmazzák, amelyek működését hosszabb távú, kiszámíthatóbb piaci dinamika jellemzi. Az ilyen vállalatok jellemzően kevésbé érzékenyek a rövid távú piaci ingadozásokra, mivel működésük alapját a fosszilis energiahordozók jól bejártott piaca és keresleti mintázatai adják. Ezzel szemben az alternatív/megújuló energia ETF-ek magasabb volatilitása és dinamikusabb teljesítményprofilja arra vezethető vissza, hogy ezen szegmens vállalatai gyakran technológiai innovációkhoz, szabályozási változásokhoz, valamint a fenntarthatósági

célkitűzésekhez igazodnak. Az ilyen jellegű vállalatok teljesítménye nagyban függ az állami támogatások, szabályozási keretek, valamint a technológiai fejlődés ütemétől. Ezek a tényezők nemcsak nagyobb potenciális hozamokat, hanem magasabb kockázati szinteket is eredményeznek, különösen a globális zöld átállás és az ezzel járó gazdasági bizonytalanságok kontextusában. Továbbá az elemzések kimutatták, hogy az eltérő viselkedési mintázatok a szektorális különbségek mellett a két szegmens eltérő időbeli dinamikájából is fakadnak. A VAR-ADCC-GARCH-modellek alkalmazásával feltárt időben változó korrelációs mintázatok és volatilitási klaszterezések alátámasztották, hogy míg a hagyományos energia ETF-ek kapcsolatai hosszabb távon stabilabbak, addig az alternatív energia ETF-ek korrelációs kapcsolatai érzékenyebbek a piaci és szabályozási sokkokra. Az eredmények alapján az eltérő viselkedési mintázatok fontos következtetéseket kínálnak a portfóliók kialakítása szempontjából. A hagyományos energia ETF-ek kiszámíthatósága és alacsonyabb kockázata megfelelő alapot nyújthat a stabil portfóliókhoz, míg az alternatív energia ETF-ek nagyobb volatilitása és potenciálisan magasabb hozamai a hosszú távú növekedés lehetőségét kínálják. E két szegmens kombinációja a diverzifikációs előnyök kihasználásával egyensúlyt teremthet a kockázati szint és a hozampotenciál között, miközben figyelembe veszi a globális energiapiac strukturális átalakulását.

A második hipotézis azt feltételezte, hogy az ETF-ek diverzifikációja hatékony eszközt jelent a portfóliók kockázat-hozam profiljának javítására. Az alkalmazott szimulációs modellek és érzékenységvizsgálatok azt mutatták, hogy a hagyományos és alternatív ETF-ek kombinációja jelentősen csökkentheti a portfólió teljes volatilitását, miközben növeli a hozamokat. Az eredmények rámutattak arra, hogy a két szegmens közötti alacsony korreláció lehetővé teszi a hatékony diverzifikációt, amely stabilabb portfóliókat eredményez. A kutatás során alkalmazott empirikus elemzések és szimulációs technikák megerősítették a második hipotézis helytállóságát, amely szerint az ETF-ek diverzifikációja hatékony eszközt jelenthet a portfóliók kockázat-hozam profiljának optimalizálásában. Az eredmények kiemelten arra világítottak rá, hogy a hagyományos energia ETF-ek és az alternatív/megújuló energia ETF-ek közötti alacsony korreláció kiemelkedő szerepet játszik a portfólióvolatilitás csökkentésében, miközben a hozamok kiegyensúlyozott növekedését is elősegíti. Az elemzések azt mutatták, hogy a hagyományos energia ETF-ek alacsony volatilitása és stabil hozamai erős alapot biztosítanak a portfólióknak, míg az alternatív

energia ETF-ek nagyobb hozampotenciált kínálnak a technológiai fejlődés, a fenntarthatósági trendek és az ezzel összefüggő szabályozási ösztönzők révén. Ez a két szegmens eltérő kockázati és hozamdiszertációs jellemzői kiegészítő hatásként érvényesülnek, amikor egy portfólióban kombinálják őket. Az időben változó korrelációk vizsgálata révén, amelyek a VAR-ADCC-GARCH modellek segítségével kerültek elemzésre, bebizonyosodott, hogy a két szegmens közötti korreláció stabil, de viszonylag alacsony marad még volatilis piaci környezetben is. Ez lehetővé teszi, hogy a két szegmens közötti eltérő piaci reakciók kiegyensúlyozzák egymást, és ezáltal csökkentsék a portfólió szisztematikus kockázatát. Az alkalmazott szimulációk, amelyek során külön-külön és egyesített portfóliókat kerültek megalkotásra, továbbá megerősítették, hogy a két szegmens kombinációja nem csupán alacsonyabb volatilitási szinteket eredményezett, hanem a kockázat-korrigált hozamot is növelte. Különösen igaz ez azokra az időszakokra, amikor a piaci sokkok eltérően érintették a hagyományos és alternatív energia szektorokat. Az egyesített portfóliók Sharpe-mutatói szignifikánsan magasabbak voltak, mint a különálló portfólióké, amely alátámasztja, hogy a diverzifikáció hatékonysága nagymértékben függ a szegmensek közötti korrelációs dinamika kihasználásától. Az érzékenységvizsgálatok tovább árnyalták a diverzifikáció előnyeit, rámutatva arra, hogy a portfólió teljesítményét jelentősen befolyásolja a hagyományos és alternatív ETF-ek közötti súlyozás aránya. Az eredmények szerint a kiegyensúlyozott, mindkét szegmensből közel azonos arányban tartalmazó portfóliók nyújtották a legjobb kockázat-hozam arányt, miközben a magasabb kockázatú, alternatív ETF-ek dominanciája jelentős hozam-ingadozásokkal járt. Ez alátámasztja azt az érvet, hogy a hagyományos és alternatív energia ETF-ek kiegészítő jellegűek, és együttes alkalmazásuk maximalizálja a diverzifikáció előnyeit. A kutatás konklúziója alapján megállapítható, hogy az ETF-ek diverzifikációja, különösen a hagyományos és alternatív energia szegmensek kombinációja, nem csupán csökkenti a portfólió volatilitását, hanem a hozamokat is optimalizálja, mindezt a fenntarthatósági szempontok figyelembevételével. Eredményei különösen relevánsak a jelenlegi globális energiapiaci átalakulás kontextusában, amelyben a befektetők számára egyre fontosabb a kockázatok kiegyensúlyozása a hosszú távú növekedési potenciál maximalizálása mellett.

A harmadik hipotézis szerint az alternatív/megújuló energiaforrásokhoz kapcsolódó ETF-ek kockázati és hozamteljesítmény tekintetében felülmúlhatják a hagyományos energiaforrásokhoz kapcsolódó ETF-eket. Az elemzések azt mutatták, hogy bár az

alternatív energia ETF-ek magasabb volatilitással rendelkeznek, kockázat-korrigált hozamuk gyakran kedvezőbb. A technológiai fejlődés és a zöld finanszírozási mechanizmusok növekvő szerepe tovább erősíti az alternatív ETF-ek vonzerejét a fenntarthatóságra és innovációra összpontosító befektetők körében. A harmadik hipotézis vizsgálata során nyert empirikus eredmények rámutattak arra, hogy az alternatív/megújuló energiaforrásokhoz kapcsolódó ETF-ek kockázati és hozamteljesítményének vizsgálata összetettebb, mint azt a kiinduló felvetés sugallta. Az elemzések alátámasztották, hogy az alternatív energia ETF-ek a hagyományos energia ETF-ekhez képest dinamikusabb teljesítményt nyújtanak, különösen azokban az időszakokban, amikor a szabályozási környezet és a technológiai innovációk kedvezőek a fenntarthatóságot előtérbe helyező iparágak számára. A kutatás során alkalmazott VAR-ADCC-GARCH-modellek eredményei szerint az alternatív energia ETF-ek volatilitása nem csupán magasabb, hanem időben változó is, amelyet jelentős mértékben befolyásolnak a piaci sokkok és a szabályozási változások. Ezzel szemben a hagyományos energia ETF-ek stabilabb volatilitási mintázatot mutattak, ami a hosszabb távú piaci stabilitásra és a jól bejáratott gazdasági struktúrákra utal. Ez az eredmény hangsúlyozza, hogy az alternatív energia ETF-ek kockázatának és hozamának elemzésekor nem elegendő a statikus modellek alkalmazása; szükség van olyan dinamikus megközelítésekre, amelyek képesek figyelembe venni az időbeli és szektorális változásokat. Az alternatív energia ETF-ek kockázat-korrigált hozamainak kedvezőbb értékei részben a technológiai fejlődés ütemének tulajdoníthatók, amely elősegíti az új energiaforrások költséghatékonyságának növelését és a piaci versenyképesség erősítését. A fenntarthatósági befektetéseket ösztönző globális trendek, mint például a zöld finanszírozási mechanizmusok (például zöld kötvények és ESG-alapú befektetések), tovább növelték e szegmens vonzerejét. Ezek a mechanizmusok nemcsak a tőke költségeinek csökkentését segítik elő az alternatív energia szektorban, hanem az innovációs ciklusok gyorsulását is támogatják. A portfólió-szimulációk során kiderült, hogy az alternatív energia ETF-ek dominanciája a portfóliókban magasabb hozampotenciált eredményezhet, ugyanakkor jelentősen növeli a kockázati szinteket. Azonban a kockázat-korrigált mutatók, mint például a Sharpe-mutató, gyakran magasabbak voltak az alternatív ETF-ek esetében, ami azt jelzi, hogy a befektetők nagyobb kockázatvállalás mellett is képesek lehetnek magasabb hozamokat elérni. Ez különösen releváns azok számára, akik hosszú távú növekedési célokat tűztek ki, és hajlandóak tolerálni a rövid távú

ingadozásokat. Az elemzések arra is rávilágítottak, hogy az alternatív energia ETF-ek teljesítményét nagyban befolyásolják az iparági szabályozások és a globális fenntarthatósági célkitűzések. Az olyan kezdeményezések, mint az Európai Zöld Megállapodás (Green Deal) vagy az Egyesült Államokban bevezetett megújuló energiaforrásokat támogató programok, közvetlen hatással vannak a szektor növekedésére és piaci szereplőire. A szabályozási környezet azonban kétélű fegyver lehet: míg kedvező intézkedések jelentős előnyöket nyújtanak, a támogatások visszavonása vagy a szabályozási bizonytalanságok gyorsan csökkenthetik az ETF-ek teljesítményét. Összességében megállapítható, hogy az alternatív energia ETF-ek kedvezőbb kockázat-korrigált hozamai vonzó befektetési lehetőséget kínálnak, különösen azok számára, akik hosszú távon kívánnak részesülni a fenntartható technológiák és zöld energia megoldások növekedéséből. Azonban az e szektorban rejlő potenciál kiaknázása megköveteli a piaci dinamikák és szabályozási környezet alapos megértését, valamint az aktív portfóliókezelési stratégiák alkalmazását. Ezért az alternatív energia ETF-ek felülmúlhatják a hagyományos energia ETF-eket kockázati és hozamteljesítmény szempontjából, de csak akkor, ha a befektetési döntéseket átfogó elemzések és gondos kockázatkezelési stratégiák támasztják alá.

Piaci dinamika és diverzifikáció tekintetében az elemzések alátámasztották, hogy a hagyományos és alternatív energiapiacok eltérő kockázati és hozamstruktúrái integrált módon képesek támogatni a portfóliók stabilitását és jövedelmezőségét. A két szegmens közötti eltérő volatilitási mintázatok és korrelációk kihasználása hatékony diverzifikációs stratégiák alapjául szolgálhat.

A fenntarthatósági szempontokat tekintve az alternatív/megújuló energiaforrások ETF-jei nemcsak pénzügyi hozamot kínálnak, hanem hozzájárulnak a klímacélok eléréséhez is, különösen az ESG-szempontok előtérbe helyezése révén. A kutatás eredményei azt mutatják, hogy a fenntartható befektetési stratégiák növekvő keresletének közepette ezek az alapok kiemelkedő szerepet tölthetnek be.

A VAR-ADCC-GARCH-modell alkalmazása rámutatott arra, hogy az időben változó volatilitási és korrelációs mintázatok figyelembevétele alapvető a dinamikus portfóliókezelési stratégiák kialakításában. Az ilyen modellek lehetővé teszik a portfóliók rugalmasságának növelését a változó piaci körülmények között.

A kutatás eredményei nemcsak tudományos szempontból relevánsak, hanem gyakorlati iránymutatást is nyújtanak a befektetők számára. A diverzifikált portfóliók, amelyek mindkét szegmens ETF-jeit tartalmazzák, kiegyensúlyozott kockázati-hozam profilt kínálnak. Ez különösen fontos az energiaátmenet időszakában, amikor a piaci volatilitás és a szabályozási változások jelentős kihívásokat jelentenek.

A kutatás rámutatott arra, hogy az energiapiacok diverzifikációs potenciáljának mélyebb megértése érdekében további vizsgálatok szükségesek. Javasolt a különböző földrajzi régiók energiapiacainak összehasonlító elemzése, valamint az ESG-szemponatok és zöld finanszírozási mechanizmusok hatásának mélyebb feltárása. Az alternatív energia ETF-ek teljesítményének hosszú távú vizsgálata szintén fontos kutatási terület lehet, különösen a technológiai innovációk és a piaci környezet változásainak kontextusában.

Az értekezés rávilágít az energia- és alternatív/megújuló energia ETF-ek portfólióteljesítményének alapvető különbségeire és a befektetési stratégiák hatékonyságára különböző kockázatkezelési megközelítések mellett. Az elemzés fő következtetései alapján a portfóliók teljesítménye jelentős mértékben függ attól, hogy a befektetők alkalmaznak-e shortolási korlátokat. A minimum-variancia és mean-variancia stratégiák eredményei azt mutatják, hogy a shortolási korlátozások eltávolítása növeli a hozamokat, miközben csökkenti a portfólió szórását, ami magasabb Sharpe-hányadost eredményez. Ez különösen az alternatív/megújuló energia ETF-ek esetében figyelhető meg, ahol a kockázathoz viszonyított hozam lényegesen jobb a shortolás nélküli stratégiákban. A Sharpe-hányados elemzése megerősíti, hogy az alternatív/megújuló energia ETF-ek jelentősen felülmúlják a hagyományos energia ETF-eket. Az alternatív energiaforrásokba történő befektetések nemcsak magasabb hozamokat generálnak, hanem hatékonyabban kezelik a kockázatokat, ami a fenntartható energiaforrások iránti növekvő piaci bizalmat tükrözi. A Sharpe-mutatóval mért teljesítmény világosan mutatja, hogy az alternatív energiaforrásokra összpontosító portfóliók előnyt élveznek a kockázat-hozam egyensúly optimalizálása terén. A rövid shortolási korlátozások eltávolítása különösen jelentős hatást gyakorol a mean-variancia stratégiák esetében. Az alternatív/megújuló energia ETF-eknél ez a szabadság lehetővé teszi a hozamok jelentős növelését, miközben a portfólió volatilitása alacsonyabb szinten marad. A negatív súlyok alkalmazása, amelyek rövid pozíciókat jelentenek, tovább javítja a portfólió diverzifikációját, és csökkenti a szisztematikus kockázatok hatását. A

hagyományos energia ETF-ek teljesítménye jelentősen gyengébb, különösen a shortolás nélküli stratégiákban, ahol a Sharpe-hányadosok alacsonyak, és a hozamok negatív tartományban maradnak. Ezzel szemben az alternatív energia ETF-ek dinamikusabb növekedési lehetőségeket kínálnak, különösen a mean-variancia stratégia esetében, amely maximálisan kihasználja a fenntartható energiaforrások piaci térnyerését. Az alternatív/megújuló energia ETF-ek előnyös teljesítménye tükrözi a fenntartható befektetési stratégiák iránti növekvő érdeklődést, amely a hosszú távú kockázat-hozam arány optimalizálását célozza. Az elemzés azt mutatja, hogy a zöld energiaforrások iránti kereslet nemcsak környezeti, hanem pénzügyi szempontból is kifizetődő lehet.

A további diverzifikációs potenciál kihasználása érdekében javasolt a hagyományos energia ETF-ek mellé az alternatív/ megújuló energia ETF-eket is bevonni a portfólióba, mivel ezek kombinációja csökkentheti a szektor-specifikus kockázatokat és növelheti a portfólió stabilitását. A volatilitási klaszterezés hatásainak figyelemmel kísérése, valamint a kockázatkezelési stratégiák kiemelt szerepe szükséges a hosszú távú siker érdekében. A modellezés eredményei alapján a stabil, tartós volatilitási mintázatok miatt különösen fontos a kockázatok folyamatos monitorozása és a portfólió dinamikus optimalizálása.

Ugyanakkor a hagyományos és alternatív/megújuló energia szektorok ETF-jeinek összehasonlítását célzó elemzés során külön-külön portfóliók kerültek bemutatásra ebben az értekezésben. Ennek oka, hogy az egyes szektorok belső dinamikájának és korrelációs mintázatainak alapos megértése elengedhetetlen a diverzifikációs lehetőségek pontos értékeléséhez. Az önálló portfóliók elemzése lehetőséget biztosít arra, hogy az egyes szektorok jellemzői - például volatilitási mintázatok, korrelációk, illetve az egyes ETF-ek közötti kapcsolat tartóssága - elkülönítve vizsgálhatók legyenek. Ez különösen fontos, mivel a két szektor eltérő piaci tényezőkre reagál, például a hagyományos energia szektort a globális olaj- és gázárak, míg a megújuló energia szektort a technológiai fejlesztések és a fenntarthatósági szabályozások befolyásolják jelentős mértékben.

A szektorok különálló portfólióinak elemzésével az is jobban megérthető, hogy a belső korrelációk milyen mértékben járulnak hozzá vagy korlátozzák a diverzifikációs potenciált. A hagyományos energia szektorban például a magas belső korrelációk valószínűleg csökkentik a diverzifikáció előnyeit, míg a megújuló energia szektor szélesebb spektrumú ágazataiban (pl. napenergia, intelligens hálózatok) alacsonyabb korrelációk

mutatkozhatnak, ami nagyobb lehetőséget nyújt a kockázat csökkentésére. Ez az elkülönített elemzés tehát a diverzifikációs stratégiák alapját képezi, hiszen lehetővé teszi az egyes szektorok kockázati jellemzőinek és hozampotenciáljának részletes feltárását.

Miután a két szegmens külön-külön történő elemzése megtörtént, egy következő kutatásban a két szektor ETF-jei egyesíthetők egy közös portfólióba. Ez a lépés nemcsak az érdeklődés kielégítése szempontjából releváns, hanem az elemzés szempontjából is fontos, hiszen lehetőséget ad a két szektor együttes diverzifikációs hatásainak értékelésére. Az egyesített portfólió lehetővé teszi annak vizsgálatát, hogy a hagyományos és a megújuló energia szektor milyen mértékben képes kompenzálni egymás kockázatait, illetve hogyan befolyásolják egymást a volatilitási mintázatok és a hozamok. Az együttes portfólió vizsgálata további értékes betekintést nyújthat abba, hogy a két szektor közötti eltérő piaci reakciók és szabályozási hatások hogyan eredményezhetnek stabilabb hosszú távú portfóliódinamikát. Például, míg a hagyományos energia szektort az olajárak jelentős változásai dominálhatják, a megújuló energia szektorban a technológiai fejlődés és a fenntarthatósági politikák játszhatnak döntő szerepet. Ezen eltérő piaci tényezők kombinációja csökkentheti a portfólió szisztematikus kockázatát, miközben lehetőséget nyújt a hozamok kiegyensúlyozására. Az eredmények így nemcsak a diverzifikációs lehetőségeket tárják fel, hanem azt is, hogy a két szektor különböző dinamikái hogyan egészíthetők ki egymást egy átfogó portfólióban.

A kutatás eredményei számos új irányt jelölnek ki, amelyek relevánsak lehetnek a jövőbeni kutatások szempontjából, különösen az energiapiaci ETF-ek diverzifikációs potenciáljának és piaci dinamikájának mélyebb megértése terén. A jelen értekezés keretein belül bemutatott módszertan és elemzések alapot szolgáltathatnak a globális energiapiacok átfogóbb vizsgálatához, amely a regionális sajátosságok, az eltérő gazdasági és szabályozási környezetek, valamint a technológiai fejlődés hatásainak figyelembevételével végezhető el. Az egyik lehetséges irány a földrajzi régiók közötti különbségek mélyreható elemzése, amely során a globális energiapiaci ETF-ek regionális és nemzeti sajátosságait hasonlíthatjuk össze. Az egyes földrajzi régiók – például Észak-Amerika, Európa és Ázsia – jelentős eltéréseket mutatnak az energiaforrások elérhetősége, a szabályozási keretek, a politikai prioritások és a fenntarthatósági célkitűzések terén. Egy ilyen elemzés lehetővé tenné a befektetők számára, hogy jobban megértsék, hogyan befolyásolják a regionális

különbségek az ETF-ek teljesítményét, volatilitását és korrelációs mintázatait. Továbbá, a regionális különbségek figyelembevétele segíthet az energiaátmenet globális és lokális hatásainak értékelésében, különösen az olyan tényezők szempontjából, mint az energiafüggetlenség, az energiaárak stabilitása és a zöld finanszírozási mechanizmusok szerepe. Egy másik potenciális irány a fenntarthatósági szempontok mélyebb integrálása a kutatásba. Az ESG-alapú befektetési stratégiák egyre nagyobb jelentőséggel bírnak a globális tőkepiacon, különösen a zöld energiaforrások térnyerésével párhuzamosan. A jövőbeli kutatások során érdemes lenne vizsgálni az ESG-minősítések és az ETF-ek teljesítménye közötti kapcsolatot, különös tekintettel arra, hogy ezek a minősítések hogyan befolyásolják a befektetők döntéseit és a portfóliók kockázati profilját. Ezen túlmenően az ESG-irányelvek alapján kialakított befektetési stratégiák hozzájárulhatnak az energiapiaci ETF-ek diverzifikációs potenciáljának javításához, miközben támogatják a fenntarthatósági célok elérését. Egy harmadik fontos kutatási terület az időben változó volatilitási és korrelációs mintázatok mélyebb vizsgálata, különös tekintettel az energiapiaci ETF-ekre. Az idősor-elemzések jelenlegi módszertanát tovább lehetne fejleszteni, hogy pontosabb képet kapjunk a különböző szektorok közötti dinamikus összefüggésekről, különösen a globális piaci sokkok és szabályozási változások idején. A GARCH-modellcsalád további variánsainak alkalmazása – például a többdimenziós GARCH-modellek vagy az aszimmetrikus időszormodellek – lehetővé tenné a finomabb elemzést, amely az energia-ETF-ek közötti komplex interakciók és aszimmetrikus volatilitási hatások feltárására irányulna. Egy másik fontos megközelítés a technológiai innovációk és az energiapiaci ETF-ek teljesítménye közötti kapcsolat feltárása. Az olyan technológiák, mint az energiatárolás, az intelligens hálózatok vagy a hidrogénalapú energiaforrások, egyre nagyobb hatással vannak az alternatív energia ETF-ek teljesítményére és kockázati profiljára. A jövőbeni kutatások célja lehet ezeknek a technológiai tényezőknek a kvantitatív elemzése, amely feltárná, hogyan befolyásolják az innovációk az ETF-ek volatilitását és korrelációs mintázatait. Továbbá, az innovációk gazdasági és szabályozási környezetben betöltött szerepének elemzése lehetőséget nyújtana az energia-ETF-ek teljesítményének hosszú távú előrejelzésére, különösen a fenntarthatósági célok elérésével összefüggésben. Egy további ígéretes kutatási terület az energia-ETF-ek és más zöld finanszírozási eszközök – például zöld kötvények vagy karbonkreditek – közötti kapcsolat elemzése. A két eszköztípus közötti szinergiák feltárása új perspektívát kínálhat a

fenntartható befektetési stratégiák kidolgozásában, különösen a kockázatkezelés és a diverzifikáció optimalizálása terén. Egy ilyen kutatás feltárhatná, hogyan egészíthetik ki egymást ezek az eszközök a portfóliók stabilitásának növelése érdekében, miközben hozzájárulnak a globális klímapolitikai célok eléréséhez. Végül, érdemes lenne tovább vizsgálni a hagyományos és alternatív energia-ETF-ek közötti kapcsolatok dinamikáját a különböző piaci ciklusok és geopolitikai események kontextusában. Az ilyen elemzések lehetővé tennék a befektetők számára, hogy jobban megértsék, hogyan befolyásolják az energiapiaci változások a portfóliók kockázati és hozamprofilját, különösen az olyan időszakokban, amikor a globális energiapiac jelentős sokkokat él át. Az ilyen irányú kutatások eredményei nemcsak tudományos szempontból lehetnek értékesek, hanem gyakorlati betekintést is nyújtanak a befektetők és szabályozók számára a hatékonyabb kockázatkezelési stratégiák kialakításához.

Ez a dolgozat hozzájárulást nyújt az energiapiaci ETF-ek diverzifikációs potenciáljának és befektetési stratégiáinak átfogó elemzéséhez, mind elméleti, mind empirikus szempontból. Az értekezés nemcsak a meglévő kutatásokra épít, hanem innovatív módszertani megközelítésekkel és mélyreható elemzésekkel járul hozzá a globális tőkepiaci gyakorlat fejlődéséhez, különös tekintettel az energiapiaci ágazatban tapasztalható gyors technológiai és szabályozási változásokra. A dolgozat egyik kiemelkedő eleme az, hogy a hagyományos és alternatív/megújuló energia ETF-ek piaci sajátosságait és viselkedési mintázatait integrált módon elemzi, átfogó idősor- és portfólió-elemzési keretben. A VAR-ADCC-GARCH-modell alkalmazása révén képes volt nemcsak az időben változó korrelációs mintázatokat és volatilitási hatásokat feltárni, hanem a kockázat-hozam arány optimalizálásában rejlő lehetőségeket is számszerűsíteni. Ezen túlmenően a kutatás rámutatott arra, hogy az eltérő szektorok volatilitási és korrelációs viselkedése hogyan járulhat hozzá a portfóliók stabilitásához, különösen a diverzifikációs potenciál kihasználásával. Ez a multidimenzionális megközelítés nemcsak a kutatási kérdések komplexitását kezeli, hanem új módszertani alapot is biztosít az energiapiaci ETF-ek átfogó vizsgálatához. További eredménye a dolgozatnak, hogy mélyebb betekintést nyújt az energiapiaci szektorok közötti kapcsolatokba, különös tekintettel a fenntarthatósági trendek és technológiai fejlődés hatásaira. Az értekezés jelentős mértékben bővíti a tudományos ismereteket az ESG-alapú befektetések gazdasági hatásairól, miközben bemutatja, hogy az alternatív energia ETF-ek milyen szerepet játszanak a globális klímacélok elérésében. Ez

különösen releváns a jelenlegi gazdasági és politikai környezetben, ahol a zöld átállás nemcsak iparági, hanem makrogazdasági szinten is meghatározó prioritássá vált. A dolgozat továbbá rávilágít arra, hogy a fenntartható beruházások és a zöld finanszírozási mechanizmusok – például a zöld kötvények és az ESG-szemponthoz elhelyezhető befektetési alapok – hogyan befolyásolják az energia-ETF-ek teljesítményét és piaci dinamizmusát. Egy másik fontos aspektus, amely a dolgozat érdemei közé sorolható, a módszertani komplexitás és innováció, különösen az időszoros elemzési technikák alkalmazása terén. A kutatás nemcsak a klasszikus portfólióoptimalizálási modelleket alkalmazza, hanem a GARCH-modellecsalád variánsait is, amelyek lehetővé teszik a volatilitás időbeli klaszterezettségének és dinamikus változásainak részletes vizsgálatát. Ez az empirikus módszertani megközelítés kiemelten fontos a pénzügyi idősorok elemzésében, ahol a volatilitási klaszterek és a nemlineáris összefüggések jelenléte gyakran figyelmen kívül marad a hagyományos modellek alkalmazásakor. Az alkalmazott technikák megbízhatóbbá és relevánsabbá teszik az eredményeket, különösen az energia-ETF-ek volatilitási és korrelációs mintázatainak vizsgálatakor. Az értekezés egyik jelentős hozzájárulása, hogy új perspektívát kínál a globális energiapiacok diverzifikációs lehetőségeinek értékelésében. A hagyományos energiaforrások stabilitása és a megújuló energiaforrások dinamizmusa közötti egyensúly megteremtésével a kutatás fontos következtetéseket von le a portfóliókezelési stratégiák optimalizálása szempontjából. Az értekezés megállapításai rávilágítanak arra, hogy a két szegmens integrált megközelítése hogyan képes csökkenteni a kockázatokat, miközben hosszú távon növeli a hozamokat. Ez a megközelítés különösen releváns a befektetési döntéshozatal során, ahol a globális gazdasági és politikai változások közvetlen hatással vannak az energiaforrások piaci értékére és teljesítményére. A dolgozat akadémiai jelentőségét tovább növeli az a tény, hogy külön figyelmet fordít az energia-ETF-ek és más zöld finanszírozási eszközök közötti kapcsolatok feltárására. Ez az integrált megközelítés nemcsak a diverzifikációs stratégiák hatékonyságának növelését teszi lehetővé, hanem a globális energiaátmenet finanszírozásának új lehetőségeit is bemutatja. Az értekezés alapot szolgáltathat további kutatásokhoz, amelyek a zöld kötvények, karbonkreditek és ESG-alapú befektetések szerepét vizsgálják az energiapiacokon. Végezetül, a dolgozat jelentőségét az is alátámasztja, hogy eredményei gyakorlati szempontból is relevánsak. A kutatás olyan betekintést nyújt, amely nemcsak a tudományos közösség számára hasznos, hanem a befektetők, szabályozók és gazdaságpolitikai

döntéshozók számára is. Az értekezés megállapításai alapján a diverzifikációs stratégiák finomhangolása révén hatékonyabb portfóliókezelési megközelítések dolgozhatók ki, amelyek figyelembe veszik a globális energiapiac strukturális változásait és a fenntarthatósági szempontok növekvő szerepét. Az elemzés hozzájárul ahhoz, hogy a befektetők pontosabb képet kapjanak a hagyományos és alternatív energiaforrások viselkedéséről, ezáltal optimalizálva döntéseiket egy dinamikusan változó piaci környezetben.

BIBLIOGRÁFIAI HIVATKOZÁS

- 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.
- 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.
- 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.
- HENRIQUES, I., SADORSKY, P.: *Oil prices and the stock prices of alternative energy companies*. - In. Energy Economics, 2008. 30. sz. - p. 998–1010.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

- MOLLIĆ, 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 kritikai 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.
- 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.
- 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.
- SOVACOO, 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.
- 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.