

Н.П.ГРИШИНА

**ОҢТАЙЛЫ ҚОРЖЫНДЫ ТАҢДАУ МӘСЕЛЕСІНДЕГІ
МІНЕЗ-ҚҰЛЫҚТЫҚ ТӘСІЛ**

МОНОГРАФИЯ

Атырау-2016

УДК 330
ББК 65.01
Г 83

Рецензенттер: Мырзалиев Б.С. э.ғ.д., Қ.А.Яссауи атындағы Қазақ-түрік университеті Экономика кафедрасының меңгерушісі, Адиетова Э.М. э.ғ.к., Х.Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті Экономика кафедрасының меңгерушісі

Н.П.Гришина

Г83 Оңтайлы қоржынды таңдау мәселесіндегі мінез-құлықтық тәсіл: монография/Н.П.Гришина. Саратов: Саратов Университетінің баспасы, 2015-. 112 б. -Қазақ тіліне аударғандар Айман Мусаева, Ақсауле Пұсырманова, Самал Альдешова, Атырау: Х.Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті, АМУ баспасы, 2016. -112 б.

ISBN 978-601-262-213-3

Бұл жұмыста белгісіздік жағдайында қоржынды таңдау кезінде жоғалтулар мен тәуекелге қатысты инвестордың сенімімен мінез-құлық тәсіліне негізделген бағалы қағаздар қоржынын таңдау мәселелері зерделенеді. Зерттеудің негізгі қорытындылары болып 1979 және 1992 жылдары Канеман және Тверскимен ұсынылған келешекті кумулятивтік теориялар және келешекті теориялар үлгілерінің шешімін іздеудегі эвристикалық тәсілдер, сонымен қатар осы үлгілерді индекстің репликация (индекстің өзгерісін байқау) үлгісі және Марковицтің дәстүрлі үлгілерімен салыстырмалы талдаулар табылады.

Ғылыми жұмыс жоғары оқу орындарының экономикалық, қаржылық және математикалық мамандықтарының ғылыми қызметкерлеріне, магистранттар мен докторанттарға, сонымен қатар қаржы талдаушылар, тәуекел-менеджерлер, трейдерлерге арналған.

УДК 330
ББК 65.01

Монографияны баспадан шығару Х.Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университетінің Ғылыми кеңесімен ұсынылған (№4 хаттама, 18-наурыз, 2016 ж.)

ISBN 978-601-262-213-3

©Гришина Н.П., 2016
©АМУ баспасы, 2016

Бұл еңбекті немесе оның бөліктерін автордың келісімінсіз таратуға және авторлық құқық жөніндегі нормаларға қайшы келетін басқа да әрекеттерге тыйым салынады, әрі заң бойынша жазаланады.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе.....	5
1. Қоржындық инвестициялау үлгісі.....	10
1.1. Қазіргі қоржындық теория.....	10
1.1.1. Белгілеулер.....	12
1.1.2. Марковиц үлгісі.....	13
1.1.3. Индексті репликациялау үлгісі.....	14
1.2. Мінез-құлық қаржысы.....	16
1.2.1. Мінез-құлық қаржысы теориясының негізі.....	17
1.2.2. Мінез-құлықтық қаржы тәжірибесі тұрғысынан инвестициялық шешімдерді қабылдау мәселелері.....	23
1.3. Келешек теориясы.....	29
1.3.1. Келешекті теориялар үлгісін тұжырымдау.....	30
1.3.2. Келешекті кумулятивтік теориялар үлгісін тұжырымдау.....	33
1.3.3. Түбегейлілікке шектеумен келешекті теориялар үлгісі.....	35
1.3.4. Индекстің өзгерісін байқау үшін келешекті теориялар үлгісі.....	36
1.4. Тәуекел өлшемі.....	37
1.4.1. Mean-CVaR үлгісі.....	42
1.4.2. Mean-variance-CVaR үлгісі.....	43
1.4.3. CVaR-ға шектеумен келешекті теориялар үлгісі.....	44
2. Шешім әдістері.....	46
2.1. Мінез-құлықтық үлгі.....	47
2.1.1. Дифференциалдық эволюция.....	47
2.1.2. Сплайн-аппроксимацияны қолданумен пайдалалық қызметін деңгейлестірумен дифференциалды эволюция.....	49
2.1.3. Тектік алгоритм.....	49
2.2. CVaR-ға шектеумен үлгілер.....	51
3. Есеп айырысулар қорытындылары.....	54
3.1. Эмпирикалық зерттеу.....	54
3.1.1. Пайдаланылатын мәліметтер.....	54
3.1.2. Үлгілердің параметрлері.....	56
3.1.3. Шешімнің эвристикалық әдістерінің параметрлері.....	59
3.2. Үлгі жұмыстарының қорытындыларын салыстырмалы талдау.....	65
3.2.1. Өткен зерттеулермен байланыс.....	65
3.2.2. Базалық үлгілерді салыстырмалы талдау.....	65
3.2.3. Түбегейлілікке шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау.....	71
3.2.4. CVaR-ға шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау.....	74
3.3. Индекстің өзгерісін байқау мәселелері және келешекті теория үлгісі....	76
3.3.1. Индекстің өзгерісін байқаумен базалық үлгілер және индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар.....	77
3.3.2. Индекстің өзгерісін байқау үлгілері және түбегейлілікке шектеумен индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар.....	79
4. Қорытынды.....	84
4.1. Негізгі ғылыми қорытынды.....	84

4.2. Болашақ зерттеулер үшін идеялар.....	86
Жалғама 1. Шешімге тәсілдерді жүзеге асыру.....	87
4.3. Дифференциалды эволюция алгоритмі.....	87
4.4. Тектік алгоритм.....	89
4.5. Басқа да имплементация.....	91
Жалғама 2. Тектік алгоритм үшін G және P параметрлері.....	91
Жалғама 3. Үлгілердің жұмыс қорытындылары.....	93
4.6. Базалық үлгілер.....	93
4.7. Түбегейлілікке шектеумен үлгілер.....	96
4.8. CVaR-ға шектеумен үлгілер.....	98
4.9. Қоржынның табыстылығын бөлу сызбалары (мысалдар).....	100

Кіріспе

Бағалы қағаздар қоржынын оңтайландыру мәселесі көп критерийлі мәселе болып табылады. Бір жағынан, бұл инвестициялық кезең соңында ең жоғары мүмкін болатын табыс (немесе пайдалылық) алу мақсатында бір қоржын шеңберінде әрбір қаржы активіне инвестицияланатын ақша қаражаттарының санын (пропорциясын, үлесін) қалай анықтау керектігі жөнінде сұрақты туындатады. Екінші жағынан, тиімді табыстылық деңгейінде ең төменгі тәуекел деңгейіне қол жеткізу қажет.

Қазіргі қоржын теориясының негізі (Modern Portfolio Theory – MPT) Нобель сыйлығының лауреаты Гарри Марковицтың кітабында және мақаласында [1] қаланды. Көптеген зерттеушілер теорияның пайда болуын қазіргі қаржы экономикасының туындауы ретінде қарастырады (мысалы, [2] қарау). Марковиц теориясының іргетасы болып табыстылық, тәуекел, әртараптандыру тұжырымдамасы табылады. Инвестициялық қоржын – қаржылық мақсатқа қол жеткізу мақсатында алынатын, пайда әкелетін активтер жиынтығы екендігі көпшілікке мәлім [2]. Алайда, «инвестициялық қоржын» тұжырым ретінде 1950 жылдардың соңына дейін қолданылған жоқ.

1938 жылы Джон Бурр Уильямс «Инвестициялық құн теориясы» кітабында [3] дивидендтерді дисконттау үлгісін ұсынды. Автор инвестициялау мәселесін «жақсы» бағалы қағаздарды іздеп, оны ең күшті бағамен сатып алу арқылы шешуді ұсынады. Көптеген инвесторлар оның кеңесімен жүрді және инвестициялау үрдісі көп кешікпей бай адамдар үшін құмар ойынның бір формасына айналды.

1949 жылы Бенджамин Грэм шешім қабылдау кезінде инвесторларға компанияның іргелі факторларына, яғни компанияның активтерінің мәнімен мақұлданатын бағалы қағаздардың нақты құнына сүйенуге ұсыныс беретін «Ақылды инвестор» кітабын [4] жазды. Осылайша, Грэмнің инвестициялық философиясына сәйкес инвестордың мақсаты арзан баға бойынша компанияның жақсы бағалы қағаздарын іздеу болып табылады. Бұл «төзімділік қоры» тұжырымдамасы ретінде танымал.

Марковиц 1952 жылы әрқайсысында вариация күтелетін табыстылықтың бекітілген деңгейіне төмендетілген (немесе керісінше, вариация күтелетін табыстылықтың бекітілген деңгейіне жоғарлатылған) оңтайлы инвестициялық қоржынның тиімді бағытын алу үшін орташа табыстылық, дисперсия (табыстылықты бөлу тәуекелін өлшеу ретінде), ковариацияны (тандем ретіндегі екі қаржы активінің табыстылығының деңгейінің өлшемі ретінде [1]) қолданды. Сәйкесінше, оңтайлы қоржын инвестордың қалауы және оның тәуекел мен табыстылыққа қатынасына сәйкес таңдап алынады.

Қаржы теориясында маңызды тұжырымдамалардың бірі тәуекелді азайту әдісі ретіндегі әртараптандыру болып табылады. Алдыңғы жылдардағы ғылыми ойлар Марковицті және оның ізбасарларын инвестициялық қоржынды таңдаудың тұжырымдамалық негізіне шабыттандырды. Нәтижесінде, бағалы қағаздар қоржынын оңтайландыру мәселесін шешуге алып келді.

Таң қаларлық ұзақ тарихи жол Даниэль Бернуллидің 1738 жылы Санкт-Петербургтік парадоксты зерттегенде пайда болған күтілетін пайдалылық теориясының (Expected Utility Theory – EUT) туындауымен байланысты. Ол тауардың мәнін анықтау тұрғысынан «баға» және «пайдалылық» түсініктерін ажырата білген алғашқы ғалым болды. Баға –тауарды бағалау және ол сол тауардың өзіне және сипаттамасына байланысты, яғни баға - ол объективті мән. Пайдалылық, керісінше, субъективті ұғым және ол «бағалау жасайтын адамның ерекшелік жағдайына байланысты» [5]. EUT тәуекелдің пайда болуы жағдайында жеке таңдаудың неоклассикалық теориясының болжамымен жүреді. Ол «Ойын теориясы және экономикалық мінез-құлық» (1944 ж.) кітабында Джон фон Нейман және Оскар Моргенштернмен жасақталды [6].

Теорияның негізгі мәселесі - тәуекелге жеке қарым-қатынас қалыптастыру [7]. 1950 жылдан бастап күтілетін пайдалылық теориясының негізіне қарама-қайшы тәуекел жағдайында шешім қабылдаған кезде индивидуумға тән патерндердің айғағын көрсететін бірнеше ғылыми жұмыстар пайда болды [8]. Сонымен қатар, ойыншылардың мінез-құлқы тәуелсіздік аксиомасын бұзады [9]. Оған сәйкес, екі құмар ойынның таңдау тәртібі тіпті олардың әрқайсысына бірдей ықтималдылықпен үшіншісін қосқанның өзінде де сақталады.

Сол мезетте EUT экономикалық тәжірибеде бар көптеген парадокстерді (мәселен, Алле парадоксі [10]) түсіндіре алмайды. Алле парадоксы психологиялық сынақтар арқылы игіліктің (қаржылық нәтиже) бірдей мөлшерін қосқанда әрбір екі балама тартымдылыққа қатысты ешқандай нәтиже бермейді деген EUT постулаттарының біреуін жоққа шығарады. Басқаша айтқанда, игіліктің бірдей санын қосу сол қосудың өзін жояды. Бірақ Алле сынағында адамдарды нақты таңдау зерттеуінің нәтижесі оның дұрыс емес екендігін және жоғарыдағы айтылған қосу ойыншының таңдауына әсер ететінін көрсетті.

EUT кемшілігі EUT қателігінің орнын толтыру мақсатында жасақталған жаңа фундаментальдық негіз - мінез-құлықтық қоржын теориясының (Behavioural Portfolio Theory – BPT) пайда болуына алып келді. Бүгінгі таңда бұл сынақ арқылы алынған мәліметтер негізінде тәуекел жағдайында шешім қабылдау кезіндегі ойыншылар мен инвесторлардың мінез- құлқын түсіндіре алатын ең үздік теория. EUT айырмашылығы BPT Элсберг парадоксы сияқты қарама-қайшы экономикалық феномендерді түсіндіруде бірқатар олқылықтың орнын толтырады [11]. Бұл парадокстың негізгі идеясы адамдардың көпшілігі мүмкіндігі жеткіліксіз тәуекелдің балама үлгісінде емес, нақты мүмкіндікті білген жағдайда ғана тәуекелді өз мойнына алады. Яғни, олар әрқашан белгілі ықтималдылық төмен болған жағдайда да ұтыстың белгісіз ықтималдылығынан гөрі жеңістің белгілі ықтималдылығын таңдайды, ал белгісіз ықтималдылық жеңістің кепілі болады. Басқаша айтқанда, тәуекелдің бұл таңдауында (мәселен, ставка) адамдар тәуекелді қабылдауда мүмкіндік қиын немесе оны анықтау мүмкін емес жағдайдан гөрі «өздері білетін әзәзілді қалайды».

Жаңа заманның жаһандық қаржылық дағдарысы жекелеген нарықтық құралдардың жеткіліксіздігін және оларды инвестициялық шешімдер үшін қолданудың шектеулігін көрсетті. Бұл инвесторлардың нақты тәуекелдерді бағалауға менсінбей қарауымен түсіндіріледі. Себебі олар көбінесе өздерінің жеке түйсігіне бағынады. Инвестициялық тәжірибеде еленбеген тәуекел - бұл неғұрлым кең тараған құбылыс, бірақ, инвестор өзінің инвестициялық шешімдерін негіздеу үшін сенімді математикалық құралдарды қажет етеді. Бұл зерттеуде біз BPT инвестициялық үрдістің қатысушысының мінез- құлық қатесін есепке алуды қамтамасыз ететін жаңа тиімді құрал ретінде қарастырамыз.

Мінез- құлықтық қоржындық теорияны 2000 жылы Шефрин және Стетман жасақтады [12]. Бұл теорияның негізгі идеясы бірнеше мақсатқа қол жеткізілетін және бұл мақсаттар тәуекелді болдырмаудың түрлі деңгейінде қарастырылатын инвестордың қаржылық қоржынының мәнін (пайдалалығын) ұлғайту болып табылады. BPT негізгі екі теорияға негізделеді: қауіпсіз мүмкіндік/ынта теориясы (Security-Potential/Aspiration Theory – SP/A) және келешекті теориясы (Prospect Theory – PT). SP/A теориясы 1987 жылы Лоло Лопезбен негізделген ([13] қарау), жалпы тәуекел (тек қаржылық қана емес) категориясына сүйенеді және инвестициялық қоржынды таңдау мәселесіне арналмаған. Біздің жұмысымызда біз белгісіздік жағдайында қаржылық шешімдер қабылдау кезіндегі адамдардың мінез-құлқына арналған PT-ні [14] зерттейміз.

PT негізгі идеяны күтетін пайдалылық теориясына бағыттады және шешім қабылдау үрдісінде есепке алынатын бағалы психологиялық компоненттерді қосты. Ол сонымен қатар, бұрынырақ жасақталған мінез-құлық теориясында, мысалы тәуелсіздік аксиомасы және тәуекелге инвестордың тең қарым-қатынасының қате болжамында орын алған түрлі дәлсіздікті түзетті [12].

PT-ға арналған жұмыстардың көптігіне қарамастан олардың тек кейбіреуі ғана оның экономикада, әсіресе қаржы нарығында іс жүзінде қолдануды қарастырады. Бұл Барбериске [15] сәйкес PT- бұл теория нақты экономикалық үлгі ретінде пайдалануға әлі дайын еместігімен түсіндіріледі.

Бұл зерттеуде біз PT үлгісін мәліметтерді түрлі эмпирикалық және сынақтық таңдау мәліметтерінде инвестициялық қоржынды таңдау мәселелерінің оңтайлы шешімдерін табу мақсатында қолданамыз. Біз сонымен қатар алынған нәтижелерді таңдаудан тыс мәліметтер негізінде сынақтан өткізіп, Марковиц үлгісін зерттеу және индексті байқау үлгісінің шеңберінде алынған PT үлгісінің серпіні нәтижелерімен салыстырамыз.

Бұл зерттеудің негізгі мақсаты қоржындық оңтайландырудың жалпы қабылданған үлгісімен салыстыра отырып, бағалы қағаздар нарығындағы түрлі жағдайлар мен сценарийлерге байланысты инвестордың мінез- құлық ерекшеліктеріне негізделген келешекті теориялар үлгісінің әлеуетті артықшылықтарын анықтау. Осы көрсетілген мақсаттарға сәйкес келесідей міндеттер қойылған:

- келешекті теориялар үлгісін және оның толықтырылған үлгісі - келешекті кумулятивтік теориясының үлгісін шешудің сәйкесті қадамдарын жасақтау;

- шешімдердің тиімді жолын түрлі алгоритмдерді және олардың тиімді параметрлерін таңдауды салыстырмалы талдау жолымен сәйкестендіру;

- зерттелетін үлгі жұмыстарының нәтижелерін Марковиц үлгісі мен түрлі шектеумен индекстің өзгерісін байқау үлгісімен салыстыра отырып, талдау:

- түбегейлілікке шектеумен үлгілер мәліметтерін қарастыру;

- CVaR-ға шектеумен үлгі мәліметтерін қарастыру;

- Нарықтың түрлі мінез- құлық жағдайында шешімдер алынатын таңдаудан тыс мәліметтер үлгісінің жұмыс нәтижесін талдау (өгіздер және аюлар трендтері серпіндерінде көрсетілетін Монте-Карло мәліметтерінің түрлендірілген әдісін пайдалану).

Бұл монография бес тараудан, библиографиядан және қосымшалардан тұрады. Тарау кіріспе, негізгі мақсаты мен міндеттерін және зерттеудің мотивациясы мен өзектілігін көрсететін жұмыстың көмекші бөлімі. Бұл тарау бағалы қағаздар қоржынын таңдау мәселесінің тарихына қысқаша шолудан тұрады.

1 тарауда қарастырылатын негізгі қоржындық теориялар бойынша әдебиетке шолу жасалып, қоржындық оңтайландыру үлгісінің математикалық тұжырымдамасын және зерттеуде қолданылатын тәуекелдің кейбір шараларын анықтаудан тұрады.

2 тарауда біз қоржындық оңтайландырудың сызықтық емес мәселелерін шешудің бірнеше жолдарын жасақтап, жүзеге асырамыз. 2.1 бөлімде екі базалық эвристикалық әдісті, атап айтқанда дифференциалды эволюция алгоритмін және генетикалық алгоритімді қарастырамыз. Екі алгоритімде анық оңтайландырудың міндеттері болып табылмайтын келешекті теориялар мен келешекті кумулятивтік теориялар міндеттерін шешу жолдарын іздеуге үйлеседі және бұл мәселелер CVaR шамасы мен түбегейлілікке қосымша шектеумен мәселелерін қарастыру кезінде тиімді болып табылады. Біз дифференциалдық эволюция алгоритмінің кеңейтілген үлгісін, атап айтқанда міндеттерді шешуде тиімді жолдарды іздеу мен алынған шешімдерді растау мақсатында сплайнды қолдана отырып, пайдалылық қызметінің деңгейлестірудің дифференциалдық эволюциясын пайдаланамыз. 2.2 бөлімде mean-variance-CVaR көп критерийлі міндеттерді шешу жолдары қарастырылады.

3 тарауда эмпирикалық зерттеулер мен салыстырмалы талдау ұсынылады. 3.1 бөлім эмпирикалық зерттеулердің негізгі параметрлеріне, атап айтқанда зерттеуде қолданылған мәліметтер, міндеттерді шешудің эвристикалық жолдары мен үлгілер параметрлеріне арналған. 3.2 бөлімде Марковиц үлгісі мен мінез-құлық үлгісі жұмыстарының нәтижелері талданған. Біз барлық үлгілерді 3 топқа бөлдік: базалық үлгілер, түбегейлілікке шектеумен үлгілер және CVaR шамасына шектеумен үлгілер. Әрбір үлгі үшін алынған эмпирикалық нәтижелер бақылау сұрыптамасында және таңдаудан тыс мәліметтерде талданады. Біз Монте- Карло әдісі бойынша «өгіздер» және

«аюлар» нарықтық трендтерінің серпінін таңдаудан тыс мәліметтер тестілері ретінде түрлендіріп, бутстпэп әдісін қолданамыз. 3.3 бөлімінде индекстің өзгерісін байқау үлгісі және индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар үлгісінің эмпирикалық нәтижелері мен салыстырмалы талдауы беріледі.

4 тауарда маңызды тұжырымдар мен қорытындылар сипатталады. Зерттеудің негізгі жаңалығы мен үлесі, болашақ жұмыстарға идеялар осы тарауда беріледі.

Бұл зерттеу ІЗРҚ (грант 14-01-00140) ішінара қаржыландырылды.

Тарау 1

Қоржындық инвестициялау үлгісі

1.1. Қазіргі қоржындық теория

Бұл бөлімде біз зерттеу үшін маңызды, қазіргі қоржындық теорияның (Modern Portfolio Theory, MPT) бірнеше негізгі пайымдауларын қарастырамыз. MPT инвестор рационалды әрекет етеді және тәуекелді болдырмайды деп тұжырымдайды. Бұл пайымдау адамдар өздері үшін экономикалық тиімді баламаны таңдайды деген тиімді нарық гипотезасынан шығады. Басында Марковиц инвестордың рационалдылығын анықтылық пен табыстылық терминдері арқылы түсіндірді. Ол өз үлгісін азға қарағанда көп табысты, анықсыздыққа қарағанда анықтылықты таңдайтын инвесторларға арнады. Сол мезетте алып сатарлар ретінде әрекет ететін инвесторлар бар екендігін де есепке алды. Алайда, ол тіпті рационалды инвестор өзгеше жағдайда тәуекелді іздеушіге айналатынын болжамады. Марковицке сәйкес MPT бұндай жағдайларға арналмаған [16].

Марковиц үлгісінің адамның ментальділігін логикалық және практикалық құрылымға жүйелеп біріктірудің жаңа әрекеттерінің ішінде «ментальдік ерекшеліктерді есепке алғандағы қоржындық оңтайландыру» (2010) мақаласында жарияланған нәтижелерді атап өтуге болады. Бұл зерттеуде авторлар қоржынды түрлі қаржы мақсаттары мен тәуекел/ табыстылық қатынасы бойынша инвестордың қалауынан тұратын көптеген субқоржындар ретінде қарастырады. Мұның математикалық идеясы Марковиц үлгісінің пайдалылық квадраттық қызметін тәуекелді болдырмау коэффициентімен пайдалану болып табылады. Кейін олар Марковиц үлгісі бойынша әлеуетті оңтайлы қоржын ішінде әрбір субқоржынның ерекше мақсаттарына байланысты тәуекелді болдырмаудың түрлі деңгейін анықтады [17]. “Бұл MVT (Mean-Variance Portfolio Theory) және BPT (Behavioural Portfolio Theory) теорияларын жүйеленген МА (Mental Accounting – ментальдік ерекшеліктерді есептеу) құрылымы арқылы жалпылау нәтижесінде инвестордың тұтынушылық мақсаты мен қоржындық қаржылық өнімділігі біріктіріледі” [17]. Алайда, көптеген сұрақтар осы уақытқа дейін шешімін тапқан жоқ. Мәселен, бағалы қағаздар қоржынын әртараптандыру мәселесі бұл мақалада толықтай еленбей қалды.

Жалпы әртараптандыру - бұл қоржындағы түрлі қаржы құралдарының (активтерінің) тәуекелді және транзакциялық шығындарды төмендетуді қамтамасыз ету үшін қаншасы қажетті және жеткілікті болатындығы туралы мәселе. Сонымен қатар, әртараптандырудың тиімді деңгейі қоржынды басқаруда ыңғайлылықты қамтамасыз етуі қажет. Біз бұл мәселені алдағы уақытта қарастырамыз.

Қазіргі қоржындық теория активтердің табыстылығы кездейсоқ шаманың қалыпты бөлінуі дегенге негізделеді [18]. Алайда, 1960 жылдардың басында кейбір ғалымдар Гаустық (қалыпты) бөлу нақты тарихы табыстылықты сипаттауға бармайды деп көрсетті. Мысалы, Мандельброт [19] және Фама [20]

ауыр «соңғысымен» ерекшеленетін қаржы активтерінің табыстылығын бөлу үлгісін көрсетті. Бұл эмпирикалы алынған табыстылықты кездейсоқ бөлу үшкір шығын, асимметриялы қисаю және ауыр “соңғысын” көрсетті.

Бүгінгі таңда табыстылықты бөлу «соңғысына» ие деген пікір қалыптасқан. Бұл «соңғылар» қоржындық инвестициялауда экстремалды табыстар немесе шығындар себебі болып табылатын қаржы нарығындағы сирек, бірақ айтарлықтай оқиға ретінде анықталады. Қалыпты бөлу аясында бұл оқиғалардың ықтималдылығы 0.1% тең, ал шын мәнісінде ауыр «соңғыны» қалыптастыратын бұл оқиғалар неғұрлым жиі болып тұрады.

Марковиц үлгісі қоржынның болашақ табыстылығын бағалау мақсатында тарихи орташа табыстылыққа негізделетін оңтайландыруды жүзеге асырады. Бұл қоржын өткен уақыттағы нарықтың қозғалысын көрсететін мәліметтердің ковариациялық матрицасы мен орташа табыстылығын пайдаланған есептеулердің негізінде құрылады дегенді білдіреді. Алайда, тарихи бағалаулар көбінесе нарықтың нақты жағдайында қаржы активтерінің болашақ әрекетінің әлсіз болжамын көрсетеді [21]. Сондықтан қоржынды таңдау мәселесін эмпирикалық зерттеулердің көпшілігі тек таңдаулар негізіндегі үлгілер жұмысының нәтижелерін ғана емес, таңдаудан тыс мәліметтерді де тестілеуден құралады.

MPT –ның басқа да кемшіліктері инвестициялық қоржынның қаржылық нәтижесіне айтарлықтай әсер ететін есепке алынбаған транзакциялық шығындар болып табылады [22]. Бір жағынан, тез өзгеріп тұратын бағалы қағаздар нарығы жағдайында қоржында қайта қарау сатысы оның оңтайлылығын қолдау мақсатында өте үлкен рөл атқарады. Бұл операция транзакциялық шығындардың өсуіне алып келе отырып, ағымдық табыстылықты төмендетеді. Екінші жағынан, қоржынды таңдау үлгісінде транзакциялық шығындарды елемей, іс жүзінде қоржынның қаржылық тиімсіздігіне алып келеді [23].

Жұмыста біз инвестордың қалауы бойынша әртараптандыру деңгейінің мәселесін техникалық жағынан қалай шешу керектігін көрсетеміз. Біз транзакциялық шығындарды қоржындағы активтер санының қысқаруы болып табылатын, міндеттерді орындауда түбегейлілікті шектеуді қолдана отырып шектейміз.

Қоржында 8-10 активтен жоғары деңгейден әртараптандыру тиімсіз екендігі эмпирикалық дәлелденген [24], [25], [26]. Математикалық тұрғыдан қазіргі қоржындық теория аясында оңтайлы қоржын әруақытта жақсы әртараптандырылған, сондықтан тәуекелді төмендету табыстылықтың ковариациялық матрицасына байланысты болады. Қоржында қаржы құралдары неғұрлым көп болса, табыстылықты бөлудің әртүрлі параметрлері бар бағалы қағаздар жиынтығында тәуекелдің жалпы саны соғұрлым аз болады. Алайда, активтер саны көп қоржын үшін табыстылықтың вариациялық/ковариациялық матрицасы кең көлемдегі сингулярлықты немесе жуық сингулярлықты жоюға биім тұратындығы анықталды [27], [28], сәйкесінше қоржындағы қаржы құралдарының саны шектеулі болуы қажет.

Жоғырыдағы айтылған пікірлерді ескере отырып, МРТ тәжірибелік ахуалдың кең аясында айтарлықтай жалпы және тұрақты теория, сонымен қатар ол теориялық талдау мен сандық шешімдер үшін қарапайым деген қорытынды жасаймыз. Алайда, қаржы қоржынын таңдау мәселесі инвесторлардың қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін көп факторлы үлгі мен құралдарды қажет ететін қазіргі экономикалық жағдайда неғұрлым күрделенсе, ал МРТ постулаттары ауыр шектеулерге әкеп соқтырып отыр. Кертис «МРТ - бұл өте пайдалы, сонымен қатар түсіндірмелі үлгі, ол әр уақытта шынайы болмауы мүмкін деген пікірге сүйенеді» [29].

Әрі қарай біз түбегейлілікке шектеумен Марковицтің математикалық үлгісін құрамыз.

1.1.1.Белгілеулер

Алдымен біздің барлық үлгімізде қолданылатын кейбір негізгі ауыспалыларды белгілеп алайық. Бұл тарауда және әрі қарай жұмыста келесідей ауыспалыларды қолданамыз:

N – қаржы активтерінің саны,

S – сценарийлер саны (уақыттық кезең),

K – түбегейліліктің шекті мәні (қоржындағы күтелетін активтер саны),

p_s – s сценарий ықтималдылығы, $\sum_s p_s = 1$

$\bar{r}_i$ – i активтің орташа табыстылығы,

r_{is} – сценарийдегі i активінің табыстылығы, $s, i = 1, \dots, N, s = 1, \dots, S$,

r_0 – референттік нүкте,

$\omega_i \geq 0$ – қоржындағы i активінің салмағы (үлесі),

$x = (\omega_1, \dots, \omega_N)$ – қоржын және $\sum_s p_s = 1 \sum_{i=1}^N \omega_i = 1$,

$X = \{x = (\omega_1, \dots, \omega_N) \in \mathbb{R}_+^N\}$ – барлық қоржынның жиынтығы,

$r_s(x)$ – s сценарийіндегі x қоржынның табыстылығы,

d – табыстылықтың күтілетін деңгейі,

z – CVaR шектеулері,

$\succ$ мүдделердің қатаң және $\sim$ индифференттік қатынасы болатын $\succsim$ келешектер жиынтығында мүдделер қатынасын білдіреді.

Жұмыс ыңғайлы болу үшін кейбір шартты қысқартуларды енгізейік.

MV – Марковиц үлгісі,

IT – индекстің өзгерісін байқау үлгісі,

PT – келешекті теориялар үлгісі,

CPT – келешекті кумулятивті теориялар үлгісі,

СС индексі түбегейлілікке шектеуді енгізуді білдіреді.

1.1.2.Марковиц үлгісі

$r(x)$ дисперсиясы $\sigma^2(r(x)) = E[(r(x) - E(r(x)))^2]$ ретінде анықталады. Қоржынды бағалы қағаздар табыстылығының вариациясы $r(x) = \omega_1 r_1 + \dots + \omega_N r_N$ $x = (\omega_1, \dots, \omega_N)$ векторынан алынған және келесідей қайта жазылуы мүмкін:

$$\sigma^2(r(x)) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} \omega_i \omega_j,$$

мұнда $\sigma_{ij} = \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}$ (бұл жерде ρ_{ij} - бұл r_i және r_j активтерінің табыстылығы арасындағы корреляция коэффициенті) бұл r_i және r_j ковариациясы және x бұл $\omega_i, i = 1, \dots, N$, бағалы қағаздар қоржынындағы активтердің ауыспалы өлшеуіш векторы ($\omega_i, i = 1, \dots, N$, – белгісіз шама).

Біздің зерттеуде күтілетін табыстылықтың тіркелген (белгіленген) деңгейі бар бағалы қағаздар қоржынының дисперсиясы төмендетілген Марковиц үлгісін қарастырамыз [1]. Бұл үлгі инвесторға нарықтағы (көптеген мәліметтерді пайдалана отырып) қол жетімді барлық активтерді қосуға мүмкіндік береді. Инвестордың қалауы бойынша қоржындағы активтердің саны шектеулі болған жағдайда түбегейлілікті шектеуді енгізу қажет.

K қоржындағы активтердің қалаулы саны болсын, онда $\varphi_i, i = 1, \dots, N$ индикаторын анықтау қажет болады:

$$\varphi_i = \begin{cases} 1, & \text{егер } i \text{ активі қоржынға қосылған болса,} \\ 0, & \text{кері жағдайда} \end{cases}$$

және $l_i \varphi_i \leq \omega_i \leq u_i \varphi_i, i = 1, \dots, N$, мұнда l_i және u_i бұл егер ол инвестициялау үшін таңдап алынған жағдайда активке салынатын инвестицияның төменгі және жоғары деңгейін көрсететін сандық шекаралар.

Түбегейлілікке шектеумен үлгіні егер $K = N$ қойсақ, Марковицтың базалық үлгісіне өзгертуге болатынын айта кету қажет. Зерттеуді түсінуге оңай болу үшін біз Марковицтың екі үлгісін - базалық және түбегейлілікке шектеумен үлгілері үшін бірыңғайланған анықтаманы қолданамыз. Онда бағалы қағаздар қоржынын оңтайландыру мәселесі Марковиц теориясына сәйкес келесідей жазылады:

$$MV_{cc}(x) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} \omega_i \omega_j \rightarrow \min, \quad (1.1)$$

Келесідей шектеулер болғанда:

$$\bar{r}(x) = \sum_{i=1}^N \bar{r}_i \omega_i \geq d, \quad (1.2)$$

$$\sum_{i=1}^N \omega_i = 1, \quad (1.3)$$

$$l_i \varphi_i \leq \omega_i \leq u_i \varphi_i, \quad i = 1, \dots, N, \quad (1.4)$$

$$\sum_{i=1}^N \varphi_i \leq K, \quad (1.5)$$

$$\varphi_i \in \{0,1\}, i = 1, \dots, N. \quad (1.6)$$

Бұл жерде шектеу (1.2) шарттарды қанағаттандыруды қамтамасыз еткендіктен қоржын белгіленген d деңгейінен төмен емес күтілетін табыстылықты береді, шектеулер (1.3) қоржындағы активтердің үлесі жиынтығында бірліктің (бюджетті шектеу) болуын қадағалап отырады. (1.4) теңсіздігі қоржындағы бір активті сатып алу шегін сипаттайды және кез- келген активке инвестицияны бірдей шамада шектеп отырады. Егер i активі қоржында болмаса, яғни $\varphi_i = 0$ болса, онда сәйкесінше мөлшер $\varphi_i = 0$ болады. Егер i активі қоржынға түссе, яғни $\varphi_i = 1$ болса, онда (1.4) ω_i үлесінің мәні сәйкесінше және u_i шектерінің белгіленген төмен және жоғары шектерінің арасында жатуын қадағалайды [30]. (1.5) теңсіздігі активтердің санының оңтайлы қоржында K -ден көп болмауын тексереді. Бинарлық анықтама (1.6) активтердің қоржынға қосылуын (немесе шығарылуын) көрсетеді.

Мәселені тұжырымдау және теориялық негіздерге сәйкес Марковиц үлгісі активтердің дисперсиялық табыстылығы мен ковариациялық матрицасын есепке ала отырып, қоржынның тәуекелін басқарады. Қазіргі қоржындық теория, қаржы қоржынын әртараптандыру және тәуекелі саласындағы Гарри Марковицтың жұмысы қоржындық тәуекелдің екі түрі- жүйелік және жүйелік емес түрлерін бөліп көрсететін капитал құны анықтамасы үлгісінің (CAPM) негізін қалады. Жүйелік тәуекел нарықтық тәуекел, яғни нарықтағы барлық активтерге жалпы және әртараптандырылмайтын тәуекел ретінде қарастырылса, ал жүйелік емес тәуекел әрбір нақты қаржы құралдарымен байланысты болады. CAPM бойынша кез-келген мүмкін болатын табыста тәуекелдің төмен мөлшеріне қол жеткізу мақсатын көздейтін оңтайлы қоржын ретінде бұл нарықтық индекс болуы мүмкін нарықтық қоржын болып табылады. CAPM тұжырымдамасын сәйкес қоржын таңдауда индекстің өзгерісін байқаумен бұл мәселені жүйелік тәуекелді төмендету мақсатындағы «мінсіз» нарықтық қоржынды репликациялау. Келесі бөлімде біз индекстің өзгерісін байқаумен бағалы қағаздарды таңдау мәселесін қарастырамыз.

1.1.3. Индексті репликациялау үлгісі

Индекстің өзгерісін байқау (индексті репликациялау) тәуекел мен табыстылықтың арасындағы теңгерімді көрсететін нарықтық индекстің серпінін қайталайтын оңтайлы қоржын қалыптастыру мақсатын көздейтін инвестицияны пассивті басқару формасы ретінде танымал. Алайда, индекстің өзгерісін байқаумен үлгісі тәжірибеде өте әртараптандырылғандықтан басқару қиынға соғатын, елеулі транзакциялық шығындарға алып келетін және қоржынды қалыптастыратын, көбінесе қоржынға нарықтағы қол жетімді қаржы құралдарының барлығын енгізеді [31]. Осыған орай, бұл зерттеуде индекстің

өзгерісін байқау үлгісіне түбегейлікке шектеу қосылды. Біз бұл үлгіні әртараптандыру деңгейі мен қателікті байқау критерийлері бойынша зерттеп, мінез-құлық қаржысы теориясына негізделген үлгімен салыстырамыз.

Зерттеуде біз индекс пен қоржынның табыстылығы арасындағы айырмашылықты төмендету мақсатында байқау қателіктерін азайту арқылы индекстің қозғалысы серпінін толық көшіру формасында индекстің өзгерісін байқаудың қарапайым үлгісін зерттейміз.

s уақыт мезетінде

rm_s - табыстылық индексі,

$o_s = \max(r_s(x) - rm_s, 0)$ - индекс табыстылығынан жоғары қоржын табыстылығы,

$u_s = \max(rm_s - r_s(x), 0)$ - индекс табыстылығынан төмен қоржын табыстылығы болсын.

s берілген уақыт кезеңі үшін байқау қатесі (tracking error – TE) $|r_s(x) - rm_s|$ тең. Әлбетте, s уақыт мезетінде o_s және u_s көрсеткіштерінің кем дегенде біреуі 0-ге тең, яғни жаңа шаманы келесідей анықтаймыз

$$TE_s = \begin{cases} o_s, & \text{егер } o_s \geq 0, \\ u_s, & \text{олай болмаса.} \end{cases} \quad (1.7)$$

Индекстің өзгерісін байқау қатесін (қарапайым формада): индекстің табыстылығы мен барлық $s = 1, \dots, S$ уақыттық кезең бойынша қоржынның арасындағы айырма ретінде анықтаймыз:

$$TE = \sum_{s=1}^S TE_s. \quad (1.8)$$

Индекстің өзгерісін байқау қатесі түрлі әдістермен анықталуы мүмкін екенін айта кету керек, [32] мысалы, өзгерісті байқау қатесі индекстің табыстылығы мен қоржыны арасындағы орташа квадраттық айырма ретінде айқындалады.

Алдында айтылғандай, біз түбегейлікке шектеумен үлгінің тұжырымдамасын $K = N$ болғанда базалық үлгі тұжырымдамасына қолдана аламыз. Олай болса, түбегейлікке шектеумен индекстің өзгерісін байқау мәселесі келесідей жазылуы мүмкін [33]:

$$IT_{cc}(x) = \text{minimise } TE(x) = \sum_{s=1}^S (o_s + u_s) \rightarrow \min, \quad (1.9)$$

Келесідей шектеулер болғанда:

$$\sum_{i=1}^N \omega_i r_{is} = rm_s + o_s - u_s, s = 1, \dots, S \quad (1.10)$$

$$\sum_{i=1}^N \omega_i = 1, \quad (1.11)$$

$$l_i \varphi_i \leq \omega_i \leq u_i \varphi_i, i = 1, \dots, N, \quad (1.12)$$

$$\sum_{i=1}^N \varphi_i \leq K, \quad (1.13)$$

$$\varphi_i \in \{0,1\}, i = 1, \dots, N, \quad (1.14)$$

$$\omega_i \geq 0, i = 1, \dots, N, \quad (1.15)$$

$$o_s, u_s \geq 0, s = 1, \dots, S. \quad (1.16)$$

(1.10) теңсіздігі әрбір уақыт кезеңінде қоржын және индекс табыстылығы арасындағы айырмашылықты тексереді. (1.11), (1.12), (1.13) және (1.14) шектеулер Марковиц үлгісі үшін де құрылған және активтер үлесі мен қоржындағы активтер саны сомасына шектеулер үшін қолданылады.

1.2. Мінез-құлық қаржысы

Қазіргі қаржылардың шынайылығы шектес ғылымдардың дамуы әсерінен қаржының ғылыми парадигмасы ауқымының өсуінің байқалуында жатыр. Бұл мәселе тек қаржыға ғана емес, қазіргі әлемдегі білімнің көптеген салаларына да тән. Бұның себебі көп, солардың ішіндегі негізгісі ғылымдағы халықаралық ынтымақтастық және жаңа технологиялардың, дәстүрлі ғылыми мәселелерге дәстүрлі емес тәсілдерінің дамуы болып табылады. Ғылым дамыған сайын, жаңа сұрақтар туындайды.

Қазіргі қаржы теориясының мәселелері экономиканың басқа да салаларының теориялары сияқты мақсаттардың екі жақтылығымен: 1) индивидуумның оңтайлы таңдауын анықтау; 2) индивидуумның нақты таңдау үрдісін сипаттаудан туындайды. Қаржының классикалық теориясы бірінші мақсатты толық көлемде орындайды, алайда екіншіге қол жеткізуде мүлде қауқарсыз. Қаржы ғылымындағы бұндай мәселелер жаңа парадигманың неоклассикалық теория және мінез-құлық теориясы элементтерін өзіне байланыстырады деп болжауға мүмкіндік береді.

Мінез-құлық қаржысы теориясының жақтаушылары пікірінше, психология дәстүрлі парадигманың барлық үш компоненттеріне: рационалды мінез-құлық, САРМ үлгісі, тиімді нарық теориясына енеді.

Қаржы активтеріне баға белгілеу және қоржынды оңтайландыру үлгісі сандық теориясына балама болып сандық әдістердің нәтижелерін сынайтын шартты түрде жас бағыт - «мінез-құлық қаржысы» деп аталатын теория табылады. Мінез - құлық қаржысының пәні болып қаржы нарығында адамның қатысының әсері табылады. Қаржының дәстүрлі курсына адам қаржы қатынастарының негізгі субъектісі ретінде қатыспайды.

Мінез - құлық қаржысы бұл жеке қаржы, қаржы нарықтары және ұйымдар деңгейінде шешімдер қабылдауға психологияның қалай әсер ететіні туралы ғылым. Мінез-құлық қаржысы қаржы қатынастарының қатысушылары рационалды және нарық алауыздықтан ада дегенді білдірмейді. Зерттеушілердің пікірінше, институтционалдық орта аса маңызды. Олардың

сүйенетін ортасы қаржы құрылымының барлық элементтерінің рационалдылығын шектеу болып табылады.

Мінез - құлық қаржысы қаржы нарықтарының тиімсіздігінің себеп-салдарын зерттейді: нарықтың тиімсіздігі қайда кездеседі және олар неліктен пайда болды; жай инветорлар неге қателеседі; арбитраждар нарықтың тиімсіздігін неліктен түзете алмайды.

1.2.1. Мінез- құлық қаржысы теориясының негізі

Қаржы нарығы әрбір бағалы қағаздардың бағасы осы бағалы қағазға болашақ табыстың келтірілген құнының күтілген нәтижесіне (яғни оның фундаментальды құны) тең болғанда тиімді болып табылады. 1978 жылы Дженсен қаржы нарығының тиімділігін эмпирикалық жақсы дәлелденген фактісі деп атады.

Қаржы нарығы тиімділігінің бірнеше формасы бар.

Нарық тиімділігінің әлсіз формасы немесе кездейсоқ адасу гипотезасы: оның өткен табыстылығы туралы ақпаратты қолданып, акцияның табыстылығы болжанбайды. Шынында, акцияның табыстылығының уақыттық катырында қандай да бір заңдылықты табу мүмкін емес, алайда “жоғары әсерлесу” феномені кездейсоқ адасу гипотезасына қарама- қайшы. Сондықтан да нарық әлсіз формада да тиімсіз болады.

Қаржы нарығы тиімділігінің орташа- әлсіз формасы: акцияның табыстылығы кез-келген жалпыға мәлім ақпараттар негізінде де болжанбайды. Алайда Фама және Френч баланстық құнның компания акциясының нарықтық құнына қатынасын пайдаланып қызықты эмпирикалық заңдылықты анықтады [34].

Қаржы нарығы тиімділігінің күшті формасы: акцияның табыстылығы болжанбайды, сондықтан инсайдерлік ақпаратты пайдалану да пайда әкелмеуі қажет. Алайда, жұмыс жасайтын компания туралы ақпараты бар инсайдерлер нарықта жоғары пайда ала алады.

Осылайша, қаржы нарықтары әрқашан тиімді болып табылмайды. Нарықтың тиімділігінің нәтижесі жадының жоқ болуы, сондықтан қаржы нарығының шын мәнісінде жадысы бар деген қорытынды жасауға болады.

Бұл ғылымның 1970 жылдардан бастап дамығандығын ескерсек, қазіргі уақытта ғалымдар көп нәрсеге қол жеткізіп, жаңа теория- мінез-құлық қаржысы теориясын құрды. Олардың алған нәтижелерін келесі үш сыныпқа бөлуге болады:

1. мінез-құлық ауытқуын сипаттау (алдын-ала белгілі қателер, мәселен пайымдаудағы өз-өзіне сенушілік, қалауын шынайы ретінде қабылдау, мінез-құлықтық болжамсыздық және т.б.);
2. әлемдік нарықтағы қаржы активтеріне алып-сатарлық баға серпіні;
3. шешімдердің нәтижелерін қалыптастыратын шешім қабылдау үрдісін негіздеу әрқашан рационалды болмайды.

Бұл сызба мінез-құлық қаржысының негізін қалайды. Мінез-құлық қаржысы теориясы индивидуум мінез-құлқында үш негізгі блоктан құралады:

1. Ойлау ішкі шешімдер немесе білім ретінде;
2. Мінез-құлықтық қалау;
3. Арбитраж шектеуі.

Бірінші блокты қарастырайық. Инвестордың ойы қоржынды басқаруда шешім қабылдауға алып келеді. Қателік индивид деңгейінде де жалпы нарық деңгейінде де болады. Психология көрсеткендей, адамдарды сендіру көп жағдайда қате. Көп жағдайда мәселенің қайнар көзі таным болып табылады. Яғни, бұл мәселе- адамдар қалай ойлатындығы туралы қызмет.

Неғұрлым маңызды факті әдетте адам өз білімі мен іскерлігіне қатысты менменшілікке бой алдырады. Бұл фактінің көптеген салдары бар. Мысалы, менменшілік инвесторлардың тәуекелді дұрыс бағаламауына немесе нарықты және оның заңдарын алдауда өз мүмкіндіктерін артық бағалауға алып келеді. Инвесторлар өзіне аса сенгендіктен және қабылданатын шешімдер үшін жауапкершіліктің қосылуынан теріс зардабын тартады, яғни адамдар жеңісті өзінің дағдыларына жатқызса, ал кінәны жолы болмаушылыққа жатқызады.

Ойлаудың (ішкі шешімдер қабылдау) маңыздылығы туралы айтыс шеңберінде адамның психологиялық ерекшеліктерінде басқа маңызды идея қандай да фактіні құптау акцентін араластыруға бейім. Бұл адамдар олардың көз-қарастарын дәлелдейтін дәлелдемелерді көре алады және қарама-қайшы айғақтарға көңіл бөлмейді. Адам бұндай акценттерді араластыруға бейім, уақыт өте келе қолда бар ақпараттарға сәйкес ол ахуалды объективті бағалауға мүмкіншілігі болмайды. Бұл мәселенің түп тамыры жаңа білім мен ақпараттарды жекеше қабылдауда жатыр. Адамдар ойдың шынайы бейнесіне неғұрлым жақын пікірлерді түсініп, келіседі, себебі бұл уақытта концептуализация жеңіл өтеді.

Мысалы, тәуекелді қабылдамау шарасына негізделген орташа квадраттық ауытқу сияқты тәуекелді талдау өлшемі ықтималдылықпен анықсыздық ойынына қарағанда бұл тұжырымдаманы немесе ахуалды шынайы қабылдауға жақын. Бірдей ақпаратты қабылдау нәтижесі түрлі адамдарда (өзі туралы және қоршаған орта туралы ойладрдың түрлі болуы) әр түрлі.

Келесі блок адамдардың көпшілігі тәуекелге төзімділікпен байланысты белгілі бір жағдайда бірдей әрекет етуге биім екендігін түсіндіреді. Көптеген психологиялық тесттер көрсеткендей, адамдар азға қарағанда көпті қалайды, қалыпты баламаға қарағанда қаржы тәуекелімен басқарылатын ойындарды қалайды (бұл мүмкін болатын жеңіс өте жоғары өте тәуекелді ойындар).

Сонымен қатар, бұл жағдайда, яғни нақты қаржы шешімдерінің ішінде маңызды аспекті болып тәуекел - қалау әрбір жекелеген өнім (тауар, қызметтер) немесе қаржы таңдауына ғана емес бұл балама басқа да бар нұсқаларға жататындығы табылады. Бұл нұсқалар өз-өздерімен емес, басқа да ұсыныстармен салыстырыла отырып бағаланады және инвестордың тәуекел - қалауы объективті емес және қол жетімді нұсқаларға байланысты екендігін білдіреді. Адамның табиғаты тәуекелдің аздан көпке дейінгі деңгей бойынша

орналасқан үш нұсқаның арасынан ол орташасын таңдауа бейім екендігін көрсетеді. Бұл егер қалыпты экономикалық және қаржылық критерийлермен салыстырсақ шешім қабылдаудың рационалды еместігін білдіреді.

Инвестордың қалауы мінез-құлық қаржысы үлгісінің екінші маңызды элементі болып табылады. Осыған байланысты мінез- құлық ерекшеліктеріне негізделген қалауды зерттейтін бірнеше ғылыми теориялар бар. Олардың ішіндегі неғұрлым танымалы - бұл адамдар қалайша күтілетін пайдалылық теориясының аксиомасын жүйелі түрде бұзатынын сипаттауға жасақталған болашақ теориясы. Мінез- құлықтық қалау күтілетін пайдалылық теориясы қағидаларына сәйкес келмейтін тәуекел мен табыстылыққа қатысты саланы қамтиды. Келешекті теорияның күтілетін пайдалылық теориясынан ерекшелігі ықтималдылық шешім қабылдау көлеміне байланысты өзгеріп отырады және келешекті теорияның пайдалылық қызметінің мәні соңғы байлыққа емес, пайда мен шығынға байланысты анықталады. Мінез- құлықтық қалаудың басқа да ғылыми теориясы: үрдіс теориясының өзгерісі, өкіну теориясы, күйзелу теориясы және өзін-өзі бақылау теориясы атауларымен белгілі [14].

Шығынды болдырмау бұл инвестордың залалға ұшырағысы келмеуі. Адамдар бір көлемдегі шығынның мөлшерін игілікке қарағанда екі есе артық бағалайды. Неоклассикалық теория ұсынатындардан ерекшелігі шығынға ұшырағысы келмейтін инвесторлар тәуекелге дұрыс карамауы мүмкін. Олар қолда бар байлықты қорғау мақсатында тәуелді болдырмауды қалайды, алайда бұлтартпас шығындардан қорғану үшін тәуекелді қабылдайды. Басқаша айтқанда, олар бұлтартпас шығындармен немесе шығынсыздық нүктесі болашағын ашық қалдыратын өте тәуекелді ойынмен (рулетка) кездеседі, көптеген адамдар күтілетін ұтыс ұлтартпас шығындардан аз болса да рулетканы таңдайды.

Арбитражды шектеулер деп аталатын үшінші блок келесідей түсіндіріледі. Неоклассикалық қаржы теориясында рационалды ақпарат алған трейдерлер бағаны тиімді ету үшін иррационалды трейдерлердің (іргелі талдау негізінде емес эмоция әсерінен шешім қабылдайтын бір жақты пікірі бар саудагерлер немесе шуыл трейдерлері) мінез- құлықты сәйкессіздігін пайдаланды. Мінез-құлық қаржысын жақтаушылар арбитраж үрдісіне шектеулер бар және нәтижесінде бағалар тиімсіз болмауы керек деп есептейді.

Ақырында, шектеулі арбитраж активтерді мінез-құлықтық бағалауда маңызды рөл атқарады. Нақтырақ айтқанда, қазіргі қаржының негізгі қағидалары болып арбитражерлердің (арбитраждық операциялармен айналысатын тұлғалар) күштерінің бағасы олардың шынайы іргелі құндарымен сәйкестігі табылады. Дегенмен зерттеулер толық арбитражды жүзеге асыру мүмкін, болжамға сәйкес келмейтін қаржы нарығының бірқатар құбылыстарын көрсетті. Осы себептен активтерді мінез-құлықтық бағалау арбитраждар оларды бағаламау әрекетінде кездесетін шектеулерге назар аударады. Нарықтар жедел шығындар, салықтар, маржиналдық төлемдер және т.б үнемі кездесіп тұрады. Осылайша, иррационалдық трейдерлердің іс- әрекеті баға тиімсіздігінің себебіне айналады. Арбитраж нәтижесі қалайша тәуекелді болып табылады.

Шефрин активтерді (қоржынды) ең жоғары шамаға келтіру жолында мінез-құлықтық кедергіні зерттеуге арналған бірнеше ғылыми жұмыстарды жариялады. «Мінез-құлықтық корпоративтік қаржы» атты зерттеуінде ол алдымен, шешім қабылдау үрдісінде адам мінез-құلقىның түрлі аспектілерін психологиялық түрде түсіндіруге тырысады. Ғалым инвестициялық қызметтің қатысушысы екі маңызды мінез-құлықтық кедергіні сезінуі керек деп есептейді. Бір жағынан, менеджерлер қабылдаудың және эмоционалдық әсердің жетіспеушілігінен қателікке ұрынады. Бұл мінез-құлықтық ерекшеліктермен байланысты ішкі корпоративтік кедергілерді мінез-құлықтық шығындар (жоғалтулар) деп те атайды. Екінші жағынан, компанияға қатысты сыртқы мінез-құлықтық тосқауылдар да болады [35].

Көптеген жағдайда мінез-құлықтық теріс пікір экономикалық және қаржылық ынтадан басым болуы мүмкін. Бұл құбылыс барлық компания үшін басқа үлкен мәселенің бар екендігін еске түсіреді. Ол тұтыну мен артықшылыққа байланысты дәстүрлі агенттік мәселе деп аталады. Компания басшылығының жоғары буыны-шешім қабылдауда басымдылықтары бар адамдар инвестициялық шешімдерді басқаруда қауіпті тенденциялар мен экономикалық белгілерді елемейді. Бұл олар белгілі бір мінез-құлыққа, атап айтқанда өз-өзіне сенімділік, жоғалтуды қабылдамауға бейімделгендіктен болады. Көп жағдайда бұл мінез-құлықтық кедергілер айқын көрініп тұрады.

Алайда, бұл мәселе тек корпоративтік қаржыға ғана қатысты емес. Жеке инвесторлар және басқада өз клиенттерінің активтерін басқаруға жауапты қаржы мамандандары немесе қаржы кеңесшілері ішкі мінез-құлық әдеттеріне бейім болып келеді.

Шефрин тағы бір психологиялық құбылыс –шешім қабылдаудағы топтық мінез-құлық әсерін тауып, зерттеді. Экономика және қаржы саласының үздік мамандары осы әсерді зерттеп, бірнеше қызықты деректерді анықтады. Бұл жердегі маңызды сұрақтардың бірі - топтық мінез-құлық индивидуум бейім когнитивтік қателерді күшейтетін немесе әлсірететін фактор болып табылады ма? Зерттеушілер топ жеке қателерді күшейтетінін анықтады. Бөлімде (ұжымда) қызмет атқаратын аға менеджерлер нәтижесі күмәнді болуы мүмкін жобаға өз инвестицияларын өсіруге неғұрлым бейім тұрады.

Кедергілердің екінші тобы – сыртқы кедергілер жағдайында біз басқа инвесторлар мен талдаушылардың мінез-құлықтарын зерттеумен айналысамыз. Олардың қателері активтердің бастапқы құны мен оның нарықтық бағасының арасындағы айырмашылықты қалыптастырады. Менеджерлер уақыт өткен сайын талдаушылар мен инвесторлардың қателері олардың инвестициялық шешім қабылдаудағы жаңсақтықтарының факторларына айналатынына өздерін сендіре бастайды.

Екі тип те нәтижесінде иррационалдық шешімдерді тудыратынына қарамастан, мінез-құлықтық түсінбеушілікті екі категорияға: когнитивтік және эмоционалдық деп бөлуге болады. Когнитивтік бұрмалау қате қабылдаудан шығатындықтан, неғұрлым толық ақпарат және кеңес, алайда, бұл қатені дұрыстауы мүмкін. Бір жағынан, өкіну және жоғалтуды болдырмауға ұмтылу

сияқты эмоционалдық түсінбеушілік саналы ойдан емес, импульсивтік ниетпен немесе интуиция негізінде болғандықтан оларды түзету мүмкін емес. Психологиялық фактор мен трейдингтік белсенділіктің арасындағы мүмкін болатын кейбір байланыстар зерттелді. Ақшалай пайда мен залалға эмоционалдық әсер неғұрлым интенсивті субъектілер басқа трейдерлерге қарағанда сауда қызметтерінің нәтижелері өте нашар екендігі анықталды.

Когнитивтік жетіспеушілік және эмоционалдық әсер сияқты менеджерлердің қателерінің себебі нарық және бағалар неге тиімсіз екендігінің себебі болуы мүмкін, себебі нарық- бұл адами факторлардан тұратын жүйе. Сонымен қатар, егер нарықтың маңызды элементтері- инвесторлар мен талдаушылар және олар белгілі- бір түрде әрекет етуге бейім болса, онда нарық оның барлық қатысушыларының әсері сияқты жадыға ие болады. Аймақтық нарықтар өзіндік мінез-құлықтық сипаттары бар әр түрлі динамикалық субъектілерден тұрады. Активтермен сауда жасайтын адамдардың сипатты ерекшеліктері нарықтың бағасы мен тиімділік деңгейін айқындайды.

Экономистер нарықтың жады бар ма, жоқ па деп дауласады. Олардың кейбіреулері нарықтың жады жоқ - акцияның бұрынғы бағасы олардың болашақтағы іс - әрекетін көрсетпейді деп есептейді. Басқалары тәжірибелік мысалдары арқылы олардың жады бар екендігін дәлелдейді. Сонымен қатар, инвесторлар нарықтың өткен динамикасы туралы ақпаратқа сүйеніп әрекет етеді. Бұл мәселені нарықта акцияны (IPO) алғашқы орналастыру мысалында қарастыруға болады. IPO тиімді нарық гипотезасымен сәйкес келмейтін нарықтың жадын тартатын үш мінез - құлық сипатынан тұратындығына байланысты дау туындаған:

1. Қызған нарық;
2. Алғашқы бағаламаушылық;
3. Ұзақ мерзімдік қанағаттанбаушылық.

Құнды ең жоғары шамаға келтіру мақсаты үшін маңызды фактор болып мінез-құлықтық индукцияланған кедергі табылады. Бір жағынан объективті түрде инвестициялауға қатысты тәуекелден құтыла алмаймыз, бірақ психологиялық индукцияланған қателерді тиімді жұмсарту жолында өзіміздің мінез-құлықтық әдетіміз - кедергілер туралы көбірек білуге ұмтылуымыз қажет, екінші жағынан, қаржылық қоршаған ортаның иррационалдық мінез-құлқын ескеруіміз қажет.

Қаржылық тұрғыда бұл экономистерге қаржылық мінез-құлыққа қатысты адами сананың ішкі ерекшеліктерін түсінуге мүмкіндік береді. Бұл білім қаржылық қоржынның жаңа әдістері мен оңтайландыру үлгілерін жасақтауға көмектеседі.

Математикалық үлгі және бағдарламалық қамсыздандыру оны қолданушымен бірлесе әрекет етпесе тиімді жұмыс атқара алмайды. Бұл есептеу бағдарламалары қаржылық сауаттылық пен адамның мінез-құлқы себебі кешенінің бір бөлігі ретіндегі инвестордың тәуекелді қабылдауын есепке алуы керек. Бұл жағдайда адамның қажеттілігіне сәйкес қаржы өнімдері мен

қызметтерін жобалайтын және жүйенің әл-әуқатын және жалпы өнімділігін оңтайландыратын пән- «қаржы эргономикасы» талап етіледі.

Адамдардың қаржылық мінез-құлқы қаржы білімімен байланысты. Осыған байланысты қаржы білімі екі аспектіден, объективті білім және субъективті білімнен тұрады. Объективті білім қаржы ақпаратын тиімді талқылау арқылы алынған білімді қолдана отырып алу, ал субъективті білім инвесторлар не білетіндеріне байланысты. Екінші түрі біріншісінің алдын- ала бағаланған интерпретациясы, шешім қабылдау үрдісінде айқындала түседі.

Тәуекелді қабылдау - бұл адамдардың қаржылық мінез-құлқының маңызды аспектісі. Бұл деңгей көптеген факторларға, атап айтқанда жасы, білімі, табысы, байлығы және мінезіне байланысты. Мысалы, көптеген зерттеулер көрсеткендей, инвесторлар сезімге көп көңіл бөледі, тәуекелді мінез-құлыққа төзімділіктері төмен, ал ойлауға көңіл бөлетін инвесторлар тәуекелдік мінез-құлыққа төзімділігі деңгейі неғұрлым жоғары болады.

Сонымен қатар, гендерлік айырмашылық тәуекелмен байланысты шешім қабылдауда сенімділік деңгейіне әсер етеді. Осылайша, зерттеулер көрсеткендей, әйел-инвесторлар ер адамдарға қарағанда инвестициялауда аз хабардар болудан және сенімсіздіктен тиімсіз қаржы мінез-құлқының қауіптілігімен жиі ұшырасады.

Бірақ, жанама тиімділігіне жүргізілген тесттілеудің көмегімен объективті білімнің неғұрлым жоғары деңгейі субъективті білімді күшейтеді және сонымен қатар тәуекелді қабылдау деңгейін жоғарлатады. Басқаша айтқанда, ақпаратты өңдеу үрдісінде өзіне деген сенімділікті көрсететін субъективті білім инвестордың тәуекелді қабылдауының маңызды факторларының бірі болуы мүмкін. Бұл нәтижелер Шефрин ұсынған теориямен сәйкес келмейді, себебі ол шешім қабылдау үрдісінде жеке мүмкіндіктерді бағалауда өте мұқият болуға үлкен мән береді. Біз бұл екі көзқарастың да дұрыс екендігіне сүйенеміз, ал өзіне деген сенімділік деңгейі әлеуетті пайда мен жоғалтудың көлеміне және осы уақытта қойылған мақсаттың маңыздылығына байланысты.

Объективті, субъективті білім және инвестордың тәуекелді қабылдауы арасындағы жоғары корреляция туралы идеяның шығуы салдарынан объективті ақпаратты субъективті қабылдаудың да мәні бар екендігіне көз жеткізуге болады. Бір жағынан адамдар дұрыс қаржы мәліметтеріне бірдей қол жетімділікке ие. Екінші жағынан, бұл ақпараттарды олардың сезінуі әр түрлі болуы мүмкін. Сондықтан бірдей жағдайдағы басқару нәтижесі әр түрлі болады. Тәуекелді түсіну, тәуекелге көзқарас және инвесторлардың қаржы шешімдері көп жағдайда сәйкес келмейді. Қаржы білімдері жүйесінің концепциясы ақпарат қалай берілгендігіне байланысты болады.

Көптеген сынақтар көрсеткендей, тәуекелдің ең салмақты факторлары салынған ақшаның өте үлкен жоғалтуларының болашағымен, инвестиция ағынын бақылауды жоғалтуды сезінумен және сатып алынған активтер бағасының өспеу ықтималдылығымен байланысты, осылайша жоспарланған пайда алынбайды. Қаржы қатынастарының қатысушыларына ақпараттарды беру тәсілдерінің маңыздылығына және оның инвестордың шешім қабылдауға

әсеріне қарай адамның тәуекелді сезінуін ескеретін инвестицияларды басқарудың дәлме-дәл жүйесінің құруылуы мүмкін. Мысалы, қаржы кеңесшілері мен оңтайландырылған үлгілердің арқасында дәстүрліге қарағанда бұл жүйені пайдалану неғұрлым тиімді болуы мүмкін.

1.2.2. Мінез-құлықтық қаржы тәжірибесі тұрғысынан инвестициялық шешімдерді қабылдау мәселелері

Қазіргі қаржылар – тәжірибемен расталмаған теориялардың жиынтығы және қазіргі бар теориялармен түсіндірілмейтін тәжірибе. Таза келтірілген құнның ережесі, инвестициялаудың іргелі теориясы, тиімді қор нарықтарының теориясы, қоржындық инвестициялаудың қазіргі теориясы, САРМ үлгісі, қосылу және жұтылудың синергиялық теориясы – тәжірибелік мәні күннен - күнге неғұрлым салмақты қауіп-қатерлерді төндіретін бұл теориялардың бірнешеуі ғана.

Қаржы нарықтарындағы сауда айналымы бүгінгі күні бұрынғысынша миллиардтаған долларлармен есептеледі, эксперттер капиталды басқару облысындағы басқарушы компаниялар өзінің клиенттерінің сенімін қайта қалпына келтіруге ұмтыла отырып, өзінің жұмысында мінез-құлықтық қаржы тұжырымдамасын пайдалануға белсенді түрде жүгінеді деп сендіреді.

Мұның дәлелі ретінде Merrill Lynch, Northern Trust және JR Morgan Chase бірнеше көшбасшы әлемдік қаржылық институттары бүгінгі күні өздерінің күнделікті бизнесінде мінез-құлықтық қаржы стратегиясын белсенді енгізуде, дей тұрғанмен олар әртүрлі орындауда.

Әлемдік қаржылық қауымдастықтың мүшелері барлық деңгейде көзқарастары бойынша үйлеседі, өткен дағдарыстың терең ізденістерінің бірі болып сомасы 1 миллион доллардан жоғары инвестициялық активтерге ие инвесторлармен шешім қабылдау процесінде әртүрлі «сезімталдық факторлары» мәнінің артуы табылады.

1970 және 1980 жылдары Амос Тверски, Дэниел Канеман, Ричард Тейер және Мейр Статман бар теоритик-ғалымдармен жасақталған мінез-құлық теорияларының қаржылары қоржындық инвестициялаудың қазіргі теориясы тұрғысынан белгілі бір уақытта психология және сезімталдық инвесторларды иррационалды ұстауға мәжбүрлейтін постулаттардан құралған.

Бүгінгі таңда инвестициялық үрдісте мінез-құлық қаржысын пайдалану кең қолдану клиенттік қызмет көрсетуді жеткізудің үлгісі мен платформасына нақты әсер ете бастаған кезде бұл тұжырымдама дами бастады. Жеке байлық менеджменті саласының басқарушы компаниялары өздерінің инвестициялық стратегияларына мінез-құлық қаржысы тұжырымдамасын енгізе отырып, нарықта бәсекелестік артықшылыққа ие болуы мүмкін, себебі бұл қоржынды басқару сапасын және тәуекелді бағалау үлгісін жақсартып, олардың мүмкіндіктерін кеңейтеді.

Мінез-құлықтық қаржысына қызығушылықтың артуы инвестициялық қоржын құрылымын қалыптастыруға көзқарастарды ауыстыру парадигмасы ретінде бағалау қажет. Мінез-құлықтық қаржысы қазіргі инвестициялық

қоржын теорияларының жетіспеушіліктері мен сәйкессіздіктерін жасырады, инвестициялық қоржында активтерді орналастырудың әсерлі үлгісін құру мүмкіндігін аша отырып, шынайы әлемде шынайы клиент қатынасында пайдаланылады.

Зерттеу көрсеткендей жаһандық қаржы нарығы қозғалысы қазіргі инвестициялық қоржын теориясынан жаңа мақсатты жоспарлау дәуір бағытындағы дамудың стратегиялық аймағында орналасқан.

Инвесторлар өзінің инвестициялық қызметінен зиян шегу тәуекелін қолданымды ретінде қабылдайтын «жоғалтуларды қабылдамау» (loss aversion) тұжырымдамасы жаңа парадигмаға көшудің маңызды құрамы ретінде есептеледі.

Бағалы қағаздар нарығында бұл тұжырым базасында қаржылық қоржынды оңтайландырудың мінез-құлық үлгісінің үлкен бөлігі құрылады.

Мінез-құлықтық қаржы нарығының психологиясын есепке ала отырып табыстылық пен тәуекел арасындағы пропорционалды тәуекелділіктен шығатын қазіргі инвестициялық қоржын теориясынан айырмашылығы инвестициялық пайда және тәуекел деңгейінің мөлшері арасындағы асимметрияның болуын анықтайды. «Жоғалтуларды қабылдамау» есепке алынса, үлгілер сенімді түрде пайдалана бастайды.

Нарықтың иррационалды мінез-құлқының көп бөлігі болып осы және басқа бағалы қағаздарға қатысты инвесторлардың жеткіліксіз немесе шамадан тыс әсерлесудің салдары табылады. Бұл идея талдаушы немесе жеке инвестордың жеткіліксіз немесе артық әсерлесу иррационалды болып, олар нарыққа «қарсы» әрекет ете отырып, «аномалогия құнын» пайдалану үшін осы активті сатып алатын немесе сататын қорытындыға келуімен жұмыс жасайды.

Шамадан тыс әсерлесудің мысалы ретінде Deepwater Horizon терең сулы кеңістіктегі апат және Мексикалық бұғаздағы мұнайдың құйылуынан кейін Britist Petroleum-мен байланысты компанияның акцияны жаппай сату және нарықтық капитализациясының күшті түсуі бола алады.

«Шуға» негізделген қор нарығындағы сауда өз уақытылы және сенімді ақпараттарға негізделген саудаға қарсы қойылады. Егер нарық қатысушылары өз қызметтерінде тексерілмеген мәліметтер мен сыбыстардан шыға отырып «эксперттердің» кеңесін пайдаланады, егер мұндай болып табылмаса, онда олар – «шулы трейдерлер». Олар нақты мәліметтерге ие болмай «шуды» ақпараттар ретінде пайдаланатын немесе Блэктің айтуы бойынша мінез-құлықтары ұтымсыз рационалды емес болып табылатын «саудаласу ұнайтындар» сауда мәмілелерін жүзеге асырады. Нарықта «шу саудасы» элементінің болуы нарықтың әрекет етуіне және сауда мәмілелерін жүзеге асыруға мүмкіндік беруге себепші болады. Егер нарықтық бағалар адекваттық ақпараттың қорытындысы болып табылса, нарықта қосымша пайда алуға мүмкіндік болмай, сауда өзінің мәнін жоғалтар еді [36], [37].

Осы теорияға сәйкес нарықта міндетті түрде «ақпараттық трейдерлер» деп аталатын ұтымды қатысушылар болу керек. Нарықты толығымен алғанда «шу трейдерлері» шығында қалып, «ақпараттық трейдерлер» табыс алады.

Соңғысы өзінің қызметінде «шудың» мінез-құлқын есепке алады, нарықтың нерационалды қатысушыларының көп бөлігі «ақпараттық трейдерлермен» саудаласады.

Шулық сауда теориясын ұсыну классикалық қаржының барлық маңызды теорияларына қайшы келеді. Алайда нарықтағы мінез-құлықты болжау мүмкін болмаса да, оның шеңберіне қор тәжірибесі және нарықтағы барлық жағдайлар кіреді.

Қоржындағы активтерді бөлудің дәстүрлі міндеттерінде тәуекелді қабылдау деңгейі, шектеулер мен қаржылық мақсаттар бір-ақ рет белгіленеді, нәтижесі mean-variance оңтайландыруы арқылы беріледі. Өкінішке орай, бұл тәсіл мінез-құлық ауытқуларына сезімтал инвесторлар үшін талаптарға жауап бермейді. Мысалы, нарықтағы алып-сатарлық іс-әрекеттерге және ұзақ мерзімдік инвестициялық жоспарлардың шығындылығына байланысты жеке инвесторлар қоржынды қайта қарауы мүмкін. Бұл активтерді қолма-қол ақшаға ерте аудару моментумның (ағымдағы баға мен п өткен кезең арасындағы қатынас немесе айырма арқылы есептелетін қарапайым техникалық индикатор) себебін көрсетуі мүмкін.

Эмоционалдық қате түсінік туралы айтқанда эмпирикалық зерттеулер егер пайда мәселесі қозғалған кезде инвестор тәуекелге бейім еместігін көрсетті, алайда, баламалар жоғалтулардан тұрғанда инвесторлар өте тәуекелшіл болып кетеді (инвестор мінез- құлқындағы пайда мен жоғалтуларды қабылдаудың асимметриясы). Сонымен қатар, активтердің кең тандауы кезінде адамдар мөлшері бірдей пайданы тартуға қарағанда жоғалтуларға бейімділігі неғұрлым аз болады. Жоғалтуды қабылдамау- қаржы және экономикалық талдауға бейімделген психологиялық тұжырымдама және қазір ол келешекті теорияның негізін көрсетеді. Қаржы теориясындағы жеке мінез-құлықтың басты парадигмасы соңғы уақытта көптеген қателердің әсерінен сынға ұшыраған күтілетін пайдалылық пен тәуекелді қабылдамауды максимизациялау постулаттарына негізделген. Практикалық психология классикалық теория көрсететін болжанатын таңдаудан адамдар жүйелі түрде ауытқиды, себебі индивидуумдар нақты фактілерді қабылдауда біржақты пікірді ұстанады.

АҚШ және Канада нарықтарында жүргізілген зерттеулер негізінде шетелдік ғалымдар трейдердің кәсіби психологиялық сапасы мен оның кәсіби қызметінің табыстылығы арасындағы статистикалық сенімді корреляциялық байланысты бекітті [38]. Осы теорияға сәйкес нарықта табыстылық кепілі болып потенциалды инвесторда төрт сипаттың бары есептеледі:

- Нарықты өзіне бағындыру ынтасының болмауы және оны бақылау;
- Инвестор өзіне қабылдай алатын және болмай қоймайтын салдарсыз тәуекелге бара алатын капиталдың шекті мәнін жеке «тәуекел бөгеуін» -яғни тәуекел мөлшерінің шекті мәнін сезіну қабілеттілігі;
- Жайлы психологиялық зонадан тыс әрекет ету қабілеттілігі, яғни инвестор алғашында ойластырылғандай жағдай орын алмасада нақты шешімдер қабылдау;
- Қабылдау және жады іріктеуін есепке алу қабілеттілігі;

- Өзінде болатын күйзеліс жағдайын анықтау қабілеттілігі және жеке эмоция мен уайымнан арылып, ойластырылмаған іс-әрекетке қарсы қорғаныс механизмін қалыптастыру;
- Инвесторда адекватты өзін-өзі бағалаудың болуы;
- Жағымсыз икемділік және бейімділіктің әсерін есепке алу қабілеттілігі;
- Нақты қаржы құралдарына психологиялық бейімділіктен аулақ болу қабілеттілігі;
- Қас-қағымдық пайдадан ұзақ мерзімді болашақтағы пайда үшін бас тарту қабілеттілігі;
- Төзімділік пен сабырлылық таныту;
- Қор нарығындағы жағдайлардың (кейде қарама-қайшы) түрлі үлгілерін жоспарлау қабілеттілігі;
- Мақсатқа ден қойып, үнемі қабылданған шешімдер негізінде әрекет ету қабілеттілігі;
- Психологиялық жүктемені болдырмау мақсатында өте көп ақпаратпен жұмыс істеуге машықтану;
- Трейдингтен психологиялық тәуелділіктің болмауы.

Бұл аталғандар нарықтағы оңтайлы мінез құлықтан ауытқу тудыратын сезімталдық факторлар мен ақпаратты қабылдаудағы қателердің теріс нәтижесін жеңіп шығуға мүмкіндік береді.

Таңдауы келешек теориясымен сәйкес келетін инвесторлар қалыптастырған қоржындық сәйкесінше күтілетін пайдалылық немесе қазіргі қоржын теориясын таңдаған рационалды инвесторлардың қоржынынан нақты түрде ерекшелігі болады. Жалпы алғанда мінез құлық қоржыны сенімді бағалы қағаздарды тәуекелі өте жоғары бағалы қағаздармен ұштастыра алатындығымен сипатталады. Сонымен қатар бұл қоржын өте жақсы әртараптандырылған. Бұл жағдайда қоржындық таңдау мәселесінің оңтайлы шешімі инвесторларға олардың неғұрлым жоғары мүддесін қанағаттандыратын шешім қабылдауға итермелеуі қажет. Бұл тіпті егер бұндай көзқарас тәуекелдің берілген деңгейінде күтілетін қаржылық нәтижелерді өсірмесе де инвестордың шынайы ұйғарымды мен ойлау қалпына (сезімталдық биімділігіне) сәйкес келетін қоржындық таңдаудың нұсқамасы немесе тәртібі болуы қажет. Басқаша айтқанда, тәжірибеде инвестицияны тиімді бөлу инвестор жайлы жүзеге асыра алатын жете бағаланбаған ұзақ мерзімді бағдарлама арқылы жасалуы мүмкін. Mean-variance оңтайландыру бойынша мінез-құлық инвесторы ықтималды үстемді қоржынды таңдайды. Бұл жеке инвестор түрлі сезімдер бойынша ұтымсыз деген сөз емес: адамдар үшін өздерінің сезімталдық әсерлерін болжау иррационалды болып табылмайды және шешім қабылдау процесінде оны пайдаланады, өз шешімін артықшылықтары мен мақсатына сәйкес қабылдайды. Сонымен қатар, қоржындық менеджерлер қаржы активтерін сатып алу туралы шешім қабылдау процесінде бұл мінез - құлық бейімділігін қиыстыру үшін қажетті ұсыныстардың жетіспеушілігін сезінеді.

Сондай-ақ қоржынды басқарушылар қаржыны активтерге орналастыру үрдісінде бұл бейімділікті біріктіруге қажетті қазіргі әдістемесінің

жетіспеушілігіне шағым айтады. Бұл мәселені біз қаржы қоржынын таңдауда жаңа қадамдар іздеу үшін активтерді орналастыруда алдын ала болжау арқылы тиімді шешім қабылдауға кедергі болатын клиенттердің табиғи іс әрекетерін тыюы қажет, немесе клиенттер инвестициялау бағдарламасын өздері үшін жағымды қолдай алатындай клиенттік бейімділікті икемдейтін активтерді бөлу стратегиясын құруы қажет басқарушыларға жолдаймыз.

Жалпы айтқанда, келешекті теория және оның кейінгі нұсқасы- келешекті кумулятивтік теория - артықшылықтың жеке тәуекелі жүйесінде төрт жаңа тұжырымдамаға негізделеді. Біріншісі, инвесторлар активтерін соңғы байлыққа (ментальды есепке) емес, ұтыстар мен жоғалтуларға сәйкес бағалайды. Екіншісі, индивидуумдар ұтыстарға қарағанда (жоғалтуларды болдырмау үшін) жоғалтуларға аз көңіл бөледі. Үшіншісі, индивидуумдар жоғалтулар төңірегінде тәуекелге неғұрлым назар аударады және ұтыстар төңірегінде тәуекелден қашады (артықшылықты тәуекел асимметриясы). Соңғысы, индивидуумдар таңдаудың нақты ахуалын қалыптастыратын тәуекелге байланысты төмен тәуекелдер артық бағаланатындай, ал жоғары тәуекел жете бағаланбайтындай оларды өзгерте отырып, шекті тәуекелді өлшейді (өлшенген ықтималдылық қызметі) [14].

Қаржылық әдебиетте соңғы кезеңдерде инвесторлардың тәуекелді қабылдауда алдыңғы нәтиженің әсеріне қатысты алынған нәтижелер қақтығысы пайда болады. Жоғалтуларды болдырмау әсерін есептеу таңғы плюсте сауда жасайтын трейдерлер өз позицияларын шығынға ұшырамау үшін, күндізгі тәуекелді сезініп қысқартады, осылайша өз ұтыстарын кепілдендіретіндігін алдын ала болжайды [39]. Инвесторлар сату бағасынан төмен саудаланатын (жеңілгендер) акциялардан гөрі сату бағасынан жоғары саудаланатын акцияларын сатуға дайын (жеңімпаздар) [40]. Бұл құбылыс орналастыру әсері деп аталады. Екі жұмыс та бұл мінез құлықты жоғалтудан кейін тәуекелге теріс қарым-қатынас қалай төмендеп және ұтыстан кейін қалай өсетіндігін сипаттайды. Бұл алдыңғы мінез-құлықтың келешекті теориясына негізделетінінің, және әсіресе, индивидуумдар жоғалтулар кезеңінде тәуекелдерді іздейді және ұтыстар кезеңінде тәуекелге көңіл аудармайтындығының (артықшылықты тәуекел асимметриясы) стандартты түсініктемесі болып табылады.

Жоғарыдағы келтірілген ойларды пайдалана отырып, мінез-құлық тәуекелі бар деген қорытынды жасауға болады. Бір жағынан, оның мәні адамның психологиясы мен тәуекелді жекеше қабылдауымен байланысты. Екінші жағынан бұл ерекшелік инвестиция тәуекелінің нақты деңгейіне және қаржылық нәтижелерге әсер етеді. Мінез-құлық қаржысы теориясының ұғымында «мінез-құлық тәуекелі» анықтамасын қалыптастыруға болады.

Мінез-құлық тәуекелі- инвестор мінез-құлық жүйесінің нәтижесі және күтілетін нәтижелерге қарама -қайшы келетін нарықтың жетілдірілмеуі болып табылатын анықталмаған жағдайлардың пайда болуының ықтималдылығы.

Көптеген зерттеушілердің пікірінше инвестор ұзақ мерзімді байлықты оның пайдалалығын бағалағанда азайтып, болашақты болжамай әрекет етеді.

Инвестордың алғашқы кезеңде өзінің ұтыстары мен жоғалтуларын өлшейтін негізгі нүктесі- оның алғашқы салымы болып табылады.

Марковиц үнемділігін пайдалана отырып активтерді бөлудегі тағы бір танымал мәселе инвестициялау нәтижесі активтің тәуекелі табыстылығын бағалауға және оны осы критерийлер бойынша қоржынға іріктеуге өте тәуелді. Бұл техниканы пайдаланудағы ең кең тараған мәселе- бұл күтілетін пайдада сәл айырмашылықтары бар бірдей тәуекелдегі екі активтердің арасында таңдау болған жағдайда орнын алмастыру мәселесі болып табылады. Үнемшіл инвестор активтерді өте тұрақсыз бөлуге алып келетін неғұрлым жоғары күтелетін пайдасы бар активтердің үлесіне мән береді. Бұл қатені жою үшін ғалымдар мінез-құлықтық қоржынды бөлу мәселесіндегі тәуекелді бағалаудың зияткерлік әдістемесін енгізуде.

Қазіргі зерттеулер шынайы жағдайларда қалыптастыру мүмкін емес қоржынды басқарудың классикалық үлгілерінің мәселелерін шешуге тырысады. Бұл үлгілердің негізгі кілті тәуекел және табыстылықты бағалау детерминистикалық емес, кездейсоқ екендігін ескеріп, шынайы қоржынды қалыптастыруға бағытталған. Күтілетін табысты бөлшектеудің жоқтығы олардың дисперсиясына қарағанда сыни болып табылатындығын ескеру қажет.

Нәтижесінде қоржынды оңтайландырудың дәстүрлі әдістерінде кездесетін қателерді шамамен бағалау мақсатында инвестициялық талдаушылар үшін неғұрлым ыңғайлы қоржынды таңдаудың жаңа әдісі жасақталды. Көп өлшемді қалыпты бөлуден таңдаудың жүйеленген әдістемесі (Монте Карло әдісі бойынша жасанды ету деп аталатын параметрикалық әдіс), қазіргі уақытта оңтайлы қоржынды таңдаудың қатесін бағалау мәселесін шешудің жолы болып табылады. Қайталама таңдау мен дәстүрлі тәсілді қолдану нәтижесін салыстыру арқылы соңғысының сәтті екендігі туралы қорытынды жасауға болады.

Басқа да зерттеушілер [41], [42] активтерді бөлудің бірнеше үлгілерін бағалап және қайталама таңдау әдістері негізінен жақсы нәтижелер береді деп жорамалдайды. Олар мінез-құлық бейімділігін енгізудің жаңа әдістерін және қоржынды дисперсиялық таңдауда тәуекелді шамамен бағалауды (мінез-құлықтық қайталама таңдаудың реттелетін техникасы) ұсынады. Нәтижесінде тәуекелді ассиметриялық қабылдау мінез-құлқы және тәуекелсіз мүмкіншілігі бар шығынды болдырмайтын қоржындық таңдауды бағалау үлгісі ұсынылды. Алынған мәліметтер қоржындағы өзгерістер айқындалған есеп нүктесіне және осы нүктемен ағымдағы байлықтың арасындағы ара-қатынасқа байланысты, осылайша, тәуекелді активтердің мінез-құлқына тәуелді екендігін көрсетті.

Жазылған зерттеулердің, олардың нәтижелерінің және келешекті теорияның барлық жаңа аспектілерін: менталды есеп, жоғалтуларды болдырмау, тәуекелді ассиметриялық қабылдау мінез-құлқы және ықтималдылық таразы қызметін жан-жақты қарастыру негізінде бағалы қағаздар нарығында қоржынды таңдауды үнемдеудің мінез-құлық үлгісін қалыптастыруға мүмкіндіктер пайда болды. Бұндай үлгілер мінез-құлық бейімділігінің тиімсіз құнын бағалайды және талдауда тәуекелді шамамен

бағалаудан тұратын нақтыға жақындатылған тәуекелді активтер табыстылығының есеп айырысу формасын ұсынады.

Мінез-құлық қаржысының инвестициялық стратегиялық тәжірибеде қолданылуы маңызды емес, себебі бұл тұжырымдама біздің өмірімізге біржолата еніп болды. Мінез- құлық қаржысын пайдалану осы индустрияның өсуі мен трансформациясы үшін көптеген мүмкіншіліктер тудырған жаһандық әлеуметтік- экономикалық трендке айналды. Сонымен қатар, түрлі инвестициялық процестерге және ұйымдастырушылық үлгілерге мінез-құлықтық қаржысын неғұрлым терең енгізген компаниялар стандартталған, масштабталған және тиімді жолды қолдануы қажет, әйтпесе уақытқа байланысты тұрақсыз немесе шығынды болуы мүмкін.

1.3. Келешек теориясы

Келешек теориясы (РТ) – ықтималдылық нәтижесі белгілі тәуекелмен байланысты екі балама арасындағы таңдау кезінде шешім қабылдауды сипаттайтын мінез-құлықтық экономикалық теория. Ол белгісіздік жағдайында шешім қабылдаудың сипаттама үлгісі ретінде психолог Даниел Канеман мен экономист Эймос Тверскимен жасақталып, 1979 жылы «Эконометрика» журналында жарияланды [14]. Авторлар тәуекел жағдайында адамдардың мәнерін теңестіру үшін бірқатар сынақтар жасады. Теория адамдар соңғы қаржылық нәтижеге емес әлеуетті жоғалтулар мен ұтыстың мәніне негізделіп шешім қабылдайды және адамдар эвристиканы қолдана отырып, осы жоғалтулар мен ұтыстарды бағалайды деп көрсетеді. Келешекті теорияның түпнұсқалық тұжырымдамасы екі нөлдік емес нәтижесі бар ұтыстар үшін ғана берілсе де, ол n нәтижесі үшін де жүйеленуі мүмкін. Жүйелеуді түрлі зерттеушілер қолданды (мысалы, [43], [44], [45], [46] қарау).

Түпнұсқалық РТ бойынша таңдау екі фазадан тұрады. Түзету фазасы (эдитинг) деп аталатын бірінші фаза кезінде агент нақты бір тұлға үшін нөлдік ұтысты (немесе нөлдік жоғалтуды) көрсететін бағалы қағаздар қоржыны табыстылығы үшін r_0 референттік нүктені белгілеу арқылы ұтыстар мен жоғалтулардың меншікті (субъективтік) мәнін анықтайды. Бағалау фазасы деп аталатын екінші фаза кезінде инвестор әлеуетті нәтижелерге және сәйкесті ықтималдылыққа негізделген келешек теориясы бойынша пайдалылық мәнін есептеп, жоғарғысын таңдайды.

Бұл бөлімде негізгі келешек теориясымен қатар 1992 жылы Тверски және Канеман [47] жасақтаған келешекті кумулятивтік теориясы (СРТ) деп аталатын оның қосымша нұсқасын қарастырамыз. Авторларға сәйкес СРТ тек дискреттік бөлуге ғана емес, сонымен қатар ұтыстар мен жоғалтулар үшін шешімдердің түрлі мөлшерін енгізуге мүмкіндік береді. Алайда, СРТ кейбір зерттеулер сипаттай тұрғысынан РТ сияқты пайдалы болмауы мүмкін (мысалы, [9] қарау). Бұл монографияда біз бірнеше критерийлерге сәйкес сынақтық мәліметтердің түрлі типтері үшін жақсысын анықтау мақсатында екі нұсқаның да (РТ және СРТ) жұмыс нәтижелерін зерттейміз.

(С)РТ кейбір зерттеулері сандық нәтижелерден тұратынын ескеру қажет. Бұл (С)РТ мақсатты қызметтерінің күрделілігімен байланысты есептік мәселелермен түсіндіріледі. Сондықтан қоржынды таңдау мәселелерінің қарапайым жағдайлары (2-3 жасанды құрылған активтер) тек ғылыми әдебиеттерде ғана қарастырылған. Олардың ішінде [14], [48], [49], [41], [42] бұл болашақ теориясы зерттеулері [50], [51], [52], [53], [8]. Сонымен қатар, жоғарыдағы жұмыстардың барлығы тестіленетін мәліметтерді қалыпты бөлуді болжауға негізделген. Алайда, активтерді орналастырудың көптеген мәселелері табыстылықты қалыпсыз бөлуден тұратыны белгілі, себебі қаржы активтері немесе бағалы қағаздардың баға белгілеуі ауыр «соңғылары», ассиметрия және эксцесспен сипатталады. Біздің зерттеулер осы олқылықтың орнын толтырып, нақты нарықтық жағдайларға жақын мәліметтерді қолдануды көздейді.

Келешекті кумулятивтік теориясы үшін мәліметтердің жетіспеушілігі бұл үлгіні ары қарай зерттеуді шектейді. Дәстүрлі тәсіл (мысалы, Марковиц үлгісі) мен мінез-құлық тәсілін (мысалы, РТ мен СРТ) салыстырмалы талдау жүргізу және үлгілердің қолданбалы аспектісін зерттеу мен дамытуға септігін тигізеді. 2004 жылы бұл үлгілерді салыстыруға алғашқы әрекет жасалды [42]. Негізгі мақсаты Марковиц тиімділік аймағында басқа қоржындар теориясы бойынша неғұрлым пайдалылығы бар қоржынды таңдау болды. Бұл жолға сәйкес 2012 жылы Пирву мен Шульц Марковиц тиімділік шекарасы бойынша СРТ мақсатты қызметтерін эквивалентті жоғарлату мақсатында аналитикалық шешімдерді бекітетін нәтижелерді ұсынды [8]. Біздің жұмыста үлгілеу мен жасанды ету тестілеу мәліметтерінің түрлі типтерін қолдана отырып, екі тәсілді бір - бірінен тәуелсіз салыстырамыз.

Ары қарай түбегейлілікке шектеумен және шектеусіз СРТ және РТ математикалық үлгілерін жасақтаймыз.

1.3.1. Келешекті теориялар үлгісін тұжырымдау

Ойынды қарастырайық:

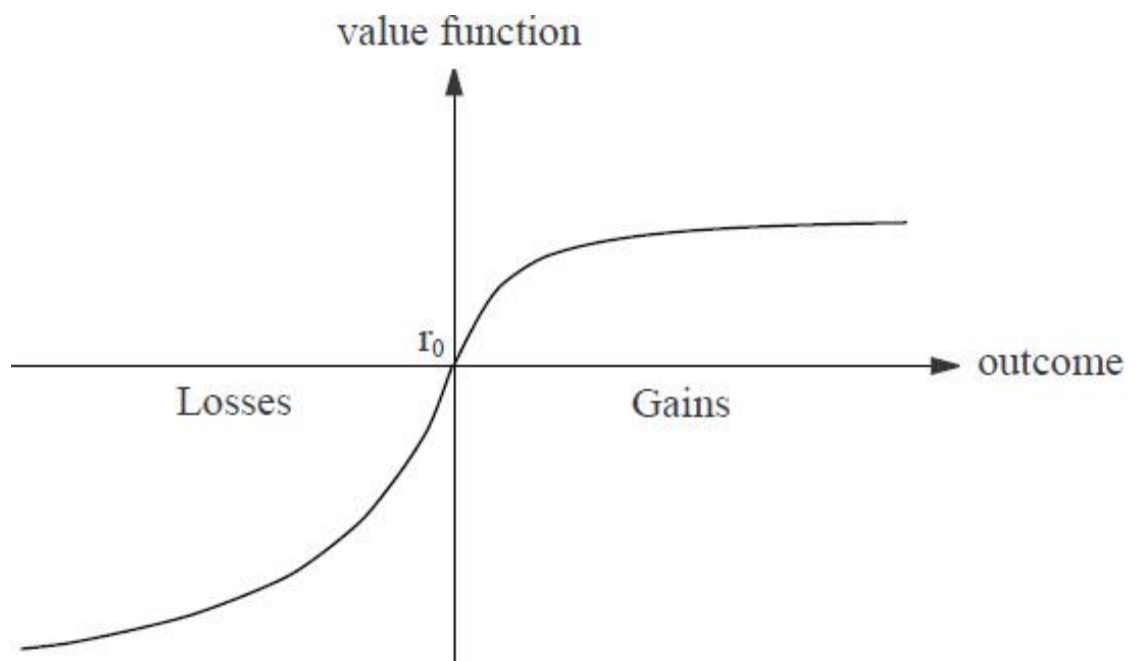
$$(r_{-m}, p_{-m}), (r_{-m+1}, p_{-m+1}), \dots, (r_0, p_0), \dots, (r_{n-1}, p_{n-1}), (r_n, p_n), \quad (1.17)$$

Мұнда (r_s, p_s) , $s = -m, -m+1, \dots, -1, 0, 1, \dots, n-1, n$, ойыншы p_s ықтималдылығы бар r_s ұтты дегенді білдереді, әрине, барлық ықтималдылықтың сомасы 1-ге тең, яғни инвестордың қалауына байланысты $\sum_{s=-m}^n p_s = 1$ референттік нүкте (тұрақты) деп аталатын кейбір сандық шекараны білдіреді. r_s ойынның нәтижесі келесідей анықталсын (1.17):

- егер $s = 0$, яғни $r_s = r_0$, онда инвестордың ұтысы 0,
- егер $s > 0$, онда $r_s > r_0$, сәйкесінше инвестор бұндай инвестициядан ұтыс алады,
- егер $s < 0$, онда $r_s < r_0$, сәйкесінше инвестор ұтылады.

Келешек теориясына сәйкес пайдалылықтың дәстүрлі қызметін келешекті теорияның пайдалылық қызметіне ауыстыруға балама болып табылатын, p ықтималдылығының өзіндік қызметтерінде және r нәтижесінің мәнінде көрінетін инвестордың шешім қабылдауының психологиялық аспектілерін ескеруі қажет. Осы мақсатта біз өзіндік p және r -ды $\pi(p)$ келешек теориясы бойынша ықтималдылықтың өлшемдік қызметіне және $v(r)$ келешек теориясының субъективтік құндылығы қызметіне өзгертеміз. Сурет 3.1 $v(r)$ келешек теориясының субъективтік құндылығы қызметінің сызбасынан тұрады.

$\pi(p)$ келешек теориясы бойынша ықтималдылықтың өлшемдік қызметі [14] сәйкес, «осы оқиғаның ықтималдылығын қабылдап қана қоймай, болашаққа ынтаға оқиғаның әсерін» өлшейді, яғни ықтималдылықтағы шешім өлшемін көрсетеді. $\pi(p)$ өспелі қызмет екенін айта кету керек, $\pi(0) = 0$, $\pi(1) = 1$ және p ықтималдылығының өте аз мәні үшін $\pi(p) \geq p$ болады. Ықтималдылықтың өлшемді қызметі бақылауға негізделеді, адамдардың көпшілігі аз ықтималдылықты аса бағалап, көп ықтималдылықты жете бағаламайды.



Сурет 3.1. $\alpha = \beta = 0.88$ және $\lambda = 2.25$ бірге келешек теориясының субъективтік құндылығы қызметі $v(r)$

$v(r)$ келешек теориясы бойынша субъективтік құндылық қызметі ойынның (инвестицияның) ұтысты/жеңілісті нәтижесінің мәнін (мінез-құлықтық) сипаттайды. Канеман және Тверски ауытқудың бастапқы мәніне тәуелді қызметтің мәнін эксперимент ретінде алды. Бұл r_0 референттік нүктеге

ассимериялық қызмет (инвестордың ұтыс пен жеңіліске түрлі қарым-қатынасын көрсететін), ол ұтыс үшін жоғарыға ойыс және жеңіліс үшін төменге дөңес болып келеді. Сонымен қатар, жалпы $v(r)$ өлшемдік қызметі ұтысқа қарағанда жеңіліске тез өседі, яғни $s > 0$ біз $v(r_s) \leq -v(r_{-s})$ ие боламыз.

$v(r)$ келешекті теорияның субъективтік құндылығы қызметінің формуласы [47] көрсетілген және келесідей түрде беріледі:

$$v(r) = \begin{cases} (r - r_0)^\alpha, & \text{егер } r \geq r_0, \\ -\lambda(r_0 - r)^\beta, & \text{егер } r < r_0. \end{cases} \quad (1.18)$$

мұнда $\alpha = \beta = 0.88$ бұл ұтысқа және жеңіліске қатысты тәуекелді болдырмау коэффициенті және сәйкесінше $\lambda = 2.25$ бұл инвестордың табыс пен шығынның арасындағы айырмашылықты көрсететін жоғалтуды болдырмау коэффициенті. Біз субъективті құндылық қызметі r табыстылығына қатысты сызықты емес болып табылады.

(1.18) формуласы екі бөліктен тұрады. Көптеген инвесторлар шешім қабылдаған кезде байқаған ұтыс кезінде тәуекелді болдырмау және жеңіліс кезінде тәуекелге баруда үрдісін көрсететін бір бөлігі ұтысқа қатысты ойыс болса (яғни, егер $r \geq r_0$), екінші бөлігі жоғалтуға қатысты дөңес (яғни, егер $r \leq r_0$) болады [9]. Зерттеуімізді жеңілдету үшін біз $\pi(p) = p$ қолданамыз.

Келешек теориясының пайдалылық қызметі π және v қолдана отырып, келесідей жазылады:

$$PTU = \sum_{s=-m}^n \pi(p_s) v(r_s) = \sum_{s=-m}^n p_s v\left(\sum_{i=1}^N r_{si} \omega_i\right). \quad (1.19)$$

Келешек теориясының пайдалылық қызметі (1.19) түзу емес қызмет болып табылады.

Келешекті теориялар үлгісі табыстылық деңгейіне, бюджетке және сатуға шектеулер кезінде қоржындағы қол жетімді ω активтерінің өлшемі шешім қабылдау кезінде ауыспалы болып табылатын, келешекті теорияның пайдалылық қызметін жоғарлататын таңдаулы (оңтайлы) қоржынды табу мақсатын көздейді. Бұл сызықтық емес және дөңес емес үлгі, себебі мақсаттық қызмет түзу емес және дөңес емес. Бұл міндетті шешу үшін біз шешімін табуда дәл емес тәсіл болып табылатын эвристиканы қолданамыз.

Келешек теориясына сәйкес қоржынды таңдау мәселесі келесідей түрде көрініс табады:

$$PT(x) = \sum_{s=1}^S p_s v\left(\sum_{i=1}^N r_{si} \omega_i\right) \rightarrow \max, \quad (1.20)$$

келесідей шектеулер кезінде:

$$\bar{r}(x) = \sum_{i=1}^N \bar{r}_i \omega_i \geq d, \quad (1.21)$$

$$\sum_{i=1}^N \omega_i = 1, \quad (1.22)$$

$$\omega_i \geq 0, i = 1, \dots, N. \quad (1.23)$$

Ары қарай біз келешекті теориялар үлгісінің кейбір математикалық қасиеттерін келтірейік:

1. Толықтық:

$$\forall x_1, x_2 x_1 \succcurlyeq x_2 \text{ немесе } x_2 \succcurlyeq x_1.$$

2. Транзитивтік:

$$x_1 \succcurlyeq x_2, x_2 \succcurlyeq x_3 \Rightarrow x_1 \succcurlyeq x_3.$$

3. Тәуелсіздік:

$$\forall x_1, x_2, x_3 \quad \forall \varsigma \in (0,1): x_1 \succ x_2 \Leftrightarrow \varsigma x_1 + (1-\varsigma)x_3 \succ \varsigma x_2 + (1-\varsigma)x_3.$$

Жоғарыда келтірілген келешекті теориялар үлгісінің қасиеттері туралы толық ақпаратты [47] және [54] қарауға болады.

1.3.2. Келешекті кумулятивтік теориялар үлгісін тұжырымдау

Келесідей шарттармен (1.17) ойынды қарастырайық:

$$r_1 \leq \dots \leq r_k \leq r_0 \leq r_{k+1} \leq \dots \leq r_S,$$

Яғни $(r_1, \dots, r_S)$ ойынының барлық шарттары өсу тәртібімен орналастырылған $(r_1, \dots, r_S)$. Сәйкесінше, $j = 1, \dots, k$ үшін ұтылыс $r_0 - r_j$ құраса және $j = k+1, \dots, S$ ұтысы үшін $r_j - r_0$ құрайды.

$[0,1]$ - ге өсетін, $\pi(0) = 0$, $\pi(1) = 1$ болғандағы π ықтималдылығының өлшемді қызметін енгізейік. j -дің әрбір болашағына π^+ оң болашағы өлшемін және сәйкесті нәтижеге байланысты π^- теріс болашағы өлшемін анықтаймыз. Ұтыстар мен жеңілістер үшін шешімдер өлшемін сипаттайтын π^- және π^+ ықтималдылығының өлшемді қызметін анықтаймыз.

$$\pi^-(p_j) = \frac{p_j^\delta}{(p_j^\delta + (1-p_j)^\delta)^{1/\delta}}, \text{ где } j = 1, \dots, k, \quad (1.24)$$

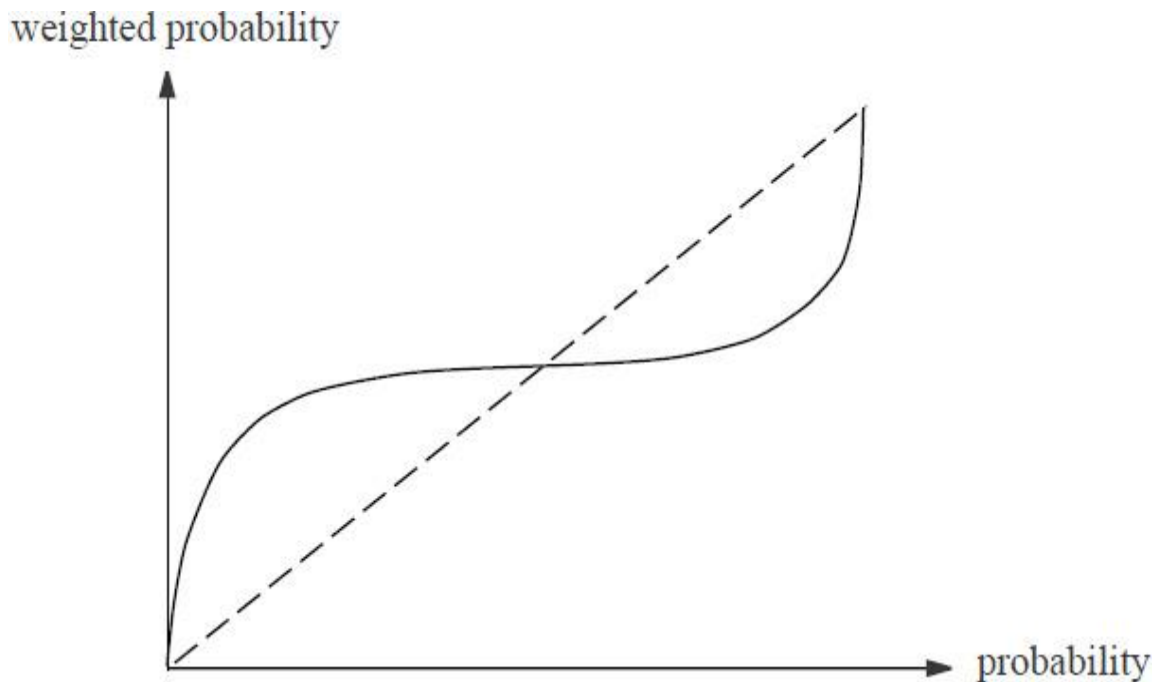
(24)

және

$$\pi^+(p_j) = \frac{p_j^\gamma}{(p_j^\gamma + (1-p_j)^\gamma)^{1/\gamma}}, \text{ где } j = k+1, \dots, S, \quad (1.25)$$

мұнда $\delta, \gamma \in (0,1)$ домен- ұтыс пен жеңіліске байланысты ойынның әрбір нәтижесінің ықтималдылығын артық бағалау немесе дұрыс бағаламаудың сандық мәнін көрсетеді. Бұл $\pi^-(\cdot)$ и $\pi^+(\cdot)$ ықтималдылығының өлшемдік қызметі егер біз $\delta = 0.61$, $\gamma = 0.69$ -ды [47] сәйкес орналастырсақ аз ықтималдылықты артық бағалауды сипаттайды. Сурет 3.2 келешекті кумулятивтік теориясы үшін өлшемдік қызметті суреттейді.

Осылайша, $\pi^+ = \pi^-$ келешекті теория үлгісінде келешекті теория ұтыс пен жеңіліс үшін шешім өлшемінің тең екендігін көрсетеді. Осыған байланысты СРТ келешекті теорияның жеке оқиғасы ретінде қарастырылады.



Сурет 3.2. w келешекті кумулятивтік теориясы ықтималдылығының өлшемді қызметі

Келешекті кумулятивтік теориясы үлгісі (СРТ) үшін қоржынды оңтайландыру мәселесі келесідей көрініс табады:

$$CPT(x) = \sum_{s=1}^S \pi(p_s) v\left(\sum_{i=1}^N r_{si} \omega_i\right) \rightarrow \max, \quad (1.26)$$

келесідей шектеулерде:

$$\bar{r}(x) = \sum_{i=1}^N \bar{r}_i \omega_i \geq d, \quad (1.27)$$

$$\sum_{i=1}^N \omega_i = 1, \quad (1.28)$$

$$\omega_i \geq 0, i = 1, \dots, N, \quad (1.29)$$

мұнда

$$\pi(p_s) = \begin{cases} \pi^-\left(\sum_{j=1}^s p_j\right) - \pi^-\left(\sum_{j=1}^{s-1} p_j\right), s = 1, \dots, k, \\ \pi^+\left(\sum_{j=s}^S p_j\right) - \pi^+\left(\sum_{j=s+1}^S p_j\right), s = k+1, \dots, S, \end{cases} \quad (1.30)$$

мұнда p_j нәтиже ықтималдылығы.

Мұнда k барлық нәтижелердің өсу тәртібіндегі реттік номері.

$$r_1 \leq \dots \leq r_k \leq r_0 \leq r_{k+1} \leq \dots \leq r_S, \quad (1.31)$$

және $v(r(x))$ келесі формула бойынша анықталатын субъективтік құндылық қызметі

$$v(r(x)) = \begin{cases} (r(x) - r_0)^\alpha, \text{ егер } r(x) \geq r_0, \\ -\lambda(r_0 - r(x))^\beta, \text{ егер } r(x) < r_0. \end{cases} \quad 1.(32)$$

СРТ үлгісі 1.3.1. бөлімде жазылған келешекті теориялар үлгісінің математикалық қасиеттерінің барлығына, атап айтқанда толықтық, транзитивтік және тәуелсіздік қасиеттеріне ие. Ол сонымен қатар өте маңызды қасиет- қалаудың кездейсоқ басым қатынасына [55] ие, яғни x_1 және x_2 қоржыны үшін $r_j(x_1) \geq r_j(x_2)$ әділетті және $p_j > 0$ ықтималдылығы бар j -дің ең болмаса біреуі $r_j(x_1) > r_j(x_2)$, онда $(r_1(x_1), p_1(x_1) \dots; r_n(x_1), p_n(x_1)) \geq (r_1(x_2), p_1(x_2) \dots; r_n(x_2), p_n(x_2))$.

1.3.3.Түбегейлілікке шектеумен келешекті теориялар үлгісі

1.1.2 бөлімінде енгізілген логика мен белгілеулерге сүйене отырып, біз түбегейлілікке шектеумен келешекті теориялар үлгісін келесідей қалыптастырамыз:

$$PT_{cc}(x) = \sum_{s=1}^S p_s v\left(\sum_{i=1}^N r_{si} \omega_i\right) \rightarrow \max, \quad (1.33)$$

Келесідей шектеулермен

$$\bar{r}(x) = \sum_{i=1}^N \bar{r}_i \omega_i \geq d, \quad (1.34)$$

$$\sum_{i=1}^N \omega_i = 1, \quad (1.35)$$

$$l_i \varphi_i \leq \omega_i \leq u_i \varphi_i, \quad i = 1, \dots, N, \quad (1.36)$$

$$\sum_{i=1}^N \varphi_i \leq K, \quad (1.37)$$

$$\varphi_i \in \{0,1\}, i = 1, \dots, N. \quad (1.38)$$

1.3.4. Индекстің өзгерісін байқау үшін келешекті теориялар үлгісі

Келешекті теориялар мәселелерін зерттей отырып, бұл үлгінің қағидалары индекстің байқау қоржынын оңтайландыру мәселелерінің қағидаларымен өте ұқсас. Жұмыста сипатталған мінез-құлықтық қоржын үлгісі әрбір уақыт кезеңіндегі күтілетін табыс деңгейіне шектеулер ретінде референттік нүктені қолданады, бұл индекс референттік нүкте ретінде берілген индекстің өзгерісін байқау үлгісімен ұқсас. Осылайша, референттік нүктенің мәнін өзгерту арқылы индекстің өзгерісін байқау мәселесінің идеясын келешекті теория үлгісіне жүзеге асыруға болады. Бұл жағдайда r_0 келешекті теорияның түпнұсқалық (кумулятивтік) нұсқасында берілгендей скалярлы емес, мәліметтердің әрбір уақыттық кезеңі үшін индекстің мәнін көрсететін векторлы болып табылады. Сонымен қатар қоржынның орташа табыстылығының қажетті деңгейіне (инвестициялық кезеңнің соңында) шектеулерді және әрбір уақыт кезеңі үшін табыстылық деңгейі ретіндегі индекстің мәнін жинастыратын индекстің өзгерісін байқау мәселесінде алып тастау керек. Алынған мәселені индекстің өзгерісін байқау үшін келешекті теория үлгісі (РТ үлгісі ІТ-мен бірге) деп атаймыз.

Өте әртараптандырылған қоржынның мәселесін зерттеу үшін біз түбегейлілікке шектеуді жаңа үлгіге енгіземіз. ІТ және индекстің өзгерісін байқаумен РТ үлгісін өзара салыстырып қоймай, осы үлгілерді қоржындағы активтер санымен салыстыру да өте маңызды. Индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориясын және түбегейлілікті шектеуді келесідей қалыптастырамыз:

$$PT + IT_{cc}(x) = \sum_{s=1}^S p_s v\left(\sum_{i=1}^N r_{si} \omega_i, rm_s\right) \rightarrow \max, \quad (1.39)$$

Келесідей шектеулермен:

$$\sum_{i=1}^N \omega_i = 1, \quad (1.40)$$

$$l_i \varphi_i \leq \omega_i \leq u_i \varphi_i, i = 1, \dots, N, \quad (1.41)$$

$$\sum_{i=1}^N \varphi_i \leq K, \quad (1.42)$$

$$\varphi_i \in \{0,1\}, i = 1, \dots, N, \quad (1.43)$$

Мұнда:

$$v(r(x), rm_s) = \begin{cases} (r(x) - rm_s)^\alpha, & \text{if } r(x) \geq rm_s, \\ -\lambda (rm_s - r(x))^\beta, & \text{if } r(x) < rm_s. \end{cases} \quad (1.44)$$

(1.44) тендеуден көріп отырғанымыздай, субъективтік құндылық қызметі индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар үлгісі үшін тұрақты емес, серпінді болып табылады, себебі r_0 тұрақты референттік нүктенің орнына біз

әрбір сценарийде (уақыт кезеңінде) түрлі мәндерге ие m векторлық көрсеткіштерді пайдаланамыз.

1.4. Тәуекел өлшемі

Тәуекел тұжырымдамасы бағалы қағаздар қоржыны мәселесінде маңызды орын алады. Марковиц тәуекел мен табыстылық деңгейі арасындағы тәуелділікті зерттеген алғашқы ғалымдардың бірі. Ол табыстылықтың берілген деңгейінде тәуекелді (дисперсия мәні) азайтуды ұсынды. Кейбір зерттеушілер тәуекелдің нөлдік деңгейіне жету мүмкін дегенді айтады (мысалы [3] қарау және басқалары). Алайда, тәуекел әртараптандыру көмегімен азаюы мүмкін, бірақ табыстылық деңгейін өзгертпей мүлде жоғалып кетпейді [2].

Біздің зерттеуде тәуекелдің симметрикалық өлшемін, атап айтқанда дисперсия және Value-at-Risk (VaR) және Conditional Value-at-Risk (CVaR) деп аталатын екі симметрикалық емес тәуекелді қарастырамыз.

Анықтама 1.1. Дисперсия

$P(X = x_i) = p_i$, $\sum_{i=1}^{\infty} p_i = 1$ арқылы бөлінетін x үздіксіз кездейсоқ мөлшерін және $\mu(X) := E(x) := \sum_{i=1}^{\infty} x_i p_i$ күтілетін табыстылықты қарастырамыз. Одан кейін біз x ауыспалысының дисперсиясын келесідей анықтаймыз:

$$\sigma^2 := \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \quad (1.45)$$

және оның орташа квадраттық ауытқуын анықтаймыз:

$$\sigma := \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}. \quad (1.46)$$

Ирвинг Фишер өзінің мақаласында дисперсияны тәуекел өлшемі ретінде ұсынған алғашқы ғалым болуы мүмкін [56] (сонымен қатар [2] қарау). Дисперсия тәуекел өлшемі ретінде есептеу үшін математикалық тұрғыда қарапайым және ыңғайлы болғандықтан артықшылыққа ие. Жоғарыда айтылғандай, есептеудің қарапайымдылығы қоржынды таңдау мәселесі үшін бұл өте маңызды фактор болып табылады. Алайда, бұл жағдайда белгілі бір шектеулер орын алады.

Алғашқы шектеу кездейсоқ өлшемнің жоғары реттер кезеңіне сезімталдықтың болмауынан тұрады (мысалы, үшінші және төртінші реттер кезеңі- ассиметрия және эксцесс коэффициенттері). Алайда, бұл сипаттамалар бірдей орташа дисперсияға ие кездейсоқ өлшемді кешенді бағалау үшін маңызды болып табылады. Басқаша айтқанда Марковиц үлгісі шеңберінде тәуекелдің барлық қиындығын анықтау және бағалау мүмкін емес.

Холтон «Тәуекелді анықтау» атты өзінің мақаласында Марковиц «Қоржынды таңдау» атты зерттеуінде тәуекелдің шекті өлшемі ретінде дисперсияны пайдаланды деген қорытынды жасады [57]. Ғылыми әдебиеттерде

тәуекел өлшемі ретінде дисперсияны қолдану сынға ұшырады, себебі дисперсия тәуекел болып табылмайтындықтан анықсыздық өлшемі ретінде белгілі болатын.

Тағы да бір шектеу-Марковиц үлгісі шеңберінде ұтыстар мен жоғалтулар симметриялық түрде қабылданатыны. Тәуекелдің көптеген статистикалық өлшемдері осылай әрекет етеді, бірақ олар қаржылар үшін дәлме-дәл болып табылмайды: инвесторлар ұтыстар мен жоғалтуларға симметриялық түрде қарамайды [14]. Оларды «тәуекелдің төменгі қолдауы» қызықтырады (инвестор жоғалтудан қашқақтайды).

Тәуекелдің ассиметриялық жаратылысы тәуекелдің азаюының бірден-бір себебі емес. Егер қаржы табыстылығы мультивариативтік қалыпты (эллиптикалық) бөлінсе, онда тәуекелдің төменгі қолдауы бар кез-келген өлшемі орташа арифметикалық және дисперсия (немесе дисперсия анықталмайтын кез-келген масштабтық өлшем) қызметінен көрінуі мүмкін. Бұл жағдайда дисперсияны өлшеу жеткілікті болады. Эмпирикалық зерттеулер (мысалы, [19] және [20] қарау) нарықтық табыстылық және хедж қорлардың табыстылығы ассиметрияға және «соңғысының» ауыр болуына бейімделгіш, бұл қаржы нәтижесінің теріс мәнге ие болуына алып келеді.

Нәтижесінде, тәуекел ассиметриясы және табыстылықты қалыпсыз бөлу дисперсияны тәуекелдің шекті өлшемі ретінде қарастырып, тәуекелдің кейбір бағалауы жағдайларына қолданылмайтындай етеді. Қаржы және қоржынды таңдау мәселесі осы кедергілерді шешуге бейім тәуекелдің балама өлшемін талап етеді.

Анықтама 1.2 VaR

r белгіленген уақыт кезеңінің соңында белгіленген қоржынның x мәні салыстырылатын арнайы деңгей болсын. Егер $x < r$ болса, онда мөлшері $r - x$ тең шығынға ұшыраймыз. Олай болса, $\tilde{l}$ қоржынының шығыны кездейсоқ мөлшермен белгіленеді

$$\tilde{l} := r - \tilde{x}, \quad (1.47)$$

мұнда $\tilde{x}$ – қоржынның табыстылығын сипаттайтын кездейсоқ мөлшер.

$\tilde{l} \leq l$ бөлу қызметі белгіленетін ықтималдылық келесідей:

$$F_{\tilde{l}}(l) := P(\tilde{l} \leq l) = \int_{-\infty}^l f_{\tilde{l}}(t) dt. \quad (1.48)$$

Белгіленген уақыт кезеңі мен $1 - \alpha$, $0 \leq \alpha \leq 1$ сенімділік интервалы үшін (1.48) жоғалтуларды бөлуді пайдалану арқылы VaR үшін $\tilde{x}$ келесідей анықталады:

$$VaR(\tilde{x}) := F_{\tilde{l}}^{-1}(1 - \alpha), \quad (1.49)$$

мұнда $(1 - \alpha) \cdot 100\%$ қоржынның жоғалтуларын бөлу квантили.

VaR-ды дамытудың негізгі себебі қаржы институттарының тәуекелдердің әртүрлі көздері әсеріне ұшырататын қаржы нарықтарының жаһандануы

нәтижесінде пайда болатын қаржы тәуекелдерін бақылау мақсатында реттегіштің қысым көрсетуі болып табылады. Сонымен қатар технологиялық даму тәуекел менеджменттің жалпы- ұйымдастырушылық өзектендірілуіне өз үлесін қосуда [58].

Базел Банктік Қадағалау Комитетімен шығарылған Базель III, Базель 2.5 қоса екі жыл реттеу реформасынан тұрды. Ол VaR көрсеткіші тәуекелдің міндетті өлшемі ретінде сипатталған капитал, өтімділік және банктік қадағалаудың жаңа реттеуші режимін енгізді.

Ғылыми әдебиетте көбінесе 95% және 99% сенімділік интервалдарын пайдаланады. Зерттеушілер өз үлгілері мен есептеулеріне қандай деңгейді қолданатынына аса мән бермейді. Алайда, нақты экономикалық қосымшаларда қаржы институттары өз инвестицияларын жоғары дейгейлі сенімділікпен қорғау мақсатында негізінен 99% таңдайды.

VaR – бұл мүмкін болатын жоғалтулардың бірегей, сомалық, статистикалық өлшемі. VaR қоржынының белгіленген уақыттық шекара және $1-\alpha$ сенімділік интервалы үшін бұл α ықтималдылығы бар қоржыннан артық уақыттық шекарадағы нарықтық бағаның жоғалтуы.

Тәуекелдің басқа өлшемдерімен салыстырғанда VaR левередж, корреляция және позициядан тұратын қоржын тәуекелінің біріктірілген көзқарасы. VaR деривативті қоса алғанда түрлі қаржы құралдарына қолданылуы мүмкін [58].

VaR –дың тәуекелдің өте танымал өлшемі екендігіне қарамастан, түрлі қаржы мәселелері үшін бұл өлшемді қолдану тиімді емес бірқатар математикалық сипаттамалардан тұрады. Мысалы, ол субаддитивтік және дөңестік қасиеттеріне ие. Бұл кемшілік белсенді сыналуда, себебі қазіргі қоржынды теорияның әртараптандыру қағидасына сәйкес, субаддитивтік өлшем әртараптандырылған қоржындар үшін өлшенетін тәуекелдің неғұрлым төмен деңгейіне түрленуі қажет [59]. Экономикаға қатысты қарастырсақ, белгілі бір жағдайда компанияны екі шағын топқа бөлу пайдалы болады, алайда VaR тәуекел өлшемі бұл жағдайда қолдануға тиімсіз болады [60].

Сонымен қатар VaR таза қаржылық нәтижеге (пайда/шығын) қатысты да өте жиі қолданылады. Алайда, ақша құны қаржы нарығында уақыт бойынша тұрақты емес. Бұл бір уақыт кезеңіндегі монетарлық құн мен ақша құнының айырмашылығын ескермеуді туындатады. Алайда, шағын уақыттық кеңістік пен бірегей валюта үшін бұл тәуекел өлшемі тиімді болып табылады. Себебі VaR квантилді қолданады, квантильдік сандар үшін алшақтық пен интервалға назар аудару қажет [61].

Келесі мәселе VaR қалыпты бөлуден стандартты ауытқуға ғана негізделетін тәуекелдің дәлме-дәл өлшемі екендігінде. VaR екі қоржын қосындысы үшін жекелеген қоржын үшін тәуекел сомасына қарағанда көп болады. Сонымен қатар VaR-ды есептеулер сценарцийді пайдаланып жүргізілген жағдайда оңтайландыру қиынға соғады. Бұл жағдайларда VaR CVaR-ға қарағанда үлкен артықшылыққа ие [62].

Анықтама 1.3. CVaR

$\tilde{x}$ - x қоржынының табыстылығына жауап беретін кездейсоқ өлшем болсын және $A\% = \alpha \in (0,1)$ бұл $\tilde{x}$ нәтижесі үшін нашар сценарийді таңдауды көрсететін пайыз болып табылады (көбінесе $\alpha = 0.01$ немесе $\alpha = 0.05$ арқылы анықталатын сенім интервалы). Онда, α ерекше деңгейі үшін CVaR $\tilde{x}$ теріс нәтижесін (қаржы нәтижесі) көрсететін «шығын» болып табылатын «нашар $A\%$ жағдайының орташа шығыны» [63] болып табылады. α деңгейі үшін CVaR мәні $\tilde{x}$ бөлінуінің (экстермалды жағымсыз нәтижеге қатысты) α -соңғысының орташа теріс мәні болып табылады және оның бөлу қызметі $[0,1]$ қиындысында келесідей есептеледі:

$$CVaR_{\alpha}(\tilde{x}) := \int_{-\infty}^{\infty} z dF_{\tilde{x}}^{\alpha}(z), \quad (1.50)$$

мұнда

$$F_{\tilde{x}}^{\alpha}(z) = \begin{cases} 0, & \text{если } z > VaR_{\alpha}(\tilde{x}), \\ \frac{F_{\tilde{x}}(z) - \alpha}{1 - \alpha}, & \text{кері жағдайда.} \end{cases}$$

Толық ақпаратты [62] немесе [64] қарау.

CVaR-дың «жоғары CVaR» деп аталатын, $\tilde{x} > VaR_{\alpha}(\tilde{x})$ жағдайындағы $\tilde{x}$ шартты күтілімін көрсететін балама анықтамасы бар:

$$CVaR_{\alpha}^{+}(\tilde{x}) = E[\tilde{x} \mid \tilde{x} > VaR_{\alpha}(\tilde{x})].$$

CVaR-дың математикалық қасиеттері

Сәйкесінше y, y_1 және y_2 қоржын табыстылығын көрсететін $c \in \mathbb{R}$ и $\tilde{y}, \tilde{y}_1, \tilde{y}_2$ кездейсоқ шама болсын, CVaR келесідей қасиеттерге ие [63]:

1. Біркелкілік: Егер $\tilde{y}_1 \leq \tilde{y}_2$, онда $CVaR_{\alpha}(\tilde{y}_1) \leq CVaR_{\alpha}(\tilde{y}_2)$.
2. Субаддитивтік: $CVaR_{\alpha}(\tilde{y}_1 + \tilde{y}_2) \leq CVaR_{\alpha}(\tilde{y}_1) + CVaR_{\alpha}(\tilde{y}_2)$.
3. Трансляциялық инварианттық: $CVaR_{\alpha}(\tilde{y} + c) = CVaR_{\alpha}(\tilde{y}) + c$.
4. Оң гомогендік (біртектілік): $c > 0$ үшін $CVaR_{\alpha}(c\tilde{y}) = cCVaR_{\alpha}(\tilde{y})$.
5. Дөңестік: $0 < \lambda < 1$ үшін $CVaR_{\alpha}(\lambda\tilde{y}_1 + (1 - \lambda)\tilde{y}_2) \leq \lambda CVaR_{\alpha}(\tilde{y}_1) + (1 - \lambda)CVaR_{\alpha}(\tilde{y}_2)$

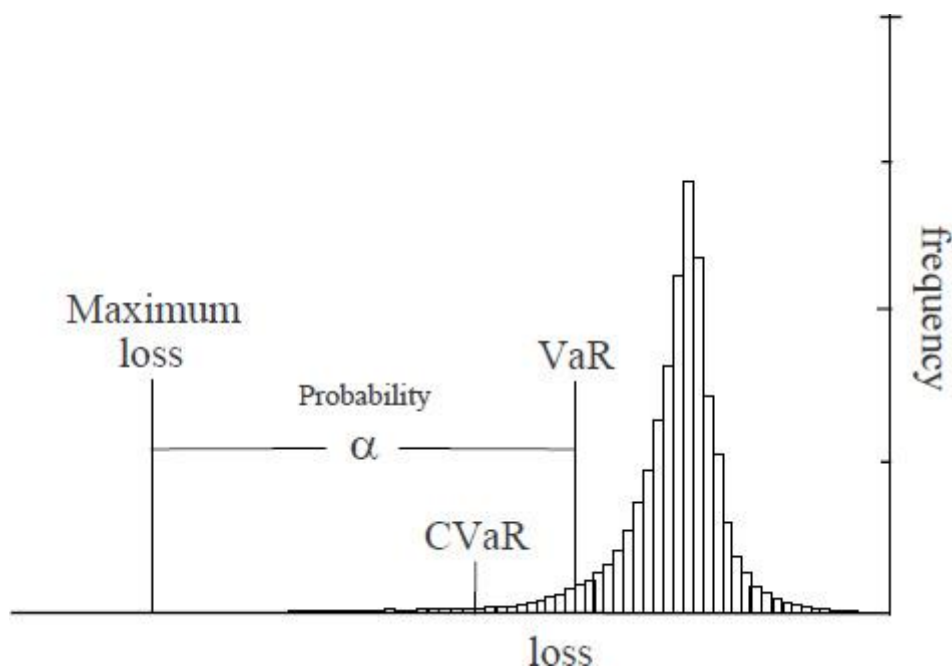
2 және 4 қасиеттері дөңестік қасиеттеріне балама екендігі мәлім [65]. VaR бұл қасиеттерді қанағаттандырмайды, сондықтан, бұл тәуекел өлшемін қолдануды шектейді.

Базел Комитеті 2012 жылы нарықтық тәуекелді өлшеу үшін VaR-дың орнына expected shortfall өлшемін (CVaR ретінде танымал) ұсынды. Олар VaR-дан табыстылықтың кездейсоқ шамасын бөлудің «соңындағы тәуекелді» жақсы сипаттайтын expected shortfall – тәуекел өлшеміне көшуді ұсынды [66].

CVaR – бұл табыстылықтың кездейсоқ шамасын бөлу соңғысында жоғалтуларды сандық өлшейтін тәуекелдің балама өлшемі. CVaR-ды көбінесе

VaR мен бірге қолданады және бұл құралдар жиынтығы жоғалтуларды симметриялық емес бөлу үшін (ассиметрияның жоғарғы және төменгі коэффициенттері) тәуекелді бағалауға қолданылуы мүмкін. Сурет 4.3 табыстылықты бөлу тұрғысынан VaR және CVaR мәнін көрсетеді.

CVaR және оны төмендету формуласы алғаш рет 2000 жылы Рокафеллер мен Урясевтың зерттеулерінде көрсетілді. Олар қоржынды оңтайландыру және опциондық хеджерлеуден тұратын сынақтарды қолдана отырып, оның тиімділігін сандық тұрғыда көрсетті [62].



Сурет 4.3 Қаржы активтерінің табыстылығы ықтималдылығының тығыздылық қызметіне Value-at-Risk және Conditional Value-at-Risk

Сонымен қатар, қоржынды таңдау мәселесінде VaR-ға шектеулер енгізуге қарағанда CVaR-ға шектеулер енгізу жақсы нәтижелер береді. VaR шекті кеңістіктер асып кеткен жоғалтулар деңгейін көрсетпейді. VaR-мен салыстырғанда CVaR соңғысының бөлінуінде болатын жоғалтулардың сандық мөлшерін анықтайды. CVaR бұл VaR –дан көп немесе тең жоғалтулар беретін күтілетін шығын (CvaR анықтамасын қарау) [67].

CVaR кемшіліктеріне мысалдар келтіру қажет. Бұл өлшем имплементациялық мәселелерге ие, себебі CVaR нарықтық бақылауларды бағалау қателері (VaR-ға қарағанда неғұрлым сезімтал) мен жуықтау қателеріне өте сезімтал (бұл мәселе оңтайландыру мәселесінің әрбір сценарийіне тән және Марковиц тәсіліне жарамайды). Сонымен қатар, CVaR нақтылығы соңғысын үлгілеу нақтылығына байланысты. CVaR –дың кемшіліктері туралы басқа да қосымша ақпаратты [68] және [69] қарау.

Инвестор тәуекелді қарастыратын CVaR мәнерде біріктіре алмайтын тұжырымдамалық мәселеге ие. Себебі CVaR аз және экстремалды үлкен шығындарды теңестіреді, осылайша, бұл шара оларға есептеу тұрғысынан

бірегей өлшем береді және сондықтан экстремалды шығындар жағдайында инвестордың тәуекелді болдырмауды өсіруді есепке алмайды.

CVaR табыстылық/тәуекел талдауында Марковиц (1952) тәсілін қолданады. Мысалы, табыстылықтың ерекше деңгейін және ең CVaR кіші қоржынын оңай есептеуге болады немесе CVaR-ға шектеулер белгілеп, ең жоғары күтілетін табыстылық қоржынын анықтау керек. Сонымен қатар, біз біруақытта әртүрлі сенімділік интервалын белгілеумен CVaR-ға бірқатар шектеулер енгіземіз (осының нәтижесінде шығындарды бөлу қалыптасады). Осылайша, бұл өлшем тәуекелді өлшеу мен үлгілеудің икемді және пайдалы құралы болып табылады [70].

CVaR-дың қолданылу тұрғысынан негізгі қасиеттерінің бірі оны ыңғайлы ең кіші (ең жоғары) формулада көрсетуге болады. Бұл формула тәуекелді азайтып немесе оны ішкі берілген шеңберге қалыптастыратын $x \in X$ қатынасын оңтайландыру міндетіне жүйеленуі мүмкін. Егер қарастырылатын кездейсоқ мөлшер дискретті, түрлі сценарийде түрліше нәтиже түрінде көрсетілетін нәтиже саны соңғы болса, онда CVaR оңтайландыруы соңғы мөлшерліліктің сызықты бағдарламасы ретінде көрсетілуі мүмкін [71].

1.4.1. Mean-CVaR үлгісі

$r(x)$ шешім векторына байланысты кездейсоқ мөлшер болсын:

$x = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N) \in A$, мұнда: A бұл қоржындардың мүмкін болатын жиынтығы, $r(x) = \omega_1 r_1 + \dots + \omega_N r_N$. Келесі қызметті қарастырайық [71]:

$$F_\alpha(x, v) = \frac{1}{\alpha} E\{[-r(x) + v]^+\} - v, \quad (1.51)$$

мұнда $\alpha \in (0, 1)$, $[u]^+ = \begin{cases} u, & \text{егер } u \geq 0, \\ 0, & \text{егер } u < 0. \end{cases}$

Келесілерді ескерейік:

1. (1.51) анықталған F_α функциясы v -ға қатысты соңғы, үздіксіз және дөңес болып келеді және $CVaR_\alpha(r(x)) = \min_{v \in \mathbb{R}} F_\alpha(x, v)$ тең. Сонымен қатар $A_\alpha(x)$ жиынтығы (ең төмен шамаға жеткен v -ның барлық мәнінің жиынтығы) бос емес, тегіс (тұйық және шектеулі) және бір ғана нүктеден тұрады.

2. $x \in A$ қатысты $CVaR_\alpha$ ең кіші шама $(x, v) \in A \times \mathbb{R}$ қатысты F_α ең кіші шамаға бара-бар, яғни:

$$\min_{x \in A} CVaR_\alpha(r(x)) = \min_{(x, v) \in A \times \mathbb{R}} F_\alpha(x, v). \quad (1.52)$$

Бұл жерде (x^*, v^*) жұбы (1.52) өрнегінің оң жағын ең кіші шамаға келтірген жағдайда, онда x^* оның сол жағын ең кіші шамаға келтіреді, $v^* \in A_\alpha(x^*)$.

3. $CVaR_\alpha(r(x))$ x -ке қатысты дөңес болса, онда $F_\alpha(x, v)$ (x, v) -ге қатысты дөңес болады.

$r(x)$ S мүмкін нәтижелері (сценарийлері) бар дискреттік кездейсоқ мөлшері сәйкесінше $p_1, \dots, p_S$ ықтималдылығы бар $r_1(x), \dots, r_S(x)$ болсын. Бұл жағдайда референттік нүкте $r_0 = 0$ тең және (1.51) формуланы қайта жазамыз:

$$F_\alpha(x, v) = \frac{1}{\alpha} \sum_{s=1}^S p_s [v - r_s(x)]^+ - v = \frac{1}{\alpha} \sum_{s=1}^S p_s \left[v - \sum_{i=1}^N \omega_i r_{is} \right]^+ - v. \quad (1.53)$$

Онда біз mean-CVaR үлгісін қоржынды таңдау мәселесі үшін келесідей жазамыз [64]:

$$\text{minimise } CVaR(x) = \frac{1}{\alpha} \sum_{s=1}^S p_s y_s - v, \quad (1.54)$$

Келесідей жағдайларда:

$$\bar{r}(x) = \sum_{i=1}^N \bar{r}_i \omega_i \geq d, \quad (1.55)$$

$$\sum_{i=1}^N \omega_i = 1, \quad (1.56)$$

$$\omega_i \geq 0, i = 1, \dots, N, \quad (1.57)$$

$$v - \sum_{i=1}^N \omega_i r_{is} \leq y_s, s = 1, \dots, S, \quad (1.58)$$

$$y_s \geq 0, s = 1, \dots, S, \quad (1.59)$$

мұнда v — бұл VaR және y_s — бұл s сценарийі үшін VaR мәнінен үлкен шығынның мәні.

1.4.2. Mean-variance-CVaR үлгісі

Бағалы қағаздар қоржынын таңдау мәселесінің жаңа тәсілдері тәуекелдің түрлі өлшемдерін біруақытта есепке алатын жаңа математикалық үлгілердің пайда болуына алып келді (мысалы, [54], [55], [90], [41] қарау). Бұл тарауда біз үш статистикалық көрсеткіштермен [64]: күтілетін табыстылық $E(r(x))$, дисперсия $\sigma^2(r(x))$ және $\alpha \in (0,1)$ сенімділік интервалымен негізделетін CVaR-мен сипатталатын қоржынды таңдау мәселесінің анықтамасын ұсынамыз. Mean-variance-CVaR үлгісі Марковиц үлгісі мен mean-CVaR-дың тиімді мөлшері арасындағы келісім ретінде тиімді шешім береді.

mean-variance-CVaR тұрғысынан $r(x)$ кездейсоқ мөлшері үшін мүдде қатынасын келесідей анықтаймыз. Бағалы қағаздар қоржынын таңдау мәселесін x_1 және x_2 қоржындарының табыстылығы және сәйкесінше $x_1, x_2 \in A$ болып табылатын кездейсоқ $r(x_1)$ және $r(x_2)$ шамалармен қарастырамыз. $r(x_1) \geq r(x_2)$ болса (яғни, x_1 қоржыны x_2 қоржынына неғұрлым мүдделі) егер

$E(r(x_1)) \geq E(r(x_2)), \sigma^2(r(x_1)) \leq \sigma^2(r(x_2))$, $CVaR_\alpha(r(x_1)) \leq CVaR_\alpha(r(x_2))$, мұнда ең болмағанда бір теңсіздік қатал болады [64].

Онда mean-variance-CVaR үлгісінің доминанттық емес (тиімді) шешімі бұл күтілетін мән дисперсия мен CVaR –ды ең кіші шамаға келтірумен бір уақытта ең жоғары шамаланатын көп критерийлі мәселенің Парето тиімді шешімі. Жалпы бұл мәселе келесідей түрде жазылуы мүмкін:

$$[E(r(x)), -\sigma^2(r(x)), -CVaR_\alpha(r(x))] \rightarrow \max \quad (1.60)$$

$x \in A$ [71] үшін.

Қоржынды таңдау мәселесін S сценарий және N активімен қарастырамыз.(1.53) формуланы қолдана отырып, біз mean-variance-CVaR үлгісін келесідей тұжырымдаймыз:

$$MV_{CVaR}(x) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} \omega_i \omega_j \rightarrow \min, \quad (1.61)$$

Келесідей шектеулермен:

$$\bar{r}(x) = \sum_{i=1}^N \bar{r}_i \omega_i \geq d, \quad (1.62)$$

$$\sum_{i=1}^N \omega_i = 1, \quad (1.63)$$

$$\omega_i \geq 0, i = 1, \dots, N, \quad (1.64)$$

$$v - \sum_{i=1}^N \omega_i r_{is} \leq y_s, s = 1, \dots, S, \quad (1.65)$$

$$\frac{1}{\alpha} \sum_{s=1}^S \rho_s y_s - v \leq z, \quad (1.66)$$

$$y_s \geq 0, s = 1, \dots, S, \quad (1.67)$$

мұнда $v, (\omega_1, \dots, \omega_N), (y_1, \dots, y_S)$ –бұл ауыспалы шешімдер, z -бұл нақты міндеттер үшін $z_{\min}$ (CVaR-дың ең кіші мүмкін болатын деңгейі) және $z_{\max}$ (CVaR-дың ең жоғары мүмкін болатын деңгейі) арасындағы CVaR деңгейіне нақты сандық шектеулер [64].

1.4.3. CvaR-ға шектеумен келешекті теориялар үлгісі

РТ - CVaR үлгісінің шешімі бұл келешекті теориясының күтілетін пайдалылық қызметі табыстылықтың мүдделі деңгейінде және бөлінетін табыстылықтың берілген CVaR деңгейінде ең жоғары шамаға келтіріледі. CvaR-ға шектеумен келешекті теориялар үлгісі 1.3.1. бөлімінің логикасына сүйенсек, келесідей түрде көрініс табады:

$$PT_{CVaR}(x) = \sum_{s=1}^S \pi_s v_s(r(x)) \rightarrow \max, \quad (1.68)$$

Келесі шектеулермен

$$\bar{r}(x) = \sum_{i=1}^N \bar{r}_i \omega_i \geq d, \quad (1.69)$$

$$\sum_{i=1}^N \omega_i = 1, \quad (1.70)$$

$$\omega_i \geq 0, i = 1, \dots, N, \quad (1.71)$$

$$v - \sum_{i=1}^N \omega_i r_{is} \leq y_s, s = 1, \dots, S, \quad (1.72)$$

$$\frac{1}{\alpha} \sum_{s=1}^S \rho_s y_s - v \leq z, \quad (1.73)$$

$$y_s \geq 0, s = 1, \dots, S. \quad (1.74)$$

Қорытынды

Бұл бөлімде біз келесі сынақтар мен талдауда қолданылатын тоғыз үлгіні қарастырамыз. Бұл үлгілер түрлі формадағы инвесторлардың мүдделерін есепке алады. Жалпы үлгіге енгізілген инвесторлардың келесі мінез-құлықтық мүдделері зерттеледі:

1. тәуекел мен табыстылықтың арасындағы мәміле;
2. шығынды қабылдамау;
3. тәуекелді қабылдамау;
4. әртараптандыру деңгейі.

Бір жағынан, табыстылық пен тәуекел тұрғысынан рационалды шартталған және мінез-құлықтық тиімді қоржындар нәтижесін талдау, екінші жағынан, сызықтық емес мақсатты қызметі мен шектеулердің қоржынды оңтайландыруының математикалық күрделі міндеттерін шешуді іздестіру ғылыми қызығушылық тудырып отыр.

Шешім әдістері

Өткен тарауда біз төрт негізгі үлгі: Марковиц үлгісі, индекс репликациясы, келешек теориясы, келешекті кумулятивтік теорияны қарастырдық. Марковиц мәселесі бұл дөңес міндет және оның шешімі түрлі кіріктірілген солверлер көмегімен оңай шешіледі және бұл жағдай *FortMP* в *AMPL* сияқты қарапайым солверлерді қолдана отырып шешімін табатын индекстің өзгерісін байқау үлгісіне де қатысты. Келешек теориялар үлгісі және келешектің кумулятивтік теориясы керісінше дөңес емес. Сәйкесінше, шешім тәсілдері де неғұрлым жаңа болып табылады.

Біз сонымен қатар түбегейлілікке шектеумен оңтайлы қоржындағы активтер санын шектеу ретінде қарастырамыз. Біз инвестор нарықтағы қол жетімді активтердің барлық көптүрлілігінің орнына өзінің оңтайлы қоржынындағы акциялардың белгілі бір мүдделі санын анықтай алады деп болжаймыз. Себебі түбегейлілік шартымен қоржынды оңтайландыру мәселесі инвестордың мінез-құлықтық мүддесін есепке алатындықтан оны шешу тәсілдері тұрғысынан математикалық өте күрделі міндетке алып келеді.

Марковиц үлгісі бойынша қоржынды оңтайландыру мәселесі және қоржындағы активтер санына шектеумен келешекті теориясы аралас тұтас сандық бағдарламалау мәселесі болып табылады [76], [30]. Жалпы бұл міндеттерді шешу тәсілдеріне байланысты түбегейлікке шектеумен Марковиц міндеттерін қалыптастырудың екі тәсілі бар. Негізгі тәсіл бұл дәстүрлі мақсатты қызметті деңгейлі мән мен түбегейлікке стандартты шектеулер жағдайында қалыптасады. Бұл жағдайда көптеген эвристикалық тәсілдер немесе сызықтық емес міндеттерге тән стандартты симплекс тәсілдер қолданылады [30].

Балама тәсіл бұл міндетті екі критерийлі мәселеге тікелей қайта қалыптасырумен байланысты. Бұл тәсіл инвесторға түбегейлік пен табыстылық/тәуекел арақатынасы арасындағы мәмілені талдауға көмектеседі. Бұндай тәсіл алғашқы қызметі тегіс және күтілетін табыстан және квадраттық қызмет формасындағы вариациядан тұратын және екіншісі тегіс емес болып табылатын екі мақсатты міндеттердің көптеген басымдықсыз нүктелерін (шешімдерін) анықтайды. Екі мақсатты оңтайлы мәселені шешу үшін бос туынды алгоритмді тандайды [77].

Зерттеуде біз екі себеп бойынша алғашқы (негізгі) тәсілді қолданамыз. Бірінші себеп мәселені анықтаумен байланысты. Бізге бірнеше үлгіден тұратын салыстырмалы талдау үшін мәселені анықтаудың бірегейлендірілген формасы қажет. Әрбір жаңа шектеулер кезінде мақсатты қызметті ауыстыру үшін жаңа шектеулерді стандартты мәселеге ауыстырған неғұрлым тиімді. Екінші мәселе шешімдер тәсілі болып табылады. Кейбір үлгілер өте күрделі және арнайы алгоритмдерді талап етеді. Эвристикалық тәсілдер бұндай мәселелер үшін, тіпті жаңа қосымша шектеулермен күрделіленсе де тиімді болып табылады.

Түбегейлілікке шектеумен *MV* және *IT* үлгілер үшін біз тұтас сандардың мүмкін пайда болуымен квадраттық шектеулер мәселесінен тұратын тұтас

сандар, аралас тұтас сандар, сызықтық және квадраттық бағдарламалар міндеттеріне қолдану үшін жасақталған *CPLEX* (AMPL) стандартты солверді қолданамыз. Мінез-құлықтық үлгі үшін біз күрделі мінез-құлық компоненттерінен тұратын дөңес емес мақсатты қызметтер үшін негізделген тәсілді жасақтадық. Біз эвристиканы бұл міндеттерді шешуде керекті тәсіл екендігін анықтадық.

2.1. Мінез –құлықтық үлгі

(1.20) – (1.23), (1.26) – (1.29) және (1.33) – (1.43) міндеттері дөңес оңтайландырудың міндеті емес екендігін және (1.20), (1.26) және (1.33) міндеттер дифференциалданбайтынын айта кету керек. Сонымен қатар, біз болашақта бұл мәселенің шешімін табуға өте күрделі ететін түбегейлікке шектеудің РТ үлгісін қарастырамыз. Бұндай мәселенің оңтайлы шешімін табу күрделі болғандықтан, көптеген зерттеушілер мен трейдерлер қоржынды оңтайлы мәселенің бұндай түрін дәл шешу тәсілдері болып табылмайтын эвристикалық тәсілдерді қолданады.

Зерттеуде біз мінез-құлықтық компоненттерімен оңтайлы қоржынның негізгі үлгісін және түбегейлікті шектеу нұсқасын шешуге екі эвристикалық тәсілді қолданамыз. Біріншісі дифференциалды эволюция алгоритміне, ал екіншісі генетикалық алгоритмді қолдануға негізделген. Біз дифференциалдық эволюцияның дәстүрлі алгоритмін және сплайн-интерполяцияны қолдана отырып, дөңес емес мақсатты қызметі бар деңгейлестірумен дифференциалдық эволюцияны қарастырамыз. Сонымен қатар, [78] мақаланың жалғасы ретінде түбегейлікті шектеумен қоржындық оңтайландыру мәселесінің «оңтайлы» шешімін табу үшін мета-эвристикалық тәсілге [79] негізделген генетикалық алгоритмді ұсынамыз.

Есептеулерді жеңілдету үшін ықтималдылықтың өлшемді қызметін $\pi(p) = p$ анықтаймыз және [47] ұсынылған $v(r)$ өзіндік қызметін қолданамыз:

$$v(r) = \begin{cases} (r - r_0)^\alpha, & \text{егер } r \geq r_0, \\ -\lambda(r_0 - r)^\beta, & \text{егер } r < r_0. \end{cases} \quad (2.1)$$

2.1.1. Дифференциалдық эволюция

Эволюциялық эвристикалық тәсілдер сыныбына жаңадан қосылған тәсіл Сторн мен Прайс ұсынған дифференциалдық эволюция тәсілі болып табылады [80], [81]. Зерттеуде біз осы алгоритмді қолдана отырып, эволюциялық қағидаларға негізделген (1.33)–(1.43) оңтайландырылған міндеттердің шешімін табамыз. Бұл бөлімде мақсаты келешек теориясы (кумулятивтік) мәселесі үшін «оңтайлыны» (оңтайлыға жақын) алу болып табылатын дифференциалдық эволюция тәсілін қарастырамыз.

N қол жетімді барлық активтердің саны болсын. Бізге тең бөлінген $x = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N) \in D_K \subseteq \mathbb{R}^N$ ауыспалының оңтайлы мәнін табу қажет, мұнда D_K -

бұл ұйғарынды мәннің жиынтығы, яғни (1.20) және (1.26) міндеттерін шешуді қамтамасыз ететін $x \in D_K$ мәнін іздейміз. x -тың оңтайлы мәнін іздеу мақсатында келесідей қадамдар жасап, $(C)PT_{cc}(r(x))$, егер $K = N$) күтілетін мәнін анықтауымыз қажет.

1. Инициализация. Біз жиынтықты анықтаймыз

$D_K = \{v \in D, v \text{ векторының } K \text{ компоненті оң нәтижеге тең болатындай}\}.$

$P \in N$ тең болсын. Біз алғашқы популяцияны келесідей түрлендіреміз:
 $v_i = (\omega_{i1}, \dots, \omega_{iN}), \forall i = 1, \dots, P^2, v_i \in D_K.$

2. Мутация және Кроссовер. v_a, v_b, v_c векторларын кездейсоқ олар v_i және бір-бірімен сәйкес келмейтіндей түрде таңдаймыз $v_l, l = 1, \dots, P^2$. Сонымен қатар $R \in \{1, \dots, N\}$ кездейсоқ санын аламыз. Біз $\tilde{v}_i \in D$ жаңа векторының компоненттерін келесідей түрде құрамыз. CR ықтималдылығымен және егер $R = j, j = 1, \dots, N$ j компоненті үшін және қарсы жағдайда $\tilde{v}_{ij} = v_{ij}$ болады. Мұнда $F \in [0, 2]$ және $CR \in [0, 1]$ параметрлерін дифференциалдық өлшем деп атайды және қиылыстыру ықтималдылығы сәйкесінше мұқият таңдалуы қажет (міндеттерге сәйкес жекеше); z_1 және z_2 мөлшерлері аз ықтималдылықпен нөлге тең (мысалы, 0.0001 және 0.0002, сәйкесінше) немесе нөлдік орташа мәні және аз орташа квадраттық ауыспалы мәні (мысалы, 0.02) бар қалыпты бөлінген ауыспалы болып табылады. z_1 және z_2 параметрлері дифференциалдық эволюция алгоритмі үшін міндетті емес. Олар локалды экстримумға шешімдердің түспеуін болдырмау үшін нәтижелі векторы есебінде кейбір «шуды» қосу үшін қолданылады.

3. Саралау. (1.33) теңдеуді қолдана отырып, $PT_{cc}(v_i)$ и $PT_{cc}(\tilde{v}_i)$ мәнін есептейміз, сонымен қатар тоқтау критерийіне жетпейінше (мысалы, буын саны, үтірден кейінгі мәндер саны шешімінің нақтылығы және т.б.) келесі буында қолданылатын жаңа популяцияға өту үшін $\max(v_i)$ белгіленетін ең жоғары мәнді таңдаймыз.

4. Қорытынды бағалау. $g = G$ соңғы кезеңде $v_i^* = \{v_i \mid \max\{PT_{cc}(v_1), \dots, PT_{cc}(v_{P^2})\}, E(\max PT_{cc}(v_i)) \geq d\}$ (d шектеуіне тексеру) болатын векторды табамыз. Вектор v_i^* векторы (1.20) және (1.26) есептерінің ең үздік шешімі болып табылады [82].

2.1.2. Сплайн-аппроксимацияны қолданумен пайдалылық қызметін деңгейлестірумен дифференциалды эволюция

Зерттеуімізге біздер келешекті теорияның мәселелерін шешу мақсатында дифференциалды эволюцияның көзқарасына келешекті теориялар бойынша пайдалылық функциясы үшін сплайн-интерполяцияны енгіземіз. Біз пайдалылықтың түп нұскалы функциясын деңгейлестіріп, және мәселені шешу үшін дифференциалды эволюция алгоритмін қолданамыз.

Деңгейлестірілетін сплайндар әдетте жазық бүктелімді қамтамасыз ету үшін шулармен дискреттік немесе ақпараттық үшін қолданылады. Қолданылатын мәліметтерден шыға отырып, оңтайлы деңгейлестіруді бағалау үшін қарапайым, тиімді әдісті аламыз. Оңтайлы деңгейлестіру сплайнды туынды қорытындылаушы мәнін пайдалана отырып, туынды бағалануы мүмкін [83].

(1.20) функция $r = r_0$ нүктесінде дифференциалданбайды. Мақсатты қызметті деңгейлестіруге негізделген келешекті теориясына сәйкес оңтайлы қоржынды есептеуге баламалы көзқарас [84] ұсынылған.

δ - қорғанының $r = r_0$, $\delta > 0$ нүктелеріндегі субъективті бағалық қызметімен бірге (1.18) текшелі сплайнды пайдалану пікірінен тұрады.

Басқаша айтқанда, субъективтік бағалық функциясын (1.18) оның деңгейлестіру болжамымен ауыстыруға болады:

$$v_{\delta}(r) = \begin{cases} v(r), \text{ егер } r \notin (r_0 - \delta, r_0 + \delta), \\ v(r), \text{ егер } r \in (r_0 - \delta, r_0 + \delta). \end{cases} \quad (2.2)$$

мұндағы $v(r) = ar^3 + br^2 + cr + d$. Қызметтің $v(r)$ және $v(r)$ мәндері, оның туындылары δ -қорғанының соңғы нүктелерімен, яғни $r_0 - \delta$ және $r_0 + \delta$ нүктелерінде сәйкес келуі керек. $v(r)$ текшелі полиномның a, b, c, d , коэффициенттерін желілік теңдеу жүйесінен есептеуге болады:

$$\begin{cases} v(-\delta + r_0) = v(-\delta + r_0), \\ v'(-\delta + r_0) = v'(-\delta + r_0), \\ v(\delta + r_0) = v(\delta + r_0), \\ v'(\delta + r_0) = v'(\delta + r_0). \end{cases} \quad (2.3)$$

Сонымен, есепті (1.20) келесідей қайта жазуға болады:

$$PT(v_{\delta}(r(x))) \rightarrow \max_{x \in D}. \quad (2.4)$$

$v_{\delta}(r)$ функциясы $r = r_0$ нүктесінде дифференциалды болып табылады.

2.1.3. Тектік алгоритм

Тектік алгоритм тектілік пен табиғи таңдаудың эволюциялық қағидасына негізделген іздеу механизмі. Тектік алгоритмдерді пайдаланудың теориялық негіздері Холандпен жасақталған [84]. Алгоритм шешімдердің (ерекше)

популяциясымен және ең бейімді ерекшеліктермен өміршенді қағиданы пайдаланады. Тектік алгоритмде өзгермелі шешімдер хромосомаға кодталған. Табиғи сұрыптауды жүзеге асыру және шешімдерді алу үшін фитнес-функциямен берілген бағытта ерекше эволюцияланады. Қарастырылған оңтайлы мәселелердегі фитнес-функция әдетте бастапқы есептің мақсатты функциясымен байланысты. Толық ақпаратты келесіден табуға болады [85], [86], [87].

Тектік алгоритмді пайдалану барысында (1.33) формуласымен берілген $PTcc(x)$ (немесе $CPTcc(x)$) мақсатты қызметі немесе пайдалалық қызметін ең үлкен шамаға келтіру мақсатында тектік алгоритмді пайдаланумен қажетті келесі қадамдарды жүзеге асырамыз.

1. Инициализация. Біз жиынтықты анықтаймыз

$$D_K = \{x \in D, x \text{ оң } K \text{ вектор компонентіне тең} \}.$$

$P \in \mathbb{N}$ бола берсін. Біз бастапқы популяцияны іздестіреміз $x_i = (\omega_{i1}, \dots, \omega_{iN})$,

$$\forall i = 1, \dots, P^2, x_i \in D_K.$$

2. Сұрыптау. Біз әрбір кезеңде $g = 1, \dots, G$ мәнін есептейміз

$PTcc(x_1), \dots, PTcc(x_{p^2})$ (немесе $CPTcc(x_1), \dots, CPTcc(x_{p^2})$) және оларды азаю тәртібінде орналастырамыз, яғни азаймалы тізбектілікті аламыз

$$\left(PTcc(x_{m_1}) \geq \dots \geq PTcc(x_{m_{p^2}}) \right),$$

немесе

$$\left(CPTcc(x_{m_1}) \geq \dots \geq CPTcc(x_{m_{p^2}}) \right),$$

мұндағы жиынтық $x_{m_1}, \dots, x_{m_{p^2}}$ бастапқы жиынтықтың қайта тоқталуы болып табылады $x_1, \dots, x_{p^2}$. Біз мақсатты функцияның жоғарғы мәнін тіркейміз $\max PTcc(x_i)$ (немесе $\max CPTcc(x_i)$). Тек алғашқы $2P$ элементтер өзгеріссіз жаңа популяцияға көшеді, яғни $x_{m_1}, \dots, x_{m_{2P}}$. Бұл элементтерді $y_1, \dots, y_{2P}$ сияқты жаңа популяциямен белгілейміз.

3. Кроссовер және Мутация. $\{x_{m_{2P+1}}, \dots, x_{m_{p^2}}\}$ жиынтықтағы $\tilde{x}_j$ немесе $\hat{x}_k$

екі векторды кездейсоқ түрде тандаймыз және оларды кезең (кезең) алу үшін қарастырамыз. Осы мақсатта біз келесі ережелерді сақтай отырып, $\tilde{x}_{jl}$ немесе $\hat{x}_{kl}$ аралығын таңдау жолымен $a_i = (a_{i1}, \dots, a_{iN})$, $i = 2P+1, \dots, P^2$, $a_i \in D_K$ жаңа векторының және $\tilde{x}_j$ және $\hat{x}_k$, $\forall j, k = 2P+1, \dots, P^2$ векторларының l ($l = 1, \dots, N$) элементін құрамыз:

- егер $\tilde{x}_{jl} = \omega_j$ және $\hat{x}_{kl} = \omega_k$ (яғни актив екі бас қоржынында болған жағдайда), онда бұл актив келесі түрде $a_{il} = \chi \cdot \omega_j + (1 - \chi) \cdot \omega_k$ кезеңге өтеді, мұнда χ кездейсоқ түрде $[0, 1]$ шамасына үстемдік етеді;

- егер $\tilde{x}_{jl} = 0$ және $\hat{x}_{kl} = 0$ (яғни актив бас қоржынның бірде-бірінде болмаған жағдайда), онда $a_{il} = 0$ (онда бұл актив келесі кезең қоржынынан шығарылып тасталады);

- егер $\tilde{x}_{jl} = \omega_j$ және $\hat{x}_{kl} = 0$ (яғни актив бас қоржынның тек біреуінде болған жағдайда), онда $a_{il} = \omega_j$ π ықтималдылығымен (яғни бұл актив π ықтималдылығымен нәтижелі қоржынға енгізіледі).

Мутацияны қолдану үшін біз кездейсоқ түрдегі $[0,1]$ санына үстемдік ету үшін $\zeta > 0$ төмен ықтималдылықпен берілген a_i векторында алынған әрбір элементті ауыстырамыз. Жаңа вектордың нолдік емес элементтері K тең немесе төмен болса деп тұжырымдап, жаңа вектордың элементтерін қалыпқа келтіреміз. Сонымен қатар біз $a_i, \tilde{x}_j, \hat{x}_k$ векторларының жоғарғы шегін анықтап, оны y_i деп белгілейміз. Ол икемделген вектор болып табылады және жаңа популяцияға өтеді. Осылайша жаңа популяция матрицасының соңғы y_{p2} элементі толтырылғанша жалғастыра береміз.

4. Бағалау. Біз $PTcc(y_1), \dots, PTcc(y_{p2})$ (немесе $CPTcc(y_1), \dots, CPTcc(y_{p2})$) мәнін есептейміз және алынған мақсатты функцияның $\max PTcc(y_i)$ ең жоғарғы мәнін $\max PTcc(x_i)$ (немесе $\max CPTcc(y_i)$ сонымен қатар $\max CPTcc(x_i)$) салыстырамыз. Егер $\max PTcc(y_i) \geq \max PTcc(x_i)$ (немесе $\max CPTcc(y_i) \geq \max CPTcc(x_i)$) болса жаңа популяция (егер $g < G$) жаңа кезеңге өтеді.

5. Қорытынды баға. $g = G$ соңғы кезеңде біз $y_i^* = \{y_i \mid \max\{PTcc(y_1), \dots, PTcc(y_{p2})\}, E(\max PTcc(y_i)) \geq d\}$ (немесе $y_i^* = \{y_i \mid \max\{CPTcc(y_1), \dots, CPTcc(y_{p2})\}, E(\max CPTcc(y_i)) \geq d\}$) векторларын табамыз – d шектеуге тексеру. Онда y_i^* векторы – бұл дұрыс шешім.

Қарастырылған базалық, қосымша шектеулер және модификациямен дифференциалды эволюция, тектік алгоритмдерді жүзеге асыру және лақап кодтары А қосымшасында берілген.

2.2. CVaR –ға шектеумен үлгілер

Қазіргі қаржыларда CVaR тәуекелдің тиімді шарасы болып табылатындығы жақсы белгілі [70], [67], [71]. Біз I тарауда осы тәуекел шарасының артықшылықтары мен кемшіліктерін талқыладық. Осы бөлімде CVaR –ға шектеумен Марковиц базалық үлгісін немесе mean-variance-CVaR үлгісін шешу әдісін ұсынамыз.

Бір мақсатты Марковиц үлгісі мен келешекті теориясынан айырмашылығы 1.4.2 бөлімінде қарастырылған mean-variance-CVaR үлгісі көп критериялы болып табылады, себебі екі мақсатты ең аз шамаға келтіру қажет – дисперсия және қажет ететін орташа табысқа шектеу кезінде – CvaR. Есеп айырысуларды жеңілдету мақсатында біз бұл мәселені Парето бойынша

тиімділік логикасына сүйене отырып бір мақсатты есепке трансформациялаймыз [88], [89]. Қорытындысында біз (1.61)-(1.67) есебін қалыптастырып, қоржынның қажет ететін табыстылық деңгейі үшін CVaR –ға қосымша шектеумен біз тек дисперсияны ең төмен шамаға келтіреміз (1.4.2 бөліміндегі толық жазбаны қараңыз).

Бізге белгілісі (мысалы [64] қарау керек) x^* мәні (1.60) мәселесі үшін Парето бойынша оңтайлы шешім болып табылады, егер $x^* z = CVaR_\alpha(x^*)$ және $d = E(x^*)$ кезінде (1.61)-(1.67) мәселесі үшін ковариационная матрица оң анықталған оңтайлы шешім болып табылғанда ғана. Ковариациялық матрицаның оң анықталғандығы мақсатты функцияның (дисперсияның) қатаң дөңестігін тексерілуін қамтамасыз ететінін, кейін оңтайлы шешімнің бірегей кепіл беретінін байқаймыз.

Келесі қадамдарды пайдалана отырып, mean-variance-CVaR үлгісі үшін шешімді іздестіреміз.

1. $\min CVaR$ есептейміз.

Біз қоржынның ортақ табыстылығына шектеусіз айрықша мәліметтер үшін CVaR ең төменгі мәнін табамыз. Қорытындысында оңтайлы мақсатты мәнді аламыз және оны $\min CVaR$ ретінде белгілейміз.

2. $d_{\min CVaR}$ есептейміз.

Ең төмен шамамен CVaR- мен (яғни өткен қадамдардағы есептелген $CVaR = \min CVaR$ -мен қоржын) қоржын үшін қолданымды орташа табыстылықтың жоғары күтілімі $\min CVaR$ –ға тең CVaR төменгі мәніне шектеумен қоржынның орташа табыстылығын жоғарылату мәселелерін шешу жолымен алынуы мүмкін. Қоржынның орташа табыстылығының жоғары мүмкін алынған мәнін $d_{\min CVaR}$ белгілейміз.

3. $d_{\min var}$ есептейміз.

Марковицтің классикалық оңтайланған есебін (күтілетін табысқа шектеусіз) шешу жолымен дисперсияны төмендете отырып, күтілетін табыстылықтың төменгі мәнін есептейміз және алынған табыстылықты $d_{\min var}$ деп белгілейміз.

4. $[d_{\min}, d_{\max}]$ есептейміз және d^* таңдаймыз.

$d_{\min var}$ және $d_{\min CVaR}$ ішінен ең жоғарғысы ретінде $d_{\min}$ таңдаймыз.

$d_{\max} = \max(\bar{r}(x))$ бұл қосымша шектеусіз $\sum_{i=1}^N \omega_i = 1$ қоржындағы салмақ сомасына міндетті шектеуді қоса алғанда, қоржын табыстылығының жоғары күтілімі мәселелері үшін оңтайлы мақсатты шешім ретінде табылуы мүмкін табыстылықтың жоғары мүмкін күтілімі.

$d^* \in [d_{\min}, d_{\max}]$ таңдаймыз.

5. $[z_{\min}, z_{\max}]$ есептейміз және z^* таңдаймыз.

d^* қоржынының табыстылық деңгейі шектелген жағдайда $\min CVaR$ оңтайландыру мәселесін шешеміз және қорытындысын $z_{\min}$ ретінде белгілейміз.

d^* табыстылық деңгейі шектелген жағдайда біз дисперсияны ең кіші шамаға келтіреміз және оңтайлы шешімді x^* ретінде белгілейміз. Кейін x^* табылған қоржын үшін CVaR есептейміз және қорытындысын z_{max} ретінде белгілейміз.

$z^* \in [z_{min}, z_{max}]$ таңдаймыз

6. Есептің шешімі.

(1.61)-(1.67) есебін d^* және CVaR z^* таңдалған мәнімен қоржынның орташа табыстылық мәнін алуға шектелген жағдайда шешеміз.

Келешекті теория үлгісіндегі CvaR-ға осы үлгінің жұмыс қорытындыларын mean-variance-CVaR үлгісінің жұмыс қорытындыларымен салыстырмалы талдау мақсатында шектеуді енгіземіз. (1.68)-(1.74) мәселесі 2.1 бөлімінде жасақталған эвристикалық тәсілдерді пайдаланумен шешілуі мүмкін.

Тарау 3 Есеп айырысулар қорытындылары

3.1. Эмпирикалық зерттеу

3.1.1. Пайдаланылатын мәліметтер

Біз OR-Library ресурсымен өзара байланысты бес басты нарықтық индекстерге қатысты жарияланымды қол жетімді мәліметтерді пайдалана отырып, қоржындық оңтайландыру мәселелерін шештік [90]. Бес нарықтық индекстерге <http://people.brunel.ac.uk/~mastjjb/jeb/orlib/portinfo.htm> қол жетімді әрбір 290 уақыт кезеңдері үшін (апталық мәліметтер) Hang Seng (Гонконг), DAX 100 (Германия), FTSE 100 (Ұлыбритания), S&P 100 (АҚШ) және Nikkei 225 (Жапония).

Бұл барлық мәселелер (мәліметтердің көптігі) алғашқыда Чанг және басқаларымен қарастырылды. (2000) ([76] қарау) және Вудсайд-Ориахи және басқалары. ([30] қарау). Осы бес тестіленетін мәселелердің мөлшері $N = 31$ (Hang Seng) бастап $N = 225$ (Nikkei 225) дейін жіктелінеді және 3.1 кестеде ұсынылған.

	Мәліметтердің көптігі	Бағалы қағаздар саны N	Уақыттық кезеңдердің саны S
	Hang Seng	31	290
	DAX 100	85	290
	FTSE 100	89	290
	S&P 100	98	290
	Nikkei 225	225	290

Кесте 3.1: Тестіленетін мәселелердің мөлшерлілігі

Бұл зерттеуде пайдаланылған мәліметтер бағаның активтерге матрицасы түрінде берілген. Біз түпнұсқалы мәліметтер массивтерін активтердің табыстылығы матрицасында өткіземіз. Активтердің абсолютті бағалар қатынасын пайдаланумен бірге табыстылық мөлшерлемесін алу мақсатында бағалар қатынасы логарифмін қолдану кең таралған [91]. Біздің жұмысымызда r табыстылық мөлшерлемесі p бағадан шыға отырып, s әрбір уақыттық қиындысында келесі түрде есептеледі:

$$r_i = \ln \left(\frac{p_{i,s}}{p_{i,s-1}} \right), i = 1, \dots, N, s = 1, \dots, S,$$

мұндағы N активтер саны және S уақыттық кезеңнің жалпы саны.

Қазіргі зерттеуде ұсынылған бас таңдауда (in-sample – таңдаулы мәліметтер) есептеуіш сынақ қорытындылары жоғарыдағы мәліметтер жиынтығында

жазылған алғашқы 100 уақыттық кезеңдерді пайдаланумен алынған. Қалған уақыттық кезеңдер (190) таңдаудан тыс мәліметтерді тестілеу бутстрепі үшін (bootstrap out-of-sample tests) пайдаланылады.

Жұмысымызда біз таңдаудан тыс үйренетін үлгілерді тестілеу (out-of-sample test data) немесе имитациялық үлгілеу үшін мәліметтер ретінде бөлудің кейбір түрлерімен мәліметтерге үстемдік ету үшін Монте-Карло әдісін қолданамыз. Бізді оң баға серпіні жалғаса беретін инвестордың сенімділігін көрсететін «өгіздер» деп аталатын нарықтық тренд қызықтырады. Ол сонымен қатар тұрақты экономикалық жағдайдан инвестицияның артуы және сауданың жоғары белсенділігімен сипатталады. «Аюлар» нарығы, керісінше, бағаның ұзақ мерзімді төмендеуіне және стагнацияға әкелетін енжар күтілімдерді көрсетеді. Әртүрлі нарықтық жағдайлардағы үлгілердің жұмыс қорытындыларын зерделеу мақсатында біз активтердің табыстылық матрицасы ретінде екі трендті үлгілейміз.

“Өгіздер” және “аюлар” нарықтарын ынталандыратын таңдаудан тыс мәліметтер (out-of-sample data set) Matlab үшін Statistics Toolbox пакеттерінде қол жетімді тұрғызылған функцияларды пайдаланумен алынған. “Өгіздер” нарығын имитациялық үлгілеу үшін біз *datasample* функциясын қолданамыз. Бұл функция *data* айрықша мәліметтер көптігінен орын басуымен теңбе-тең кездейсоқ түрде алынған k қадағалауды қайтарады. “Өгіздер” нарығының қасиеттеріне ие мәліметтерді алу мақсатында біз нарықтық өсудің тарихи мәліметтеріне (4.01.2005 бастап 30.12.2005 дейін; барлығы 252 уақыттық кезеңдер) негізделген табыстылықты жасанды етеміз.

“Аюлар” нарығын үлгілеу *mvtrnd* тобының көмегімен жасалған. $r = mvtrnd(kR, df, cases)$ көрсетілуі t -бөлудің мультивариативтіден таңдалған кездейсоқ сандар матрицасын қайтарады, мұндағы kR нарықтық дағдарыс кезеңіндегі тарихи табыстылық матрицасы, df еркін дәрежесі (біздің есептеуіш зерттеуімізде $df = 5$) және скаляр (біздің зерттеуіміздегі сияқты) немесе жағдайлар элементтерімен вектор (біздің зерттеуіміздегі 100-ге тең желілер санының жағдайы, мысалы) болуы мүмкін. Біз t -бөлуді таңдадық, себебі Стьюдент t -бөлудің «құйрығы» нарықтық жағдайды шынайы көрсететін қалыпты бөлудің «құйрығына» карағанда баяу нолге ұмтылады. «Аюлар» нарығын жасады ету үшін біз имитациялық үлгілеу үшін бастапқы матрицасы ретінде Bloomberg Database мәліметтер базасында қол жетімді (1.01.2008 бастап 31.12.2008 дейін мәліметтер; барлығы 261 уақыттық кезеңдері) 2008 жылғы жаһандық дағдарыс кезеңінде FTSE 100 индексіне қатысты тарихи мәліметтерді пайдаланамыз. Осылайша, біз біруақытта үлгілі таңдаулы мәліметтер ретінде дағдарыстық тарихи мәліметтерді пайдаланамыз, себебі t -бөлу үлгілеуі екі “өгіздер” және “аюлар” табыстылық бөлу түрлерінің арасында араласқан белгілеу үшін қажет.

Марковиц есептері және индекстің өзгересін байқау (базалық тұжырымдау және қосымша шектеулермен) үлкен мөлшердегі онтайландыру мәселелерін шешу үшін жасақталған пакет ретінде CPLEX (версия 12.5.1.0) солверімен AMPL бағдарламалық қамтамасыз етуді пайдаланумен шешіледі.

Келешекті теориялар және келешекті кумулятивтік теориялар (базалық тұжырымдау және қосымша шектеулермен) қоржындарын таңдау мәселелері арнайы жасақталған функцияларды пайдаланумен Matlab бағдарламалық қамтамасыз етуде жүзеге асырылған. Барлық симуляциялар мен бутстрепинг Matlab-та жүзеге асырылған. Жүйе 7 64-bit SP 1 MS Windows-те жіберілген және біздің есептеуіш жұмысымызда 2.10 GHz и 8.0 GB RAM процессорымен Intel Core i3-2310M pc пайдаландық.

3.1.2. Үлгілердің параметрлері

Осында және алдағыда біз келешекті теориялар және келешекті кумулятивтік теориялар үлгілерін осы жұмыста зерттелетін олардың қасиеттері салыстырмалы талдау ыңғайы үшін мінез-құлықтық үлгілер класы ретінде қарастырамыз. Осы үлгілер үшін (қосымша шектеумен және индекстің өзгерісін бақылаумен) біз Тверски және Канеманмен және [47] мақалада ұсынылған $\lambda = 2.25$, $\alpha = \beta = 0.88$ тұрақты параметрлер мәнін пайдаланамыз. (24) және (25) теңдеу үшін біз [47] сәйкес $\delta = 0.61$, $\gamma = 0.69$ аламыз.

Тверски және Канеман келешекті кумулятивтік теорияларды кешендік үлгі ретінде қарастырған. Осы тектес мәселелерді бағалау көп санды параметрлерде жеткілікті қиын болып табылады. Осы санды төмендету мақсатында (1.18) теңсіздік параметрлерін бағалау үшін желілік емес регрессиялық операцияларды пайдаланумен олар параметрлік бағалау және сәйкесті шаралармен бірге мәліметтердің сандық қасиеттеріне шоғырланады, олар субъективтік құн функциясының медиандық экспоненті төмен сезімталдылыққа сәйкес ұтыс пен ұтылыс үшін 0.88 тең екенін анықтады және « λ медиана 2.25 тең... және δ және γ медиандық мәндері сәйкесті 0.61 және 0.69 тең» [47].

Әртүрлі үлгілердің жұмыс қорытындыларын салыстыру мақсатында біз базалық үлгілер үшін және түбегейлі шектеулермен d қоржынының күтілетін табыстылығының бірыңғай деңгейін пайдаланамыз. Әрбір жиынтық үшін $d = \max \bar{r} - (\max \bar{r} - \min \bar{r}) \cdot 0.25$, мұндағы $\max \bar{r}$ және $\min \bar{r}$ — параметрлерінің мәліметтері бұл әрбір мәліметтерді жинаудағы жоғары және төменгі орташа табыстылық. Мәндерінен көріп отырғанымыздай бұл деңгей ұсынылған үлгілер үшін экстремалды ретінде қарастыру үшін жеткілікті жоғары ретінде таңдалған. Келешекті теориялар үлгісінің сипатын есепке ала отырып, жоғары табыстылық деңгейімен басқыншы қоржындарды таңдайды, d жоғары көрсеткішінің бұл таңдауы негізделген болып табылады (3.2 бөліміндегі талқыландырылған қорытындыларды қарау). Кейір мәліметтер жиынтығы үшін (әсіресе үлкен матрицалар үшін) мінез-құлық үлгілері үшін оңтайлы қоржынның жіберілімділігін қамтамасыз ету (шешу) мақсатында d параметрін (d мәнін азайту) түзетуге тура келді.

Референттік нүкте және банктік пайыздық мөлшерлеме мәндері келтірілетін 3.2 кестесінен d параметрінің пайдаланылатын мәнін табуға болады. 3.2 кестесіндегі референттік нүкте индекстің өзгерісін бақылауды алып

тастағанда мінез-құлық үлгілері, базалық және басқада қосымша шектеулер үшін пайдаланылады. Референттік нүктенің бұл мәні әртүрлі нарықтық экономикалар үшін (жиынтық мәліметтерді пайдаланатын сәйкесті нарықтық индекстен тәуелді) орташа пайыздық мөлшерлемені (IR) білдіреді. Келешекті теорияның субъективтік құны функциясының анықтамасымен әрбір уақыттық кезең үшін базалық үлгілермен жұмыс жағдайында (түбегейлілік және CVaR шектеулерді пайдаланусыз) r_0 параметрлері бекітіледі және оның мәні тұрақты болып табылады. Индекстің өзгерісін бақылау мәселелері үшін, керісінше бұл параметр векторлы және индекстің мәнінен тәуелді әрбір уақыттық кезең үшін өзгереді.

Түбегейлілікке шектеумен (MV және PT базалық үлгілері) үлгілер үшін K параметрін пайдаланамыз. Басқа үлгілерден индекстің өзгерісін бақылау мәселелерін бөліп көрсету үшін K^* индекстің өзгерісін бақылау мәселелері үшін активтердің санына шектеу болады. Базалық үлгілердің әртараптандыру үлгісі және индекстің өзгерісін бақылау үлгісі деңгейі әртүрлі болғандықтан K және K^* параметрлерінің әртүрлі мәнін пайдаланамыз. Түбегейлілікке шектеумен үлгілер оның тұжырымдамасына сәйкес активтер салмағының жоғары және төменгі шектеріне ие. Мұндай шектеулер ретінде біз $l_i = 0.01$ және $u_i = 1$ пайдаланамыз.

Мәліметтер жиынтығы	d	IR	r_0	K	K^*
Hang Seng	0.0118	0.005	0.00005	7	15
DAX 100	0.006	0.0025	0.000025	10	20
FTSE 100	0.0077	0.0025	0.000025	10	25
S&P 100	0.0109	0.005	0.00005	5	25
Nikkei 225	0.0005	0.0001	0.000001	3	25

Кесте 3.2: Үлгі параметрлерінің табуляцияланған мәні

CVaR шектеумен үлгілер үшін 2.2 бөлімінде жазылғандай мәліметтердің әрбір матрицасы бойынша d^* (күтілетін табыстылық) және z^* (CVaR шектеумен) параметрлері үшін жіберілуі мүмкін шешімдердің жиынтығын анықтау қажет. CVaR шектеумен MV және PT үлгілерін тестілеу отырып, біз MV үлгілері үшін анықталған жіберілуі мүмкін мақсатты табыстылық жиынтығы PT үлгілеріне де үйлесімді. Бірақта, осы екі үлгілер үшін z параметрі әртүрлі жіберілуі мүмкін жиынтыққа ие болғандықтан, олар үшін z^* ұқсас мәнін анықтау мүмкін емес. Марковиц мәселесімен салыстырғанда келешекті теориясының мақсатты функциясының мінез-құлқы, қиын және ерекше қасиеттері осы үлгілер үшін жіберілуі мүмкін шешімдердің әртүрлі жиынтығына әкеледі.

Келешекті теориялар үшін CVaR оңтайлы қоржынның (эвристикалық алгоритм жұмысы процесінде анықталған) нақты төменгі және жоғары мәндері ретінде G қадағалауына негізделі отырып (әрбір кезең сайын), CVaR шектеусіз келешекті теориялар үлгісі үшін алынған z_{min} және z_{max} жеке анықтаймыз. 3.3 кестесінде z және MV үлгісі үшін таңдалған z^* параметрлері үшін, сонымен қатар d (d_{min} және d_{max} деп белгіленген) және CVaR шектеумен (ұқсастығына қарай) MV және PT екі үлгілер үшін d^* параметрлері үшін сандық шектеулерінің жіберілуі мүмкін жиынтық шешімдердің шектеулері ұсынылған. z параметрі және CVaR шектеумен PT үлгісі үшін z^* таңдалған мәнімен жіберілуі мүмкін шешімдердің жиынтығы үшін шектеулер 3.4 кестесінде көрсетілген.

Осы зерттеудегі $\alpha = 95\%$ сенім интервалын пайдалана отырып, CVaR шектеумен MV және PT үлгілері үшін CVaR мәнін есептейміз.

Мәліметтер жиынтығы	d_{min}	d_{max}	d^*	z_{min}	z_{max}	z^*
Hang Seng	0.0081	0.0153	0.011	0.0472	0.0570	0.056
DAX 100	0.0034	0.01008	0.007	0.0124	0.0191	0.019
FTSE 100	0.0054	0.0119	0.007	0.0102	0.0149	0.014
S&P 100	0.0030	0.0169	0.006	0.0082	0.0145	0.014
Nikkei 225	0.0018	0.0056	0.002	0.0287	0.0364	0.036

Кесте 3.3: d^* және CVaR шектеумен MV үлгісі үшін z^* параметрлерінің кестеленген мәні

Мәліметтер жиынтығы	z_{min}	z_{max}	z^*
Hang Seng	0.0631	0.0754	0.0727
DAX 100	0.0233	0.0273	0.0268
FTSE 100	0.0242	0.0378	0.025
S&P 100	0.0218	0.041	0.038
Nikkei 225	0.0392	0.0542	0.0487

Кесте 3.4: CVaR шектеумен PT үлгісі үшін z^* параметрінің кестеленген мәні

3.1.3. Шешімнің эвристикалық әдістерінің параметрлері

Бұрын айтылғандай, келешекті теориялар және келешекті кумулятивтік теориялар үлгілері кешенді математикалық есептер болып табылады және соған сәйкес есеп айырысуларды жүргізу мен шешімдер алудың арнайы әдістерін талап етеді. 2.1 бөлімінде осы үлгілер үшін шешімдердің әртүрлі әдістерін ұсындық. Мінез-құлық үлгілері үшін оңтайлыға жақын шешімді алу мақсатында біз дифференциалды эволюцияның, сплайн-интерполяциямен дифференциалды эволюцияның алгоритмдері және тектік алгоритмді пайдаланамыз.

Эвристикалық және метаэвристикалық алгоритмдер параметрлері осы алгоритмдердің жұмыс тиімділігіне едәуір әсер етеді. (мысалы, [92] қарау). Әрбір мәселе және мәліметтер жиынтығы (матрицаның көлеміне тәуелді) үшін сәйкес келетін параметрлерді таңдау өте маңызды. Есептің нәтижелі шешімін алу үшін біздің зерттеуімізде тиімді параметрлерді жинау мақсатында әрбір алгоритмнің тиімділігін талдап, әрбір параметр үшін алғашқы мәліметтер жиынтығын (Hang Seng) пайдалана отырып, алгоритм жұмыстарын реттейміз. Басқа да мәліметтер жиынтығы үшін таңдалған алгоритмдерде параметрлерді талдау және таңдау В қосымшасында келтірілген.

Біздің таңдалған параметрлеріміз үш салыстырмалы критерийлерге негізделген: есеп айырысу уақыты (CPU time), тиімділік қызметінің мәні, яғни мақсатты функцияның мәні $PT(x)$ және өзгеріс ауқымының кеңдігі $PT(x)$, яғни $\xi = \max PT(x) - \min PT(x)$ айырмашылығы. Алгоритмнің тұрақты жұмысын оқыту мақсатында біз әрбір параметрлер бірлесуін 10 рет тестілейміз және орташа CPU time, орташа тиімділік және $\max PT(x) - \min PT(x)$ әртүрлілік формасындағы ξ салыстырамыз.

Келешекті теориялар мәселелерін оңтайлы шешу әдетте белгісіз, яғни салыстырмалы талдау үшін дәл оңтайлы шешім әрекет етпейді, сондықтан біздің тестілерде алынған шешімдер жиынтығындағы жақсысы ретінде оңтайлы шешімді анықтаймыз. Осы бөлімде біз жоғарыда айтылған әртүрлі индикаторлардың көзқарасы тұрғысынан тиімді тәсілді анықтау мақсатында келешекті теориялар мәселелері үшін жоғарыда айтылған шешімнің эвристикалық әдістері жұмыстарының қорытындыларын қарастырамыз.

Көптеген зерттеулер дөңес емес есептерді шешу үшін тиімді құрал ретінде эвристикалық тәсілдерді қолдануға арналған. Марингер 2008 жылы тиімділік функциясының дәрежелі, квадратты салыстырмалы талдауын және жоғалтулардан қашудың әртүрлі деңгейлерімен келешекті теорияның тиімділік қызметін ұсынды [41]. Ол келешекті теорияның үлгісі үшін шешімді алу мақсатында дифференциалды эволюция әдісін пайдаланды. Баптар негізінен үлгілер жұмыстарының қорытындыларына және оңтайлы қоржынның табыстылығын бөлу параметрлеріне бағытталады, бірақ та шешім әдісінің өзінде емес.

Бізге белгілісі сплайн-интерполяциямен дифференциалды эволюция әдісі және келешекті теориялар мәселелерін шешу үшін тектік алгоритм

пайдаланылатын зерттеулер әрекет етпейді. Математикалық көзқарас тұрғысынан дөңес емес болып табылатын мәселеге (1.33-1.43) және дифференциалды емес функцияға (1.33) қатысты қосымшалардағы шешімнің әртүрлі әдістерінің жұмыс қорытындыларын оқып үйрену қызықты.

Дифференциалды эволюция әдісі

Дифференциалды эволюцияның алгоритм тиімділігі F дифференциалды салмақ, CR қиылыстыру ықтималдылығы, P популяция көлемі және G кезеңдер саны сияқты маңызды параметрлерден тәуелді. F параметрлерден бастау қажет, себебі дифференциалды салмақ дифференциалды эволюция әдісінің негізгі параметрі болып табылады. Бізге белгілісі бұл мән мақсатты функцияның орташа мәніне және оның дисперсиясына қатты әсер етеді. $F \in [0,2]$ (2.1.1 бөлімін қарау) белгілі, бірақта біздің жағдайымызда 1-ге қарағанда мәні жоғары болғандықтан өте тұрақты емес шешімді береді. Тестілеу үшін келесі мәндерді анықтадық: 0.05, 0.15, 0.5 және 0.95. 3.5 кестедегі қорытынды бойынша біздің арнайы функциямыз үшін дифференциалды салмақ мәні төмен болған сайын мақсатты функцияның мәні жоғары болады және шешім ауқымы да төмен болады ($\xi = 0$ шешімнің жоғары сапасына әкеледі). 0.05 мәні осы параметр үшін барлық үш критерий бойынша нәтижелі қорытындылар береді.

$F = 0.05$ параметрін таңдай отырып, біз $CR = 0.5$, $P = 20$ және $G = 100$ болжамдаймыз. Бұл таңдау алдын ала талдауға және [81], [93] әдебиеттердегі нұсқауларға негізделген. Осында және алдағы уақытта әрбір параметрді тестілеу кезінде бірінен кейін бірін біз қорытындылардың айырмашылығын көрсету үшін басқа да параметрлердің ($F = 0.05$, $CR = 0.5$, $P = 20$ және $G = 100$) мәндерін тіркейміз.

Келесі қадам – қиылыстыру ықтималдығының көрсеткіштері үшін оңтайлы мәнді таңдау. $CR \in [0,1]$ (2.1.1 бөлімді қарау) белгілі. Біз $CR = 0.3, 0.5, 0.8$ үшін үш мәнді талдаймыз. 3.5 кестедегі қорытындылар $CR = 0.5$ тұрақты шешімге әкелетін есеп айырысудың тиімді уақытын ($CR = 0.8$ қарағанда жақсы) және тұрақты пайдалалықты ($CR = 0.3$ қарағанда жақсы) қамтамасыз етеді.

Нақты мақсатты функция және қойылған міндеттердің ерекшеліктерінен шыға отырып F және CR параметрлері таңдалуы керек. G және P мәні, керісінше, бірінші кезекте мәселелердің мөлшерінен (эксперименталды мәліметтер жиынтығы) тәуелді. Мысалы, 32 активті (актив ретінде индексті қоса алғанда) мәліметтермен біз G және P үшін мәнін анықтаймыз, бірақта масштабты мәселелер үшін біз осында дұрыс табылғанға пропорционалды мәндерін пайдаланамыз. Біз мәселелер мөлшерінің функциясы ретінде осы параметрлердің мәндерін қарастырамыз. Біз қазір тек Hang Seng мәліметтердің ең аз жинағы үшін осы параметрлерді таңдағанымызды түсіндіреміз.

$P = 15, 20, 25$ мәнін есеп айырысу уақыты және оңтайлы шешім көзқарасы тұрғысынан тиімді параметрді анықтау мақсатында тестілейміз. 3.5 кестесінен көргеніміздей, 20 популяция мөлшері ойға қонымды уақытша шығындармен пайдалалық функциясының ең жақсы мәнін қамтамасыз етеді. $P = 20$

салыстырғанда $P = 25$ мәні көп уақытты (+35.6 секунд) талап етеді, сол уақытта осындай пайдалылықты қамтамасыз ете отырып, популяцияның төмен мөлшері ретінде тұрақсыз шешімге әкеледі.

ДЭ алгоритмі үшін бізге осы мәселе үшін қандай кезеңдер саны ең күшті болатынын шешу қажет. Біз тестілеу үшін үш нүктені, әсіресе шешім сапасы мен оны іздеуге уақытша шығындар арасындағы балансты іздестіру мақсатында $G = 70, 100, 130$ анықтаймыз. Біз 100 таңдадық, ол 3.5 кестесінде көрсетілгендей қолданымды есеп айырысу уақытындағы 0 ауқымымен пайдалылық функциясының жоғары мәнін қамтамасыз етеді.

Параметр	Параметр мәні	Есеп айырысу уақыты	$PT(x)$	ξ
F	0.05	61.8	0.6237	0
	0.15	64.4	0.6235	0.0003
	0.5	66	0.62084	0.0013
	0.95	69.2	0.56534	0.0269
CR	0.3	61.6	0.62356	0.0002
	0.5	61.8	0.6237	0
	0.8	65.4	0.6237	0
P	15	35.2	0.62302	0.0031
	20	61.8	0.6237	0
	25	97.4	0.6237	0
G	70	43.2	0.62342	0.0005
	100	61.8	0.6237	0
	130	80.6	0.6237	0

Кесте 3.5: Дифференциалды эволюцияның алгоритм параметрлерін салыстыру (Hang Seng мәліметтер жиынтығы)

Сплайн-интерполяциямен дифференциалды эволюция алгоритмі

Сплайн-интерполяциямен дифференциалды эволюция алгоритмі қағидалары ДЭ алгоритміне ұқсас, параметрлерді тестілеу қорытындылары осындай нәтижені көрсетті. Біз тек дифференциалды салмақ мәнін $F = 0.1$ деп

өзгерттік, себебі ол алгоритмнің ең күшті жұмыс уақытын береді. Тестілеу қорытындылары 3.6 кестеде көрсетілген. Қорытындысында PT үлгісі үшін қолданылатын сплайн-интерполяциямен дифференциалды эволюция алгоритмі үшін келесі параметрлер таңдалды: $F = 0.1$, $CR = 0.5$, $P = 20$ и $G = 100$.

Тектік алгоритм

Тектік алгоритм үш негізгі параметрлерге ие: z мутация ықтималдығы, P популяция мөлшері және G кезеңдер саны. Бұл үш параметр алгоритм жұмысының қорытындысына үлкен әсер етеді.

3.7 кестесінде көрсетілгендей, оңтайлы орнатуды табу үшін біз осы параметрлердің әрбіреуі үшін әртүрлі мәндерді тестілейміз. Талдауда біз қорытындысында айырмашылықты бөліп көрсету мақсатында әрбір параметрді тестілеу уақытында Hang Seng (Гонконг) мәліметтер жиынтығы үшін $z = 0.5$, $P = 15$ және $G = 70$ тұрақты параметрлерді пайдаланамыз. Бұл таңдау әдебиеттерде қол жетімді алдын-ала талдауға және нұсқауларға негізделген.

Параметр	Параметр мәні	Есеп айырысу уақыты	$PT(x)$	ξ
F	0.1	63.5	0.6237	0
	0.15	65.4	0.6235	0.0005
	0.5	67	0.62084	0.0017
	0.95	69.2	0.56534	0.036
CR	0.3	62.7	0.6134	0.0024
	0.5	63.5	0.6237	0
	0.8	67.3	0.6237	0
P	15	41.6	0.62302	0.0043
	20	63.5	0.6237	0
	25	103.8	0.6237	0
G	70	43.2	0.62342	0.0005
	100	63.5	0.6237	0
	130	85.7	0.6237	0

Кесте 3.6: Сплайн-интерполяциямен дифференциалды эволюцияның алгоритм параметрлерін салыстыру (Hang Seng мәліметтер жиынтығы)

Ең алдымен мутация ықтималдығының параметрін таңдау қажет. Біз z параметрінің әртүрлі мәндерін алдық. 3.7 кестесінен көріп отырғанымыздай, алгоритм жұмысының уақыты көп өзгермейді, соған сәйкес осы көрсеткіштен тәуелді емес. Ең күшті тұрақты шешім алу үшін $z = 0.5$ қажетті және жеткілікті мутациялық компонент алуға мүмкіндік береді. Шешімде мәннің жоғары ($z = 0.7$) немесе төмен болуы ($z = 0.3$) тұрақтылықтың төмен деңгейін береді. Сонымен қатар, осы жағдайдағы мақсатты функцияның мәні ең күшті болып саналмайды.

Популяция мөлшері – кез-келген эвристикалық алгоритм үшін ең маңызды параметр болып табылады. Нақты мәселе үшін P дұрыс мәнін табу қажет. Әдебиеттерде оқып үйренетін мақсатты функциядан тәуелді тектік алгоритм үшін сәйкес келетін параметрлерді таңдауға көмектесетін нұсқаулардың жиынтығы әрекет етеді (мысалы, [94] қарау). Көптеген басшылық P мәні ретінде келешекті теорияның пайдалылық функциясы сияқты күрделі мақсатты функциялар үшін 10-ға көбейтілген айнымалылар санын пайдалануды ұсынады (біздің жағдайда әрбір мәліметтер жинағындағы активтер санын қарастыруға болады). Сонымен қатар қоржындық оңтайландыру мәселелері үшін популяцияның ұсынылатын мөлшері шамамен 100-200 тең [95]. Біздің жағдайда мәліметтер жиынтығында 32 активке иеміз (жеке актив ретінде индексті қоса алғанда) және үлгіні тестілей отырып, [10, 20] ізделген интервал кішкентай матрица үшін сенімді ақтаған болып саналады. Біздің алгоритмде популяция мөлшері ретінде P^2 пайдаланып, ($32 \cdot 10 = 320$) алғашқы нұсқауды жабатын [100, 400] интервалды, сонымен қатар екіншісін ([100,200]) аламыз.

Популяция мөлшері негізінен алгоритм жұмысының уақытша шығындарына әсер етеді. Біз тағы да есеп айырысу уақыты мен тұрақтылық арасындағы теңгерімді іздестіреміз, себебі сапа P мәнінің едәуір артуымен жақсармайды. Бірақта, шешім популяция мөлшерінің артуымен құбылмалы болып табылады ($P = 10$ қорытындыларын 3.7 кестесінен қарау). Біз $P = 15$ біздің талдауымыз үшін оңтайлы пайдалалық беретін ең күштісі екенін анықтадық және $P = 20$ салыстырғанда есеп айырысу уақытын үнемдейді. Сонымен қатар $P = 15$ зерттеу үшін ізденістің жақсы кеңістігін қамтамасыз етеді.

Кезеңдер саны параметрінің оңтайлы мәнін анықтау үшін [40,100] интервалын оқып, үйренеміз. Алғашқыда 300 және 400 сияқты үлкен мәндерді тестіледік және шешім сапасы 100 мәнімен салыстырғанда өте қатты өзгерген жоқ, бірақ бағдарламаның жұмыс уақыты едәуір артты. 3.7 кестесінен көріп отырғанымыздай, $G = 70$ және $G = 100$ пайдалануда алынған қорытындылар арасындағы айырмашылық едәуір емес, яғни шешімнің жуық ұқсас кеңістігін және мақсатты функцияның мәнін ала отырып, жұмыс уақытын үнемдей аламыз, сонымен қатар G мәнінің төмендеуі шешімнің өзгеруіне әкеледі.

Эвристикалық тәсілдер үшін есептің мөлшерлігінен функция ретінде P және G параметрлерінің мәнін қарастырамыз және есептің мөлшерлігіне пропорционалды оларды таңдап алу қажет. Әртүрлі мөлшердегі есептер үшін

тектік алгоритмде G және P параметрлерінің мәнін B қосымшасынан табуға болады.

Параметр	Параметр мәні	Есеп айырысу уақыты	$PT(x)$	ξ
z	0.3	36.6	0.6219	0.0084
	0.5	36.2	0.62354	0.0002
	0.7	36.8	0.62352	0.0004
P	10	15.6	0.60916	0.0713
	15	36.2	0.62354	0.0002
	20	67.4	0.62361	0.0002
G	40	25.6	0.6235	0.0034
	70	36.2	0.62354	0.0002
	100	47.2	0.62358	0.0001

Кесте 3.7: Тектік алгоритм параметрлерін салыстыру (Hang Seng мәліметтер жиынтығы)

Бұл үш эвристикалық алгоритмде бізге мақсатты функцияның бірдей мәнін беретінін ескеру қажет. Бұл келешекті теориялар үлгісі үшін шешім әдістері ретінде ұсынылған алгоритмдерді жүзеге асырудың нақтылығын дәлелдей түседі.

Тектік алгоритм үшін ξ критерий мәні дифференциалды эволюция әдістерін тестілеу кезінде қол жеткізген қорытындыларға қарағанда едәуір төмен екенін анықтадық. Бірақта, ГА есеп айырысу уақытының өте аз болуы ДЭ алгоритмімен салыстырғанда артықшылыққа ие. Бұл артықшылықтар осы жұмыстағы алдағы уақытта есептеу зерттеулері үшін мінез-құлық компонентімен есептерде шешім әдісі ретінде тектік алгоритмді таңдауды анықтай түседі.

3.2. Үлгі жұмыстарының қорытындыларын салыстырмалы талдау

3.2.1. Өткен зерттеулермен байланыс

Біз мінез-құлық үлгісінің дамуында және тәжірибелік ұсынуда едәуір салым әкелген әдебиеттердегі екі эмпирикалық зерттеулерді атап өтуіміз қажет.

Марингер [41] асимметрия коэффициенті және эксцесс сияқты жоғары тәртіптің кезін пайдала отырып, келешекті теориялар бойынша инвесторлардың тәуекел мен жоғалтулардан құтылуын зерттеді. Ол «өте жоғары деңгейлі тәуекелден қашу инвестицияның төмен емес жоғары құбылуына әкелетінін» тапты және дәлелдеді [41]. Бұл асимметрияның коэффициентінің оң артуына және эксцестің төмендеуіне қатысты сезімталдықпен түсіндірілуі мүмкін. Инвестордың жоғалтулардан қашуға ұмтылысы артқан сайын, тәуекелге ұмтылуы да артады және мінез-құлық инвесторы жоғалтулармен түйіскен жағдайында қоржынды таңдауда басқыншы болады.

СРТ үлгісін бекіту аясында кейбір активтерді қалау арнайы активтер сипаттамалары көзқарасы тұрғысынан 2008 жылы Барберис және Хуангпен зерттелді [50]. Олар оң асимметриялы бағалы қағаздар MV үлгісі бойынша оңтайлы қоржындарға қарағанда СТР үлгісі бойынша оңтайлы қоржындар үшін тиімді екенін анықтады. Олар бұл салмақ функциясы ықтималдығының әсірімен байланысты екенін болжалдайды [50]. Мұндай қорытынды 2010 жылы Бернард және Госсубпен алынған болатын [51].

3.2.2. Базалық үлгілерді салыстырмалы талдау

Марковиц базалық үлгілерінің, келешекті теория және келешекті кумулятивтік теория жұмыстарының соңғы қорытындылары таңдау аясында (in-sample) 3.8 кестесінде ұсынылған. Бұл кесте келесі көрсеткіштерді көрсете алады: $\bar{r}/\sigma$ ара қатынасы, $\bar{r}$ қоржынның орташа табыстылығы, σ орташа квадраттық ауытқу, VaR және CVaR, сонымен қатар оңтайлы қоржындағы n активтер саны және эвристикалық тәсілдер үшін маңызды болып табылатын секундтағы бағдарламаның жұмыс уақыты (CPU).

Бұрын айтылғандай (1.4 бөлімінде), VaR және CvaR біріккен күйде жиі қолданылады және тәуекелдің екі шарасының бұл комбинацияларын қолдану нақты нарықтық жағдайды сипаттайтын жоғалтуларды симметриялы емес бөлу үшін тәуекелді бағалаудағы тиімді артықшылықтарды береді.

Мінез-құлық үлгілері үшін эвристикалық алгоритм жұмыстарының уақыты Морковиц үлгісі үшін пайдаланылатын квадраттық желілік бағдарламалар есептерін шешу үшін қолданылатын оңтайландырудың стандартты әдістеріне қарағанда едәуір көп. Келешекті кумулятивтік теория есептерін есептеу күрделілігі алгоритм жұмысының уақытын одан әрі көбейте түседі. Келешекті кумулятивтік теория үшін бағдарламаның жұмыс уақыты келешекті теорияға қарағанда үш есе көп.

Әдетте кішкентай көлемдегі есептер үшін эвристикалық тәсілдің сапасы оңтайлы шешімнен эвристикалық шешімнің ауытқуымен өлшенуі мүмкін [30]. Бірақта, келешекті теория бойынша қоржынды оңтайландыру мәселелерінің тиімді жағы белгісіз. 3.8 кестесінен көріп отырғанымыздай, қоржынның орташа табыстылығы мен әртүрлі үлгілердің тәуекелін салыстыру өте күрделі, себебі РТ үлгісі оңтайлы қоржынға активтерді таңдау табыстылығы көзқарасы тұрғысынан басқыншы және соған сәйкес үлкен тәуекел алады. Мына жағдайда қоржынның орташа табыстылығы мен оның тәуекел шараларын қоса алғанда қоржын қорытындыларының біріздендірілген шарасының сапасы ретінде $\bar{r}/\sigma$ ара қатынасын пайдалануды ұсынамыз. $\bar{r}/\sigma$ мәні жоғары болған сайын қоржында тиімді болады.

Бұрын айтылғандай, Марковиц үлгісі осы зерттеудегі эталон ретінде қолданылуы мүмкін. Бұл тәсіл Марковиц үлгісі табыстылық және дисперсия негізінде оңтайлы шешім алуына негізделген. MV үлгісі үшін әрбір мәліметтер жиынындағы $\bar{r}/\sigma$ ара қатынасын басқаларының арасынан ең жақсысы ретінде көруге болады. Nikkei 225 мәліметтері РТ үшін үлгісі жоғары көрсеткішке ие болды, себебі ол орташа табыстылықтың жоғары деңгейімен ең күшті қоржын тапты және осы жағдайда қорытындыларын жеткілікті түрде салыстыру қиын. Егер біз d (Марковиц үлгісі үшін күтілетін табыстылыққа шектеу) ретінде қоржынның орташа табыстылығының жоғары деңгейін бекітетін болсақ, σ мәнінің аздығы есебінен келешекті теориялар үлгісіне қол жеткізген осы ара қатынастың мәніне қарағанда $\bar{r}/\sigma$ ара қатынасы жоғары болады.

Осында және алдағы уақытта VaR және CVaR мәнін табыстарға (шығындармен бірге) қатысты есептейміз. Бұл 3.8 кестесінен бастап осы тәуекел шараларының мәні жоғары болған сайын, жақсы болатынын білдіреді.

Бұрын айтылғандай, индексті қарапайым актив ретінде қабылдаймыз және оған зерделенетін үлгі үшін оның тартымдылығын зерттеу мақсатында оңтайлы қоржынға енуіне мүмкіндік береміз. Біз индекс тәуекел мен табыстылыққа қатысты тиімді актив болатынын болжамдаймыз. Біздің сынағымызға сәйкес келешекті теорияның кумулятивті үлгісі индексті берілген бес мәліметтердің екі жиынтығынан таңдалады. Бірақта, көптеген көрсеткіштер бойынша әлсіз қорытындыларға қарамастан CPT үлгісі РТ үлгісімен салыстырғанда CVaR ең күшті мәнін береді. Бұл үлгі негізінен РТ үлгісімен салыстырғанда σ және CVaR тәуекел шамасына сәйкес жасампаз инвестициялық мінез-құлықты көрсетеді.

Таңдау бойынша есептеу қорытындыларына сәйкес MV және CPT үлгілеріне қарағанда келешекті теориялар үлгісі әрбір мәліметтер жиынында (әсіресе Nikkei 225) ең жоғарғы орташа табыстылыққа қол жеткізетінін жеңіл байқауға болады. Бұған қарамастан, РТ және CPT үлгілері негізінен VaR параметрі бойынша ең күшті мәнге ие, шөгуден жақсы қорғанысқа ие және мінез-құлықтық қоржындық теорияның теориялық тұжырымдамасымен келісіледі. Бірақта, РТ және CPT үлгілері Марковиц үлгісімен салыстырғанда диверсификацияның төмен деңгейін көрсетеді.

Мәліметтер жиынтығы	Үлгілер	CPU	n	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR
Hang Seng	MV	0.015	9	0.3926	0.0118	0.0301	-0.0373	-0.0644
d=0.0118	PT	36.2	8	0.3922	0.0131	0.0335	-0.0371	-0.0727
	CPT	104	5	0.3616	0.0130	0.0359	-0.0500	-0.0668
DAX 100	MV	0.031	16	0.4683	0.0060	0.0128	-0.0141	-0.0197
d=0.006	PT	550	12	0.4529	0.0083	0.0183	-0.0145	-0.0248
	CPT	1790	7	0.4369	0.0080	0.0183	-0.0144	-0.0206
FTSE 100	MV	0.031	14	0.5636	0.0077	0.0137	-0.0121	-0.0178
d=0.0077	PT	630	17	0.4797	0.0090	0.0188	-0.0114	-0.0272
	CPT	1904	22	0.4933	0.0085	0.0171	-0.0153	-0.0163
S&P 100	MV	0.046	11	0.5115	0.0109	0.0213	-0.0279	-0.0328
d=0.0109	PT	721	6	0.4940	0.0109	0.0221	-0.0267	-0.0391
	CPT	1994	7	0.4717	0.0105	0.0222	-0.0265	-0.0265
Nikkei 225	MV	0.14	13	0.0159	0.0005	0.0196	-0.0349	-0.0395
d=0.0005	PT	1179	4	0.1434	0.0034	0.0238	-0.0338	-0.0384
	CPT	4862	4	0.1598	0.0039	0.0246	-0.0325	-0.0326

Кесте 3.8: Базалық үлгілердің салыстырмалы талдауы (in-sample)

Келесі қорытындыларды жасауға болады:

- келешекті теориялар үлгісі негізінен Марковиц және келешекті кумулятивтік теория үлгілеріне қарағанда басқыншы, себебі ол өте жоғары табыстылықпен қоржынды таңдайды. Референттік нүкте осы үлгіні қоржынға көп табыстылықпен активтердің жоғары санын қосуға оятады. PT және CPT үлгілерінің ұқсастықтарына қарамастан, келешекті кумулятивтік теория оңтайлы қоржында жоғары тәуекелдің пайда болуының алдын алатын салмақ қызметінен ықтималдығынан өте басқыншы көрінбейді.

- келешекті теория үлгісі $\bar{r}/\sigma$ индикаторы көзқарасы тұрғысынан CPT қарағанда толығымен тиімді.

- мінез-құлық үлгілері көптеген мәліметтер жиынында MV үлгісімен салыстырғанда VaR көрсеткіштерінің көзқарасы тұрғысынан көптеген артықшылықтарға ие. Бұл нарықтағы шөгуден қорғанысты ұсынатын PT үлгісінің табиғатын білдіреді.

- Мінез-құлық үлгілері Марковиц үлгісіне қарағанда әдеттегідей диверсификацияланған қоржынды таңдайды.

- Индекс актив ретінде толығымен біздің мәліметтеріміздегі барлық үш үлгілері үшін өте тартымды емес. Құбылмалы нарықта индекстің табыстылығы инвестиция ретінде қоржын үлгілерін таңдауда тартымды емес, себебі ол әдеттегідей активтерге қарағанда табыстылық пен тәуекелдің арақатынасында көп емес артықшылықты береді.

Мәліметтер жиынтығы	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR
Hang Seng	MV	0.6844	0.0014	0.0020	-0.0018	-0.0028
	PT	0.5388	0.0012	0.0021	-0.0023	-0.0031
	CPT	0.4260	0.0009	0.0021	-0.0026	-0.0035
DAX 100	MV	1.9785	0.0024	0.0012	0.0004	-0.0001
	PT	1.7766	0.0024	0.0013	0.0005	-0.0005
	CPT	2.4833	0.0033	0.0013	0.0012	0.0006
FTSE 100	MV	1.1103	0.0016	0.0014	-0.0008	-0.0014
	PT	1.6570	0.0023	0.0014	0.0000	-0.0006
	CPT	1.8717	0.0024	0.0013	0.0002	-0.0003
S&P 100	MV	0.7232	0.0013	0.0019	-0.0017	-0.0024
	PT	0.8441	0.0016	0.0019	-0.0015	-0.0023
	CPT	0.9175	0.0017	0.0019	-0.0012	-0.0021
Nikkei 225	MV	0.3317	0.0005	0.0016	-0.0021	-0.0029
	PT	0.9804	0.0019	0.0020	-0.0014	-0.0022
	CPT	0.9960	0.0019	0.0020	-0.0013	-0.0022

Кесте 3.9: Базалық үлгілердің салыстырмалы талдауы (out-of-sample: бутстреп)

Біз бұл жерде таңдаудан тыс мәліметтерде үлгілердің мінез-құлқын және жұмыс қорытындыларын зерделейміз. Біз 101 бастап 290 дейін уақытша кезеңдермен мәліметтерді пайдала отырып, бутстреп-тест қолданамыз. Біз берілген кеңістіктен таңдаудан тыс мәліметтерді алу үшін кездейсоқ жағдаймен қадағалауды таңдаймыз. Біз бұл итерацияны 1000 есе қайталаймыз және статистикалық түрде орташа табыстылық, тәуекел, VaR және CVaR түрінде оңтайлы қоржын сипаттамасын аламыз.

3.9 кестесінде көрсетілгендей, мінез-құлық үлгілері мәліметтердің көптеген жиынтығында қоржынның табыстылығы көзқарасы тұрғысынан алдыңғы қатарлы позицияларда орналасқан, біруақытта σ тәуекел параметрі бойынша MV үлгісі ретінде өте жақсы. $\bar{r}/\sigma$ арақтынасына көңіл аудара отырып, келешекті кумулятивтік теория басқа үлгілермен салыстырғанда өте жақсы. Сонымен қатар бұл үлгі VaR және CVaR көрсеткіштері бойынша ең жақсы қорытындыларды көрсетеді.

Алдағы уақыттағы зерттеулер үшін біз “өгіздер” және “аюлар” нарықтарының мәліметтерінде үлгілердің жұмыс қорытындыларын алу үшін таңдаудан тыс біздің тестілерді толықтырдық. Экономикалық өсу кезеңінде өсімтал нарық үшін табыстылықтың бөлінуіне негізделген “өгіздер” нарығы үшін таңдаудан тыс мәліметтерді үлгілеуден алынған соңғы қорытындылар 3.10 кестесінде көрсетілген.

Мәліметтер жиынтығы	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR
Hang Seng	MV	22.3694	0.0795	0.0036	0.0736	0.0722
	PT	19.5623	0.0792	0.0040	0.0727	0.0724
	CPT	15.0646	0.0794	0.0053	0.0705	0.0686
DAX 100	MV	31.5966	0.1582	0.0050	0.1501	0.1478
	PT	22.6324	0.1583	0.0070	0.1471	0.1443
	CPT	21.0312	0.1584	0.0075	0.1458	0.1430
FTSE 100	MV	22.9827	0.1189	0.0052	0.1106	0.1084
	PT	27.4194	0.1187	0.0043	0.1115	0.1099
	CPT	30.1336	0.1188	0.0039	0.1120	0.1103
S&P 100	MV	23.7931	0.0986	0.0041	0.0918	0.0901
	PT	22.1445	0.0991	0.0045	0.0917	0.0894
	CPT	24.0876	0.0991	0.0041	0.0924	0.0904
Nikkei 225	MV	26.3628	0.1385	0.0053	0.1263	0.1236
	PT	18.3664	0.1388	0.0076	0.1301	0.1272
	CPT	17.5419	0.1382	0.0079	0.1248	0.1217

3.10: Базалық үлгілердің салыстырмалы талдау (out-of-sample: өгіздер нарығының симуляциясы)

3.10 кестесіне сәйкес, мінез-құлық үлгілері, әсіресе РТ үлгісі қоржынның орташа табыстылығы, VaR және CVaR параметрлері көзқарасы тұрғысынан өте жақсы қорытындыларды көрсетеді. Келешекті теорияның кумулятивтік үлгісі MV үлгісімен салыстырғанда VaR және CVaR өте жақсы мәнін көрсетеді. Сонымен бір уақытта MV үлгісі тәуекел позициясы (σ параметрі бойынша) және $\bar{r}/\sigma$ арақатынасымен барынша қалаулы.

Біздің таңдаудан тыс “аюлар” нарығының имитациялық үлгілеудің тестілері экономикалық дағдарыс кезеңінде кемімелі нарық үшін сипатты табыстылықтың бөлінуіне негізделген. Мінез-құлық үлгілері, әсіресе РТ үлгісі негізінен VaR және CVaR көзқарасы тұрғысынан өте жақсы, бірақ 3.11 кестесінен көруге болатындықтан MV үлгісімен салыстырғанда σ және $\bar{r}/\sigma$ көрсеткіштері бойынша жаман. $\bar{r}/\sigma$ арақатынасына, VaR және CVaR параметрлеріне сәйкес РТ үлгісі “аюлар” нарықтық трендте CPT үлгісімен салыстырғанда артықшылыққа ие. Толығымен алғанда, келешекті кумулятивтік теория үлгісі осы тестілерде, әсіресе $\bar{r}/\sigma$ арақатынасы, VaR және CVaR индикаторлары көрсеткіштері бойынша төмен қорытындыларды көрсетеді. Сонымен қатар орташа табыстылық көзқарасы тұрғысынан қандай үлгінің өте жақсы екенін жеткілікті айту қиын, себебі осы параметр үшін ең жақсы қорытындылар үлгілер арасында бір мәліметтер жиынтығынан екіншісіне ауытқиды.

Мәліметтер жиынтығы	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR
Hang Seng	MV	0.2580	0.0004	0.0015	-0.0022	-0.0026
	PT	0.2187	0.0003	0.0016	-0.0022	-0.0030
	CPT	0.2659	0.0004	0.0016	-0.0023	-0.0030
DAX 100	MV	-0.1797	-0.0007	0.0036	-0.0067	-0.0081
	PT	-0.1460	-0.0006	0.0039	-0.0066	-0.0075
	CPT	-0.1912	-0.0008	0.0040	-0.0074	-0.0088
FTSE 100	MV	-0.0235	-0.0001	0.0035	-0.0061	-0.0075
	PT	-0.1712	-0.0004	0.0026	-0.0047	-0.0057
	CPT	-0.0619	-0.0002	0.0031	-0.0052	-0.0064
S&P 100	MV	-0.1088	-0.0003	0.0031	-0.0054	-0.0066
	PT	-0.0956	-0.0003	0.0030	-0.0054	-0.0065
	CPT	-0.2678	-0.0008	0.0032	-0.0060	-0.0074

Nikkei 225	MV	-0.0658	-0.0002	0.0038	-0.0064	-0.0079
	PT	0.0420	0.0002	0.0037	-0.0062	-0.0074
	CPT	-0.2317	-0.0009	0.0039	-0.0069	-0.0083

3.11: Базалық үлгілердің салыстырмалы талдауы (out-of-sample: аюлар нарығын жасанды ету)

“Аюлар” нарығындағы үлгілеуге тестілер кемімелі нарық жағдайында өте маңызды VaR және CVaR тәуекел шарасы мәнінің критерийлері бойынша PT үлгісінің артықшылығын көрсетті. Бұл PT үлгісінің мінез-құлық компоненті Марковицтің дәстүрлі тәсілдерімен салыстырғанда сыни нарықтық жағдайларда ең күшті төменгі қолдауды (шөгуден қорғаныс) қамтамасыз етеді.

Неғұрлым жоғары реттік кездер мәнімен барлық тестілер үшін қорытындылар C қосымшасында көрсетілген.

3.2.3. Түбегейлілікке шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау

Бұрын айтылғандай, біз осы бөлімде Марковиц және түбегейлілікке шектеумен келешекті теориялар үлгілері жұмыстарының қорытындыларын зерделейміз. Таңдалған мәліметтермен алынған қорытындылар 3.12 кестесінде ұсынылған. Біз түбегейлілікке шектеумен келешекті теориялар үлгісін шешу үшін бағдарламаның жұмыс уақыты базалық версияға қарағанда біршама аз. Тектік алгоритм бұл жағдайда тез жұмыс жасайды, себебі K параметрі іздеу кеңістігін шектейді. PT үлгісі мәліметтердің бес жиынының ішінде үшеуінің қоржынында рұқсат етілген активтердің жоғарғы санына жете алмайтынын байқауға болады, осы уақытта MV үлгісі қоржынға қаншалықты рұқсат етілген болса көп активтерді қосуға мүмкіндікті пайдаланады.

Базалық үлгілер үшін таңдаудан алынған қорытындылар бойынша түбегейлілікке шектеумен MV үлгісі σ , $\bar{r}/\sigma$ және CVaR арақатынасының ең күшті мәнін көрсетеді, бірауқытта PT үлгісі VaR параметрі және орташа табыстылық көзқарасы тұрғысынан ең күшті қорытындыда болды. Келешекті теорияның мінез-құлық үлгілері түбегейлілікке шектеумен қосымша қысымымен қатты өзгермейді және бұрынғысынша қоржынның басқыншылық таңдауын көрсетеді.

Мәліметтер жиынтығы	Үлгі	CPU	K	n	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR
Hang Seng	MV	0.09	7	7	0.3919	0.0118	0.0301	-0.0363	-0.0643
d=0.0118	PT	37	7	6	0.3915	0.0132	0.0338	-0.0363	-0.0731
DAX 100	MV	0.25	10	10	0.4604	0.0060	0.0130	-0.0159	-0.0191

d=0.006	PT	520	10	8	0.4484	0.0080	0.0179	-0.0141	-0.0250
FTSE 100	MV	0.11	10	10	0.5631	0.0077	0.0137	-0.0122	-0.0180
d=0.0077	PT	600	10	8	0.5218	0.0096	0.0184	-0.0107	-0.0269
S&P 100	MV	0.14	5	5	0.4911	0.0109	0.0222	-0.0263	-0.0371
d=0.0109	PT	690	5	5	0.4729	0.0120	0.0253	-0.0255	-0.0413
Nikkei 225	MV	0.89	3	3	0.0023	0.0000	0.0209	-0.0381	-0.0439
d=0.0005	PT	1105	3	3	0.1420	0.0034	0.0239	-0.0327	-0.0369

Кесте 3.12: Түбегейлілік шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау (in-sample)

Бутстреп әдісін пайдаланумен тандаудан тыс үлгілер жұмыстарының қорытындылары 3.13 кестесінде ұсынылған. Келешекті теориялар үлгісі тағы да MV үлгісімен салыстырғанда қоржынның орташа табыстылығы және VaR көзқарасы тұрғысынан ең жақсы көрінуде, біруақытта Марковиц үлгісі σ көрсеткіші және көп жағдайда CVaR параметрі бойынша артықшылыққа ие. $\bar{r}/\sigma$ арақатынасының нәтиже беруші мәнін қорытындылардың жеткіліксіздігінен жеткілікті түрде болжамдау қиын.

Мәліметтер жиынтығы	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR
Hang Seng	MV	0.5302	0.0011	0.0021	-0.0023	-0.0023
	PT	0.4391	0.0009	0.0022	-0.0027	-0.0035
DAX 100	MV	2.2284	0.0027	0.0012	0.0007	0.0002
	PT	2.1879	0.0028	0.0013	0.0008	0.0001
FTSE 100	MV	1.2833	0.0017	0.0014	-0.0005	-0.0011
	PT	1.6132	0.0025	0.0015	0.0000	-0.0006
S&P 100	MV	0.8257	0.0016	0.0020	-0.0017	-0.0024
	PT	0.9538	0.0021	0.0022	-0.0017	-0.0035
Nikkei 225	MV	0.1783	0.0003	0.0019	-0.0027	-0.0035
	PT	0.8366	0.0015	0.0018	-0.0015	-0.0022

Кесте 3.13: Түбегейлілік шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау (out-of-sample: бутстреп)

3.14 және 3.15 кестелерде ұсынылған таңдаудан тыс тестілеу қорытындыларына сәйкес (“өгіздер” және “аюлар” нарықтарын үлгілеу) мінез-құлықтық екі үлгілерге қатысты ұқсас қорытындыларды жасауға болады. Марковиц үлгісі негізінен өспелі нарықта σ тәуекел және $\bar{r}/\sigma$ арақатынасының критерийлері көрсеткіштері бойынша ең күшті болып табылады, біруақытта кемімелі нарықта оның CVaR параметрі бойынша қорытындылары келешекті теорияға қарағанда біршама төмен. Үлгілер үшін $\bar{r}/\sigma$ арақатынасының және қоржынның орташа табыстылығының ең күшті мәнінің кемімелі нарықта бірінен екіншісінің мәліметтер жиынында өзгеруі нарықтық жағдайларда табыстылықтың жоғары құбылмалылығын білдіреді. Бірақта, келешекті теория үлгісі өспелі нарықта $\bar{r}$ көрсеткіші бойынша тұрақты артықшылықты көрсетеді және базалық үлгілер жұмыстарының қорытындыларымен ұқсас нарықтың осы түрлері үшін VaR және CVaR тәуекел индикаторларынан біршама күшті.

Мәліметтер жиынтығы	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR
Hang Seng	MV	20.2696	0.0792	0.0039	0.0729	0.0715
	PT	20.2971	0.0792	0.0039	0.0727	0.0716
DAX 100	MV	27.3371	0.1585	0.0058	0.1491	0.1463
	PT	23.1736	0.1582	0.0068	0.1469	0.1465
FTSE 100	MV	22.9842	0.1187	0.0052	0.1103	0.1085
	PT	22.8369	0.1191	0.0052	0.1103	0.1088
S&P 100	MV	20.9687	0.0993	0.0047	0.0910	0.0890
	PT	20.4622	0.0994	0.0049	0.0910	0.0892
Nikkei 225	MV	16.6797	0.1393	0.0083	0.1246	0.1210
	PT	16.1642	0.1387	0.0086	0.1241	0.1214

Кесте 3.14: Түбегейлілікке шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау (out-of-sample: өгіздер нарығының симуляциясы)

3.2.4. CVaR-ға шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау

Базалық үлгілердің жұмыс қорытындыларын талдай отырып және түбегейлілікке шектеумен біз мінез-құлық үлгілері жалпы алғанда Марковиц үлгісімен салыстырғанда CVaR критерийі бойынша ең күшті көрінетінін байқадық. Сонымен қатар CVaR шектеумен осы үлгілердің қорытындыларына қарау да өте қызық. Осы бөлімде біз 1.4 бөлімде қалыптастырылғандай CVaR шектеумен екі үлгілер (MV және PT үлгілер) жұмыс қорытындыларын қарастырамыз және талдаймыз.

3.16 кестесінен көріп отырғанымыздай, CVaR шектеуін енгізу келешекті теория үлгілері үшін CPU уақытын едәуір арттырады. Біз мақсатты табыстылықпен шектеу CVaR-ға шектеумен бірге жіберілетін шешімдер жиынтығының қиылысу бөлімінде өте тар шешім іздеу кеңістігін жасайды. Тектік алгоритмге іздеудің өте аз еркіндігінен жергілікті оптимумнан шығу үшін біршама көп уақыт талап етіледі. Біз сонымен қатар, келешекті теория үлгісі қоржынының диверсификациясы базалық версиямен салыстырғанда өте қатты өзгермегенін байқауға болады.

Мәліметтер жиынтығы	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR
Hang Seng	MV	0.1935	0.0003	0.0015	-0.0022	-0.0028
	PT	0.1988	0.0003	0.0015	-0.0023	-0.0030
DAX 100	MV	-0.2595	-0.0010	0.0037	-0.0070	-0.0089
	PT	-0.2159	-0.0008	0.0037	-0.0066	-0.0084
FTSE 100	MV	0.0603	0.0002	0.0035	-0.0056	-0.0068
	PT	-0.0764	-0.0002	0.0033	-0.0056	-0.0068
S&P 100	MV	-0.2076	-0.0006	0.0031	-0.0056	-0.0069
	PT	-0.4262	-0.0013	0.0031	-0.0063	-0.0068
Nikkei 225	MV	-0.2621	-0.0011	0.0043	-0.0082	-0.0100
	PT	-0.0329	-0.0002	0.0046	-0.0076	-0.0094

Кесте 3.15: Түбегейлілікке шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау (out-of-sample: аюлар нарығын жасанды ету)

Таңдалған мәліметтерінің өткен қорытындылары бойынша келешекті теория үлгісі Марковиц үлгісінің қоржынына қарағанда қоржындағы $\bar{r}$ ең үлкен мәнін ала алады, бірақта жіберілетін шешімдердің облысынан MV үлгісіне қарағанда PT үлгілері үшін z^* (CVaR шектеуді білдіреді) едәуір төмен берілгендіктен (ұтылысты) σ , VaR және CVaR көрсеткіштері бойынша

позицияны жоғалтады. Марковиц үлгісі соңғы, ең үлкенін алып тастағандағы әрбір мәліметтер жиынындағы $\bar{r}/\sigma$ ара қатынасының көрсеткіштері бойынша ұтады. Қосымша, келешекті теория үлгісінің осы мәліметтер жиынында ең күшті диверсификациясын көрсетеді.

Мәліметтер жиынтығы	Үлгі	z^*	CPU	n	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR
Hang Seng	MV	-0.056	0.03	8	0.380	0.011	0.029	-0.038	-0.056
d=0.011	PT	-0.073	40	5	0.392	0.013	0.034	-0.039	-0.070
DAX 100	MV	-0.019	0.09	14	0.468	0.007	0.015	-0.013	-0.019
d=0.007	PT	-0.027	647	5	0.442	0.009	0.020	-0.019	-0.024
FTSE 100	MV	-0.014	0.11	15	0.541	0.007	0.013	-0.012	-0.014
d=0.007	PT	-0.025	754	18	0.513	0.009	0.018	-0.019	-0.025
S&P 100	MV	-0.014	0.12	23	0.550	0.006	0.011	-0.012	-0.014
d=0.006	PT	-0.038	685	18	0.494	0.009	0.018	-0.023	-0.033
Nikkei 225	MV	-0.036	0.41	13	0.098	0.002	0.021	-0.030	-0.036
d=0.002	PT	-0.049	2553	24	0.119	0.003	0.023	-0.033	-0.040

Кесте 3.16: CVaR-ға шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау (in-sample)

Бутстреп әдісімен таңдаудан тыс тестілеу қорытындылары CVaR –ға шектеумен үлгілер үшін 3.17 кестесінде ұсынылған. Марковиц үлгісі σ ең жақсы мәнін көрсетеді, біруақытта келешекті теория үлгісі ретінде өткен талдауларға байланысты әрбір мәліметтер жиынында басқаларынан жоғары $\bar{r}$ мәніне қатысты көшбасшы позицияны сақтайды. Сонымен қатар басқа критерийлер осы үлгілердің мінез-құлқы туралы көп ештеңе айта алмайды. Қорытындылар қандай да бір түйін жасау үшін өте қарама-қайшылықты.

Мәліметтер жиынтығы	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR
Hang Seng	MV	0.6665	0.0013	0.0019	-0.0021	-0.0029
	PT	0.0760	0.0002	0.0022	-0.0035	-0.0043
DAX 100	MV	2.2560	0.0028	0.0013	0.0009	0.0003
	PT	1.7529	0.0024	0.0014	0.0001	-0.0004
FTSE 100	MV	1.2400	0.0016	0.0013	-0.0006	-0.0011

	PT	1.7619	0.0024	0.0014	0.0001	-0.0005
S&P 100	MV	1.6640	0.0021	0.0012	0.0000	-0.0004
	PT	1.2857	0.0025	0.0019	-0.0007	-0.0015
Nikkei 225	MV	0.5530	0.0009	0.0016	-0.0017	-0.0024
	PT	0.9456	0.0015	0.0016	-0.0012	-0.0018

Кесте 3.17: CVaR –ға шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау (out-of-sample: бутстреп)

«Өгіздер» және «аюлар» трендтерін жасанды көрсететін таңдаудан тыс тестілеудің басқа да қорытындылары 3.18 және 3.19 кестелерінде ұсынылған және толығымен өткен түйіндерді қуаттайды. Өспелі нарықта біз $\bar{r}$ және CVaR көрсеткіштері көзқарасы тұрғысынан келешекті теория үлгісінің ең жақсы қорытындыларының серпінін белгілейміз және сонымен біруақытта Марковиц үлгісі ретінде өзін $\bar{r}/\sigma$ және σ ара қатынастарының критерийлері бойынша жақсы көрсетеді. Кемімелі нарықта CVaR-ға шектеумен MV үлгісі $\bar{r}/\sigma$ ара қатынасы бойынша бәрібір жақсы болғанымен, PT-мен салыстырғанда σ көрсеткіші бойынша артықшылығын жоғалтады.

Кемімелі нарықта CVaR-ға шектеумен келешекті теория үлгісі MV үлгісіне қарағанда CVaR критерийлері бойынша көп артықшылықты көрсетеді. MV үлгісімен салыстырғанда z^* ең төменгі шектеуіне қарамастан, PT үлгісі CVaR көзқарасы тұрғысынан дәстүрлі тәсіл қорытындыларынан артып кетеді. Мінез-құлық үлгілері бағалы қағаздар қоржынының дәстүрлі тәсілдеріне қарағанда салмақты жоғалтулардан қорғаныста дағдарысты нарықтың айрықша жағдайларында пайдалы болып табылғандығы таңқалдырады.

3.3 Индекстің өзгерісін байқау мәселелері және келешекті теория үлгісі

Индекстің өзгерісін байқау үлгісі әдетте оңтайлы қоржынға активтердің көп бөлігін таңдауы уақыт бойынша қоржынды қайта қарау және басқаруды қиындатады. Сондықтан жиі IT үлгісі түбегейлілікті шектеп, зерттеулер үшін осы мәселені есептеуді қиындатады.

Мәліметтер жиынтығы	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR
Hang Seng	MV	19.7664	0.0793	0.0040	0.0727	0.0712
	PT	17.6371	0.0793	0.0045	0.0730	0.0716
DAX 100	MV	26.4675	0.1582	0.0060	0.1479	0.1457
	PT	20.4444	0.1579	0.0077	0.1477	0.1461

FTSE 100	MV	25.6109	0.1187	0.0046	0.1110	0.1089
	PT	25.9197	0.1189	0.0046	0.1114	0.1091
S&P 100	MV	38.2829	0.0990	0.0026	0.0947	0.0936
	PT	24.0364	0.0992	0.0041	0.0943	0.0938
Nikkei 225	MV	25.6196	0.1387	0.0054	0.1298	0.1271
	PT	27.5647	0.1381	0.0050	0.1294	0.1276

Кесте 3.18: CVaR-ға шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау (out-of-sample: өгіздер нарығын жасанды көрсету)

Осы бөлімде біз индекстің өзгерісін байқаумен (түбегейлілікке шектеумен және шектеусіз) таңдаудан және таңдаудан тыс мәліметтердегі IT және PT үлгілер жұмыстарының эмпирикалық қорытындыларын талқылаймыз. Таңдаудан тыс тестілер ретінде біз тек «өгіздер» және «аюлар» трендтерін иммитациялық үлгілеуді пайдаланамыз (бутстреп-әдістерін пайдаланбаймыз).

3.3.1. Индекстің өзгерісін байқаумен базалық үлгілер және индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар

Индекстің өзгерісін байқау мәселелері үшін осы бөлімде ұсынылған есептеу қорытындылары бұрын айтылғандай барлық 290 уақыт кезеңдерін қосумен бес мәліметтер жиынтығын пайдаланумен алынған. Әрбір мәліметтер жиынтығындағы алғашқы бағана индекс болып табылады және барлық активтердің инвестициялық алаңына қосылмайды. Біз сонымен қатар таңдаудан тыс тестілер үшін өспелі және кемімелі нарықтарды жасанды көрсету үшін бұрын айтылған әдістемені пайдаланамыз.

Біз бағдарламаның жұмыс уақыты (CPU time), қоржындағы активтер саны n , өзгерісті байқау қателері TE , индекстен жоғары өзгерісін байқау қателері TE_o , индекстен төмен өзгерісін байқау қателері TE_u сияқты әртүрлі критерийлер бойынша үлгілердің жұмыс қорытындыларын талдаймыз. Біздің талдауымыз үшін TE , TE_o , TE_u абсолюттік мәндерді пайдаланатынымызды айтып өтуіміз керек. 3.20 кестесі пайдаланылған мәліметтер жиыны үшін сынақтың эмпирикалық қорытындыларын көрсетеді.

Кестеден IT үлгісімен бірге PT үлгісінің оңтайлы қоржынындағы активтер саны IT үлгісі қоржынына қарағанда шамамен екі есе аз. Бұл IT үлгісімен бірге PT үлгісі үшін осы үлгінің үнемдеу, қоржынды басқарудағы ыңғайлылық сияқты транзакциялық шығындардан IT дәстүрлі үлгісімен салыстырғанда жақсы артықшылық болып табылады.

Мәліметтер жиынтығы	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR
Hang Seng	MV	0.4767	0.0005	0.0011	-0.0013	-0.0017
	PT	0.3905	0.0004	0.0011	-0.0014	-0.0017
DAX 100	MV	-0.1402	-0.0005	0.0037	-0.0064	-0.0079
	PT	-0.1175	-0.0004	0.0038	-0.0068	-0.0078
FTSE 100	MV	-0.1006	-0.0003	0.0034	-0.0057	-0.0071
	PT	-0.1472	-0.0004	0.0030	-0.0054	-0.0067
S&P 100	MV	-0.1560	-0.0004	0.0028	-0.0050	-0.0062
	PT	-0.3418	-0.0009	0.0027	-0.0054	-0.0060
Nikkei 225	MV	-0.1673	-0.0007	0.0042	-0.0077	-0.0090
	PT	-0.1905	-0.0007	0.0039	-0.0071	-0.0085

Кесте 3.19: CVaR -ға шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау (out-of-sample: аюлар нарығын жасанды көрсету)

ІТ үлгісінің индекстің өзгерісін байқау қатесі ІТ үлгісімен бірге РТ үлгісінің оңтайлы қоржынына қарағанда әруақытта төмен, бірақта салыстырылымды. ІТ үлгісімен бірге ІТ және РТ үшін TE_o көрсеткіштері арасындағы оң айырмашылық осы үлгілер үшін TE_u көрсеткіштері арасындағыға қарағанда едәуір көп екенін көруге болады. Бұл ІТ үлгісімен бірге РТ соңғы жоғары деңгейі емес бастапқы ретінде референттік нүктені (индекс) пайдалана отырып, ІТ үлгісіне қарағанда жоғары табыстылықпен активтерді таңдайды. Бұл ІТ үлгісімен бірге РТ үлгісі референттік нүктеге мүлдем қол жеткізбегеннен гөрі асып түсуге бар назар аударылуы керек.

Табыстылықтың әртүрлі бөлулерін үлгілеуді қолданумен екі үлгі жұмыстарының қорытындыларын тестілейміз және талдау үшін осы критерийлерді пайдаланамыз. Алдымен «өгіздер» нарығын жасанды көрсетеміз. 3.21 кестесі осы сынақтан өткізудің эмпирикалық қорытындыларын көрсетеді.

«Өгіздер» нарығында зерттелетін үлгілердің мінез-құлықтары таңдаудан алынған қорытындыларға өте ұқсас екенін атап өтуге болады. Бірақ, өзгерісін байқау қателерінің параметрлеріне сәйкес ІТ үлгісімен бірге РТ үлгісінің қоржындары таңдаудан алынған қорытындыларға қарағанда төмен мәнді көрсетеді.

Біз сонымен қатар таңдаудан тыс кемімелі нарықтың үлгілеуін пайдалана отырып, үлгілердің жұмыс қорытындыларын тестілейміз. Осы үлгілер үшін қорытындыларды зерттеу қарама-қайшылықты жағдайларда қызық. 3.22 кестесінен таңдаудан тыс эмпирикалық қорытындыларды көруге болады.

Өткен қорытындылардан айырмашылығы ІТ үлгісімен бірге РТ үлгісі соңғы жақсы мәндерді көрсете алмады. Бұл үлгі ІТ үлгісімен салыстырғанда әрбір мәліметтер жиынында нашар көрсетілген. Тек өзгерісті байқау қатесінің көрсеткіштері бойынша келешекті теориялар үлгісі жақсарды және қате ІТ үлгісінің қоржыны үшін де төмен болды.

Мәліметтер жиынтығы	Үлгі	CPU time	n	TE	TE_o	TE_u
Hang Seng	ІТ	0.047	30	0.4290	0.2444	0.1845
	РТ+ІТ	70	20	0.8420	0.5690	0.2730
DAX 100	ІТ	0.109	69	0.3354	0.1835	0.1519
	РТ+ІТ	242	51	1.1763	0.7336	0.4427
FTSE 100	ІТ	0.141	81	0.2855	0.1657	0.1198
	РТ+ІТ	250	46	1.1463	0.7919	0.3544
S&P 100	ІТ	0.125	83	0.2682	0.1553	0.1130
	РТ+ІТ	347	67	0.9409	0.5881	0.3529
Nikkei 225	ІТ	0.266	159	0.1686	0.0921	0.0765
	РТ+ІТ	1803	69	0.9802	0.6300	0.3501

Кесте 3.20: Индекстің өзгерісін айқаумен үлгілерді және индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теорияларды салыстырмалы талдау (in-sample)

Қорытындылай отырып, біз референттік нүкте ретінде индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар үлгісі өспелі нарықта референттік нүктеден (біздің жағдайымызда индекстің мәні) асып түсуге өзін ынталандыратын өзінің математикалық тұжырымдамасына сәйкес жеткілікті тиімді болып табылады. Ол сонымен қатар оңтайлы қоржындағы активтердің аз саны көзқарасы тұрғысынан аса пайдалы. Бірақта, дағдарысты нарықтық жағдайда ІТ үлгісімен бірге РТ үлгісі ІТ үлгісіне қарағанда нашар ұсынылған. Индекстің өзгерісін байқау үшін модификацияланған келешекті теориялар үлгісі тұрақты немесе өспелі нарықтық жағдайларда жақсы жұмыс жасайды.

3.3.2. Индекстің өзгерісін байқау үлгілері және түбегейлікке шектеумен индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар

Түбегейлікке шектеумен индекстің өзгерісін байқаумен үлгілер есептелетін күрделі есептердің бірі. Бір жағынан, оңтайлы шешім белгісіз және ең жақсы қорытындылар алу үшін бағдарламаны тоқтату критерийлерін бекіту

қажет. Екінші жағынан, бағдарламаның талап етілетін жұмыс уақыты түбегейлілікке шектеусіз үлгілермен салыстырғанда едәуір көп.

Индекстің өзгерісін байқау үлгілері және түбегейлілікке шектеумен индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар үшін біз 3.1.2 бөлімінде жазылғандай $l_i = 0.01$, $u_i = 1$ ($i = 1, \dots, N$) қоржынындағы активтердің үлесіне және оңтайлы қоржынға қосылу үшін рұқсат етілген активтердің санын білдіретін K^* параметріне шектеулерді пайдаланамыз.

3.23, 3.24 және 3.25 кестелері эмпирикалық қорытындылар түрінде IT және таңдаудағы және таңдаудан тыс мәліметтердегі («өгіздер» және «аюлар» нарықтарын үлгілеу) түбегейлілікке шектеумен IT үлгісімен бірге PT үлгілерінің жұмыс қорытындыларын көрсетеді.

Мәліметтер жиынтығы	Үлгі	TE	TEo	TEu
Hang Seng	IT	0.1292	0.1292	0
	PT+IT	0.3589	0.3589	0
DAX 100	IT	0.0934	0.0918	0.0016
	PT+IT	0.5470	0.5470	0
FTSE 100	IT	0.1304	0.1304	0
	PT+IT	0.6335	0.6335	0
S&P 100	IT	0.1271	0.1271	0
	PT+IT	0.4432	0.4432	0
Nikkei 225	IT	0.1225	0.1225	0
	PT+IT	0.5660	0.5660	0

Кесте 3.21: Индекстің өзгерісін байқау үлгілері және индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теорияларды салыстырмалы талдау (out-of-sample: өгіздер нарығын жасанды көрсету)

Кестелерде көрсетілгендей, түбегейлілікке шектеумен үлгілердің мінез-құлқы әртүрлі жағдайлардағы түбегейлілікке шектеусіз IT-мен бірге PT және IT үлгілерінің мінез-құлқына толығымен ұқсас. Қосымша шектеумен мінез-құлық үлгілері үшін бағдарламаның жұмыс уақыты (CPU time) өте қатты (өсу жағына қарай) өзгермейді және ол тектік алгоритмнің осы түрдегі күрделі мәселелерді жақсы атқара алатынын куәландырады. Сонымен, түбегейлілікке шектеумен үлгілер қорытындылары жоғарыда жасалған салыстырылған үлгілердің сипаты туралы қорытындыларды растайды.

Қорытындылар

Осы тарауда эмпирикалық зерттеу мен талдау ұсынылған. Біз үлгілер параметрлерін және оларға шектеулерді, сонымен қатар келешекті теориялар мен келешекті кумулятивтік теориялар үлгілеріне жалғанған жасақталған эвристикалық алгоритмдердің әртүрлі параметрлерін талқылаймыз. Біз желілік емес есептерді шешу үшін эвристикалық алгоритмдерді пайдалануда маңызды ролге шешімнің дәлдігімен осы алгоритмдердің параметрлері ие.

Біз MV, PT және CPT базалық үлгілерін, түбегейлілікке шектеумен олардың версияларын және әртүрлі нарықтық жағдайдағы CVaR тестіледік. Мінез-құлық үлгілері (қосымша шектеулер ретінде және шектеусіз) толығымен алғанда мәліметтердің барлық жиынында VaR және CvaR, табыстылық көзқарасы тұрғысынан жақсы болғанын атап өту қызық. Осы үлгілердегі референттік нүкте басқыншылық қоржынға және табыстылықтың неғұрлым жоғары деңгейіне әкеледі. Бірақта, CPT үлгісі жоғалтулардан қашу, сонымен қатар табыстылық санын төмен және референттік нүктені (кумулятивтік қағида) жоғары қабылдайтын трансформацияланған ықтималдылықтың концентрациясына байланысты PT үлгісіне қарағанда едәуір басқыншы емес. Бұл ең күшті төмен қолдаумен қоржынды қамтамасыз ете отырып, қоржынды таңдауда көрінеді (таңдаулы және таңдаудан тыс мәліметтердегі CPT үлгісі үшін CVaR критерий мәнін қарау).

Мәліметтер жиынтығы	Үлгі	TE	TE_o	TE_u
Hang Seng	IT	0.1960	0.1960	0
	PT+IT	0.1806	0.1806	0
DAX 100	IT	0.2991	0.1673	0.1317
	PT+IT	0.2928	0.1481	0.1446
FTSE 100	IT	0.3013	0.1217	0.1795
	PT+IT	0.3136	0.1164	0.1972
S&P 100	IT	0.3026	0.1172	0.1854
	PT+IT	0.2984	0.1085	0.1899
Nikkei 225	IT	0.2750	0.1342	0.1408
	PT+IT	0.3017	0.0880	0.2137

Кесте 3.22: Индекстің өзгерісін байқау және индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар үлгілерін салыстырмалы талдау (out-of-sample: аюлар нарығыны жасанды көрсету)

Мәліметтер жиынтығы	Үлгі	CPU time	K^*	n	TE	TEo	TEu
Hang Seng	IT	102	15	15	0.5760	0.3316	0.2448
	PT+IT	74	15	15	1.1871	0.7828	0.4044
DAX 100	IT	200	20	20	0.5889	0.3280	0.2609
	PT+IT	275	20	20	1.3309	0.9616	0.3693
FTSE 100	IT	193	25	25	0.6650	0.3819	0.2831
	PT+IT	323	25	24	1.4432	1.0323	0.4109
S&P 100	IT	176	25	25	0.5555	0.3223	0.2332
	PT+IT	459	25	22	1.2972	0.9111	0.3861
Nikkei 225	IT	612	25	25	0.7211	0.3845	0.3367
	PT+IT	2780	25	25	1.3179	0.9637	0.3542

Кесте 3.23: Индекстің өзгерісін байқау және түбегейлілікке шектеумен индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар үлгілерін салыстырмалы талдау (in-sample)

Множество данных	Модель	TE	TEo	TEu
Hang Seng	IT	0.1519	0.1519	0
	PT+IT	0.3915	0.3915	0
DAX 100	IT	0.1202	0.1195	0.0007
	PT+IT	0.7190	0.7190	0
FTSE 100	IT	0.1826	0.1826	0
	PT+IT	0.7285	0.7285	0
S&P 100	IT	0.1674	0.1674	0
	PT+IT	0.6149	0.6149	0
Nikkei 225	IT	0.1296	0.1296	0
	PT+IT	0.6326	0.6326	0

Кесте 3.24: Индекстің өзгерісін байқау және түбегейлілікке шектеумен индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар үлгілерін салыстырмалы талдау (out-of-sample: өгіздер нарығын жасанды көрсету)

Мәліметтер жиынтығы	Үлгі	TE	TE_o	TE_u
Hang Seng	IT	0.2484	0.2484	0
	PT+IT	0.1992	0.1992	0
DAX 100	IT	0.2907	0.1761	0.1145
	PT+IT	0.3343	0.1652	0.1691
FTSE 100	IT	0.3248	0.1165	0.2083
	PT+IT	0.3268	0.0954	0.2313
S&P 100	IT	0.2795	0.1208	0.1586
	PT+IT	0.3066	0.0876	0.2189
Nikkei 225	IT	0.2939	0.1720	0.1219
	PT+IT	0.3366	0.0943	0.2423

Кесте 3.25: Индекстің өзгерісін байқау және түбегейлілікке шектеумен индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар үлгілерін салыстырмалы талдау (out-of-sample: аюлар нарығын жасанды көрсету)

«Аюлар» нарығында да (out-of-sample test) Марковицтің дәстүрлі тәсіліне қарағанда VaR және CVaR көзқарасы тұрғысынан келешекті теориялар үлгісі неғұрлым пайдалы екенін байқадық. Таңқаларлығы бұл қорытынды осы үлгілер және CVaR-ға шектеулер үшін әділ. Біз VaR және CVaR формасындағы қоржындар тәуекелін қысқартуға көмектесетін келешекті теориялар үлгісінде пайдаланылатын жоғалтулар мен тәуекелдерден қашудың мінез-құлық әсерін қорытындылаймыз.

Айтып келмейтін нарықтық жағдайларда индекстің өзгерісін байқаумен қоржынды тандау мәселелері өте танымал болып келеді. Біз индекстің өзгерісін байқаумен базалық үлгімен салыстырғанда референттік нүкте ретінде (түбегейлілік жағдайымен және жағдайсыз) индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар үлгісін зерделедік. PT үлгісі қоржындағы активтердің аз саны көзқарасы тұрғысынан IT үлгісіне қарағанда (түбегейлілік жағдайымен және жағдайсыз) едәуір тиімді екенін анықтадық, бұл артықшылық транзакциялық шығындарды қысқартады және ыңғайлы қоржын ретінде қайта қарастырады (қайта теңгерімдеу). Сонымен қатар біз индекстің өзгерісін байқаумен PT үлгісінің қоржын табыстылығы негізінен индекстің табыстылығынан асып түседі, бұл референттік нүктенің әсері туралы өткен қорытындыны құптайды. Бірақта кемімелі нарықта келешекті теориялар үлгісі индекстің өзгерісін байқау үлгісімен салыстырғанда көптеген жоғалтуларды көрсетті.

Тарау 4

Қорытынды

Қоржындық теорияға мінез-құлық тәсілі соңғы онжылдықта өте танымал болды, сондықтан нарық едәуір тұрақсыздықты көрсетті. Инвесторлардың жоғалтулар мен тәуекелдерден қашуына қатысты табиғи нанымды есепке ала отырып, мінез-құлық үлгілері қоржынның тәуекелін төмендетуге көмектесетініне көптеген теориялық куәліктер әрекет ететіні белгілі. Бірақта, біз әдебиеттерде осы артықшылықтарды көрсететін және дәлелдейтін, әртүрлі нарықтық жағдайларда осы үлгілердің жұмыс қорытындыларын жарыққа шығаратын тәжірибелік және эмпирикалық зерттеулердің жоқ екенін білдік.

4.1. Негізгі ғылыми қорытынды

Бұл зерттеуде біз Марковицтің және индекстің өзгерісін байқау дәстүрлі үлгілерді салыстырмалы талдауды пайдалана отырып, келешекті теориялар үлгісі және оның толықтырылған версиясы - келешекті кумулятивтік теориялар үлгілері сияқты мінез-құлық үлгілерін зерделедік. Мінез-құлық тәсілдерінің артықшылықтарын зерделеу мақсатында біз осы үлгілердегі түбегейлілікке шектеу мен CVaR енгіздік және бутстреп әдісін және «өгіздер» және «аюлар» нарықтарының табыстылығын бөлу серпінін имитациялық үлгілеуді пайдаланумен таңдаудан тыс қорытындыларды тестіледік. Қорытындылар негізгі әлемдік нарықтардың серпінін білдіретін бес жарияланымды қолжетімді мәліметтер үшін ұсынылды.

Келешекті теориялар және эвристиканы пайдаланумен келешекті кумулятивтік теориялар есептері үшін шешімнің бірнеше әдістерін жасақтадық. Ол үшін Matlab –та тектік алгоритм және дифференциалды эволюция алгоритмдері жүзеге асырылды. Біз сонымен қатар тәжірибелік қолдану үшін эвристикалық алгоритмдер параметрлерінің маңыздылығын есепке ала отырып, эвристикалық тестілерді пайдалана отырып, осы шешім әдістерінің параметрлерін таңдауға негіздедік.

Келешекті теориялар үлгілерінің екі жалғамасы да (қоржындық оңтайландыру және индекстің өзгерісін байқау мәселелеріне қатысты) Марковиц және индекстің өзгерісін байқау үлгілерінің тәсілдерімен салыстырғанда жоғары табыстылыққа қол жеткенін көрсетті. Бұл референттік нүктенің әсерімен түсіндіріледі. Келешекті теориялар үлгісі мүмкіндігіне дейін психологиялық сенімді білдіретін референттік нүктеден асып түсуге ұмтылады. Бұл референттік нүкте осы үлгіні барлық инвестициялық кезең үшін күтілетін табыстылықтың қандай деңгейі бекітілгеніне қарамастан үлкен табыстылықпен активтерді таңдауға мәжбүрлейді.

Таңдаудан тыс мәліметтер тестілері «өгіздер» нарығында келешекті теориялар үлгісін қолдану табыстылықтың көзқарасы тұрғысынан үлкен артықшылықтар беретінін дәлелдеді. Сонымен қатар, дағдарыстық нарықтық

жағдайда РТ және СРТ үлгілерінің табыстылығы Марковиц үлгісімен салыстырғанда едәуір емес, бірақ нашар.

Негізі қорытынды мінез-құлық үлгілері (қосымша жағдайлармен және жағдайсыз) таңдаудан тыс мәліметтердің барлық тестілерінде VaR және CVaR көзқарасы тұрғысынан дәстүрлі қоржындық оңтайландыру үлгілерін басып озады дегенге келеді. Біз эмпирикалы түрде осы үлгілерде пайдаланылатын психологиялық нанымдар жоғалту тәуекелінен сенімді қорғануды қамтамасыз етеді және дисперсиямен салыстырғанда «соңғысындағы тәуекел» жақсы көрсететін тәуекел шарасы ретінде пайдаланылатын жақсы көрсеткіштерге әкеледі.

Бұл зерттеуде индекстің өзгерісін байқаумен келекшекті теориялар үлгісі зерттелді. Біз келешекті теориялар бойынша оңтайлы қоржындар табыстылық көрсеткіші бойынша индекстің өзгерісін байқау үлгісіне, таңдаудағы индекске және өспелі нарыққа қарағанда жақсы нәтижелер ұсынғаны туралы қорытындылауға болады. Бірақта, IT үлгісімен бірге РТ үлгісі индекстің өзгерісін байқау үлгісімен салыстырғанда кемімелі нарықта біршама нашар болды. Сонымен қатар, IT үлгісімен бірге РТ үлгісі транзакциялық шығындар және қоржынды басқару мәселелері көзқарасы тұрғысынан артықшылықты болып табылатын IT үлгісіне әдетте аз диверсификациялық қоржынды беретіні анықталды.

Бұл зерттеудің негізгі жаңашылдығы мен ғылыми нәтижесі келесідей:

1. Мінез-құлық ерекшеліктерімен үлгілер үшін арнайы жасақталған және активтердің көп санымен жұмыс жасауға қабілетті шешімге эвристикалық тәсілдер (дифференциалды эволюция алгоритмі (базалық және сплайн-интерполяциямен) және тектік алгоритм).
2. Марковиц үлгісімен салыстырғанда VaR және CVaR көрсеткіштері бойынша келешекті теориялар үлгілерінің артықшылығын эмпирикалық растау. Келешекті теориялар үлгісін mean-CVaR үлгісінің прототипі ретінде қарастыруға болады.

3. Индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар үлгісін индекстің өзгерісін байқаумен дәстүрлі үлгісімен салыстырғанда диверсификациялық артықшылықты екені эмпирикалық растау.

4. Таңдау және таңдаудан тыс мәліметтерді тестілеу қорытындылары (өспелі нарықтық трендті үлгілеу) индекстің өзгерісін байқау үлгісіне (түбегейлілікке жағдайымен және жағдайсыз) қарағанда индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар үлгісі жоғары табыстылық алатынын көрсетті.

Біз индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар үлгісі индексті еңсеру үлгісінің (enhanced index tracking model) прототипі болып табылатыны туралы қорытындыға келеміз.

Біз бұл келешекті теориялардың бұл зерттеуі активтердің үлкен санымен мәліметтер негізінде жүзеге асырылғанынын айту керек. Осыған дейін тек кішкентай сынақтар ғана әдебиеттерде ұсынылған болатын (мысалы 2-3 актив). Осылайша, эмпирикалық зерттеу тәжірибеде келешекті теорияларды Марковиц

үлгісімен, арнайы нақты нарықтық жағдайлар үшін индекстің өзгерісін байқау үлгісімен бірге пайдалану мақсатын ұстанады.

4.2. Болашақ зерттеулер үшін идеялар

Мінез-құлық тәсілдерін пайдаланумен қоржынды оңтайландыру мәселелері өте күрделі міндет болып табылады. Оны шешудің және нәтижесін зерделеудің бірнеше жолдары әрекет етеді.

Біздің зерттеуімізде айтылғандай, үлгінің арнайы ерекшеліктерін есепке ала отырып, келешекті теориялар есептері үшін бірнеше шешу әдістерін жасақтадық. Болашақ жұмыстардың идеясы ретінде зерделенген үлгілердің қадағалауларына негізделген тектік алгоритмнің қиылыстыру фазасы қоржынына активтерді зияткерлік таңдауды енгізуге болады. Әрбір кезеңде ең күшті қоржынға қосылатын активтерді атап өтуге болады және осы ақпаратты келесі кезеңде қиылыстыру сатысы үшін пайдалану керек. Мәліметтерде мазмұндалған барлық активтерді іріктеудің орнына, алгоритм өткен ең күшті қоржындағы активтердің пайда болу жиілігі туралы ақпаратты пайдалана отырып, ең қалаулыны тез таба алады. Бұл ең күшті қоржын үшін сәйкес келетін активтерді іздеу кеңістігін және кезең сандарын қысқарту жолымен осы алгоритм үшін бағдарламаның жұмыс уақытын қысқартуға көмектеседі.

Осы зерттеуде біз жоғалтулар мен тәуекелдерден құтылу коэффициенттерді, сонымен қатар Тверски және Канеманмен [47] алынған өлшенген ықтималдылық функциясы үшін коэффициенттерді пайдаланамыз. Біздің тесттерде келешекті теориялар және келешекті кумулятивтік теориялар үлгілерінің жұмыс қорытындылары α , β , λ , γ және δ мәндеріне өте сезімтал екенін білдік. Біз бұл параметрлердің шынайы нарықтық жағдайларға тәуелді өзгеретінін болжамдаймыз. Бұрын біз инвестордың ұтымсыз мінез-құлқын талқыладық, себебі ол жоғалтулармен ұшырасқанда неғұрлым тәуекелді немесе құмарланғыш болады (ұту үшін жоғары тәуекелдерге ұмтылады). Сондықтан өспелі нарықта тәуекелдерден құтылу коэффициенті кемімелі нарыққа қарағанда жоғары болуы керек. Әртүрлі нарықтық жағдайлар үшін сәйкес келетін мәндерді анықтау мақсатында осы параметрлердің әртүрлі мәндерімен келешекті теориялар үлгісін тестілеу қызық.

Біз сонымен қатар әртүрлі жағдайлардағы шектеулер жиынтығымен келешекті теориялар үлгісінің жұмыс қорытындыларын зерттедік. Бірақта, пайдаланылатын мәліметтерге тәуекелсіз активті (мысалы қолма-қол), оның үлгілерді таңдау мінез-құлқына әсерін зерттеу үшін қосу қызық болар еді. Таңдаудан тыс мәліметтерді тестілеу позицияларды сақтау кезеңдерін және алдағы уақытта қоржынды қайта қарауды қарастыру қосылатын трейдингтік имитациялық үлгілеуде келешекті теориялар үлгілерінің жұмыс қорытындыларын қайта талдау және алу үшін пайдалы болар еді. 1,...,100 уақыт кезеңдерді пайдалана отырып, үлгіні жіберуге болады және ең күшті қоржын алуға болады. Кейін 10,...,110 пайдалана отырып, келесі жіберілім қоржынды қайта қарау сатысын имитациялау үшін жүзеге асырылуы мүмкін. Бұл

қадамдардың дәйекті қайталануы әртүрлі сатыларда таңдалған қоржынның өзгерісі қосылған шынайы нарықтық саудаға жақын техниканы пайдалану жолымен алынған үлгілердің жұмыс қорытындыларын көрсетеді.

Жалғама 1. Шешімге тәсілдерді жүзеге асыру

4.3. Дифференциалды эволюция алгоритмі

Түбегейлілікке шектеумен келешекті теориялар бойынша қоржынды оңтайландыру мәселелері үшін дифференциалды эволюция алгоритмінің лақап-коды төменде ұсынылған.

Generate initial population $v_i \in D_K, i = 1, \dots, P^2$,

cycle of G generations

for each v_i in population P

choose 3 random vectors $v_a \neq v_b \neq v_c \neq v_i$

for each component j of v_i do

with probability $\pi_1 : z_1 \leftarrow N(0, \sigma_1)$, else $z_1 = 0$

with probability $\pi_2 : z_2 \leftarrow N(0, \sigma_2)$, else $z_2 = 0$

pick $u_j : U(0,1)$

if $u_j < CR$ or $j = R$

then $\tilde{v}_{ij} = v_{aj} + (F + z_1)(v_{bj} - v_{cj} + z_2)$

else $\tilde{v}_{ij} = v_{ij}$

if $PT(\tilde{v}_i) > PT(v_i)$

then $x_i = \tilde{v}_i$

else $x_i = v_i$

In $g = G$ find $x_i^* = \{x_i \mid \max\{PTcc(x_1), \dots, PTcc(x_{p^2})\}, E(\max PTcc(x_i)) \geq d\}$.

Скрипт файл басында біз бағдарламаның жұмыс уақытының есептегішін белгілейміз. Кейін барлық жазылған параметрлерді, тұрақты және ауыспалы үлгілерді енгіземіз. Біз сәйкесті файлдан жүктелетін енгізілген мәліметтер ретінде активтердің табыстылық матрицасын пайдаланамыз, әрбір актив үшін орташа табыстылықты есептейміз және активтер жиынтығы векторының көлемін анықтаймыз. Біз сонымен қатар осы желі үшін мүмкін табыстылықтың

ауқымын пайдалана отырып, арнайы мәліметтер үшін d есептейміз. Негізгі скрипт файл бастапқы популяция, қиылыстыру және мутацияға үстемдік ету, сонымен қатар мақсатты функцияны және қоржынның күтілетін табыстылығын есептеу үшін жасақталған функцияны тудыра отырып, дифференциалды эволюция алгоритмінен кейін жүріп отырады.

Алғашқы функция $[3, K]$ қиығында әрбір вектор үшін кездейсоқ таңдалған K активтер санына шектеумен бастапқы популяцияға ($N \times P^2$ матрицасы) үстемдік етеді. Осы матрицаның әрбір элементі аз мәндердің пайда болуын төмендету мақсатымен $0.1 + 0.9 \cdot v$, мұндағы $v \in U(0,1)$ ережесіне сүйене отырып, кездейсоқ жағдаймен үстемдік етілген. Кейін бастапқы популяцияның әрбір векторын қалыпқа келтіреміз және $\sum_{i=1}^N \omega_i = 1$ жағдайын, сонымен қатар әрбір l_i және u_i активтің үлесіне жоғарғы және төменгі шектеуді тексереміз.

Алгоритмнің әрбір кезеңінде біз дифференциалды эволюцияның қиылыстыру және мутацияны қолданамыз. Популяциядағы әрбір вектор үшін таңдаудың жасақталған функциясы көмегімен біз осы вектордан және бір-бірінен ерекшеленетін вектордың нөмірлеріне сәйкесті 3 толық санды кездейсоқ түрде таңдаймыз. Кейін біз бұрын жазылған ықтималдылықпен z_1 және z_2 табамыз және 2.1.1. бөлімінде жазылған ережелерге сүйене отырып, дифференциалды эволюцияны қиылыстыруды жүзеге асырамыз. Біз алынған вектордың абсолюттік мәнін қалыпқа келтіреміз, l_i және u_i шектеулерін және түбегейлілікке шектеуді тексереміз. Осыдан кейін қалыпқа келтіруді қайта жүргізу қажет. Осы алгоритмнің айрықша ерекшелігі салмақты қиылыстыру формуласынан активтердің барлық желісі бойынша бөлінеді және өте кішкентай болады. Сондықтан жоғарыда айтылған шектеулерді тексергенге дейін және тексергеннен кейін екі рет қалыпқа келтіру қажет. Кейін біз мақсатты функцияның ең жоғарғы мәні критерийі бойынша сәйкес келетін векторды таңдаймыз. Арнайы жасақталған функция мәселелердің тұжырымдамасына (1.18) сәйкес келешекті теориялар тиімділігінің мәнін есептеуді қамтамасыз етеді. Қорытындысында жаңа популяцияны құрамыз.

$g = G$ әрбір соңғы кезеңде біз мақсатты функцияның жоғары мәніне ие және d шектеуді қанағаттандыратын соңғы популяциядан шешімді таңдаймыз. Әрбір потенциалды шешімнен күтілетін пайдалылық үшін жасақталған функцияны пайдаланамыз.

Ескерту.

Жоғары желімен жұмыста дифференциалды эволюция алгоритм мәліметтері d таңдалған үшін ең күшті шешімді таба алмайды. Бұл жағдайда $d - n$ түрінде d параметрі үшін кейбір қорғандарды пайдаланамыз. Біз 0.00002 бастап n түзетілген таңдауды бастаймыз, егер бағдарлама оңтайлы шешімді таба алмаса, сәт сайын 10-ға көбейтіп, арттырамыз.

Сплайн-интерполяциямен дифференциалды эволюция алгоритмін шешу әдісі үшін біз келешекті теорияның пайдалылығын есептейтін функцияны модификациялаймыз. Жаңа функцияда біз координат басына оң және теріс екі жағынан да өте жақын пайдалылық мәнін анықтаймыз және (2.3) алынған

коэффициенттерді пайдалана отырып, мақсатты функцияны тегістеу мақсатында сплайн-интерполяцияны енгіземіз.

Келешекті теорияның стандартты мәселелерін индекстің өзгерісін байқаумен келешекті теориялар мәселелеріне қайта өзгерту өте жеңіл. Біз тек r_0 референттік нүктенің скалярлық мәнін индекстің серпінді мәніне ауыстырамыз. Біз сонымен қатар негізгі скриптен d шектеуге тексеруді жоямыз.

CVaR - мен келешекті теориялар тек қана мақсатты табыстылықты емес, сонымен қатар CVaR –ға шектеуді қанағаттандыратын шешімді таңдау мақсатында түпкі бағалау сатысын ауыстырса ғана негізгі скрипті пайдаланумен шешіледі. Біз сонымен қатар қоржын үшін CVaR есептеудің функциясын жасақтадық.

Келешекті теорияның базалық үлгісі үшін біз түбегейлілікке шектеуді жою үшін $K = N$ орналастырамыз.

4.4. Тектік алгоритм

Түбегейлілікке шектеумен келешекті теориялар бойынша қоржындық оңтайландыру мәселелері үшін тектік алгоритмнің лақап-коды төменде келтірілген.

```

Generate initial population  $x_i \in D_K, i = 1, \dots, P^2$ ,
cycle of  $G$  generations
calculate values  $PTcc(x_1), \dots, PTcc(x_{P^2})$ 
sort  $PTcc(x_{m_1}) \geq \dots \geq PTcc(x_{m_{P^2}})$ 
save  $\max PTcc(x_i)$ 
 $x_{m_1}, \dots, x_{m_{2P}} = y_1, \dots, y_{2P}$  proceed to the next generation
randomly pick  $\tilde{x}_j$  and  $\hat{x}_k$  in the set  $\{x_{m_{2P}}, \dots, x_{m_{P^2}}\}$ 
 $\forall i, j, k, l, i, j, k = 2P+1, \dots, P^2, l = 1, \dots, N$ 

    if  $\tilde{x}_{jl} = \omega_j$  and  $\hat{x}_{kl} = \omega_k$ 
        then  $a_{il} = \chi \cdot \omega_j + (1 - \chi) \cdot \omega_k, \chi \in U(0,1)$ 
    else if  $\tilde{x}_{jl} = 0$  and  $\hat{x}_{kl} = 0$ 
        then  $a_{il} = 0$ 
    else if  $\tilde{x}_{jl} = \omega_j$  and  $\hat{x}_{kl} = 0$ 
        then with  $\pi a_{il} = \omega_j$ 
with mutation probability  $\zeta > 0$ 

 $a_{il} \leftarrow \hat{a}_{ij}, \hat{a}_{ij} \in U(0,1)$ 

choose  $\max PTcc(y_i) = \max \{(a_i, \tilde{x}_j, \hat{x}_k)\}$ 
find  $PTcc(y_i) = \max \{PTcc(y_1), \dots, PTcc(y_{P^2})\}$ 
choose  $PTcc(y_i^*) = \max \{\max PTcc(y_i), \max PTcc(x_i)\}$ 

```

y^*i is an optimal solution

Осы алгоритм үшін біз бастапқы популяцияны құру, мақсатты функцияны есептеу (келешекті теорияның пайдалылығы), жаңа популяцияның элементтерін қиылыстыру және мутация, сонымен қатар активтер салмағындағы әрбір вектордың күтілетін табыстылығын есептеу үшін төрт функцияны жасақтадық. Бұл барлық функциялар 2.1.3. бөлімінде жазылған тектік алгоритмнен кейін негізгі скрипте пайдаланылады. Қиылыстыру мен мутацияны алып тастағанда барлық функциялар дифференциалды эволюция алгоритмімен бірдей, бұл жерде тек тектік алгоритм үшін айрықша болып табылатын екінші функцияны баяндаймыз.

Қиылыстыру және мутация функциясы жаңа популяцияны құру мақсатында бастапқы популяцияның өзгермейтін $2P$ ең күшті элементтерінен және қиылыстыру үшін пайдаланылатын $P^2 - 2P$ элементтерден жасақталған. Бұл жағдайда элемент екі бас қоржынды да болатын болса біз кездейсоқ жағдаймен $\chi \in U(0,1)$ таңдаймыз және осы активтің қандай салмағын алу қажеттігін шешу үшін $a_{ij} = \chi \cdot \omega_j + (1 - \chi) \cdot \omega_k$ формуланы пайдаланамыз. Біздің көзқарасымызша ол бас қоржындағы осы активтің салмағынан ерекшеленуі керек. Бұл жағдайда элемент екі бас қоржынға да қатыса алмаса, біз еншілес үшін 0 осы элементтің салмағын енгіземіз. Егер элемент тек бір қоржында болса, біз осы салмақпен элементті π таңдалған ықтималдылықпен еншілес қоржынына енгіземіз. $\pi = 10\%$ ықтималдылығы шешімнің нақты осы әдісімен активтерді таңдау ерекшеліктерін есепке алумен таңдалды. Ол активтердің аз санымен жеткілікті жоғары табыстылықпен шешімге келеді. Ықтималдылықтың өте жоғары деңгейі шешімді жақсартусыз алгоритмнің жұмыс уақытын арттыруы мүмкін.

Осы функцияда біз мутацияны жүзеге асырамыз. Біз тек нолдік элементтерді ғана мутациялайтынымызды айтып өту қажет. Кейін біз екі жолмен түбегейлілікке шектеуді тексереміз. Векторда n нолдік емес элементтер саны K -ға қарағанда көп болса, біз $\delta = n - K$ айырмашылығын анықтап, циклдегі δ қайталауда кездейсоқ әдіспен осы вектордағы элементтерді таңдаймыз, егер олар нолден жоғары болса, оларды нол деп белгілейміз. Егер $n < 3$ болса (сондықтан 2 элементпен қоржындар бізге қызықты емес), біз кездейсоқ әдіспен нолдік элементті таңдаймыз және бірінші функциядағы сияқты мұндағы $\nu \in U(0,1)$ болып табылатын $0.1 + 0.9 \cdot \nu$ ережені пайдалана отырып мәнге үстемдік жасаймыз. Кейін еншілес векторын қалыпқа келтіреміз және қоржындағы активтер үлесіндегі жоғарғы және төменгі шектеуді тексереміз. Қандай вектордың екі бас немесе одан кейінгі жаңа популяцияға өтетінін анықтау қажет. Біз мақсатты функцияны ең жоғарғы мәні бойынша таңдаймыз.

Келешекті теориялар үлгісіне барлық толықтыруларды (индексін өзгерісін байқау, кумулятивтік теорияның пайдалылығы және CVaR –ға шектеу) келешекті теорияның пайдалылығын есептеудің модификацияланған функциясын пайдалана отырып немесе өткен бөлімде жазылғандай бас скриптегі CVaR –ға шектеу үшін жасақталған функцияны қабылдай отырып енгізуге болады. Енгізіп, түбегейлілікке шектеуді алып тастауға болады.

4.5. Басқа да имплементация

Жоғарыда айтылған әдістерден басқа, біз шешімнің басқа да әдістерін байқап көрдік. Мысалы, біз Matlab –та Global Optimization Toolbox бағдарламалау пакетінен *ga* тектік алгоритмнің тұрғызылған солверін пайдаланумен бастадық. Бұл солвер тектік алгоритмнің қағидасын пайдалана отырып, біз төмен функцияны табады. Біздің жағдайда шешімге әсер ететін негізгі параметрлерді анықтау және бекіту өте қиын. Осы әдіспен алынған ең күшті қоржын өзіне біздің талдауымыз үшін қызығушылық туғызбайтын тек бір ғана активті қосты. Осындай мәселе Matlab –та Global Optimization Toolbox бағдарламалау пакетінен *psoptimset* солверін (үлгі бойынша іздеу) пайдаланғанда пайда болды. Бұл функция желілік емес шектеулермен мақсатты функцияны оңтайландырады. Бізге *psoptimset* солверін пайдаланумен алынған ең күшті қоржынды диверсификациялау деңгейі бармады.

AMPL -де біз дифференциалды эволюция және тектік алгоритмдерді жасақтадық, бірақта, айрықша ерекшелікті кезеңдерді жүзеге асырудың қиын кезеңдерін және Matlab–тан өзгеше осы бағдарламалау тілінде қиылыстырудың ерекше ережелерін жүзеге асырудың өте күрделі екенін білдік.

Жалғама 2. Тектік алгоритм үшін G және P параметрлері

Параметр	Значение параметра	CPU time	$PT(x)$	ξ
G	150	444	0.5937	0.0152
	180	550	0.6442	0.0002
	210	652	0.6243	0.0001
P	35	415	0.5694	0.0032
	40	550	0.6442	0.0002
	45	697	0.6437	0.0001

Кесте 4.1: DAX 100 мәліметтер желісі үшін тектік алгоритм параметрлерін салыстырмалы талдау

Параметр	Параметр мәні	CPU time	$PT(x)$	ξ
G	160	532	0.823	0.0043
	185	630	0.8429	0.0004

	220	718	0.8429	0.0002
P	37	479	0.8423	0.0164
	42	630	0.8429	0.0004
	47	755	0.8431	0.0002

Кесте 4.2: FTSE 100 мәліметтер желісі үшін тектік алгоритм параметрлерін салыстырмалы талдау

Параметр	Параметр мәні	CPU time	$PT(x)$	ξ
G	160	586	0.7353	0.0172
	190	721	0.7822	0.0006
	220	953	0.7853	0.0004
P	40	542	0.7421	0.0043
	45	721	0.7822	0.0006
	50	994	0.7864	0.0003

Кесте 4.3: S&P 100 мәліметтер желісі үшін тектік алгоритм параметрлерін салыстырмалы талдау

Параметр	Параметр мәні	CPU time	$PT(x)$	ξ
G	160	1050	-0.9555	0.0001
	190	1179	-0.9894	0
	220	1547	-0.9894	0
P	40	939	-0.9468	0.0021
	45	1179	-0.9894	0
	50	1486	-0.9894	0

Кесте 4.4: Nikkei 225 мәліметтер желісі үшін тектік алгоритм параметрлерін салыстырмалы талдау

Ескерту. Біздің эмпирикалық зерттеулерде S&P 100 мәліметтер желісімен Nikkei 225 мәліметтер желісі үшін G және P параметрлері бірдей, себебі осы табыстылық үшін (Nikkei 225 мәліметтер желісі) тектік алгоритм шешімді жеткілікті түрде тез табады. Сондықтан кезең санымен популяция мөлшерін арттыру талап етілмейді. Қорытынды қоржын барлық қолжетімді активтер санымен салыстырғанда әртараптандырылмаған. Алгоритм қалаулы

активтерді өте тез анықтайды және қалған уақыт қарапайым жеңіл өлшеммен ойнайды.

Жалғама 3. Үлгілердің жұмыс қорытындылары Жоғары реттік кездерді талдау

Келешекті кумулятивтік теория үлгілерінің қоржыны басқада үлгілермен салыстырғанда таңдаудағы және таңдаудан тыс тестілерде асимметриялы үлкен мәнге (skewness) ие. Марковиц үлгісі керісінше үлкен теріс және төмен оң асимметриялымен ерекшеленеді. Мінез-құлық үлгілері Марковицтің дәстүрлі тәсілдерімен салыстырғанда ұзын, қиын оң және сол аз соңғысына ие. РТ және СРТ үлгілері осы қоржындар үшін CVaR төмен мәніне әкелетін бөлудің сол соңғысында төмен тәуекелге ие. Сонымен қатар СРТ үлгісі өте төмен қиғашқа (kurtosis) ие, басқа үлгілермен салыстырғанда бөлудің жіңішке соңғысын көрсетеді.

Түбегейлілікке шектеу үлгілері және CVaR қарама-қайшылықты қорытындыларды көрсетеді және таңдаудан алынған қорытындылар серпінін атап өтуге болады. Келешекті теориялар үлгілері қорытындыларының теріс асимметриясы MV үлгісінің теріс асимметриясына қарағанда әрқашан төмен. Бұл мінез-құлық қоржындары үшін тұнбадан жақсы қорғанысты қамтамасыз етеді. Қосымша шектеулермен РТ және MV үлгілерінің қиғаш көрсеткіштерін салыстыра отырып, қандай да бір жеткілікті түйін жасау қиын. Қорытындылар әрбір мәліметтер желісінде өзгергендіктен белгілі бір трендті көрсету мүмкін емес. Тек CVaR –ға шектеумен үлгілер үшін көп жағдайларда РТ үлгісі MV үлгісіне қарағанда көп емес төмен қиғашқа ие.

4.6. Базалық үлгілер

Мәліметтер желісі	Үлгі	CPU	n	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR	skewness	kurtosis
Hang Seng	MV	0.015	9	0.3926	0.0118	0.0301	-0.0373	-0.0644	-0.7680	4.5608
	РТ	36	8	0.3922	0.0131	0.0335	-0.0371	-0.0727	-0.8875	5.5543
	СРТ	104	5	0.3616	0.0130	0.0359	-0.0500	-0.0668	-0.0902	3.4314
DAX 100	MV	0.031	16	0.4683	0.0060	0.0128	-0.0141	-0.0197	0.3862	3.9497
	РТ	550	12	0.4529	0.0083	0.0183	-0.0145	-0.0248	0.9056	4.9426
	СРТ	1790	7	0.4369	0.0080	0.0183	-0.0144	-0.0206	1.2203	5.9422
FTSE 100	MV	0.031	14	0.5636	0.0077	0.0137	-0.0121	-0.0178	0.4545	3.0106
	РТ	630	17	0.4797	0.0090	0.0188	-0.0114	-0.0272	0.5584	3.6605
	СРТ	1904	22	0.4933	0.0085	0.0171	-0.0153	-0.0163	0.9358	3.8126

S&P 100	MV	0.046	11	0.5115	0.0109	0.0213	-0.0279	-0.0328	-0.1170	2.5519
	PT	721	6	0.4940	0.0109	0.0221	-0.0267	-0.0391	-0.2376	3.1125
	CPT	1994	7	0.4717	0.0105	0.0222	-0.0265	-0.0265	0.1630	2.5377
Nikkei 225	MV	0.14	13	0.0159	0.0003	0.0196	-0.0349	-0.0395	0.2528	3.1046
	PT	1179	4	0.1434	0.0034	0.0238	-0.0338	-0.0384	0.4089	3.1774
	CPT	4862	4	0.1598	0.0039	0.0246	-0.0325	-0.0326	0.4674	2.5090

Кесте 4.5: Базалық үлгілерді салыстырмалы талдау (in-sample)

Мәліметтер желісі	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR	skewness	kurtosis
Hang Seng	MV	0.6844	0.0014	0.0020	-0.0018	-0.0028	-0.0643	2.8745
	PT	0.5388	0.0012	0.0021	-0.0023	-0.0031	0.0597	2.9079
	CPT	0.4260	0.0009	0.0021	-0.0026	-0.0035	-0.0179	3.0211
DAX 100	MV	1.9785	0.0024	0.0012	0.0004	-0.0001	0.0886	3.1530
	PT	1.7766	0.0024	0.0013	0.0005	-0.0005	-0.1066	3.0137
	CPT	2.4833	0.0033	0.0013	0.0012	0.0006	0.0271	2.9207
FTSE 100	MV	1.1103	0.0016	0.0014	-0.0008	-0.0014	0.0003	3.0648
	PT	1.6570	0.0023	0.0014	0.0000	-0.0006	-0.0860	2.8541
	CPT	1.8717	0.0024	0.0013	0.0002	-0.0003	-0.0985	3.1009
S&P 100	MV	0.7232	0.0013	0.0019	-0.0017	-0.0024	0.0242	3.1616
	PT	0.8441	0.0016	0.0019	-0.0015	-0.0023	0.0090	3.0802
	CPT	0.9175	0.0017	0.0019	-0.0012	-0.0021	0.0520	2.9262
Nikkei 225	MV	0.3317	0.0005	0.0016	-0.0021	-0.0029	-0.1178	3.1631
	PT	0,9804	0,0019	0,0020	-0,0014	-0,0022	-0.0796	3.0106
	CPT	0.9960	0.0019	0.0020	-0.0013	-0.0022	-0.0470	3.2628

Кесте 4.6: Базалық үлгілерді салыстырмалы талдау (out-of-sample: бутстреп)

Мәліметтер желісі	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR	skewness	kurtosis
Hang Seng	MV	22.3694	0.0795	0.0036	0.0736	0.0722	0.0077	2.9332

	PT	19.5623	0.0792	0.0040	0.0727	0.0724	-0.0733	2.8786
	CPT	15.0646	0.0794	0.0053	0.0705	0.0686	0.0415	3.0163
DAX 100	MV	31.5966	0.1582	0.0050	0.1501	0.1478	-0.1712	3.2582
	PT	22.6324	0.1583	0.0070	0.1471	0.1443	-0.0164	2.6740
	CPT	21.0312	0.1584	0.0075	0.1458	0.1430	0.0159	3.0393
FTSE 100	MV	22.9827	0.1189	0.0052	0.1106	0.1084	0.0645	2.9462
	PT	27.4194	0.1187	0.0043	0.1115	0.1099	0.0363	2.9529
	CPT	30.1336	0.1188	0.0039	0.1120	0.1103	-0.1184	3.0554
S&P 100	MV	23.7931	0.0986	0.0041	0.0918	0.0901	-0.0690	3.1821
	PT	22.1445	0.0991	0.0045	0.0917	0.0894	-0.1353	3.0277
	CPT	24.0876	0.0991	0.0041	0.0924	0.0904	-0.0349	3.0953
Nikkei 225	MV	26.3628	0.1385	0.0053	0.1263	0.1236	-0.1799	3.0711
	PT	18.3664	0.1388	0.0076	0.1301	0.1272	0.0396	2.9534
	CPT	17.5419	0.1382	0.0079	0.1248	0.1217	-0.0604	2.9483

Кесте 4.7: Базалық үлгілерді салыстырмалы талдау (out-of-sample: өгіздер нарығын жасанды ету)

Мәліметтер желісі	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR	skewness	kurtosis
Hang Seng	MV	0.2580	0.0004	0.0015	-0.0022	-0.0026	0.1180	2.9394
	PT	0.2187	0.0003	0.0016	-0.0022	-0.0030	-0.0006	3.1120
	CPT	0.2659	0.0004	0.0016	-0.0023	-0.0030	-0.0475	3.0858
DAX 100	MV	-0.1797	-0.0007	0.0036	-0.0067	-0.0081	0.0224	2.9247
	PT	-0.1460	-0.0006	0.0039	-0.0066	-0.0075	0.0936	3.2210
	CPT	-0.1912	-0.0008	0.0040	-0.0074	-0.0088	0.0864	2.8924
FTSE 100	MV	-0.0235	-0.0001	0.0035	-0.0061	-0.0075	-0.0557	3.1055
	PT	-0.1712	-0.0004	0.0026	-0.0047	-0.0057	0.0261	2.7377
	CPT	-0.0619	-0.0002	0.0031	-0.0052	-0.0064	0.0311	2.8292
S&P 100	MV	-0.1088	-0.0003	0.0031	-0.0054	-0.0066	-0.0098	2.8096

	PT	-0.0956	-0.0003	0.0030	-0.0054	-0.0065	-0.0253	3.0193
	CPT	-0.2678	-0.0008	0.0032	-0.0060	-0.0074	0.1160	3.4702
Nikkei 225	MV	-0.0658	-0.0002	0.0038	-0.0064	-0.0079	0.1018	2.9981
	PT	0.0420	0.0002	0.0037	-0.0062	-0.0074	0.0569	2.9714
	CPT	-0.2317	-0.0009	0.0039	-0.0069	-0.0083	0.2360	2.9105

Кесте 4.8: Базалық үлгілерді салыстырмалы талдау (out-of-sample: аюлар нарығын жасанды ету)

4.7. Түбегейлілікке шектеумен үлгілер

Мәліметтер р желісі	Үлгі	CPU	K	n	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR	skewness	kurtosis
Hang Seng	MV	0.09	7	7	0.3919	0.0118	0.0301	-0.0363	-0.0643	-0.7415	4.5296
	PT	37	7	6	0.3915	0.0132	0.0338	-0.0363	-0.0731	-0.9107	5.7858
DAX 100	MV	0.25	10	10	0.4604	0.0060	0.0130	-0.0159	-0.0191	0.5002	4.2193
	PT	520	10	8	0.4484	0.0080	0.0179	-0.0141	-0.0250	1.0201	5.4878
FTSE 100	MV	0.11	10	10	0.5631	0.0077	0.0137	-0.0122	-0.0180	0.4317	2.9809
	PT	600	10	8	0.5218	0.0096	0.0184	-0.0107	-0.0269	0.2667	3.0293
S&P 100	MV	0.14	5	5	0.4911	0.0109	0.0222	-0.0263	-0.0371	-0.2159	2.8623
	PT	690	5	5	0.4729	0.0120	0.0253	-0.0255	-0.0413	-0.1791	2.8395
Nikkei 225	MV	0.89	3	3	0.0023	0.0000	0.0209	-0.0381	-0.0439	0.2057	3.4939
	PT	2597	3	3	0.1420	0.0034	0.0239	-0.0327	-0.0369	0.4254	2.9207

Кесте 4.9: Түбегейлілікке шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау (in-sample)

Мәліметтер желісі	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR	skewness	kurtosis
Hang Seng	MV	0.5302	0.0011	0.0021	-0.0023	-0.0023	-0.0626	3.0993
	PT	0.4391	0.0009	0.0022	-0.0027	-0.0035	0.0549	2.9751
DAX 100	MV	2.2284	0.0027	0.0012	0.0007	0.0002	0.0580	2.8808
	PT	2.1879	0.0028	0.0013	0.0008	0.0001	0.0533	3.1195
FTSE 100	MV	1.2833	0.0017	0.0014	-0.0005	-0.0011	-0.0076	2.8525

	PT	1.6132	0.0025	0.0015	0.0000	-0.0006	0.0746	3.0577
S&P 100	MV	0.8257	0.0016	0.0020	-0.0017	-0.0024	0.0175	3.0635
	PT	0.9538	0.0021	0.0022	-0.0017	-0.0035	0.0083	2.8979
Nikkei 225	MV	0.1783	0.0003	0.0019	-0.0027	-0.0035	0.0701	3.1857
	PT	0.8366	0.0015	0.0018	-0.0015	-0.0022	-0.0003	3.0719

Кесте 4.10: Түбегейлілікке шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау (out-of-sample: бутстреп)

Мәліметтер желісі	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR	skewness	kurtosis
Hang Seng	MV	20.2696	0.0792	0.0039	0.0729	0.0715	0.0667	2.7705
	PT	20.2971	0.0792	0.0039	0.0727	0.0716	0.0255	3.1279
DAX 100	MV	27.3371	0.1585	0.0058	0.1491	0.1463	-0.0617	3.0681
	PT	23.1736	0.1582	0.0068	0.1469	0.1465	-0.0722	3.0509
FTSE 100	MV	22.9842	0.1187	0.0052	0.1103	0.1085	0.0468	2.6911
	PT	22.8369	0.1191	0.0052	0.1103	0.1088	-0.1554	3.0641
S&P 100	MV	20.9687	0.0993	0.0047	0.0910	0.0890	-0.1045	3.0191
	PT	20.4622	0.0994	0.0049	0.0910	0.0892	-0.0721	2.9410
Nikkei 225	MV	16.6797	0.1393	0.0083	0.1246	0.1210	-0.2357	2.9273
	PT	16.1642	0.1387	0.0086	0.1241	0.1214	-0.0476	3.5053

Кесте 4.11: Түбегейлілікке шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау (out-of-sample: өгіздер нарығын жасанды ету)

Мәліметтер желісі	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR	skewness	kurtosis
Hang Seng	MV	0.1935	0.0003	0.0015	-0.0022	-0.0028	0.0173	2.9740
	PT	0.1988	0.0003	0.0015	-0.0023	-0.0030	-0.1112	3.0485
DAX 100	MV	-0.2595	-0.0010	0.0037	-0.0070	-0.0089	-0.0577	3.0591
	PT	-0.2159	-0.0008	0.0037	-0.0066	-0.0084	-0.0563	3.0952
FTSE 100	MV	0.0603	0.0002	0.0035	-0.0056	-0.0068	0.1463	2.9910
	PT	-0.0764	-0.0002	0.0033	-0.0056	-0.0068	0.1090	2.8824

S&P 100	MV	-0.2076	-0.0006	0.0031	-0.0056	-0.0069	0.0738	3.1490
	PT	-0,4262	-0,0013	0,0031	-0,0063	-0,0068	0.0145	3.0402
Nikkei 225	MV	-0.2621	-0.0011	0.0043	-0.0082	-0.0100	0.0001	3.0062
	PT	-0.0329	-0.0002	0.0046	-0.0076	-0.0094	0.1757	3.2297

Кесте 4.12: Түбегейлілікке шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау (out-of-sample: аюлар нарығын жасанды ету)

4.8. CVaR –ға шектеумен үлгілер

Мәліметтер желісі	Үлгі	CPU	n	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR	skewness	kurtosis
Hang Seng	MV	0.03	8	0.3803	0.0110	0.0289	-0.0379	-0.0560	-0.4039	3.7601
	PT	40	5	0.3916	0.0134	0.0343	-0.0389	-0.0695	-0.6682	4.9819
DAX 100	MV	0.09	14	0.4681	0.0070	0.0150	-0.0125	-0.0190	0.8177	4.7537
	PT	647	5	0.4422	0.0087	0.0196	-0.0189	-0.0236	1.0310	4.9838
FTSE 100	MV	0.11	15	0.5405	0.0070	0.0129	-0.0121	-0.0140	0.6732	3.2146
	PT	754	18	0.5127	0.0090	0.0176	-0.0193	-0.0246	0.5455	3.4378
S&P 100	MV	0.12	23	0.5502	0.0060	0.0109	-0.0120	-0.0140	-0.1668	2.5543
	PT	685	18	0.4940	0.0091	0.0184	-0.0228	-0.0326	-0.2698	3.2304
Nikkei 225	MV	0.41	13	0.0976	0.0020	0.0205	-0.0303	-0.0359	0.3086	2.8616
	PT	2553	24	0.1192	0.0027	0.0226	-0.0333	-0.0398	0.3268	2.9935

Кесте 4.13: CVaR - ға шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау (in-sample)

Мәліметтер желісі	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR	skewness	kurtosis
Hang Seng	MV	0.6665	0.0013	0.0019	-0.0021	-0.0029	-0.1827	3.0386
	PT	0.0760	0.0002	0.0022	-0.0035	-0.0043	0.0276	3.0790
DAX 100	MV	2.2560	0.0028	0.0013	0.0009	0.0003	0.1613	3.4775
	PT	1.7529	0.0024	0.0014	0.0001	-0.0004	-0.0045	2.9947

FTSE 100	MV	1.2400	0.0016	0.0013	-0.0006	-0.0011	-0.1315	2.8959
	PT	1.7619	0.0024	0.0014	0.0001	-0.0005	-0.0070	3.0636
S&P 100	MV	1.6640	0.0021	0.0012	0.0000	-0.0004	0.0636	2.9329
	PT	1.2857	0.0025	0.0019	-0.0007	-0.0015	0.0631	3.0299
Nikkei 225	MV	0.5530	0.0009	0.0016	-0.0017	-0.0024	-0.0866	2.8032
	PT	0.9456	0.0015	0.0016	-0.0012	-0.0018	-0.0131	2.8478

Кесте 4.14: CVaR - ға шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау (out-of-sample: бутстреп)

Мәліметтер желісі	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR	skewness	kurtosis
Hang Seng	MV	19.7664	0.0793	0.0040	0.0727	0.0712	0.0963	2.8726
	PT	17.6371	0.0793	0.0045	0.0730	0.0716	-0.0638	2.9289
DAX 100	MV	26.4675	0.1582	0.0060	0.1479	0.1457	0.0123	3.0686
	PT	20.4444	0.1579	0.0077	0.1477	0.1461	0.0799	2.6602
FTSE 100	MV	25.6109	0.1187	0.0046	0.1110	0.1089	-0.0580	3.1282
	PT	25.9197	0.1189	0.0046	0.1114	0.1091	-0.0336	3.0600
S&P 100	MV	38.2829	0.0990	0.0026	0.0947	0.0936	-0.0364	2.8962
	PT	24,0364	0.0992	0.0041	0.0943	0.0938	-0.1241	3.0880
Nikkei 225	MV	25.6196	0.1387	0.0054	0.1298	0.1271	-0.1693	3.0234
	PT	27.5647	0.1381	0.0050	0.1294	0.1276	-0.0939	2.9247

Кесте 4.15: CVaR - ға шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау (out-of-sample: өгіздер нарығын жасанды ету)

Мәліметтер желісі	Үлгі	$\bar{r}/\sigma$	$\bar{r}$	σ	VaR	CVaR	skewness	kurtosis
Hang Seng	MV	0.4767	0.0005	0.0011	-0.0013	-0.0017	-0.0812	3.1465
	PT	0.3905	0.0004	0.0011	-0.0014	-0.0017	-0.0050	3.1637
DAX 100	MV	-0.1402	-0.0005	0.0037	-0.0064	-0.0079	0.1444	3.5092
	PT	-0.1175	-0.0004	0.0038	-0.0068	-0.0078	0.1031	3.2481
FTSE 100	MV	-0.1006	-0.0003	0.0034	-0.0057	-0.0071	0.2879	3.3762

	PT	-0.1472	-0.0004	0.0030	-0.0054	-0.0067	0.0371	3.2816
S&P 100	MV	-0.1560	-0.0004	0.0028	-0.0050	-0.0062	0.0431	3.1581
	PT	-0.3418	-0.0009	0.0027	-0.0054	-0.0060	0.0466	3.2402
Nikkei 225	MV	-0.1673	-0.0007	0.0042	-0.0077	-0.0090	0.1943	3.2532
	PT	-0.1905	-0.0007	0.0039	-0.0071	-0.0085	0.0980	2.9356

Кесте 4.16: CVaR - ға шектеумен үлгілерді салыстырмалы талдау (out-of-sample: өгіздер нарығын жасанды ету)

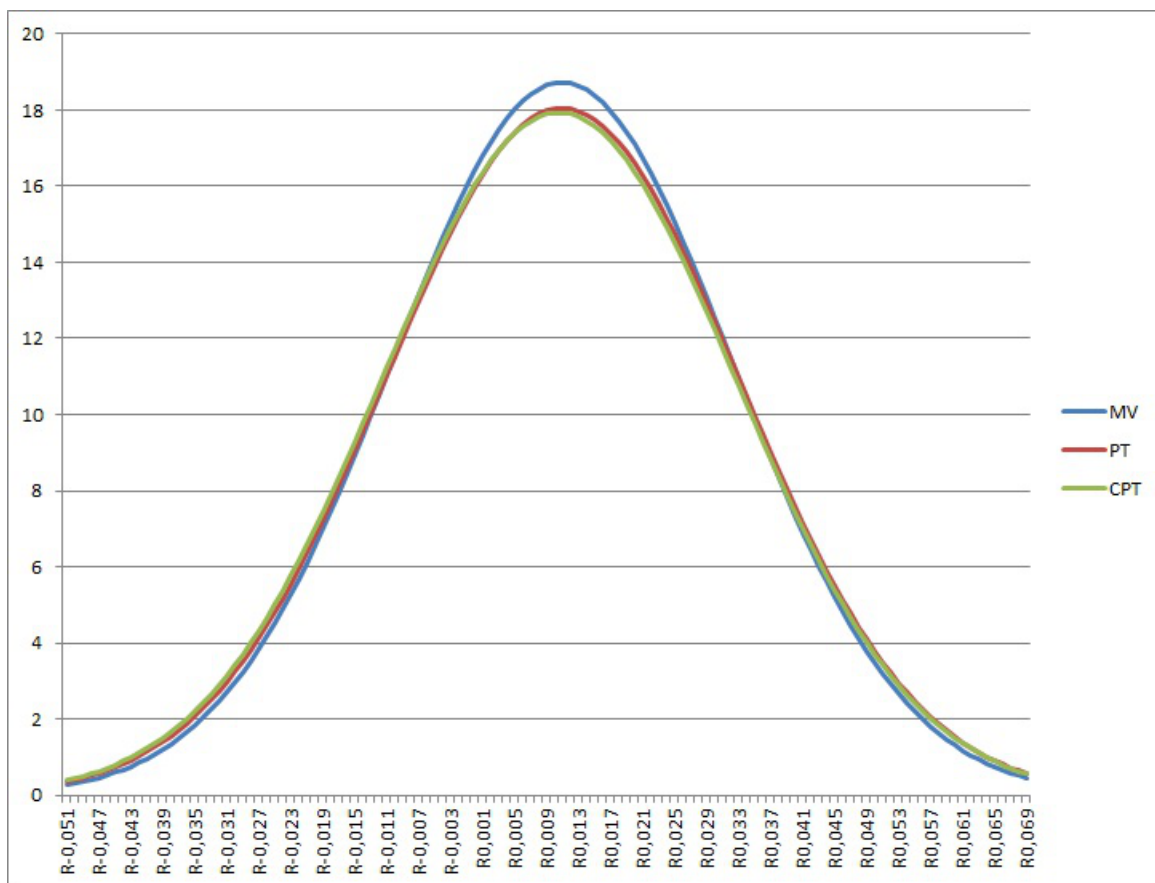
4.9. Қоржынның табыстылығын бөлу сызбалары (мысалдар)

9.1, 9.2, 9.3 және 9.4 суреттері мысал ретінде S&P 100 мәліметтер желісі үшін таңдау және таңдаудан тыс Марковиц, келешекті теориялар және келешекті кумулятивтік теориялар үлгілерінің қоржындар табыстылығының бөлінуін көрсетеді. Бұл сызбалар осы жұмыста және мінез-құлық үлгілерінің қоржындары сол жағынан табыстылықты бөлудің тар соңғысына және таңдаудан тыс Марковиц үлгілерінің қорытындыларымен салыстырғанда жоғары табыстылыққа ие жоғарғы реттік кездер талдауындағы келтірілген нәтижелерді сипаттайтын. 9.1 сызбасына сәйкес MV үлгісі PT және CPT үлгілеріне қарағанда бөлудің сәл неғұрлым толық соңғысына ие, бірақ барлық үлгілер қоржынның табыстылығын өте ұқсас бөлуді көрсетеді. Бірақта, бутстреп тестілерінде келешекті кумулятивтік теориялар үлгісі басқа үлгілермен салыстырғанда сол жақ соңғысында жоғары артықшылыққа ие (9.2 сызбаны қарау). Біруақытта келешекті теориялар үлгісі CVaR тәуекел шамасының ең төмен мәніне (үлгілер бойынша) әкелетін бөлудің сол жақ соңғысы көзқарасы тұрғысынан өгіздер және аюлар нарығын жасанды етуде жоғары артықшылықтарды көрсетеді (9.3 және 9.4 сызбаларын қарау).

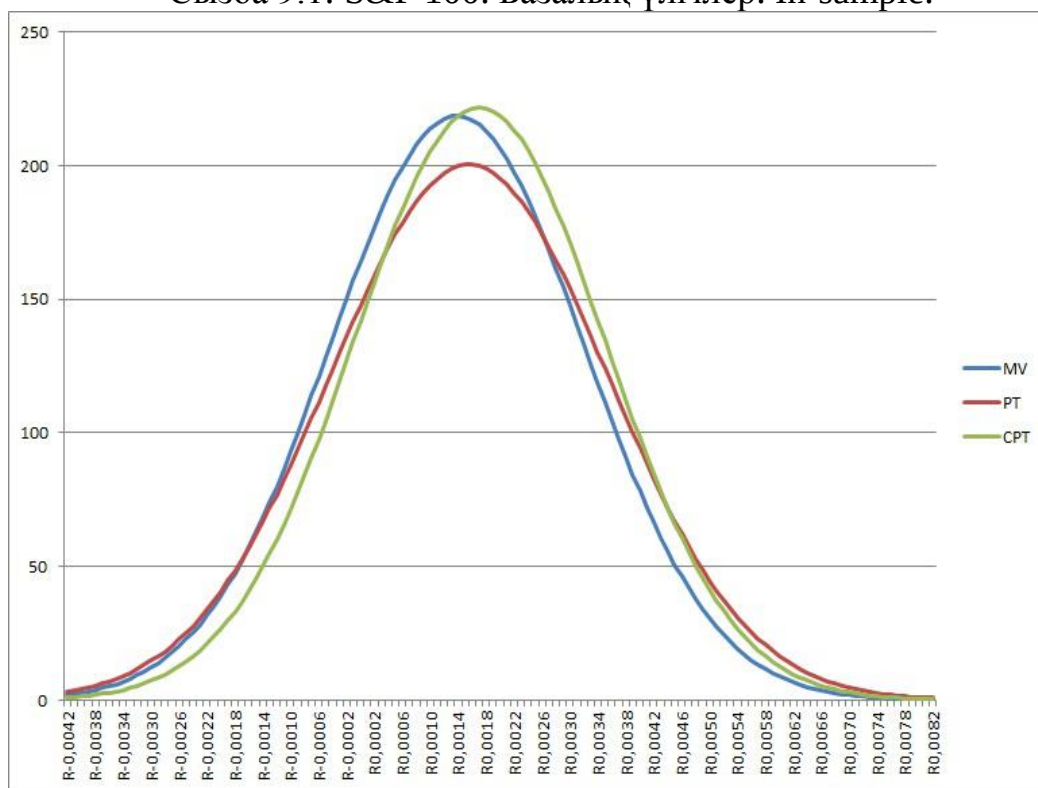
MV – Марковиц үлгісі;

PT – Келешекті теориялар үлгісі;

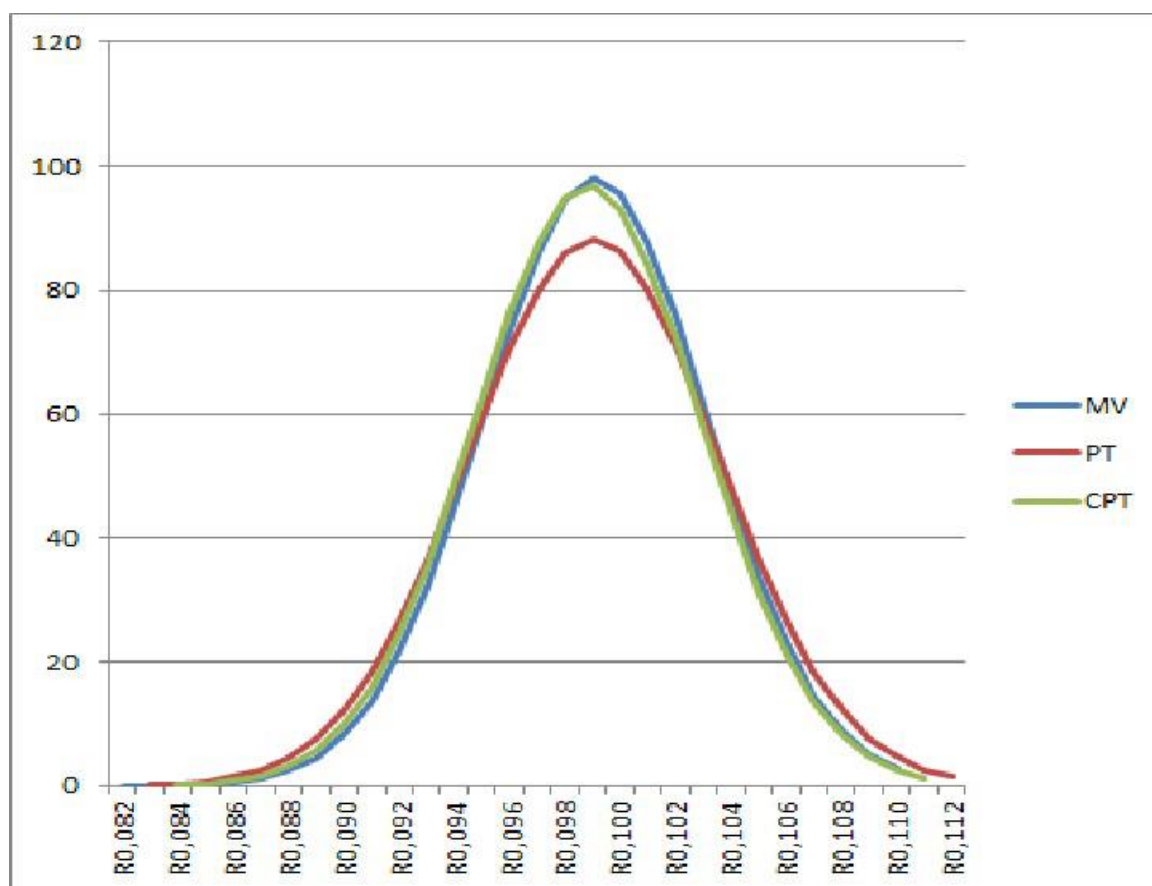
CPT – Келешекті кумулятивтік теориялар үлгісі.



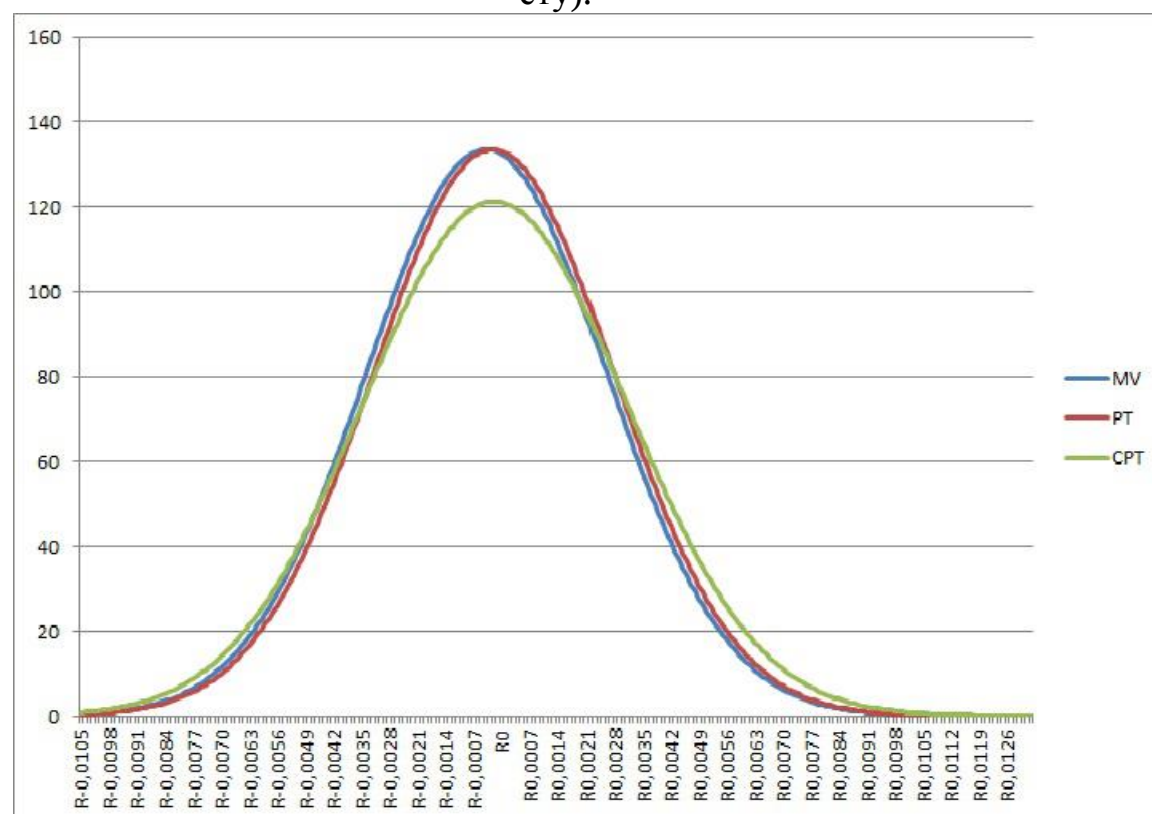
Сызба 9.1: S&P 100. Базалық үлгілер. In-sample.



Сызба 9.2: S&P 100. Базалық үлгілер. Out-of-sample (бутстреп).



Сызба 9.3: S&P 100. Базалық үлгілер. Out-of-sample (өгіздер нарығын жасанды ету).



Сызба 9.4: S&P 100. Базалық үлгілер. Out-of-sample (аюлар нарығын жасанды ету).

Белгілеулер мен қысқартулар

MPT - Modern Portfolio Theory

EUT –Expected Utility Theory

BPT - Behavioural Portfolio Theory

SP/A - Security-Potential/Aspiration Theory

PT - Prospect Theory

MVT - Mean-Variance Portfolio Theory

MA - Mental Accounting

MV –Марковиц үлгісі

IT – Индекстің өзгерісін байқау үлгісі

PT – Келешекті теориялар үлгісі,

CPT – Келешекті кумулятивті теориялар үлгісі

Әдебиеттер

1. Markowitz, H. Portfolio selection / H. Markowitz // The Journal of Finance. "— 1952. "— Vol. 7, no. 1. "— Pp. 77–91.
2. Rubinstein, M. Markowitz's portfolio selection: a fifty-year retrospective / M. Rubinstein // The Journal of Finance. "— 2002. "— Vol. 57, no. 3. "— Pp. 1041–1045.
3. Williams, J. The theory of investment value / J. Williams. "— Harvard University Press, 1938. "— P. 613.
4. Graham, B. The intelligent investor / B. Graham. "— New York: Harper & Row, 1949. "— P. 264.
5. Bernoulli, D. Exposition of a new theory on the measurement of risk / D. Bernoulli // *Econometrica*. "— 1954. "— Vol. 22, no. 1. "— Pp. 23–36.
6. Neumann, J. Theory of games and economic behavior / J. Neumann, O. Morgenstern. "— Princeton University Press, 1944. "— P. 625.
7. Karni, E. Handbook of the economics of risk and uncertainty / E. Karni / Ed. by M. J. Machina, W. K. Viscusi. "— Oxford: North Holland, 2014. "— Vol. 1.
8. Pirvu, T. A. Multi-stock portfolio optimization under prospect theory / T. A. Pirvu, K. Schulze // *Mathematics and Financial Economics*. "— 2012. "— Vol. 6, no. 4. "— Pp. 337–362.
9. Rieger, M. Prospect theory for continuous distributions / M. Rieger, M. Wang // *Journal of Risk Uncertainty*. "— 2008. "— Vol. 36, no. 1. "— Pp. 83–102.
10. Allais, M. Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'école américaine / M. Allais // *Econometrica*. "— 1953. "— Vol. 21, no. 4. "— Pp. 503–546.
11. Ellsberg, D. Risk, ambiguity, and the savage axioms / D. Ellsberg // *Quarterly Journal of Economics*. "— 1961. "— Vol. 75, no. 4. "— Pp. 643–669.
12. Shefrin, H. Behavioral portfolio theory / H. Shefrin, M. Statman // *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. "— 2000. "— Vol. 35, no. 2. "— Pp. 127–151.
13. Lopes, L. Between hope and fear: the psychology of risk, in Leonard Berkowitz et. al., ed.: *Advances in Experimental Social Psychology* / L. Lopes. "— San Diego, CA, USA. Academic Press, 1987. "— Pp. 255–295.
14. Kahneman, D. Prospect theory: an analysis of decision under risk / D. Kahneman, A. Tversky // *Econometrica*. "— 1979. "— Vol. 47. "— Pp. 263–291.
15. Barberis, N. Thirty years of prospect theory in economics: a review and assessment / N. Barberis // *Journal of Economic Perspectives*. "— 2013. "— Vol. 27, no. 1. "— Pp. 173–196.
16. Markowitz, H. Portfolio selection: efficient diversification of investments / H. Markowitz. "— New York: John Wiley & Sons, 1959. "— P. 344.
17. Das, S. Portfolio optimization with mental accounts / S. Das, H. Markowitz, J. Scheid, M. Statman // *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. "— 2010. "— Vol. 45, no. 2. "— Pp. 311–334.

18. Iyiola, O. The modern portfolio theory as an investment decision tool / O. Iyiola, Y. Munirat, C. Nwufo // Journal of Accounting and Taxation. "— 2012. "— Vol. 4, no. 2. "— Pp. 19–28.
19. Mandelbrot, B. The variation of certain speculative prices / B. Mandelbrot // Journal of Business. "— 1963. "— no. 36. "— Pp. 394–419.
20. Fama, E. The behaviour of stock market prices / E. Fama // Journal of Business. "— 1965. "— no. 38. "— Pp. 34–105.
21. Black, F. Global portfolio optimization / F. Black, R. Litterman // Financial Analysts Journal. "— 1992. "— Vol. 48, no. 5. "— Pp. 28–43.
22. Peng, H. A mean-variance model for optimal portfolio selection with transaction costs / H. Peng, M. Gan, X. Chen // Proceedings of the 17th World Congress The International Federation of Automatic Control Seoul, Korea. "— July, 2008. "— Vol. 17, no. 1. "— Pp. 1627–1632.
23. Patel, N. A simple algorithm for optimal portfolio selection with fixed transaction costs / N. Patel, M. Subrahmanyam // Management Science. "— 1982. "— no. 28. "— Pp. 303–314.
24. Fisher, J. Some studies of the variability of returns on investments in common stocks / J. Fisher, J. Lorie // The Journal of Business. "— 1970. "— no. 43. "— Pp. 99–134.
25. Evans, J. Diversification and the reduction of dispersion: an empirical analysis / J. Evans, S. Archer // The Journal of Finance. "— 1968. "— no. 29. "— Pp. 761–767.
26. Jacob, N. A limited-diversification portfolio selection model for the small investor / N. Jacob // The Journal of Finance. "— 1974. "— no. 29. "— Pp. 847–856.
27. Szego, G. Portfolio theory: with application to bank asset management / G. Szego. "— New York: Academic Press, 1980.
28. Sengupta, J. Tests of efficiency of limited diversification portfolios / J. Sengupta, R. Sfeir // Applied Economics. "— 1985. "— no. 17. "— Pp. 933–945.
29. Curtis, G. Modern portfolio theory and behavioral finance / G. Curtis // The Journal of Wealth Management. "— 2004. "— no. Fall. "— Pp. 16–22.
30. Woodside-Oriakhi, M. Heuristics algorithms for the cardinality constrained efficient frontier / M. Woodside-Oriakhi, C. Lucas, J. Beasley // European Journal of Operations Research. "— 2011. "— no. 213. "— Pp. 538–550.
31. Beasley, J. An evolutionary heuristic for the index tracking problem / J. Beasley, N. Meade, T.-J. Chang // European Journal of Operational Research. "— 2003. "— Vol. 148, no. 3. "— Pp. 621–643.
32. Roll, R. A mean / variance analysis of tracking error / R. Roll // The Journal of Portfolio Management. "— 1992. "— Vol. 18, no. 4. "— Pp. 13–22.
33. Reilly, F. K. Investment Analysis Portfolio Management / F. K. Reilly, K. C. Brown. "— 8 edition. "— South-Western, 2005.
34. Fama, E. The cross-section of expected stock returns / E. Fama, K. French // Journal of Finance. "— 1992. "— Vol. 47, no. 2. "— Pp. 427–486.

35. Shefrin, H. Beyond Greed and Fear. Understanding Behavioral Finance and The Psychology of Investing. / H. Shefrin. "— Oxford University Press. New York, 2002. "— P. 154.
36. De Long, J. B. Noise trader risk in financial markets / J. B. De Long, S. A., S. L. // The Journal of Political Economy. "— 1990. "— Vol. 98. "— Pp. 703–738.
37. F., B. Noise / B. F. // The Journal of Finance. "— 1986. "— Vol. 41. "— Pp. 529–543.
38. Rotella, R. P. The Elements of Successful Trading / R. P. Rotella. "— New York: New York Institute of Finance, 1992. "— P. 154.
39. Weber, M. How do prior outcomes affect risk attitude? / M. Weber, H. Zuchel. "— University of Mannheim, 2003. "— P. 174.
40. Odean, T. Are investors reluctant to realise their losses / T. Odean // The Journal of Finance. "— 1998. "— Vol. 53(5). "— Pp. 1775–1798.
41. Kontoghiorghes, E. Computational methods in financial engineering / E. Kontoghiorghes, B. Rustem, P. Winker, (eds.). "— Springer, 2008. "— P. 425.
42. Levy, H. Prospect theory and mean-variance analysis / H. Levy, M. Levy // The Review of Financial Studies. "— 2004. "— no. 17. "— Pp. 1015–1041.
43. Schneider, S. Reflection in preferences under risk: who and when may suggest why / S. Schneider, L. Lopes // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. "— 1986. "— no. 12. "— Pp. 535–548.
44. Camerer, C. Violations of the betweenness axiom and nonlinearity in probability / C. Camerer, T.-H. Ho // Journal of Risk and Uncertainty. "— 1994. "— no. 8. "— Pp. 167–196.
45. Fennema, H. Original and cumulative prospect theory: a discussion of empirical differences / H. Fennema, P. Wakker // Journal of Behavioral Decision Making. "— 1997. "— Vol. 10. "— Pp. 53–64.
46. Vlcek, M. Portfolio choice with loss aversion, asymmetric risk-taking behavior and segregation of riskless opportunities / M. Vlcek. "— Research paper series No 6-27. Swiss Finance Institute, 2006.
47. Tversky, A. Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty / A. Tversky, D. Kahneman // Journal of Risk and Uncertainty. "— 1992. "— no. 5. "— Pp. 297–323.
48. Gomes, F. Portfolio choice and trading volume with loss-averse investors / F. Gomes // Journal of Business. "— 2005. "— no. 78. "— Pp. 675–706.
49. Hens, T. Behavioural finance for private banking / T. Hens, K. Bachmann. "— New York: John Wiley & Sons, 2008.
50. Barberis, N. Stocks as lotteries: the implications of probability weighting for security prices / N. Barberis, M. Huang // American Economic Review. "— 2008. "— no. 98. "— Pp. 2066–2100.
51. Bernard, C. Static portfolio choice under cumulative prospect theory / C. Bernard, M. Ghossoub // Mathematics and Financial Economics. "— 2010. "— no. 2. "— Pp. 277–306.
52. He, X. Portfolio choice under cumulative prospect theory: an analytical treatment / X. He, X. Zhou // Management Science. "— 2011. "— no. 57. "— Pp. 315–331.

53. Zakamouline, V. A generalisation of the mean-variance analysis / V. Zakamouline, S. Koekebakker // *European Financial Management*. "— 2009. "— no. 15. "— Pp. 934–970.
54. Wakker, P. Unbounded utility functions for savage's "foundations of statistics" and other models / P. Wakker // *Mathematics of Operations Research*. "— 1993. "— no. 18. "— Pp. 446–485.
55. Chateauneuf, A. An axiomatization of cumulative prospect theory for decision under risk / A. Chateauneuf, P. Wakker // *Journal of Risk and Uncertainty*. "— 1999. "— Vol. 18, no. 2. "— Pp. 137–145.
56. Fisher, I. The nature of capital and income / I. Fisher. "— New York: Macmillan, 1906. "— P. 427.
57. Holton, G. A. Defining risk / G. A. Holton // *Financial Analysts Journal*. "— 2004. "— Vol. 60, no. 6. "— Pp. 19–25.
58. Jorion, P. Value at Risk - the new benchmark for managing financial risk. 3rd ed. / P. Jorion. "— McGraw-Hill, 2007.
59. Danielsson, J. Fat tails, var and subadditivity / J. Danielsson, B. N. Jorgensen, G. Samorodnitsky, M. Sarma, C. G. de Vries // *Journal of Econometrics*. "— 2013. "— Vol. 172, no. 2. "— Pp. 283–291.
60. Tasche, D. Expected shortfall and beyond / D. Tasche // *Journal of Banking and Finance*. "— 2002. "— Vol. 26, no. 7. "— Pp. 1519–1533.
61. Artzner, P. Thinking coherently / P. Artzner, F. Delbaen, J.-M. Eber, D. Heath // *Risk*. "— 1997. "— no. 10. "— Pp. 68–71.
62. Rockafellar, R. Optimization of conditional value-at-risk / R. Rockafellar, S. Uryasev // *The Journal of Risk*. "— 2000. "— Vol. 2, no. 3. "— Pp. 493–517.
63. Acerbi, C. Expected shortfall: a natural coherent alternative to value at risk / C. Acerbi, D. Tasche // *Economic Notes*. "— 2002. "— Vol. 31, no. 2. "— Pp. 379–388.
64. Roman, D. Mean-risk models using two risk measures: a multi-objective approach / D. Roman, K. Darby-Dowman, G. Mitra // *Quantitative Finance*. "— 2007. "— no. 74. "— Pp. 443–458.
65. Pflug, G. C. Some remarks on the Value-at-Risk and the Conditional Value-at-Risk. In S. Uryasev, editor. *Probabilistic Constrained Optimization: Methodology and Applications* / G. C. Pflug. "— Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/Lodon, 2000. "— Pp. 272–281.
66. on Banking Supervision, B. C. Consultative document: fundamental review of the trading book / B. C. on Banking Supervision. "— available at <http://www.bis.org/publ/bcbs219.pdf> (accessed on July 2013), May, 2012.
67. Allen, D. E. Thoughts on VaR and CVaR. In Oxley, L. and Kulasiri, D. (eds) *MODSIM 2007 International Conference on Modelling and Simulation*. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand / D. E. Allen, R. J. Powell. "— Christchurch, 2007. "— Pp. 1843–1850.
68. Yamai, Y. Comparative analyses of expected shortfall and value at risk / Y. Yamai, Y. Toshinao // *Institute for Monetary and Economic Studies*. "— Bank of Japan (January, October). (accessed on 15 June 2013), 2002.

69. Uryasev, S. *VaR vs. CVaR in risk management and optimization* / S. Uryasev, S. Sarykalin, G. Serraino, K. Kalinchenko // Presentation at CARISMA conference. "— 2010.
70. Uryasev, S. Conditional value-at-risk: optimization algorithms and applications / S. Uryasev // Financial Engineering News. "— 2000. "— no. 14. "— Pp. 1–5.
71. Rockafellar, R. Conditional value-at-risk for general loss distributions / R. Rockafellar, S. Uryasev // Journal of Banking & Finance. "— 2002. "— no. 26. "— Pp. 1443–1447.
72. Konno, H. A mean-absolute deviation-skewness portfolio optimisation model / H. Konno, H. Shirakawa, H. Yamazaki // Annals of Operations Research. "— 1993. "— no. 45. "— Pp. 205–220.
73. Konno, H. A mean-variance-skewness portfolio optimisation model / H. Konno, K. Suzuki // Journal of Operations Research Society of Japan. "— 1995. "— Vol. 38, no. 2. "— Pp. 173–187.
74. Wang, J. Mean-variance-VaR based portfolio optimisation / J. Wang. "— available at <http://ww2.valdosta.edu/~jwang/paper/PortfolioOpt.pdf> (accessed on 27 July 2013), 2000.
75. Harvey, C. Portfolio selection with higher moments / C. Harvey, R. Liechty, M. Liechty, P. Mueller. "— available at <http://ssrn.com/abstract=634141> (accessed on July 2013), 2004.
76. Chang, T.-J. Heuristics for cardinality constrained portfolio optimisation / T.-J. Chang, N. Meade, J. Beasley, Y. Sharaiha // Computers and Operations Research. "— 2000. "— no. 27. "— Pp. 1271–1302.
77. Brito, R. P. / R. P. Brito, L. Vinecent // available at <http://www.mat.uc.pt/~lvin/papers/cardMV.pdf> (accessed on 18 July 2013). "— 2012.
78. Chang, T.-J. Portfolio optimization problems in different risk measures using genetic algorithm. / T.-J. Chang, S.-C. Yang, K.-J. Chang // Expert Systems with Applications: An International Journal. "— 2009. "— Vol. 36, no. 7. "— Pp. 10529–10537.
79. Holland, J. Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence / J. Holland. "— Ann Arbor, MI: University of Michigan Press, 1975. "— P. 183.
80. Storn, R. Differential evolution - a simple and efficient adaptive scheme for global optimization over continuous spaces / R. Storn, K. Price // Journal of Global Optimization. "— 1997. "— Vol. 11. "— Pp. 341–359.
81. Price, K. Differential evolution: a practical approach to global optimization / K. Price, R. Storn, J. Lampinen. "— Berlin: Springer, 2005.
82. Homchenko, A. A. Differential evolution algorithm for solving the portfolio optimization problem / A. A. Homchenko, N. P. Grishina, C. Lucas, S. P. Sidorov // Izvestia of the Saratov University. "— 2013. "— Vol. 13, no. 2(2). "— Pp. 88–92.
83. Wahba, G. Smoothing noisy data with spline functions. estimating the correct degree of smoothing by the method of generalized cross-validation / G. Wahba, P. Craven // Numerische Mathematik. "— 1978. "— Vol. 31. "— Pp. 377–404.

84. De Giorgi, E. Computational aspects of prospect theory with asset pricing applications / E. De Giorgi, T. Hens, J. Mayer // *Computational Economics*. "— 2007. "— Vol. 29, no. 3-4. "— Pp. 267–281.
85. Mitchell, M. An introduction to genetic algorithms / M. Mitchell. "— MIT Press, Cambridge, MA, USA, 1996. "— P. 211.
86. Beasley, J. Population heuristics. In: Pardalos, P.M., Resende, M.G.C. (Eds.), *Handbook of Applied Optimization* / J. Beasley. "— Oxford University Press, Oxford, 2002. "— Pp. 138–157.
87. Aarts, E. H. L. Local search in combinatorial optimization / E. H. L. Aarts, J. K. Lenstra, (Eds.). "— Princeton University Press, Princeton, USA, 2003. "— P. 512.
88. Haimes, Y. On a bicriterion formulation of the problems of integrated system identification and system optimization / Y. Haimes, L. S. Lasdon, D. A. Wismer // *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. "— 1971. "— Vol. 1. "— Pp. 296–297.
89. Steuer, R. E. Multiple criteria optimization: theory, computation and application / R. E. Steuer. "— Wiley & Sons, New York, 1986.
90. Beasley, J. E. OR-Library. Index tracking. / J. E. Beasley. "— available online <http://people.brunel.ac.uk/~mastjjb/jeb/orlib/indtrackinfo.html> (accessed on August, 2013), 2003.
91. Morgan, J. Riskmetrics - technical document / J. Morgan. "— J.P. Morgan/Reuters, 1996.
92. Akbaripour, H. Efficient and robust parameter tuning for heuristic algorithms / H. Akbaripour, E. Masehian // *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*. "— 2013. "— Vol. 24, no. 2. "— Pp. 143–150.
93. Feoktistov, V. Differential evolution: in search of solutions / V. Feoktistov. Springer Optimization and Its Applications. "— New York: Springer, 2006.
94. Fogel, D. B. Evolutionary computation: toward a new philosophy of machine intelligence / D. B. Fogel. "— Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2006. "— P. 384.
95. Alander, J. T. On optimal population size of genetic algorithms / J. T. Alander // *Computer Systems and Software Engineering – CompEuro*, IEEE Computer Society Press. "— 1992. "— Pp. 65–70.

Ғылыми басылым

Гришина Нина Павловна

Мусаева Айман Амангельдиевна

Пұсырманова Ақсауле Бауыржанқызы

Альдешова Самал Балгабаевна

**ОҢТАЙЛЫ ҚОРЖЫНДЫ ТАҢДАУ МӘСЕЛЕСІНДЕГІ
МІНЕЗ-ҚҰЛЫҚТЫҚ ТӘСІЛ**

Монография

Түпнұсқа-макет Саратов мемлекеттік университетінің
Тәуекел институтында дайындалды