

ANALYZING TOP-20 INDEX RETURNS USING THE WEIBULL DISTRIBUTION

Sanaser Sodnomdorj^I, Khuslen Batbold^{II}, Ankhbayar Chuluunbaatar^{III}

Abstract: Financial market returns tend to exhibit substantial temporal volatility and asymmetric behavior. This study investigates whether such characteristics are present by analyzing 1,354 positive return observations of the TOP-20 Index over the past ten years using the Weibull distribution. The empirical results indicate that small daily returns occur with relatively high frequency, while returns deviate from the mean by approximately 0.79 percent on average. In addition, although the probability is relatively low, the market demonstrates the potential for large fluctuations and extreme movements. The significance of this study lies in the finding that the annual growth rate of the TOP-20 Index may exceed 57 percent approximately once in every 100 observations, while an increase exceeding 87 percent may occur approximately once in every 1,000 observations.

Keywords: Positive returns, Newton-Raphson method, frequency, Weibull distribution

ТОП-20 ИНДЕКСИЙН ӨГӨӨЖИЙГ ВЕЙБУЛЛ ТАРХАЛТААР ШИНЖЛЭХ НЬ

Хураангуй: Санхүүгийн зах зээлийн өгөөж нь хугацааны хувьд хэлбэлзэл ихтэй, нэг тал руугаа хэлбийсэн байдаг. Энэхүү судалгааны ажлаар тус шинж чанар илэрч буй эсэхийг сүүлийн 10 жилийн ТОП-20 индексийн 1354 эерэг өгөөжийн ажиглалтын утгад үндэслэн Вейбулл тархалтаар шинжилсэн. Шинжилгээний үр дүнд өдөр тутмын бага өгөөжийн давтамж их, дундажаасаа 0.79 орчим хувь хазайдаг, тохиолдох магадлал бага боловч томоохон хэлбэлзэл үүсч болох шинж тэмдэгтэй байна. Тус судалгааны ажлын ач холбогдол нь ТОП-20 индексийн жилийн өсөлт 57 хувиас давах үзэгдэл 100 тохиолдолд нэг удаа, 87 хувиас дээш давах үзэгдэл 1000 тохиолдолд нэг удаа тохиолдох боломжтой гэж тогтоосонд оршино.

Түлхүүр үгс: Тохиолдох магадлал, Newton-Raphson-ны арга, Вейбулл тархалт, тооцоолох алгоритм

^I Business School, National University of Mongolia, (E-mail): ssanaser@num.edu.mn

^{II} Business School, National University of Mongolia, (E-mail): batboldhuslen123@gmail.com

^{III} Business School, National University of Mongolia, (E-mail): ankhbayar.ch@num.edu.mn

I. УДИРТГАЛ

Хөрөнгийн зах зээлийн индексийн өгөөжийн тархалтыг зөв тодорхойлох нь хөрөнгө оруулалтын шийдвэр гаргалт, зах зээлийн хөдөлгөөний магадлалт шинжийг тодорхойлоход чухал ач холбогдолтой. Санхүүгийн өгөөжүүд нь хэлбэлзэл их, нэг тал руугаа хэлбийсэн, хэвийн тархалтаас зөрүүтэй шинжийг илэрхийлдэг болохыг олон улсын судалгаанууд харуулсан (Gray & French, 1990; Pekár & Pčolár, 2022). Ийм шинж чанар нь зах зээлийн эрсдэлийг дутуу үнэлэхэд хүргэдэг тул уламжлалт нормаль тархалтад суурилсан загварууд хангалтгүйд тооцогддог. Иймээс өгөөжийн тодорхой хэсгийг ялган авч, түүнд илүү уян хатан тархалтын загвар хэрэглэх шаардлага үүсдэг.

Сүүлийн жилүүдэд санхүүгийн өгөөжийн тархалтыг илүү бодитой тайлбарлах зорилгоор Вейбулл болон түүний өргөтгөсөн хэлбэрүүдийг ашиглаж байна (Chen & Gerlach, 2013; Wang et al., 2019). Ялангуяа Вейбулл тархалт нь тохиолдох магадлал бага, ихээхэн хэмжээний хэлбэлзэл үүсэх үйл явдлыг тайлбарлах чадвартай байдаг тул эрсдэлийн шинжилгээнд өргөн хэрэглэгдэх болсон.

Вейбулл тархалтын онолын суурийг Frechet (1928) анх дэвшүүлсэн. Түүний судалгаанд үндэслэн Шведийн эрдэмтэн Weibull (1951) уг тархалтыг хэрэглээнд нэвтрүүлэн инженерчлэл, найдвартай ажиллагаа, насжилтын шинжилгээнд ашиглах боломжийг дэлгэрүүлсэн байна. Үүний дараагаар Harter and Moore (1956) нар Вейбулл тархалтын параметруудийг хамгийн их үнэний хувь бүхий аргаар үнэлэх боломжийг судалж, Martz and Waller (1982) нар Байесын аргыг ашиглан параметрийн үнэлгээг боловсронгуй болгож, тархалтын магадлалт тайлбарыг илүү нарийвчилсан бол Swain et al., (1988) нар нь хамгийн бага квадратын аргыг хэрэглэн Вейбулл тархалтыг бодит өгөгдөлд тохируулах энгийн, хэрэглээний хувьд тохиромжтой арга зүйг санал болгосон байна. Үүнээс хойш Вейбулл тархалтын бүтэц, хэрэглээ улам өргөжиж, орчин үед Oguntunde et al., (2015) нар ерөнхийлсөн болон өргөтгөсөн хувилбаруудыг санал болгосон. Түүнчлэн санхүүгийн өгөөжийн тархалтыг судалсан эмпирик судалгаанууд Вейбулл болон түүнтэй төстэй тархалтууд нь уламжлалт нормаль тархалтаас илүү сайн тохирц үзүүлдэг болохыг харуулсан (Malevergne et al., 2005; Maghyereh & Al-Zoubi, 2008). Энэ нь зах зээлийн экстремум хэлбэлзлийг илүү бодитой загварчлах боломжийг олгодог.

Дээрх судалгааны нийтлэг санаа нь Вейбулл тархалт зөвхөн эерэг мужид тодорхойлогддог, бөгөөд тус тархалтын параметруудийн тусламжтайгаар өгөгдлийн төвлөрөл, тархалтын хэлбэр, магадлал бага боловч томоохон хэлбэлзлийн шинжийг тайлбарлаж чаддаг оршино. Ийм онцлог нь санхүүгийн өгөөжийн асимметр шинжийг хэсэгчлэн авч үзэх, эерэг өгөөжийн хэсэгт хэрэглэх, зөвхөн математик нөхцөлийг хангахаас гадна эдийн засгийн утгаараа зах

зээлийн өсөлтийн импульс, давтамж, хэмжээний бүтцийг судлах боломжуудыг олгодог. Иймээс Вейбулл тархалт нь ТОП-20 индексийн өгөөжийн тархалтыг загварчлахад тохиромжтой арга юм.

Энэхүү судалгааны ажлын зорилго нь ТОП-20 индексийн өгөөжийн тархалтыг Вейбулл тархалтаар шинжилж, параметрийн үнэлгээ хийх замаар өгөөжийн магадлалт шинж, төвлөрөл, тархалтын хэлбэрийг тодорхойлно. Ингэснээр Монголын хөрөнгийн зах зээлийн индексийн өгөөжийг магадлалын тархалтын аргаар шинжилж, зах зээлийн эерэг хөдөлгөөний шинжийг илүү бодитой үнэлэх ач холбогдолтой.

II. ӨГӨӨЖИЙГ ЗАГВАРЧЛАХ АРГА ЗҮЙН ҮНДЭСЛЭЛ

Санхүүгийн хугацааны цувааны өгөөж нь хэвийн тархалтаас хазайсан, хэлбийлттэй, магадлал бага боловч томоохон хэлбэлзлийн шинжтэй байдаг тул тэдгээрийг уламжлалт хэвийн тархалтаар тайлбарлахад хангалтгүй байдаг (Fama, 1965; Mitnik & Rachev, 1993). Иймээс өгөөжийн тархалтын хэлбэрийг илүү уян хатан байдлаар загварчлах боломжтой Вейбулл тархалтыг ашиглах нь эрсдэлийн шинжилгээ болон экстремум утгын үнэлгээнд чухал ач холбогдолтой болохыг удиртгал хэсэгт дурьдсан.

Энэхүү судалгаанд ТОП-20 индексийн өдөр тутмын өгөөжийг дараах байдлаар тодорхойлно:

$$x_t = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right), \quad (1)$$

энд P_t нь тухайн өдрийн индексийн хаалтын үнэ, $P_{(t-1)}$ нь өмнөх өдрийн индексийн хаалтын үнийг илэрхийлнэ. Лог өгөөжийг ашиглах нь хугацааны турш нэмэгдэх шинж (time additivity) болон өгөгдлийн хэлбэлзлийг тогтворжуулах давуу талтай тул санхүүгийн эмпирик судалгаанд өргөн хэрэглэгддэг (Tsay, 2010). Вэйбулл тархалтын тодорхойлогдох муж нь зөвхөн эерэг утгад хамаарах тул энэхүү судалгаанд $x_t \geq 0$ байх ажиглалтуудыг сонгон авч шинжилсэн. Энэ нь, зах зээлийн өсөлтийн тархалтын бүтцийг тусад нь авч үзэх боломжийг олгоно.

Экспоненциал тархалтын функцийг

$$P(Y \leq y) = 1 - e^{-y}, \quad y \geq 0 \quad (2)$$

гэж тодорхойлъя. Хэрэв $X = \beta Y^{\frac{1}{\alpha}}$ гэж үзвэл X санамсаргүй хэмжигдэхүүний тархалтын функц нь:

$$F(x) = P(X \leq x) = P\left(\beta Y^{\frac{1}{\alpha}} \leq x\right) = \\ P\left(Y^{\frac{1}{\alpha}} \leq \frac{x}{\beta}\right) = P\left(Y \leq \left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}\right),$$

болно. Үүнд (2)-ийг орлуулбал:

$$F(x) = P\left(Y \leq \left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}\right) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}}, x \geq 0, \quad (3)$$

байна. Харин нягтын функц нь:

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx} = \frac{d}{dx} \left(1 - e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}}\right) = \\ -e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}} \frac{d}{dx} \left(-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}\right) = \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}}, \alpha > 0, \beta > 0, \quad (4)$$

гэж гарна. Үүнийг Вейбул тархалт гэнэ. Энд $\alpha < 1$ бол бага өгөөж дээр их давтагдсан, $\alpha = 1$ бол экспоненциалтай ойролцоо, $\alpha > 1$ бол илүү тогтвортой, давтамж өндөртэй гэсэн шинжүүдийг илэрхийлнэ (Chen & Gerlach, 2013). Харин β параметр өсөх тусам өгөөжийн түвшин нэмэгдэнэ.

Вейбулл тархалтын параметруудийг хамгийн их үнэний хувь бүхий аргаар үнэлнэ. Хамгийн их үнэний хувь бүхий функц:

$$L(\alpha, \beta) = \prod_{i=1}^n f(x_i; \alpha, \beta) = \prod_{i=1}^n \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{x_i}{\beta}\right)^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{x_i}{\beta}\right)^{\alpha}},$$

байх ба хоёр талаас нь логарифм авбал:

$$\ln(L(\alpha, \beta)) = \sum_{i=1}^n \left[\ln(\alpha) - \ln(\beta) + (\alpha - 1) \ln\left(\frac{x_i}{\beta}\right) - \left(\frac{x_i}{\beta}\right)^{\alpha} \right] = \quad (5)$$

$$n \ln(\alpha) + (\alpha - 1) \sum_{i=1}^n \ln(x_i) - n \alpha \ln(\beta) - \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{\beta}\right)^{\alpha},$$

болно. Одоо β -аар уламжлал аван тэгтэй тэнцүүлбэл:

$$\frac{\partial}{\partial \beta} \ln(L(\alpha, \beta)) = -\frac{n\alpha}{\beta} + \alpha \beta^{-\alpha-1} \sum_{i=1}^n x_i^{\alpha} = 0,$$

буюу

$$\hat{\beta} = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^{\alpha} \right)^{1/\alpha}, \quad (6)$$

гэж олдоно. Харин α -аар уламжлал аван тэгтэй тэнцүүлбэл:

$$\frac{\partial}{\partial \alpha} \ln(L(\alpha, \beta)) = \frac{n}{\alpha} + \sum_{i=1}^n \ln(x_i) - n \ln(\beta) - \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{\beta}\right)^{\alpha} \ln\left(\frac{x_i}{\beta}\right) = 0, \quad (7)$$

болно. Томъёолол (6) дараах хоёр янзаар бичиж болно. Үүнд:

$$\left(\frac{x_i}{\beta}\right)^{\alpha} = \frac{n x_i^{\alpha}}{\sum_{i=1}^n x_i^{\alpha}}, \quad (8)$$

$$\ln(\beta) = \frac{1}{\alpha} \left[\ln\left(\sum_{i=1}^n x_i^{\alpha}\right) - \ln(n) \right], \quad (9)$$

байх ба эдгээрийг (7)-д орлуулан эмхтгэвэл

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^{\alpha} \ln(x_i)}{\sum_{i=1}^n x_i^{\alpha}} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i), \quad (10)$$

гэж гарна.

Тэгшитгэл (10)-ийн α -ийн утга Newton-Raphson-ны аргаар шийдэгдэнэ. Иймд тус тэгшитгэлийг

$$g(\alpha) = \frac{1}{\alpha} - \frac{\sum_{i=1}^n x_i^\alpha \ln(x_i)}{\sum_{i=1}^n x_i^\alpha} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i) = 0, \quad (11)$$

гэж бичье. Тэгвэл Newton-Raphson:

$$\alpha_{m+1} = \alpha_m - \frac{g(\alpha_m)}{g'(\alpha_m)}. \quad (12)$$

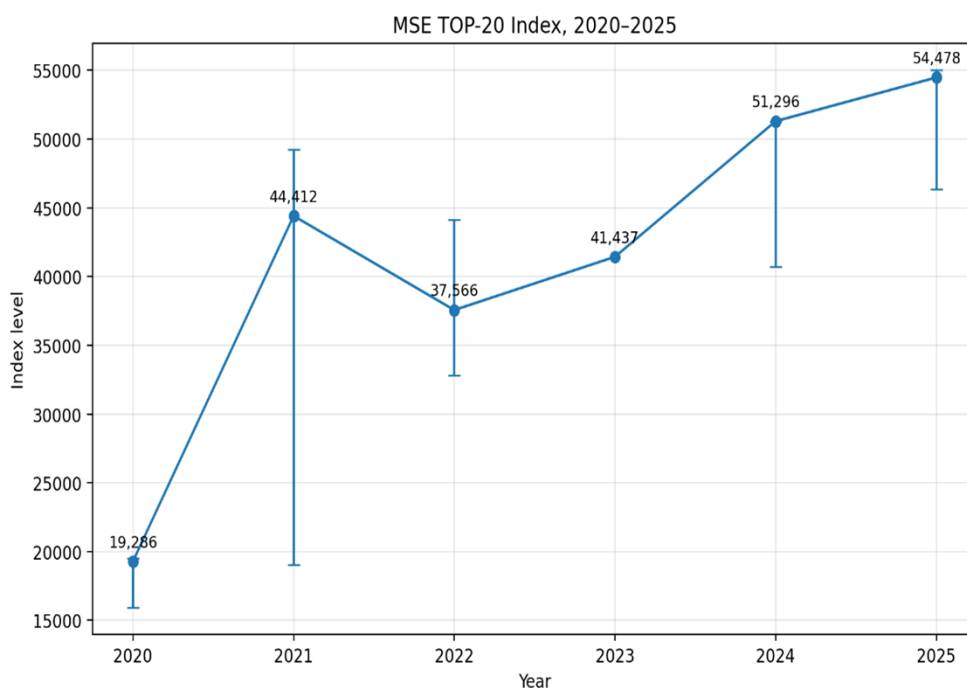
Энд $g'(\alpha_m)$ нь:

$$g'(\alpha) = -\frac{1}{\alpha^2} - \left[\frac{\sum_{i=1}^n x_i^\alpha (\ln(x_i))^2}{\sum_{i=1}^n x_i^\alpha} - \left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i^\alpha \ln(x_i)}{\sum_{i=1}^n x_i^\alpha} \right)^2 \right]. \quad (13)$$

III. ТОП-20 ИНДЕКСИЙН ӨГӨӨЖИЙН ТАРХАЛТЫН ШИНЖИЛГЭЭ

ТОП-20 индекс нь Монголын Хөрөнгийн Биржид бүртгэлтэй хамгийн өндөр зах зээлийн үнэлгээ, арилжааны идэвх болон хөрвөх чадвартай компаниудын ханшийн хөдөлгөөнийг нэгтгэн илэрхийлдэг үндсэн индекс юм. Иймээс тус индекс нь Монголын хөрөнгийн зах зээлийн ерөнхий төлөв, хөрөнгө оруулагчдын хүлээлт, үнэт цаасны зах зээлийн байдлыг илэрхийлэх гол үзүүлэлт болдог. 2020–2025 оны хугацаанд ТОП-20 индекс нь өсөлт, огцом сэргэлт болон тогтворжилтын үе шатыг дамжин өнгөрсөн байна. COVID-19 цар тахлын нөлөөлөл давамгайлсан 2020 оны эцэст индекс 19,285.80 нэгжид хүрч, өмнөх оноос 1.71 хувиар буурсан. Харин 2021 онд ТОП-20 индекс 44,411.60 нэгжид хүрч, жилийн дүнгээр 130.28 хувийн өсөлт үзүүлсэн нь Монголын хөрөнгийн зах зээлийн түүхэн дэх хамгийн өндөр өсөлтийн нэг болсон. Энэ нь зах зээлийн идэвхжил эрс нэмэгдэж, зах зээлийн үнэлгээ 98 хувиар өсөж 5.97 их наяд төгрөгт хүрсэнтэй холбоотой (Зураг 1).

Зураг 1. ТОП-20 индексийн ханш

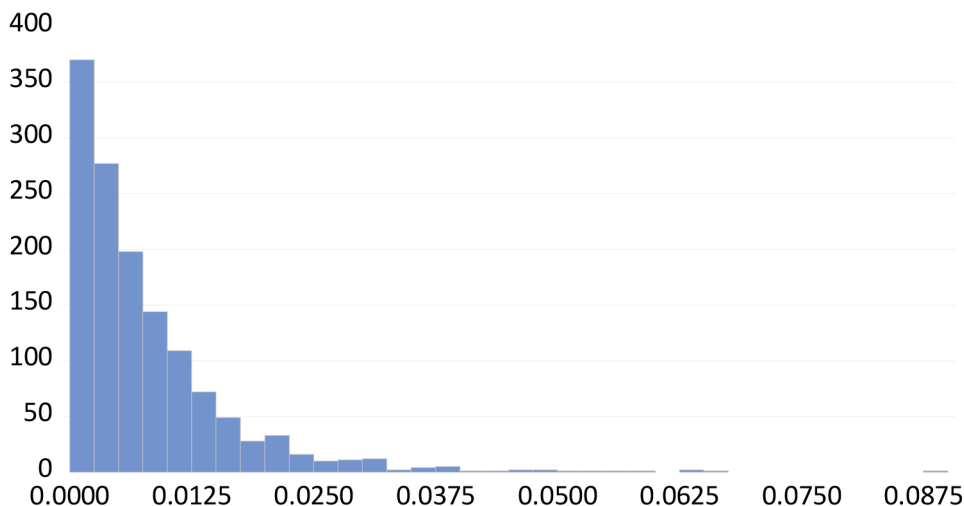


Эх сурвалж: Монголын Хөрөнгийн Бирж ХК-ийн тайлан

2023-2025 оны хооронд өмнөх огцом өсөлтийн дараах харьцангуй тогтворжилтын үе ажиглагдсан. Тухайлбал 2025 онд индексийн жилийн дээд түвшин 55,019.79 нэгж, доод түвшин 46,334.87 нэгж, дундаж түвшин 50,137.87 нэгж байсан бөгөөд жилийн эцэст 54,478.17 нэгжид хүрч, өмнөх оноос 6.2%-ийн өсөлт үзүүлжээ. Иймээс энэ нь өмнөх хоёр жилийн хүчтэй сэргэлтийн дараах харьцангуй тогтворжилтын үе байсан гэж үзэж болно.

Энэхүү хэсэгт ТОП-20 индексийн өдөр тутмын эерэг өгөөжийн тархалтыг Вейбулл тархалтаар шинжилж, тархалтын хэлбэр, төвлөрлийн давтамж, томоохон хэлбэлзлийн шинж чанарыг эмпирик байдлаар үнэлнэ. Судалгаанд эхлээд өдөр тутмын лог өгөөжөөс зөвхөн эерэг утгатай ажиглалтуудыг сонгон авч, багаас их рүү эрэмбэлсэн. Үүний дараа өгөөжийн давтамжийн гистограммыг байгуулж, тархалтын анхан шатны хэлбэрийг тодорхойлов (Зураг 2).

Зураг 2. ТОП-20 индексийн ханш



Гистограммын үр дүнгээс харахад ажиглалтын дийлэнх нь бага хэмжээний өсөлтийн мужид их давтамжтай төвлөрч байгаа бөгөөд өгөөжийн хэмжээ өсөх тусам давтамж эрчимтэй буурч байна. Энэ нь тархалт баруун тийш нэг тал руугаа хэлбийсэн шинжтэй бөгөөд магадлал бага боловч томоохон хэлбэлзэлтэй байгааг 0.0375, 0.050, 0.0625, 0.0875 гэсэн утгуудаас харж болно.

Хүснэгт 1-ээс харахад дундаж өгөөж 0.79 хувь нь голч утга 0.54 хувиас өндөр байгаа нь өгөөжийн тархалт баруун тийш хэлбийсэн болохыг илтгэнэ. Мөн стандарт хазайлт 0.86 хувь байгаа нь өгөөжийн хэлбэлзэл дундаж түвшинд ихээхэн давтамжтай төвлөрчээ. Skewness коэффициент эерэг бөгөөд өндөр утгатай байгаа нь өгөөжийн тархалт симметрик бус болохыг нотолно. Харин Kurtosis коэффициент 17.00 байгаа нь тархалт давталтын тоо их болохыг харуулж байна.

Хүснэгт 1. ТОП-20 индексийн эерэг өгөөжийн тодорхойлогч статистик

Ажиглалтын тоо	1354
Дундаж	0.79%
Голч утга	0.54%
Хамгийн их утга	8.97%
Хамгийн бага утга	0.00%
Стандарт хазайлт	0.86%
Skewness	2.9218
Kurtosis	17.0085

ТОП-20 индексийн эерэг өгөөжийн Вейбулл тархалтын параметрыг дараах алгоритмаар үнэлнэ.

Тооцоолох алгоритм

Алхам 1. $m := 0$ тогтоож, α_0 –ийн утгыг сонгоно. Нийцлэлийг $\varepsilon = 10^{-5}$ гэж сонгоё.

$$A_m = \sum_{i=1}^n x_i^{\alpha_m}, \quad B_m = \sum_{i=1}^n x_i^{\alpha_m} \ln(x_i),$$

Алхам 2. $C_m = \sum_{i=1}^n x_i^{\alpha_m} (\ln(x_i))^2, \quad D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i),$

гэсэн утгыг олно.

$$g(\alpha_m) = \frac{1}{\alpha_m} - \frac{B_m}{A_m} + D,$$

Алхам 3. $g'(\alpha_m) = -\frac{1}{\alpha_m^2} - \left[\frac{C_m}{A_m} - \left(\frac{B_m}{A_m} \right)^2 \right]$

үнэлнэ.

Алхам 4. $\alpha_{m+1} = \alpha_m - \frac{g(\alpha_m)}{g'(\alpha_m)}$

гэсэн параметруудийг давтан тооцно.

Алхам 5. Хэрэв $|\alpha_{m+1} - \alpha_m| < \varepsilon$ бол итерацийг зогсоож $\hat{\alpha} = \alpha_{m+1}$ гэж тогтооно. Эсрэг тохиолдолд $m := m + 1$ болж буцаад Алхам 2-руу буцана.

Энэхүү алгоритмын дагуу хийгдсэн тооцооллыг доор харуулав.

m	α_m	A_m	B_m	C_m	D	$g(\alpha_m)$	$g'(\alpha_m)$	α_{m+1}	ε
0	1	10.684	-46.976	214.540	-5.401	-0.00386	-1.74844	0.99779	0.00221
1	0.99779	10.788	-47.452	216.795	-5.401	0.000006	-1.75349	0.997797	0.000003

Энд $|\alpha_{m+1} - \alpha_m| = 0.000003 < 0.00001$ тул $\hat{\alpha} = 0.997797$ гэж олдож байна. Эндээс харахад бага өгөөж дээр их төвлөрсөн, тохиолдох магадлал бага боловч томоохон хэлбэлзлийн шинжтэй байна. Түүнчлэн томъёо (6)-ийн дагуу $\hat{\beta} = 0.007883$ тул ТОП-20 индексийн эерэг өгөөжийн хэмжээ өдөрт ойролцоогоор 0.79 орчим хувь хэлбэлзэнэ.

Вейбулл тархалтын функцээр тооцоологдсон магадлалд харгалзах ТОП-20 индексийн өгөөжийн хэмжээг хүснэгт 2-т харуулав.

Хүснэгт 2. Магадлалд харгалзах ТОП-20 индексийн өгөөж

Магадлал	Өгөөж (%)
0.010	0.008%
0.050	0.040%
0.100	0.083%
0.300	0.281%
0.500	0.546%
0.618	0.759%
0.750	1.094%
0.800	1.270%
0.850	1.498%
0.900	1.818%
0.930	2.101%
0.950	2.367%
0.975	2.916%
0.980	3.093%
0.990	3.643%
0.995	4.192%
0.999	5.469%

Хүснэгтээс харахад ТОП-20 индексийн өгөөжийн 50 хувийн магадлалд харгалзах нь 0.55 хувь, 75 хувийн магадлалд 1.1 хувь, 90 хувийн магадлалд 1.8 хувь, 95 хувийн магадлалд 2.4 хувь, 99 хувийн магадлалд 3.6 хувь тус тус харгалзаж байна. Эндээс ТОП-20 индексийн өгөөжийн хэмжээ 3.6 хувиас дээш гарах магадлал 100 өдөрт 1 удаа, 5.5 хувиас дээш гарах магадлал 1000 өдөрт 1 удаа тус тус тохиолдоно.

Дүгнэлт

Энэхүү судалгаагаар ТОП-20 индексийн өдөр тутмын эерэг өгөөжийг сонгон авч, Вэйбулл тархалтаар шинжилгээ хийлээ. Тархалтын параметруудийг хамгийн их үнэний хувь бүхий аргыг хэрэглэн Newton-Raphson-ны алгоритмаар тооцсон. Тооцооллын үр дүнд алфа параметр нэгээс бага гарсан нь бага өгөөж дээр их давтамжтай төвлөрөх, тохиолдох магадлал бага боловч томоохон хэлбэлзлийн нөлөө үүсч болох шинжтэй байна. Бета параметр 0.79 хувь гарсан нь өдөр тутмын эерэг өгөөжийн хэмжээ тус хувийн орчим хазайж болохыг илэрхийлнэ.

Вэйбулл тархалтын магадлалын шинжилгээнээс үзэхэд ТОП-20 индексийн өдөр тутмын эерэг өгөөж 3.6 хувиас дээш гарах тохиолдол 100 өдөрт 1 удаа, 5.5 хувиас дээш гарах тохиолдол 1000 өдөрт 1 удаа тохиолдож болно. Цаашлаад жилд ажлын 252 арилжааны өдөр байдаг гэж үзвэл ТОП-20 индексийн жилийн өсөлт дунджаар 12.5 хувь, 57 хувиас дээш гарах үзэгдэл 100 тохиолдолд нэг удаа, 87 хувиас дээш гарах үзэгдэл 1000 тохиолдолд нэг удаа илрэх боломжтой байна.

Ашигласан материал

- Chen, Q., & Gerlach, R. 2013. The two-sided Weibull distribution and forecasting financial tail risk. *International Journal of Forecasting*, 29(4): 527–540.
- Fama, E. F. 1965. The behavior of stock-market prices. *Journal of Business*, 38(1): 34–105.
- Fréchet, M. 1928. Sur la loi de probabilité de l'écart maximum. *Annales de la Société Polonaise de Mathématique*, 6: 93–116.
- Gray, J. B., & French, D. W. 1990. Empirical comparisons of distributional models for stock index returns. *Journal of Business Finance & Accounting*, 17(3): 451–459.
- Harter, H. L., & Moore, A. H. 1956. Maximum likelihood estimation of the parameters of gamma and Weibull populations from complete and censored samples. *Technometrics*, 7(4): 639–643.
- Maghyereh, A. I., & Al-Zoubi, H. A. 2008. The tail behavior of extreme stock returns in the Gulf emerging markets: Implications for financial risk management. *Studies in Economics and Finance*, 25(1): 21–34.
- Malevergne, Y., Pisarenko, V., & Sornette, D. 2005. Empirical distributions of stock returns: Between the stretched exponential and the power law? *Quantitative Finance*, 5(4): 379–401.
- Martz, H. F., & Waller, R. A. 1982. Bayesian reliability analysis. John Wiley & Sons.
- Mittnik, S., & Rachev, S. T. 1993. Modeling asset returns with alternative stable distributions. *Econometric Reviews*, 12(3): 261–330.
- Oguntunde, P. E., Odetunmbi, O. A., & Adejumo, A. O. 2015. On the exponentiated generalized Weibull distribution: A generalization of the Weibull distribution. *International Journal of Science and Technology*, 8(1): 1–7.
- Pekár, J., & Pčolár, M. 2022. Empirical distribution of daily stock returns of selected

- developing and emerging markets with application to financial risk management. *Central European Journal of Operations Research*, 30: 1045–1072.
- Swain, J. J., Venkatraman, S., & Wilson, J. R. 1988. Least-squares estimation of distribution functions in Johnson's translation system. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 29(4): 271–297.
- Tsay, R. S. 2010. *Analysis of financial time series* (3rd ed.). Wiley.
- Wang, C., Chen, Q., & Gerlach, R. 2019. Bayesian realized-GARCH models for financial tail risk forecasting incorporating the two-sided Weibull distribution. *Quantitative Finance*, 19(7): 1119–1140.
- Weibull, W. 1951. A statistical distribution function of wide applicability. *Journal of Applied Mechanics*, 18(3): 293–297.