

# MPRA

Munich Personal RePEc Archive

## **Extracting risk-neutral probability distribution from Brent oil options**

Vugar Ahmadov and Salman Huseynov and Fuad  
Mammadov and Tural Karimli

Central Bank of the Republic of Azerbaijan

14. July 2015

Online at <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/65704/>

MPRA Paper No. 65704, posted 21. July 2015 11:08 UTC

# Brent nefti opsiyonlarından neytral riskli ehtimal paylanmasının əldə olunması<sup>1</sup>

Vüqar Əhmədov<sup>2</sup>, Salman Hüseynov<sup>3</sup>,  
Fuad Məmmədov<sup>4</sup>, Tural Kərimli<sup>5</sup>

14 İyul 2015

## ABSTRAKT

Tədqiqat işində biz neft məhsulu üzrə Amerika tipli alma (satma) opsiyonlarından istifadə etməklə neft qiymət gözləntiləri üzrə neytral riskli ehtimal paylanmasını hesablayırıq. Bu məqsədlə biz üç fərqli metodologiyadan – ehtimal paylanmasının kerneli (qeyri-parametrik), Şimko (1993) və Datta və digərlərinin (2014) yarı-parametrik və Bahra (1997) və Melik və Tomasın (1997) parametrik yanaşmalarından istifadə edirik. Neft qiymət gözləntiləri üzrə ehtimal paylanmasının hesablanması nəinki bazarın orta gözləntisini hesablamağa, həm də qiymət gözləntilərinin müxtəlif momentlərinin qiymətləndirilməsinə imkan verir. Tədqiqat işi bazar iştirakçılarının gözləntilərini modelləşdirərək hadisə təhlili zamanı siyasət qurucularının işini asanlaşdırmaq və onların qlobal şoklara qarşı daha çevik tədbirlər görməsinə köməklik göstərmək məqsədi güdür. Məqalədə hadisə təhlilinə nümunə üçün yaxın keçmişdəki Yəmən konfliktini və OPEK-in bir ümumi yığıncığında alınan qərarların təsirinə baxılır. Araşdırma işi qiymətləndirmə üçün tətbiq edilən metodologiyaların ehtimal paylanmasının hesablanması və hadisə təhlili zamanı adekvat nəticələr nümayiş etdirdiyini göstərir. Qeyd etmək lazımdır ki, məqalə neft qiymət gözləntiləri ilə bağlı qiymətləndirmələri əhatə etsə də, burada istifadə olunan metodologiyalar asanlıqla digər maliyyə bazarlarında, məsələn, beynəlxalq valyuta bazarlarında və ya LIBOR və s. bazarında gözləntiləri öyrənmək üçün də tətbiq oluna bilər.

*JEL klassifikasiyası: C14, G13, G14, G17*

*Açar sözlər: neft opsiyon qiymətləri, neytral riskli ehtimal paylanması, hadisə təhlili*

---

<sup>1</sup> Müəlliflər statistik məlumatların əldə olunması zamanı göstəridikləri köməyə və misafirpərvərliyə görə Bazar Əməliyyatları departamentinə, xüsusilə, Əli Əhmədova, Samir Ağayevə, Tərlan Rəsulova və Fəqani Məhərrəmliyə öz təşəkkürünü bildirir. Məqalədə ifadə olunan fikirlər yalnız müəlliflərə məxsusdur, Mərkəzi Bankın rəsmi mövqeyi ilə üst-üstə düşməyə bilər.

<sup>2</sup> Azərbaycan Respublikası Mərkəzi Bankı, Tədqiqatlar və inkişaf mərkəzi, email: vugar\_ahmadov@cbar.az

<sup>3</sup> Azərbaycan Respublikası Mərkəzi Bankı, Tədqiqatlar və inkişaf mərkəzi və Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, İdarəetmə Sistemləri İnstitutu, email: salman\_huseynov@cbar.az

<sup>4</sup> Azərbaycan Respublikası Mərkəzi Bankı, Tədqiqatlar və inkişaf mərkəzi, email: fuad\_mammadov@cbar.az

<sup>5</sup> Azərbaycan Respublikası Mərkəzi Bankı, Tədqiqatlar və inkişaf mərkəzi, email: tural\_karimli@cbar.az

## 1. Giriş

Maliyyə bazarları həm bazar iştirakçıları, həm də tənzimləyici qurumlar üçün qiymətli informasiya mənbəyidir. Burada ticarəti aparılan maliyyə alətləri bazar iştirakçılarının gözləntiləri haqqında dəyərli məlumat əldə etmək üçün əvəzedilməz fürsətlər təqdim edir.

Tənzimləyici qurumların praktikasında maliyyə bazarlarının məlumat mənbəyi kimi diqqətlə izlənməsi xüsusi yer tutur. Belə ki, tənzimləyici qurumlar aldığı siyasət qərarlarının və ya həyata keçirdiyi tədbirlərin iqtisadi proseslər üzərində təsirlərini əhəmiyyətli gecikmə ilə müşahidə edir. Çox vaxt, siyasət qərarlarının transmissiyası və gözlənilən nəticəni verməsi üçün 1 ildən çox vaxt tələb olunur. Məsələn, bir çox hallarda mərkəzi bankların inflyasiya hədəfinə nail olması üçün tələb edilən müddət 1.5-2 il təşkil edir. Lakin maliyyə bazarları yaxşı inkişaf etmiş ölkələrdə mərkəzi bankın verdiyi siyasət qərarlarının təsirini ölçməsi üçün 1.5-2 il gözləməsinə ehtiyac yoxdur. Belə ki, bazar iştirakçıları fasiləsiz şəkildə siyasət qərarlarını və onların iqtisadiyyat üzərində gözlənilən təsirlərini maliyyə aktivlərinin qiymətlərinə daxil edir. Bu halda, maliyyə aktivlərinin qiymətlərindəki dəyişmələri yaxından müşahidə edən mərkəzi banklar siyasət qərarlarının bazar iştirakçılarının gözləntiləri üzərindəki təsirlərini heç bir gecikmə olmadan, eynidövrlü qaydada ölçə bilirlər.

Maliyyə bazarlarının rolu yalnız bazar iştirakçılarının gözləntiləri ilə bağlı qiymətli məlumat mənbəyi kimi çıxış etməsi ilə məhdudlaşmır. Onlar həm də, makroiqtisadi vəziyyətlə bağlı ən son informasiyanı və tendensiyaları özündə ehtiva edir. Məlumdur ki, müxtəlif dövlət qurumları tərəfindən makroiqtisadi göstəricilərin nəşr olunması müəyyən qrafiklə, ən yaxşı halda aylıq əsasda həyata keçirilir. Düzdür, qısa intervallarla aparılan sorğular iqtisadi vəziyyətlə bağlı daha qısa tezliklərlə məlumat əldə etməyə imkan verir. Lakin ən yaxşı halda belə, məlumatların əldə olunması müxtəlif mərhələlərdən, məsələn, respondentlər tərəfindən sorğulara cavab verilməsi, onların emal olunması, və s. kimi əlavə vaxt tələb edən etaplardan keçdiyindən əhəmiyyətli gecikmə ilə müşayiət olunur. Halbuki, maliyyə bazarları makroiqtisadi vəziyyətlə bağlı ən son və ən yeni məlumatları çox kiçik vaxt intervalında (məsələn, dəqiqəlik əsasda) və gecikmə yaşamadan əldə etməyə imkan verir.

Siyasət qərarlarının təsirlərini ölçmək üçün tədqiqatçılar tez-tez maliyyə bazarlarına müraciət edirlər. Kuttner (2001) Federal Ehtiyatlar Sisteminin faiz qərarlarının gözlənilən və gözlənilməyən təsirlərini ölçmək üçün fyuçerslər bazarına müraciət edir. Səmərəli fəaliyyət göstərən maliyyə bazarlarında maliyyə aktivlərinin qiymətləri iqtisadi agentlərin informasiya çoxluğu əsasında formalaşır və bir qayda olaraq, makrosiyasətlərin *gözlənilən* təsirlərini əks etdirir. Kuttner (2001) göstərir ki, fyuçerslərdən istifadə edən mərkəzi bank verdiyi siyasət faiz qərarlarının bank faizləri və digər maliyyə aktivlərinin gəlirliliyi üzərindəki *gözlənilməyən* təsirlərini də ölçə bilər. Fyuçerslərdən istifadə edən Gürkaynak və digərləri (2003) eyni metodologiya əsasında uzunmüddətli faizlərin siyasət faizlərinə qarşı izafi həssas olduğunu nümayiş etdirirlər. Opsiyonlar bazarının məlumatlarından istifadə edən Beyts (1991) aşkar edir ki, 1987-ci ilin maliyyə böhranından 2 ay əvvəl qədər bazar iştirakçıları maliyyə bazarlarında

kəskin tənəzzülün olmasını gözləmişdilər. Neuhaus (1995) öz məqaləsində törəmə maliyyə instrumentləri bazarının monetar siyasət qurumu üçün əhəmiyyətli məlumat yükünə malik olduğunu nümayiş etdirir. Eyni qaydada, Söderlind və Svensson (1996) törəmə alətlər bazarının faiz dərəcələri, valyuta məzənnəsi və inflyasiya gözləntilərinin əldə olunmasında mühüm rola malik olduğunu qeyd edirlər. 2002-ci ilin sentyabr ayında yaradılan makroiqtisadi törəmə bazarı alətlərindən istifadə edən Gürkaynak və Volfers (2006) bazar iştirakçılarının makroiqtisadi gözləntilərini öyrənirlər. Bu törəmə alətləri bazar iştirakçılarında opsiyonlar almaq imkanı verir və həmin alətlərin gəlirliliyi pərakəndə satış, İQİ, işsizlik kimi makroiqtisadi göstəricilərdəki artıma bağlanmışdır. Müəlliflər göstərir ki, həmin törəmə alətlərindən istifadə etməklə bazar iştirakçılarının gözləntilərini, müxtəlif iqtisadi proseslərin nəticələri ilə bağlı ehtimal paylanmalarını, həmçinin bazardakı mövcud riski hesablamaq mümkündür.

Bu gün bir sıra tədqiqatçıların tez-tez müraciət etdiyi və iqtisadçılar arasında kifayət qədər populyar olan VIX indeksi də maliyyə bazarlarında ticarəti aparılan instrumentlər əsasında hesablanır və bazar iştirakçılarının iqtisadi qeyri-müəyyənliklə bağlı gözləntilərini əks etdirir. VIX Çikaqo Opsiyonların Mübadiləsi bazarı tərəfindən real-vaxt rejimində nəşr olunur və gələcək 30 günlük S&P500 indeksi opsiyonlardan əldə edilən volatilliyi göstərir. VIX indeksinin yüksəlməsi bazarda qeyri-müəyyənliyin artdığını, azalması isə bazar iştirakçılarının bazardakı qeyri-müəyyənlikə bağlı gözləntilərinin aşağı düşdüyünü nümayiş etdirir.

Təəssüf ki, ölkəmizdə maliyyə bazarları zəif inkişaf etdiyindən Mərkəzi Bank maliyyə bazarı iştirakçılarının iqtisadi gedişatla bağlı gözləntilərini, iqtisadi qeyri-müəyyənliyi və siyasət qərarlarının təsirlərini ölçə bilmir. Xüsusilə, banklararası bazarın zəif inkişaf etməsi və müxtəlif qiymətli kağızlar üzrə təkrar bazarın formalaşmaması siyasət qərarlarının transmissiya effektini və onun bazar iştirakçılarının gözləntiləri üzərindəki təsirlərini qiymətləndirməyə imkan vermir. Maliyyə bazarlarının inkişafdan geri qalması nəinki onun əvəzolunmaz məlumat mənbəyi kimi rolunu azaldır, hətta monetar siyasət qərarlarının iqtisadi agentlərin gözləntiləri üzərindəki təsirini minimallaşdırır (Abdullayev və digərləri (2015)). Məlumdur ki, müasir mərkəzi bankçılıq daha çox bazar iştirakçılarının iqtisadi gözləntilərinin idarə olunmasına və beləliklə, qarşıya qoyulan hədəflərə effektiv nail olunmasına əsaslanır. İqtisadi gözləntiləri idarə edə bilməyən və bazarı siyasət qərarlarının effektivliyinə inandıra bilməyən mərkəzi bankların apardığı siyasətlər, əlbəttə ki, gözlənilən nəticəni verə bilməz. Bu səbəbdən, ölkə daxilində maliyyə bazarlarının inkişaf etdirilməsi həm siyasət qərarlarının sürətli və effektiv transmissiyasını şərtləndirəcək, həm də maliyyə bazarlarının əvəzolunmaz məlumat mənbəyi rolunu püxtələşdirəcəkdir.

Beynəlxalq maliyyə bazarları bütün mərkəzi banklar kimi AMB üçün də qiymətli məlumat mənbəyidir. Xüsusilə, ölkəmizin xammal ixrac etməsi beynəlxalq bazarlarda ticarəti aparılan neft məhsulunun qiyməti üzrə bazar iştirakçılarının gözləntilərini öyrənilməsi zərurətini yaradır. Neftin qiymətləri ilə bağlı bazar iştirakçılarının gözləntiləri nəinki xammal ixrac edən ölkələr üçün vacibdir, o, hətta neft idxal edən ölkələr üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Məsələn, İngiltərə Bankı inflyasiya və digər makroiqtisadi göstəricilərlə bağlı proqnozlarını hazırlayarkən

neft qiymətlərinin gələcək trayektoriyası kimi fyuçerslərin müvafiq dövr üzrə qiymətlərini əsas qəbul edir (Nikson (2012)).

Düzdür, neft fyuçerslərinin birbaşa bazar gözləntilərini əks etdirməsi məsələsi ilə bağlı tədqiqatçılar arasında ziddiyyətli fikirlər mövcuddur. Bazarda arbitraj imkanının olmadığını güman etsək, asanlıqla göstərmək olar ki, neft məhsulu üzrə fyuçerslərin qiyməti bazar gözləntisi və risk premyumunun cəminə bərabərdir. Bəzi tədqiqatçılar neft fyuçersləri üzrə risk premyumunun dövr ərzində sabit qaldığını və ya dəyişmədiyini iddia edirlər (Çernenko və digərləri (2004)). Belə olan halda, fyuçersləri bazar gözləntiləri kimi və ya bazar gözləntilərindəki dəyişmə kimi qəbul etmək olar. Lakin bir sıra tədqiqatçılar risk premyumunun dövr ərzində dəyişdiyini göstərir. Məsələn, Baumeister və Kilian (2015) risk premyumunun dövr ərzində əhəmiyyətli dəyişdiyini qeyd edir və bu səbəbdən, fyuçerslərin bazar gözləntilərinin müəyyənləşdirilməsi üçün istifadə edilməsini düzgün hesab etmir. Oxşar olaraq, Hamilton və Vu (2014) neft fyuçersləri üzrə risk premyumunun 2005-ci ildən əhəmiyyətli dəyişdiyini nümayiş etdirirlər.

Beləliklə, risk premyumundan təmizlənmiş neft fyuçerslərini bazar gözləntiləri kimi qəbul etmək olar. Bazarın müxtəlif dövrlər ərzində gözləntilərini əldə etmək üçün fyuçerslər bazarı kifayət etsə də, onlar bazarın orta gözləntisini əks etdirəcəkdir. Bir çox hallarda, siyasət qurucularına bazarın orta gözləntisi ilə yanaşı, həm də bazar gözləntilərinin ehtimal paylanması da lazım olur. Neft qiymət gözləntiləri üzrə ehtimal paylanması bazar iştirakçılarının müxtəlif neft qiymət ssenarilərinin mümkünlük dərəcəsi ilə bağlı inamını əks etdirir.

Neft qiymət gözləntiləri üzrə ehtimal paylanmasının əldə olunması neft fyuçerslərinin baza aktiv kimi çıxış etdiyi opsiyon kağızlarından istifadə edilməklə əldə olunur. Lakin opsiyon qiymətləri bazar iştirakçılarının həm risk tərcihlərini, həm də gələcəkdəki mümkün neft qiymətləri ilə bağlı gözləntilərini özündə ehtiva edir. Əgər agentlərin risk meyilləri açıq formada modelləşdirilmirsə və ya neft qiymət riski nəzərə alınmırsa, bu zaman neft opsiyonlardan əldə olunan ehtimal paylanması neytral riskli ehtimal paylanması hesab olunur. Reallıqda, investorlar riski sevmirlər və neytral riskli ehtimal paylanması isə investorların riskə qarşı neytral mövqe nümayiş etdirdiyi halda reallığa yaxın olacaqdır. Riskə görə düzəliş verilmiş ehtimal paylanmasının hesablanması isə məcmu bazar faydalılıq funksiyasının spesifikasiyasının verilməsini və risk götürmə dərəcəsinin müəyyənləşdirilməsini tələb edir. Lakin bəzi tədqiqatçılar göstərir ki, hətta bazar risk götürmək üçün əlavə premyum tələb etsə də, həqiqi ehtimal paylanması neytral riskli ehtimal paylanmasından o qədər də fərqlənmir (Rubinşteyn (1994)). Həmçinin, əgər risk götürmə dərəcəsinin dövr ərzində stabil olduğunu düşünsək, neytral riskli ehtimal paylanmasının bir gündən digər günə dəyişməsi investorların baza aktivinin qiymətləri ilə bağlı inamlarındakı dəyişməni əks etdirəcəkdir.

Melik və Tomas (1997) Amerika tipli opsiyonlardan istifadə etməklə neft qiymət gözləntiləri ilə bağlı neytral riskli ehtimal paylanmasını hesablayır və 1990-cı ildə Körfəz krizinin neft qiymətləri üzərindəki təsirlərini incələyir. Müəlliflər, opsiyonlar üzrə baza aktivinin (neft

fyuçerslərinin) ehtimal paylanmasını öncədən müəyyən struktura salır və onun üç müxtəlif loqnormal paylanmadan formalaşdığını fərz edərək qiymətləndirmə aparırlar. Amerika tipli opsiyonların kontrakt dövrü ərzində istənilən vaxtda reallaşdırılma imkanı müəyyən çətinlik yaradır. Belə ki, Avropa tipli opsiyonlardan fərqli olaraq Amerika tipli opsiyonlarda gələcək neft qiymətlərinin ehtimal paylanması və opsiyonların qiymətləri arasında birbaşa əlaqə mövcud deyil. Başqa sözlə, Amerika tipli opsiyonların erkən icra premyumu<sup>6</sup> ehtimal paylanması və opsiyon qiymətləri arasında əlaqəni mürəkkəbləşdirir. Bu problemin öhdəsindən gəlmək üçün Melik və Tomas (1997) Amerika tipli opsiyonlar üçün əldə etdikləri yuxarı və aşağı hədlərdən istifadə edir və ehtimal paylanmasını qiymətləndirirlər.

Datta və digərləri (2014) Qərbi Texas (WTI) xammal nefti üzrə opsiyonlardan istifadə etməklə gələcək neft qiymətləri üzrə ehtimal paylanmasını hesablayırlar. Müəlliflər Amerika tipli opsiyonlardan istifadə etsələr də, 90 günlük Amerika opsiyonlarının Avropa tipli opsiyonlara bənzədiyini fərz edirlər. Belə ki, müəlliflər düşünür ki, kontraktın erkən tarixdə icra edilməsi vaxt qısa olduğundan investorlara qazanc gətirmir və buna görə, qısamüddətli Amerika opsiyonları Avropa tipli opsiyonlar kimi qəbul edilə bilər.

Azərbaycanın neft ixrac edən ölkə olması, tənzimləyici qurumlar üçün beynəlxalq neft bazarını və neftin qiymətlərini daima nəzarətdə saxlamaq zərurəti yaradır. Xüsusilə, neft qiymətlərinin gələcək trayektoriyası ilə bağlı bazarın gözləntiləri və müvafiq maliyyə alətlərinin ticarəti həmin qurumlar tərəfindən diqqətlə izlənilir. Bu tədqiqat işi siyasət qurucularına və tənzimləyici qurumlara beynəlxalq neft bazarında gözləntiləri izləmək və ölçmək üçün zəruri metodologiya və qiymətləndirmə işi təqdim edir. Hesab edirik ki, araşdırma işi ölkəmizdə beynəlxalq neft bazarının izlənməsi və mühüm qərarların qəbul olunması zamanı həmin bazarlardan zəruri məlumatların əldə olunması işini asanlaşdıracaqdır. Həmçinin, burada aparılan qiymətləndirmələr və metodologiyalar tədqiqatçılar tərəfindən digər bazarlarda, məsələn, avro/dollar valyuta bazarında və ya LIBOR bazarında gözləntiləri ölçmək və müvafiq ehtimal paylanmalarını hesablamaq üçün də istifadə oluna bilər.

Beləliklə, bu məqalədə biz Brent nefti opsiyonlarından istifadə etməklə neft qiymətləri üzrə ehtimal paylanmasını hesablayırıq. Biz Datta və digərləri (2014) kimi 90 günlük Amerika tipli opsiyonlardan istifadə etsək də, onların Avropa tipli opsiyonlara bənzədiyini düşünürük. Məqalədə qeyri-parametrik, yarı-parametrik və parametrik metodlardan istifadə etməklə neft qiymətləri üzrə neytral riskli ehtimal paylanması üç fərqli yanaşma əsasında əldə olunur.

Birinci metodologiya ehtimal paylanmasının kerneli əsasında aparılır və qeyri-parametrik metod hesab olunur. İkinci yanaşma Bahra (1997) və Melik və Tomasın (1997) metodologiyasına əsaslanır və neft qiymətləri üzrə ehtimal paylanmasının iki müxtəlif loqnormal paylanmadan formalaşdığını fərz edilir. Üçüncü yanaşma isə yarı-parametrik metodologiyaya

---

<sup>6</sup> İngilis dilində *erkən icra premyumu* – “early exercise premium”

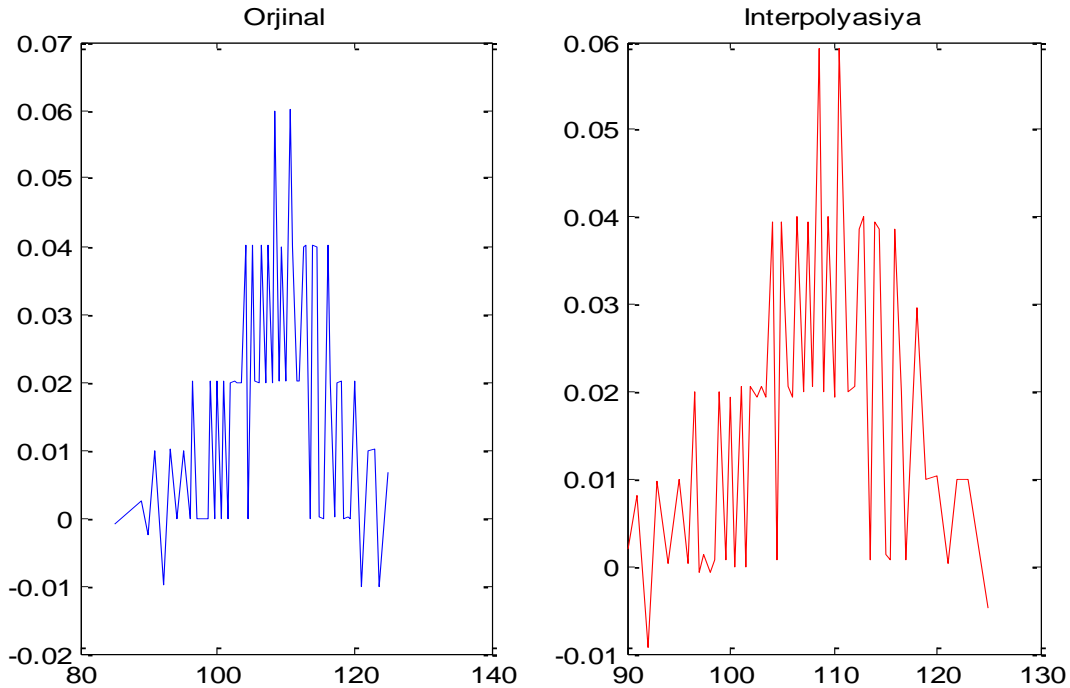
hesab olunur və daha çox Şimko (1993) və Datta və digərlərinin (2014) qiymətləndirmə metodologiyasına əsaslanır.

Beləliklə, məqalənin strukturu belədir: 2-ci fəsildə biz məqalədə istifadə etdiyimiz statistik məlumatların ilkin müayinəsini aparır, məlumatların müəyyən meyarlara görə təmizlənməsini və interpolasiyasını həyata keçiririk. 3-cü fəsildə biz məqalədə istifadə olunan üç müxtəlif qiymətləndirmə metodologiyası haqqında məlumat verir və istifadə etdiyimiz yanaşmaları ətraflı təsvir edirik. 4-cü fəsildə biz qiymətləndirmələrimizin nəticələrini göstərir və bir sıra təhlillərimizi aparırıq. 5-ci fəsildə isə ümumi nəticələrimizi qeyd edirik.

## 2. Statistik məlumatlar

Bu məqalədə Brent nefti fyuçersləri üzrə NYMEX bazarında alqı-satqısı həyata keçirilən opsiyonlarla bağlı 13 May 2014-13 May 2015-ci il tarixlərini əhatə edən günlük məlumatlardan istifadə edilir. Həmin məlumatlar Bloomberg platformasından əldə olunmuşdur və onlar alma və satma opsiyonları<sup>7</sup> üzrə qiymətləri, müxtəlif icra qiymətlərini<sup>8</sup>, həmin kağızlar üzrə aparılan əməliyyatların həcmi və açıq marağı<sup>9</sup>, fyuçerslərin qiymətlərini və 3 aylıq ABŞ DQK-ları üzrə faiz dərəcələrini əhatə edir.

Şəkil 1. Opsiyon qiymətlərinin ikinci tərtib fərqi (14 May 2014)



<sup>7</sup> İngilis dilində *alma opsiyonu* “call option”, *satma opsiyonu* isə “put option” kimi ifadə olunur.

<sup>8</sup> İngilis dilində *opsiyonun icra qiyməti* – “strike/exercise price”

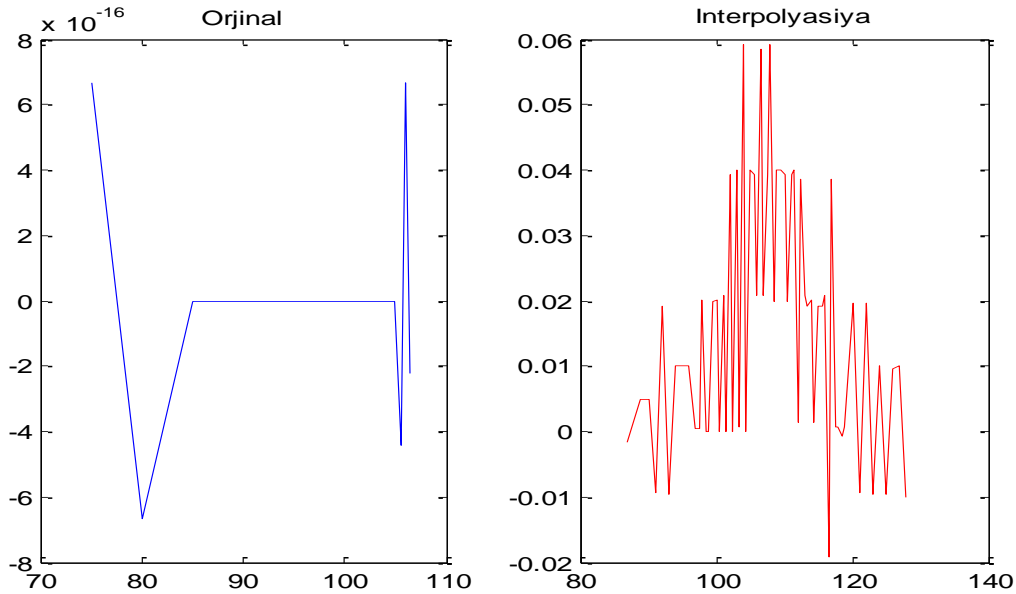
<sup>9</sup> İngilis dilində *açıq marağ* – “open interest”

Neft fyuçersləri üzrə opsiyonların icra qiymətləri \$0.5 interval daxilində fərqlənsə də, bütün icra qiymətləri üzrə aktiv ticarət aparılmır. Alma və satma opsiyonlarının ticarəti daha çox “zərərdəki opsiyon”<sup>10</sup> və qismən “qazandakı opsiyon”<sup>11</sup> kağızları üzrə təmərküzləşmişdir. Burada biz ekstrim “zərərdəki” və “qazandakı” opsiyonları ixtisar edir və qiymətləndirmələrə daxil etmirik. Bu məqsədlə, biz qiyməti \$0.10-dan aşağı olan opsiyonları istifadə etdiyimiz məlumatlardan təmizləyirik. Digər tərəfdən, müxtəlif opsiyonlar üzrə əməliyyatların həcmi və açıq marağ haqqında məlumatlar mövcud deyilsə və ya əməliyyatların həcmi sıfır olarsa, həmin opsiyonlar qiymətləndirmə zamanı məlumat bazasına daxil edilmir.

Məlumatların təmizlənməsindən sonra belə qalan günlük alma və satma opsiyonlarının sayı kifayət qədər böyükdür. Belə ki, günlük alma opsiyonları üzrə kontraktların orta sayı 59, minimum sayı 17, maksimum sayı isə 138 ədəddir. Satma opsiyonları üzrə müvafiq orta göstərici 79, minimum say 40, maksimum say isə 139 ədəddir. Lakin hər iki opsiyonlar üzrə də standard kənarlaşma kifayət qədər böyükdür – alma opsiyonları üzrə müvafiq göstərici 28, satma opsiyonları üzrə isə 26 ədəddir.

Opsiyonun “pulluluq”<sup>12</sup> dərəcəsi onun icra qiymətinin baza aktivinin<sup>13</sup> cari qiymətinə nisbəti kimi hesablanır. Hesablamalar göstərir ki, alma opsiyonlarının orta minimum “pulluluq” dərəcəsi 0.60, orta maksimum “pulluluq” dərəcəsi isə 1.10 qiymətlərini alır. Bu onu göstərir ki, investolar orta hesabla neft qiymətlərinin 40%-ə qədər enməsi, 10%-ə qədər qalxması riskinə qarşı sığortalana bilirlər. Satma opsiyonları üzrə müvafiq orta minimum göstərici 0.90, orta maksimum göstərici isə 1.52 təşkil edir.

**Şəkil 2. Opsiyon qiymətlərinin ikinci tərtib fərqi (16 İyul 2014)**



<sup>10</sup> İngilis dilində *zərərdəki opsiyon* – “out-of-the money option”

<sup>11</sup> İngilis dilində *qazandakı opsiyon* – “in-the-money option”

<sup>12</sup> İngilis dilində *opsiyonun pulluluğu* – “moneyness of option”

<sup>13</sup> İngilis dilində *opsiyonun baza aktivi* – “underlying asset of option”



Bəzi tədqiqatçılar məlumatları təmizləyərkən iki müxtəlif arbitraj imkanının olması şərtini də yoxlayırlar. Birinci halda, alma opsiyonlarının qiymətlərinin icra qiymətinə görə birinci tərtibdən törəməsinin mənfi olması şərti yoxlanılır. Başqa sözlə, arbitraj imkanını aradan qaldırmaq üçün daha yüksək icra qiyməti olan alma opsiyonları daha ucuz qiymətə satılmalıdır. İkinci halda, arbitraj imkanını ortadan qaldırmaq üçün alma opsiyon qiymətlərinin icra qiymətlərinə görə ikinci tərtibdən törəməsi isə müsbət olmalıdır. Sonrakı fəsildə də bəhs ediləcəyi kimi, alma opsiyonu qiymətlərinin icra qiymətlərinə görə ikinci tərtibdən törəməsi ehtimalı paylanmasını verdiyindən, bu şərtin incələnməsi əldə olunan ehtimalın bütün icra qiymətləri üçün müsbət qiymət almasını yoxlayır. Məqalədə istifadə edilən məlumat bazasında alma opsiyonları üzrə birinci şərt təmin edilsə də, ikinci şərt bəzi hallarda pozulur. Bu isə bəzi icra qiymətlərində ehtimal paylanmasının mənfi qiymət aldığını göstərir və bazarda arbitraj imkanının mövcud olmasına işarə edir (Şəkil 1). Lakin bir çox hallarda, məlumatlardakı arbitraj imkanının mövcud olmasının aşkarlanması daha çox məlumatların qeydiyyatının sinxronlaşdırılması və məlumatların elan olunmasında diskret “tik ölçüsünün”<sup>14</sup> mövcud olması ilə bağlıdır. “Tik ölçüsü” qiymətlə bağlı məlumatların minimum dəyişmə həddini göstərir və praktikada qiymətlərin kəsilməz dəyişməsinin qarşısını alır.

Qeyd etmək lazımdır ki, bazarda bir ay ərzində yalnız bir neft fyuçersi üzrə ticarət aparıldığından günlük məlumatlardan istifadə edilməsi müəyyən çətinliklər törədir. Belə ki, opsiyon kağızları üzrə qalıq müddət gün keçdikcə qısalır. Məsələn, bazarda 2014-cü ilin iyul ayı üzrə yalnız bir Brent nefti fyuçers kontraktı alınıb-satılır və kontraktın müddəti iyul ayının 11-də başa çatır. Əgər aprel ayının 12-də həmin fyuçers üzrə opsiyonların müddəti 90 gündürsə, artıq aprel ayının 13-də bu müddət 89 gün təşkil edir. Məlum məsələdir ki, kontrakt üzrə qalıq müddət azaldıqca gələcəklə bağlı qeyri-müəyyənlik də azalır ki, bu da öz növbəsində opsiyona qiymətlərinə təsir göstərir.

Beləliklə, dövr ərzində təhlillərin aparılması üçün opsiyon kağızları üzrə qalıq müddətinin<sup>15</sup> sabit saxlanması zərurəti yaranır. Bu məqsədlə, biz eyni gün üzrə nisbətən yaxın və uzaq tarixləri əhatə edən opsiyon qiymətlərindən istifadə etməklə interpolyasiya aparırıq. Məsələn, əvvəlcə də qeyd olunduğu kimi aprel ayının 13-ə iyul ayı fyuçersi üçün qalıq müddət 89 gün təşkil edəcəkdir. Lakin avqust ayı üçün də fyuçers mövcud olduğundan aprel ayının 13-ə həmin fyuçersin qalıq müddəti 119 gün təşkil edəcəkdir. Beləliklə, biz 13 aprel tarixinə 90 günlük opsiyonun qiymətini qalıq müddəti 89 və 119 gün təşkil edən opsiyonlardan istifadə etməklə xətti interpolyasiya metodu ilə əldə edirik.

Şəkil 1 və Şəkil 2-də avqust ayı fyuçersi üçün 14 May və 16 iyul 2014-cü il tarixlərinin opsiyonlarından əldə olunan ikinci tərtib fərq hesablanmışdır. Yuxarıda da qeyd olunduğu kimi, ikinci tərtib fərq qaba formada ehtimal paylanmasını verir. Şəkillərdən aydın olur ki, avqust ayı fyuçersi üçün 14 May 2014-cü il tarixinə orjinal məlumatlardan hesablanmış ikinci tərtib fərqi interpolyasiya olunmuş məlumatlar əsasında hesablanmış ikinci tərtib fərqiindən əhəmiyyətli fərqlənir. Lakin 16 iyul tarixində isə avqust fyuçersi üzrə opsiyonların qalıq müddəti 26 gün

<sup>14</sup> İngilis dilində *tik ölçüsü* – “tick size”

<sup>15</sup> İngilis dilində *opsiyonun qalıq müddəti* – “maturity of option”

təşkil edir və Şəkil 2-dən də aydın olur ki, orjinal məlumatlardan əldə olunan ikinci tərtib törəməsi sıfıra yaxındır. Əksinə, 16 iyul tarixinə interpolyasiya olunmuş 90 günlük opsiyonlardan əldə olunmuş ikinci tərtib törəməsi (qaba ehtimal paylanması) məqbul formaya malikdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, interpolyasiyanın aparılması üçün digər bütün aylardakı fyuçerslərdən də istifadə etmək və ƏKKÜ qiymətləndirməsi və ya digər interpolyasiya qiymətləndirmələri aparmaq olar. Lakin hesab edirik ki, daha mürəkkəb metodlar elə də fərq yaratmayacaq və interpolyasiyanın aparılması üçün lazım olan bütün informasiya nisbətən yaxın və uzaq fyuçerslər tərəfindən ehtiva olunur.

### 3. Metodologiya

Avropa tipli alma (satma) opsiyonları kontraktın sahibinə öncədən müəyyən edilmiş tarixdə kontraktın nəzərdə tutulan baza aktivini icra qiymətində alma (satma) hüququ (ancaq öhdəçiliyi deyil) verir. Alma opsiyonunun qiyməti  $C(t, T, K)$ , hər hansı  $t < T$  tarixində aşağıdakı şərti ödəyir:

$$C(t, T, K) = E_t \{ \max[0, \exp(-r(T-t))(F_T - K_T)] \} \quad (1)$$

burada  $T$  kontraktın bitmə dövrünü,  $r$  faiz dərəcəsini,  $F_T$  baza aktivinin qiymətini,  $K_T$  icra qiymətini,  $E_t$  isə neytral riskli gözləntini göstərir. (1) tənliyi aşağıdakı formada da ifadə oluna bilər:

$$C(K) = \exp(-r(T-t)) \int_K^\infty (F_T - K) f(F_T) dF_T \quad (2)$$

burada  $f(F_T)$  neytral riskli ehtimal paylanmasını göstərir. (2) tənliyin icra qiymətinə görə birinci tərtibdən xüsusi törəməsini götürsək və dəyişənləri bir az manipulyasiya etsək, onda neytral riskli kumulyativ ehtimal funksiyasını əldə edərək:

$$\Pr(F_T \leq K) = 1 + \exp(r(T-t)) \frac{\partial C(K)}{\partial K} \quad (3)$$

(2) tənliyinin ikinci tərtibdən xüsusi törəməsini alsaq, bu zaman biz baza aktivinin qiymətləri üzrə diskount olunmuş neytral riskli ehtimal sıxlıq funksiyasını əldə edəcəyik:

$$f(F_T) = \exp(r(T-t)) \frac{\partial^2 C(K)}{\partial K^2} \quad (4)$$

Opsiyonun qiymətinin icra qiymətinə görə xüsusi törəməsi ilə baza aktivinin qiymətləri üzrə ehtimal paylanması arasındakı yuxarıdakı əlaqə ilk dəfə Briden və Litzenberger (1973) tərəfindən göstərilmişdir. Beləliklə, opsiyon qiymətlərinin icra qiymətlərinə görə birinci və ya

ikinci tərtibdən törəməsinin diskount faktoruna görə düzəlişini aparsaq baza aktivinin qiymətləri üzrə ehtimal paylanmasını əldə edə bilərik. Lakin bunun praktikada həyata keçirilməsi üçün bir sıra çətinliklər mövcuddur. Birincisi, praktikada opsiyonların icra qiymətləri diskret qiymətlər alır. Məsələn, Brent nefti opsiyonları üzrə icra qiymətləri \$0.5 intervalla dəyişir. İkinci problem, icra qiymətlərinin diskret dəyərlər almasına baxmayaraq müvafiq bazarlarda bütün icra qiymətləri üzrə əməliyyatlar aparılmır. Yuxarıda da qeyd olunduğu kimi, ticarəti aparılan opsiyonların əksəriyyəti “zərərdəki”, qismən də “qazandıdakı” opsiyonlar üzrə cəmləşmişdir. Bir çox hallarda, ehtimal paylanmasının qollarında qərar tutmuş kontraktların icra qiymətlərini müşahidə etmirik. Praktikada qarşılaşılan bu problemlərin həll olunması üçün fərqli metodologiyalardan istifadə olunur. Bu məqalədə neytral riskli ehtimal paylanmasının hesablanması üçün üç fərqli metodologiyadan – qeyri-parametrik, yarı-parametrik və parametrik yanaşmalardan istifadə olunur.

*Birinci metodologiya* ehtimal paylanmasının kerneli vasitəsi ilə qiymətləndirmələrin aparılmasına əsaslanır. Aydındır ki, (3) və ya (4) tənliklərdən istifadə etməklə neytral riskli ehtimal paylanmasını hesablamaq və diskret qiymətlər üzrə neft qiymətlərinin histoqramını qurmaq mümkündür. Lakin yuxarıda da qeyd olunduğu kimi, burada əsas məsələlərdən biri xüsusi törəmənin hesablanmasıdır. Biz də Neuhaus (1995) kimi (3) tənliyindən istifadə etməklə ilk öncə kumulyativ ehtimal paylanmasını diskret törəmə vasitəsi ilə hesablayırıq:

$$\Pr(F_T > K_i) = \exp(r(T-t)) \frac{C_{i-1} - C_{i+1}}{2\Delta K} \quad (5)$$

Burada monoton şəkildə azalan və konveksliyi təmin olunan  $\Delta K$  vahid məsafədə olan iki qonşu alma opsiyonlarının qiymətlərindən istifadə edilir. Yuxarıdakı qiymətləndirmələri apardıqda neft qiymətləri üzrə histoqramı əldə edə bilərik. Lakin burada diskret histoqramın yerinə qeyri-parametrik kernel yanaşmasından da istifadə etmək olar. Belə ki, kernel sıxlıq funksiyasının normal paylanma funksiyası olduğunu fərz etsək, bu zaman neft qiymətləri üzrə histoqramdan daha hamar və kəsilməz funksiya hesablamaq mümkündür.

Əgər bütün icra qiymətlərini  $\{K_1, \dots, K_n\}$  işarə etsək, bu zaman neft qiymətləri üzrə ehtimal paylanmasını aşağıdakı kimi hesablaya bilərik:

$$f(F_T) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n \ker\left(\frac{K_i - F_T}{h}\right) \quad (6)$$

burada  $\ker(\cdot)$  normal paylanma funksiyasının kernelidir:

$$\ker\left(\frac{K_i - F_T}{h}\right) = \ker(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) \quad (7)$$

$h$  parametri diapazon eni adlanır və funksiyanın hamarlılığını tənzimləyir. İkinci tərtibdən normal kernel üçün biz Silvermanın gözüyarı qaydasından istifadə etməklə  $h = 1.06\sigma n^{-1/5}$  olaraq müəyyənləşdiririk ( $\sigma$  icra qiymətləri üzrə standard kənarlaşmanı ifadə edir).

*İkinci metodologiya* parametrik yanaşma olub baza aktivinin qiymətləri üzrə neytral riskli ehtimal paylanması müəyyən struktura salır və onun iki müxtəlif loqnormal paylanmadan formalaşdığını fərz edir (Bahra (1997)). Qeyd etmək lazımdır ki, bu yanaşmanın üstünlüyü qiymətlərin formalaşması prosesi ilə bağlı öncədən fərziyyə irəli sürməməsi, sadəcə qiymətlərin son ehtimal paylanması fərziyyəsinə dayanmasıdır. Belə ki, qiymətlərin inkişaf dinamikasını xarakterizə edən müxtəlif stoxastik proseslər sonda eyni ehtimal paylanmasına gətirib çıxara bilər. Bu baxımdan qiymətlərlə bağlı ehtimal paylanması fərziyyəsinə əsasən qiymətləndirmə aparmaq daha ümumi yanaşma kimi qəbul edilə bilər. Yanaşmanın ikinci üstünlüyü ehtimal paylanmasının hər zaman müsbət qiymət almasını təmin etməsidir. Yuxarıda da qeyd olunduğu kimi opsiyonlar üzrə arbitraj imkanlarının mövcud olması faktı - məsələn, monotonluq və ya konvekslik şərtlərinin pozulması müşahidə olunan opsiyon qiymətlərindən əldə olunan ehtimalların mənfi qiymət almasına gətirib çıxara bilər. Bizim istifadə etdiyimiz məlumat bazasında da bəzi hallarda bu şərtlər pozulur ki, bu də bəzi icra qiymətləri üzrə ehtimalın mənfi qiymət almasına gətirib çıxarır. Lakin ehtimal paylanması fərziyyəsinin öncədən irəli sürülməsi belə halların qarşısını alır.

Neft qiymətləri üzrə ehtimal paylanmanın  $f(F_T)$  iki müxtəlif loqnormal paylanmadan formalaşdığını düşünsək, bu zaman (2) tənliyini aşağıdakı kimi də yazmaq olar:

$$C(K) = \exp(-r(T-t)) \int_K^{\infty} (\theta L(\alpha_1, \beta_1, F_T) + (1-\theta)L(\alpha_2, \beta_2, F_T))(F_T - K) dF_T \quad (8)$$

burada  $L(\alpha_i, \beta_i, F_T)$  loqnormal paylanma,  $\alpha_i$  və  $\beta_i$  isə müvafiq olaraq paylanmanın riyazi gözləməsi və standard kənarlaşmasıdır:

$$L(\alpha_i, \beta_i, F_T) = \frac{1}{F_T \beta_i \sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{(\ln F_T - \alpha_i)^2}{2\beta_i^2}\right\} \quad (9)$$

Beləliklə, (8) tənliyi ehtimal paylanması fərziyyəsi əsasında alma opsiyonlarınınin təxmin edilən qiymətlərini göstərir. Yuxarıdakı tənlikdə faiz dərəcəsini müşahidə etdiyimizdən beş parametrin ( $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2, \theta$ ) qiymətlərinin müəyyənləşdirilməsi alma opsiyonlarının qiymətlərini hesablamağa imkan verir. Həmin tənlikdəki parametrlərin qiymətlərini isə optimallaşdırma problemini həll etməklə tapmaq mümkündür. Belə ki, alma opsiyonlarınınin müşahidə olunan qiymətləri və modelin təxmin etdiyi qiymətlər arasında fərqin kvadratları cəminin həmin parametrlərə görə minimallaşdırılmasını həyata keçirə bilərik. Bu zaman biz neft qiymətlərinin riyazi gözləməsinin fyuçersin qiymətinə bərabər olması şərtini də minimallaşdırma probleminə daxil edirik:

$$\arg \min_{\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2, \theta} \sum_{i=1}^n [C(K_i) - \hat{c}_i]^2 + [\theta e^{\alpha_1 + \frac{1}{2}\beta_1^2} + (1-\theta)e^{\alpha_2 + \frac{1}{2}\beta_2^2} - F_T]^2 \quad (10)$$

burada  $C(K_i)$  (8) tənliyi əsasında alma opsiyonlarının təxmin olunan qiymətlərini,  $\hat{c}_i$  alma opsiyonlarının müşahidə olunan qiymətlərini, məqsəd funksiyasının ikinci hissəsi isə fyuçersin qiymətinin iki loqnormal qarışıq paylanmanın gözlənilən ortasına bərabər olduğu şərtini əks etdirir. Qeyd etmək lazımdır ki,  $\beta_1, \beta_2 > 0$  və  $0 \leq \theta \leq 1$  şərtləri də minimallaşdırma probleminə daxil edilir.

Məqalədə istifadə olunan *üçüncü yanaşma* yarı-parametrik metodologiya hesab olunur və Şimko (1993) və Datta və digərlərinin (2014) yanaşmasını istinad götürür. Aydınır ki, alma opsiyonları üzrə qiymətlər yalnız diskret dəyərlər aldığından, həmçinin ehtimal paylanmasının kənar qollarındakı qiymətlər müşahidə olunmadığından opsiyon qiymətlərinin xüsusi törəmələrini götürmək və ehtimal paylanmasını hesablamaq çətindir. Lakin müşahidə olunan opsiyon qiymətlərini interpolyasiya və ekstrapolyasiya etmək və beləliklə, ədədi diskret törəmə hesablamaq mümkündür. Opsiyon qiymətlərini birbaşa interpolyasiya və ekstrapolyasiya etməkdənsə, Şimko (1993) opsiyon qiymətləri üzrə Blek-Şolsun formulasından istifadə etməklə volatilliyi hesablamağı, interpolyasiyanı isə volatillik-icra qiymətləri müstəvisində aparmağı təklif edir. Şimko (1993) interpolyasiya üçün kvadratik funksiyadan istifadə edir və interpolyasiya olunmuş volatillikləri Blek-Şolsun formulası əsasında opsiyon qiymətlərinin hesablanması üçün istifadə edir. Biz də Datta və digərlər (2014) kimi volatillik-icra qiymətləri müstəvisində interpolyasiya aparmaq üçün *hamarlayan espilayn*<sup>16</sup> metodundan istifadə edəcəyik. Volatilliklərin hesablanmasından sonra Blek-Şols formulasından istifadə etməklə opsiyonların qiymətlərini hesablayır və əldə olunan qiymətlər üzrə ikinci tərtibdən ədədi törəməni tapırıq. Bu bizə baza aktivinin (neft fyuçersi) qiymətləri üzrə ehtimal sıxlıq paylanmasını verir.

Bir çox hallarda, əldə olunan empirik ehtimal paylanmasının qollarının ekstrapolyasiya olunması zərurəti də yaranır. Bu məqsədlə müxtəlif ehtimal paylanmalarından, məsələn, normal və ya loqnormal, t-student, və s. istifadə oluna bilər. Bu məqalədə, biz əldə olunan empirik paylanmanın qollarının ekstrim qiymətlər paylanmasının qolları ilə oxşarlıq təşkil etdiyini fərz edirik. Ekstrim qiymətlər paylanmasını seçməyimizin səbəbi onun qollarındakı qiymətlərə yaxınlaşdıqca qollarının sürətli düşməsi və “kök” qollarının<sup>17</sup> mövcud olmasıdır. Başqa sözlə, ekstrim qiymətlər paylanması ekstrim qiymətlərin reallaşmasına daha çox ehtimal verməyə imkan verir və bu səbəbdən, həmin paylanma bazarın təlatümlü dövrlərində əlverişli seçim hesab oluna bilər.

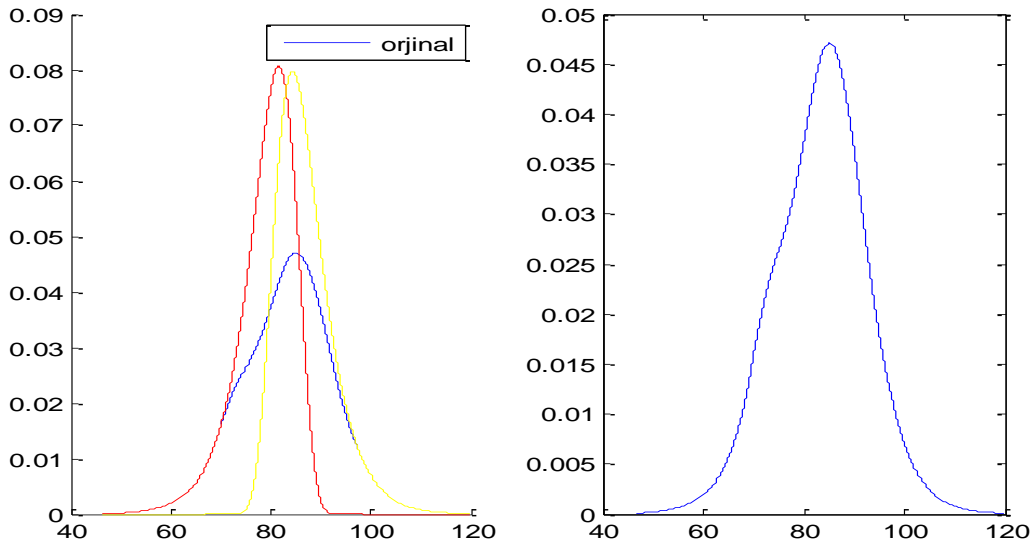
Beləliklə, hesablanan empirik paylanmanın müşahidə olunmayan qollarına ekstrim qiymətlər paylanmasının qollarını “calaq” edir və ehtimal sıxlıq paylanmasının altındakı sahəni 1-ə tamamlamalıyıq. Lakin bəzi hallarda sahəni 1-ə tamamlamaq üçün tələb olunan qalıq ehtimalın

<sup>16</sup> İngilis dilində *hamarlayan espilayn* – “smoothing spline”

<sup>17</sup> İngilis dilində *kök qollu ehtimal* – “fat tail distribution”

empirik paylanmanın iki qolları arasında bölüşdürülməsi zərurəti ortaya çıxır. Biz həmin qalıq ehtimalı sıxlıq funksiyasının iki tərəfdə aldığı qiymətlərə görə proporsional bölüşdürürük. Beləliklə, bir çox hallarda hesablanan empirik paylanmaya iki müxtəlif ekstrim qiymətlər paylanmasının qollarını “calaq” etmək zərurəti yaranır (Şəkil 3). Empirik paylanmanın hər bir qoluna adekvat ekstrim qiymətlər paylanmasının tapılması üçün bizə iki parametrin müəyyənləşdirilməsi lazımdır – ekstrim qiymətlər paylanmasının riyazi gözləməsi və onun standard kənarlaşması.

**Şəkil 3. Empirik ehtimal paylanmasının qollarının ekstrapolyasiyası (05 Noyabr 2014)**



Empirik ehtimal paylanmasının sol qolunun formalaşdırılması üçün tələb olunan iki parametrin tapılması məsələsini aşağıdakı tənliklərdən istifadə etməklə həll edirik:

$$F_{EVD}(K_1(\alpha_L)) = \alpha_L \quad (11)$$

$$f_{EVD}(K_1(\alpha_L)) = f_{EMP}(K_1(\alpha_L)) \quad (12)$$

burada  $F_{EVD}(\cdot)$  kumulyativ ekstrim qiymətlər paylanmasını,  $f_{EVD}(\cdot)$  ekstrim qiymətlər ehtimal sıxlıq funksiyasını, isə  $f_{EMP}(\cdot)$  empirik sıxlıq funksiyasını göstərir:

$$f_{EVD}(F_T) = \frac{1}{\sigma} \exp\left(\frac{F_T - \mu}{\sigma}\right) \exp\left(-\exp\left(\frac{F_T - \mu}{\sigma}\right)\right) \quad (13)$$

(11) tənliyi empirik paylanmanın sol qolu üzrə qalıq ehtimalın ( $\alpha_L$ ) ekstrim qiymətlər paylanması üçün də eyni olması şərtini irəli sürür. Bu zaman qalıq ehtimal sahəsi hər iki paylanmalar üçün də ilkin icra qiymətindən ( $K_1(\alpha_L)$ ) sol tərəfə sahə kimi tərif olunur. (12)

tənliyi isə ilkin icra qiymətində empirik və ekstrim qiymətlər sıxlıq funksiyalarının eyni qiymət alması şərtini irəli sürür. Qeyd etmək lazımdır ki, ehtimal paylanmasının sağ qolunun qiymətləndirilməsi zamanı da ekstrim qiymətlər paylanmasının oxşar şərtləri təmin etməsi axtarılır.

Burada bir məqamı da qeyd etmək yerinə düşərdi. Praktikada empirik paylanmanın qollarının approksimasiyasının aparılması üçün təklif olunan ekstrim qiymətlər paylanmasının qollarının hansı qiymətlərə qədər uzadılması məsələsi də aktual sualdır. Düzdür, ekstrim qiymətlər paylanmasının təyin oblastını sıfır və sonsuzluq arasında müəyyənləşdirsək də, bir çox hallarda ekstrim qiymətlər paylanmasının qollarını sıfıra və ya sonsuzluğa kimi uzatmağa ehtiyac yoxdur. Bunun üçün də biz, ekstrim qiymətlər sıxlıq paylanmasının sıfıra yaxınlaşdığı neft qiymətlərini optimallaşdırma alqoritmi əsasında müəyyənləşdirir və ehtimal paylanmasının qollarını həmin qiymətlərdə kəsirik.

#### **4. Qiymətləndirmə nəticələri**

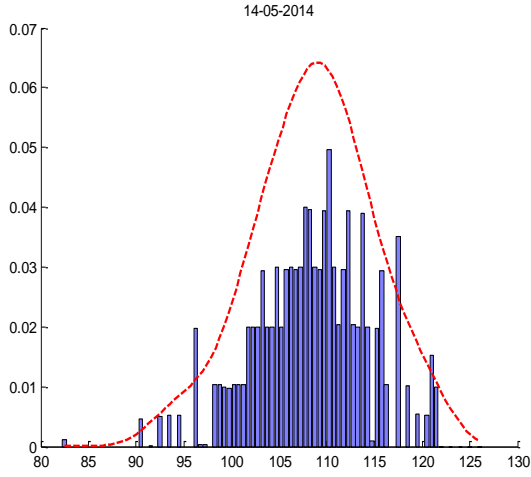
Bu fəsilə hər üç metodologiya əsasında aparılan qiymətləndirmələrin nəticələrini təqdim edirik. Qeyd etmək lazımdır ki, ilk iki yanaşma əsasında qiymətləndirmələrimizi bəzi dövrlər üçün aparırıq. Bütün dövrü əhatə edən qiymətləndirmələrimizi və təhlillərimizi isə üçüncü yanaşma (yarı-parametrik) əsasında həyata keçiririk.

##### *4.1. Ehtimal paylanmaları*

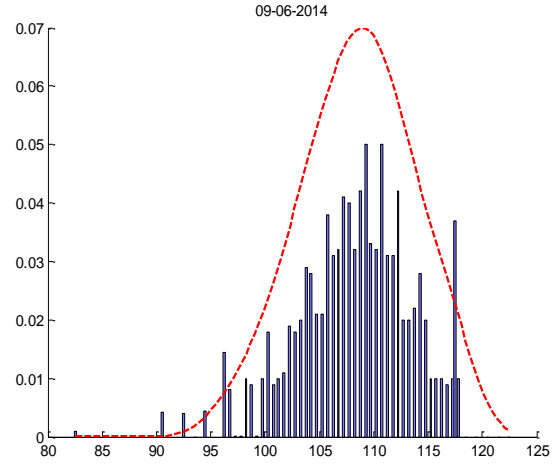
*Birinci yanaşma* qeyri-parametrik metodologiya əsasında aparılır və kernel qiymətləndirməsinə əsaslanır. Şəkil 4 və 5-də 14 May 2014 və 9 İyun 2014 tarixləri üçün neft qiymətləri üzrə həm histqramlar, həm də kernel qiymətləndirilməsindən əldə olunan ehtimal paylanmaları təsvir olunmuşdur. Şəkillərdən də aydın olur ki, həmin tarixlər üçün əldə olunan histqramlar qeyri-hamar və bəzən də gözlənilməz dinamika nümayiş etdirir. Kernel qiymətləndirməsi isə hamar və kəsilməz ehtimal sıxlıq funksiyası (qırmızı xətt) əldə etməyə imkan verir.

Lakin kernel qiymətləndirməsi zamanı da bəzi problemlər yaranır. Belə ki, kernel qiymətləndirilməsi ilk öncə, müşahidə olunan diskret opsiyon icra qiymətlərindən ehtimal hesablamasına əsaslanır. Bəzən ehtimal paylanmasının qollarında müşahidə olunmayan icra qiymətləri üzrə hesablamalar aparmaq zərurəti meydana çıxır. Belə olduqda, kernel qiymətləndirməsi zamanı praktiki problemlər yaranır və adekvat nəticələr əldə etməkdə çətinliklər ortaya çıxır.

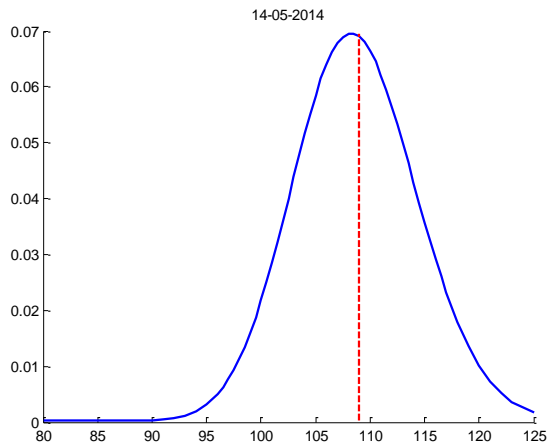
Şəkil 4. Neft qiymətləri gözləntiləri (14 May 2014)



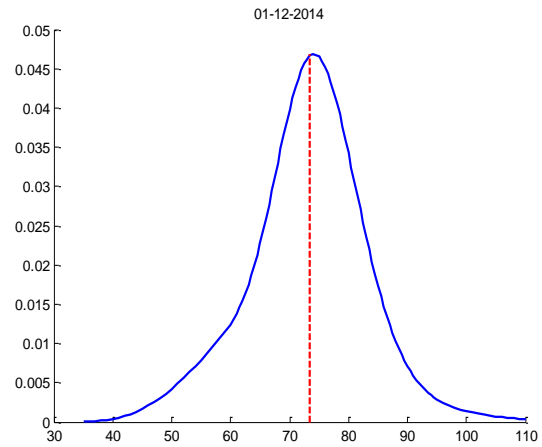
Şəkil 5. Neft qiymətləri gözləntiləri (9 İyun 2014)



Şəkil 6. Neft qiymətləri gözləntiləri (14 May 2014)



Şəkil 7. Neft qiymətləri gözləntiləri (1 Dekabr 2014)



*İkinci yanaşma* parametrik metodlardan istifadə edir və gələcək qiymət gözləntiləri ilə bağlı ehtimal paylanması fərziyyəsinə əsaslanır. Bu qiymətləndirmə metodu da bütün tədqiqat dövrü üçün aparılmır və bəzi günləri əhatə edir. Parametrik yanaşmanın əsas çətinliklərindən biri də qiymətləndirmələrin aparılması və yuxarıda da qeyd olunan optimallaşdırma probleminin həll olunması üçün uzun hesablama vaxtına ehtiyac duyulmasıdır.

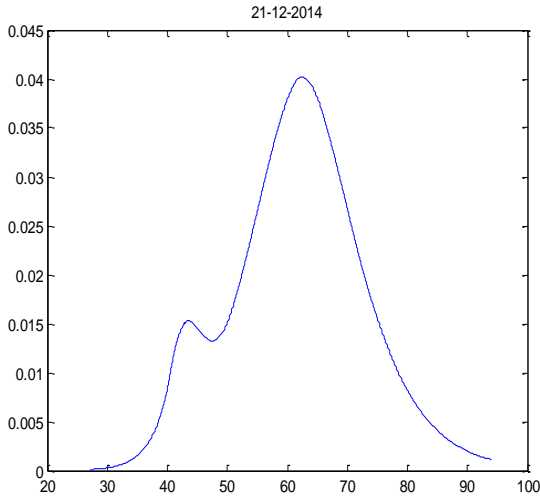
Şəkil 6 və 7-də parametrik metodologiyadan istifadə etməklə aparılmış qiymətləndirmələr nəticəsində əldə olunmuş ehtimal paylanmaları təsvir olunmuşdur (göy vertikal xətt 90 gün sonraya Brent nefti fyuçersinin qiymətini göstərir). Şəkil 6-da 14 May 2014-cü il tarixinə verilmiş neft qiymət gözləntiləri üzrə ehtimal paylanmasının incələnməsi onun həmin tarixə kernel qiymətləndirməsi ilə əldə olunmuş ehtimal paylanmasından elə də fərqlənmədiyini göstərir (Şəkil 4-də). Şəkil 7-də isə 1 Dekabr 2014-cü il tarixinə neft qiymətləri gözləntisi üzrə



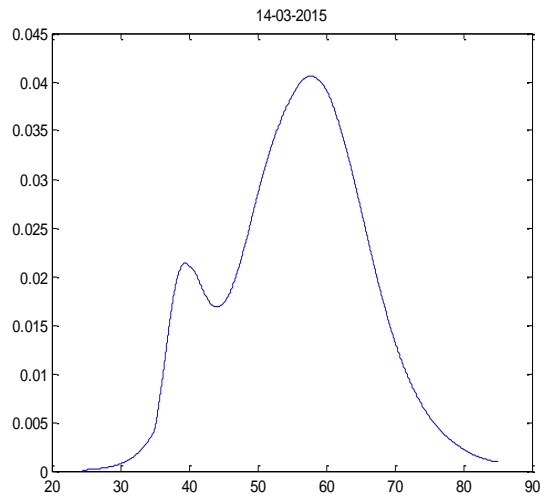
ehtimal paylanması təsvir olunmuşdur. Şəkilin yaxından təhlili göstərir ki, 14 May 2014-cü il tarixindən fərqli olaraq 90 gün sonra bazar gözləntiləri ilə bağlı qeyri-müəyyənlik artmışdır.

Üçüncü yanaşma Şimko (1993) və Datta və digərləri (2014) kimi yarı-parametrik metoddan istifadə etməklə ehtimal paylanmasının qiymətləndirilməsinə əsaslanır. Bu yanaşma həm kompüter hesablama vaxtı, həm də çəviklik baxımından əlverişli olduğundan əksər qiymətləndirmələrimizi onun əsasında aparırıq.

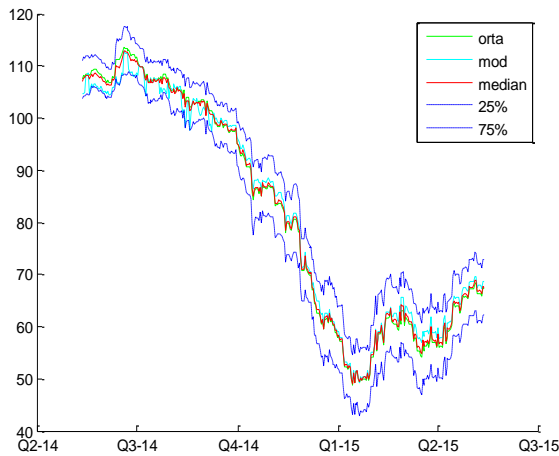
Şəkil 8. Neft qiymətləri gözləntiləri (21 Dekabr 2014)



Şəkil 9. Neft qiymətləri gözləntiləri (14 Mart 2015)



Şəkil 10. Gözləntilər üzrə momentlər



Şəkil 11. Standard kənarlaşma



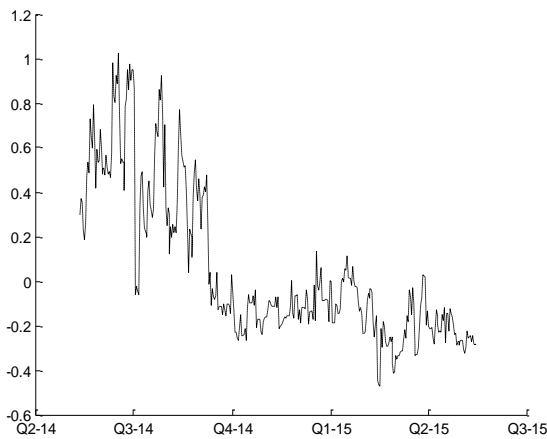
Yuxarıdakı iki yanaşmada olduğu kimi, üçüncü yanaşma ilə ehtimal paylanmasının qiymətləndirilməsi əksər dövrlər üçün oxşar nəticələrə gətirib çıxarır. Lakin 2014-cü ilin noyabr ayından başlayaraq bəzi günlərdə neft qiymət gözləntiləri ilə bağlı ehtimal paylanmaları ikimodallıq nümayiş etdirir. Xüsusilə, ikimodallıq 2015-ci il üzrə ehtimal paylanmalarının sol

qolunda (aşağı qiymətlərdə) qabarıq nəzərə çarpır. Bu fakt bazarda qeyri-müəyyənliyin kəskinləşdiyinə, bazarda neft qiymətlərinin dinamikası ilə bağlı vahid fikrin mövcud olmadığına və qiymətlərin düşəcəyini gözləyənlərin əhəmiyyətli artdığına işarədir (Şəkil 8-9).

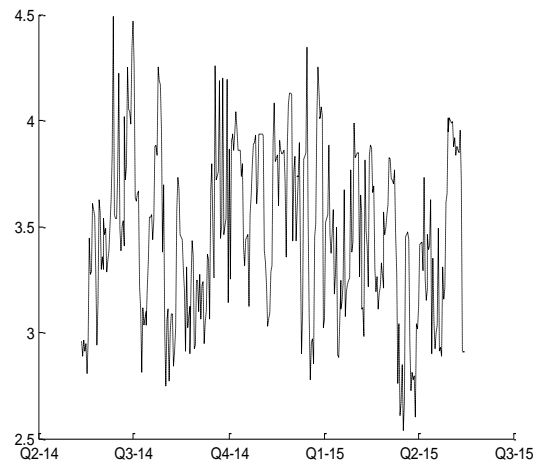
Şəkil 10-da üçüncü yanaşmadan istifadə etməklə 13 May 2014 – 13 May 2015 tarixləri arasında qiymətləndirilmiş günlük ehtimal paylanmalarından əldə olunan *riyazi gözləmə (orta), mod, median, 25% və 75% persentillərin* dövrü dinamikası təsvir olunmuşdur. Hesablanan 90 günlük gözləntilərin orta, median və mod göstəricisi həmin dövrdə azalan neft qiymətlərinə paralel olaraq düşmə tendensiyası nümayiş etdirmişdir. 25% və 75% persentillər üzrə qiymətlərin dinamikasından isə bazar gözləntilərindəki qeyri-müəyyənliyin neft qiymətlərinin enmə trendinə müvafiq olaraq əhəmiyyətli artdığını oxumaq mümkündür. Belə ki, 2014-cü ilin iyun – sentyabr ayları ərzində neft qiymət gözləntilərində enmə müşahidə olunsa da, gözləntilərdəki volatillik nisbətən aşağı olmuşdur. Lakin həmin ilin oktyabr ayından etibarən bazarın neft qiymət gözləntilərindəki qeyri-müəyyənlik də artmağa başlamış, 2015-ci ilin ikinci rübündən etibarən isə persentillər arası fərqdə nisbi azalma meyli müşahidə olunmuşdur. Persentillər arasındakı fərqin dinamikasını tədqiq edərkən nəzərə almaq lazımdır ki, 2014-cü ilin əvvəlində neft qiymət gözləntiləri yüksək olduğundan həmin fərqi faiz hesabı ilə ifadə etmiş olsaq, onda ilin sonuna doğru persentillər arasındakı fərqin əhəmiyyətli artdığını söyləmək olar.

Eyni tendensiyanı günlük ehtimal paylanmalarından hesablanmış qiymət gözləntilərinin standard kənarlaşmasından da müşahidə etmək mümkündür. Şəkil 11-dən məlum olur ki, 2014-cü ilin ortasından ilin sonuna doğru gözləntilər üzrə standarta kənarlaşma artım trendinə malik olmuş, 2015-ci ilin əvvəlindən isə göstəricinin qiymətində azalma müşahidə edilmişdir. Lakin gözləntilər üzrə qeyri-müəyyənlikdəki azalma tədqiq olunan dövr üzrə ilkin qiymətlərə qayıtmamışdır.

**Şəkil 12. Ehtimalın “əyilməsi”**



**Şəkil 13. Ehtimalın kurtozisi**



Şəkil 12-13-də müvafiq olaraq bazarın gözləntiləri üzrə ehtimal paylanmasından hesablanmış “əyilmə”<sup>18</sup> və “kurtozis” təsvir olunmuşdur. Ehtimal paylanmasının “əyilməsi” onun mərkəzi momentinin 3-cü dərəcədən qüvvətinin standard kənarlaşmanın kubuna bölünməsi ilə əldə olunur və paylanma simmetrik olub-olmadığını göstərir. “Əyilmənin” qiymətinin sıfır olması, paylanmanın simmetrik, mənfi və müsbət qiymətləri isə paylanmanın müvafiq olaraq mənfi və müsbət “əyilməsinin” mövcud olmasına işarə edir. Əyilmənin dinamikasından aydın olur ki, 2014-cü ilin 4-cü rübünün ortalarına kimi ehtimal paylanmasının *müsbət əyilməsi* mövcud olmuşdursa, sonrakı dövrlərdə ehtimal paylanması *mənfi əyilmə* nümayiş etdirmişdir. Başqa sözlə, əgər bazar iştirakçıları 2014-cü ilin 4-cü rübünə kimi neft qiymətlərinin yuxarı qalxacağını (nisbətən ekstrim yüksək qiymət alacağına) gözləyirdilərsə, sonrakı dövrlərdə neft qiymətlərinin daha aşağı qiymət alacağına inanmağa başlamışdılar.

Paylanmanın “kurtozisi” isə mərkəzi momentin 4-cü dərəcədən qüvvətinin standard kənarlaşmanın 4-cü dərəcədən qüvvətinə bölünməsi kimi hesablanır. Kurtozis ehtimal paylanmasının qollarının nə dərəcədə “kök” olduğunu nümayiş etdirir – başqa sözlə, ekstrim hadisələrin baş vermə ehtimalını göstərir. Əgər kurtozisin qiyməti yüksəkdirsə, bu zaman ekstrim hadisələrin baş vermə ehtimalının da yüksək olduğu məlum olur. Müvafiq şəkli tədqiq etdikdə kurtozisin dinamikasında nəzərəçarpaq tendensiyanı aşkarlamaq çətindir.

#### 4.2. Hadisə təhlili

Növbəti paragraflarda biz üçüncü metodologiya əsasında iqtisadi siyasət baxımından maraqlı ola biləcək iki mühim hadisənin neft qiymətləri gözləntilərinə təsirini təhlil edəcəyik. Bu hadisələrdən birincisi 25 Mart 2015-ci ildə tarixində Səudiyyə Ərəbistanının Yəmənə gözlənilməz hava hücumlarına başlaması və ikinci hadisə isə Neft İxrac Edən Ölkələr Təşkilatının (OPEK) 27 Noyabr 2014-cü il tarixindəki 166-cı toplantısı olacaqdır.<sup>19</sup>

Şəkil 14-də Səudiyyə Ərəbistanının Yəmənə hava hücumları elan etməsinin neft qiymət gözləntiləri üzərində təsiri əks olunmuşdur. Şəkildə hadisədən əvvəlki (24 Mart 2015) və sonrakı tarixlərdə (26 Mart 2015) neft qiymət gözləntiləri üzrə ehtimal paylanmaları təsvir edilmişdir. Asanlıqla müşahidə etmək olar ki, bazarın neft qiymət gözləntiləri üzrə ehtimal paylanması hadisədən əvvəl və hücumun elan edildiyi gündə təxminən eyni qalmış və demək olar ki, dəyişməmişdir.

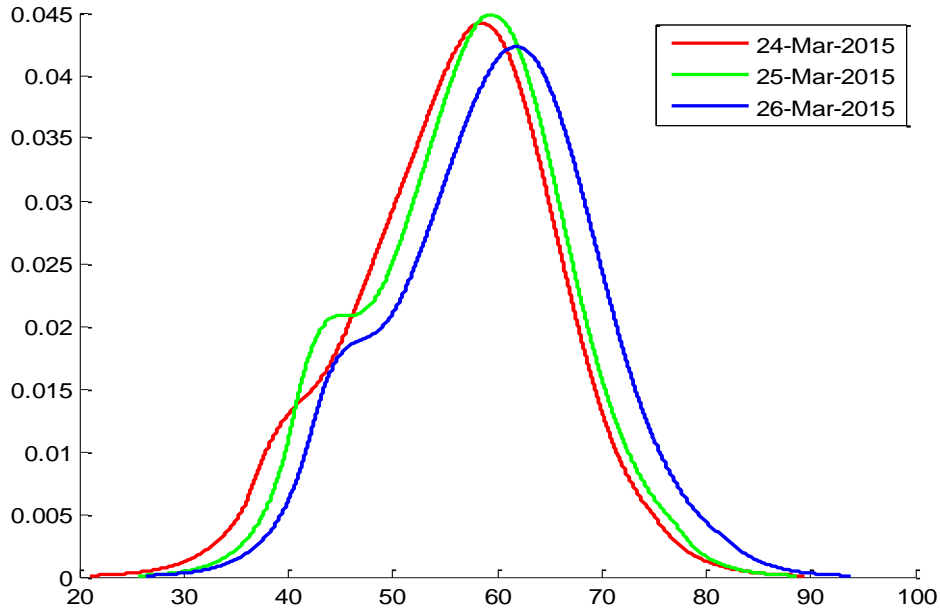
Hadisənin növbəti günü (27 Mart 2015) neft qiymət gözləntiləri yüksəlmiş, yəni ehtimal paylanması sağa tərəf yerini dəyişmişdir. Ehtimal paylanmasının dəyişməsi hava hücumları ilə başlayan konfliktin Yəmənün günlük neft istehsalını (təklifini) azaldacağı gözləntiləri ilə bağlıdır. Ehtimal paylanmasının ehtiva etdiyi bir çox informasiyanı müxtəlif statistik göstəricilər vasitəsi

<sup>18</sup> İngilis dilində *ehtimal paylanmasının əyilməsi* – skewness of distribution

<sup>19</sup> Onu bildirək ki, OPEK-in sonuncu toplantısı bizim məlumat bazamızın zaman intervalına daxil olmadığı üçün sonuncu toplantının təsirini öyrənmək mümkün olmamışdır.

ilə daha da işıqlandırmaq mümkündür. Bu baxımdan paylanmada həm riyazi gözləmənin sağa sürüşdüyünü (yüksəldiyini), həmçinin qeyri müəyyənliyin artmasını Cədvəl 2-dən müşahidə edə bilərik. Belə ki, Cədvəl 2-dən riyazi gözləmə \$58-dan \$61-a və standart kənarlaşma isə \$9.9-dan \$10.6-ya yüksəlmişdir.

**Şəkil 14. Yəmənə hava hücumunun elan olunması**



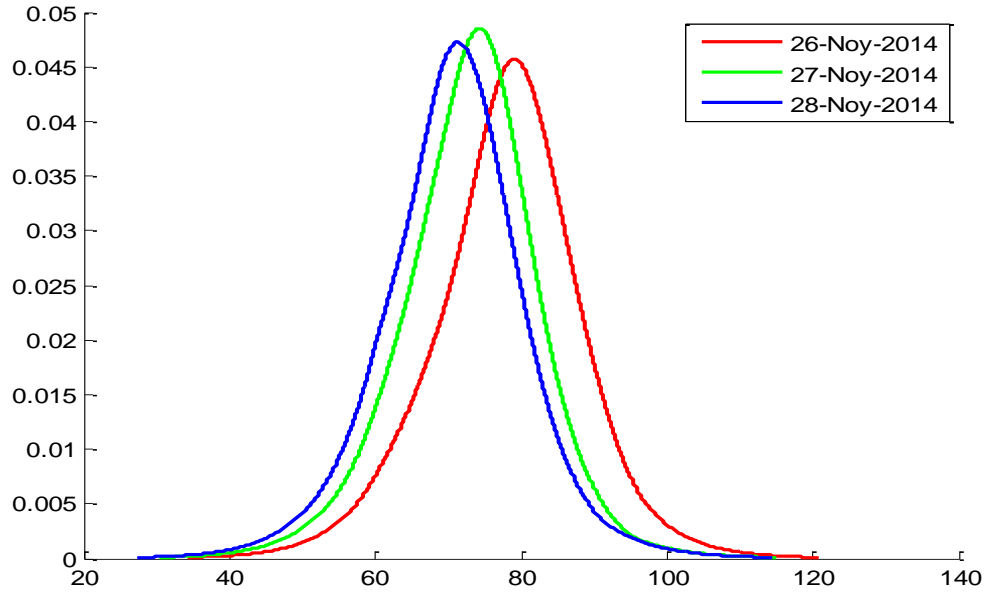
**Cədvəl 1. Səudiyyə Ərəbistanın Yəmənə hava hücumlarının neft qiymətlərinə təsirinin statistik göstəriciləri**

Momentlər	24 Mart 2015	25 Mart 2015	26 Mart 2015
riyazi gözləmə	56.8	57.8	60.2
standart kənarlaşma	9.9	10.1	10.6
əyilmə	0.06	-0.01	-0.06
kurtosis	3.7	3.7	3.7
median	56.9	57.9	60.7
mod	58.6	59.6	62.0
pr25	50.4	51.5	53.9
pr75	63.0	63.8	66.9

27 Noyabr 2014-cü il tarixində baş tutan OPEK-in 166-cı yığıncağının neft qiymətlərinə təsiri Şəkil 15-də göstərilmişdir. Şəkildən aydın olur ki, yığıncağın keçirilməsindən bir gün əvvəl, 26 Noyabr 2014-cü il tarixində, bazar iştirakçıları 90 gün sonraya daha neft qiymətlərinin daha yüksək səviyyədə olacağını gözləyirdilər. Ancaq, neft istehsal edən ölkələrin hasilatı

dəyişməz saxlamaq qərarı (gündəlik 30 milyon barrel) gözləntilərin 28 Noyabr 2014-cü il tarixində aşağı düşməsinə səbəb olmuşdur.

**Şəkil 15. OPEK ölkələrinin 166-cı toplantısı**



**Cədvəl 2. OPEK-in 166-cı yığıncağının neft qiymətlərinə təsirinin statistik göstəriciləri**

Momentlər	26 Noyabr 2014	27 Noyabr 2014	28 Noyabr 2014
riyazi orta	78.1	73.0	70.7
standart kənarlaşma	10.3	9.6	9.9
əyrilik	-0.15	-0.17	-0.07
kurtosis	3.9	4.1	4.1
median	78.5	73.3	70.9
mod	79.0	74.3	71.3
pr25	72.1	67.3	64.9
pr75	84.3	78.9	76.8

Cədvəl 2-də isə yuxarıda ifadə olunan fikirlər statistik momentlərlə göstərilmişdir. Belə ki, 90 gün sonraya neft qiymət gözləntilərinin riyazi gözləməsi 27 Noyabr 2014-cü il tarixində \$73.0 ətrafında bərqərar olmasına rəğmən, artıq yığıncaqdan sonra, 28 Noyabr 2014-cü il tarixində \$70.7-ə geriləmişdir. Standart kənarlaşmanın kiçik də olsa artması qeyri-müəyyənliyin artmasına işarə edir. 2014-cü ilin əvvəlki tarixlərində keçirilən yığıncaqların təhlili qiymət gözləntiləri ilə bağlı ehtimal paylanmasının ciddi dəyişmədiyini göstərdiyi<sup>20</sup> halda məhz 166-cı iclasdan sonra

<sup>20</sup> Digər yığıncaqların təhlil nəticələri məqalənin oxunaqlılığını saxlamaq baxımından verilməmişdir. Ancaq soruğu əsasında təqdim edilə bilər.

gözləntilərin düşdüyünü müşahidə edirik. Bu onunla izah edilə bilər ki, bazar iştirakçıları 2014-cü ilin sonuncu yığıncağında OPEK-in təşkilata üzv ölkələrin kvotasını azaldaraq neft hasilatını aşağı salacağını və beləliklə, neft qiymətlərini qaldıracağını gözləyirdilər. Aydın olur ki, gözləntilərin özünü doğrultmaması qeyri-müəyyənliyin artmasına səbəb olmuşdur. Bunu 27 Noyabr 2014-cü il tarixindən 28 Noyabr 2014-cü il tarixinə paylanmanın standart kənarlaşmasının artmasından da oxumaq mümkündür.

## 5. Nəticə

Araşdırma işində Brent markalı neft məhsulu üzrə Amerika tipli alma (satma) opsiyonlarından istifadə etməklə biz bazarın 90 gün sonraya neft qiymət gözləntiləri üzrə neytral riskli ehtimal paylanmasını hesablayırıq. Bu məqsədlə biz üç fərqli metodologiyaya – qeyri-parametrik, yarı-parametrik və parametrik yanaşmalara müraciət edirik. Tədqiqat işində məqsəd bazar iştirakçılarının gözləntilərini modelləşdirmək üçün tələb olunan metodoloji bazanı təkmilləşdirmək və mühüm iqtisadi və siyasi proselərlə bağlı hadisə təhlili aparmaqdır.

Qiymətləndirmələr göstərir ki, tətbiq edilən metodologiyalar adekvat ehtimal paylanmasının əldə olunmasına və müxtəlif hadisə təhlili işlərinin aparılmasına imkan verir. Xüsusilə, tədqiqat işinin nəticələri tənzimləyici qurumlar tərəfindən siyasət quruculuğunda istifadə edilə və onların global şoklara qarşı daha çevik tədbirlər görməsinə yardımçı ola bilər.

Qeyd etmək lazımdır ki, mövcud araşdırma beynəlxalq maliyyə bazarlarında ticarəti aparılan maliyyə alətlərindən istifadə etməklə aparılmışdır. Düzdür, tədqiqat işi neft qiymət gözləntiləri ilə bağlı qiymətləndirmələri əhatə etsə də, burada istifadə olunan metodologiyalar asanlıqla digər maliyyə bazarlarında, məsələn, beynəlxalq valyuta bazarlarında və ya LIBOR və s. bazarında gözləntiləri öyrənmək üçün də tətbiq oluna bilər.

Təəssüf ki, daxili maliyyə bazarları inkişaf etmədiyindən Mərkəzi Bankın siyasət qərarlarının yerli bazar iştirakçılarının gözləntiləri üzərində təsirlərini maliyyə alətlərindən istifadə etməklə öyrənmək mümkün deyil. İlk bölmələrdə də qeyd olunduğu kimi, maliyyə bazarlarının fasiləsiz dəyərli məlumat mənbəyi funksiyasını yerinə yetirməsi üçün onların inkişaf etdirilməsi zəruri şərtidir. Əlbəttə ki, maliyyə bazarları inkişaf etdiyi və qiymətli kağızlar, məsələn, opsiyon kağızları daxili bazarda alınıb-satıldığı təqdirdə yerli bazar iştirakçılarının gözləntilərini modelləşdirmək və iqtisadi siyasətin gözləntilər üzərində təsirini qiymətləndirmək mümkün olacaqdır.

Banklararası bazarın formalaşdırılması, müxtəlif məqsədli maliyyə alətlərinin buraxılması, bankların hesabatlılığının artırılması və statistik göstəricilərin keyfiyyətinin yüksəldilməsi monetar siyasətin transmissiyasının effektivliyini birmənalı şərtləndirəcəkdir. Yalnız bu halda Mərkəzi Bank bazarın gözləntilərinin düzgün istiqamətdə formalaşmasına və qeyri-müəyyənliyin azaldılmasına təsir edə biləcəkdir. Bu baxımdan apardığımız tədqiqat işinin Mərkəzi Bankın

məqbul bazar gözlənilərinin formalaşdırması və proqnozlaşdırması üçün gördüyü işlərə və aldığı tədbirlərə töhfə verəcəyini düşünürük.

## Ədəbiyyat

Abdullayev, Xəqani, Adıgözəlov, Şaiq və Hüseynov, Salman, 2015, “İnflyasiya hədəflənməsinin əməliyyat çərçivəsi: ölkə təcrübələri AMB üçün nə vəd edir?”, Azərbaycan Mərkəzi Bankı, İşçi məqalə 2/15

Ait-Sahalia, Yacine, and Lo, Andrew W., 1998, “Nonparametric estimation of state-price densities implicit in financial asset prices”, *Journal of Finance*, Vol. 53/2, pp. 499-547

Bahra, Bhupinder, 1997, “Implied risk-neutral probability density functions from option prices: theory and applications”, Bank of England, WP 66

Bates, David S., 1991, “The crash of 87: was it Expected? The evidence from options market”, *Journal of Finance*, Vol. 56/3, pp. 1009-1044

Baumeister, Christiane, and Kilian, Lutz, 2015, “A general approach to recovering market expectations from future prices with an application to crude oil”, Bank of Canada, WP

Chernenko, Sergey V., and Schwarz, Krista B., and Wright, Jonathan H., “The information content of forward and future prices: market expectations and the price of risk”, Board of Governors of the Federal Reserve System, International Finance Discussion Papers 808

Clews, Roger, Nikolaos Panigrtzoglou, and Proudman, James, 2000, “Recent developments in extracting information from options markets”, Bank of England, Quarterly Bulletin 2000/February

Cooper, Neil, 1999, “Testing techniques for estimating implied RNDs from the prices of European-style options”, Bank of England, WP

Datta, Deepa D., Londono, Juan M., and Ross, Landon J., 2014, “Generating options-implied probability densities to understand oil market events”, Board of Governors of the Federal Reserve System, International Finance Discussion Papers 1122

Gürkaynak, Refet, and Wolfers, Justin, 2006, “Macroeconomic derivatives: an initial analysis of market-based macro forecasts, uncertainty, and risk”, NBER WP 11929

Hamilton, James D. and Wu, Cynthia J., 2014, “Risk premia in crude oil futures prices”, *Journal of International Money and Finance*, Vol. 42, pp. 9-37

Hull, John C., 2015, *Options, Futures and Other Derivatives*, 9<sup>th</sup> Edition, Pearson Education Inc.

Judd, Kenneth L, 1998, *Numerical Methods in Economics*, 1<sup>st</sup> Edition, MIT Press

Malz, Allan M., 2014, “A simple and reliable way to compute option-based risk-neutral distributions”, Federal Reserve Bank of New York, Staff Report 677

McManus, Des J., 1999, “The information content of interest rate futures options”, Bank of Canada, WP

Melick, William R., and Thomas, Charles P., 1997, “Recovering the PDF from option prices: An application to crude oil during the Gulf crisis”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 32/1, pp. 91-115

Neuhaus, Holger, 1995, “The information content of derivatives for monetary policy: implied volatilities and probabilities”, Deutsche Bundesbank, Economic Research Group Discussion Paper 3/95

Nixon, Dan, and Smith, Tom, 2012, “What can the oil futures curve tell us about the outlook for oil prices”, Bank of England, Quarterly Bulletin 2012/Q1

Soderlind, Paul and Svensson, Lars E.O., 1997, “New Techniques to Extract Market Expectations from Financial Instruments”, *Journal of Monetary Economics*, Vol. 40, pp. 383-429