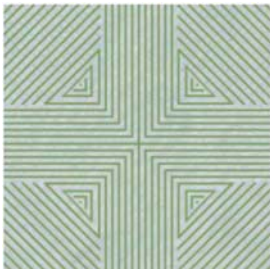
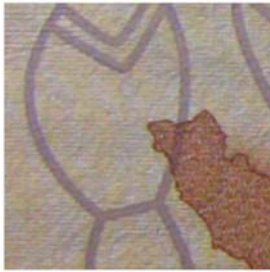




AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ
MƏRKƏZİ BANKI

İŞÇİ MƏQALƏLƏRİ SİLSİLƏSİ
№ 15/2014



AZƏRBAYCAN ÜZRƏ DSÜT MODELİ:
QIYMƏTLƏNDİRMƏ VƏ PROQNOZLAŞDIRMA

V.ƏHMƏDOV
S. HÜSEYNOV

Qeyd: Bu tədqiqat işində ifadə olunan fikirlər müəlliflərə məxsusdur, Azərbaycan Respublikasının Mərkəzi Bankının rəsmi mövqəyi ilə üst üste düşməyə bilər.

Azərbaycan üzrə DSÜT modeli: Qiymətləndirmə və proqnozlaşdırma¹

Salman Hüseynov², Vüqar Əhmədov³,
5 Avqust 2014

ABSTRAKT

Bu məqalədə milli iqtisadiyyatın özünəməxsus xüsusiyyətlərini özündə cəmləşdirən DSÜT modelinin ekonometrik qiymətləndirməsi aparılır. Empirik qiymətləndirmə zamanı rüblük məlumatlara əsaslanılır və müşahidə sayının məhdud olması nəzərə alınıb Bayez metodlarına müraciət edilir. Qiymətləndirmələr bir sıra maraqlı məqamların ortaya çıxmasına şərait yaradır. İlk öncəməlum olur ki, milli iqtisadiyyat üçün qurulan əvvəlki yeni Keynezçi modellərdə istifadə edilən bir sıra vacib parametrlərin kalibrasiya praktikası əldə edilən empirik nəticələrlə uzlaşmır və ölkənin xüsusiyyətlərini əks etdirmir. İkincisi, aydın olur ki, əksər struktur parametrlər dövrü stabillik sərgiləsələr də, milli iqtisadiyyatı sarsan şokların strukturunda mühim dəyişiklər baş vermişdir. Bu tapıntı post-neft bumu dövründə proqnozlaşdırma işini çətinləşdirən amillərdən biri hesab oluna bilər. Üçüncüsü, pul kütləsi üzrə qiymətləndirilən parametrlərin identifikasiyasında problemlərin mövcud olduğu aşkardır. Bununla yanaşı, qiymətləndirilən model bir sıra adekvatlıq sınaqlarından uğurla keçir. Model siyasət qurumları tərəfindən müxtəlif ssenari analizlərinin aparılması və proqnozlaşdırma məqsədi üçün istifadə edilə bilər. Həmçinin, qurulan model ölkə iqtisadiyyatının özünəməxsusluğunu özündə ehtiva edən və ekonometrik qiymətləndirməsi aparılan ilk DSÜT modeli olması səbəbindən də maraq kəsb edir.

JEL klassifikasiyası: C11, C32, E32, E37

Açar sözlər: DSÜT, Bayez metodları, proqnozlaşdırma, neftlə zəngin ölkə

¹ Müəlliflər statistik məlumatların əldə edilməsində və emalında göstərdikləri köməyə görə Müslüm Bağırlyıya və Fuad Məmmədova öz minnətdarlıqlarını bildirirlər. Məqalənin Mərkəzi Bankda müzakirəsi zamanı öz töhfələrini verən həmkarlarına, xüsusilə, Mehdi Mehdiyevə, Ramiz Rəhmanova, Fuad Məmmədova, həmçinin Dr. Karel Musilə və Prof. Refet Gürkaynaka öz təşəkkürlərini bildirirlər. Müəlliflər öz dəyərləri məsləhətlərinə görə Prof. Yədulla Həsənlıya, həmçinin Milli Elmlər Akademiyasının Kibernetika İnstitutunun Ekonometriya laboratoriyasının əməkdaşlarına da təşəkkür borcludurlar. Məqalədəki mümkün xətalara görə yalnız müəlliflər məsuliyyət daşıyır. Məqalədə səsləndirilən fikirlər müəlliflərə məxsusdur, Mərkəzi Bankın rəsmi mövqeyi ilə üst-üstə düşməyə bilər.

² Azərbaycan Respublikası Mərkəzi Bankı, Tədqiqatlar və inkişaf mərkəzi və Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, Kibernetika İnstitutu, email: salman_huseynov@cbar.az

³ Azərbaycan Respublikası Mərkəzi Bankı, Tədqiqatlar və inkişaf mərkəzi, email: vugar_ahmadov@cbar.az

1. Giriş

Mərkəzi banklar makroiqtisadi təhlillərin aparılması, iqtisadi tsikllərin qiymətləndirilməsi və proqnozlaşdırma işinin təşkili üçün müxtəlif makroiqtisadi modellərdən istifadə edirlər. Belə ki, bir çox mərkəzi bank “*model çantasına*” malikdir ki, həmin çantaya ümumi makroiqtisadi tarazlığı əks etdirən bir və ya bir neçə “*özək model*” daxildir. Həmçinin, model çantası iqtisadiyyatın müxtəlif aspektlərində baş verən dəyişiklikləri qiymətləndirməyə imkan verən, günlük iqtisadi-monetar əsaslı müzakirələr və qiymətləndirmələr zamanı *ad hoc* meydana çıxan sualları cavablandırmaq məqsədilə qurulmuş bir sıra modelləri də özündə ehtiva edir. Xüsusilə, proqnozlaşdırma işinin düzgün təşkili və müvəffəqiyyətlə aparılması qabaqlayıcı pul siyasət çərçivəsinin qurulması və həyata keçirilməsində mühim rola malikdir. Digər tərəfdən, qısamüddətli proqnozlaşdırma məqsədi ilə sırf statistik əlaqələrə əsaslanan modellərdən istifadə olunsada, praktikada orta və uzunmüddətli dövrlərin proqnozlaşdırılmasında müxtəlif iqtisadi göstəricilər arasındakı dinamik əlaqələri və makroiqtisadi fundamentalları özündə əks etdirən ümumi tarazlıq modellərinə müraciət olunur.

Ümumiyyətlə, mərkəzi bankların praktikasında makroiqtisadi tarazlıq modellərinin qurulması və istifadə olunması Keynezin iqtisadi fikirlərinin geniş yayıldığı dövrlərə təsadüf edir. Bu modellər mərkəzi banklar tərəfindən təcridən genişləndirilmiş və mürəkkəbləşdirilmişdir. Lakin 70-ci illərdən başlayaraq akademik dairələrdən həmin modellərə qarşı kəskin hücumlar müşahidə edilmişdir. Tənqidçilərin tərəfdarlarının sayının günbəgün artmasının mühim səbəblərindən biri də həmin dövrdə Keynezçi modellərin iqtisadi təhlillər və proqnozlaşdırma işində iflası olmuşdur. Lukas (1976) qeyd edirdi ki, qurulan modellərdə mikroiqtisadi subyektlərin gözləntiləri açıq və aydın şəkildə verilməlidir, əks halda, bu modellərdən istifadə edilərək müxtəlif siyasətlərin effektivliyi qiymətləndirilə bilməz. Sims (1980) isə göstərirdi ki, həmin modellərin daha da genişləndirilməsi və miqyasının böyüdülməsi heç də onların proqnozlaşdırma keyfiyyətlərinin yaxşılaşmasına gətirib çıxarmır. O, iddia edirdi ki, kiçik miqyaslı VAR modelləri iqtisadi təhlillər və proqnozlaşdırma zamanı böyük miqyaslı Keynezçi modellərdən daha yaxşı nəticələr nümayiş etdirməyə qadirdir.

80-ci illərdə neoklassik məktəbin nümayəndələri Kidland və Preskotun (1982) adı ilə bağlı olan Real Biznes Tsikl (RBT) modelləri (və məktəbi) makroiqtisadi tarazlığı qiymətləndirmək üçün yeni modelləşdirmə paradigması kimi meydana çıxdı. Əslində RBT modelləri neoklassik artım nəzəriyyələrinin (Ramsey modeli) iki istiqamətdə genişləndirilməsi nəticəsində ərsəyə gəlmişdi. Neoklassik modellərə iqtisadiyyatı tarazlı artımdan (sabit vəziyyətindən) uzaqlaşdıran real şokların, həmçinin intensiv əmək sərfinin optimallaşdırma əsasında müəyyənləşdirilməsinin əlavə edilməsi RBT modellərini səciyyələndirən xüsusiyyətlər olmuşdur. Burada mikroiqtisadi subyektlərin optimallaşdırma problemlərindən başlamaqla aqqreqlaşdırma yolu ilə makroiqtisadi göstəricilər modelləşdirilir. Başqa sözlə, bu tip modelləşdirmə prosesi “*aşağıdan-yuxarıya*” doğru aparılır. Bu zaman modelə daxil olan parametrlər klassik Keynezçi modellərdə olduğu kimi *ixtisar* parametrlər deyil - onlar göstəricilər arasında qarşılıqlı asılılıqları *struktura* salan və özündə əks etdirən *struktur* parametrlərdir. RBT modelində iqtisadi agentlərin

gözləntiləri açıq formada verilir (rasional gözləntilər), qiymətlər tam çeviklik nümayiş etdirir və iqtisadi dalğalanmaları izahedici amil kimi isə ekzogen texnoloji şok çıxış edir. Modeldə (nominal/real) friksionlar (sürtünmələr) mövcud olmadığından baş verən iqtisadi dalğalanmalar texnologiya şoklarına verilmiş səmərəli reaksiya hesab olunur. Belə bir mühitdə hökumətin iqtisadi tənzimləmə baxımından heç bir rolu yoxdur. Kidland və Preskot (1982) öz seminal məqalələrində nəzəri modelin ortaya çıxardığı nəticələr ilə faktiki statistik məlumatların verdiyi nəticələri qarşılaşdırmaq üçün kalibrasiya metodunu təklif edirdilər. Bu zaman iqtisadi nəzəriyyəyə və ya keçmiş tədqiqatlara əsaslanmaqla modelin struktur parametrlərinə qiymətlər verilmirdi. Modelin dinamikası və mövcud şoklar əsasında müxtəlif göstəricilərin statistik momentləri hesablanır, sonra əldə edilən nəticələr həmin göstəricilərin faktiki statistik momentləri ilə qarşılaşdırılırdı və qurulan modelin adekvatlığı ilə bağlı mülahizələr yürüdülürdü.

RBT modellərinin müxtəlif çatışmazlıqları onların təkmilləşdirilməsi istiqamətindəki səyləri daha da artırdı. Modelə nominal və real friksionların əlavə edilməsi yeni ümumi tarazlıq modellərinin, *Dinamik Stoxastik Ümumi Tarazlıq (DSÜT)* modellərinin ortaya çıxmasına gətirib çıxardı. Artıq bu modellərdə monetar siyasət və hökumətin iqtisadi siyasətdəki tənzimlənmə rolundan danışmaq mümkündür. Qiymət friksionlarının RBT modellərinə daxil edilməsi müxtəlif bazarlarda tam rəqabət fərziyyəsini monopolistik rəqabət fərziyyəsi ilə əvəz etməklə mümkün olmuşdur. Bu zaman bazarda qiymət təyin etmə gücünə sahib olan agentlər qərarların qəbulu zamanı optimallaşdırma imkanlarını vaxtdan və ya vəziyyətdən asılı olaraq əldə edirdilər.

Ümumiyyətlə, praktikada modelləşdirmə və proqnozlaşdırma işi müxtəlif modellər arasında seçim mübadiləsinin qaçılmazlığı nəzərə alınmaqla həyata keçirilir. Pagan (2003) İngiltərə Bankında proqnozlaşdırma və iqtisadi təhlil məqsədi ilə istifadə olunan modellərin vəziyyətini qiymətləndirərəkən modellərin *empirik uyğunluğu* ilə onların *nəzəri uyğunluğu* arasında müəyyən seçim mübadiləsinin mövcudluğunu qeyd edir. Başqa sözlə, Pagana görə modelin empirik uyğunluğu yəni həqiqi faktları izah etmə qabiliyyəti nə qədər yüksəkdirsə bir o qədər nəzəriyyəyə uyğunluğu azdır və ya əksinə. Belə ki, Paganın (2003) hesabatında empirik və nəzəri uyğunluq müstəvisində təsvir edilən əyri tərs mütənəsb əlaqəni ifadə edir. Pagan əyrisində VAR modelləri empirik uyğunluğu yüksək, lakin nəzəri uyğunluğu aşağı, əksinə DSÜT modelləri isə nəzəri uyğunluğu yüksək, empirik uyğunluğu aşağı modellər hesab olunur.

Əksər aparıcı mərkəzi banklar iqtisadi təhlillər və orta müddətli proqnozlaşdırma işinin aparılması üçün DSÜT modellərinə müraciət edirlər. Kanada Bankının ToTEM, Riksbankın RAMSES, Federal Rezervin SIGMA, İngiltərə Bankının BEQM modelləri DSÜT modellərinin praktikadakı hədəflərini və əhəmiyyətini təcəssüm etdirir. Vurğulamaq yerinə düşərdi ki, aparıcı mərkəzi banklar akademik mühitdə baş verən elmi-iqtisadi yeniliklərin mənimsənilməsində, əməli tətbiqində və həmçinin, seminal tədqiqatların aparılmasında xüsusi rola malikdirlər.

Yuxarıda adları qeyd olunan monetar qurumlar əsasən inkişaf etmiş iqtisadiyyatların mərkəzi bankları olsa da, son dövrlərdə inkişaf etməkdə olan ölkələrdə də oxşar modelləşdirmə

təşəbbüslərini görmək mümkündür. Düzdür, müqayisədə inkişaf etməkdə olan ölkələrlə bağlı tədqiqat işləri həm keyfiyyət, həm də say baxımından geri qalır. Lakin bu ölkələrlə bağlı tədqiqat işlərinin sayı gün keçdikcə daha sürətlə artır.

Azərbaycan iqtisadiyyatının modelləşdirilməsi ilə bağlı da bir sıra mühim araşdırma işləri mövcuddur. Həsənli və İsmayılov (1998), Həsənli və İmanov (2001), Həsənli (2007), Həsənli və Joutz (2013) bu işlərdən bəziləridir. Mərkəzi Bankın özündə də modelləşdirmə ilə bağlı xeyli tədqiqat işi aparılmışdır. Xüsusilə, inflyasiyanın determinantlarının müəyyənləşdirilməsi, iqtisadi artım, məzənnə ötürücülüyü və s. kimi digər göstəricilərin xüsusi tarazlıq modelləri vasitəsilə modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması işi 2000-ci ilin əvvəllərinə kimi gedib çıxır. Düzdür, həmin tədqiqatlar daha çox daxili araşdırma işləri kimi qalmış və qapalı dairədə yayılmışdır. Bununla yanaşı, Bank daxilində milli iqtisadiyyatın ümumi tarazlıq modelləri də qurulmuşdur. Belə ki, BVF-nin texniki dəstəyi ilə Maliyyə Nazirliyi (MN), İqtisadi İnkişaf Nazirliyi (İİN) və Mərkəzi Bank (MB) siyasət təhlilləri və iqtisadiyyatın ekonometrik proqnozlaşdırılması üçün bir sıra işlək Maliyyə Proqramlaşdırması (MP) modelləri işləyib hazırlamışdır.

BVF-nin də milli iqtisadiyyatla bağlı apardığı dəyərli tədqiqat işləri mövcuddur. Ölkəmizlə bağlı öz tədqiqat işlərində Koeda və Kramarenko (2008) kiçik miqyaslı neoklassik modeldən istifadə etməklə fiskal xərclərin kəskin artırılmasının iqtisadi artımın dayanıqlılığı baxımından əhəmiyyətli risk təşkil etdiyini qeyd etmişdilər. Şahmoradi (2012) milli iqtisadiyyatımız üçün qurduğu DSÜT modeli əsasında seçilən məzənnə siyasəti və onun makroiqtisadi məsrəfləri barədə mülahizələr yürüdü. Bu məqələdə də Şahmoradinin (2012) qurduğu DSÜT modelinin monetar qurumla bağlı spesifikasiyasından faydalanılmışdır. Qeyd edək ki, eyni spesifikasiyaya Dibin (2001) Kanada iqtisadiyyatı üçün qurduğu və qiymətləndirdiyi DSÜT tədqiqat işində də rast gəlmək mümkündür.

Mərkəzi Bankda ilk DSÜT layihəsi 2010-cu ildə başlanmış və həmin il də tamamlanmışdır. Qurulan model miqyasına görə böyük hesab olunurdu və daha çox Medina və Soto (2006), Kristoffel və digərləri (2008), Smets və Vouters (2003, 2008) kimi məqalələrə əsaslanırdı. Qurulan model daxili istifadə üçün nəzərdə tutulmuş və məqalə formatından nəşr olunmamışdı. Modeldə milli iqtisadiyyat neft və q/n sektorlarına bölünür, ölkə iqtisadiyyatının özünəməxsus cəhətləri nəzərə alınır. Burada monetar qurumun modelləşdirilməsi iki spesifikasiya əsasında aparılırdı: genişləndirilmiş Taylor qaydası və təsbit məzənnə rejimi. Genişləndirilmiş Taylor qaydasında monetar qurum iqtisadiyyatdakı qiymət və artım şoklarına reaksiya verməklə birgə məzənnəni də nəzarətdə saxlayırdı. Təsbit məzənnə rejimində isə monetar qurum AZN/dollar məzənnəsini tam təsbit edirdi. Modelin ekonometrik qiymətləndirməsi aparılmamış, yalnız kalibrasiya olunmuşdu. Bu modeldən müxtəlif simulyasiyaları aparmaq üçün istifadə olunurdu. Misal üçün, Mərkəzi Bankın İQİ və ya ÜDM deflyatorunu hədəfləməsi ilə bağlı simulyasiyalar aparılmış və aşkar edilmişdi ki, ictimai rifah baxımından iki seçim arasında ciddi fərq yoxdur.

Bankda ikinci DSÜT layihəsinə 2011-ci ildə BVF ilə birgə əməkdaşlıq əsasında başlanılmışdır. Həmin layihənin məqsədi əvvəlki modelin monetar qurumla bağlı verilən

spesifikasiyalarını daha da yaxşılaşdırmaq və onu həqiqətə daha yaxın olaraq vermək idi. Modelin əsas səciyyəvi cəhətləri kimi Örtülməyən Faiz Dərəcələri Paritetinin (ÖFP) məzənnə qaydası ilə əvəv olunmasını göstərmək olar. Bununla yanaşı, burada monetar qurum məzənnəni təsbit etməklə yanaşı pulun artım qaydası əsasında iqtisadiyyatdakı dəyişmələrə reaksiya verirdi. Ədəbiyyatdakı “*İmkansız Üçlük*” prinsindən fərqli olaraq buradakı əsas fərziyyə o idi ki, kapitalın tam hərəkətinin mövcud olmadığı iqtisadiyyatlarda monetar qurum müəyyən dərəcədə müstəqil siyasət həyata keçirə bilər. Bu səbəbdən monetar qurum pul kütləsinin müəyyən hissəsinə nəzarət edə bilirdi. Bu modelin də ekonometrik qiymətləndirməsi aparılmamış, model yalnız kalibrasiya olunmuşdu.

Mərkəzi Bankda üçüncü DSÜT layihəsi 2013-cü ildə həyata keçirilmişdi. Bu layihə monetar və fiskal qurumla bağlı köhnə spesifikasiyaları yaxşılaşdırmaq məqsədi güdüdü. Modelin səciyyəvi cəhətləri kimi fiskal sektorda dövlət xərclərinin endogenləşdirilməsini, birbaşa vergilər əvəzinə gəlir vergisinin, dövlət investisiyaları və ictimai kapitalın modelə daxil olunmasını, fiskal qurum üçün xərc qaydalarının tətbiqini, monetar qurumun isə üç fərqli – Taylor qaydası, monetar qayda və pul bazarında disbalans spesifikasiyalarında verilməsini göstərmək olardı. Digər tərəfdən, birinci layihədən fərqli olaraq bu modeldə neft qiymətlərinin milli iqtisadiyyata təsir kanalları və mexanizminin modelləşdirilməsi də yaxşılaşdırılmışdı. Belə ki, öncəki layihədə neft qiymətlərindəki yüksəlmə dövlətin maliyyə resurslarını artırır və onun birbaşa vergi yığmaq məhdudiyyətini yumşaldırdı. Bu zaman ev təsərrüfatlarının vergi yükü aşağı düşür və onların sərəncamında daha çox vəsait qalırdı. Bu isə öz növbəsində istehlak və investisiya xərclərinin artmasına təkan verirdi. Yeni modeldə isə neft qiymətlərinin iqtisadiyyata təsir imkanları fərqli modelləşdirilmişdi. Belə ki, neft qiymətlərindəki yüksəlmə Neft Fondunun büdcəyə transferlərini artırırdı. Bu zaman büdcənin istehlak və investisiya xərcləri də artırdı. Başqa sözlə, neft qiymətlərindəki yüksəlmə həm tələb (dövlət istehlak və investisiya xərclərinin artması), həm də təklif (infrastruktur yatırımları ilə iqtisadiyyatın istehsal potensialının yüksəldilməsi) kanalı ilə iqtisadiyyata sirayət edirdi. Bu modelin də ekonometrik qiymətləndirilməsi aparılmamış, modelin kalibrasiyası həyata keçirilmişdi. Bu layihə məqalə formatına salınmış və Huseynov və Ahmadov (2013) kimi nəşr olunmuşdur.

Cari məqalədə də Huseynov və Ahmadovun (2013) model spesifikasiyalarından faydalanılmışdır. Bununla yanaşı burada Dib (2001), Smets və Vouters (2003, 2007), Kristoffel və digərləri (2008), Andrieu və digərləri (2009), Berg və digərləri (2010a, 2010b), Dagher və digərləri (2010), Haider və Khan (2009) kimi məqalələrdən də istifadə edilmişdir.

Bu tədqiqat işi milli iqtisadiyyat üçün DSÜT tipli modelin qurulması, modelləşdirmə zamanı ölkənin özünəməxsus xüsusiyyətlərinin nəzərə alınması və parametrlərin ekonometrik qiymətləndirməsi baxımından ilk hesab oluna bilər. Düzdür, Ahmadov (2010) milli iqtisadiyyat üçün DSÜT modelinin ekonometrik qiymətləndirməsini aparmışdır. Lakin qeyd edək ki, həmin modelin spesifikasiyaları Almeadanın (2009) Portuqaliya iqtisadiyyatı üçün verdiyi nəzərə çərçivə əsasında aparılmış, milli iqtisadiyyatın özünəməxsus cəhətləri nəzərə alınmamış və yalnız həmin modeldəki statistik məlumatları milli iqtisadiyyatımızın məlumatları ilə əvəz

etməklə həyata keçirilmişdir. Qeyd edək ki, resursla zəngin iqtisadiyyatların DSÜT tip modelləşdirilməsi ilə bağlı Aliyevin (2012) məqaləsi də milli iqtisadiyyatla oxşar paralellikləri olması baxımından yaxşı mənbə hesab oluna bilər. Lakin bu məqalədə də qurulan modelin ekonometrik qiymətləndirilməsi həyata keçirilməmiş, model parametrləri yalnız kalibrasiya edilmişdir.

Bu məqalədə rüblük məlumatlardan istifadə etməklə qurulan DSÜT modelinin 2003:R1 – 2014:R2 tarixlərini əhatə edən dövr ərzində empirik qiymətləndirməsi aparılır. Modelin ekonometrik qiymətləndirməsi zamanı Bayez metodlarına müraciət edilir. Burada müvafiq metodun üstün tutulmasının bir neçə səbəbi var. İlk öncə, zaman sırasının qısa olmasından qaynaqlanan bir sıra problemlər Bayez metodları tərəfindən effektiv həll oluna bilər. İkinci olaraq, bu metodlar parametrlərin tapılması zamanı optimallaşdırma probleminə tətbiq edilən ədədi üsulların sabillik nümayiş etdirməsinə və məqsəd funksiyasının hamarlaşmasına kömək edir. Qiymətləndirmə nəticəsində bir sıra maraqlı məqamlar ortaya çıxır. Məlum olur ki, əvvəlki layihələrdə bir sıra parametrlərin kalibrasiyası zamanı istifadə edilən əmsallar empirik tapıntılarla uzlaşmır. Məsələn, əvvəlki layihələrdə pul kütləsinin faiz elastikliyi kiçik götürülsə də, empirik tapıntılara görə faiz elastikliyi xeyli yüksəkdir. İkincisi, aydın olur ki, dövr ərzində iqtisadiyyatı sarsan şokların strukturunda mühim dəyişikliklər baş vermişdir. Məhz bu tapıntı post-neft bumu dövründə proqnozlaşdırma işinin xeyli çətin olacağına işarə edir. Üçüncüsü, pul kütləsi ilə bağlı parametrlərin identifikasiyasında xeyli problemlərin mövcud olduğu ortaya çıxır. Pul kütləsinin dinamikasının izah olunmasında və proqnozlaşdırmasında da çətinliklər olduğu görsənir. Bununla yanaşı, empirik qiymətləndirilən model bir sıra sınaqlardan uğurla çıxır və gözləntiləri doğruldu. Modelin əksər parametrləri dövr ərzində sabillik nümayiş etdirir. Bir sıra struktur şoklarla impuls-reaksiya təhlilləri gözləntiləri qarşılayır. Əsas göstəricilərin dinamikasının şoklara görə bölüşdürülməsi qənaətbəxş görsənir və bir sıra maraqlı məqamları ortaya çıxardır. Həmçinin, modelin proqnozlaşdırma bacarıqları və dəqiqliyi BVAR modelləri ilə müqayisə edilə bilər. Beləliklə, aydın olur ki, qurulan model siyasət qurumları üçün faydalı “laboratoriya” funksiyası görə və proqnozlaşdırma məqsədləri üçün istifadə edilə bilər.

Yekunda hesab edirik ki, Azərbaycan iqtisadiyyatının özünəməxsus xüsusiyyətlərini və modelləşdirmə fəlsəfəsini özündə birləşdirən və əks etdirən DSÜT modelinin qurulması və qiymətləndirilməsi tənzimləyici qurumların “model çantasını” zənginləşdirəcəkdir. Həmçinin, bu model makroiqtisadi təhillərin və ssenari analizlərinin aparılmasına, orta və uzunmüddətli dövrdə proqnozlaşdırma işinin təkmilləşdirilməsi işinə töhfə verəcəkdir.

Məqalə aşağıdakı bölmələrdən ibarətdir: 2-ci bölmədə qurulan modelin nəzəri çərçivəsi təsvir edilir, 3-cü bölmədə modelin xətiləşdirilməsi və həll olunması müzakirə olunur, 4-cü bölmədə modelin ekonometrik qiymətləndirməsinin nəticələri təqdim edilir. 5-ci bölmədə qurulan modelin müxtəlif yanaşmalarla yoxlanılması aparılır. 6-cı bölmədə isə məqalə yekunlaşdırılır və ümumi nəticələr təqdim edilir.

2. Nəzəri çərçivə

Bu məqalədə empirik qiymətləndirilməsi aparılan DSÜT modelinin nəzəri çərçivəsi Huseynov və Ahmadovun (2013) məqaləsinə əsaslanır. İqtisadiyyatda ev təsərrüfatları, q/n sektorunda fəaliyyət göstərən monopolistik şirkətlər, fiskal qurum, monetar qurum, neft fondu və xarici sektor kimi müxtəlif sektorların mövcudluğu fərz olunur.

2.1. Ev təsərrüfatları

Ev təsərrüfatlarının davranışlarının nəzəri modelləşdirilməsi standarddır və ədəbiyyatdakı qəbul edilmiş spesifikasiyalara əsaslanır.

Tərcihlər və məhdudiyətlər

Fərz olunur ki, iqtisadiyyatda $j \in [0,1]$ ilə indekslənmiş kontinyum sayda daimi yaşayan ev təsərrüfatları mövcuddur. Hər dövr ixtiyari j ev təsərrüfatı istehlak, investisiya və fiziki kapitalın (əsas fondların) optimal həcmi, həmçinin malik olduğu heterojen əməyin (vaxtın) iş və asudə vaxt arasında bölüşdürülməsi barədə qərar verir. Bununla yanaşı, ev təsərrüfatı həm də dövr ərzində planlaşdırılan əməliyyatların həyata keçirilməsi üçün zəruri olan likvid pul vəsaitinin həcmi də dəqiqləşdirməlidir. Ev təsərrüfatları şirkətlərdə sahib olduqları paylara görə dividend alır və gəlir vergisi ödəyir. Beləliklə, ev təsərrüfatının ömürboyu faydalılıq funksiyası aşağıdakı kimidir:

$$U^j = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{(C_{j,t} - hC_{j,t-1})^{1-\sigma_c}}{1-\sigma_c} + \frac{\varepsilon_{M,t}}{1-\kappa_M} \left(\frac{M_{j,t}}{P_t} \right)^{1-\kappa_M} - \varepsilon_{l,t} \frac{l_{j,t}^{1+\tau}}{1+\tau} \right] \quad (1)$$

burada U^j ömürboyu faydalılıq funksiyasını, E_t t dövründəki riyazi gözlənti operatorunu, β endirim (diskont) dərəcəsinə, $C_{j,t}$ real istehlakı, $M_{j,t}$ nominal pul tələbini, P_t məcmu qiymət səviyyəsini, $l_{j,t}$ işə sərf olunan intensiv əməyin səviyyəsini göstərir. Həmçinin, burada σ_c dövrlərarası əvəzləmə elastikliyinə tərsi (həm də nisbi risk alma dərəcəsi), κ_M pula tələbin faiz dərəcəsinə elastikliyinə tərsi, τ əmək təklifinin əməkhaqqıya elastikliyinə tərsini ifadə edir. Dövri faydalılıq funksiyasında h xarici vərdiş inersiyasını göstərir. Başqa sözlə, ixtiyari ev təsərrüfatının şəxsi istehlakdan əldə etdiyi faydalılıq onun cari istehlakı və bir dövr gecikməli məcmu istehlak səviyyəsi arasındakı fərqlə müsbət asılılıqdadır.

Yuxarıdakı spesifikasiyadan da göründüyü kimi müxtəlif dövrlər arasında ev təsərrüfatının ömürboyu faydalılıq funksiyası toplanandır və ev təsərrüfatı gələcək dövrdəki istehlak, pul tələbi və asudə vaxtdan əldə edəcəyi faydalılığı indiyə nəzərən daha aşağı qiymətləndirərək 1-dən kiçik əmsalə vurur (endirim edir). Bir qayda olaraq DSÜT modelləri rəasional gözləntilər hipotezinə əsaslandığına görə gələcək dövr üçün istehlak, pul tələbi və asudə vaxtla bağlı gözləntilər mövcud informasiya çoxluğuna əsasında səmərəli qaydada formalaşdırılır.

Ev təsərrüfatı Sabit Əvəzləmə Elastikliyi (SƏE) texnologiyası əsasında yerli və xarici məhsullardan istifadə etməklə istehlak və investisiya dəstini (səbətini) aqreqatlaşdırır:

$$C_{j,t} = \left[\gamma_C^{\frac{1}{\mu_C}} (C_{j,t}^H)^{\frac{\mu_C-1}{\mu_C}} + (1-\gamma_C)^{\frac{1}{\mu_C}} (C_{j,t}^F)^{\frac{\mu_C-1}{\mu_C}} \right]^{\frac{\mu_C}{\mu_C-1}} \quad I_{j,t} = \left[\gamma_I^{\frac{1}{\mu_I}} (I_{j,t}^H)^{\frac{\mu_I-1}{\mu_I}} + (1-\gamma_I)^{\frac{1}{\mu_I}} (I_{j,t}^F)^{\frac{\mu_I-1}{\mu_I}} \right]^{\frac{\mu_I}{\mu_I-1}} \quad (2)$$

burada $I_{j,t}$ real investisiyanı, $C_{j,t}^H$ yerli real istehlakı, $I_{j,t}^H$ real investisiya məhsulunu, $C_{j,t}^F$ real xarici (idxal) istehlakı, $I_{j,t}^F$ real xarici (idxal) investisiya məhsulunu, γ_C (γ_I) yerli məhsulun istehlak səbətinəki payını, μ_C (μ_I) isə idxal elastikliyi əmsalını göstərir.

İstehlak (investisiya) səbətinin optimal tərkibini tapmaq üçün xərcin minimallaşdırılması həyata keçirilir. Belə ki, SƏE istehsal funksiyasını məhdudiyət şərti qəbul edib istehlak (investisiya) səbəti üzrə xərci minimallaşdırılmaqla aşağıdakı birinci tərtib şərtlərini (BTS) əldə edirik:

$$C_{j,t}^H = \gamma_C \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right)^{-\mu_C} C_{j,t} \quad C_{j,t}^F = (1-\gamma_C) \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right)^{-\mu_C} C_{j,t} \quad (3)$$

$$I_{j,t}^H = \gamma_I \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right)^{-\mu_I} I_{j,t} \quad I_{j,t}^F = (1-\gamma_I) \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right)^{-\mu_I} I_{j,t} \quad (4)$$

$$P_t = \left[\gamma_P (P_{H,t})^{1-\mu_P} + (1-\gamma_P) (P_{F,t})^{1-\mu_P} \right]^{\frac{1}{1-\mu_P}} \quad (5)$$

Yuxarıdakı ilk iki tənliklər yerli və xarici məhsula olan daxili tələbi, axırıncı tənlik isə istehlak (investisiya) səbətinin üzrə optimal məcmu qiyməti (İQİ-ni) göstərir.

Ev təsərrüfatının dövrlərarası büdcə məhdudiyəti isə aşağıdakı kimidir:

$$P_t C_{j,t} + P_t I_{j,t} + M_{j,t} + (\varepsilon_t^{RP} R_t)^{-1} B_{j,t} + T_{j,t} + \Xi_{j,t} = (1-\tau_w) W_{j,t} l_{j,t} + R_{K,t} K_{j,t-1} + M_{j,t-1} + B_{j,t-1} + D_{j,t} \quad (6)$$

burada R_t risksiz gəlirliliyi, $B_{j,t}$ bir dövrlü dövlət istiqrazlarını, $T_{j,t}$ dövlət büdcəsindən ev təsərrüfatlarına transferi, $W_{j,t}$ nominal əməkhaqqını, τ_w effektiv gəlir vergisi dərəcəsini, $R_{K,t}$ kapitalın nominal gəlirliliyini, $K_{j,t-1}$ fiziki kapitalın həcmi, $D_{j,t}$ şirkətlər tərəfindən ev təsərrüfatlarına ödənen dividendi ifadə edir. Yuxarıdakı eyniliyin sol tərəfində ev təsərrüfatının xərcləri, sağ tərəfində isə gəlirləri göstərilmişdir. ε_t^{RP} risk premyum şokunu göstərir və monetar qurumun nəzarət etdiyi faiz dərəcəsi ilə ev təsərrüfatları tərəfindən tələb olunan faiz dərəcəsi arasında fərqi yaranmasını təmin edir.

Modelin analitik sadə həlli üçün fərz olunur ki, hər bir ev təsərrüfatı vəziyyətə bağlanmış istiqrazalar $\Xi_{j,t}$ saxlayırlar. Bu istiqrazların ev təsərrüfatları arasında ticarəti aparılır və onlar ev təsərrüfatlarını məxsusi (idiosinkratik) əməkhaqqı-gəlir risklərindən sığortalayır. Bu isə

əməkhaqqı-gəlir vasitəsi ilə maliyyələşdirilən istehlakdan əldə edilən marjinal faydalılığın bütün ev təsərrüfatları arasında eyni olmasını təmin edir. Nəticədə, iqtisadiyyatın tarazlı vəziyyətində bütün ev təsərrüfatları oxşar seçim edirlər ki, bu da $C_{j,t} = C_t$ olmasına gətirib çıxarır (*simmetrik tarazlıq*). Əlbəttə ki, bu nəticə modelin həll olunması zamanı aqreqatlaşdırma problemini əhəmiyyətli sadələşdirir.

Fiziki kapitalın dövr-dövrə inkişaf dinamikası aşağıdakı kimi verilir:

$$K_{j,t} = (1 - \delta)K_{j,t-1} + \varepsilon_{I,t}(1 - \Gamma(I_{j,t}/I_{j,t-1}))I_{j,t} \quad (7)$$

burada δ amortizasiya dərəcəsi, $\varepsilon_{I,t}$ məxsusi investisiya şoku, $\Gamma(I_{j,t}/I_{j,t-1})$ isə investisiya təshih xərcini göstərən funksional asılılıqdır. Fərz olunur ki, ev təsərrüfatları dövr-dövrə investisiya səviyyəsini dəyişərkən müəyyən bir xərcə üzləşir. İntestisiya təshih xərci funksiyası kvadratikdir və aşağıdakı kimidir:

$$\Gamma(I_{j,t}/I_{j,t-1}) = \frac{\gamma_I}{2} \left(\frac{I_{j,t}}{I_{j,t-1}} - 1 \right)^2 \quad (8)$$

Qərarlar və seçimlər

$\Lambda_{j,t}/P_t$ və $\Lambda_{j,t}Q_t$ ifadələrini müvafiq olaraq büdcə məhdudiyyətinin və kapital akkumulyasiyası bərabərliyinin Laqranj multiplikatorları kimi işarə etsək, ev təsərrüfatının optimallaşdırma probleminin birinci tərtib şərtləri (BTŞ) aşağıdakı kimi verilir:

$$\Lambda_{j,t} = (C_{j,t} - hC_t)^{-\sigma_C} \quad (9)$$

$$\varepsilon_{M,t} \left(\frac{M_{j,t}}{P_t} \right)^{-\sigma_M} = \Lambda_{j,t} - \beta \frac{\Lambda_{j,t+1}}{\Pi_{t+1}} \quad (10)$$

$$1 = Q_t \varepsilon_{I,t} (1 - \Gamma(I_{j,t}/I_{j,t-1}) - \Gamma'(I_{j,t}/I_{j,t-1}) \frac{I_{j,t}}{I_{j,t-1}}) + \beta E_t \left[\frac{\Lambda_{j,t+1}}{\Lambda_{j,t}} Q_{t+1} \varepsilon_{I,t+1} \Gamma'(I_{j,t}/I_{j,t-1}) \left(\frac{I_{j,t}}{I_{j,t-1}} \right)^2 \right] \quad (11)$$

$$Q_t = \beta E_t \left[\frac{\Lambda_{j,t+1}}{\Lambda_{j,t}} \left((1 - \delta) Q_{t+1} + \frac{R_{K,t+1}}{P_t} \right) \right] \quad (12)$$

$$\beta \varepsilon_{RP,t} R_t E_t \left[\frac{\Lambda_{j,t+1}}{\Lambda_{j,t}} \frac{1}{\Pi_{t+1}} \right] = 1 \quad (13)$$

burada $\Pi_{t+1} = \frac{P_{t+1}}{P_t}$, $\Lambda_{j,t}$ isə vahid istehlak məhsulunun kölgə qiymətini göstərir, yəni gəlirə nəzərən istehlakın marjinal faydalılığını ifadə edir. Oxşar olaraq, Q_t isə vahid investisiya məhsulunun kölgə qiymətini ifadə edir və daha çox *Tobinin Q*-su olaraq bilinir.

Əməkhaqqının təyin olunması

Empirik müşahidələrlə mövcudluğu təsbit edilən əməkhaqqı və qiymətlərdəki ətalətliliyin nəzəri modelə daxil edilməsi üçün tam rəqabətli bazar fərziyyəindən imtina edilməsi və monopolistik rəqabətin mövcudluğunun fərz olunması vacibdir. Bu səbəbdən, əməkhaqqılardakı ləng özünü təşhihin nəzəri modelləşdirilməsi üçün ev təsərrüfatlarının monopolistik rəqabət bazarında differensiallaşdırılmış əmək xidməti təklif etdiyi fərz olunur. Kalvo (1983) qiymətqoyma qaydasına əsasən hər dövr ev təsərrüfatlarının yalnız müəyyən bir hissəsinin əməkhaqqı müqavilələrini yeniləyə bilməsi və optimallaşdırma aparma imkanlarının mövcudluğu fərz olunur. Daha dəqiq ifadə etsək, hər dövr j ev təsərrüfatı $1 - \xi_w$ ehtimalı ilə əməkhaqqı səviyyəsini yenidən optimallaşdırma imkanı əldə edir. Əməkhaqqı səviyyəsini t dövründə yenidən təyin etmək imkanı əldə etmiş ev təsərrüfatları eyni əməkhaqqı səviyyəsini seçirlər $\tilde{W}_t = \tilde{W}_{j,t}$. Optimallaşdırma aparma bilməyən ev təsərrüfatları əməkhaqqılarını əvvəlki dövrün inflyasiyasına indeksləyirlər (natamam indeksləmə dərəcəsi $\chi_w \in [0,1]$):

$$W_{j,t} = \Pi_{t-1}^{\chi_w} W_{j,t-1} \quad (14)$$

Əməkhaqqısını yenidən təyin etmə imkanı əldə edən ev təsərrüfatı dövrlərarası faydalılıq funksiyasını dövrlərarası büdcə, yuxarıdakı əməkhaqqı indeksasiya sxemi və aşağıdakı kimi müəyyən olunan əmək tələbi məhdudiyyətlərini nəzərə almaqla optimallaşdırır:

$$l_{j,t} = \left(\frac{W_{j,t}}{W_t} \right)^{\frac{\varphi_w}{\varphi_w - 1}} l_t \quad (15)$$

burada $\varphi_w / (\varphi_w - 1)$ əmək tələbinin (gələcək bölmədə ətraflı bəhs olunacaq) əməkhaqqıya olan elastikliyi göstərir. Məcmu əmək tələbi və məcmu nominal əməkhaqqı səviyyəsi aşağıdakı Diksit-Stiqlitz aqreqatlaşdırma sxemindən əldə olunur:

$$l_t = \left(\int_0^1 (l_{j,t})^{\frac{1}{\varphi_w}} dj \right)^{\varphi_w} \quad (16)$$

$$W_t = \left(\int_0^1 (W_{j,t})^{\frac{1}{1-\varphi_w}} dj \right)^{\varphi_w} \quad (17)$$

Beləliklə, ev təsərrüfatının optimallaşdırma probleminin həll olunmasından aşağıdakı birinci tərtib şərti əməkhaqqı səviyyəsini müəyyən edir:

$$E_t \left[\sum_{k=0}^{\infty} (\xi_w \beta)^k \left(\Lambda_{t+k} (1 - \tau_w) \left(\frac{P_t / P_{t-1}}{P_{t+k} / P_{t+k-1}} \right)^{\zeta_w} \frac{\tilde{W}_t}{P_t} - \varphi_w \varepsilon_{l,t+k} (l_{j,t+k})^\tau \right) l_{j,t+k} \right] = 0 \quad (18)$$

Yuxarıdakı birinci tərtib şərtinə görə ev təsərrüfatlarının istehlak əsaslı faydalılıq şkalasında (Λ_{t+k}) ifadə olunmuş endirimli (diskont olunmuş) cəmi gözlənilən *marjinal gəlirləri* fiziki əməyin marjinal faydalılıq itkisi ($\Delta_{j,t+k} = -(l_{j,t+k})^\tau$) şkalasında ifadə olunan endirimli cəmi gözlənilən *marjinal xərclərinə* bərabərdir. Əməkhaqqılardakı ləng özünütəshihin mövcud olmadığını fərz etsək (tam elastikli əməkhaqqılar $\xi_w = 0$), φ_w parametri ev təsərrüfatının vergidən sonrakı istehlak və asudə vaxt arasındakı nisbi marjinal əvəzləmə dərəcəsi üzərinə tətbiq etdiyi real əməkhaqqı marjasını ifadə edir:

$$(1 - \tau_w) \frac{\tilde{W}_t}{P_t} = -\varphi_w \varepsilon_{l,t} \frac{\Delta_t}{\Lambda_t} \quad (19)$$

burada tarazlı vəziyyətdə əməyin tətbiqindən doğan marjinal fayda itkisinin bütün ev təsərrüfatları arasında eyni olması faktından istifadə olunmuşdur ($\Delta_{h,t} = \Delta_t$).

Kontinyum ev təsərrüfatının bir hissəsinin optimal əməkhaqqılarını təyin etdiyi və bir hissəsinin isə əməkhaqqılarını indekslədiyini nəzərə aldıqda iqtisadiyyatdakı məcmu əməkhaqqının aşağıdakı dinamikaya malik olduğunu göstərmək olar:

$$W_t = [\xi_w (\Pi_{t-1}^{\zeta_w} W_{t-1})^{\frac{1}{1-\varphi_w}} + (1 - \xi_w) (\tilde{W}_t)^{\frac{1}{1-\varphi_w}}]^{1-\varphi_w} \quad (20)$$

2.2. Şirkətlər

Ölkə iqtisadiyyatının xüsusiyyətləri nəzərə alınaraq fərz olunur ki, iqtisadiyyat iki istehsal sektoruna ayrılır – qeyri-neft və neft sektoru.

2.2.1. Qeyri-neft sektoru

Q/n istehsal sektorunun nəzəri modelləşdirilməsi əsasən standartdır və mövcud ədəbiyyata əsaslanır. Q/n sektorunda həm aralıq məhsul istehsalçıları, həm də son məhsul istehsalçıları fəaliyyət göstərir.

2.2.1.1. Aralıq məhsul istehsalçıları

Yuxarıdakı paraqraflarda da qeyd olunduğu kimi empirik müşahidələrlə təsbit edilən qiymətlərdəki ləng özünütəshihin modelləşdirilməsi üçün tam rəqabətli bazar fərziyyəsindən imtina etmək və şirkətlərin istehsal etdikləri məhsullar üzərində müəyyən dərəcədə qiymətdəyişmə gücünə sahib olduqlarını fərz etmək lazım gəlir. Beləliklə, fərz olunur ki, q/n iqtisadiyyatının aralıq istehsal sektoru monopolistik rəqabət mühitində fəaliyyət göstərən və differensiallaşdırılmış məhsul $yn_{f,t}$ ($f \in [0,1]$) istehsal edən kontinyum sayda şirkətlərdən

ibarətdir. Hər bir f şirkəti ev təsərrüfatlarından kapitalı və əməyi icarəyə götürməklə Kobb-Duqlas funksiyası əsasında öz məhsulunu istehsal edir:

$$y_{f,t} = A_t K_{f,t}^\alpha l_{f,t}^{1-\alpha} \quad (21)$$

burada A_t bütün şirkətlər üçün ortaq olan texnoloji tərəqqi parametrini, α isə fiziki kapitalın məhsul istehsalı xərcindəki çəkisini verir. Mövcud ədəbiyyatdan fərqli olaraq fərz olunur ki, texnoloji imkanlar həm də dövlətin infrastruktur yatırımlarını əks etdirən ictimai fiziki kapitalın həcmindən asılıdır. Əgər nəzərə alsaq ki, dövlət büdcəsindən investisiya məqsədi ilə ayrılan vəsaitlərin böyük hissəsi infrastruktur yatırımlarına yönəldilib, bu elə də əsassız fərziyyə sayılmaz. Məlumdur ki, infrastruktur yatırımları iqtisadi sferada fəaliyyət göstərən şirkətlərin istehsal səmərəliliyi üzərində müsbət yan təsirlərə malikdir. Beləliklə, ictimai kapitalın şirkətlərin istehsal imkanlarını genişləndirən texnoloji tərəqqi üzərində müsbət təsirlərinin modelləşdirilməsi aşağıdakı kimi aparılır (loqarifmik əsasda):

$$a_t = \rho a_{t-1} + (1-\rho)\bar{a} + (1-\rho)\chi_{KG} K_{G,t} + \varepsilon_{A,t} \quad (22)$$

burada a_t bütün şirkətlər üçün eyni olan texnoloji tərəqqinin (A_t) loqarifması, \bar{a} onun iqtisadiyyatın sabit vəziyyətindəki (uzunmüddətli tarazlığındakı) qiyməti, $K_{G,t}$ dövlət kapitalının loqarifması, χ_{KG} isə dövlət kapitalının səmərəlilik dərəcəsi, $\varepsilon_{A,t}$ isə ekzogen texnologiya şokudur.

Əmək və fiziki kapitala tələb

f şirkətinin istehsal prosesində istehsal amili kimi istifadə etdiyi $l_{f,t}$ differensiallaşdırılmış əməyin aqreqatlaşdırılmasından formalaşdırılmışdır:

$$l_{f,t} = \left(\int_0^1 (l_{f,t}^j)^{\varphi_w} dj \right)^{\frac{1}{\varphi_w}} \quad (23)$$

burada $\varphi_w > 1$ ev təsərrüfatları tərəfindən təqdim edilən dövrdaxili differensial əmək xidmətləri arasındakı əvəzləmə elastikliyi ($\frac{\varphi_w}{\varphi_w - 1} > 1$) ilə əlaqədərdir. Bu parameter həm də ev təsərrüfatının

fərdi əmək bazarında marjinal əməkhaqqı üzərinə qoyduğu marja dərəcəsini də göstərir. $l_{f,t}^j$ isə f şirkətinin j ev təsərrüfatının differensiallaşdırılmış əməyinə olan tələbini göstərir.

j ev təsərrüfatının differensiallaşdırılmış əməyi üzrə nominal əməkhaqqı $W_{j,t}$ səviyyəsi monopolistik bazarda müəyyən olduğundan f şirkəti əməkhaqqını ($W_{j,t}$) verilən kimi qəbul edərək hər bir əmək növünə olan optimal tələbi müəyyən etmək üçün məcmu əməkhaqqı xərclərini ($\int_0^1 W_{j,t} l_{f,t}^j dj$) yuxarıdakı aqreqatlaşdırma şərtini nəzərə almaqla minimallaşdırır.

Beləliklə, f şirkətinin j ev təsərrüfatının əməyinə olan tələbi və məcmu əməkhaqqı aşağıdakı asılılığa malikdir:

$$l_{f,t}^j = \left(\frac{W_{j,t}}{W_t}\right)^{\frac{\phi_w}{\phi_w-1}} l_{f,t} \quad W_t = \left(\int_0^1 (W_{j,t})^{\frac{1}{1-\phi_w}} dj\right)^{\phi_w} \quad (24)$$

Qeyd etmək yerinə düşərdi ki, j ev təsərrüfatının differensial əməyinə olan məcmu tələbi tapmaq üçün kontinyum şirkətlər üzrə əmək tələbini aqreqatlaşdırmaq lazımdır:

$$l_t^j = \int_0^1 l_{f,t}^j df = \left(\frac{W_{j,t}}{W_t}\right)^{\frac{\phi_w}{\phi_w-1}} l_t \quad (25)$$

f şirkəti həmçinin kapitalın icarə qiymətini $R_{K,t}$ verilən kimi qəbul etməklə j ev təsərrüfatının fiziki kapitalına olan tələbi müəyyən edir. Lakin kapitalın icarə qiyməti bütün ev təsərrüfatları arasında eyni olduğundan f şirkətinin fiziki kapitalla olan tələbi, həmçinin j ev təsərrüfatının *həmcins (homojen)* kapitalına olan məcmu tələb aşağıdakı kimi müəyyən olunur:

$$K_{f,t} = \int_0^1 K_{f,t}^j dj \quad (26)$$

$$K_t^j = \int_0^1 K_{f,t}^j df \quad (27)$$

f şirkətinin optimallaşdırma problemini istehsal funksiyasını məhdudiyət şərti qəbul etməklə istehsal xərclərinin ($R_{K,t}K_{f,t} + W_t l_{f,t}$) minimallaşdırılması kimi ifadə etmək olar. Əgər $MC_{f,t}$ ifadəsini istehsal funksiyasına müvafiq Laqranj vuruğu kimi tərif etsək bu zaman optimallaşdırma probleminin birinci tərtib şərtləri (BTŞ) aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$\alpha \frac{y_{f,t}^n}{K_{f,t}} MC_{f,t} = R_{K,t} \quad (28)$$

$$(1-\alpha) \frac{y_{f,t}^n}{l_{f,t}} MC_{f,t} = W_t \quad (29)$$

burada simmetrik tarazlıq vəziyyətində nominal marjinal xərc $MC_{f,t}$ bütün şirkətlər üçün eyni olur ($MC_{f,t} = MC_t$). Müəyyən riyazi çevirmələri aparmaqla nominal marjinal xərcin aşağıdakı asılıqla ifadə olunduğunu göstərmək mümkündür:

$$MC_t = \frac{1}{A_t \alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha}} (R_{K,t})^\alpha (W_t)^{1-\alpha} \quad (30)$$

Qiymətin təyin olunması

Əməkhaqqıların təyin olunmasına oxşar olaraq qiymətlərdəki ətalətliliyin modelləşdirilməsi üçün Kalvo (1983) qiymətqoyma sxemi tətbiq olunur. Hər bir dövrdə f şirkəti $1 - \xi_H$ ehtimal ilə öz məhsulunun optimal qiymətini təyin etmək imkanı əldə edir. Bu ehtimallar bütün şirkətlər üçün eynidir və şirkətlərin keçmişdəki qiymətə düzəliş etmə tarixçəsindən asılı deyil. Qiymət signalını alan bütün şirkətlər öz məhsulları üçün eyni optimal qiyməti təyin edir $\tilde{P}_{H,t} = \tilde{P}_{H,t}^f$. Signal almayan f şirkəti isə istehsal etdiyi məhsulun qiymətini ($P_{H,t}^f$) keçmiş dövrün inflyasiyasına indeksləyirlər (indeksləmə əmsalı χ_H):

$$P_{H,t}^f = \left(\frac{P_{H,t-1}}{P_{H,t-1}} \right)^{\chi_H} P_{H,t-1}^f = \Pi_{H,t-1}^{\chi_H} P_{H,t-1}^f \quad (31)$$

Beləliklə, optimallaşdırma signalı qəbul edən firma gözlənilən cəmi mənfəətinin endirimli qiymətini yuxarıdakı indeksasiya sxemi və öz differensial məhsuluna olan cəmi tələbi (son məhsul istehsalı bölməsində bəhs olunacaq) nəzərə almaqla maksimallaşdırır:

$$\max_{P_{H,t}^f} \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} \Lambda_{t,t+i} \xi_H^i (P_{H,t+i}^f y_{n_{f,t+i}} - MC_{H,t+i} y_{n_{f,t+i}}) \right\} \quad (32)$$

burada $P_{H,t}^f = \Pi_{y_{n,t,t+i}}^{\dagger} P_{H,t}$ və $\Pi_{y_{n,t,t+i}}^{\dagger} = \prod_{k=1}^i \Pi_{H,t+k-1}^{\chi_H}$. Optimallaşdırma problemi nəticəsində aşağıdakı birinci tərtib şərti (BTŞ) əldə edilir:

$$E_t \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} \Lambda_{t,t+i} \xi_H^i (\Pi_{y_{n,t,t+i}}^{\dagger} \tilde{P}_{H,t} - \varphi_H MC_{H,t+i}) y_{n_{f,t+i}} \right\} = 0 \quad (33)$$

Yuxarıdakı ifadə göstərir ki, aralıq məhsul bazarında optimallaşdırma aparən şirkətlər gözlənilən cəmi gəlirlərinin endirimli qiymətini gözlənilən cəmi xərclərinə bərabərləşdirirlər. Çevik qiymət tənzimlənməsinin mövcud olduğu və ya qiymətin ləng özünü təşahihinin olmadığı ($\xi_H = 0$) şəraitdə φ_H parametri nominal marjinal xərc üzərinə qoyulan marja dərəcəsini (istehsalçı şirkətin monopoliya gücünü) göstərir.

Bu zaman məcmu qiymətlər aşağıdakı kimi müəyyən olunur:

$$P_{H,t} = [\xi_H (\Pi_{H,t}^{\chi_H} P_{H,t-1})^{\frac{1}{1-\varphi_H}} + (1 - \xi_H) (\tilde{P}_{H,t})^{\frac{1}{1-\varphi_H}}]^{\frac{1}{1-\varphi_H}} \quad (34)$$

2.2.1.2. Son məhsul istehsalçıları

İqtisadiyyatda SƏE texnologiyasından istifadə etməklə son məhsul istehsalı ilə məşğul olan dörd növ (özəl istehlak məhsulları, özəl investisiya məhsulları, dövlət istehlak məhsulları və dövlət investisiya məhsulları istehsalçıları) representativ şirkət fəaliyyət göstərir. Həmin şirkətlər daxili məşul istehsalçıları tərəfindən istehsal edilən differensiallaşdırılmış aralıq məhsulları aqreqasiya edərək daxili bazarda son məhsul kimi satırlar:

$$H_{C,t} = \left(\int_0^1 (H_{C,t}^f)^{\frac{1}{\varphi_H}} df \right)^{\varphi_H} \quad H_{I,t} = \left(\int_0^1 (H_{I,t}^f)^{\frac{1}{\varphi_H}} df \right)^{\varphi_H} \quad (35)$$

$$H_{G,t} = \left(\int_0^1 (H_{G,t}^f)^{\frac{1}{\varphi_H}} df \right)^{\varphi_H} \quad H_{IG,t} = \left(\int_0^1 (H_{IG,t}^f)^{\frac{1}{\varphi_H}} df \right)^{\varphi_H} \quad (36)$$

burada $H_{C,t}^f$, $H_{I,t}^f$, $H_{G,t}^f$ və $H_{IG,t}^f$ f şirkəti tərəfindən istehsal olunan özəl istehlak, özəl investisiya, dövlət istehlakı və dövlət investisiya aralıq məhsullarının həcmi, φ_H dövr daxili differensiallaşdırılmış məhsullar arasında əvəzləmə elastikliyi ilə əlaqə parametrini göstərir.

Özəl istehlak məhsulu hazırlayan representativ şirkət texnoloji aqreqasiya məhdudiyyətini nəzərə almaqla cəmi istehsal xərcini $\left(\int_0^1 P_{H,t}^f H_{C,t}^f df \right)$ minimumlaşdırır. Eynilə, digər növ məhsul istehsalçıları da oxşar problemi həll edir. Optimallaşdırma nəticəsində aşağıdakı tələb funksiyalarını və aqreqat qiymət indeksini əldə edirik:

$$H_{C,t}^f = \left(\frac{P_{H,t}^f}{P_{H,t}} \right)^{\frac{\varphi_H}{\varphi_H-1}} H_{C,t} \quad H_{I,t}^f = \left(\frac{P_{H,t}^f}{P_{H,t}} \right)^{\frac{\varphi_H}{\varphi_H-1}} H_{I,t} \quad (37)$$

$$H_{G,t}^f = \left(\frac{P_{H,t}^f}{P_{H,t}} \right)^{\frac{\varphi_H}{\varphi_H-1}} H_{G,t} \quad H_{IG,t}^f = \left(\frac{P_{H,t}^f}{P_{H,t}} \right)^{\frac{\varphi_H}{\varphi_H-1}} H_{IG,t} \quad (38)$$

$$P_{H,t} = \left(\int_0^1 (P_{H,t}^f)^{\frac{1}{1-\varphi_H}} df \right)^{1-\varphi_H} \quad (39)$$

Beləliklə, ixtiyari f şirkətinin aralıq məhsuluna olan məcmu tələbi tapmaq üçün dörd çeşid son məhsul üzrə aqreqasiya aparılır:

$$H_t^f = H_{C,t}^f + H_{I,t}^f + H_{G,t}^f + H_{IG,t}^f = \left(\frac{P_{H,t}^f}{P_{H,t}} \right)^{\frac{\varphi_H}{\varphi_H-1}} H_t \quad (40)$$

burada $H_t = H_{C,t} + H_{I,t} + H_{G,t} + H_{IG,t}$ ifadə edir.

2.2.2. Neft Sektoru

İqtisadiyyatda ixrac fəaliyyəti yalnız neft sektoru hesabına baş verir. Bu sektorda representativ şirkət neft məhsulu istehsal edir və onun xaricə ixracı ilə məşğul olur. Neft sektorunda istehsal ekzogen stoxastik proses kimi ifadə edilir və heç bir istehsal amilləri tələb etmir:

$$Y_{S,t} = (Y_{S,t-1})^{\rho_{yo}} (Y_{S,0})^{1-\rho_{yo}} \exp(\varepsilon_{ys,t}) \quad (41)$$

burada $\varepsilon_{ys,t} \sim N(0, \sigma_{ys})$ stoxastik şokdur və ρ_{yo} isə istehsal prosesinin inersiya dərəcəsini göstərir. Digər tərəfdən $Y_{S,0}$ müvafiq olaraq neft məhsulunun uzunmüddətli dövrdəki tarazlıq səviyyəsini ifadə edir. Xarici bazarlarda neftin satışından əldə edilən gəlirlər hökumət (Neft Fondu) və xarici investorlar tərəfindən bölüşdürülür.

2.3. Xarici sektor

Ölkə açıq iqtisadiyyata malik olduğuna görə həm xarici bazarlardan məhsul idxal edir, həm də xaricə neft ixrac edir. Xarici bazarlarda ölkənin ixrac etdiyi neftə tələb beynəlxalq əmtəə qiymət səviyyəsində $P_{O,t}^*$ tam elastiklik nümayiş etdirir. Belə ki, kiçik iqtisadiyyat olması və ölkənin neft ixracının dünya istehsalının kiçik bir hissəsini təşkil etməsinə görə milli iqtisadiyyat üçün neft qiymətləri ekzogen proses kimi modelləşdirilir:

$$P_{O,t}^* = (P_{O,t-1}^*)^{\rho_{po}} (P_{O,0}^*)^{1-\rho_{po}} \exp(\varepsilon_{po,t}) \quad (42)$$

burada $\varepsilon_{po,t} \sim N(0, \sigma_{po})$ stoxastik şokdur və ρ_{po} isə neft qiymətinin inersiya dərəcəsini göstərir. Bundan başqa, xammal məhsulu üçün “vahid qiymət qanunu” özünü doğruldur:

$$P_{O,t} = S_t P_{O,t}^* \quad (43)$$

burada $P_{O,t}$ milli valyutada neft qiymətini, S_t isə ikitərəfli xarici/milli valyuta məzənnəsini ifadə edir.

Ölkəyə idxal edilən homojen idxal məhsulu dövlət istehlak məhsulu istisna olmaqla digər son məhsulların hazırlanmasında istifadə edilir. Homojen idxal məhsulunun xaricdəki qiyməti $P_{F,t}^*$ ekzogen proses kimi müəyyən olunur. İxracda olduğu kimi idxal məhsullarında da “vahid qiymət qanununun” keçərli olması fərz olunur:

$$P_{F,t}^* = (P_{F,t-1}^*)^{\rho_{pf}} (P_{F,0}^*)^{1-\rho_{pf}} \exp(\varepsilon_{pf,t}) \quad (44)$$

$$P_{F,t} = S_t P_{F,t}^* \quad (45)$$

burada $\varepsilon_{pf,t} \sim N(0, \sigma_{pf})$ stoxastik şokdur və ρ_{pf} isə xarici qiymətin dinamikasının inersiya dərəcəsinə göstərir. Beləliklə, ölkənin milli valyutada ticarət balansını TB_t aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$TB_t = P_{O,t} Y_{S,t} - P_{F,t} IM_t \quad (46)$$

burada $IM_t = C_{F,t} + I_{F,t} + IG_{F,t}$ cəmi idxalı ifadə edir.

Real məzənnə (q_t) xarici representativ səbətin qiymətinin daxili istehlak səbətinin qiymətinə nisbətini ifadə edir:

$$q_t = \frac{S_t P_{F,t}^*}{P_t} \quad (47)$$

2.4. Neft Fondu

Ölkə xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq fərz olunur ki, hər bir dövrdə neftdən əldə edilən dövriyyə gəlirləri OR_t Neft Fondunda (NF) toplanır. Hesab olunur ki, Neft Fondunda yığılan gəlirlərin istifadəsi müəyyən qayda əsasında xərclənir. Belə qayda əsasında Fond hər dövr dövlət büdcəsinə transfer FuT_t həyata keçirir və həmçinin, qalıq fond vəsaitlərini xarici bazarlarda qiymətli kağızlarla yatırmaqla faiz gəliri R_t^* əldə edir. Beləliklə, Fond öz vəsaitlərini OF_t^* ABŞ dollarında idarə edir və hər dövr müəyyən faiz gəliri əldə edir:

$$OF_t^* = OF_{t-1}^* + R_t^* \frac{(OR_t - FuT_t)}{S_t} \quad (48)$$

Təcrübədən bilirik ki, əvvəllər Fondan dövlət büdcəsinə transferlərin Daimi Gəlir Prinsipi (DGP) əsasında həyata keçiriləcəyi düşünülsə də, praktikada bu qayda gözlənilməmişdir. Bir çox hallarda Fondun il ərzində əldə etdiyi neft gəlirləri tamamilə xərclənmişdir. Beləliklə, hazırkı spesifikasiyada transfer üzrə fiskal qaydanın modelə çevik daxil edilməsinin mümkünlüyünə baxmayaraq praktika nəzərə alınaraq fərz olunur ki, Fond hər dövrdə əldə etdiyi dövriyyə neft gəlirlərinin hamısını dövlət büdcəsinə transfer edir:

$$FuT_t = OR_t \quad (49)$$

2.5. Dövlət büdcəsi

Fiskal xərclər hökumətin ev təsərrüfatlarından topladığı vergilər, Fondan transferlər və borc kağızları hesabına maliyyələşdirilir. Həmçinin hökumət monetar qurumdakı xəzinə hesabında

depozit saxlayır və dövrün sonunda pul emissiyasından əldə edilən senyoraj da büdcəyə transfer edilir. Beləliklə, hökumətin büdcə məhdudiyyəti aşağıdakı kimidir:

$$P_{H,t}G_t + P_t I_{G,t} + B_{t-1} + D_{G,t} + M_{t-1} = \tau_w w_t l_t + FuT_t + B_t R_t^{-1} + D_{G,t-1} + M_t \quad (50)$$

Büdcə məhdudiyyətinin sol tərəfi büdcənin müxtəlif xərc qələmlərini, sağ tərəfi isə gəlir mənbələrini göstərir. Dövlətin investisiya xərcləri iki hissədən ibarətdir: (i) birinci hissə hər dövrdə hökumətin büdcə xərclərinin sabit hissəsinin investisiya xərclərinə ayrıldığına əks etdirir (ii) ikinci hissə isə neft gəlirlərindəki *miivəqqəti* artım nəticəsində dövlət büdcəsinə edilən transferlərdən investisiyaların payına düşən hissəni göstərir. Dövlət investisiyalarının və dövlət kapitalının dövr ərzindəki inkişaf dinamikası aşağıda verilmişdir:

$$I_{G,t} = \omega_G \bar{G} + \omega_{oil} (G_t - \bar{G}) \quad (51)$$

$$K_{G,t} = (1 - \delta) K_{G,t-1} + \nu I_{G,t} \quad (52)$$

burada $\nu \in [0,1]$ dövlət investisiyalarının səmərəlilik dərəcəsini göstərir. Dövlət istehlak məhsulundan fərqli olaraq dövlət investisiya məhsulu həm yerli, həm də idxal məhsul hesabına formalaşdırılır:

$$I_{G,t} = \left[\gamma_I^{\mu_I} (I_{G,t}^H)^{\mu_I} + (1 - \gamma_I)^{\mu_I} (I_{G,t}^F)^{\mu_I} \right]^{\frac{\mu_I}{\mu_I - 1}} \quad (53)$$

burada $I_{G,t}^H$ real yerli dövlət investisiya məhsulunu, $I_{G,t}^F$ real xarici (idxal) dövlət investisiya məhsulunu, γ_I yerli məhsulun investisiya səbəbindəki payını, μ_I isə idxal elastikliyi əmsalını göstərir.

Monetar qurumdakı xəzinə qalığında saxlanılan xalis dövlət depozitlərinin inkişaf dinamikası aşağıdakı kimidir:

$$D_{G,t} = \rho_{DG} D_{G,t-1} + (1 - \rho_{DG}) \bar{D}_G + (1 - \iota) (FuT_t - \bar{FuT}) \quad (54)$$

burada \bar{D}_G dövlət depozitlərinin sabit vəziyyətdəki səviyyəsini, $\iota \in [0,1]$ isə neft transferlərinin xərclənmə sürətini əks etdirir.

2.6. Monetar qurum

Monetar qurumun davranışlarının modelləşdirilməsi üçün Huseynov və Ahmadov (2013) üç müxtəlif spesifikasiyadan istifadə edir. Biz onların ikinci spesifikasiyasını – pulun artım

qaydasını əsas götürəcəyik. Beləliklə, fərz olunur ki, monetar qurum sadə qayda əsasında məzənnəni təsbit edir və xarici valyuta bazarına müdaxilə etməklə izafi tələbi və ya təklifi bazardan yığır (absorbsiya edir).

Ehtiyat pullardakı dəyişmə monetar qurumun xalis xarici aktivlərində (XXA) və xalis daxili aktivlərində (XDA) dəyişmənin cəmi kimi ifadə edilə bilər. Fərz olunur ki, XXA-dakı dəyişmə yalnız monetar qurumun valyuta bazarına müdaxiləsi nəticəsində baş verir. XDA-dakı dəyişmə isə iki mənbə hesabınadır: (i) mərkəzi hökumətə ($D_{G,t}$) və (ii) bank sektoruna olan xalis tələbin dəyişməsi. Beləliklə, ehtiyat pullardakı dəyişmə XXA (NFA_t), mərkəzi hökumətin depozitləri ($D_{G,t}$) və qalıq hissə (bank sektoru) dəyişmələrin cəmi kimi ifadə oluna bilər:

$$M_t - M_{t-1} = \mu_t (M_{t-1} - NFA_{t-1} - D_{G,t-1}) + (NFA_t - NFA_{t-1}) + (D_{G,t} - D_{G,t-1}) \quad (55)$$

burada bərabərliyin sağ tərəfindəki birinci ifadə monetar qurumun pul kütləsinin artımına nəzarət dərəcəsini özündə əks etdirir. Pulun artım qaydası (loqarifmik) Taylor tipli qaydaya əsaslanır və qurumun sərəncamında olan alət arsenalından istifadə etməklə pul kütləsinə nəzarət imkanını göstərir:

$$\mu_t = \rho_\mu \mu_{t-1} + (1 - \rho_\mu)(-\eta_Y y_{n_t} - \eta_\pi \pi_t) + \varepsilon_{\mu,t} \quad (56)$$

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi XXA monetar qurumun izafi təklif/tələbi absorbsiyası etmək xarici valyuta bazarına müdaxiləsi nəticəsində dəyişir. Monetar qurumun xarici valyuta bazarına müdaxiləsi bazarın absorbsiyası potensialına da bağlıdır:

$$\frac{MA_{FX,t}}{MA_{FX}} = \left(\frac{MA_{FX,t-1}}{MA_{FX}}\right)^{\rho_{FX}} \left(\frac{OR_t / \overline{OR}}{P_{H,t} y_{n_t} / y_n}\right)^{v_{OR}} \left(\frac{M_t / \overline{M}}{P_{H,t} y_{n_t} / y_n}\right)^{v_M} \quad (57)$$

Nəzərə alaq ki, ρ_{FX} , v_{OR} və v_M parametrlərinin sıfıra bərabər olduğu halda bazarın absorbsiya imkanı dövr ərzində sabit qalır. Deməli, monetar qurumun bazara müdaxiləsi (XXA-da dəyişmə) aşağıdakı kimi ifadə edilir:

$$NFA_t - NFA_{t-1} = (FuT_t - P_{F,t} IM_t) + MA_{FX,t} \quad (58)$$

Bununla yanaşı, monetar qurum aşağıdakı sadə qayda əsasında nominal məzənnəni müəyyən edir:

$$\frac{e_t}{e_{t-1}} = \left(\frac{e_{t-1}}{e_{t-2}}\right)^{\rho_e} \left(\frac{\Pi_t}{\Pi_{F,t}}\right)^{\xi(1-\rho_e)} \quad (59)$$

Nəzərə alaq ki, ρ_e və ξ parametrlərinin sıfıra bərabər olduğu hal təsbit məzənnə rejimini xarakterizə edir, ρ_e isə monetar qurumun təsbit məzənnə rejiminə bağlılıq dərəcəsini göstərir.

2.7. Bazarın tarazlığı

Bazarın ümumi tarazlığı üçün müxtəlif bazarlardakı məcmu tələb və təklif bir-birinə bərabər olmalıdır.

Əmək bazarı

Hər bir j ev təsərrüfatı bazarda differensiallaşdırılmış əmək təklif edir və bu differensial əməyə hər bir f şirkətinin tələbi yaranır. Sonda hər bir j ev təsərrüfatının *heterojen* əmək təklifi bütün şirkətlərin həmin əməyə olan tələbinə bərabər olmalıdır:

$$l_{j,t} = \int_0^1 l_{f,t}^j df = l_t^j \quad (60)$$

Təklif edilən əməyi kontinyum ev təsərrüfatları üzrə aqreqasiya etsək bu zaman əmək bazarında məcmu təklif (l_t^S) ilə məcmu tələb (l_t) arasındakı bərabərliyi aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$l_t^S = \int_0^1 l_{j,t} dj = \int_0^1 l_t^j dj = \int_0^1 \left(\frac{W_{j,t}}{W_t} \right)^{\frac{-\varphi_w}{\varphi_w - 1}} l_t dj = \tilde{s}_{W,t} l_t \quad (61)$$

burada

$$\tilde{s}_{W,t} = \int_0^1 \left(\frac{W_{j,t}}{W_t} \right)^{\frac{-\varphi_w}{\varphi_w - 1}} dj \quad (62)$$

dəyişəni differensial əmək xidmətləri arasında dispersiya dərəcəsini ölçür. Ev təsərrüfatlarının optimal əməkhaqqı qoyma strategiyalarını nəzərə almaqla göstərmək olar ki, əməkhaqqı dispersiyası aşağıdakı inkişaf dinamikası ilə xarakterizə olunur:

$$\tilde{s}_{W,t} = (1 - \xi_w) \left(\frac{\tilde{W}_t}{W_t} \right)^{\frac{-\varphi_w}{\varphi_w - 1}} + \xi_w \left(\frac{W_t}{W_{t-1} \Pi_{t-1}^{\chi_w}} \right)^{\frac{-\varphi_w}{\varphi_w - 1}} \tilde{s}_{W,t-1} \quad (63)$$

Qeyd etmək yerinə düşərdi ki, əməkhaqqılar üzrə dispersiya dərəcəsi uzunmüddətli sabit vəziyyətdə vahidə bərabər olacaqdır. Dispersiyanın yuxarıdakı inkişaf dinamikası isə loqarifmik xəttilləşdirmə aparılarkən tamamilə ortadan qalxır (bu dəyişən sıfıra bərabər olur).

Şirkətlərin ev təsərrüfatlarına ödədiyi məcmu əməkhaqqı fondunun nominal məbləği aşağıdakı kimi müəyyən olunur:

$$\int_0^1 W_{j,t} l_{j,t} dj = \int_0^1 W_{j,t} l_t^j dj = \int_0^1 W_{j,t} \left(\frac{W_{j,t}}{W_t} \right)^{\frac{-\varphi_w}{\varphi_w - 1}} l_t dj = W_t l_t \quad (64)$$

burada birinci bərabərlik ev təsərrüfatları üzrə məcmu əmək ödənişlərini, sonrakılar isə bizə artıq tanış olan bərabərliklərdən - j təsərrüfatının *heterojen* əməyinə olan tələbin təklifə bərabər olması və j ev təsərrüfatının əməyinə olan tələbin məcmu tələblə əlaqələrindən istifadə etməklə məcmu əməkhaqqı fondunun müəyyən olunmasını göstərir.

Kapital bazarı

Xatırlayaq ki, əmək bazarında olduğu kimi j ev təsərrüfatının kapitalına olan tələb kontinyum şirkətlər üzrə aqreqatlaşdırma aparmaqla müəyyən olunur:

$$K_t^j = \int_0^1 K_{f,t}^j df \quad (65)$$

Bilirik ki, ev təsərrüfatlarının təklif etdiyi kapital təbiəti etibarilə *homojendir* və əmək bazarının məcmu tələb və təklifindən fərqli olaraq kapital bazarında kapitalın icarə qiymətinin dispersiyası mövcud deyil. Başqa sözlə, məcmu kapitala tələb və təklif belə müəyyən olunacaqdır:

$$K_t^S = \int_0^1 K_{j,t} dj = \int_0^1 K_t^j dj = K_t \quad (66)$$

burada K_t^S məcmu kapitala olan təklifi, K_t isə məcmu kapitala olan tələbi göstərir. Beləliklə, şirkətlərin ev təsərrüfatlarına ödədiyi kapitala görə nominal icarə fondu belə müəyyən olunur:

$$\int_0^1 r_{K,t} K_{j,t} dj = \int_0^1 r_{K,t} K_t^j dj = r_{K,t} K_t \quad (67)$$

Aralıq mal və xidmətlər bazarı

Aralıq məhsullar özəl istehlak, özəl investisiya, dövlət istehlak və dövlət investisiya məhsullarının hazırlanmasında istifadə edilir. Hər bir aralıq məhsul istehsalçısı olan f şirkəti hazırladığı differensial məhsul üzrə bazarda qiymətqoyan kimi çıxış edir. Bazarda tarazlığın təmin olunması üçün differensiallaşdırılmış məhsula olan tələb təklifə bərabər olmalıdır:

$$y_{n_{f,t}} = H_t^f \quad (68)$$

Məcmu tarazlığı əldə etmək üçün iqtisadiyyatda fəaliyyət göstərən bütün kontinyum şirkətlər üzrə aqreqasiya edirik:

$$y_{n_t} = \int_0^1 y_{n_{f,t}} df = \int_0^1 H_t^f df = \int_0^1 \left(\frac{P_{H,t}^f}{P_{H,t}} \right)^{-\frac{\varphi_H}{\varphi_H-1}} H_t df = \tilde{s}_{H,t} H_t \quad (69)$$

burada $\tilde{s}_{H,t}$

$$\tilde{s}_{H,t} = \int_0^1 \left(\frac{P_{H,t}^f}{P_{H,t}} \right)^{\frac{-\varphi_H}{\varphi_H-1}} df \quad (70)$$

differentiallaşdırılmış məhsulların qiymətləri üzrə dispersiya dərəcəsini göstərir. Bu dəyişənin inkişaf dinamikası aşağıdakı kimidir:

$$\tilde{s}_{H,t} = (1 - \xi_H) \left(\frac{\tilde{P}_{H,t}}{P_{H,t}} \right)^{\frac{-\varphi_H}{\varphi_H-1}} + \xi_H \left(\frac{P_{H,t}}{P_{H,t-1} \Pi_{t-1}^{\chi_H}} \right)^{\frac{-\varphi_H}{\varphi_H-1}} \tilde{s}_{H,t-1} \quad (71)$$

Oxşar olaraq, nominal ifadədə məcmu təklif də tələbə bərabər olmalıdır:

$$P_{y,t} y_t = \int_0^1 P_{H,t}^f y_{f,t} df = \int_0^1 P_{H,t}^f H_t^f df = \int_0^1 P_{H,t}^f \left(\frac{P_{H,t}^f}{P_{H,t}} \right)^{\frac{-\varphi_H}{\varphi_H-1}} H_t df = P_{H,t} H_t \quad (72)$$

Son məhsul bazarı

Son məhsul bazarında da müxtəlif məhsullar üzrə tələb və təklif tarazlaşmalıdır. Daha təfərrüatlı olaraq, özəl yerli istehlak məhsulu istehsalçısının təklifi ($H_{C,t}$) ev təsərrüfatları tərəfindən həmin məhsula olan məcmu tələbə bərabər olmalıdır.

$$H_{C,t} = \int_0^1 C_{H,t}^j dj = C_{H,t} \quad (73)$$

Xatırlayaq ki, bazarın *tamamlıq* fərziyyəsinə görə tarazlı vəziyyətdə *heterojen* ev təsərrüfatları eyni qərarı verir və eyni qədər məhsul istehlak edirlər. Bu səbəbdən, bütün ev təsərrüfatları üçün özəl yerli məhsul istehlakı bərabər olaraq hesablanır ($C_{H,t}^j = C_{H,t}$).

Digər məhsullar üzrə də tarazlıq oxşar olaraq tapılır:

$$\begin{aligned} H_{I,t} &= \int_0^1 I_{H,t}^j dj = I_{H,t} \\ H_{G,t} &= G_t \\ H_{IG,t} &= I_{G,t}^H \end{aligned} \quad (74)$$

Nominal ifadədə son məhsulu belə ifadə etmək mümkündür:

$$P_{H,t} H_t = P_{H,t} H_{C,t} + P_{H,t} H_{I,t} + P_{H,t} H_{G,t} + P_{H,t} H_{IG,t} = P_{H,t} C_{H,t} + P_{H,t} I_{H,t} + P_{H,t} G_t + P_{H,t} I_{G,t}^H \quad (75)$$

Xatırlayaq ki, nominal özəl istehlak, dövlət və özəl investisiya xərcləri aşağıdakı kimi ifadə oluna bilər:

$$\begin{aligned}
P_t C_t &= P_{H,t} C_{H,t} + P_{F,t} C_{F,t} \\
P_t I_t &= P_{H,t} I_{H,t} + P_{F,t} I_{F,t} \\
P_t IG_t &= P_{H,t} IG_{H,t} + P_{F,t} IG_{F,t}
\end{aligned}
\tag{76}$$

Beləliklə, nominal q/n istehsalı aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$P_{y,t} y_t = P_{H,t} H_t = P_{H,t} C_{H,t} + P_{H,t} I_{H,t} + P_{H,t} G_t + P_{H,t} I_{G,t}^H = P_t C_t + P_t I_t + P_{H,t} G_t - P_{F,t} IM_t \tag{77}$$

burada $IM_t = C_{F,t} + I_{F,t} + I_{G,t}^F$ cəmi idxalı göstərir.

Dövlət borc kağızları

Fərz olunur ki, hər dövr dövlət ictimaiyyətdən borclanma səviyyəsini dəyişmir və borc kağızlarının dövriyyədəki həcmi sabit saxlayır:

$$B_t = B_{t-1} = const \tag{78}$$

3. Modelin xəttiləşdirilməsi və həll olunması

Əvvəlki nəzəri bölmədən də aydın olduğu kimi tərtib edilən model əsasən göstəricilər arasında qeyri-xətti asılılıqları özündə əks etdirir. Buna görə model ilk öncə uzunmüddətli sabit vəziyyəti ətrafında loqarifmik xəttiləşdirilir. Nəzərə almaq lazımdır ki, model öz xüsusiyyətlərinə görə rəşional gözləntilər hipotezinə əsaslanır və müxtəlif göstəricilərin gələcəklə bağlı gözləntilərini də özündə ehtiva edir. Model (loqarifmik) xəttiləşdirildikdən sonra onun həll olunması və ixtisar olunmuş (müxtəsər) formaya salınmasına ehtiyac var.

Modelin xəttiləşdirilməsi

Aşağıdakı n -tənlikli qeyri-xətti differensial tənliklər sisteminə nəzər salaq:

$$\Psi(z_{t+1}, z_t) = 0 \tag{79}$$

burada z və 0 $n \times 1$ ölçülü vektorlardır, z vektoru müxtəlif dəyişənləri göstərir. DSÜT modelini də belə bir qeyri-xətti tənliklər sistemi kimi ifadə etmək olar. Yuxarıdakı sistem DSÜT modelində olduğu kimi stoxastik şoklarla və dəyişənlərin gözləntiləri ilə də genişləndirilə bilər. Əlbəttə ki, xəttiləşdirmə prosedurunun əsas məqsədi yuxarıdakı qeyri-xətti differensial tənliklər sistemini xətti differensial tənliklə sisteminə çevirməkdən ibarətdir.

Beləliklə, modeli xəttiləşdirilmiş həlli aşağıdakı formada olacaqdır:

$$Ax_{t+1} = Bx_t \tag{80}$$

burada x_t yuxarıdakı z_t dəyişəninini ixtiyari transformasiyasıdır. Sistemin sabit vəziyyətini $\Psi(\bar{z}) = 0$ ilə işarə etsək, xəttləşdirmə Taylor approksimasiyasından istifadə edilərək sistemin sabit vəziyyəti ətrafında aparılır:

$$0 \approx \Psi(\bar{z}) + \frac{\partial \Psi}{\partial z_t}(\bar{z}) \cdot (z_t - \bar{z}) + \frac{\partial \Psi}{\partial z_{t+1}}(\bar{z}) \cdot (z_{t+1} - \bar{z}) \quad (81)$$

burada $n \times n$ ölçülü $\frac{\partial \Psi}{\partial z_t}(\bar{z})$ matrisi $\Psi(z_{t+1}, z_t)$ tənliklər sisteminin z_t dəyişəninə görə sabit vəziyyətdə qiymətləndirilmiş Jakob matrisini göstərir. Taylor approksimasiyasındakı Jakob matrislərinə aşağıdakı kimi

$$A = \frac{\partial \Psi}{\partial z_{t+1}}(\bar{z}), \quad B = \frac{\partial \Psi}{\partial z_t}(\bar{z}) \quad \text{və} \quad x_t = z_t - \bar{z}$$

tərif verməklə sistemin xəttləşdirilmiş həllini tapmış oluruq. Burada dəyişənlər sistemin sabit vəziyyətində aldıkları qiymətlərdən kənarlaşma kimi ifadə olunurlar.

Oxşar olaraq, sistemin loqarifmik xəttləşdirilməsi də yuxarıdakı approksimasiyaya uyğun olacaqdır. Sistemin loqarifmik xəttləşdirilməsinin üstün tutulması daha çox nəticələrin şərh olunması baxımından əlverişlidir.

Loqarifmik xəttləşdirmə aparılan zaman yuxarıdakı xəttləşdirmədən fərqli olaraq qeyri-xətti sistem aşağıdakı kimi yazılır:

$$\Psi_1(z_{t+1}, z_t) = \Psi_2(z_{t+1}, z_t) \quad (82)$$

Sistemə belə təsvir olunmasının səbəbi yuxarıdakı spesifikasiyada hər iki tərəfin loqarifmasının götürülməsinin mümkün olmamasıdır. Bu sistemin birinci tərtibdən Taylor approksimasiyası aparılırsa birinci ifadə üçün aşağıdakı tənliyi əldə edirik:

$$\log(\Psi_1(z_{t+1}, z_t)) \approx \log(\Psi_1(\bar{z})) + \frac{\partial \log(\Psi_1)}{\partial \log(z_t)}(\bar{z}) \cdot \log\left(\frac{z_t}{\bar{z}}\right) + \frac{\partial \log(\Psi_1)}{\partial \log(z_{t+1})}(\bar{z}) \cdot \log\left(\frac{z_{t+1}}{\bar{z}}\right) \quad (83)$$

burada $\frac{\partial \log(\Psi)}{\partial \log(z_t)}(\bar{z})$ və $\frac{\partial \log(\Psi)}{\partial \log(z_{t+1})}(\bar{z})$ ifadələri $n \times n$ ölçülü Jakob matrislərini göstərir, $\log\left(\frac{z_t}{\bar{z}}\right)$ və

$\log\left(\frac{z_{t+1}}{\bar{z}}\right)$ ifadələri $n \times 1$ ölçülü vektorlardır. Yuxarıdakı tənliyin sağ tərəfindəki ifadə də oxşar şəkildə loqarifmik xəttləşdirilir. Beləliklə,

$$A = \left[\frac{\partial \log(\Psi_1)}{\partial \log(z_{t+1})}(\bar{z}) - \frac{\partial \log(\Psi_2)}{\partial \log(z_{t+1})}(\bar{z}) \right]$$

$$B = \left[\frac{\partial \log(\Psi_1)}{\partial \log(z_t)}(\bar{z}) - \frac{\partial \log(\Psi_2)}{\partial \log(z_t)}(\bar{z}) \right]$$

$$x_t = \log\left(\frac{z_t}{\bar{z}}\right)$$

işarə etsək sistemin xəttilləşdirilmiş formada verilməsinə nail oluruq.⁴

Modelin həll olunması

Loqarifmik xəttilləşdirdikdən sonra modelin həll olunması mərhələsi başlayır. Bunun üçün sistemdə eynidövrü əlaqələrin və gözləntilərin ixtisar edilərək sistemin bütün dəyişənlərinin öncədən müəyyən olunmuş göstəricilər və ekzogen şokların funksiyası kimi yazılması təmin edilməlidir. Fikrimizi aydınlaşdırmaq üçün aşağıdakı ixtiyari sistemə nəzər salaq:

$$\begin{bmatrix} X_{t+1}^1 \\ E_t X_{t+1}^2 \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} X_t^1 \\ X_t^2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \end{bmatrix} z_{t+1} \quad (84)$$

burada X^1 öncədən müəyyən olunmuş dəyişənləri, X^2 isə öncədən müəyyən edilməyən dəyişənləri göstərir, E_t gözlənti operatoru, z_{t+1} isə ekzogen şoklardır. Qeyd edək ki, istənilən xətti differensial rasional gözləntilər modelini yuxarıdakı formada ifadə etmək mümkündür. Belə bir sistemin həlli üçün müxtəlif yanaşmalar mövcuddur (Blanşard və Kahn (1980), Sims (2001), Klein (2000), və s.). İlk öncə sistemin stabil olması və vahid həllinin mövcudluğu yoxlanılır. Əgər sistemin vahiddən böyük köklərinin sayı öncədən müəyyən olunmayan dəyişənlərin sayına bərabərdirsə bu zaman sistem stabildir və onun vahid həlli mövcuddur. Əgər vahiddən böyük köklərin sayı öncədən müəyyən olunmuş dəyişənlərin sayından böyükdürsə bu zaman sistemin həlli yoxdur. Digər halda isə sistemin sonsuz sayda həlli mövcuddur.

Qeyd etdiyimiz kimi, əgər sistemin vahid həlli mövcuddursa, onun həlli müxtəlif yanaşmalar əsasında aparıla bilər. Lakin bütün yanaşmalarda əsas prinsip öncədən müəyyən edilməyən dəyişənlərin (irəliyə baxan dəyişənlər) irəliyə doğru, öncədən müəyyən edilən dəyişənlərin isə geriye doğru əvəzlənməsinin aparılmasıdır. Sonda yuxarıdakı sistemin həlli belə ifadə oluna bilər:

$$\begin{bmatrix} X_{t+1}^1 \\ E_t X_{t+1}^2 \end{bmatrix} = \tilde{A} X_t^1 + \tilde{D} z_{t+1} \quad (85)$$

burada \tilde{A} və \tilde{D} ilkin sistemdəki struktur əmsallardan funksional asılılıq matrislərini (müxtəsər əmsalları) göstərir. Göründüyü kimi sistemin həlli sonda bütün göstəricilərin öncədən müəyyən olunmuş göstəricilər və ekzogen şokların xətti funksiyası kimi ifadə edilməsidir.

4. Modelin ekonometrik qiymətləndirilməsi

Modelin ekonometrik qiymətləndirilməsini, Givikinin (1999) təbiri ilə ifadə etsək, məlumatların yaradılması prosesinin aşkarlanması – müşahidə edilən məlumatların bütün

⁴ Qurulan nəzəri modelin loqarifmik xəttilləşdirilmiş tənliklərini və Matlab (IRIS) kodunu müəlliflərə müraciət etməklə əldə etmək olar.

xarakteristikasının *güclü ekonometrik təfsiri* kimi qələmə vermək olar. DSÜT modellərinin ekonometrik qiymətləndirilməsi müxtəlif yanaşmalar əsasında aparıla bilər. Burada modelin ekonometrik qiymətləndirilməsi və struktur parametrlərinin tapılması *Bayez yanaşması* (müxtəlif qiymətləndirmə metodları üçün bax, Ruge-Murcia (2005), An və Şorfeyde (2007)) əsasında aparılır. Bu zaman struktur parametrlər üzrə *prior* paylanma modelin *mümkünlük funksiyası* ilə birləşdirilir və parametrlər üzrə əldə edilən *posterior* paylanma optimallaşdırılır.

Bayez yanaşması əsasında aparılan qiymətləndirməni aşağıdakı mərhələlərə bölmək olar. İlk öncə, loqarifmik xəttləşdirilən model əvvəlki bölmədə təsvir edildiyi kimi həll edilir. Başqa sözlə, model göstəriciləri öncədən müəyyən edilən dəyişənlərin və ekzogen şokların xətti funksiyası kimi verilir. İkinci mərhələdə model *vəziyyətlər fəzasında* göstərilir – model dəyişənlərinin müşahidə edilən dəyişənlərlə asılılığı təsvir edilir. Bu zaman öncədən müəyyən edilmiş göstəriciləri əks etdirən *vəziyyətlər tənliyi* genişləndirilir və müşahidə edilən göstəriciləri öncədən müəyyən edilmiş göstəricilərə bağlayan *müşahidə tənliyi* sistemə əlavə edilir. Üçüncü mərhələdə *Kalman filterindən* istifadə edilməklə sistemin *mümkünlük funksiyası* əldə edilir. Bu mərhələdə filterdən istifadə bir sıra səbəblərə əsaslanır. Bunlardan ən əsası ondan ibarətdir ki, sistemə daxil olan bəzi göstəricilər, məsələn, ekzogen şoklar və ya Solou məhsuldarlıq dəyişəni praktikada müşahidə oluna bilmir. Digər səbəb kimi isə modelin qiymətləndirilməsi üçün bütün müşahidə edilən dəyişənlərdən istifadə edilməməsini göstərmək olar. Dördüncü mərhələdə parametrlər üzrə *prior paylanma* sistemdən əldə edilən *mümkünlük funksiyası* ilə birləşdirilir və *posterior sıxlıq funksiyası* əldə edilir. Beşinci mərhələdə isə *posterior paylanmanın* birbaşa, əksər hallarda isə *Monte-Karlo-Markov-Zənciri (MKMZ) metodları* əsasında simulyasiyası həyata keçirilir.

DSÜT modelinin parametrlərinin qiymətləndirilməsi zamanı *Bayez* üsullarının tətbiqi müxtəlif mikro və makro tədqiqatlardan əldə edilən *prior* məlumatların istifadəsinə imkan verir. Ümumiyyətlə, *Bayez yanaşması* zaman sıralarının nisbətən qısa olmasına görə (ölkəmiz kimi) ortayan çıxan bir sıra problemlərin (məsələn, “miqyas lənəti”) qarşısını almağa kömək edir. Bundan başqa, *prior* məlumatların model qiymətləndirməsinə daxil edilməsi *məqsəd funksiyasının* optimallaşdırılması zamanı qarşılaşılan bəzi *ədədi (numerik)* çətinlikləri effektiv həll edir.

Formal olaraq, qoy $p(\theta | m)$ ixtiyari $m \in M$ modeli üzrə parametr vektorunun ($\theta \in \Theta$) *prior paylanmasını*, $L(Y_T | \theta, m)$ isə verilən parametr vektoru θ və m modeli şərtinə görə müşahidə edilən məlumatlar $Y_T = \{y_t\}_{t=1}^T$ əsasında hesablanan *mümkünlük funksiyasını* göstərsin. Model parametrlərinin (θ) m modeli üçün müştərək *posterior paylanma* funksiyası *mümkünlük funksiyası* və *prior paylanma funksiyalarının* birləşdirilməsilə əldə edilir:

$$p(\theta | Y, m) \propto L(Y | \theta, m) p(\theta | m) \quad (86)$$

burada " \propto " düz tənəsüblüyü göstərir.

Posterior paylanmanın analitik həlli mövcud olmadığına görə *Monte-Karlo-Markov-Zənciri (MKMZ)* nümunəgötürmə alqoritmindən istifadə edilməklə qiymətləndirilən parametrlərin

ehtimal paylanması simulyasiya edilir. Sonda parametr vektoru θ üzrə əldə edilən *posterior paylanmanın* mərkəzi təmayülləri, *modu* və ya *ədədi ortası*, həmçinin dispersiyası (*standard kənarlaşması* və ya müxtəlif *persentilləri*) təhlil edilir.

Posterior paylanmanın simulyasiyası *Təsadüfi Dolaşma Metropolis-Hastings (TDMH)* alqoritmi əsasında aparılır (bax, Çib və Qrinberq (1995), An və Şorfeyde (2007)). DSÜT modellərində *posterior paylanmanın* simulyasiyası üçün *TDMH* alqoritmindən istifadə ilk dəfə Şorfeyde (2000) və Otrök (2001) tərəfindən təklif edilmişdir. Bu alqoritmədən istifadə zamanı *namizəd paylanma* kimi normal paylanma götürülür. Müvafiq alqoritm aşağıdakı addımlardan ibarətdir:

- (i) Ədədi optimallaşdırma metodlarından istifadə etməklə $\ln L(\theta|Y, m) + \ln p(\theta|m)$ ifadəsini maksimallaşdır. Posterior modunu $\tilde{\theta}$ ilə işarə et.
- (ii) $\tilde{\theta}$ modunda qiymətləndirilən tərs Hessian matrisini $\tilde{\Sigma}$ ilə işarə et.
- (iii) $N(\tilde{\theta}, c_0^2 \tilde{\Sigma})$ paylanmasından nümunə götürməklə ilkin vektoru $\theta^{(0)}$ seç və ya birbaşa müəyyən et.
- (iv) $s = 1, 2, \dots, n_{sim}$ addımları üçün namizəd paylanmadan $N(\theta^{(s-1)}, c^2 \tilde{\Sigma})$ parametr vektoru \mathcal{G} nümunəsi götür. Köhnə vektordan $\theta^{(s-1)}$ yeni vektora keçid $\min\{1, r(\theta^{(s-1)}, \mathcal{G}|Y, m)\}$ ehtimalla qəbul edilir ($\theta^{(s)} = \mathcal{G}$) və ya digər halda rədd edilir ($\theta^{(s)} = \theta^{(s-1)}$). Burada

$$r(\theta^{(s-1)}, \mathcal{G}|Y, m) = \frac{L(\mathcal{G}|Y, m)p(\mathcal{G}|m)}{L(\theta^{(s-1)}|Y, m)p(\theta^{(s-1)})} \quad (87)$$

- (v) Parametrdən asılı ixtiyari funksiyanın $h(\theta)$ *posterior* gözlənilən qiymətini

$$\frac{1}{n_{sim}} \sum_{s=1}^{n_{sim}} h(\theta^{(s)}) \text{ kimi müəyyən et.}$$

Statistik məlumatlar

Modelin ekonometrik qiymətləndirməsi üçün 2003:R1-2014:R2 dövrlərini əhatə edən rüblük əsasda məlumatlardan istifadə edilir. Müşahidə edilən göstəricilər kimi modeldə faiz dərəcəsi, İQİ inflyasiyası, q/n ÜDM deflyatoru, xarici inflyasiya, neft qiymətləri, q/n ÜDM, əməkhaqqı səviyyəsi, neft hasilatı, istehlak, investisiya, hökumətin istehlak xərcləri, idxal, xalis xarici aktivlər, ehtiyat pullardan istifadə edilir (bax *Əlavələr, Şəkil 1*).

Faiz dərəcəsi üzrə məlumatlar Mərkəzi Bankın aylıq bülletenlərindən əldə edilmişdir və bütün bank sektoru üzrə 1-3 aylıq müddətə verilən cəmi kreditlərin orta faizini göstərir. Bu göstərici üzrə rüblük müşahidələri əldə etmək üçün hər rübün son ayının məlumatları götürülür. İQİ üzrə məlumatlar Dövlət Statistika Komitəsinin (DSK) aylıq bülletenlərindən yığılmışdır və bu indeks əsasında rüblük inflyasiya hesablanmışdır. Qeyri-neft ÜDM deflyatoru DSK-nın rüblük əsasda açıqladığı nominal və real (2005-ci ilin sabit qiymətləri ilə) ÜDM göstəricilərindən istifadə edilərək hesablanmışdır. Əməkhaqqı səviyyəsi ilə bağlı müşahidələr DSK-nın aylıq

statistik bülletenlərindən əldə edilmişdir və muzzdlu işləyən işçilərin orta aylıq əməkhaqqı səviyyəsini göstərir (rüblük məlumatlar üçün hər rüb üzrə son ay əsas götürülür). Xarici inflyasiya ABŞ-ın aylıq İQİ göstəricisi əsasında hesablanmış və rüblük inflyasiya göstəricisinə çevrilmişdir. Neft qiymətləri üzrə müşahidələr ABŞ Enerji İnformasiya Adminstrasiyasının (EIA) məlumat bazasından əldə edilmişdir və 1 barrel Avropa Brent neftinin ABŞ dolları ifadəsində spot qiymətini göstərir. Mərkəzi Bankın xalis xarici aktivləri və ehtiyat pullar haqqında məlumatlar Mərkəzi Bankın gündəlik analitik balans göstəricilərindən əldə edilmişdir.

Q/n ÜDM-lə bağlı müşahidələr DSK-nın açıqladığı rüblük (2005-ci ilin sabit qiymətləri ilə) məlumatlardan əldə edilmişdir. Q/n ÜDM-in hesablanması üçün cəmi ÜDM göstəricisindən Mədənçıxarma sənayesinin əlavə dəyəri və vergilər çıxılır. Neft hasilatı ilə bağlı məlumatlar fiziki həcm göstəriciləridir (mln ton) və DSK-nın aylıq bülletenlərindən toplanmışdır. İstehlak, investisiya, hökumət xərcləri və idxalla bağlı məlumatlar DSK-nın açıqladığı cari qiymətlərlə rüblük ÜDM-in xərclərə görə bölgüsü göstəriciləridir.

Bütün göstəricilərdə mövsümi amillərin mövcudluğu yoxlanılır və mövsümi amillər X-11 metodu əsasında təmizlənir. Bundan sonra göstəricilər Hodrik-Preskot (HP) filterindən istifadə etməklə trend və tsikl olmaqla tərkib hissələrinə ayrılır. Ölkə xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq trendin daha çevik dəyişməsinə imkan vermək məqsədi ilə rüblük məlumatlar üçün lamda (λ) 100-ə bərabər götürülür.

Kalibrasiya və prior paylanmalar

Modelin ekonometrik qiymətləndirməsi bütün struktur parametrləri (47 struktur parametr) üzrə aparılır, bəzi parametrlər kalibrasiya olunur. Bunun səbəbi həmin parametrlərin identifikasiyasının zəif olması və ya onların qiymətlərinin dövr ərzindəki qeyri-stabilliyidir. Kalibrasiya olunan əsas parametrlərdən biri endirim dərəcəsidir (β). Endirim dərəcəsinin qiyməti 0.99-a bərabər götürülür ki, bu da illik 4% real gəlirlilik deməkdir. Amortizasiya dərəcəsi (δ) 0.05 götürülür ki, bu da təqribən illik 20% amortizasiyaya bərabərdir. Qeyd edək ki, amortizasiya dərəcəsinin qiyməti beynəlxalq ədəbiyyatla müqayisədə yüksək görsənsə də ölkə reallıqları ilə uzlaşır. Gəlir vergisi dərəcəsi (τ_w) 14% ətrafında kalibrasiya olunur, bu da mövcud ikipilləli gəlir dərəcəsinin aşağı həddinə bərabərdir. Qeyd edək ki, 2500 manatdan yuxarı əməkhaqqı alan işçilərin xüsusi çəkisi aşağı olduğundan effektiv gəlir dərəcəsi də aşağı həddə yaxın olacaqdır. Digər kalibrasiya olunan parameter istehsal funksiyasında kapitalın payı (α) göstəricisidir. Ölkə xüsusiyyətləri nəzərə alınaraq bu parametrin qiyməti 0.35 qəbul edilir. Bununla yanaşı, istehlak və investisiya məhsullarının istehsalında idxal məhsullarının payı (γ_C, γ_I) 50%, idxal elastiklikləri (μ_C, μ_I) isə 4.7-yə bərabər götürülür. İxtiyari dövrdə qiymət optimallaşdırması apara bilməyən şirkətlərin xüsusi çəkisi (χ_H) 0.5, ÜFM-in standard kənarlaşması (σ_A) isə 0.06 ətrafında kalibrasiya edilir.

Standard kənarlaşma parametrləri istisna olmaqla digər parametrlərin prior paylanmaları *normal*, *beta* və ya *gamma* paylanmaları əsasında verilmişdir. Bir qayda olaraq, qiymətləri [0,1] intervalına düşən parametrlərin (optimallaşdırma apara bilməyən işçilərin xüsusi çəkisi, və s.)

prior paylanmasının *beta* paylanmasına, qiymətləri yalnız müsbət qiymət alan parametrlərin (Mərkəzi Bankın inflyasiyaya reaksiya əmsalı, və s.) prior paylanmasının isə *gamma* paylanmasına malik olduğu fərz olunur.

Ölkə xüsusiyyətlərini nəzərə aldıqda pula tələbin faiz elastikliyinə çox kiçik olması güman edildiyindən faiz elastikliyinə tərsinin (κ_M) orta qiyməti 50, standard kənarlaşması isə 15 olan *normal* ($N(50,15)$) paylanmadan gəldiyi fərz olunur. Bu paylanma kifayət qədər geniş parametr fəzasını əhatə edir və həmçinin, müvafiq parametrin qiyməti ilə bağlı qeyri-müəyyənliyi də özündə əks etdirir. Dövlətlərarası əvəzləmə elastikliyinə tərsinin (və ya nisbi risk alma dərəcəsi (σ_c)) orta qiyməti 4, standard kənarlaşması 1.5 olan *normal* paylanmaya malik olduğu fərz olunur. Bu fərziyyə ədəbiyyatda mövcud olan göstəricilərdən təxminən ikiqat yüksəkdir. Bu fərziyyənin səbəbi ölkə iqtisadiyyatının xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla daha çox qeyri-müəyyənliyə imkan vermək və geniş təyin oblastının əhatə olunmasına imkan yaratmaqdır. Oxşar olaraq, əmək təklifinin əməkhaqqı elastikliyinə tərsi (τ_L) də müvafiq mülahizələr əsasında eyni paylanmaya dayanır. Vərdiş inersiyası (*h*) *beta* paylanması əsasında verilir və bu zaman fərz olunur ki, müvafiq paylanmanın orta qiyməti 0.7, standard kənarlaşması isə 0.2-ə bərabərdir. Burada orta qiymət ədəbiyyat ilə uyğunluq təşkil etsə də, standard kənarlaşma məqsədli şəkildə daha böyük götürülmüşdür. İnvestisiya xərci parametrinin *gamma* paylanmasına malik olduğu, orta göstəricisinin 10, standard kənarlaşmasının isə 0.5 ətrafında olması fərz edilir. Oxşar olaraq, bir çox parametrlərə prior qiymətlərin verilməsi mövcud ədəbiyyata əsaslanarsa da, ölkə xüsusiyyətlərini nəzərə alınması üçün onların daha geniş parametr fəzasını əhatə etməsinə çalışılmışdır.

İnersiya parametrlərinin *beta* paylanmasına malik olduğu, ədəbiyyata uyğun olaraq orta qiymətlərinin 0.5 və ya 0.75 ətrafında dəyişdiyi güman edilmişdir. Bu zaman əksər hallarda müvafiq paylanmanın standard kənarlaşması 0.15 və ya 0.2 ətrafında götürülmüşdür. Məsələn, neft hasilatının inersiya əmsalının orta qiyməti 0.5, standard kənarlaşması isə 0.15 olan *beta* paylanmasından gəldiyi fərz edilir. Məzənnə şokunun daha ətalətli təbiətə malik olması nəzərə alınıb inersiya parametrinin orta qiyməti 0.75, standard kənarlaşması isə 0.15 olan *beta* paylanmasından gəldiyi fərz olunur.

Standard kənarlaşma parametrlərinin prior paylanması isə *tərs-gamma* paylanması əsasında qurulur. Ədəbiyyata uyğun olaraq, əksər standard kənarlaşmaların orta qiyməti 0.1 ətrafında götürülür və bu zaman paylanmanın standard kənarlaşmasının əhəmiyyətli böyük olmasına səy göstərilir. Ekonometrik qiymətləndirilməsi aparılan əsas struktur parametrlərin prior və posterior paylanmaları haqqında müfəssəl məlumat *Cədvəl 1*-də göstərilmişdir.

Qiymətləndirmənin nəticələri

Struktur parameterlərin ekonometrik qiymətləndirməsi nəticəsində əldə edilən posterior paylanma üzrə əsas göstəricilər *Cədvəl 1*-də təsvir edilmişdir. Belə ki, cədvəlin sağ tərəfində qiymətləndirmə nəticəsində əldə edilən əsas struktur parametrlər üzrə *mod*, *orta*, *median*, *5%* və *95% persentillərini* tapmaq mümkündür. *Mod* göstəricisi müştərək posterior paylanmanın maksimallaşdırılması nəticəsində əldə edilmişdir. Marjinal paylanmanı xarakterizə edən digər

Cədvəl 1. Struktur parametrlərin prior və posterior paylanmaları

Parametrlər	Prior paylanma				Posterior paylanma			
	növü	orta	s.k.	mod	orta	median	5%	95%
Pula tələbin faiz elas-nin tərsi, κ_M	normal	50	15	0.54	0.63	0.59	0.21	1.18
Vərdiş inersiyası, h	beta	0.7	0.2	0.14	0.18	0.17	0.06	0.33
Nisbi risk alma dərəcəsi, σ_C	normal	4.0	1.5	0.25	0.26	0.25	0.17	0.38
İnvestisiya xərci, γ_I	qamma	10	2.5	7.49	7.77	7.64	4.92	11.1
Ə/təklifinin maaş elastik-ə. tərsi, τ_L	normal	4.0	1.5	4.11	4.05	4.03	1.70	6.48
Opt. apara bilm. işçi-in x/çəkisi, ξ_W	beta	0.55	0.2	0.68	0.69	0.69	0.57	0.82
Əməkhaqqı indeksasiya param. χ_W	beta	0.4	0.2	0.15	0.23	0.21	0.05	0.48
Qiymət indeksasiya param. χ_H	beta	0.4	0.2	0.14	0.22	0.19	0.05	0.47
İctimai kap-ın ÜFM-ə töhf., χ_{KG}	beta	0.2	0.05	0.19	0.20	0.20	0.12	0.29
MB-nin inf. reak. əmsalı, η_π	qamma	1.0	0.8	0.38	1.03	0.81	0.13	2.68
MB-nin artıma reak. əmsalı, η_Y	qamma	1.0	0.8	0.41	1.07	0.87	0.14	2.74
MB-nin məzən-yə reak. əmsalı, η_{De}	qamma	1.5	0.8	1.06	1.43	1.30	0.45	2.85
<i>İnversiya əmsalları</i>								
İnvestisiya şoku, ρ_I	beta	0.50	0.15	0.19	0.20	0.19	0.09	0.33
Pul tələbi şoku, ρ_{MD}	beta	0.75	0.15	0.84	0.72	0.75	0.45	0.92
Neft qiymət şoku, ρ_{PO}	beta	0.50	0.15	0.50	0.49	0.50	0.36	0.62
Neft istehsal şoku, ρ_{YO}	beta	0.50	0.15	0.31	0.33	0.32	0.17	0.51
Dövlət istehlak xərci şoku, ρ_G	beta	0.50	0.15	0.55	0.56	0.56	0.38	0.72
Məzənnə şoku, ρ_{De}	beta	0.75	0.15	0.68	0.66	0.66	0.46	0.85
<i>Standard kənarlaşmalar</i>								
Neft qiymət şoku, σ_{PO}	tərs-qamma	0.9	İnf	0.56	0.58	0.58	0.48	0.70
Neft istehsal şoku, σ_{YO}	tərs-qamma	0.1	İnf	0.34	0.36	0.36	0.30	0.43
Dövlət istehlak xərci şoku, σ_{v_G}	tərs-qamma	0.1	İnf	0.21	0.22	0.22	0.18	0.27
Məzənnə xərc şoku, σ_P	tərs-qamma	0.5	İnf	0.25	0.25	0.25	0.20	0.31
İnvestisiya səmərəliliyi şoku, σ_I	tərs-qamma	0.1	İnf	0.31	0.32	0.32	0.25	0.39
Məzənnə şoku, $\sigma_{v_{De}}$	tərs-qamma	0.01	İnf	0.05	0.06	0.06	0.03	0.08

göstəriciləri əldə etmək üçün *TDMH alqoritmi* əsasında posterior paylanmadan 300,000 nümunə götürülmüş, onların 50,000-i “yandırılmış” və yerdə qalan 250,000 nümunə əsasında müvafiq göstəricilər hesablanmışdır.

Yuxarıda da qeyd olunduğu kimi ilk öncə model parametrlərinin *modu* tapılır. Başqa sözlə, ədədi metodlardan istifadə edilməklə məqsəd funksiyasının (posterior funksiyanın) (toplamaya görə tərsinin) minimallaşdırılması həyata keçirilir. Bildiyimiz kimi əksər ədədi minimallaşdırma metodları *lokal* minimallaşdırmanı təmin edir. Bu səbəbdən minimallaşdırılan funksiyanın parametrlər üzrə qonşu ətrafına baxılması yaxşı olardı. Şəkil 3 – də qiymətləndirilməsi aparılan parametrlərin modunun qonşu ətrafı təsvir edilmişdir. Şəkillərdən də görüldüyü kimi lokal qonşuluqda həmin parametrlər optimal nöqtələrdir və minimum kimi xarakterizə edilə bilərlər.

Parametrlər üzrə (marjinal) posterior paylanmanın əldə edilməsi üçün ədədi metodlar (*TDMH alqoritmi*) istifadə edildiyinə görə bu alqoritmın adekvatlıq dərəcəsinin yoxlanılması zəruridir. Belə ki, müraciət edilən 300,000 nümunənin *nəzəri* posterior paylanmanı əldə etmək üçün nə dərəcədə adekvat olması sualını cavablandırmaq lazımdır. Düzdür, nümunə sayının kifayət qədər böyük seçilməsi bu suala müsbət cavab vermək ehtimalımızı artırır. Başqa sözlə, nəzəriyyədə nümunə sayının əhəmiyyətli artırılması nəticəsində bu alqoritmın öz həqiqi parametrləri istiqamətində *yığılmasının (konvergensiyası)* və onlara *yaxınlaşmasının* mümkünlüyü isbat edilmişdir. Əməli işdə isə bəzi hallarda bu yığılma çox sürətli baş verir və bu zaman yığılmanın baş tutması üçün tələb olunan nümunə sayı kiçikdir. Lakin bəzi hallarda isə bu yığılma çox ləng baş verir və bu zaman nümunə sayının əhəmiyyətli artırılması tələb olunur.

Ədəbiyyatda bu alqoritmın adekvatlığının yoxlanılması üçün formal testlər mövcuddur. Lakin biz burada formal testlərə müraciət etməyəcəyik və bəzi sadə yığılma üzrə adekvatlıq göstəricilərinə əsaslanacağıq. Əgər alqoritmın adekvatlığı kafidirsə bu zaman modelin ixtiyari struktur parametrinə nəzər salsaq, bu zaman namizəd paylanmadan əldə edilən nümunələr həmin parametrin orta qiyməti ətrafında təsüdüfi bərabər paylanmalıdır. Digər tərəfdən, əgər hər bir addımda nümunələr əsasında həmin parametr üzrə orta qiymət hesablanarsa onda orta qiymət hər hansı trendə malik olmamalı və bir qiymət ətrafında stabilləşməlidir. Örnək üçün Şəkil 4 – də bir sıra göstəricilərin 250,000 nümunə əsasında aldıkları qiymətlər və həmin nümunələr əsasında hesablanan orta göstəricisi təsvir edilmişdir. Misal üçün, pula tələbin faiz elastikliyinə tərsi (*kappaM - κ_M*) parametri üzrə 250,000 nümunəyə baxdıqda (yuxarı qrafik) məlum olur ki, həmin nümunələr orta qiymət (qırmızı xətt) ətrafına bərabər paylanmışdır. Digər tərəfdən aşağıdakı qrafik həmin parametrin 250,000 addımda hesablanan orta qiymətini göstərir. Şəkildən məlum olur ki, bu parametrin orta qiyməti ilk 10,000 nümunədə 0.8 və 0.4 qiymətləri ətrafında oynasa da sonradan orta qiymət ətrafında stabilləşmişdir.

Digər parametrləri də təhlil etməklə oxşar mülahizələri söyləmək mümkündür. Qeyd edək ki, burada bütün parametrlərin yığılma nəticələri nümayiş etdirilməsə də, bütün göstəricilər üzrə yığılma nəticələri qənaətbəxş hesab oluna bilər. Lakin əksər parametrlərin yığılma göstəriciləri sürətli baş versə də, bir neçə parametrdə bu hal xeyli ləng baş verir.

Ekonometrik qiymətləndirmə nəticəsində aşkar edilən əsas tapıntıları belə sadalamaq olar. Birincisi, bir sıra struktur parametrlərin prior və posterior paylanmaları tamamilə üst-üstə düşür.

Başqa sözlə, statistik məlumatlar bu parametrlərin qiymətləri haqqında məlumat yükünə malik deyil və bu səbədən, ilkin qənaətlərimiz statistik göstəricilər əsasında yenilənmir. Əsasən, pul kütləsi ilə bağlı parametrlərin identifikasiyasında problemlər olduğu görsənir.

İkincisi, ev təsərrüfatlarının istehlakı əhəmiyyətli ətalətlilik nümayiş etdirmir. Belə ki, qiymətləndirmə nəticəsində əldə edilən vərdiş inersiyası əmsalı kiçikdir ($h = 0.14$). Üçüncüsü, dövrlərarası əvəzləmə elastikliyinə tərsi (və ya nisbi risk alma dərəcəsi) vahiddən kiçik qiymət alır ki, bu da mövcud ədəbiyyatda tez-tez rastlaşılmayan haldır. Əksər hallarda tədqiqatçılar bu göstəricini müxtəlif məqsədlər üçün kalibrasiya edərkən onun qiymətini vahid və ya vahiddən böyük götürürlər. Lakin Gandelman və Hernandez-Murillonun (2014) da qeyd etdiyi kimi bu əmsal müxtəlif ölkələr üzrə vahiddən kiçik qiymət ala bilər. Bu əmsalın vahiddən kiçik olması müxtəlif dövrlər arasında ev təsərrüfatlarının istehlakı əhəmiyyətli hamarlaşdırmadığını, daha çox “*bu günə*” görə qərar verdiklərini göstərir. Dördüncüsü, əmək təklifinin əməkhaqqıya nəzərən elastikliyi əmsalı ($1/\tau_L = 0.25$) o qədər də yüksək deyil. Başqa sözlə, əməkhaqqıların 1% artması intensiv əmək təklifini yalnız 0.25% artırır. Lakin qeyd edək ki, müvafiq parametrlərin prior və posterior paylanmaları tamamilə üst-üstə düşür ki, bu da statistik müşahidələrin həmin parametrlərin həqiqi dəyəri ilə bağlı məlum yükünə malik olmadığından xəbər verir. Beşincisi, pula tələbin faiz elastikliyi çox yüksək görsənir ($1/\kappa_M = 2$). Hesab edirik ki, qiymətləndirmə dövrü ərzində faiz elastikliyinə belə yüksək çıxması həmin dövrdə pul kütləsinin həddən yüksək artımına baxmayaraq faiz dərəcələrinin cüzi dəyişməsinə bağlı olmuşdur. Altıncısı, tapılan investisiya xərci əmsalı ($\gamma_I = 7.49$) böyükdür və ədəbiyyatla uyğunluq təşkil edir. Yeddincisi, qiymət indeksasiya parametri ($\chi_H = 0.14$) Fillips əyrisində inflyasiya ətalətinin aşağı olmasına işarə etsə də (0.12), inflyasiya gözləntisinin əmsalı böyükdür (0.87). Təməlləşmə üçün qeyd edək ki, Fillips əyrisində marjinal xərcin qarşısındakı əmsal isə 0.44 olaraq hesablanmış olur. Səkkizincisi, əməkhaqqılarını optimallaşdırma bilməyən işçilərin xüsusi çəkisi (ξ_H) 0.68 olaraq hesablanmışdır ki, bu da əməkhaqqı kontraktlarının ortalama üç rübdən bir dəyişdirildiyini göstərir. Qeyd edək ki, əməkhaqqılar üzrə indeksasiya parametrlərinin qiyməti də kiçikdir ($\chi_H = 0.15$). Doqquzuncusu, qiymətləndirilən şoklar üzrə əksər inersiya əmsalları çox da yüksək dəyərə malik deyil. Belə ki, pula tələb şoku istisna olmaqla heç bir inersiya parametri 0.8-dən yüksək qiymət almır. İkinci yüksək inersiya əmsalına malik olan şok məzənnə şokudur ($\rho_{De} = 0.68$). Ən aşağı inersiya əmsalına malik şok isə investisiya şokudur ($\rho_I = 0.19$). Onuncusu, monetar qurumun pulun artım qaydasının parametrlərinə nəzər salsaq, ən yüksək çəkinin məzənnəyə verildiyini görmək mümkündür ($\eta_{De} = 1.06$). Qiymətləndirilən dövr ərzində Mərkəzi Bankın məzənnəni aralıq hədəf kimi mənimsədiyini nəzərə alsaq bu nəticə o qədər də təəccüblü görsənir. Sonrakı ən yüksək çəki iqtisadi artıma ($\eta_Y = 0.41$), ən aşağı çəki isə inflyasiyaya ($\eta_\pi = 0.38$) məxsusdur. Lakin yuxarıda da qeyd olunduğu kimi bu parametrlərin prior və posterior paylanmaları tamamilə üst-üstə düşür. Bununla yanaşı, apardığımız müxtəlif identifikasiya testləri göstərir ki, bu parametrlər modelin ən zəif identifikasiya olunan parametrləri sırasına daxildirlər. Bu nəticəni həmin parametrlərin geniş qeyri-müəyyənlik

intervalları bir daha sübut edir. On birincisi, qiymətləndirilən şoklar arasında ən yüksək volatilliyə neft qiymətləri ($\sigma_{PO} = 0.56$) və neft hasilatı ($\sigma_{YO} = 0.34$) malikdir. Bundan sonra ən yüksək volatillik isə investisiya şokunda müşahidə olunur ($\sigma_I = 0.31$). On ikincisi, məzənnə şokunun da volatilliyi aşağı qiymətləndirilir ki, bu da həmin dövr ərzində məzənnənin daha çox inzibati yollarla tənzimlənməsinin və təsbit edilməsinin təzahürüdür.

5. Modelin yoxlanılması

Qiymətləndirilən modelin yoxlanılması müxtəlif yanaşmalardan istifadə edilməklə aparılacaqdır. Belə ki, bu bölmədə model parametrlərinin dövrü sabilliyi, bir sıra şoklar əsasında impuls-reaksiya təhlilləri, modelin momentləri üzrə paylanmaların müqayisəsi, əsas göstəricilərin tarixi dekompozisiyasının aparılması və onların dinamikasının dövr ərzində şoklara parçalanması, həmçinin modelin proqnozlaşdırma qabiliyyətinin müqayisəsi aparılır.

Parametrlərin dövrü sabitliyi

Modelin qiymətləndirilən parametrlərinin dövr ərzində sabitliyinin təhlili milli iqtisadiyyatda struktur sınımların yoxlanılması baxımından əhəmiyyət kəsb edir. Burada bütün parametrlərin dövrü sabilliyi haqqında müzakirə aparmaq çətindir. Bu səbəbdən biz standard kənarlaşması nisbətən yüksək olan parametrlərin qiymətlərində sabitliyin olub-olmamasını nəzərdən keçirəcəyik.

Beləliklə, parametrlərin dövrü sabilliyini yoxlamaq üçün modelin rekursiv qiymətləndirməsi aparılır. Belə ki, model ilk öncə 2003:R1 – 2010:R4 dövrü üçün qiymətləndirilir və müvafiq parametrlərin dəyərləri müəyyənləşdirilir. İkinci addımda qiymətləndirmə dövrünə dörd yeni müşahidə (2011:R1 – 2011:R4) əlavə edilir və model parametrlərinin qiymətləndirməsi yenidən aparılır. Bu qayda ilə hər addımda modelə dörd yeni müşahidə əlavə edilir və qiymətləndirmə dövrü genişləndirilir. Sonda model bütün dövrü əhatə edən müşahidələr (2003:R1 – 2014:R2) əsasında qiymətləndirilir və parametrlərin dəyərləri müəyyənləşdirilir.

Şəkil 5 – də müvafiq rekursiv qiymətləndirmələr əsasında əldə edilmiş beş standard kənarlaşma (marjinal xərc şoku σ_P , neft qiymət şoku σ_{PO} , neft hasilat şoku σ_{YO} , dövlət istehlak xərci şoku σ_{ng} , investisiya səmərəliliyi şoku σ_I) və beş digər parametr (pula tələbin faiz elastikliyi κ_M , vərdiş inersiyası əmsalı h , dövrlərarası əvəzləmə elastikliyinə tərsi σ_C , əmək təklifinin əməkhaqqıya nəzərən elastikliyi əmsalı τ_L , əməkhaqqılarını optimallaşdırma bilməyən işçilərin xüsusi çəkisi ξ_H) təsvir edilmişdir. Standard kənarlaşmaların təhlili göstərir ki, onların qiymətləri dövr ərzində o qədər də dəyişməmişdir. Oxşar olaraq, digər parametrlərin də tədqiqi onların qiymətlərinin dövrü sabilliyinin olmasından xəbər verir.

İmpuls-reaksiya təhlilləri

Modelə çoxsaylı struktur şoklar daxil edilsə də, burada yerə qənaət etmək məqsədi ilə yalnız üç əsas şokun – texnologiya şoku, neft qiymət şoku və dövlət istehlak xərcləri şokunun təsirlərinə baxılacaq. Məhz bu şokların seçilməsinin səbəbi aydındır – ölkə neftdən asılıdır və dövlət sektorunun iqtisadiyyatda payı yüksəkdir. Bununla yanaşı, texnologiya şokunun təsirinin də araşdırılması sırf mövcud ənənəyə sadıqlıq baxımından həyata keçirilir. Buradakı impuls-reaksiya təhlillərində 1%-lik müvafiq şokun modelin göstəriciləri üzərində təsirləri araşdırılır.

Şəkil 9 – da (bax *Əlavələr*) müsbət texnologiya şokunun modeldəki 16 əsas göstərici üzərindəki təsirləri təsvir edilmişdir. Göründüyü kimi müsbət texnologiya şoku q/n ÜDM-i və onun alt qətləmlərinin (istehlak, investisiya, dövlət istehlakı) armasına, inflyasiyanın isə aşağı düşməsinə gətirib çıxarır. Əməkhaqqının qalxması, lakin kapitalın gəlirliliyinin aşağı düşməsi marjinal xərcin də azalmasını şərtləndirir. Gözlənilmədiyi kimi real məzənnə bahalaşır, idxal məhsullarının həcmi ilk dövrlərdə aşağı düşsə də, sonrakı dövrlərdə artım müşahidə olunur. Qeyd edək ki, idxalın artımı daha çox istehlak və investisiya məhsullarına tələbin artması ilə bağlıdır.

Şəkil 10 – da müsbət neft qiymət şokunun model göstəriciləri üzərindəki təsirləri göstərilmişdir. Pozitiv neft qiymət şoku Fondan dövlət büdcəsinə transferlərin artmasına və beləliklə, dövlət istehlakı və investisiyanın genişlənməsinə gətirib çıxarır. Artan dövlət investisiyaları ictimai kapitalı artırır ki, o da q/n ÜDM-nin artımını təşviq edir. İqtisadiyyatda gəlirlərin artması özəl istehlakı, investisiyanı və özəl kapitalı stimullaşdırır. Nəticədə, kapitalın gəlirliliyi və əməkhaqqılar artır, marjinal xərc yüksəlir və inflyasiya baş verir. Qeyd edək ki, gözlənilmədiyi kimi neft qiymət şoku real məzənnənin bahalaşmasına və Fondun transferlərinin artması nəticəsində pul kütləsinin genişlənməsinə gətirib çıxarır.

Şəkil 11 – də müsbət dövlət istehlak xərci şokunun təsirlərinin nəticələri əks olunmuşdur. Dövlət istehlak xərclərinin artması q/n ÜDM-nin yüksəlməsinə səbəb olsa da, bu təsir nisbətən məhdud qalır. Bunun səbəbi dövlət istehlak xərclərinin artımının özəl istehlak və investisiya xərclərini sıxışdırmasıdır. Nəticədə özəl kapitalın səviyyəsi aşağı düşür, lakin əmək təklifinin səviyyəsi artır. Kapitalın səviyyəsi aşağı düşdüyündən gəlirlilik artsa da, əmək təklifinin artması əməkhaqqıların aşağı düşməsinə gətirib çıxarır. Nəticədə marjinal xərcə yüksəlir və inflyasiyanın artması müşahidə olunur. Real məzənnə ilkin dövrlərdə bahalaşsa da, sonrakı dövrlərdə ucuzlaşma təmayülü müşahidə olunur. İdxal və pul kütləsi azalır. Fondun transferlərindəki dəyişiklik isə yerli valyutanın məzənnəsinin və qiymətlərin dəyişməsi (dəyərlənmə effekti) səbəbindən baş verir.

Momentlər üzrə paylanmaların müqayisəsi

Modelin adekvatlığının yoxlanılmasının yollarından biri də göstəricilər üzrə modeldən əldə edilən momentlərin statistik məlumatlar ilə qarşılaşdırılmasıdır. Belə müqayisə ədəbiyyatda xeyli məşhurdur və əsasən Kidland və Preskotun (1981) seminal məqaləsi ilə başlamışdır. Burada da biz qurulan modelin və yeddi göstəricidən (q/n ÜDM-i, istehlak, dövlət istehlakı, inflyasiya, faiz dərəcəsi, pul kütləsi və neft qiymətləri) ibarət VAR modelinin müvafiq göstəricilər üzrə şərtlə standart kənarlaşmalarını və avtokorrelasiyasını müqayisə edəcəyik. Bununla yanaşı, həmin göstəricilərin q/n ÜDM-i ilə birgə korrelasiyası da təhlil ediləcəkdir.

Bu məqsədlə ilk öncə yeddi göstəricidən ibarət VAR modeli qurulur. Müxtəlif momentlərin paylanmalarını almaq üçün bootstrap metoduna müraciət olunur. Belə ki, müvafiq göstəricilərdən ibarət VAR modeli qiymətləndirildikdən (2003:R1 – 2014:R2) sonra əldə edilən tarixi şoklardan istifadə etməklə bootstrap əsasında 1,000 nümunə yaradılır. Sonra hər bir nümunə üzrə qiymətləndirilən VAR modelindən müvafiq göstəricilərin şərtlə momentləri hesablanır. Sonda hesablanan momentlər üzrə paylanmalar əldə edilir.

Oxşar olaraq, DSÜT modelindən müvafiq göstəricilərin momentləri üzrə paylanmalarını əldə etmək üçün model 1,000 dəfə simulyasiya edilir. Başqa sözlə, modeldəki struktur şoklar əsasında modelə daxil edilən göstəricilər üzrə 46 müşahidə uzunluğuna (2003:R1 – 2014:R2 dövrünə müvafiq) malik nümunələr yaradılır və onlardan (müvafiq) yeddi göstərici istifadə edilməklə VAR modeli qurulur. Sonra qiymətləndirilən VAR modeli üzrə şərti momentlər hesablanır və paylanmalar qurulur.

Şəkil 12 – də müvafiq altı göstərici⁵ üzrə modeldən və empirik qiymətləndirmədən (bootstrap VAR modelindən) əldə olunan standart kənarlaşma paylanmaları təsvir olunmuşdur. Şəkillərdən aydın olur ki, müvafiq göstəricilər üzrə modeldən əldə edilən standart kənarlaşma paylanmaları statistik məlumatlardan əldə edilən paylanmalarla üst-üstə düşür. Məsələn, belə görsənir ki, statistik məlumatlara görə inflyasiyanın standart kənarlaşması aşağı olsa da, model bunu ən az iki dəfə yüksək göstərir. Düzdür, model faiz dərəcəsinə nisbətən yaxşı təkrarlama bilsə də, adekvatlıq o qədər də yüksək deyil. Ən pis nəticələr isə pul kütləsi və q/n ÜDM-i üzrə müşahidə olunur. Burada, demək olar ki, model statistik məlumatlardan tamamilə fərqlənir və bu göstəricilərin oynaqlığını həddən yüksək göstərir.

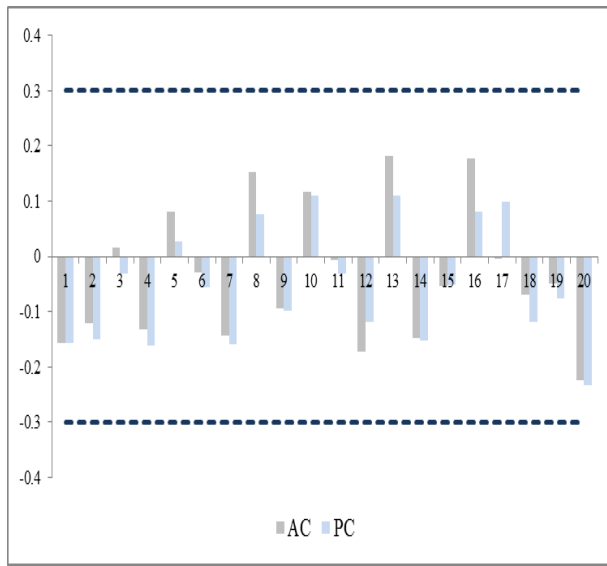
Şəkil 13 – də müvafiq göstəricilərin modeldən və statistik məlumatlardan (VAR modelindən) əldə edilən avtokorrelasiyaları üzrə paylanmaları təsvir edilmişdir. Buradan görüldüyü kimi modelin müvafiq göstəriciləri (dövlət istehlakı istisna olmaqla) təkrarlaması əvvəlki nəticələrlə müqayisədə nisbətən yaxşıdır. Şəkil 14 – də isə müvafiq göstəricilərin q/n ÜDM-i ilə korrelasiyası təsvir edilmişdir. Burada q/n ÜDM-nin əsas göstərici kimi seçilməsinin səbəbi mövcud ənənə ilə bağlıdır. Çox vaxt, biznes tsikli ədəbiyyatında müxtəlif göstəricilərin ÜDM-lə

⁵ Yerə qənaət məqsədilə neft qiymətləri üzrə nəticələr verilməmişdir.

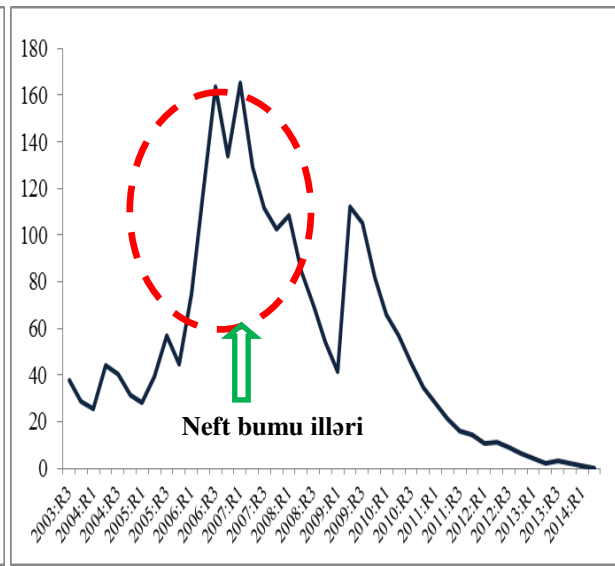
korrelasiyası xüsusi maraq kəsb edir. Nəticələrə gəlincə, aydın olur ki, bu meyar üzrə də modelin statistik məlumatları təkrarlaması nisbətən qənaətbəxş hesab oluna bilər.

Modelin statistik məlumatları təkrarlama bilməməsinin səbəbi bir sıra amillərlə bağlı ola bilər. İqtisadiyyatda təsir edən şokların strukturu və ya təbiəti dəyişə bilər. Məsələn, ola bilər ki, iqtisadiyyata təsir edən şokların volatilliyində dəyişmə baş vermişdir. Yaxud, iqtisadiyyata təsir edən şokların strukturunda dəyişmə baş vermiş və yüksək volatil şoklar daha az volatil şoklarla əvəz olunmuşdur. İqtisadiyyatın strukturunda baş verən qırılmalar da belə nəticələr doğura bilər. Mülhizələrimizi yoxlamaq üçün qiymətləndirmə dövrünü qısaltmaq və onu sonuncu beynəlxalq maliyyə böhranından sonrakı iki ilə qədər aparmaq məqsədmüvafiq olardı.

Şəkil 18. Avto (və xüsusi) korrelasiya funksiyası



Şəkil 19. Ehtiyat pulların volatilliyi



Beləliklə, modelin qiymətləndirməsini 2003:R1 – 2010:R4 vaxt kəsiyinə məhdudlaşdıraraq yenidən aparırıq. Momentlərin müqayisəsi çalışmasını müvafiq dövr üzrə yenidən təkrarlayırıq. Şəkil 15 – də müvafiq göstəricilərin standar kənarlaşmaları təsvir edilmişdir. Aydın olur ki, bu dövrdə modelin statistik məlumatları təkrarlama qabiliyyəti pul kütləsi və q/n ÜDM istisna olmaqla xeyli yaxşıdır. Bir çox göstəricilərdə hər iki modeldən alınan paylanmalar demək olar ki, üst-üstə düşür. Hər iki model üzrə göstəricilərin avtokorrelasiya (Şəkil 16) və q/n ÜDM-i ilə korrelasiyalarının (Şəkil 17) qarşılıqlı müqayisəsi cüzi yaxşılaşmanın baş verdiyini göstərir.

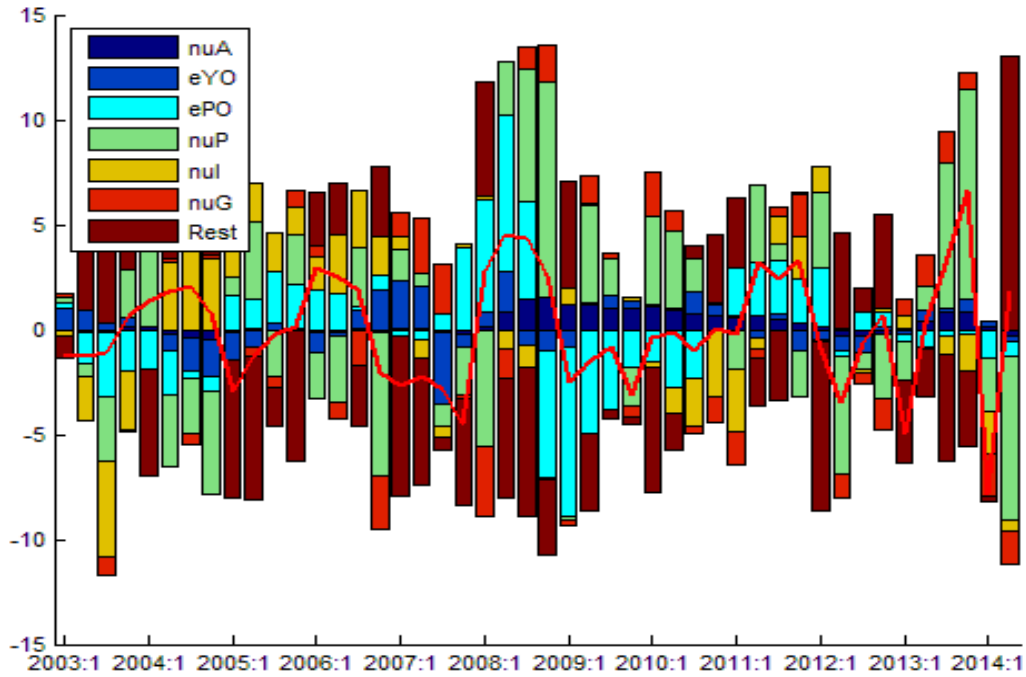
Beləliklə, məlum olur ki, modelin statistik məlumatları təkrarlama bacarığı 2003:R1 – 2010:R4 dövründə yaxşı olsa da, son bir neçə ildə pisləşmişdir. Bununla yanaşı, modelin q/n ÜDM-i və pul kütləsini təkrarlama imkanları heç bir halda yaxşılaşmayıb. Bunun səbəbini aydınlaşdırmaq üçün gəlin Şəkil 18-19-a nəzər yetirək. Şəkil 18-dən aydın olur ki, müvafiq dövr ərzində q/n ÜDM-nin (şərtsiz) avtokorrelasiya və xüsusi korrelasiya funksiyaları ağ küyə bənzəyir. Başqa sözlə, həmin dövrdə q/n ÜDM-nin proqnozlaşdırılması qeyri-mümkün görsənir. Şəkil 19-da isə GARCH modeli əsasında müvafiq dövr ərzində pul kütləsinin volatilliyi təsvir

edilmişdir. Buradan aydın olur ki, pul kütləsinin variansı neft bumu illərində xeyli artsa da, son illərdə xeyli aşağı düşmüşdür. Pul kütləsinin variansında belə dəyişmə ona təsir edən şokların təbiətində və ya strukturunda baş verən dəyişmə ilə izah oluna bilər. Belə dəyişmənin isə proqnozlaşdırmanı çətinləşdirməsi anlaşılındır.

Tarixi dekompozisiya

Bir sıra əsas göstəricilərin dövrü dinamikasının modelə daxil edilən struktur şoklara əsasən parçalanması və tarixi dekompozisiyası modelin adekvatlığını qiymətləndirməyə imkan verir. Belə ki, əgər modelə daxil edilən şoklar həmin göstəricilərin tarixi dinamikasının məqbul izahına şərait yaradırsa bu zaman modelin müəyyən adekvatlıq nümayiş etdirdiyini söyləmək mümkündür. Bu məqsədlə q/n ÜDM-i, deflyator, dövlət istehlakı və pul kütləsinin 2003:R1 – 2014:R2 dövrlərini əhatə edən vaxt kəsiyində tarixi dekompozisiyasına nəzər salaq.

Şəkil 20. q/n ÜDM-nin şoklara görə bölgüsü



Qeyd: Şəkilə müxtəlif rənglərlə texnologiya şoku (nuA), neft hasilatı şoku (eYO), neft qiymət şoku (ePO), marjinal xərc şoku (nuP), investisiya səmərəliliyi şoku (nuI), dövlət istehlak xərci şoku (nuG) və digər şoklar (Rest) təsvir edilmişdir.

Şəkil 20 – də q/n ÜDM-nin struktur şoklara görə tarixi dekompozisiyası təsvir edilmişdir. Şəkilə altı şok (texnologiya, neft qiyməti, neft hasilatı, marjinal xərc, investisiya səmərəliliyi,

dövlət istehlakı) göstərilmiş, qalan şoklar və ilkin şərtlər *digərləri* adı altına toplanmışdır. Şəkildə bütöv qırmızı xətlə q/n ÜDM-i təsvir edilmişdir. Şəkildən məlum olur ki, neft bumu illərində (2005 – 2008) neft qiyməti və neft hasilatı şokları q/n ÜDM-nin artımına müsbət töhfə vermişdir. Böhran sonrası 3 ildə (2009 – 2011) isə neft qiyməti və dövlət istehlak xərci şokları q/n ÜDM-nə azaldıcı təsir göstərmişdir. Burada marjinal xərc şokunun da təsirini xüsusi qeyd etmək yerinə düşərdi. Məlum olur ki, marjinal xərc şoku 2008-ci il ərzində q/n ÜDM-nə artırıcı təsir göstərsə də, onun təsiri son dövrlər azaldıcı yöndə olmuşdur.

Şəkil 6 – da q/n deflyatoru təsvir edilmişdir. Q/n ÜDM-ində olduğu kimi bu göstəricinin də dinamikasının izah olunmasında neft qiymət və neft hasilatı şokları mühim yer tutur. Belə ki, neft qiymət şoku 2005 – 2008-ci illər ərzində q/n deflyatoruna artırıcı təsir göstərsə də, 2009 – 2011-ci illərdə onun təsiri azaldıcı istiqamətdə olmuşdur. Bununla yanaşı, 2008-ci il ərzində marjinal xərc şoku deflyator üzərində azaldıcı təsire malik olmuşdur. Xatırlayaq ki, həmin dövrdə marjinal xərc şoku q/n ÜDM-nə artırıcı istiqamətdə töhfə vermişdir. Beləliklə, həmin dövrdə marjinal xərc şokunun təbiət etibarilə neqativ şok olduğu, nəticədə deflyatora azaldıcı təsir göstərsə də, q/n ÜDM-nin böyüməsinə yardımçı olduğu ortaya çıxır.

Şəkil 7 – də dövlət istehlak xərclərinin şoklara görə bölgüsü verilmişdir. Şəkildən aydın olur ki, bu göstəricinin dinamikası əsasən üç şok – neft qiyməti, neft hasilatı və dövlət istehlak xərci şokları ilə izah olunur. Digər göstəricilərdə olduğu kimi dövlət istehlak xərcində neft şoklarının təsir dövrü həqiqətə uyğun görsənir. Qeyd etmək lazımdır ki, son dövrdə bu iki şokun təsiri xeyli zəifləmişdir.

Şəkil 8 – də isə pul bazasının şoklara görə bölgüsünü görmək mümkündür. Digər göstəricilərdə olduğu kimi bu göstəricinin də dinamikasını əsasən neft şokları müəyyənləşdirir. Son dövrlərdə isə digər şokların təsiri əhəmiyyətli güclənmişdir.

Beləliklə, yuxarıdakı göstəricilərin tarixi dekompozisiyasından məlum olduğu kimi maraqlı dairəsində olan göstəricilərin dinamikasının şoklara görə bölgüsü qənaətbəxş hesab oluna bilər. Lakin şokların sayının nisbətən çox olması daha müfəssəl bölgü aparmağı çətinləşdirir.

Proqnozlaşdırma

Qurulan modelin müxtəlif proqnozlaşdırma məqsədləri üçün istifadə edilməsi nəzərdə tutulduğundan onun *şərtsiz* və *şərtli* proqnozlaşdırma imkanlarının yoxlanılması vacibdir. İlk olaraq biz modelin *ex-post* şərtsiz proqnozlaşdırma bacarıqlarını sınaqdan keçirəcəyik. *Ex-post* proqnozlaşdırma məqsədi ilə 2012:R1 – 2014:R2 dövrü müvafiq proqnozlaşdırma çalışmasını aparmaq üçün istifadə ediləcəkdir.

Cədvəl 2. Orta kvadrat proqnoz xətasının kökaltısı (RMSFE)

	1R			2R			4R			6R		
	M	V	B	M	V	B	M	V	B	M	V	B
<i>İnflyasiya</i>	1.01	1.18	0.94	1.24	1.24	0.87	0.56	1.24	0.63	0.77	1.50	0.79
<i>q/n ÜDM</i>	0.77	0.72	0.68	0.82	0.73	0.70	0.94	1.32	1.24	0.81	0.85	0.81
<i>Özəl istehlak</i>	0.83	1.37	0.86	0.73	0.84	0.66	0.53	0.61	0.74	0.62	0.59	0.49
<i>Dövlət istehlakı</i>	0.90	0.97	0.58	0.74	0.62	0.42	0.54	0.50	0.40	0.69	0.95	0.74
<i>Pul kütləsi</i>	4.15	3.17	2.26	3.78	2.36	1.47	3.39	0.82	0.73	3.88	0.55	0.42
<i>Faiz dərəcəsi</i>	0.75	1.08	0.77	0.89	1.17	0.89	1.12	0.94	0.86	0.88	1.06	0.76

Qeyd: M – qurulan modelin, V – VAR modelinin, B – BVAR modelinin qısaltmalarıdır.

Ex-post proqnozlaşdırma çalışmasında biz *rekursiv* proqnozlardan istifadə edəcəyik. Rekursiv proqnozlaşdırma zamanı ilk öncə model 2003:R1 – 2011:R4 dövrü üçün qiymətləndirilir və model parametrlərinin *modu* istifadə olunmaqla 1, 2, 4 və 6 rüb irəliyə proqnozlar verilir. Sonra qiymətləndirmə dövrünün sonuna bir rüb yeni müşahidələr əlavə edilir. Məsələn, ikinci addımda model 2003:R1 – 2012:R1 dövrü üçün yenidən qiymətləndirilir və 1, 2, 4 və 6 rüb irəliyə proqnozlar hesablanır. Bu qayda ilə model dövrün sonuna kimi yeni bir rüb müşahidələr əlavə edilməklə təkrar-təkrar qiymətləndirilir və müvafiq dövrlər üzrə proqnozlar verilir. Müvafiq dövrlər üzrə verilən proqnozlar göstəricilərin faktiki qiymətləri ilə müqayisə olunur və orta kvadrat proqnoz xətasının kökaltısı (RMSFE) hesablanır:

$$RMSFE_{m,h} = \sqrt{\frac{1}{N_h} \sum_{t=T}^{T+N_h-1} (\pi_{t+1} - \pi_{t+1}^{m,h})^2} \quad (88)$$

burada N_h *h-dövr irəliyə* qiymətləndirilən proqnozların sayı, π_{t+1} müqayisə edilən göstəricinin $t+1$ dövründəki faktiki rüblük dəyəri, $\pi_{t+1}^{m,h}$ isə m modeli tərəfindən *h-dövr irəliyə* verilən proqnozdur (*h dövr geridən*). Hər bir modelin *h-dövr irəliyə nisbi* proqnozlaşdırma gücü baza modelə (təsadüfi dolaşma modeli) görə aşağıdakı kimi hesablanır:

$$RMSFE_h^{REL} = \frac{RMSFE_{m,h}}{RMSFE_{b,h}} \quad (89)$$

burada b baza modeli işarə edir. Üstün proqnozlaşdırma gücü olan modelin *nisbi* RMSFE-si vahiddən kiçik olmalıdır.

Qurulan modellə yanaşı 7 dəyişənli (inflyasiya, q/n ÜDM, özəl istehlak, dövlət istehlakı, deflyator, pul kütləsi və faiz dərəcəsi) VAR və BVAR modellərinin proqnozlaşdırma imkanları da sınaqdan keçirilir və əsas modellə müqayisə edilir. BVAR modeli qurularkən ədəbiyyatda məşhur olan Litterman priorlarından istifadə edilir. Yuxarıda da qeyd etdiyimiz kimi baza model kimi təsadüfi dolaşma modeli götürülür.

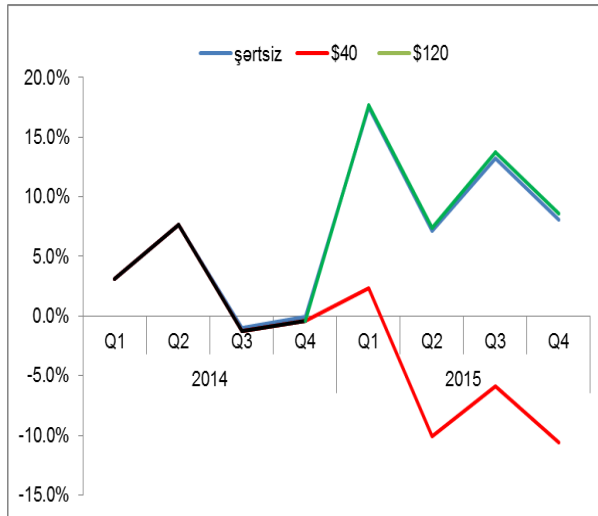
Cədvəl 2-də apardığımız şərtsiz proqnozlaşdırma çalışmasının nəticələri təqdim edilmişdir. Cədvəldən də görüldüyü kimi model inflyasiyanın 1 və 2 rüb irəliyə proqnozlaşdırılmasında BVAR modelindən geri qalsa da, 4 və 6 rüb irəliyə proqnozlarda üstünlük nümayiş etdirir. Qeyd edək ki, inflyasiya üzrə ən pis proqnozlaşdırma nəticələrini VAR modeli göstərir. Belə ki, bu modelin proqnozları heç bir proqnoz dövründə baza modelin nəticələrini üstələyə bilmir (nisbi RMSFE nəticələri 1-dən böyükdür).

Yaxşı nəticələri model q/n ÜDM-nin proqnozlaşdırılması zamanı da sərgiləyir və nisbətən uzun proqnoz dövründə digər modellərə görə yaxşı nəticələr göstərir. Özəl istehlak üzrə proqnozların qarşılıqlı müqayisəsi qarışıq nəticələr meydana çıxarsa da, ümumiyyətlə modelin göstəriciləri yaxşı hesab oluna bilər. Oxşar mülahizələri dövlət istehlak xərclərinin proqnozlaşdırması üçün də söyləmək mümkündür.

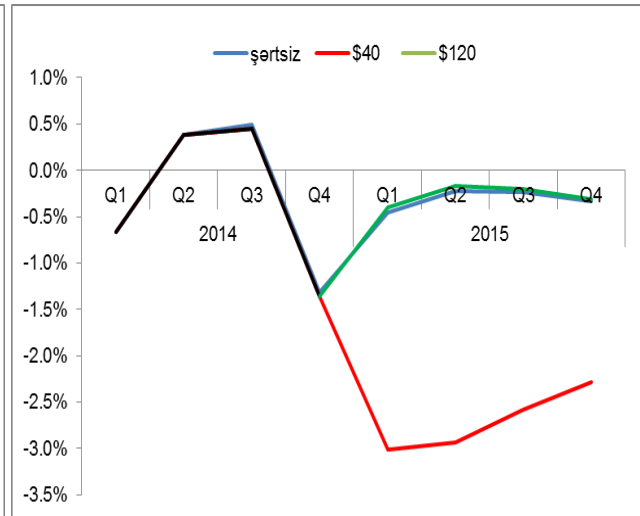
Faiz dərəcəsinin proqnozlaşdırılmasında isə əvvəlki nəticələrin əksinə model 1 və 2 rüb irəliyə proqnozlaşdırmada digər modelləri üstələyir, 4 və 6 rüb irəliyə nəticələrdə isə BVAR modelindən geri qalır. Modelin pul kütləsinin proqnozlaşdırma imkanları isə xeyli problemlə görsənir. Hətta model pul kütləsinin proqnozlaşdırılması imkanları baxımından baza modeldən belə xeyli geri qalır.

Praktikadan məlumdur ki, şərtsiz proqnozlaşdırma ilə yanaşı bu tip modellərin üstünlüyü onların müxtəlif ssenari analizlərində istifadə edilmə imkanlarıdır. Burada da biz neft qiymətinin 2 ssenarisində (\$40 və \$120) modelin q/n ÜDM və inflyasiya üzrə proqnozlarına baxacağıq. Beləliklə, bu çalışma daha çox nümayiş məqsədi daşıyır və 2014:R3 - 2015:R4 dövrü ərzində həmin iki göstəricinin yuxarıdakı iki müxtəlif ssenaridə proqnozlarına nəzər salacağıq.

Şəkil 21. q/n ÜDM



Şəkil 22. İnflyasiya



Yuxarıdakı şəkillərdə müvafiq olaraq q/n ÜDM-i və inflyasiyanın (İQİ) müxtəlif ssenarilərdə illik proqnozları verilmişdir. Şərtsiz proqnoz dedikdə biz hər hansı model

göstəricisinin gələcək trayektoriyasının modelə əvvəlcədən daxil edilməməsini nəzərdə tuturuq. Belə ki, bu zaman model bütün göstəricilərin gələcək trayektoriyasını öz məxsusi dinamikası əsasında proqnozlaşdırır. *Şərtli* proqnozlaşdırmada isə müəyyən ssenari əsasında müvafiq göstəricilərin gələcək trayektoriyası modelə daxil edilir və model digər göstəricilərin proqnozlaşdırmasını aparır. Məsələn, yuxarıdakı ssenarilərdən birində (\$40) biz neft qiymətlərinin 2015-ci ilin birinci rübündən etibarən \$40 ətrafına düşüb həmin səviyyədə ilin axırına qədər qalacağını güman edir və bunu modelə daxil edirik. Digər göstəricilərin proqnozlaşdırılması bu şərt nəzərə alınmaqla aparılır.

Beləliklə, yuxarıdakı şəkillərdən aydın olur ki, hər iki göstərici üzrə *şərtsiz* proqnoz neft qiymətlərinin \$120 *şərtli* proqnoz ssenarisindən fərqlənir. Bunun səbəbi bizim neft qiymətlərinin 2014-cü ilin sonuna qədər hazırkı səviyyədə (\$114) qalacağını fərz etməyimizdir. Lakin neft qiymətlərinin \$40 ssenarisində q/n ÜDM-də kəskin azalmanın olacağı proqnozlaşdırılır. Belə ki, əgər *şərtsiz* və \$120 ssenarisində q/n ÜDM-nin 2015-ci ilin sonuna illik 11% ətrafında artacağı proqnozlaşdırılırdısa, \$40 ssenarisində bu artım artıq -6.3% təşkil edir. Həmçinin, aşağı neft qiymətləri ssenarisində cüzi deflyasiyanın da yüksək deflyasiyaya çevriləcəyi təxmin edilir.

Beləliklə, həm *şərtsiz*, həm də *şərtli* proqnozlaşdırma çalışmaları göstərir ki, qurulan model proqnozlaşdırma və müxtəlif ssenari analizlərinin aparılmasına yararlıdır və bu məqsədlə səmərəli şəkildə istifadə edilə bilər.

6. Nəticə

Bu məqalədə milli iqtisadiyyatın özünəməxsus xüsusiyyətlərini özündə əks etdirən yeni Keynezçi DSÜT modelinin ekonometrik qiymətləndirməsi aparılmışdır. Qiymətləndirmə zamanı Bayez metodlarına əsaslanılmış və rüblük məlumatlardan istifadə edilmişdir. Modelin parametrlərinin qiymətləndirməsi bir sıra maraqlı məqamları üzə çıxardır. İlk öncə məlum olur ki, əvvəlcə qurulan DSÜT (2010-2011) modellərində ədəbiyyatdan götürülərək istifadə edilən bəzi parametrlərin kalibrasiyası qiymətləndirilən əmsallardan əhəmiyyətli fərqlənir. Məsələn üçün, qiymətləndirilən dövrlərarası əvəzləmə elastikliyinə tərsi (σ_c) vahiddən kiçikdir (0.54). Lakin çox vaxt kalibrasiya zamanı həmin parametrlərin qiyməti vahidə bərabər (loqarifmik funksiya) götürülürdü. Digər nümunə pula tələbin faiz elastikliyi ola bilər. Çox zaman kalibrasiya zamanı həmin elastikliyin 0.1 ətrafında olması fərz olunurdu. Lakin qiymətləndirmə nəticələrinə görə həmin parametrlərin qiyməti 2 ətrafındadır. İkinci olaraq məlum olur ki, parametrlərin qiymətlərinin dövr ərzində stabillik nümayiş etdirməsinə baxmayaraq iqtisadiyyatı sarsan şokların strukturunda mühim dəyişikliklər baş vermişdir. Məhz bu fakt post-neft buma dövründə proqnozlaşdırma işini çətinləşdirən əsas amillərdən biri hesab oluna bilər. Üçüncüsü, qiymətləndirmələr göstərir ki, modeldə ən zəif identifikasiya olunan və problemlili parametrlər pul kütləsi ilə bağlı parametrlərdir. Aşağıda da qeyd olunacağı kimi pul kütləsinin dövrü dinamikasında mühim dəyişmələr olduğu aşkardır.

Həmçinin, qiymətləndirilən modelin yoxlanılması zamanı onun adekvat nəticələr göstərdiyi məlum olur. Bir sıra şoklarla impuls-reaksiya təhlilləri modelin gözləntiləri qarşıladığını ortaya qoyur. Bir sıra mühim göstəricilərin şoklara görə tarixi dekompozisiyası zamanı da model qənaətbəxş nəticələr nümayiş etdirir. Bununla yanaşı, model göstəriciləri üzrə momentlərin empirik momentlərlə müqayisəsi zamanı bir sıra çatışmazlıqlar aşkar edilir. Bir sıra göstəricilər üzrə model qənaətbəxş nəticələrə malik olsa da, q/n ÜDM-i və pul kütləsi üzrə modelin empirik məlumatları təkrarlamasında problemlər olduğu görsənir. Yuxarıda da qeyd olunduğu kimi hesab edirik ki, burada əsas problem dövr ərzində iqtisadiyyatı sarsan şokların strukturunda baş verən dəyişikliklərdir.

Modelin proqnozlaşdırma işində istifadəsi nəzərdə tutulduğundan onun proqnozlaşdırma imkanları da yoxlanılır. Qiymətləndirilən model bir sıra göstəricilərin proqnozlaşdırılmasında BVAR modellərinə yaxın, hətta bəzən onlardan da yaxşı nəticələr nümayiş etdirir. Qeyd edək ki, ədəbiyyatda BVAR modelləri proqnozlaşdırma dəqiqliyi ən yüksək modellər sırasına daxil edilir. Bununla yanaşı, modelin pul kütləsinin proqnozlaşdırılmasında çətinliklərlə üzləşdiyi görsənir. Bir sıra alternativ ssenarilər üzrə proqnozlaşdırma modelin bu təhlillərin aparılması üçün də yararlı olduğunu ortaya qoyur.

Model bir çox xüsusiyyətlərinə görə yenilikçi hesab oluna bilər. İlk öncə, qiymətləndirilən model milli iqtisadiyyatın özünəməxsus xüsusiyyətlərini özündə ehtiva edən ilk yeni Keynezçi model hesab oluna bilər. Düzdür, bundan əvvəl də milli iqtisadiyyatın ümumi tarazlıq modelləri əsasında qiymətləndirməsi aparılmışdır. Lakin burada qiymətləndirməsi aparılan model yeni Keynezçi model olması və rəşional gözləntilərə əsaslanması baxımından ilk hesab olunur. Həmçinin, modelin ekonometrik qiymətləndirməsi zamanı Bayez üsullarına əsaslanması bir çox araşdırmalardan fərqli olaraq qısa zaman sırası problemlərini həll etməyə imkan verir.

Beləliklə, burada qiymətləndirilən model ölçüsünə görə orta-böyük miqyaslı model olub milli iqtisadiyyatın bir çox xüsusiyyətlərini özündə cəmləşdirir. Ümumilikdə, model siyasət qurumlarının model çantasına daxil edilə və beləliklə, müxtəlif proqnozlaşdırma işi və ssenari analizlərində istifadə edilə bilər.

Ədəbiyyat

Aliyev, Ruslan, 2012, "Monetary policy in resource-rich developing economies", CERGE-EI WP 466

An, Sungbae, and Schorfheide, Frank, 2007, "Bayesian analysis of DSGE models", *Econometric Reviews*, Vol 26/2-4, pp. 113-172

Andrle, Michal, Hledik, Tibor, Kamenik, Ondra, and Vlcek, Jan, 2009, "Implementing the new structural model of the Czech National Bank", WP 2/2009

Berg, Andrew, Gottschalk, Jan, Portillo, Rafael and Zanna, Luis-Felipe, 2010, "The macroeconomics of medium term aid scaling up scenarios", IMF, WP 160

Berg, Andrew, Mirzoev, Tokhir, Portillo, Rafael and Felipe-Zanna, Luis, 2010, "The short run macroeconomics of aid inflows: understanding the interaction of fiscal and reserve policy", IMF, WP 65

Blanchard, Olivier J., and Kahn, Charles M., 1980, "The solution of linear difference models under rational expectations", *Econometrica*, Vol. 48/5, pp. 1305-1312

Chib, Siddhartha, and Greenberg, Edward, 1995, "Understanding the Metropolis-Hastings algorithm" *The American Statistician*, Vol. 49, pp. 327–335

Christoffel, Kai, Coenen, Gunter, and Warne, Anders, 2008, "The new area-wide model of the Euro area: a micro-founded open-economy model for forecasting and policy analysis", ECB WP 944

Dagher, Jihad, Gottschalk, Jan and Portillo, Rafel, 2010, "Oil windfalls in Ghana: A DSGE approach", IMF, WP 116

DeJong, David N., and Dave, Chetan, 2007, *Structural Macroeconometrics*, Princeton University Press

Dib, Ali, 2001, "An estimated Canadian DSGE model with nominal and real rigidities", Bank of Canada, WP 2001-26

Gandelman, Nestor, and Hernandez-Murillo, Ruben, 2014, "Risk aversion at the country level", St Louis Fed WP 2014-005

Geweke, John, 1999, "Computational experiments and reality", *Computing in Economics and Finance*, Vol. 401,

Haider, Adnan and Khan, Safdar Ullah, 2009, "A small open economy DSGE model for Pakistan", *Pakistan Development Review*, Vol. 47, Issue 4, p. 963

Hasanov, Fakhri and Joutz , Federick, 2013, "A macroeconomic model for making effective policy decisions in the Republic of Azerbaijan", International Conference on Energy, Regional Integration and Socio-Economic Development, No. 6017

Həsənli, Yadulla and İsmalyılov, Nəsimi, 1998, "Keynez tipli Klein modeli", Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Xəbərləri, İqtisadiyyat seriyası, No. 18/1, s. 238-240

Həsənli, Yadulla and İmanov, Qorxmaz, 2001, "Azərbaycan Respublikasının sosial-iqtisadi inkişafının makroiqtisadi təhlili üçün modellər", Elm nəşriyyatı (monoqrafiya)

Həsənli, Yadulla, 2007, “Azərbaycanın sosial-iqtisadi inkişafının modelləşdirilməsi məsələləri”, Elmlər Doktoru dərəcəsi üzrə dissertasiya işi

Huseynov, Salman and Ahmadov Vugar, 2013, “Oil windfalls, fiscal policy and money market disequilibrium”, William Davidson WP 1051

Klein, Paul, 2000, “Using the generalized Schur form to solve a multivariate linear rational expectations model”, *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 24/10, pp. 1405-1423

Koeda, Junka, and Kramarenko, Vitali, 2008, “Impact of government expenditure on growth: the case of Azerbaijan”, IMF WP 08/115

Kydland, Finn E., and Prescott, Edward C., 1982, “Time to build and aggregate fluctuations”, *Econometrica*, Vol. 50/6, pp. 1345-1370

Lucas, Robert, 1976, “Econometric policy evaluation: a critique”, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, Vol. 1, pp. 19-46

Medina, Juan Pablo and Soto, Claudio, 2006, "Model for analysis and simulations: a small open economy DSGE for Chile", Central Bank of Chile, Mimeo

Medina, Juan P. and Soto, Claudio, 2005, “Oil shocks and monetary policy in an estimated DSGE model for a small open economy”, Central Bank of Chile, WP 353

Pagan, Adrian, 2003, “Report on modeling and forecasting at the Bank of England”, *Bank of England Quarterly Bulletin*, Spring

Shahmoradi, Asgar, 2012, “Exchange rate policy and macroeconomic costs in Azerbaijan: insights from a DSGE model”, IMF Country Report 12/6, *Republic of Azerbaijan: Selected Issues*, pp. 15-23

Schorfheide, Frank, 2000, “Loss function-based evaluation of DSGE models,” *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 15, pp. 645–670

Sims, Christopher A., 2002, “Solving linear rational expectations models”, *Computational Economics*, Vol. 20/1, pp. 1-20

Sims, Christopher A., 1980, “Macroeconomics and reality”, *Econometrica*, Vol. 48/1, pp. 1-48

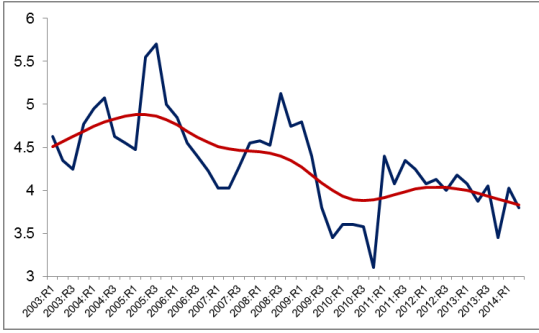
Smets, Frank and Wouters, Raf, 2003, “An estimated dynamic stochastic general equilibrium model for the Euro Area”, *Journal of European Economic Association*, Vol. 1/5, pp. 1123-1175

Smets, Frank and Wouters, Raf, 2008, “Shocks and frictions in US business cycles: a Bayesian DSGE approach”, *American Economic Review*, Vol. 97/3, pp. 586-606

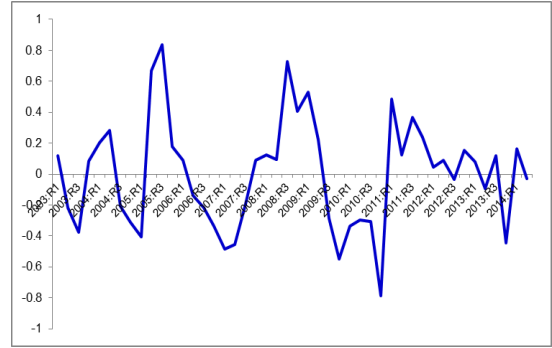
ƏLAVƏLƏR

Şəkil 1. Müşahidə edilən məlumatlar

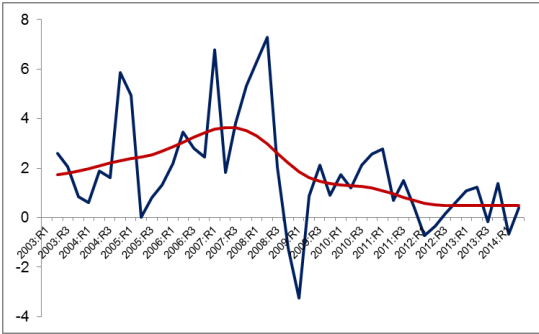
Faiz dərəcəsi



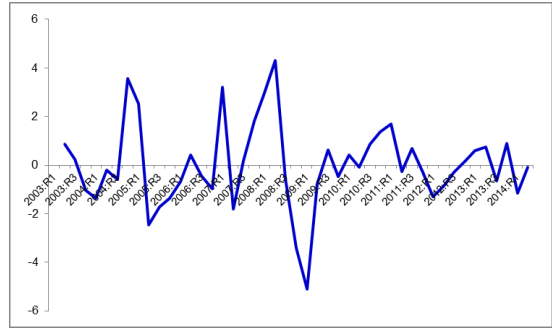
Faiz dərəcəsi kəsiri



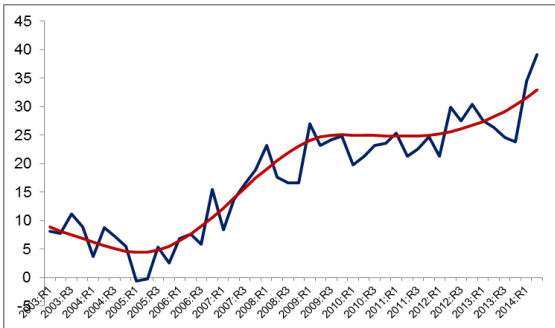
İnflyasiya



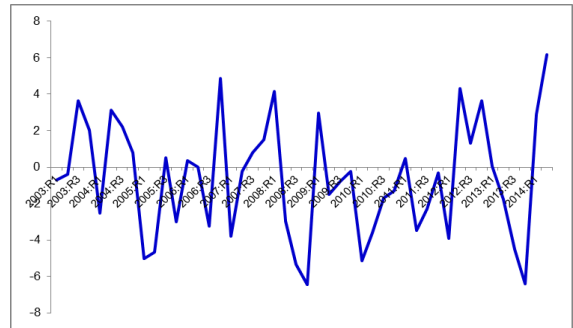
İnflyasiya kəsiri



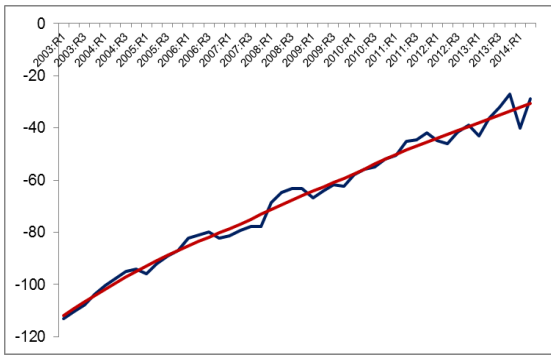
Deflyator



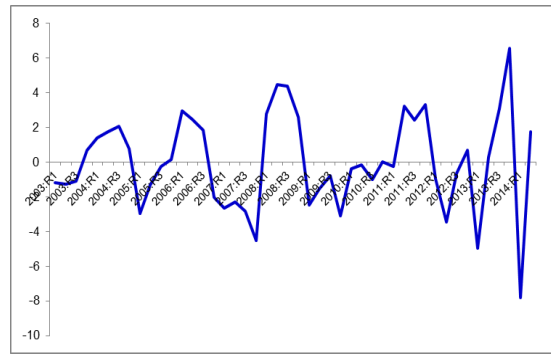
Deflyator kəsiri



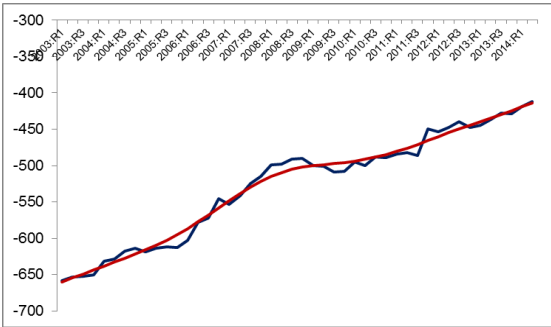
q/n ÜDM



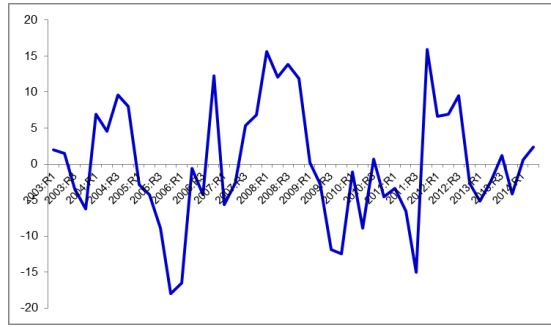
q/n ÜDM kəsiri



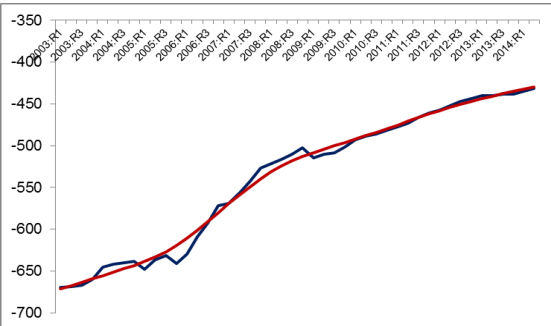
Xalis xarici aktivlər



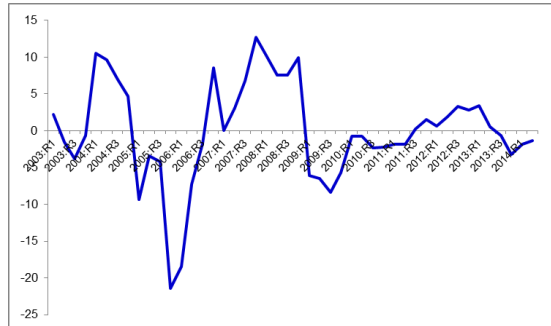
Xalis xarici aktivlər kəsiri



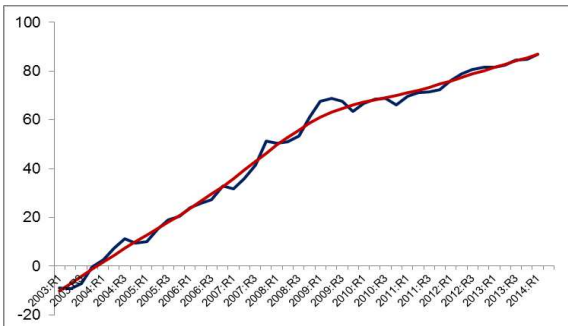
Ehtiyat pullar



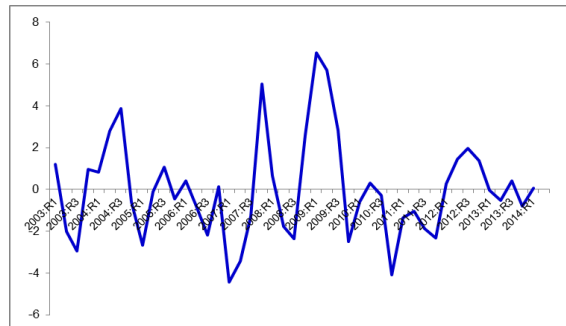
Ehtiyat pullar kəsiri



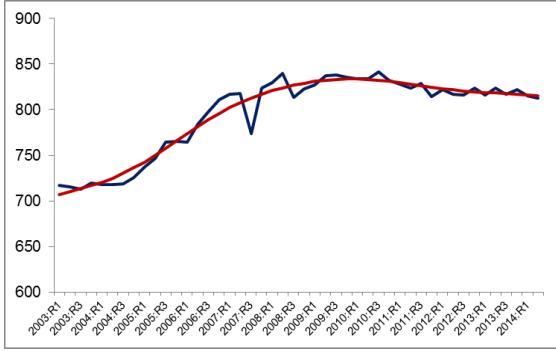
Əməkhaqqı



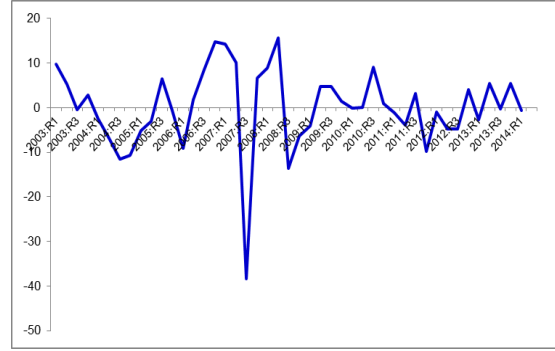
Əməkhaqqı kəsiri



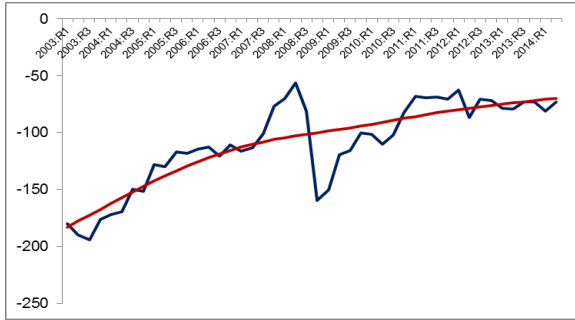
Neft hasilatı



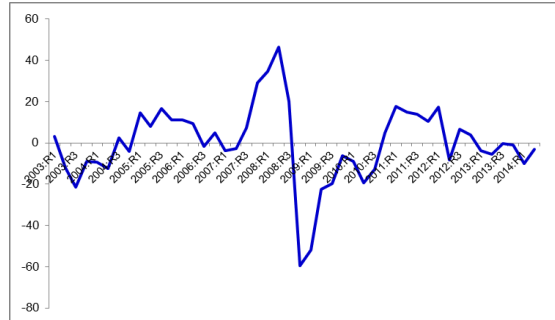
Neft hasilatı kəsiri



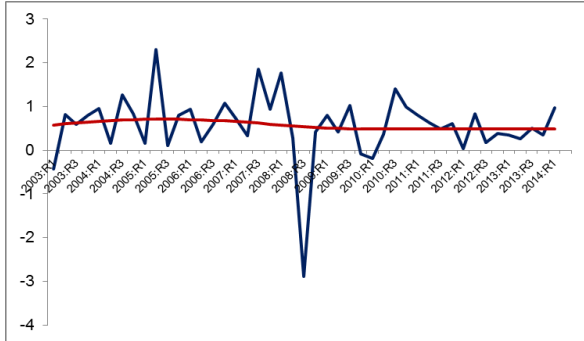
Neft qiymətləri



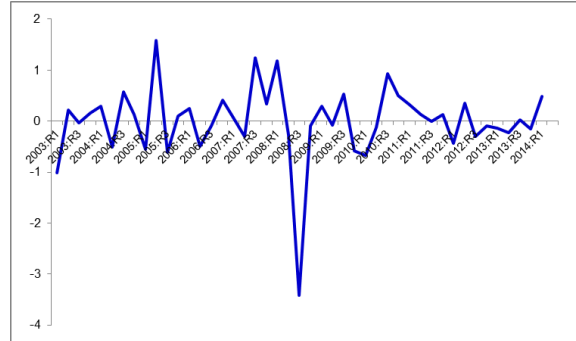
Neft qiymətləri kəsiri



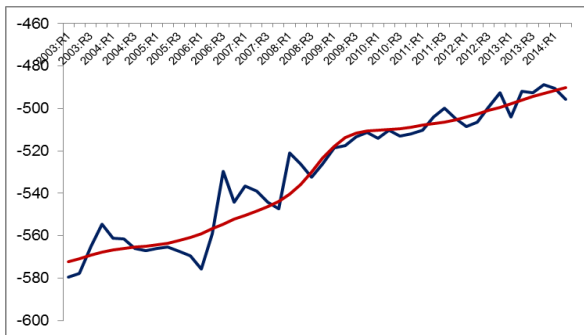
Xarici inflyasiya



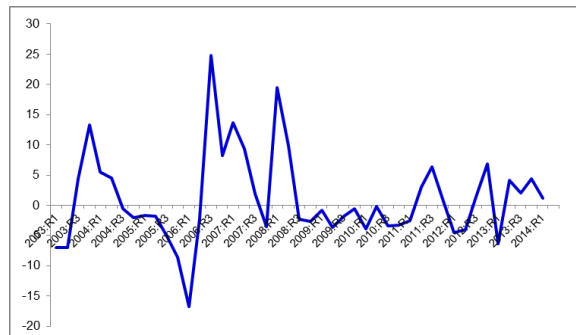
Xarici inflyasiya kəsiri



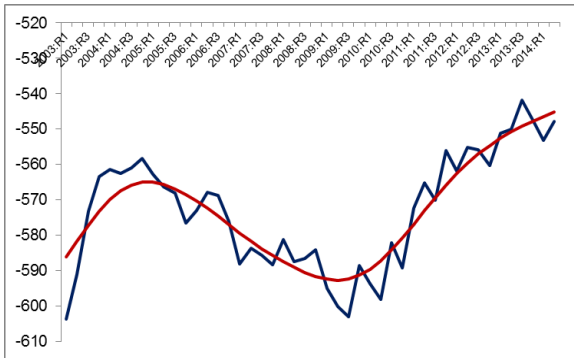
Özəl istehlak



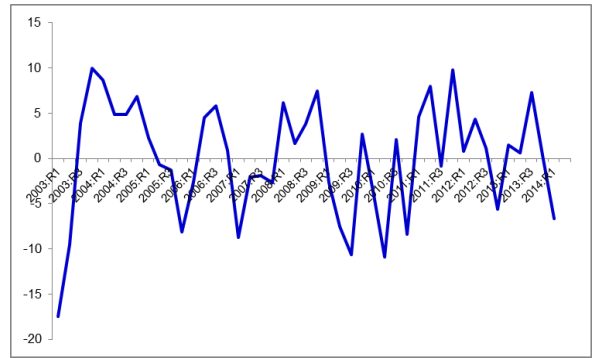
Özəl istehlak kəsiri



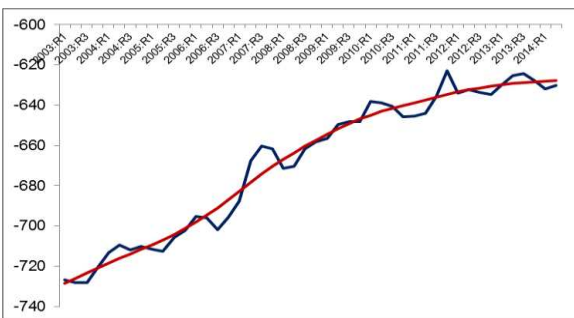
İnvestisiya



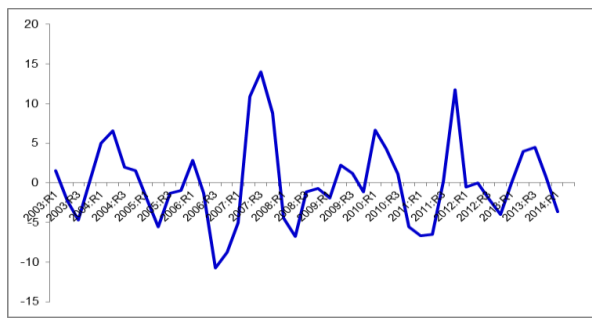
İnvestisiya kəsiri



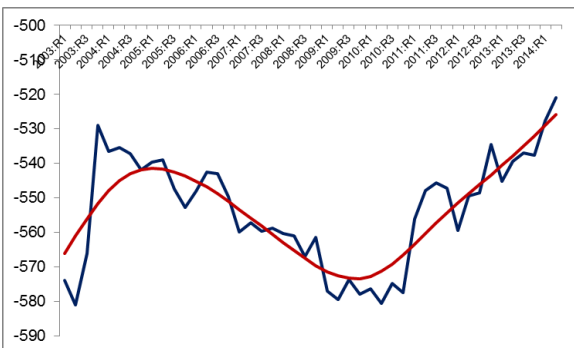
Dövlət istehlakı



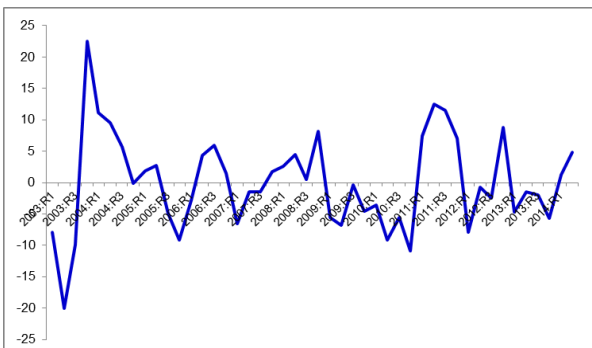
Dövlət istehlakı kəsiri



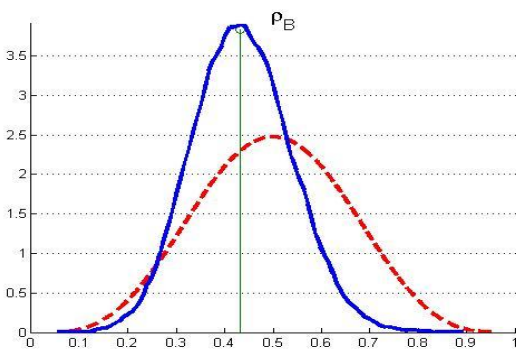
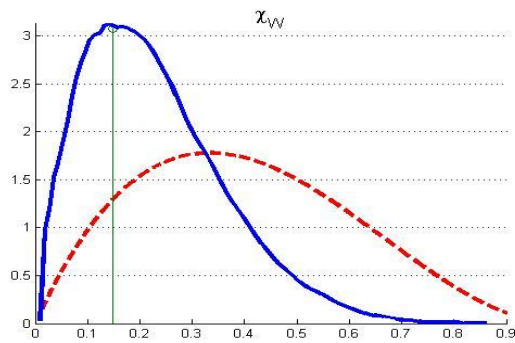
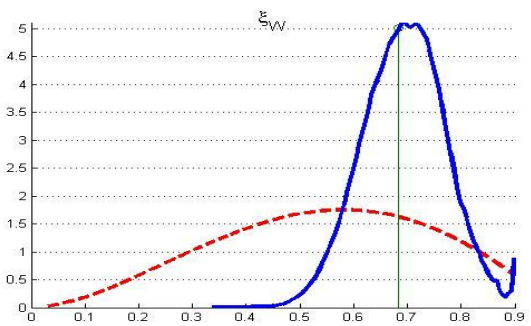
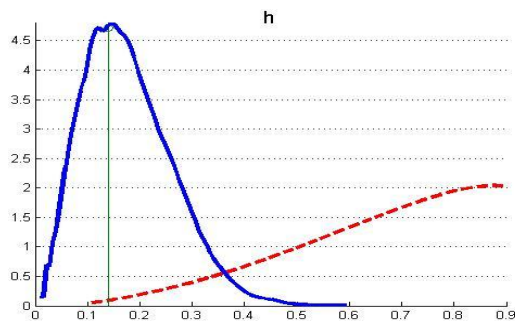
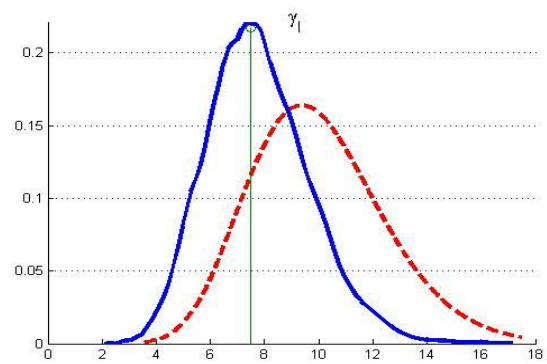
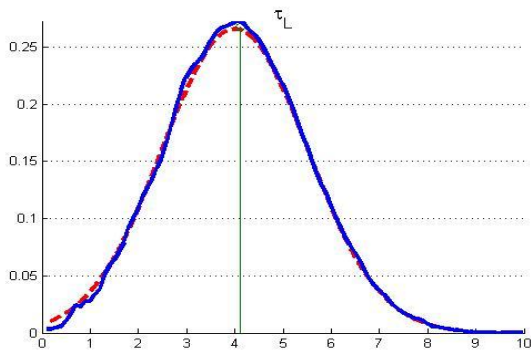
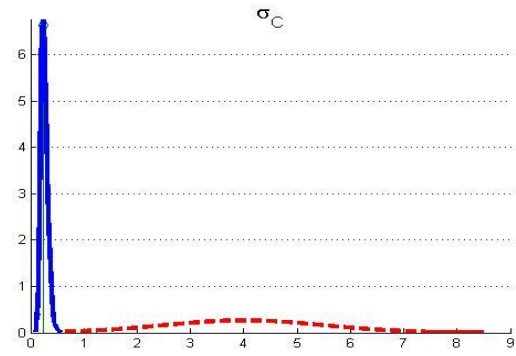
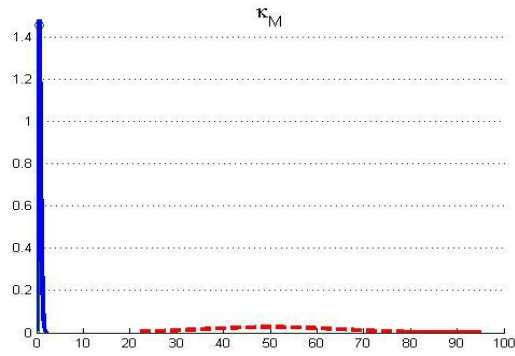
İdxal



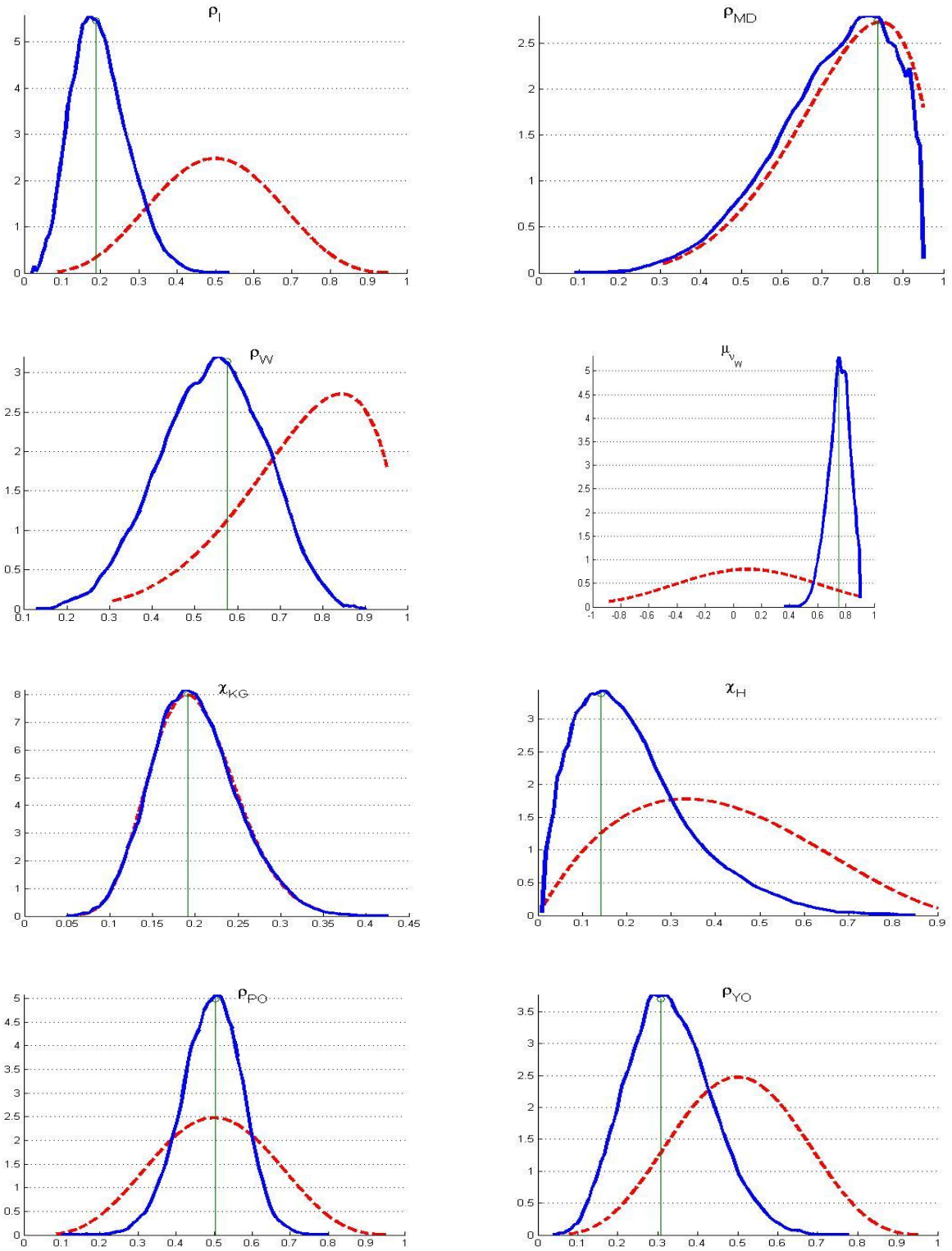
İdxal kəsiri



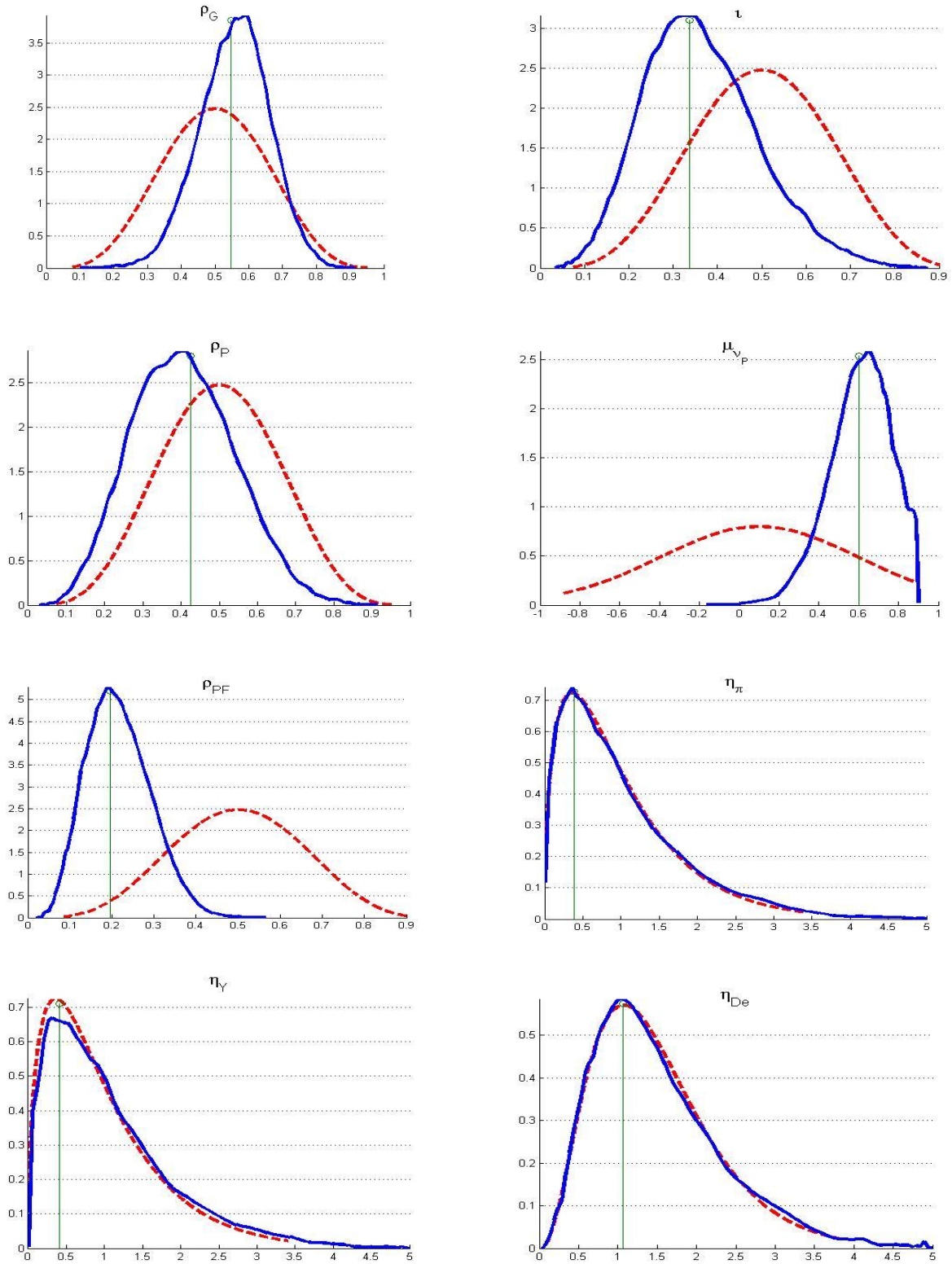
Şəkil 2. Struktur parametrlərin prior və posterior paylanmaları



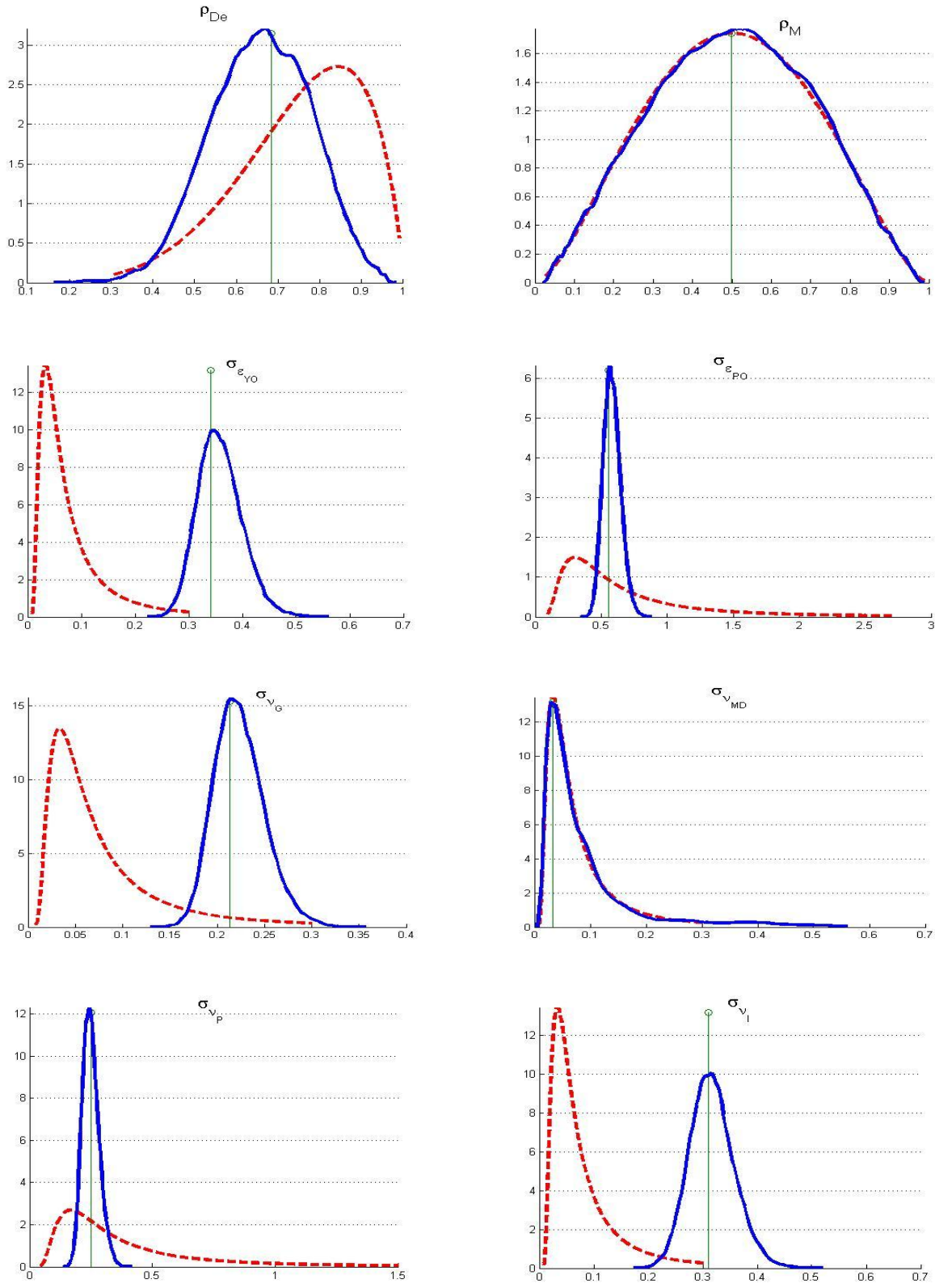
Şəkil 2. Struktur parametrlərin prior və posterior paylanmaları (davamı)



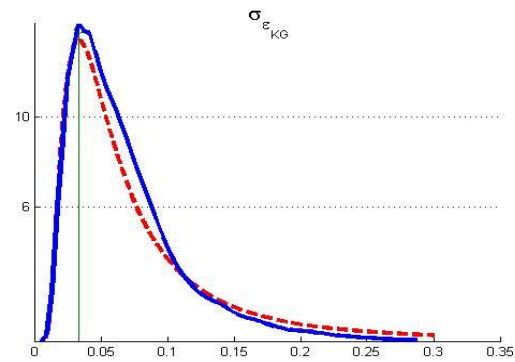
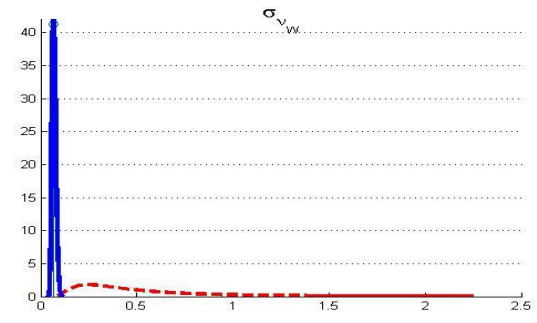
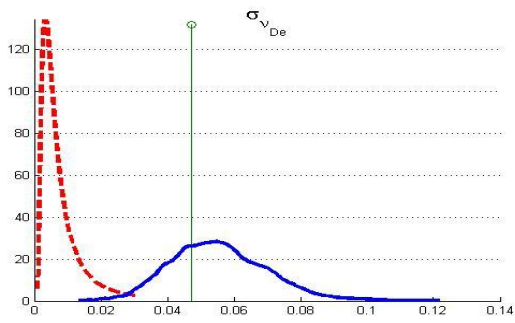
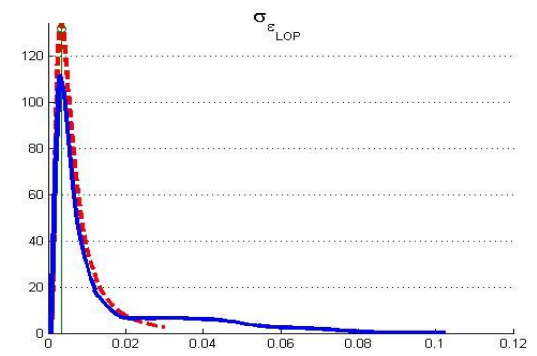
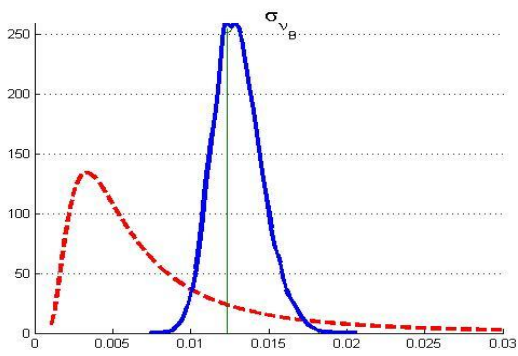
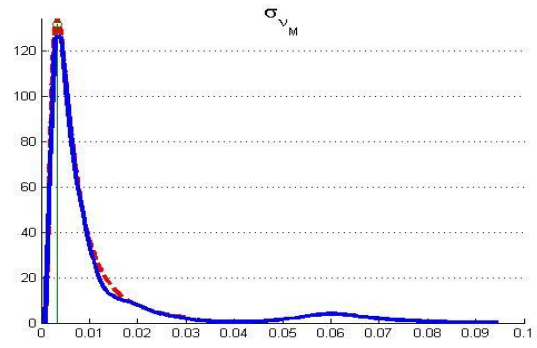
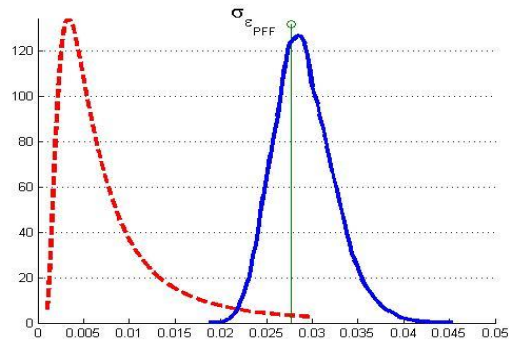
Şəkil 2. Struktur parametrlərin prior və posterior paylanmaları (davamı)



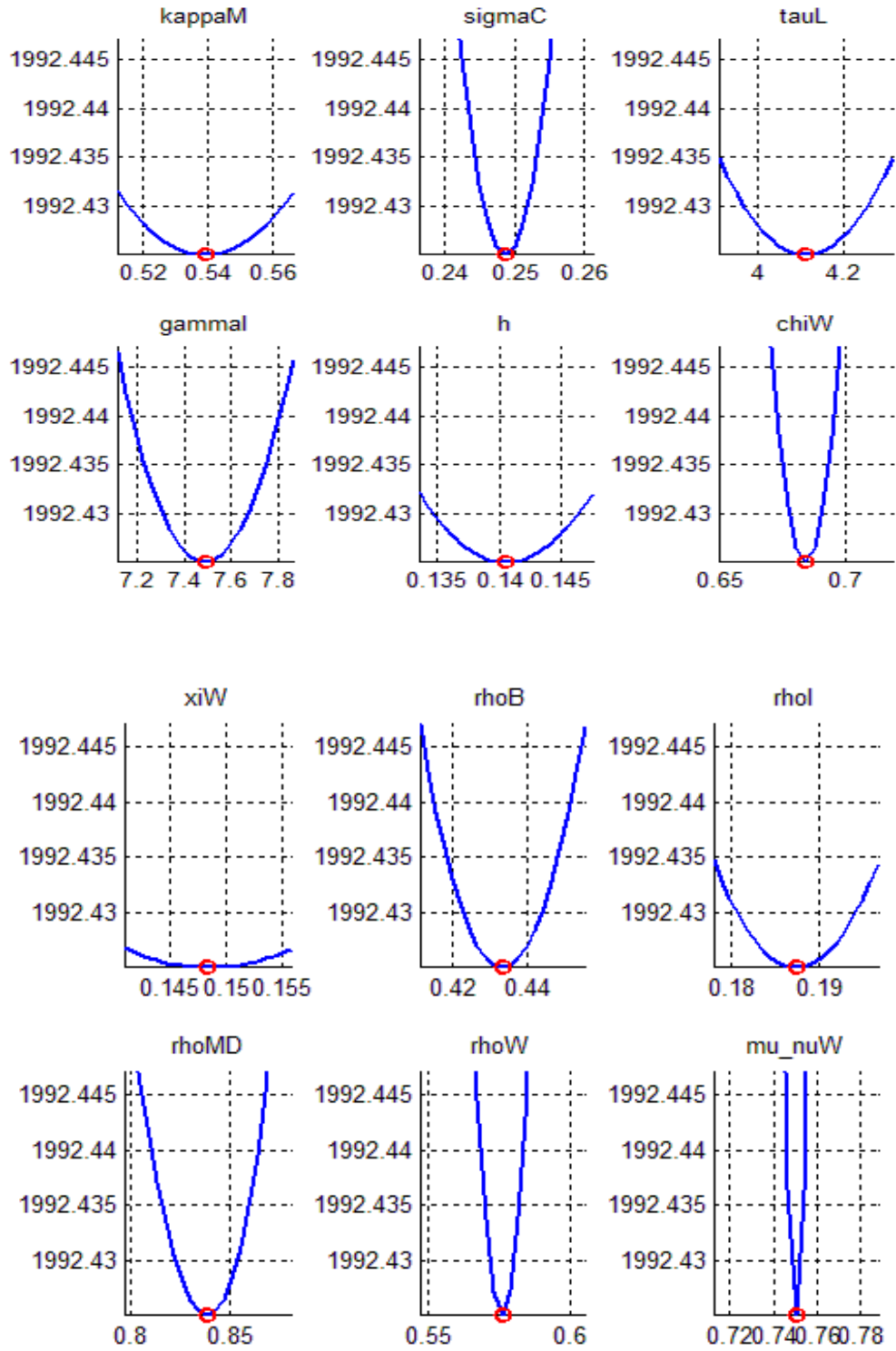
Şəkil 2. Struktur parametrlərin prior və posterior paylanmaları (davamı)



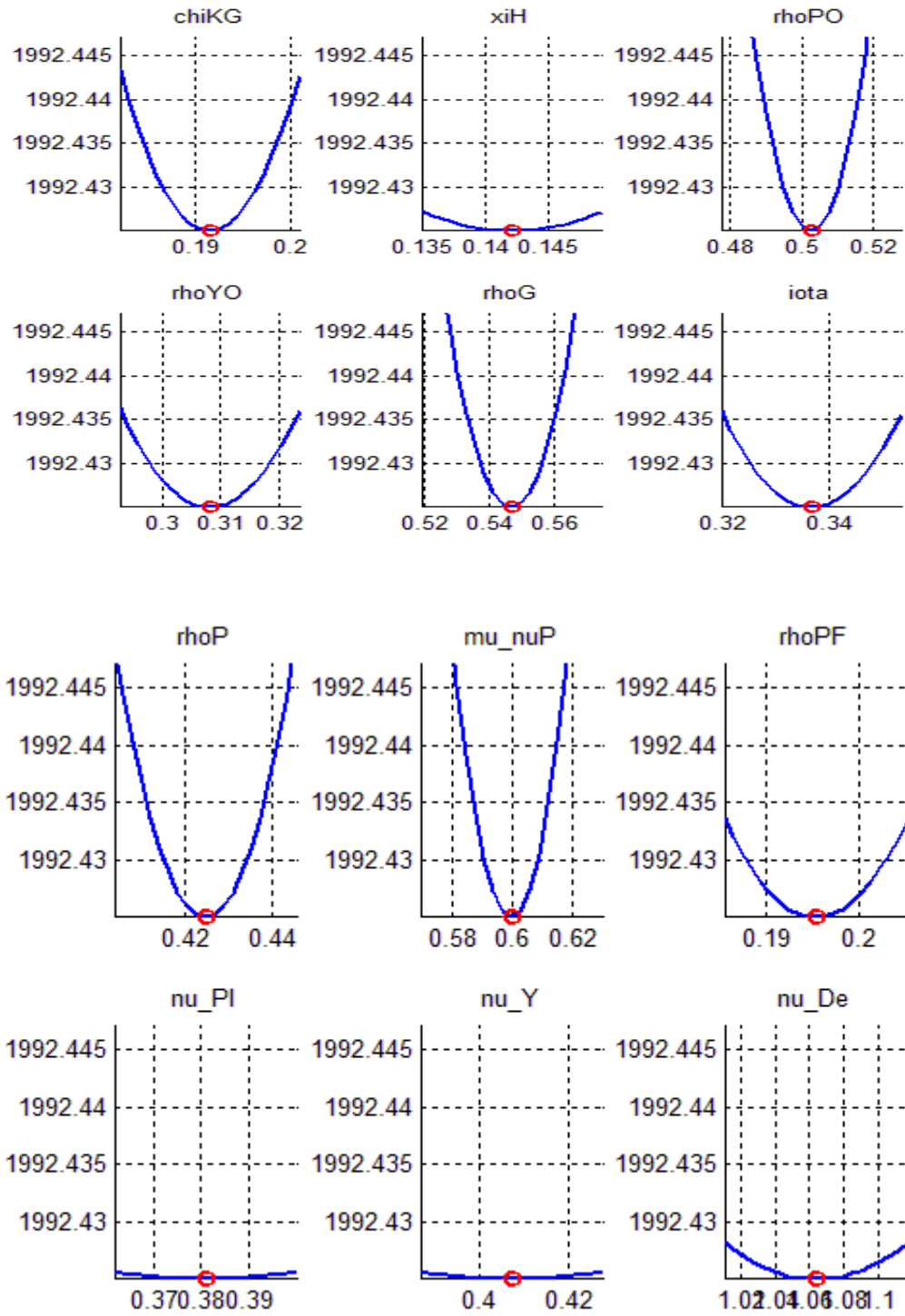
Şəkil 2. Struktur parametrlərin prior və posterior paylanmaları (davamı)



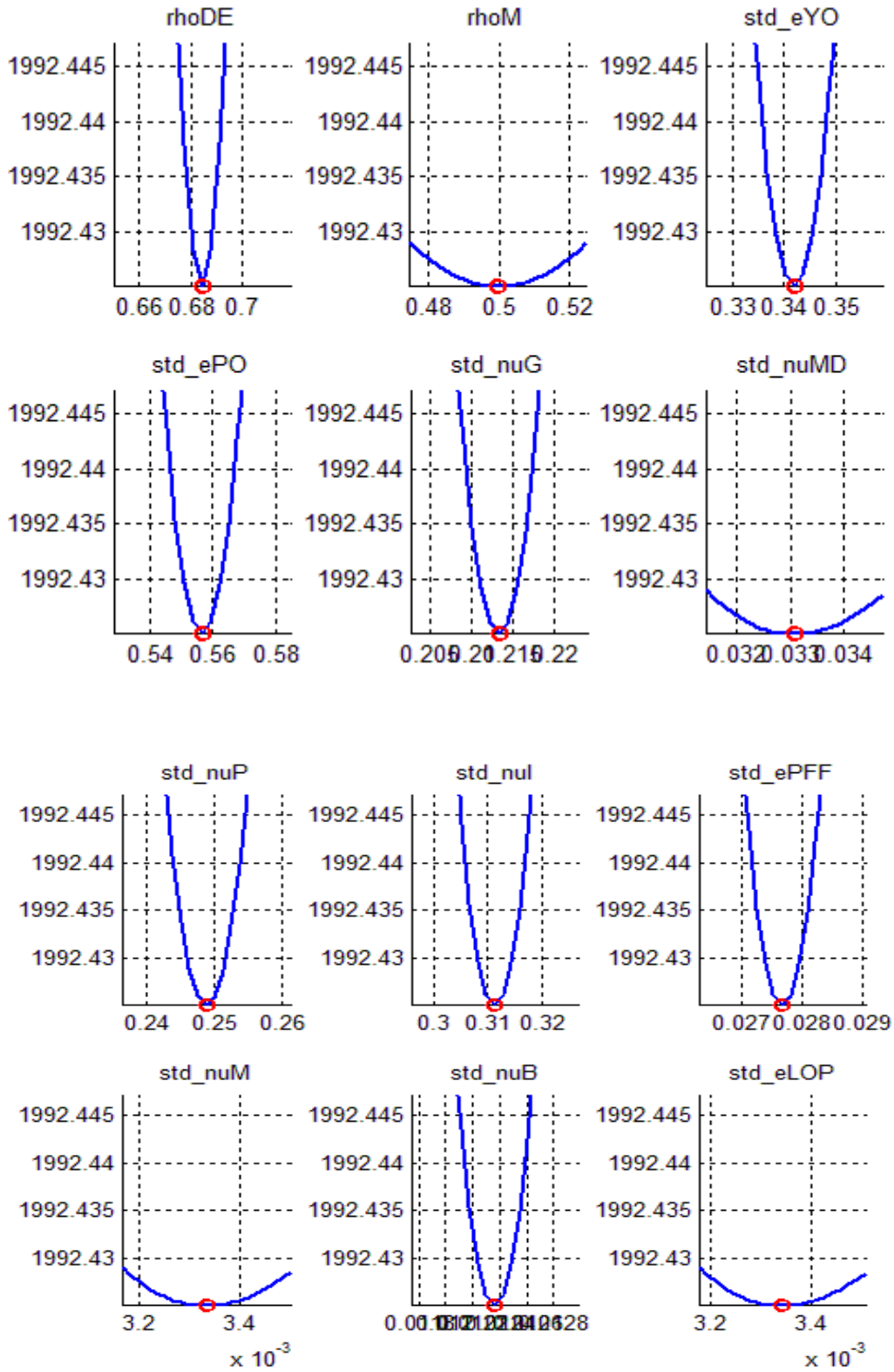
Şəkil 3. Struktur parametrlərin modunun qonşu ətrafı

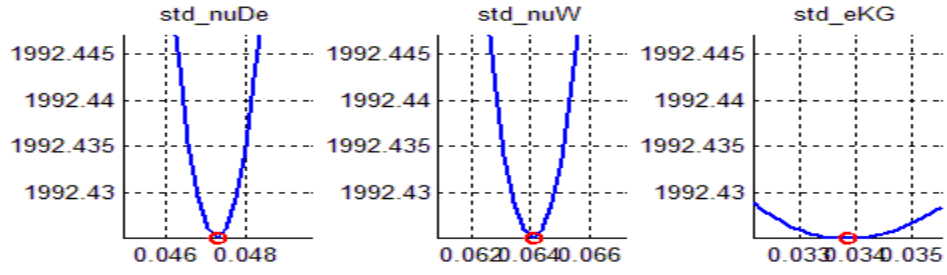


Şəkil 3. Struktur parametrlərin modunun qonşu ətrafı (davamı)

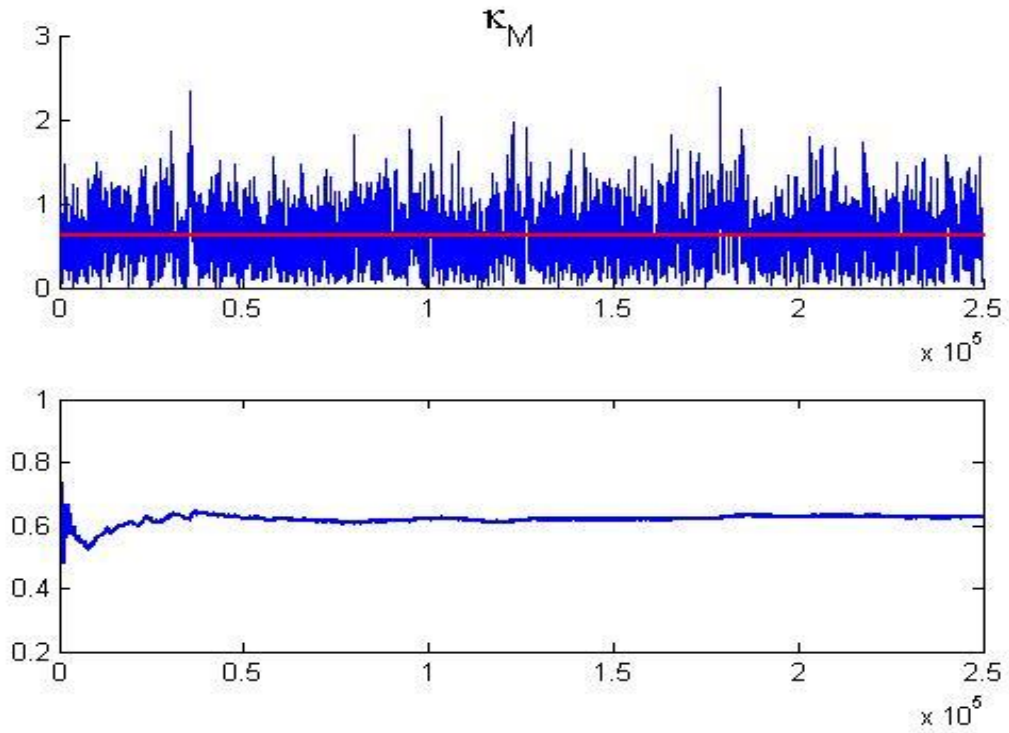


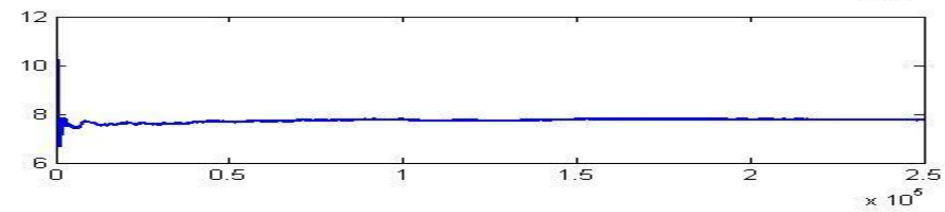
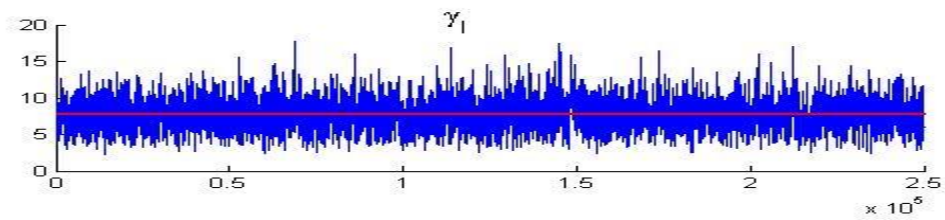
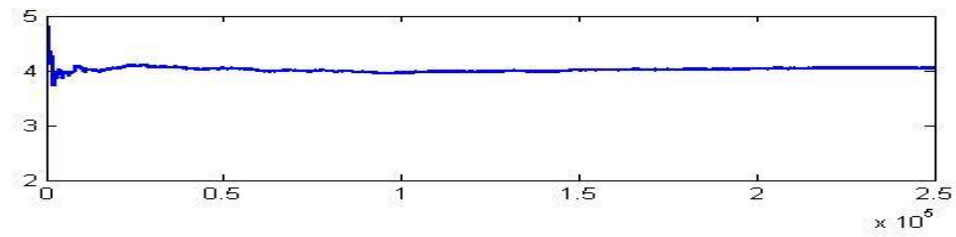
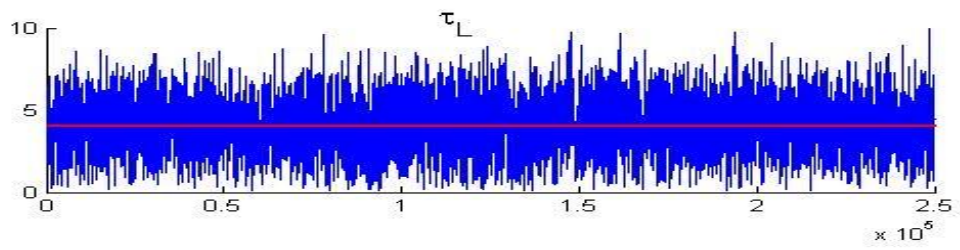
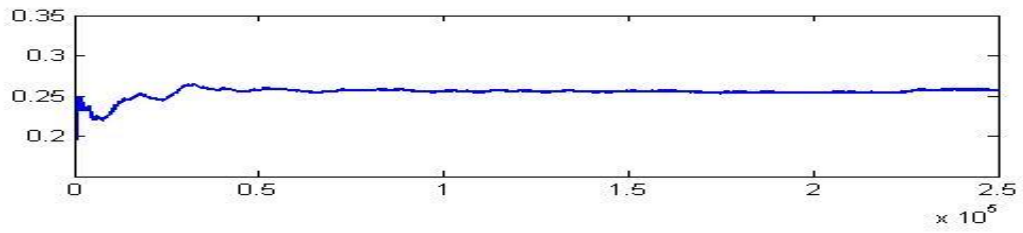
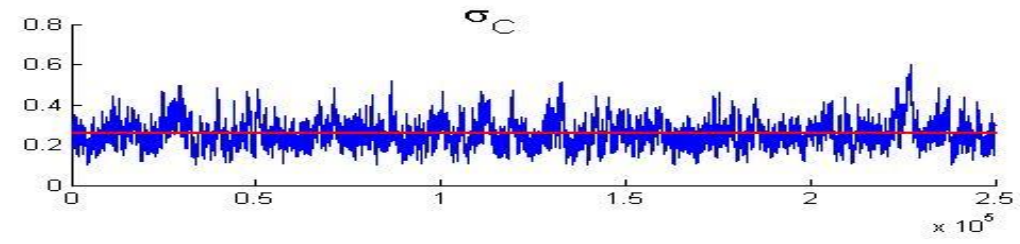
Şəkil 3. Struktur parametrlərin modunun qonşu ətrafı (davamı)

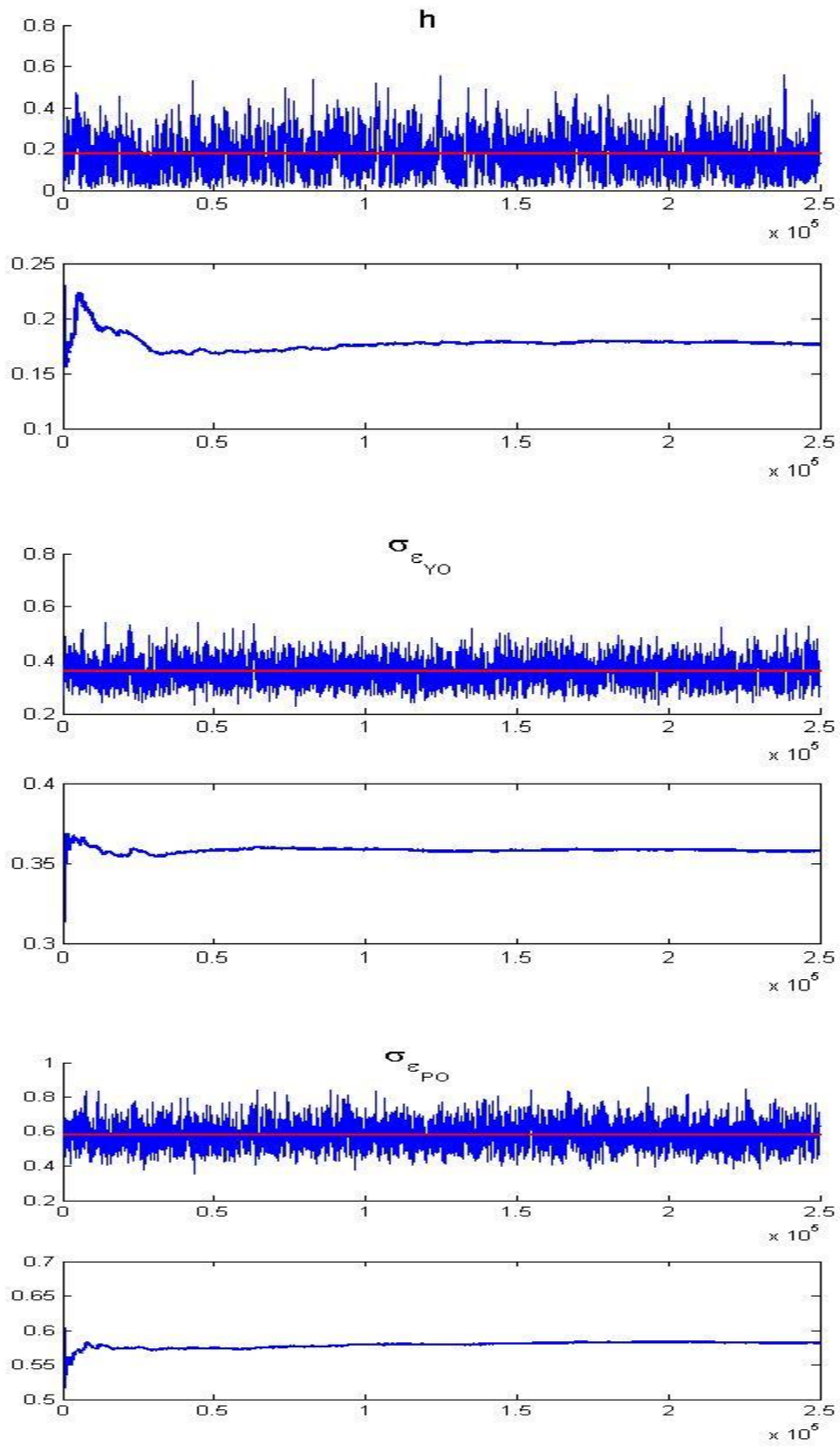


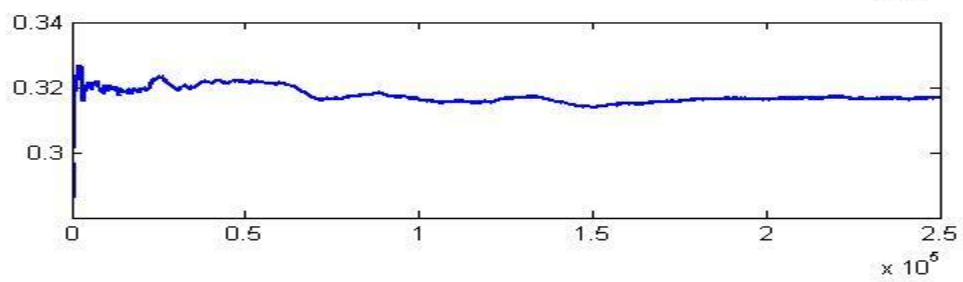
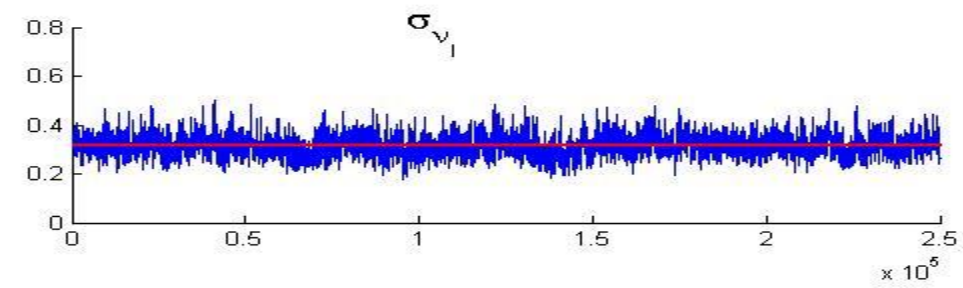
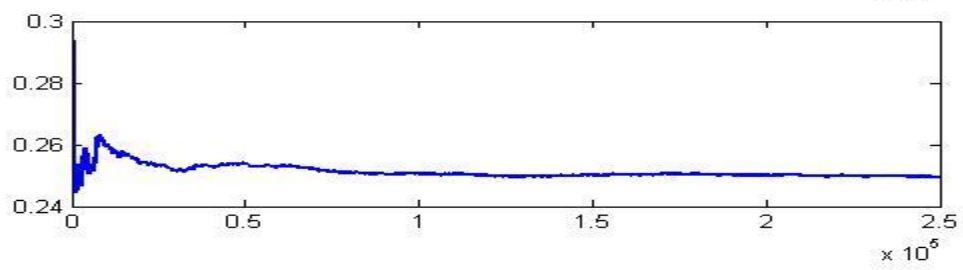
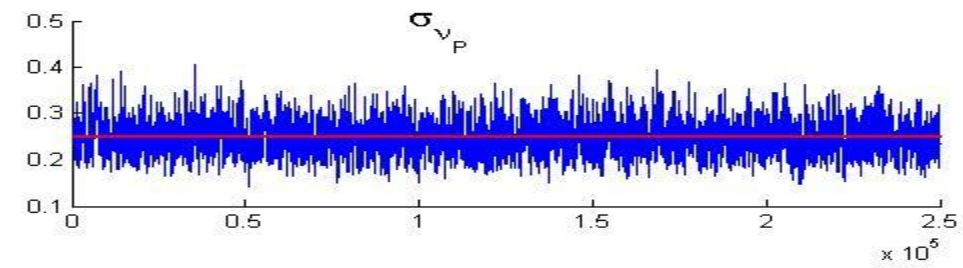
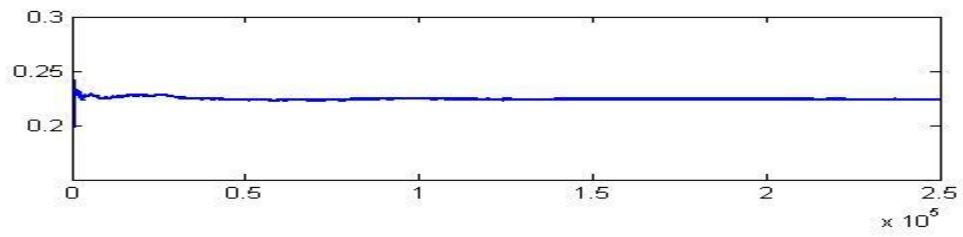
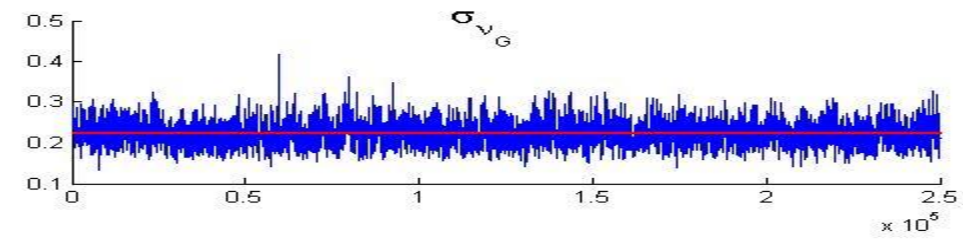


Şəkil 4. MH algoritmi üzrə parametrlərin yığılması göstəriciləri



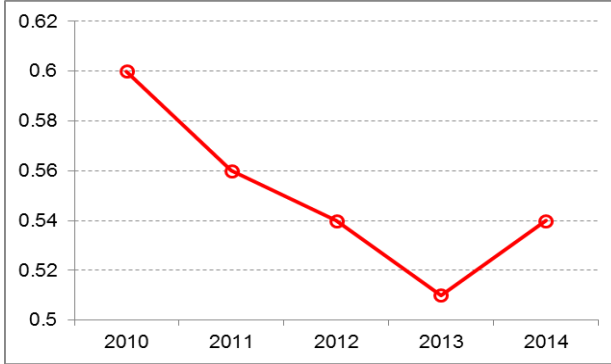




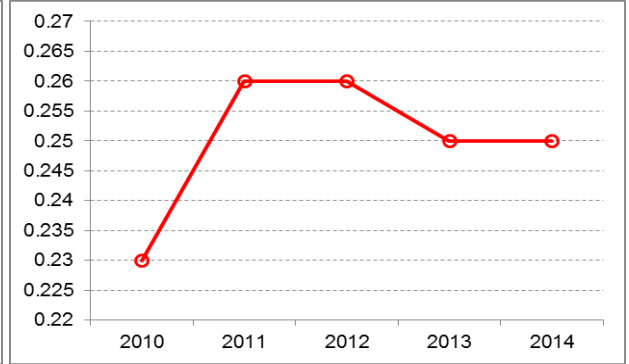


Şəkil 5. Parametrlərin dövrü stabilliyi

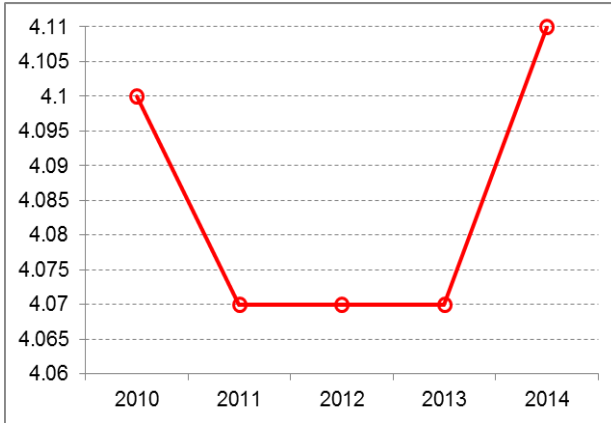
Pulun tələb elastikliyi tərsi



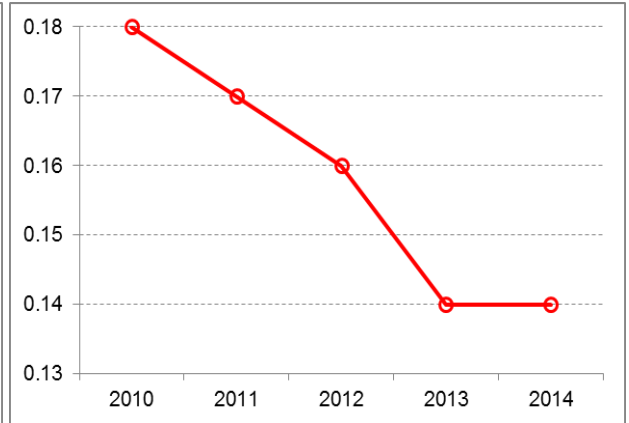
Nisbi risk alma dərəcəsi



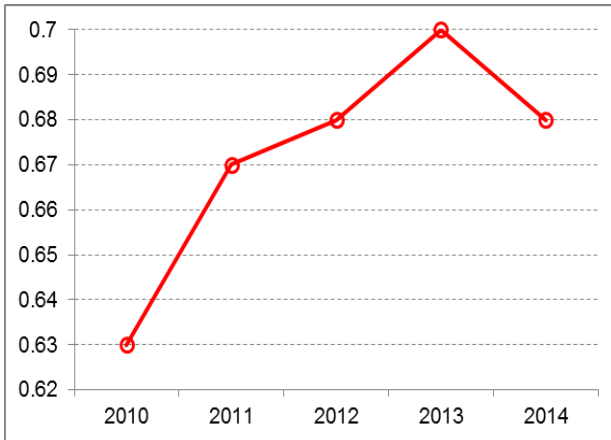
Əmək təklifinin maaş elastikliyinə tərsi



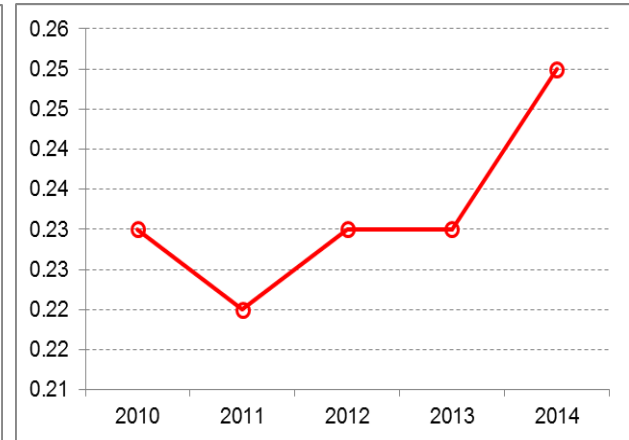
Vərdiş inersiyası



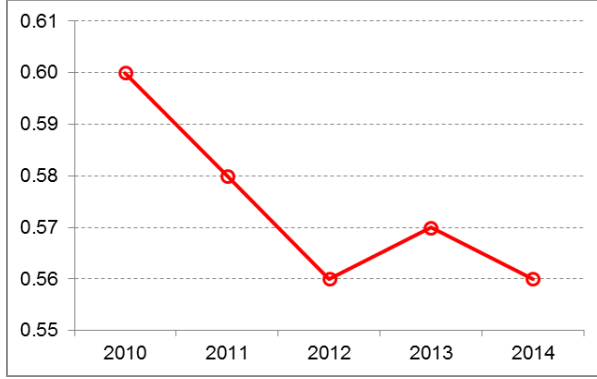
Optimallaşdırma apara bilməyən işçilərin x/çəkisi



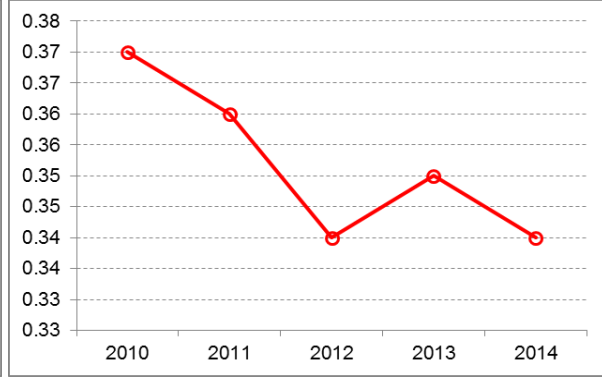
standard kənarlaşma (sk) marja xərci şoku



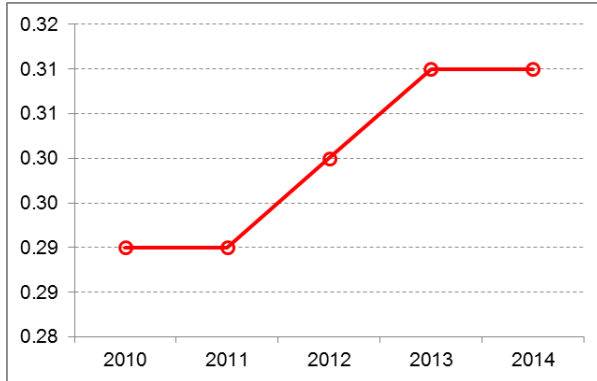
sk neft qiymət şoku



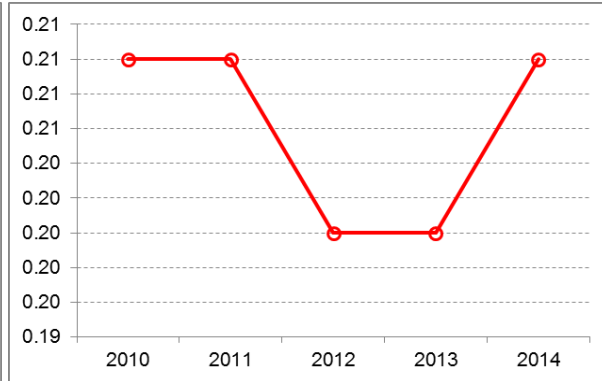
sk neft hasilat şoku



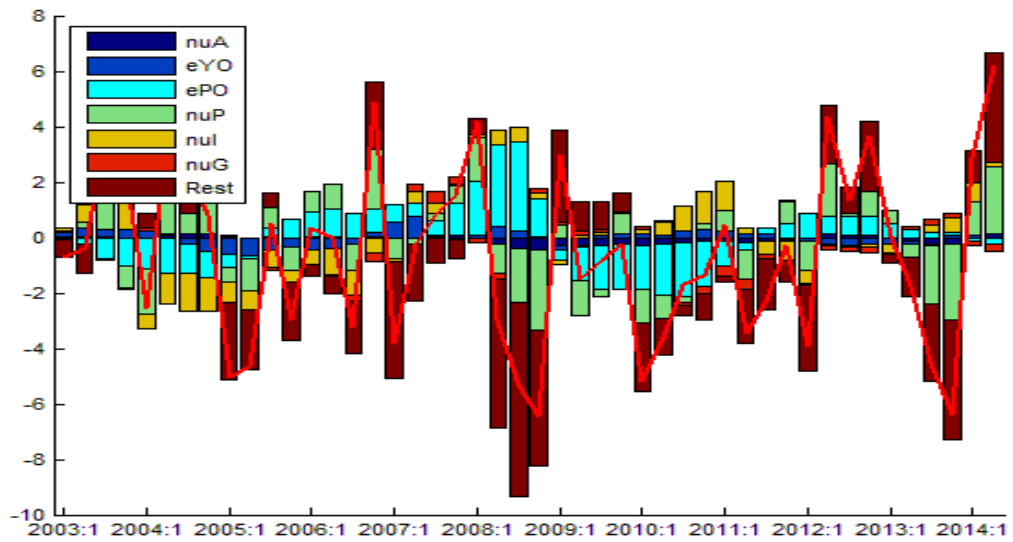
sk investisiya səmərəliliyi şoku



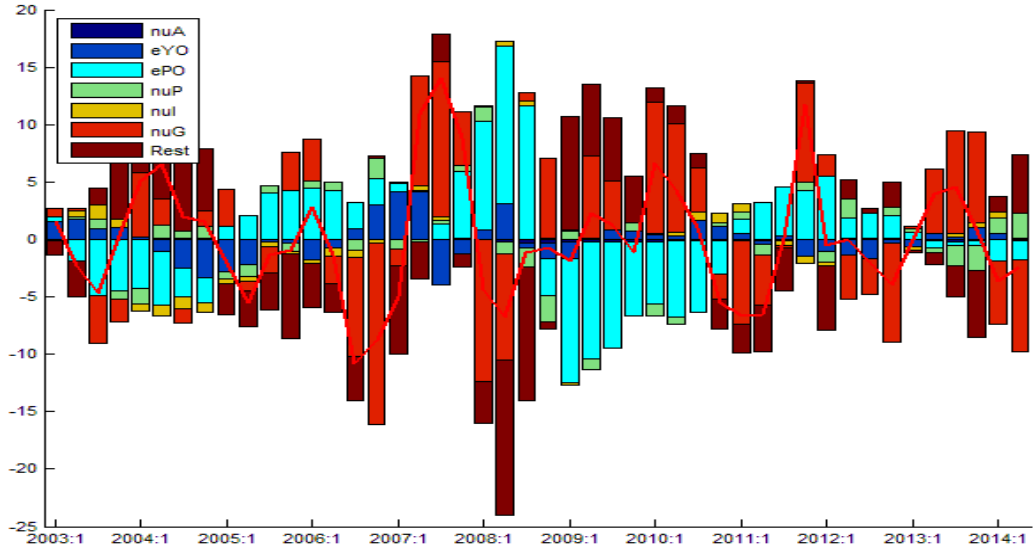
sk dövlət istehlak xərci şoku



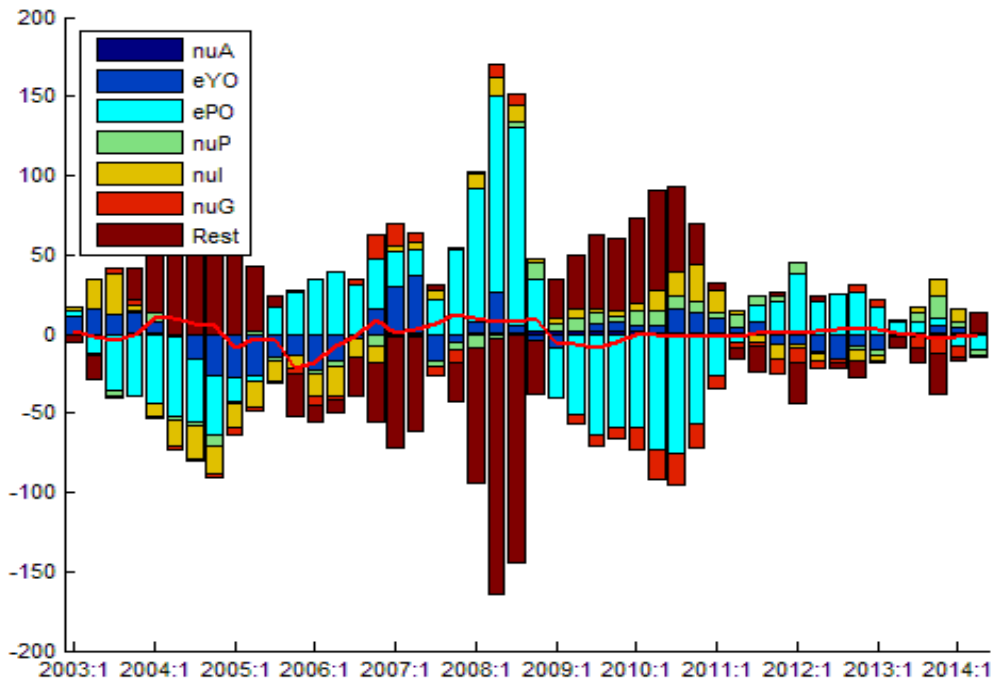
Şəkil 6. q/n Deflyatoru



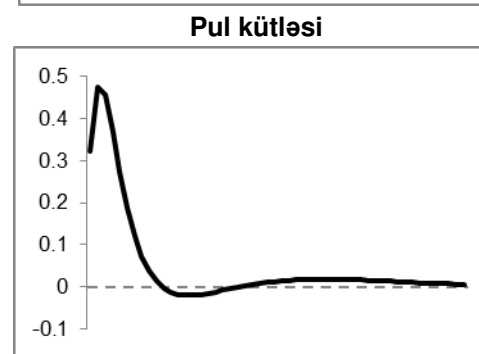
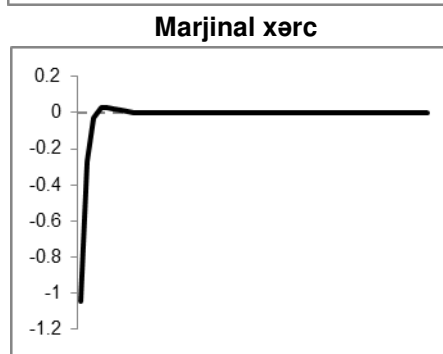
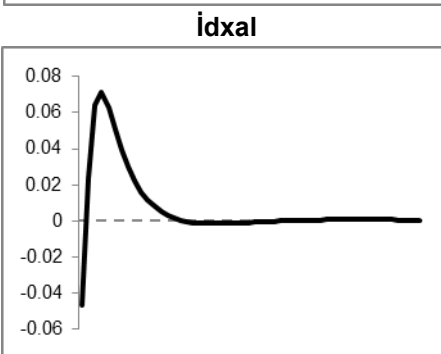
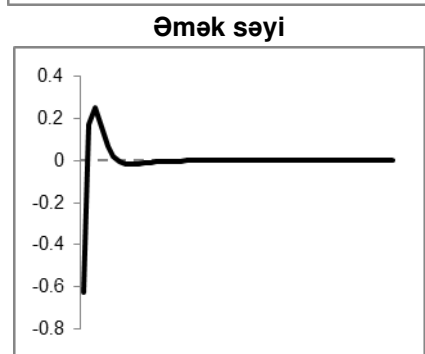
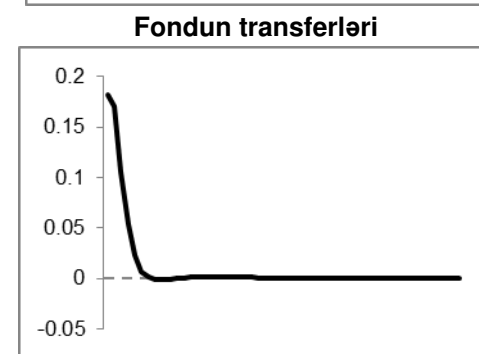
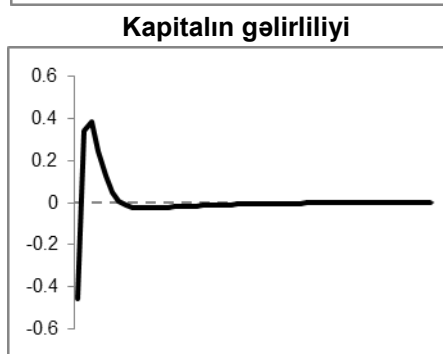
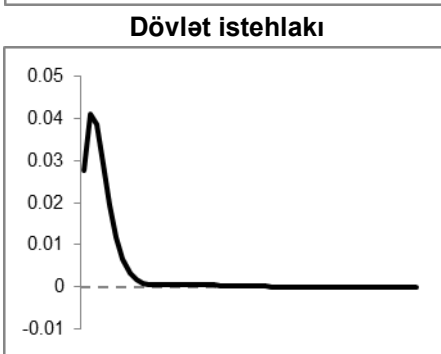
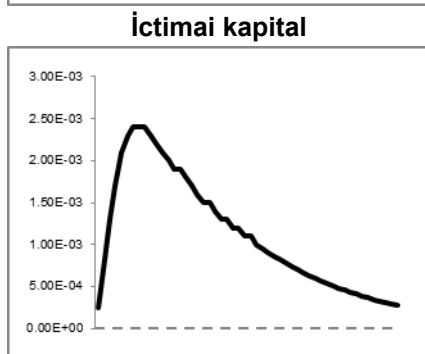
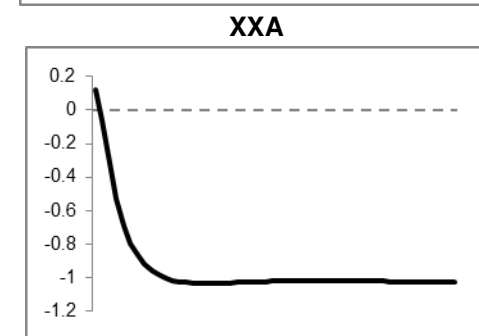
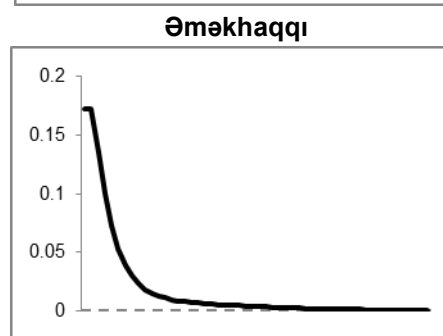
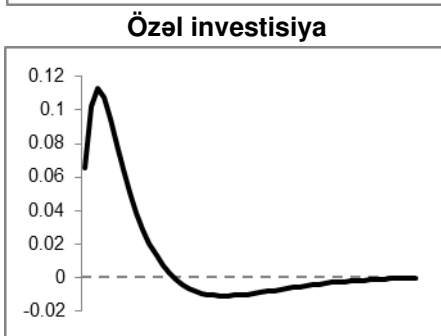
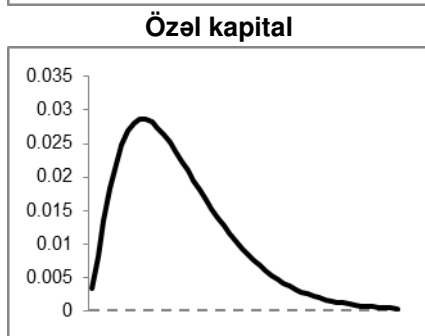
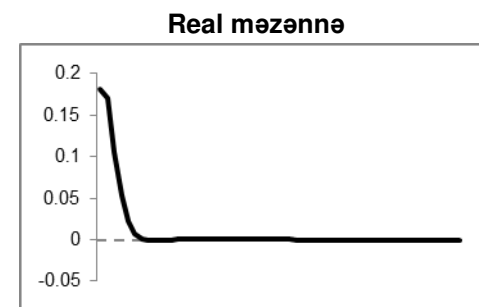
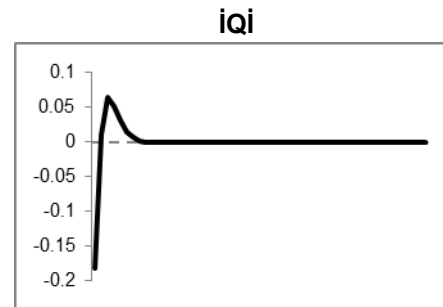
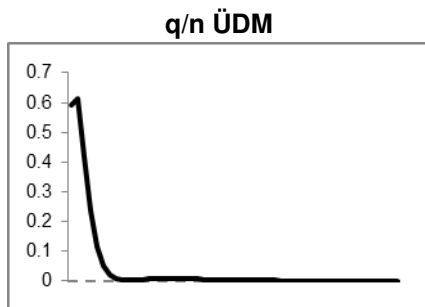
Şəkil 7. Dövlət istehlak xərcləri



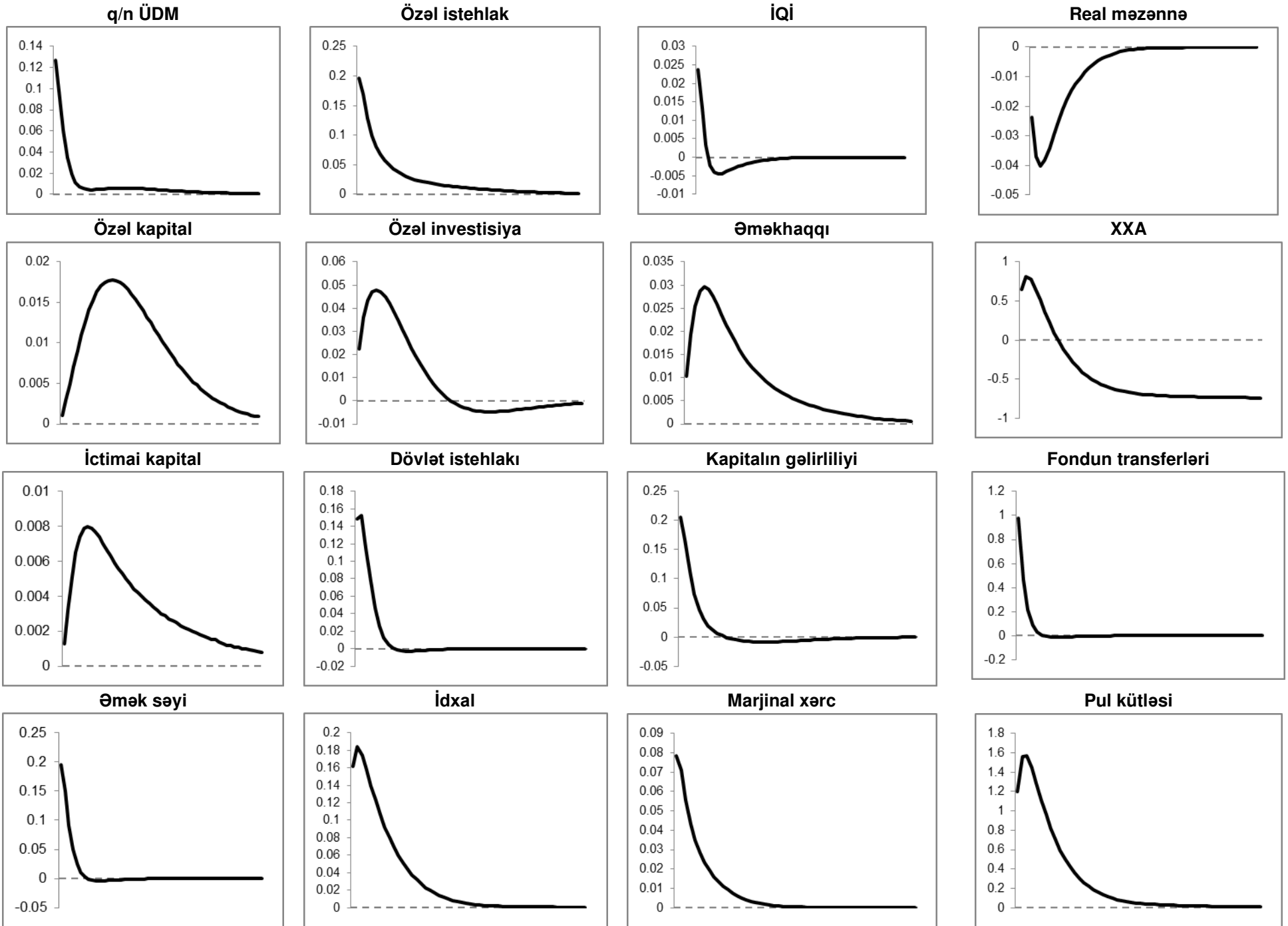
Şəkil 8. Pul bazası



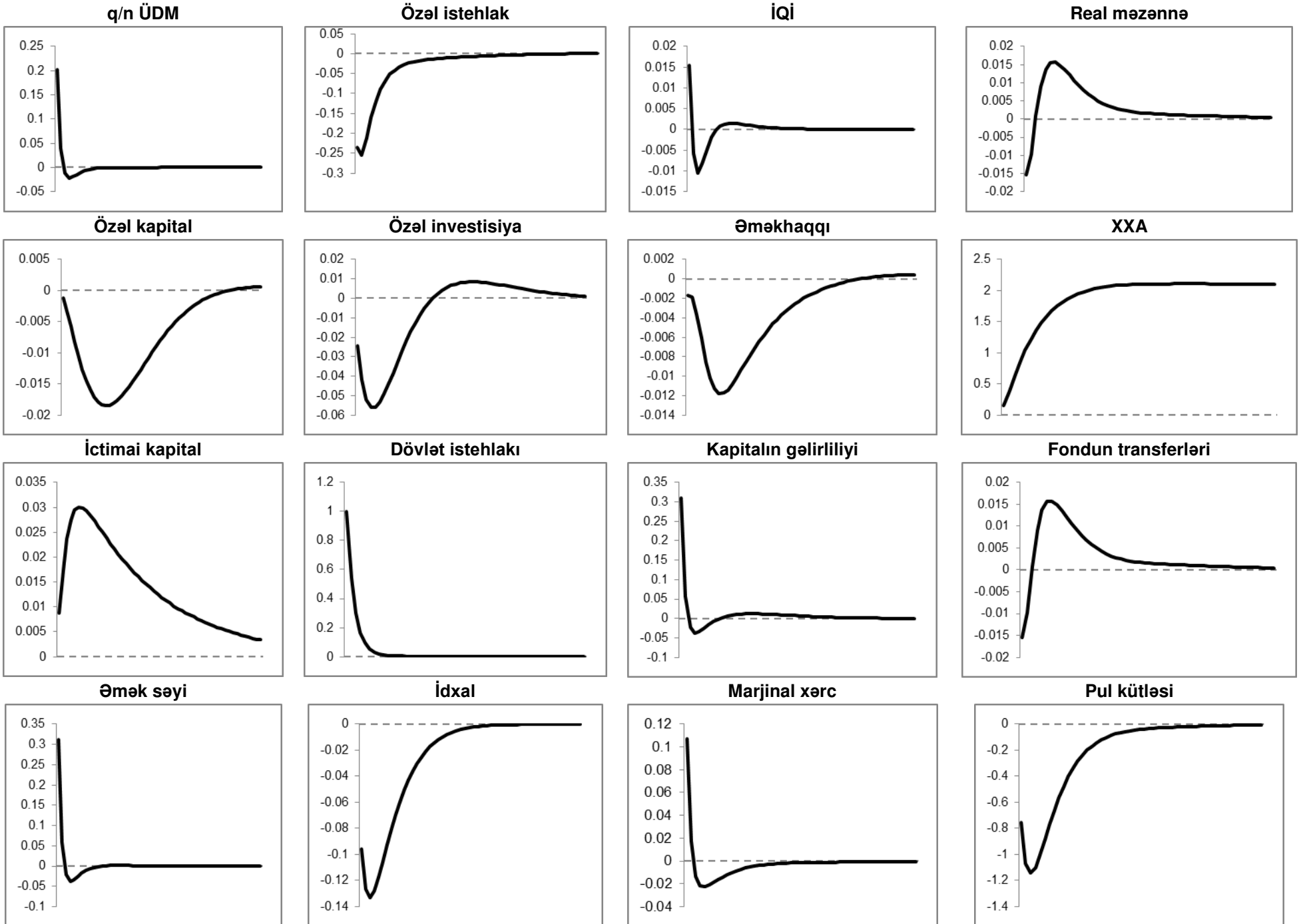
İmpuls-reaksiya təhlilləri: Texnologiya şoku (Şəkil 9)



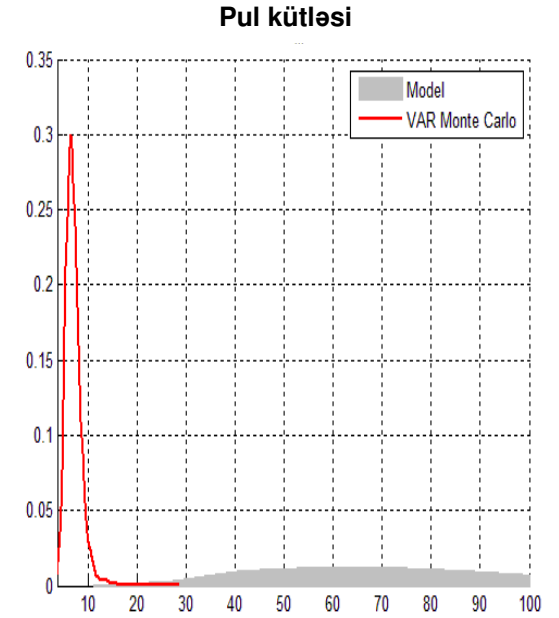
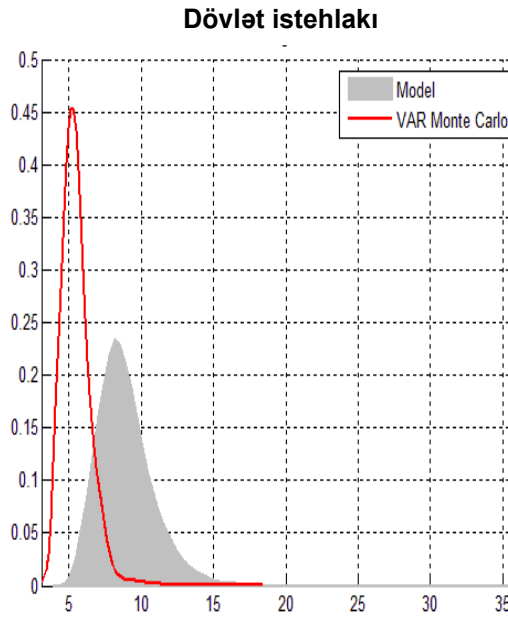
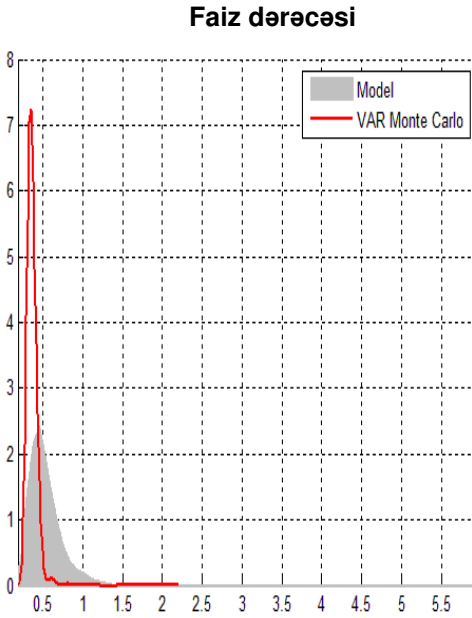
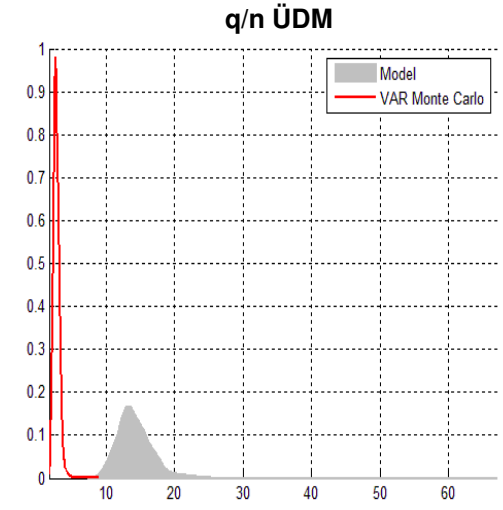
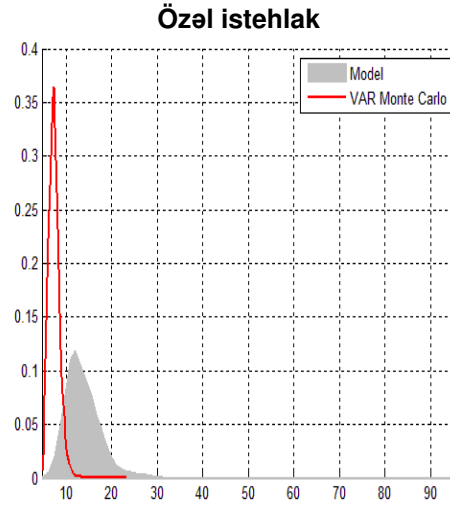
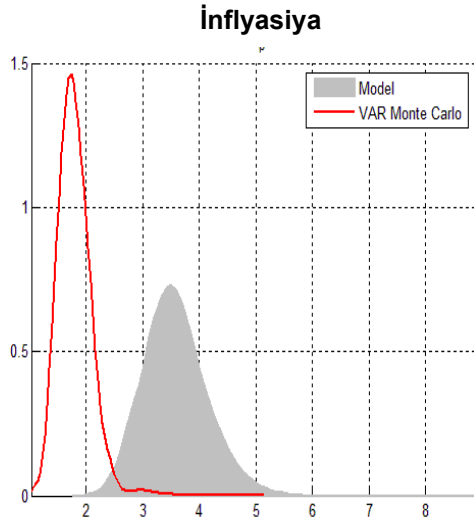
Neft qiymət şoku (Şəkil 10)



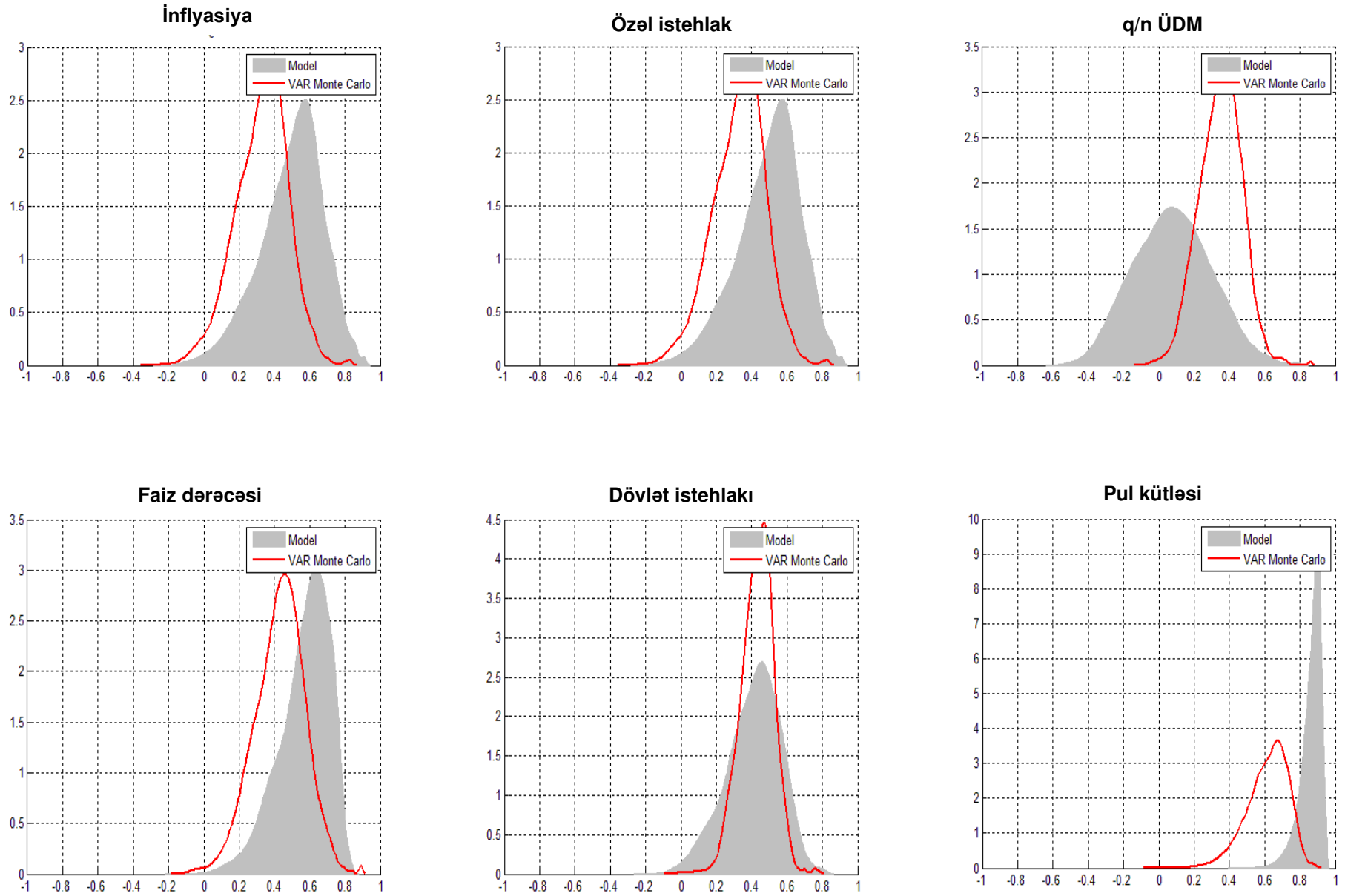
Dövlət istehlak şoku (Şəkil 11)



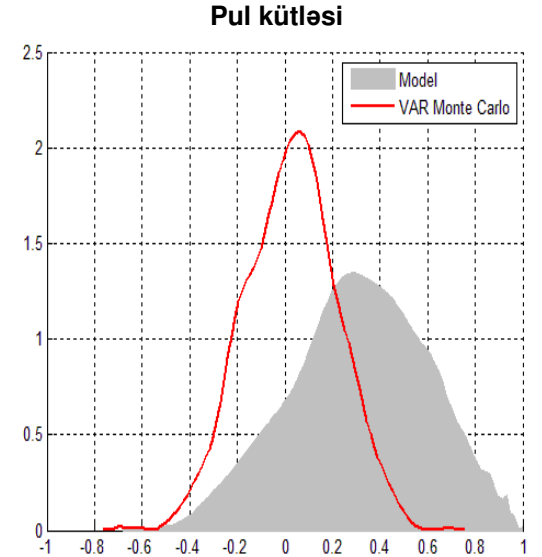
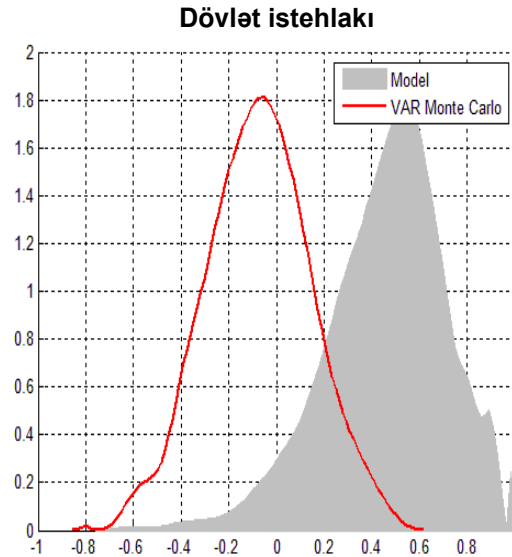
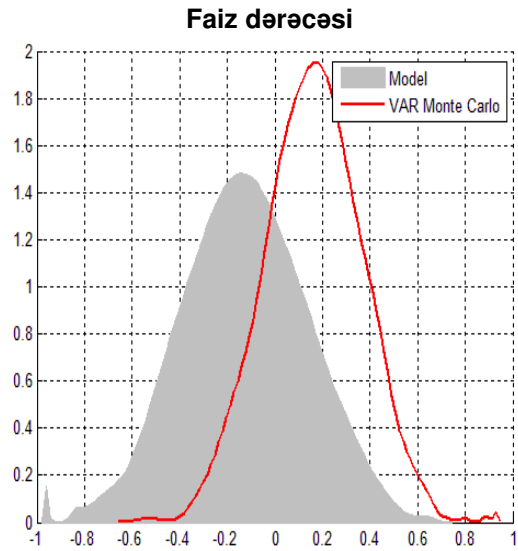
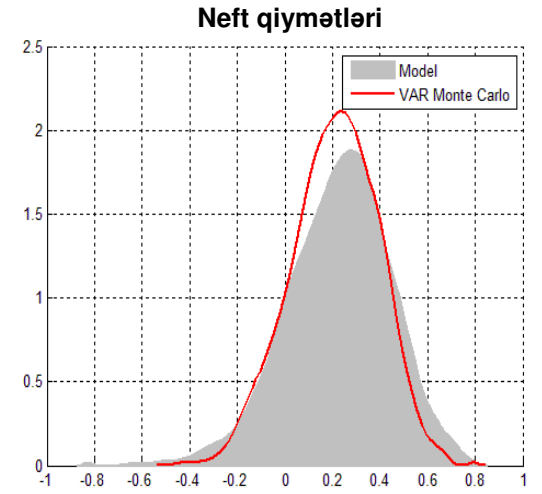
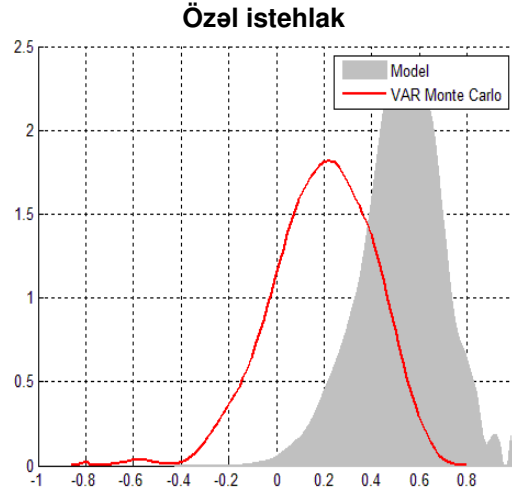
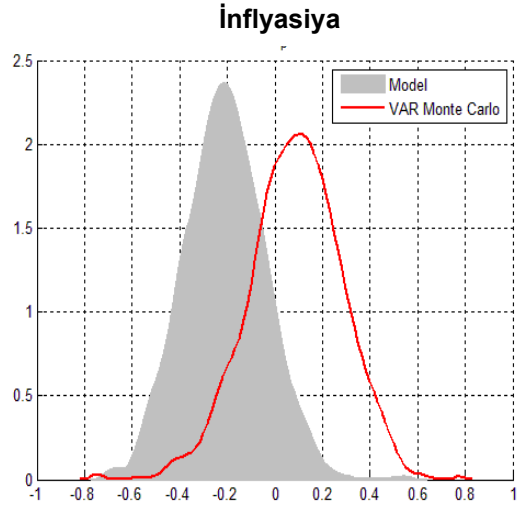
Momentlerin paylanması: standard k narlařma (2003:R1 – 2014:R2) (řekil 12)



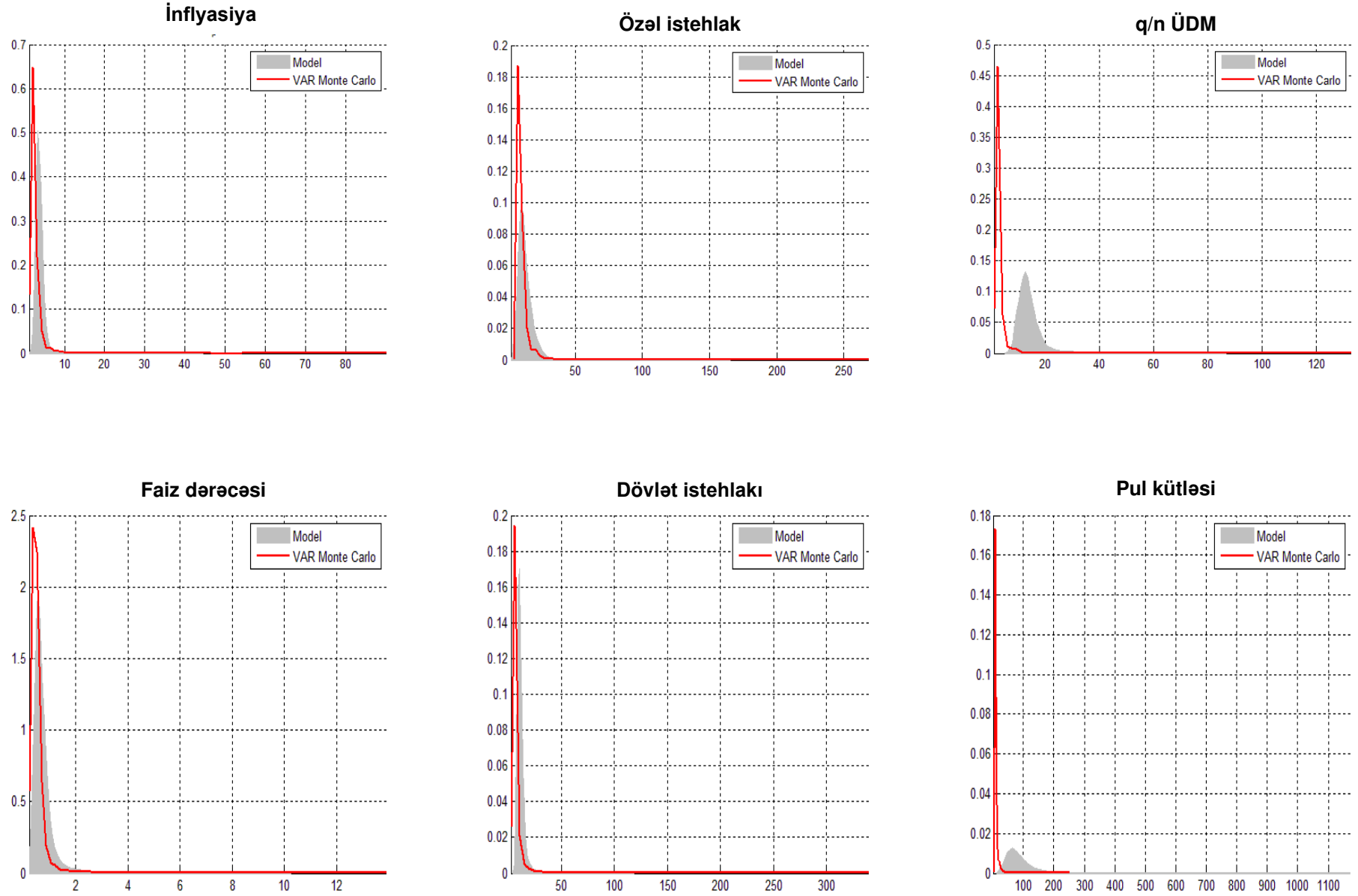
Momentlerin paylanması: avtokorrelasiya (2003:R1 – 2014:R2) (Şəkil 13)



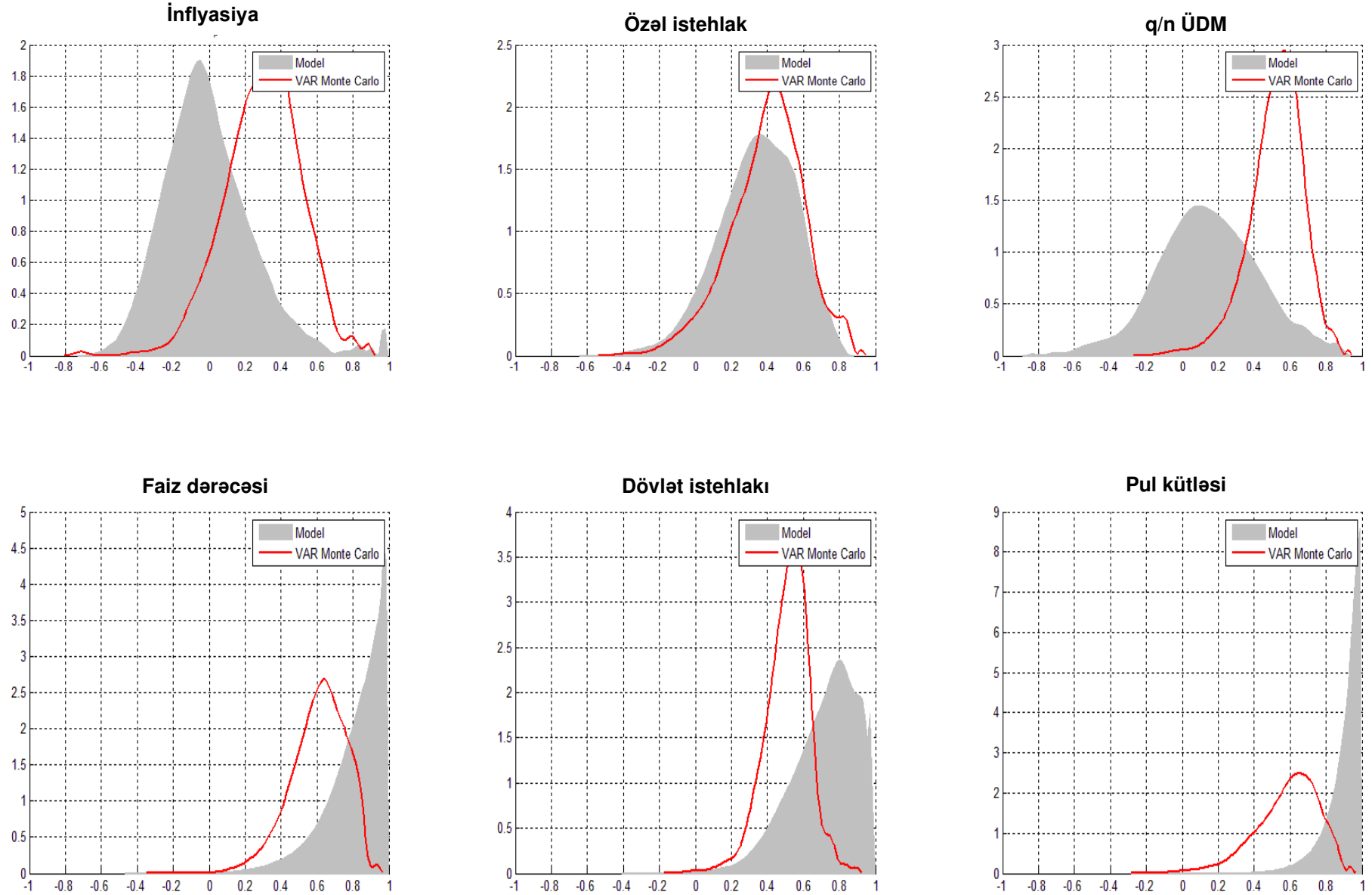
Momentlerin paylanması: q/n ÜDM-lə birgə korrelasiya (2003:R1 – 2014:R2) (Şəkil 14)



Momentlərin paylanması: standard kənarlaşma (2003:R1 – 2010:R4) (Şekil 15)



Momentlerin paylanması: avtokorrelasiya (2003:R1 – 2010:R4) (Şəkil 16)



Momentlərin paylanması: q/n ÜDM-lə birgə korrelyasiya (2003:R1 – 2010:R4) (Şəkil 17)

