

AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
İdarəetmə Sistemləri İnstitutu

Əlyazması hüququnda

HƏSƏNOV PƏRVİZ ADİL OĞLU

TƏKRAR İSTEHSAL SİSTEMLƏRİNDƏ LOGİSTİK
PROSESLƏRİN RİYAZİ MODELƏRİNİN QURULMASI

3338.01 – Sistemli analiz, idarəetmə və informasiyanın işlənməsi

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş
dissertasiyanın

AVTOREFERATI

BAKİ -2016

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası İdarəetmə Sistemləri İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

Azərbaycan MEA-nın müxbir üzvü,
texnika elmlər doktoru, professor **A.Z. MƏLİKOV**

Rəsmi aponentlər:

t.e.d, professor M.H.Məmmədova
t.e.d, professor Ə.Ə.Əliyev

Aparıcı müəssisə:

Azərbaycan Texniki Universitetinin, “İnformasiya Texnologiyaları və Proqramlaşdırma” kafedrası

Dissertasiya işinin müdafiəsi 2016 cı il 8 aprel saat 15⁰⁰ da AZ1141, Bakı şəh. B. Vahabzadə 9 ünvanında yerləşən AMEA-nın İdarəetmə Sistemləri İnstitutu nəzdindəki D 01.121 dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Dissertasiya işi ilə AMEA-nın İdarəetmə Sistemləri İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat 05 mart 2016 cı il tarixində göndərilmişdir.

D 01.121 Dissertasiya Şurasının

Elmi katibi

r.ü.f.d., dos.Ə.B.Paşayev

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Problemin aktuallığı. İstehsal müəssisələri, tədarük zəncirinin idarəedilməsi ilə xammalın əldə edilməsindən istehsal olunan məhsulların müştərilərinə çatdırılmasına qədər olan bütün fəaliyyətləri yaxından izləyir. Ancaq rəqabətin daha da artması ilə bu anlayışın da bir neçə növləri formalaşmağa başlanmışdır. Bu anlayışlardan biri də irəli və geri hərəkətli tədarük zəncirinin idarəedilməsi anlayışıdır.

İrəli və geri hərəkətli tədarük zəncirləri, xammal məhsullarının tədarükçülərdən təmin edilib, istehsal yerlərində proseslərdən keçirilərək son istifadəçiyə çatdırıldığı, daha sonra istifadəsi sona çatmış məhsulların toplanıb demontaj edilməsi, qruplaşdırılması və baxım, təkrar istehsal kimi mərhələlərdən keçirilərək dövriyyəyə təkrar daxil edilməsini təmin edən sistemlərdir. Bu prosesin içərsində ətraf mühitin qorunması da öz əksini tapır.

Bir çox ölkələrdə bu problemin həllindən təbii ehtiyatlardan səmərəli istifadədə və ətraf mühitin mühafizəsində strateji istiqamət kimi istifadə edirlər. Eyni zamanda tullantısız texnologiya məhsul istehsalının elə bir metodudur ki, burada bütün xammal və enerji tsikl daxilində səmərəli şəkildə istifadə olunur. Tullantısız texnologiyanın yaradılması və idarə olunması çox mürəkkəb prosesdir. Bu proses içərsində ən önəmli amillərdən biri tullantıların düzgün və əks logistikanın düzgün idarə edilməsidir. Əks logistika, istifadə edilmiş məhsulların son istifadəçidən istehsalçıya doğru hərəkətini əhatə edir. Uğurlu bir əks logistika tətbiqi, ehtiyatların düzgün idarə olunması ilə yanaşı müştərilərin məmnuniyyətini də artırır. Bu da firmanın rəqabət gücünə müsbət təsir edir. Çünki müştərinin, istədiyi zaman məhsulu geri verəcəyini bilməsinə firmaya olan etibarını da artırır. Deməli, dünyada və eləcə də ölkəmizdə sürətlə inkişaf etməkdə olan sənayedə geyd edilən istiqamətlərdə dərin və kompleks xarakterli elmi tədqiqatlar aparılması, əməli xarakterli təklif və tövsiyələrin işlənilib hazırlanmasına zəruri ehtiyac vardır.

Bu dissertasiya işində yuxarıda qeyd olunan problemlərin həlli üçün yeni təkliflər verilmişdir. Bu təkliflər əsasında təkrar istehsalat sistemlərində logistik fəaliyyətlərin analizi üçün yeni riyazi modellər təklif edilmişdir. Təklif edilən üsullar ümumilikdə tədarük zəncirlərinin ən az xərclə idarə edilməsini təmin edirlər. Bu səbəbdən dissertasiya işində baxılan problemlər həm nəzəri, həm də praktiki baxımdan aktualdır.

Dissertasiya işinin məqsədi. Dissertasiya işinin əsas məqsədi irəli və geri hərəkətli tədarük zəncirinin (istehsal və təkrar istehsal) səmərəli şəkildə idarəedilməsi, toplam xərcin azaldılması, eyni zamanda tədarük zəncirindəki logistik prosesləri analiz etmək üçün yeni riyazi modelləri təklif edilməsindən ibarətdir.

Tədqiqat üsulları. Qoyulan məqsəqlərə çatmaq üçün kompüter-kommunikasiya sistemləri nəzəriyyəsi, optimallaşdırma nəzəriyyəsi, Matlab və excell sorver programından, ədədi üsullardan və riyazi modelləşdirilmə üsullarından istifadə edilmişdir.

Elmi yeniliklər. Dissertasiya işində təqdim olunan elmi yenilikləri aşağıdakı kimi cəmləşdirə bilərik:

1. İstehsal və təkrar istehsal sistemində (qapalı dövrlü tədarük zənciri) logistik fəaliyyətlərin təyin olunması və onların analizi üçün yeni yanaşma təklif olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, istehsalın səmərəliliyini analiz etmək üçün material axınlarının təşkili və operativ idarə edilməsi mühüm əhəmiyyətə malikdir. Bu məqsədlə ilk dəfə olaraq aşağıdakı proseslərin riyazi modelləri yaradılmışdır: (a) Elektron sənayesində logistik proseslər; (b) İstehsal, təkrar istehsal və tullantı sistemləri üçün irəli və geri hərəkətli tədarük sistemlərində logistik proseslər; (c) İstehsal, təkrar istehsal və tullantı sistemləri üçün irəli və geri hərəkətli tədarük sistemlərində nəqliyyat, enerji və tullantı xərclərini nəzərə alaraq logistik proseslər.

2. Təklif olunan riyazi modellər üçün balans tənlikləri sistemləri yaradılmış və onların analitik həlləri tapılmışdır. Tapılmış həllər əsasında uyğun alqoritmlər yaradılmış və ədədi eksperimentlər aparılmışdır. Ədədi eksperimentlərin nəticələrinin qapalı dövriyəli tədarük zəncirinin analizində istifadəsi qaydası göstərilmişdir.

3. Yaradılmış riyazi modellərin tətbiqə yararlı olmasını öyrənmək üçün müxtəlif giriş parametrləri daxil edilərək həssaslığı öyrənilmişdir.

Dissertasiya işinin praktik əhəmiyyəti müştərilərdən geri qayıdan (xətəli və ya tullantı) məhsulları xammal kimi istifadə edərək təkrar istehsal etmək müəssisələr üçün mümkündür. Bu isə öz növbəsində istehsalat sistemlərində xərclərin azalmasına və təbii ehtiyatların ömrünü uzatmağa imkan verir.

Dissertasiya işinin aprobeiyası. Dissertasiya işinin nəticələri aşağıdakı elmi konfranslarda müzakirə edilmişdir:

1. Closed Loop Supply Chain System With Energy, Transportation And Waste Disposal Costs, 16th International Symposium on Logistics, (Berlin, Germany 10-13 July 2011)
2. Caucauses and Central Asia in the Globalization Process » Baku (15-17 October, 2010).

Nəşrlər. Dissertasiya materialları əsasında 10 elmi əsər çap edilmişdir. Onların 2-si citation indeks jurnallarında çap edilmişdir.

Dissertasiya işinin həcmi və strukturu. Dissertasiya işi giriş, üç fəsil, nəticələr, istifadə edilən ədəbiyyat siyahısı və əlavədən ibarətdir. Dissertasiya işi 127 səhifədən, eyni zamanda 10 şəkil, 14 cədvəl, 5 grafik və 116 adda ədəbiyyat siyahısından ibarətdir.

İŞİN MƏZMUNU

Birinci fəsildə Tədarük zəncirinin idarəedilməsindən bəhs edilmiş, eyni zamanda istehsal və təkrar istehsal sistemləri geniş şəkildə izah edilmişdir. Logistik proseslərin istehsalatın ayrılmaz bir parçası olduğu və istehsal xərclərinin strukturunda logistik əməliyyatların yerinəyeterilməsi ilə əlaqədar olan xərclərin xüsusi çəkiyə malik olduğu göstərilmişdir. Qeyd olunmuşdur ki, logistika, istehsal fəaliyyətləri, inventar və məlumat tədarük zənciri performansının istiqamət verici üsürlərini təşkil edir.

Burada istehsal prosesləri və logistikası haqqında ətraflı məlumat verilmişdir. Qeyd olunmuşdur ki, istehsal logistikasının əsas vəzifəsi, təkcə logistik sistemlər daxilində deyil, eyni zamanda istehsal prosesləri çərçivəsində xammal və informasiya axınlarının idarə edilməsini özündə əks etdirir. Belə ki, istehsal logistikasının məqsədi - istehsal prosesləri ilə müəssisənin qarşılıqlı əlaqədə olan struktur bölmələri arasında yerinə yetirilən logistik əməliyyatların dəqiq sinxronluğunu təmin etməkdir.

İstehsal prosesi zamanı məhsul istehsalına çəkilən xərclərdən bəhs edilmişdir. İstehsal xərclərinin strukturunda logistik əməliyyatların yerinəyeterilməsi ilə əlaqədar olan xərclər xüsusi çəkiyə malik olduğu göstərilmişdir.

Günümüzdə dəyəri yüksək, istifadə müddəti (life cycle) qısa olan və geri qaytarılma tezliyi artan mallar üçün, geri qaytarılma fəaliyyətlərinin yüksək səviyyədə təmin olunması aktual mövzudur (Reverse Logistics Association). Şirkətlər geri qaytarılan mal üçün, yeni mal istehsal etmək əvəzinə, təkrar istehsalı, bərpa etmə, yeniləmə və bu kimi fəaliyyətləri üstün tuturlar. Bunun bir çox səbəbləri vardır. Birincisi, iqtisadi - təkrar

dəyər yaradaraq məhdud olan resurslara qənaət edilməsi və müsbət korporativ imic. İkincisi, qanuni – dövlət qanunları istifadə edilən məhsulların geri alınmasını və təkrar istifadəsini (recycle) və ya tamamilə təkrar emalını tələb edir. Üçüncüsü, sosial - cəmiyyət şirkətlərin fəaliyyətlərinə nəzarət edirlər. Şirkətlər artıq fəaliyyət göstərərək ətraf mühitəzərər verməməlidirlər (dost texnologiya). Bununla bağlı olaraq logistika sahəsinə, xüsusi halda isə əks logistika sahəsinə maraq artmışdır. Əks logistika yeni bir sahədir və bu mövzuda araşdırmalar sayca azlıq təşkil edir. Qərb dünyasında, xüsusilə inkişaf etmiş ölkələrdə əks logistika şəbəkələrinin qurulması ilə bağlı araşdırmalar üstünlük təşkil edir.

Bugünkü rəqabətçil dünyada istehsalçılar müştəri itkilərini ən aza endirmək üçün bir çox tədbirlər görərək müştəri servislərini inkişaf etdirir və müştəri məmnuniyyətini artırmağa çalışırlar. Firmaların müştəri itkisini minimuma endirmək üçün, sifarişin alınması və malın gəldikdən sonra müştəriyə çatdırılması ilə məhsulda qiymət endirimi və ya endirimin bəzi digər formalarından istifadə edildiyi görülür.

Xüsusilə bunu ifadə etmək lazımdır ki, son on ildə istifadə olunmuş məhsulun yenidən istehsalat üçün istifadə olunmasında araşdırma və praktik baxımdan inkişaf olmuşdur. Tədarük zəncirinin davamlılığı, məhsul və xidmətlərin həyat dövrü ərzində ekoloji, sosial və iqtisadi təsirlərin idarə olunmasıdır. Tədarük zənciri davamlılığının məqsədi, məhsul və xidmətlərin bazara çatdırılması prosesinə daxil olan bütün maraqlı tərəflər üçün uzun müddətli ekoloji, sosial və iqtisadi dəyərlər yaratmaq, bu dəyərləri qorumaq və inkişaf etdirməkdir. Şirkətlər, bu yolla uzun müddətli həyat qabiliyyətlərini qoruyur və fəaliyyətlər icra etmək üçün ictimai səlahiyyətlər əldə edirlər.

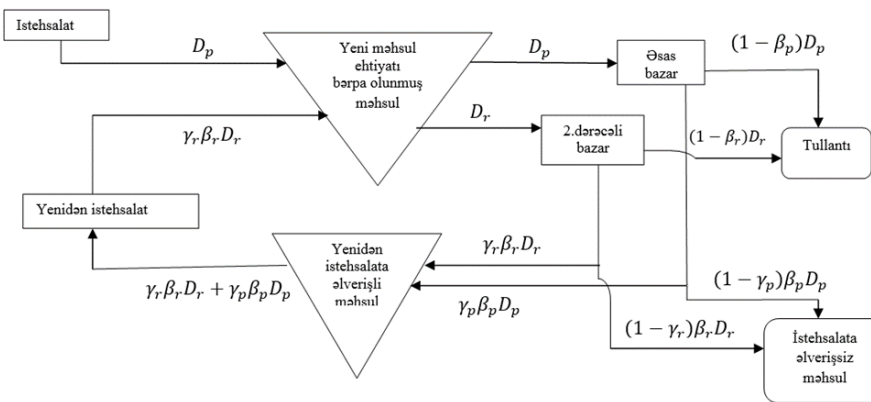
İstehlakçılar məhsulların müştərilərə çatdırılması zamanı və ya təmir olunması üçün işlənmiş məhsulları bazardan toplayarkən daşınma xərcləriylə qarşılaşırlar. Burdan da görüldüyü kimi daşınma xərcləri məhsulun miqdarından və yolun uzunluğundan asılıdır. Bu xərcləri nəzərə almamaq inventar qərarlarda qeyri-obyektivlik ortaya çıxarır. Bununla yanaşı, daşınma zamanı ənənəvi enerji mənbələrindən istifadə etdiyimizi düşünsək, bunun ekoloji və iqtisadi baxımdan çox da faydalı olmadığını görürük. Hibrid nəqliyyat vasitələri meydana çıxmağa başlayıb: buna baxmayaraq, texnologiya üçün hələ uzun yol səfərlərini dəstəkləmək mümkün deyildir. Eyni zamanda bazardan toplanan məhsulların hər biri təmir üçün əlverişli olmur və tullantı olaraq atılır. Tullantıları əldən

çıxarmaq üçün əlimizdə məhdud alternativlər var: tullantının yandırılması və ya zibilxanaya atılmasıdır.

İkinci fəsildə istehsal və təkrar istehsal sistemlərində logistik proseslərin analizi üçün riyazi modellər təklif edilmişdir. Birinci fəsildə qeyd edildiyi kimi müştərilərin tələblərini zamanında qarşılamaq və tələb itkisini azaltmaq hər bir firmanın əsas məqsədidir. Bu da firmaların logistik fəaliyyətlərini səmərəli bir şəkildə idarə etmələrini tələb edir. İkinci fəsildə aşağıdakı məsələlərə baxılmışdır:

a) Bu hissədə iki tip istehsalat proqramı olan (istehsal və təkrar istehsal) irəli və geri hərəkətli tədarük sistemlərində logistik prosesləri analiz etməyə imkan verən riyazi modellər təklif edilmişdir. Bu model əsasında baxılan tədarük sistemlərində logistik proseslər zamanı çıxan tələb itkisini azaltmağı təyin etməyə imkan verən hesablamalar və analizlər aparılmış, təkliflər verilmişdir. İstehsalat, təkrar emal etmək və tullantıların daşınması modeli şəkil 2.1.-də təsvir edilir.

Öyrənilən sistemdə istehsal olunmuş və yenidən istehsal olunmuş məhsullar 1-ci emalatxanda saxlanılır (istismara yararlı ehtiyat), işlənmiş və geri toplanmış məhsul isə 2-ci emalatxanada saxlanılır (təmir oluna bilən ehtiyat). İşlənmiş və geri toplanmış məhsullar 2-ci emalatxanaya toplandıqdan sonra yoxlanılır, istismara yararsızlar sistemdən atılır (tullantı).



Şəkil 2.1. Məhsul dövrüəsi istehsalat və yenidən istehsalat üçün

Bu sistemdə T intervalında m təkrar istehsal və n istehsal dövrüyəsi var. Jaber və El Saadany işlərində, yeni məhsulun T intervalının T_r payı içərsində və eyni zamanda bərpa edilmiş məhsulunda T intervalının T_p payı içərsində təmin olunmadığını fərz etmişlər. Bu da təbii olaraq T_r və T_p intervallarında itki vəziyyətinin yaranmasını meydana gətirir. Rəqabət bazarlarında, bu kimi təmin olunmamış vəziyyət baş verəndə firmalar xidmət səviyyələrini daha da yaxşılaşdıraraq müştərələrə sifarişlərini gözləmək üçün cəlbədic təkliflər edirlər. Bütün müştərilər üçün sifariş almanın imkansız olduğu və ya qane etmədiyi təqdirdə bəzi müştərilər üçün sifarişalma variantından istifadə edilir. Jaber və El Saadany -in işi bu istiqamətdə inkişaf etdirilərək yeni bir model qurulmuşdur.

Bu iş iki ssenaridə nəzərdən keçirilib. Birinci ssenaridə fərz edilir ki, T intervalı içərsində m partiyasında q_r miqdarında, n partiyasında q_p miqdarında istehsal olunur. Eyni zamanda T_r intervalında $m q_r$ miqdarında, T_p intervalında isə $n q_p$ miqdarında istifadə olur. Bu ssenariya görə istehsal və yenidən istehsal zamanı qarşılanabilməyən tələblərin hamısı üçün (tam sifarişalma) və ya bir hissəsi üçün (qismən sifariş) sifariş alınır. Bu ssenari üçün

toplam sifariş maliyyətini aşağıdakı kimi hesablıya bilərik:

$$BC_{rp}(m, n, \gamma_r, \gamma_p) = BC_p \left(\frac{m}{D_r} \right)^2 \frac{D_p}{2} + BC_r \left(\frac{n}{D_p} \right)^2 \frac{D_r}{2} \left(\left(\frac{m}{n} \right) \frac{1 - \gamma_r \beta_r}{\gamma_p \beta_p} \right)^2$$

(2.1)

T intervalında istehsal və təkrar istehsal üçün toplam hazırlıq maliyyətini aşağıdakı kimi hesablamaq olar:

$$mS_r + nS_p \quad (2.2)$$

T intervalında inventar maliyyəti:

$$H(n, m, \gamma_r, \gamma_p, q_r) =$$

$$\left(h_r \frac{q_r q_r}{D_r 2} \right) m + \left(h_p \frac{q_p q_p}{D_p 2} \right) n + h_u \left[\left\{ \frac{m(\gamma_r \beta_r - 1) + 1}{2mD_r} \right\} (m q_r)^2 + \frac{\gamma_p \beta_p}{2D_p} (n q_p)^2 + \left(\frac{\gamma_r \beta_r}{mD_p} + \frac{\gamma_p \beta_p (m-1)}{mD_r} \right) n q_p m q_r \right]$$

(2.3)

Yuxarıdakı tənlikləri nəzərə alaraq tam sifariş üçün aşağıdakı riyazi modeli yazmaq olar:

$$\omega(n, m, \gamma_r, \gamma_p) = A \left(2 \sqrt{(mS_r + nS_p) \left(H(n, m, \gamma_r, \gamma_p) + BC_{rp}(m, n, \gamma_r, \gamma_p) \right)} \right) \quad (2.5)$$

Məhdudiyyətlər: $n, m \geq 1$, tam ədədlər (2.5a)

$$0 \leq \gamma_r \leq 1 \quad (2.5b)$$

$$\gamma_{min} \leq \gamma_p \leq 1 \quad (2.5c)$$

$$\gamma_{min} > 0 \quad (2.5d)$$

İkinci Ssenari də bir əlavə emal və bir əlavə istehsalat partiyası istehsal etməyi qəbul edir və bu partiyaların hissələri uyğun olaraq T_p və T_r intervalında istifadə edilir. Bu fərziyənin əsas məqsədi yenidən istehsalat və istehsalat zamanı meydana gələn ehtiyat çatışmazlığını minimallaşdırmaqdır. Bu ssenariyə üçün

T intervalında toplam sifarişalma:

$$BC_{rp} = BC_p \frac{D_p}{2} \left(\left(\frac{m-1+\theta_r}{D_r} \right)^2 + \left(\frac{1-\theta_p}{D_p} \right)^2 \left(\frac{m(1-\beta_r\gamma_r)}{n \gamma_p \beta_p} \right)^2 \right) - 2 \left(\frac{(m-1+\theta_r)(1-\theta_p)}{D_r D_p} \left(\frac{m(1-\beta_r\gamma_r)}{n \gamma_p \beta_p} \right) \right) + BC_r \frac{D_r}{2} \left(\left(\frac{n-1+\theta_p}{D_p} \right)^2 + \left(\frac{1-\theta_p}{D_p} \right)^2 \left(\frac{m}{n} \frac{1-\gamma_r\beta_r}{\gamma_p \beta_p} \right)^2 \right) - 2 \left(\frac{(n-1+\theta_p)}{D_p} \right) \left(\frac{1-\theta_p}{D_p} \right) \left(\frac{m}{n} \frac{1-\gamma_r\beta_r}{\gamma_p \beta_p} \right) \quad (2.6)$$

Vahid zamanda toplam maliyyəti aşağıdakı kimi yazmaq olar

$$\omega(n, m, \gamma_r, \gamma_p, \theta_p, \theta_r, q_r) = \frac{A}{q_r} [(mS_r + nS_p) + q_r^2 BC_{rp}(m, n, \gamma_r, \gamma_p, \theta_r, \theta_p) + q_r^2 H(n, m, \gamma_r, \gamma_p)] \quad (2.7)$$

b) Bu hissədə isə elektron sənayesində logistik prosesləri analiz etməyə imkan verən riyazi model təklif olunmuşdur. Bu model əsasında ədədi eksperimentlər yerinə yetirilmiş və onların nəticələrinin geniş analizi verilmişdir. Bundan başqa praktik əhəmiyyət kəsb edən bir çox optimallaşdırma məsələləri həll edilmişdir.

İrəli və geri hərəkətli logistika şəbəkələrinin toplam xərclərini müqayisə edərək mövcud şəbəkənin optimallığını yoxlamaq olar. Şəkil 2.3-də qeyd olunduğu kimi yeni malları 1-ci dərəcəli bazara paylamaq bizim irəli logistika ilə bağlı xərclərimizi əmələ gətirir. Yeni malların işlənməsi üçün istifadə olunan mərkəzin illik sabit xərci I_M -dir. Vahid dəyişkən xərci isə C_M -dir. Tələb isə D_p olduqda aşağıdakı düstür vasitəsilə toplam irəli logistika xərclərini hesablamaq olar:

$$TC_{FWD} = I_M + C_M * D_p \quad (2.7)$$

Əks logistika xərclərinin cəmini hesablamaq üçün bir neçə addımı izləməliyik. İlk öncə 1-ci və 2-ci dərəcəli bazardan malların geri qaytarılması, MGQM-də təkrar istehsal olunaraq 2-ci dərəcəli bazara yenidən göndərilməsi üçün çəkilən toplam və vahid xərc uyğun olaraq A_R və a_R -dir. 1-ci və 2-ci dərəcəli bazardan geri qaytarılan malların cəmini D ilə işarə edək ($D = D_p\gamma_1 + D_r\gamma_2$). Bu zaman A_R aşağıdakı yolla hesablanır:

$$A_R = I_R + a_B * (D_p\gamma_1 + D_r\gamma_2) + a_R * \beta * (D_p\gamma_1 + D_r\gamma_2) \quad (2.8)$$

Lakin MGQM-nə geri qaytarılan malların eyni zamanda $1 - \beta$ qədərində tamamilə təkrar istehsala yararsız olur. Həmin mallar təkrar emal-tamamilə imtina mərkəzinə göndərilirlər. Bu mərkəzin toplam xərci aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$A_w = a_w * (1 - \beta) * D \quad (2.9)$$

Göründüyü kimi A_w -nin mərkəzi çalışdırmaq üçün sabit illik xərcləri yoxdur. Çünki, bu mərkəzin işlədilməsi 3-cü şəxs tərəfindən yerinə yetirilir. Burada sadəcə malları ora göndərmək üçün vahid dəyişkən xərc

vardır (a_w). A_{EV} və A_w məlum olduqdan sonra TC_{RV} – əks logistika ilə bağlı toplam xərci hesablamaqolar.

TC_{RV} – Malların geri qaytarılması, təkrar istehsalı və təkrar emalı tamamilə imtina edilməsi üçün çəkilən xərclərin cəminə bərabərdir və aşağıdakı düstur vasitəsilə hesablanır:

$$TC_{RV} = A_R + A_w \quad (2.10)$$

İrəli və əks logistika xərcləri arasındakı fərq Z olaraq işarə etsək, bizim əsas məqsədimiz Z -in sıfırdan böyük olmasına çalışmaqdır ($Z > 0$). Əgər Z sıfırdan kiçik olarsa ($Z < 0$), deməli Əks Logistika şəbəkəsi optimal qurulmamışdır.

İrəli və əks logistika xərcləri arasındakı fərq Z olaraq işarə etsək, bizim əsas məqsədimiz Z -in sıfırdan böyük olmasına çalışmaqdır ($Z > 0$). Əgər Z sıfırdan kiçik olarsa ($Z < 0$), deməli Əks Logistika şəbəkəsi optimal qurulmamışdır.

$$Z = TC_{FWD} - TC_{RV} \quad (2.11)$$

$$Max Z(\gamma_1, \gamma_2, \beta) = TC_{FWD} - TC_{RV} \quad (2.11a)$$

$$\text{Məhdudiyət şərtləri: } 0 \leq \gamma_1 \leq 1, 0 \leq \gamma_2 \leq 1, 0 \leq \beta \leq 1$$

Belə olan halda, məqsədimiz elə γ_1 , γ_2 və β qiyməti tapmaqdır ki, o qiymətdə əks logistika şəbəkəsinin optimallığı təmin olunsun. Model MATLAB proqramı vasitəsi ilə həll edilmişdir.

c) Burada iki tip istehsal proqramı olan (istehsal və təkrar istehsal) qapalı döngülü tədarük sistemlərində nəqliyyat, enerji və tullantı xərclərini nəzərə alaraq logistik proseslər üçün riyazi modellər təklif edilmişdir. Bu model əsasında baxılan tədarük sistemlərində logistik proseslər zamanı oratya çıxan nəqliyyat, enerji və tullantı xərclərini azaltmağı təyin etmə imkanı verən hesablamalar və analizlər aparılmış, təkliflər verilmişdir.

Həyat dövrəsi xərcinin hesablanması aşağıdakı kimidir

$$HDX = C_{pw} + M_{pw} + F_{pw} + X_{pw} - S_{pw} \quad (2.12)$$

Tullantı xərci (WC) tənliyini bu şəkildə yazaq olar:

$$WC = (m + n) \cdot (\alpha \cdot d \cdot l) \quad (2.13)$$

Təkrar istehsalat və istehsalat partiyaları üçün yerlər arasında məhsulların daşınması üçün daşınma xərcləri

$$nb_m dt_m \alpha d + mb_r dt_r (1 - \alpha) d \quad (2.14)$$

Beləliklə, dövrə üçün ümumi dəyər funksiyası aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$TC(x, m, n) = mS_r + nS_p + \theta \sum_i^6 LCC + (1 - \theta) \sum_i^6 LCC + nb_m dt_m \alpha d + mb_r dt_r (1 - \alpha) d + (m + n)(\alpha d l) + \left(\frac{h_c}{2d} \left(\frac{x^2 \alpha^2}{n} + \frac{x^2 (1 - \alpha)^2}{m} \right) \right) + \left(\frac{h_u (1 - \alpha) T x}{2} + \frac{h_u x^2 (1 - \alpha)^2 (m - 1)}{2d m} \right) \quad (2.14)$$

Bu model əsasında baxılan tədarük sistemlərində logistik proseslər zamanı oratya çıxan nəqliyyat, enerji və tullantı xərclərini azaltmağı təyin etmə imkanı olmuşdur.

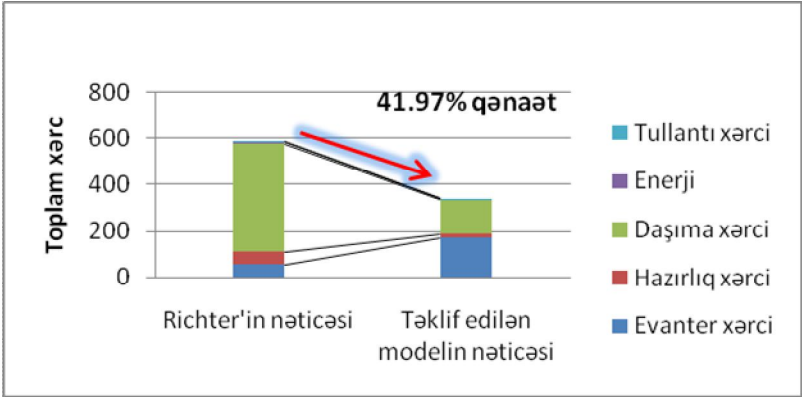
Üçüncü fəsildə Bu fəsildə irəli və geri hərəkətli tədarük zənciri (istehsalat və təkrar istehsal sistemlərində) logistik proseslərin optimallaşdırılması üçün ədədi eksprementlər aparılmış və optimizasiya məsələləri həll edilmişdir. İşə məxsus giriş parametrləri verilərək analizlər edilmişdir. Eksprementlərin nəticələri qrafiklər və cədvəllər vasitəsi ilə göstərilmiş və geniş izah edilmişdir. Ədədi eksprementlərin həlli üçün Excel Solver-dən istifadə edilmişdir.

Alınan bu nəticələr işində enerji və daşıma xərclərini nəzərə almayan Richter nəticələri ilə müqayisə edildi. Cədvəl 3.1-də Richter nəticələri göstərilmişdir. Burda TC_R Richter əldə edilən toplam xərci x_r isə istehsalat miqdarını təmsil etməkdədir. Cədvəl 3.1-də eyni zamanda Richter nəticəsinə enerji və daşıma xərci də əlavə edilərək toplam xərc TC hesablanmışdır.

Cədvəl 3.1.Richter nəticələri ($\theta = 0.5$)

n	m	α	x_R	TC_R	TC
1	2	0.5	25.668	109.087	587.97

Görüldüyü kimi Richter'in işində enerji, tullantı və daşınma xərclərini nəzərə almadan optimal nəticədə istehsalat miqdarı 25.668 və toplam xərc 109.087 tapılır, ama bu xərcləri nəzərə alsaq toplam xərc 587.97 olar.



Grafik 5: Richter və təklif edilən modelin nəticələrinin enerji, tullantı və daşınma xərcləri nəzərə alınaraq müqayisəsi ($\theta = 0.5$)

Grafik 5-dəki yanaşmadan istifadə edərək məsələni həll etdiyimizdə $x^*(2,1,0.5,0.5) = 80.27$ və toplam xərci=341.148 taparıq, buda Richter-in nəticəsindən%41.97daha azdır. Nəticələr açıq bir şəkildə enerji, daşınma və tullantı xərclərinin tədarük zəncirində çox əhəmiyyətli yer tutduğunu göstərir.

Dissertasiya işinin əsas elmi və praktik nəticələrini aşağıdakı kimi vermək olar:

1. Aydın olmuşdur ki, irəli və geri hərəkətli tədarük zəncirinin optimal idarə edilməsi ehtiyatlara qənaət etməyi, təkrar dəyər yaradaraq potensial satışları artırmağı, müştəri tələblərinə zamanında qarşılıq verməyi, eyni zamanda ətraf mühiti qorumağı da təmin edir.
2. Göstərilmişdir ki, təkrar istehsalat xüsusilə e-ticarət sahəsində çalışan şirkətlərə stratejik üstünlük qazandıracaqdır. İstehsalçı-distribütör-topdançı-pərakəndəçi-müştəri əlaqələrinin də toplam dəyər zəncirini (value chain) qüvvətləndirəcəkdir.
3. Müəyyən olunmuşdur ki, irəli və geri hərəkətli tədarük zəncirində istehsal zamanı hazırlıq xərcinin cəminin nəzərə alınması ilə çox istehsal və təkrar istehsal prosesləri şirkətlər üçün ən optimal variantdır.
4. Göstərilmişdir ki, tutarlı logistika sisteminin bərpası üçün bəzi müasir xərclər də nəzərə alınmalıdır. Adətən, irəli və geri hərəkətli tədarük zənciri sisteminin təhlili zamanı inventar xərcləri, hazırlıq xərci, sifariş vermə və əldə tutma xərcləri nəzərə alınır. Bu tədqiqat işində bunlara üç müasir : enerji, transport və tullantı xərcləridə əlavə edilərək, yeni model təklif edilmiş və təhlillər aparılmışdır.
5. Aydın olmuşdur ki, enerji, transport və tullantı xərcləri həm istehsalat həm də təkrar istehsalat üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Eyni zamanda nəticələrdən onu da görmək olur ki, alternativ enerjidən istifadə etməyin həm sosial həm də iqtisadi mənfəətləri mövcuddur. Enerji, transport və tullantı xərclərini gələcək tədqiqatlarda istifadə etməklə yeni modellər qurub ətraf mühit problemlərini azaltmaq olar.
6. Dissertasiya işində məhsulun bərpası zamanı ekoloji, sosial və müəssisə mənfəətini artırmaq məqsədi ilə yenidən qiymətləndirilməsində əhəmiyyətli olan əks logistikanın işləmə prinsipi göstərilmiş və dünyadakı tətbiq nümunələri ilə baxılmışdır. Eyni zamanda şirkətlərin logistikadan maksimum şəkildə yararlanma bilməsi və ətraf mühitlə daha mənasız əlaqədə olması üçün yeni modellər göstərilərək bu modellər üzərində riyazi təhlillər aparılmışdır. Dissertasiya işinin mövzusunda aşağıdakı elmi məqalələr çap edilmişdir.

1. Babayev Y., Demirkıran K., Məmmədov P., Həsənov P., Tahirov N.
Mechanical and Industrial Engineering, Remanufacture, Production, waste

disposal with safety stock cost //Journal of Qafqaz University- 2014.-№1.- p. 52-56.

2. **Demirkiran K., Tahirov N., Hasanov P. Axundov N.** Müəssisə resurs planlaması sistemləri və bu sistemlərin azərbaycandakı müəssisələrdə tətbiqi // Journal of Qafqaz University- 2013.- n 1 [1].-p 26-33.

3. **Hasanov P., M.Y. Jaber, Saaed.Z.** Production, Remanufacturing and Waste Disposal Models for the cases of pure and partial backordering //Applied Mathematical Modelling-2012. -№36.-p.5249-5261.

4. **Hasanov P., M.Y. Jaber, S. Zaroni & L.E. Zavanella.**Closed-loop supply chain system with energy, transportation and waste disposal costs // International Journal of Sustainable Engineering -2013.-no 6.-4.-p. 352–358.

5. **Hasanov P. , M.Y. Jaber , S. Zaroni & L.E. Zavanella.** Closed Loop Supply Chain System With Energy, Transportation And Waste Disposal Costs-Berlin,Germany:International Symposium on Logistics-2011.

6. **Hasanov P., Tahirov N.**The EOQ Model With Manufacture, Remanufacture And Recycle Costs // Journal of Qafqaz University, Economics and Administration-2011.-Number 31.- p. 44-48.

7. **Hasanov P., et.all.** Optimization in daily life and optimal nutrition, // Journal of Qafqaz University- mechanical and industrial engineering- 2013. -n 2 [1].-p 160-165.

8. **Hasanov P.,Demir F., Tahirov N.** Azərbaycan işlətmelerinde yeni yönetim model ve tekniklerinin uygulanması –Baku, Azerbaijan: Caucausses and Central Asia in the Globalization Process-2010.

9. **Hasanov P., et.all.** Facility selection for food industry within aran territoryvia multi criteria decision making models of electre // Journal of Qafqaz University- mechanical and industrial engineering- 2014.-n 2 [2].-p 16-26.

10. **Melikov A., Hasanov P., Kazimov Z.**Mechanical and Industrial Engineering,Design of Reverse Logistics networks and its application // Journal of Qafqaz University –2012.-number 34.- p. 53-58.

Müştərək müəlliflərlə yerinə yetirilən işlərdə iddiaçının rolu:

[1-10] işlərində əsas düstürlərin çıxarışı, alqoritmlərin qurulması, əsaslandırılması və yoxlanması iddiaçıya məxsusdur.

ПАРВИЗ ГАСАНОВ АДЛ ОГЛЫ

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
ПРОЦЕССОВ ЛОГИСТИКИ В СИСТЕМЕ
ПОВТОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

РЕЗЮМЕ

Модели производства переработки и удаления отходов зачастую предполагают, что произведенные и восстановленные (отремонтированные или переработанные) предметы имеют одинаковое качество. Однако, данное исследование рассматривает более реальную ситуацию, где произведенные и восстановленные предметы отличаются по качеству и поэтому неодинаково воспринимаются покупателями. Это приводит к ситуации, привлекающей к потере продажи изготовленных предметов, так как они уже были заказаны покупателями в период процесса переработки (изготовления).

В настоящее время соперничающие компании стремятся поддерживать или увеличить долю рынка для своей продукции, но когда спрос совершенно потерян из-за внефондовых ситуаций, он выглядит противоречающим интересам этих фирм. В реальности фирма может выбрать, отозвать полностью или частично, не отвечающий требованиям, спрос.

Целью настоящей диссертации является рассмотрение обратной логистической модели – типа Экономического Порядкового Количества и развитие потенциально выгодной разработки методологии рециркулирования предметов в производстве и переработке. Для решения всех выше упомянутых задач были

предложены три модели, с помощью которых были развиты методы расчета и оптимизации для обратных логистических процессов.

PARVİZ ADIL HASANOV

MATHEMATICAL MODELS FOR THE LOGISTIC PROCESSES IN THE REMANUFACTURING SYSTEMS

RESUME

Production, remanufacture and waste disposal models in the literature assume that produced and recovered (repaired or remanufactured) items are of the same quality. However, a recent study considered a more realistic situation where produced and remanufactured items are incompatible. That is, they are not perceived by customers to have the same quality characteristics. This results in a lost sales situation for produced (remanufactured) items when they are requested by customers during the remanufacturing (production) period. In today's competitive market, where firms thrive to sustain or increase the market share for their products, a stock-out situation where demand is completely lost seems to go contrary to the objectives of these firms. In reality, a firm may choose to either backorder fully or partially their unsatisfied demand.

The aim of the thesis is to revisit an Economic Order Quantity (EOQ) type reverse logistics model in the literature and highlights the potential benefits of developing recycle methodology in the manufacture and remanufacture. There were proposed three models for solving the problems mentioned above. Based on the three models there were developed calculation and optimization methods for the reverse logistic processes.

Figures and mathematical models are developed and numerical examples are provided with their results discussed.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

На правах рукописи

ПАРВИЗ ГАСАНОВАДИЛ оглы

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
ПРОЦЕССОВ ЛОГИСТИКИ В СИСТЕМЕ
ПОВТОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

3338.01– Системный анализ, управление и обработка информации

АВТОРЕФЕРАТ

**Диссертации на соискание ученой степени
доктора философии по технике**

БАКУ -2016