

YAPI ELEMANLARININ ÜRETİM KALİTESİ VE GÜVENİLİRLİĞİ

Nariman Moğbiloğlu RASULOV (ORCID: 0000-0003-0114-8819)¹
Ugurlu Mahammedoğlu NADİROV (ORCID: 0000-0002-2997-3223)^{2*}

¹Makina Mühendisliği Bölümü, Azerbaycan Teknik Üniversitesi, Bakü, Azerbaycan

²Mühendislik Grafiği Bölümü, Azerbaycan Teknik Üniversitesi, Bakü, Azerbaycan

Geliş / Received: 02.12.2016

Düzeltilmelerin gelişi / Received in revised form: 24.02.2017

Kabul / Accepted: 01.03.2016

ÖZ

Yapı elemanında (veya makine parçasında) kullanım kalitesi, projelendirme aşamasında ve üretim sürecinde yapılacak işlemler sonucu belirlenebilmektedir. Bu makalede, ürün kalitesinin üretim sürecinde oluşması, üretim ve kullanım kaliteleri arasındaki bağıntılar, kalitenin kontrol edilmesi gibi konular detaylı bir şekilde incelenmektedir. Üretim kalitesi ölçü hassasiyetinin parametrelere bağlı incelenmesi sonucu, üretim kalite hassaslık ölçüsünün standart sapmasının azaltılmasının, kullanım kalitesi açısından önem taşımadığı belirlenmiştir. Ayrıca kayma ölçüsü ile üretim kalitesi arasında fonksiyonel bağıntı ortaya konulmaktadır. Çalışmada kaliteyi üretime dayalı olarak yönetmek için optimum kalitenin proje aşamasında belirlenmesi amacıyla bir teknik önerilmektedir. Aynı amaca hizmet eden değişik kaliteye sahip ürünlerin kullanım kriterleri, çeşitli iş ortamlarında incelenerek, ürünlerin güvenilirlik kriterleri ve kararlılığı araştırılmaktadır. Bazı üretim kalite kriterleri için yeni kararlılık yöntemleri önerilerek, bunların avantajları sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Üretim, kullanım kalitesi, dağılım eğrisi, kullanım süresi, güvenilirlik, kararlılık

PRODUCTION QUALITY AND RELIABILITY OF CONSTRUCTIONS

ABSTRACT

The quality of the construction element (or part of the machine) can be determined at the stage of the process to be carried out during the projecting phase and the production process. In this article, the issues such as the formation of product quality in the production process, the relations between production and use qualities, the quality control are examined in detail. It has been determined that the reduction of the standard deviation of the production quality sensitivity measure is not important from the point of view of the quality of use, as a result of examining the production quality measurement accuracy depending on the parameters. In addition, the functional relation between slip gauge and production quality is presented. In order to manage quality based on production, a technique is proposed for determining the optimum quality at project stage. The use criteria of products with different qualities that serve the same purpose are examined in various business environments and the reliability criteria and stability of the products are investigated. For some production quality criteria new stability methods are proposed and their advantages are presented.

Keywords: Production, usage quality, distribution curve, duration of use, reliability, stability

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: + 994 55 512 7758; e-mail / e-posta: n_ugurlu@mail.ru

1. GİRİŞ

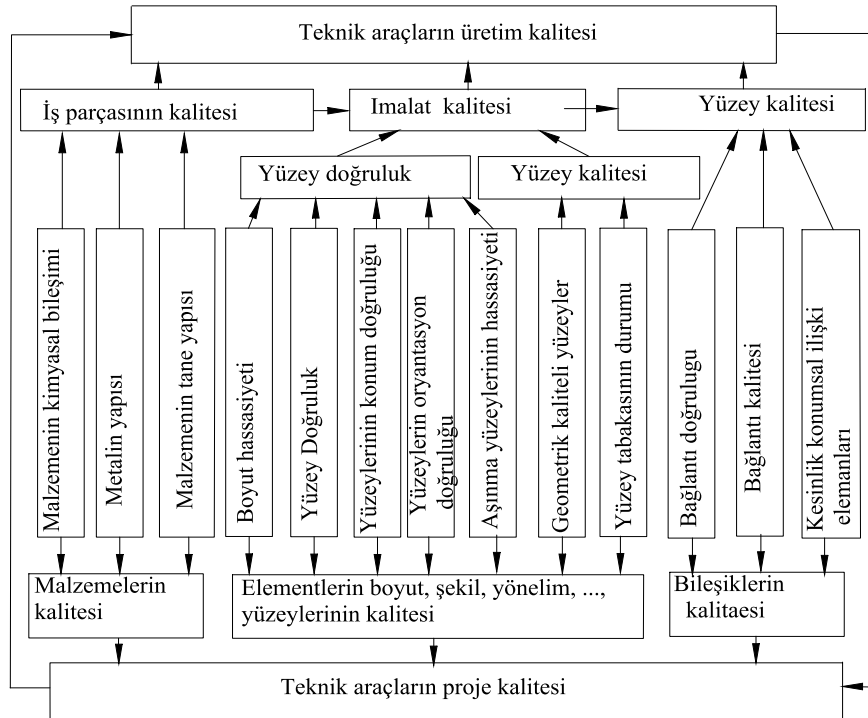
Yapı elemanlarının kullanım kalitesi üretim sürecinde belirlenmektedir. Ürünün kullanım kalite kriterleri üretim kalitesine bağlıdır. Dayanıklı ürünlerin tüketiciler tarafından başarıyla benimsenmesi, ürünlerin ekonomik olarak rekabete edebilirliği ile ilişkilidir; bunlar arasında satın alma maliyetleri, enerji maliyetleri, bakım ve onarım giderleri yer almaktadır [1]. Yani üretim ve kullanım kalitesi ilişkilerinin belirlenmesi ürünlerin verimliliğini artırmak için kullanılabilir. ÜDÇEOİ (ürünlerin dayanıklılığının çevresel ve ekonomik olarak incelenmesi) göstergelerinin ürünlerin birkaç farklı senaryoda dayanıklılığını araştırmak için geçerli olduğunu ve değerlendirme, çok sayıda parametreye ve farklı senaryolara dayandığından sağlam ve esnek olduğuna karar verilmiştir. Bu göstergeler, tasarım aşamasında ürünü değerlendirmek veya daha dayanıklı ürünler geliştirmek amacıyla politik önlemleri desteklemek için kullanılabilir [2-4]. Kullanım kalitesini yükselten teknolojik parametrelerden biri ölçü hassasiyetidir. Bu hassasiyet dağılım merkezi ve sahası ile değerlendirilir. Ölçülerin dağılım sahasının azaltılması ile üretim kalitesi yükselir [7, 13]. Fakat ölçü hassasiyeti karakteristiklerinin, standart sapma (SS) değerinin azaltılması yöntemi ile üretim hassasiyetinin yükseltilmesi, ürünlerin genel kullanım kalitesine etki etmemesi gerekir [8].

Değişik amaçla kullanılan ürünlerin üretim kalite parametreleri ve kullanım kalite kriterleri arasındaki bağıntıların belirlenmesi için birçok araştırma mevcuttur [9, 10]. Fakat bu araştırmalar, mevcut ürünler için yapılmıştır. Dolayısıyla, üretim ve kullanım kaliteleri arasındaki bağıntıların genel anlamda araştırılması güncel bir mühendislik problemidir.

Bu çalışmanın amacı, çeşitli ürünler için karakteristik olan, üretim ve kullanım kalite kriterleri arasındaki genel ilişkilerin incelenmesi ve kullanım kalitesinin yükseltmesini sağlayacak koşulların belirlenmesidir. Bu makalede, ürünlerin kullanım kalite kriterleri olarak kullanım süresi, üretim kalite kriteri olarak ise sınırlayıcı faktörlerin ölçüsel hassasiyeti dikkate alınmaktadır.

2. ÜRETİM KALİTESİ

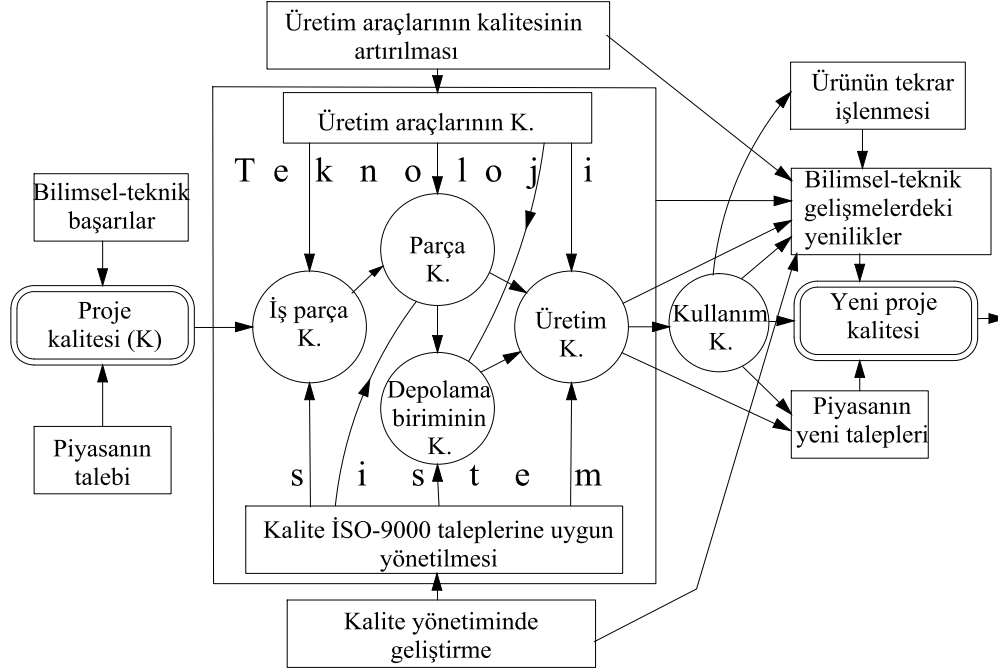
Üretim kalitesini meydana getiren teknolojik parametreler: malzeme kalitesi, yüzeylerin ölçüleri, şekilleri ve karşılıklı pozisyonları, ayrıca yüzey kalitesi ve montaj hassasiyetidir. Yüzeylerin şekil ve karşılıklı pozisyon hassasiyeti geometrik koordinatlarla tanımlanır. Kalite bileşenlerinin içerdiği ölçü hassasiyeti özellikleri konstrüksiyonun projelendirilmesi esnasında belirlenmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Teknik araçların proje kalitesi

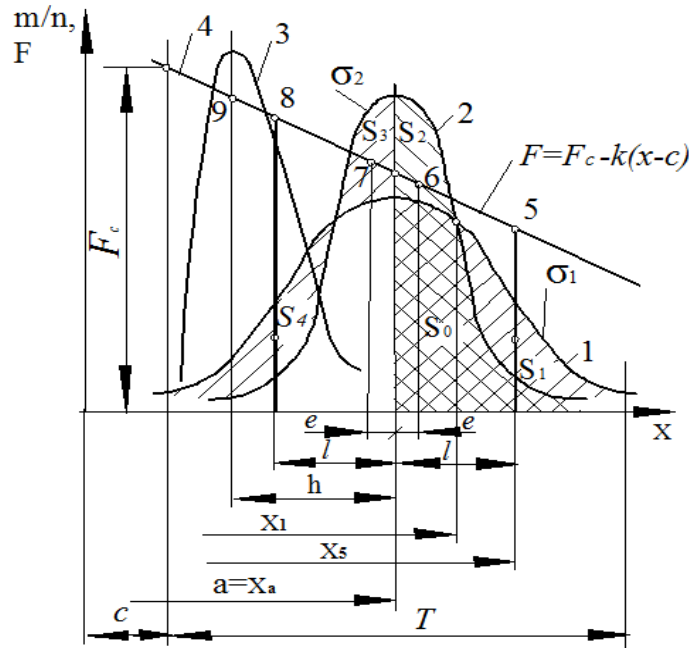
YAPI ELEMANLARININ ÜRETİM KALİTESİ VE GÜVENİLİRLİĞİ

Makine bölümlerinin ve parçalarının ölçü hassasiyeti, bu bölümlerin ve parçaların üretim amaçları, kullanım şartlarının gerektirdiği duruma ve kullanıcıların makineden beklentilerine göre üretici tarafından belirlenir. Belirli bir amaca hizmet eden yeni tasarlanmış ürünün üretimine başlanmadan önce, projelendirilen ürünlerin ekonomik verimliliği de sağlanmalıdır.



Şekil 2. Ürün kalitesinin oluşumu

Ürün ve yapı elemanlarının kalitesi ve hassasiyeti, iş akışının hazırlanması, mekanik işleme ve montaj işlemleri ile sağlanır (Şekil 2). Şekilde ürünlerin kalite oluşum şeması ve süreci sunulmaktadır. Şemada gösterildiği gibi, üretim kalitesini sağlamak için üretim araçlarının da kalitesinin devamlı artırılması ve ISO-9000 standartlarına uygun hale getirilmesi sağlanmalıdır.



Şekil 3. Ölçü hassasiyeti uygulamasının dağılım eğrisine ve sürecine etkisi

N. M. RASULOV, U. M. NADIROV

Birçok durumda, eleman bağlantılarının gerçek ölçülerinin, dağılım eğrileri Gauss kuralı çerçevesinde yapılmaktadır [5, 6]. Gauss eğrisi, iki parametrelidir olup, ölçülerin standart sapması σ ve dağılım merkezinin koordinatı a olarak verilmektedir (Şekil 3). Kaliteyi, ölçü hassasiyeti bakımından sağlamak için, her iki parametrenin uygulanması gerekir. Örneğin, bir ürünün kalitesini oluşturan üretim parametresinin sınırları üretici tarafından T ile dağılım merkezinin koordinatları ise $a = X_a$ ile verilmiştir (Şekil 3). Ürünler tek hat üzerinde, değişik iş yerlerinde üretilmiştir. İşyerlerinden birincisinin üretim kalitesini sağlama ölçütü, ölçü dağılımının standart sapması σ_1 olan 1 eğrisiyle, ikincisi σ_2 olan 2 eğrisiyle, üçüncüsü ise 3 eğrisiyle sunulmuştur.

Ürünlerin, elemanlarının veya çalışan yüzeylerin kalitelerinin genel belirleyicisi, kullanım süresidir. Yani, ürün kalitesinin, kullanım süreleri ile ilişkilendirilmesi hem üretim, hem de kullanım verimliliğinin detaylı değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Şekilde yatay eksen üzerinde üretim kalitesi parametresi (x), dikey eksen üzerinde ürünlerin oluşma sıklığı m/n veya grup aralarındaki parçaların sayısı (m) ve ürünlerin kullanım süresi (F) ile gösterilmiştir. Herhangi bir sebepten $\sigma_2 < \sigma_1$ ve $6\sigma_1 \leq T$ oluşmuştur. Üretim sürecinde hassasiyet kriterinin azaltılması üretim kalitesini nasıl etkiler sorusu önem arz etmektedir. Gruplaşma merkezini değiştirmeden, standart sapma değerinin azaltılması ile üretim kalitesinin yükseltilmesinin genellikle ürünlerin kullanım kalitesine etki etmediği araştırmalarla ortaya konmuş, fakat matematiksel olarak tanımlanmamıştır [8, 11]. Dağılım sahasının ($6\sigma_1$) azaltılmasıyla ($6\sigma_2$) üretim kalitesinin yükseltilmesinin ($6\sigma_2 < 6\sigma_1$) ürünün kullanım kriteri ve süresine etkisini inceleyelim (Şekil 3). Kullanım süresinin kalite ile ilişkisinin, $F = f(x)$ doğrusal kuralına tabi olduğunu kabul ederek, üretim ve kullanım kaliteleri arasında fonksiyonel matematik bağıntıyı oluşturalım. Bunun için ilk önce dağılım eğrilerinin oluşturduğu temel alanları ve temsil ettikleri kriterleri belirleyelim. Bilindiği gibi, her bir genel alan, yatay eksen ve eğri ile sınırlanır ve bir bütün sayılır. Eğriler (1 ve 2) iki çeşitte üretilmiş bütün ürünleri (her biri n sayıda olmak şartıyla) kapsar. Kalitesi σ_1 den σ_2 ye uygun olarak artırıldıktan sonra, S_0 alanı her iki eğri alanını içeren ortak alan, S_1 önceki düşük kaliteli ürünleri, S_2 yüksek kaliteli ürünleri içeren alanlardır. S_1 ve S_2 alanlarına uygun olarak, gruptaki ($S_2 n$) sayısındaki ürün, ($S_1 n$) sayısındaki ürüne göre nispeten yüksek kaliteye sahip olmaktadır. S_1 ve S_2 alanlarını belirleyerek karşılaştırma yapalım. Şekilden şu bağıntı yazılabilmektedir:

$$S_1 = (S_0 + S_1) - S_0 \tag{1}$$

Burada ($S_0 + S_1$) alanı, eğrilerin simetri eksenini, 1 eğrisi ve yatay eksen ile sınırlanan alandır ve $[a, \infty]$ aralığında aşağıdaki gibi belirlenir:

$$(S_0 + S_1) = \frac{1}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} \int_a^{\infty} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_1^2}} dx \tag{2}$$

Burada S_0 , eğrilerin simetri eksenini, 1-2 eğrileri ve yatay eksen ile sınırlanarak, $[a, \infty]$ aralığında belirlenir. Bu eğri $[a, x_1]$ parçasında 1 eğrisi ile oluşan, S_{01} alanı ve $[x_1, \infty]$ aralığında 2 eğrisi ile oluşan S_{02} alanının toplamını ifade eder. Yani şu şekilde tanımlanır:

$$S_{01} = \frac{1}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} \int_a^{x_1} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_1^2}} dx ; \quad S_{02} = \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} \int_{x_1}^{\infty} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_2^2}} dx \tag{3}$$

$$S_0 = S_{01} + S_{02} = \frac{1}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} \int_a^{x_1} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_1^2}} dx + \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} \int_{x_1}^{\infty} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_2^2}} dx$$

Denklem (2) ve (3) ifadeleri, Denklem (1) ifadesinde yerine koyulduğunda aşağıdaki şekle dönüşür:

YAPI ELEMANLARININ ÜRETİM KALİTESİ VE GÜVENİLİRLİĞİ

$$S_1 = \frac{1}{\sigma_1\sqrt{2\pi}} \int_a^\infty e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_1^2}} dx - \frac{1}{\sigma_1\sqrt{2\pi}} \int_a^{x_1} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_1^2}} dx - \frac{1}{\sigma_2\sqrt{2\pi}} \int_{x_1}^\infty e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_2^2}} dx \quad (4)$$

Şimdi, S_2 alanını belirleyelim. Bu alan 1 ve 2 eğrileri ve bu eğrilerin simetri eksenleri ile sınırlanmakta ve $[a, x_1]$ parçasında S_1 alanına benzer şekilde aşağıdaki gibi belirlenmektedir:

$$S_2 = \frac{1}{\sigma_2\sqrt{2\pi}} \int_a^\infty e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_2^2}} dx - \frac{1}{\sigma_1\sqrt{2\pi}} \int_a^{x_1} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_1^2}} dx - \frac{1}{\sigma_2\sqrt{2\pi}} \int_{x_1}^\infty e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_2^2}} dx \quad (5)$$

Bilindiği gibi, (4) ve (5) ifadelerinin ilk toplananları Gauss eğrisi ile sınırlanmış alanın yarısına eşit olup Laplace fonksiyonunun değeri ile belirlenir $0.5\Phi(z) = 0.5$. Bu durumda aşağıdaki ifadeler yazılabilir:

$$S_1 = 0,5 - \frac{1}{\sigma_1\sqrt{2\pi}} \int_a^{x_1} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_1^2}} dx - \frac{1}{\sigma_2\sqrt{2\pi}} \int_{x_1}^\infty e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_2^2}} dx \quad (6)$$

ve

$$S_2 = 0,5 - \frac{1}{\sigma_1\sqrt{2\pi}} \int_a^{x_1} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_1^2}} dx - \frac{1}{\sigma_2\sqrt{2\pi}} \int_{x_1}^\infty e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_2^2}} dx \quad (7)$$

Böylece, (6) ve (7) ifadelerinin karşılaştırılmasından: $S_1 = S_2$ olduğu görülmektedir. Yani Standart sapmanın σ_2 değerinde, simetri ekseninin sağ tarafında olan S_{1n} ve S_{2n} sayıdaki ürünlerin ($S_{1n} = S_{2n}$) üretim kalitesi kriterleri ve buna uygun olarak da, kullanım kalite kriterleri artış göstermektedir. Aynı şekilde işlem yapıldığında, $S_3 = S_4$ (burada S_3 simetri ekseninin sol tarafında kalan, yüksek kaliteli ürünleri kapsayan alan, S_4 simetri ekseninin sol tarafında kalan, düşük kaliteli ürünleri kapsayan alandır) olduğu görülmektedir. Bu durumda, simetri ekseninin sol tarafında kalan S_{3n} ve S_{4n} sayıdaki ürünlerin ($S_{3n} = S_{4n}$) üretim kalitesi kriterleri ve buna uygun olarak kullanım kalitesi kriterleri azalmaktadır. S_1 ve S_4 , S_2 ve S_3 alanlarının simetrik oldukları dikkate alındığında (Bkz. S_1, S_2, S_3 ve S_4 taranmış alanlardır): $S_1 = S_2 = S_3 = S_4$, yani $S_{1n} = S_{2n} = S_{3n} = S_{4n}$ olduğu görülmektedir.

3. ÜRETİM KALİTESİ VE KULLANIM SÜRESİ İLİŞKİLERİ

Yapı elemanlarının %80'inin kullanım süresi, kullanım yüzeylerinin aşınması ile sınırlıdır [9, 10]. Aşınma süresinde kullanım süresi (F) aşınmaya bağlı olarak doğrusal şekilde değişmektedir. Buna göre ürünlerin kullanım süresi (F) ile üretim kalitesi (x) arasındaki bağıntı, $F = f(x)$, kullanım süresinin matematiksel modeli aşağıdaki gibi varsayılmaktadır [12]:

$$F = F_c - k(x - c) \quad (8)$$

Burada, F_c ; yüksek kaliteli bir ürün için uygun kullanım süresi, c ; yüksek kaliteli bir ürünün kalite kriteri, k ; $F = f(x)$ bağıntısında doğruyu ifade eden değerdir. Üretim ve kullanım kaliteleri arasındaki bağıntı (8) olduğundan (F) değişimini belirleyelim:

N. M. RASULOV, U. M. NADIROV

$$S_{1n} \Rightarrow F_5; \quad S_{2n} \Rightarrow F_6; \quad S_{3n} \Rightarrow F_7 \text{ ve } S_{4n} \Rightarrow F_8$$

Burada, $S_{1n}, S_{2n}, S_{3n}, S_{4n}$ Şekil 3'teki taralı alanlara uygun ürünlerin sayısı ve F_5, F_6, F_7, F_8 söz konusu alanlardaki uygun ürünlerin ortalama hizmet müddeti ile gösterilmektedir. Ayrıca " \Rightarrow " işareti söz konusu uygunluğu gösterir. (8) bağıntısını ve 5, 6, 7 ve 8 noktalarının apsilerini kullanarak F_5, F_6, F_7 ve F_8 aşağıdaki gibi belirlenir:

$$F_5 = F_c - k(x - c) = F_c - k(a - c + l) \quad (9)$$

$$F_6 = F_c - k(a - c + e) \quad (10)$$

$$F_7 = F_c - k(a - c - e) \quad (11)$$

$$F_8 = F_c - k(a - c - l) \quad (12)$$

Burada $l - S_1$ ve S_4 alanlarının orta noktalarının simetri ekseninden uzaklıkları $e - S_2$ ve S_3 alanlarının orta noktalarının simetri ekseninden olan mesafelerdir. Bu şekilde, denklem (9) ifadesini göz önüne alarak, n_1 sayıdaki ürün için, genel kullanım süresi F_{n1} aşağıdaki gibi bulunur:

$$F_{n1} = n_1 F_5 = S_{1n} \cdot F_5 = S_{1n} [F_c - k(a - c + l)]$$

Denklem (10) ifadesini göz önüne alarak n_2 sayıdaki ürünün genel kullanım süresi F_{n2} ise şu ifadede elde edilir:

$$F_{n2} = n_2 F_6 = S_{2n} \cdot F_6 = S_{2n} [F_c - k(a - c + e)]$$

Üretim kalitesinin yükseltilmesi amacıyla, $S_{1n} = S_{2n}$ sayıdaki ürünün kullanım kriterlerinin ve genel kullanım süresinin artışı F_y için bağıntı şu şekilde olur:

$$F_y = F_{n2} - F_{n1} = S_{2n} [F_c - k(a - c + e)] - S_{1n} [F_c - k(a - c + l)] = S_{1n} \cdot k(l - e) \quad (13)$$

S_3 ve S_4 alanları için, ürünlerin genel kullanım süresi azalmaktadır. Üretim kalitesinin artması ($\sigma_2 < \sigma_1$) için, $n_3 = S_{3n} = S_{4n} = n_4$ sayıdaki ürünün, (11) ve (12) ifadelerini göz önüne alarak, genel kullanım süresinin azalması ΔF_a şu şekilde ifade edilir:

$$\Delta F_a = F_{n4} - F_{n3} = S_{4n} [F_c - k(a - c - l)] - S_{3n} [F_c - k(a - c - e)] = S_{4n} k(l - e) \quad (14)$$

(13) ve (14) ifadelerine göre, üretim kalitesinin artması için ürünlerin genel kullanım sürelerinin değişimi ΔF şu şekilde elde edilir:

$$\Delta F = F_y - \Delta F_a = S_{1n} \cdot k(l - e) - S_{3n} k(l - e) = 0 \quad (15)$$

Benzer şekilde, Denklem (15) ifadesi incelendiğinde şu sonuçlar elde edilmektedir: Ürünlerin üretim ve kullanım kalite kriterleri arasında doğrusal bir ilişki olduğunda, üretim kalitesinin sadece hassasiyet karakteristiklerinin (SSn) σ 'nın azaltılması veya artırılması, kullanım bakımından elverişli olmamaktadır. Yapılan incelemeler, üretim kalitesi ve kullanım süresi arasındaki bağıntı, $F = f(x)$ eğri (üstel vs.) kuralına uyarsa, bu durumda ürünün ortalama kullanım süresinin azaldığını göstermektedir.

YAPI ELEMANLARININ ÜRETİM KALİTESİ VE GÜVENİLİRLİĞİ

Aynı ürünlerin III işyerinde üretiminde dağılım merkezinin h kadar arttığı görülmektedir (Şekil 3'te eğri 3). Bu durumda, ürünlerin ortalama kullanım süreleri 9 nolu noktanın ordinatı ile belirlenir. Buna göre, n sayıdaki ürünün genel kullanım süresi F_9 ,

$$F_9 = n[F_c - k(a - c - h)] \tag{16}$$

ve önceki her iki durum için ürünlerin kullanım sürelerinin ortalama matematiksel beklentisi F_a ise şu şekilde olur:

$$F_a = n[F_c - k(a - c)] \tag{17}$$

Böylece, (16) ve (17) ifadelerinden, dağılım merkezinin h kadar kayması neticesinde ürünlerin genel kullanım süresi ve ürünün ortalama kullanım süresinin artması ΔF_s aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\Delta F_s = F_9 - F_a = nkh \quad \text{ve} \quad \Delta F_{s1} = \Delta F_s / n = kh \tag{18}$$

Burada ΔF_{s1} dağılım merkezinin b kadar kayması neticesinde ürünün ortalama kullanım süresinin artmasıdır.

Kalite hassasiyetinin bu şekilde artırılmasında, dağılım merkezinin kayma değerinin Rasulov değeri ile ifade edilmesi mümkün olur [8]. n nin yerine h ın dağılım eğrisinin kayma değerini K_R ile ifade edersek, n sayıdaki ürün için şu bağıntılar elde edilir:

$$\Delta F_s = 0,5nkK_R T ; \quad \Delta F_{s1} = 0,5kK_R T$$

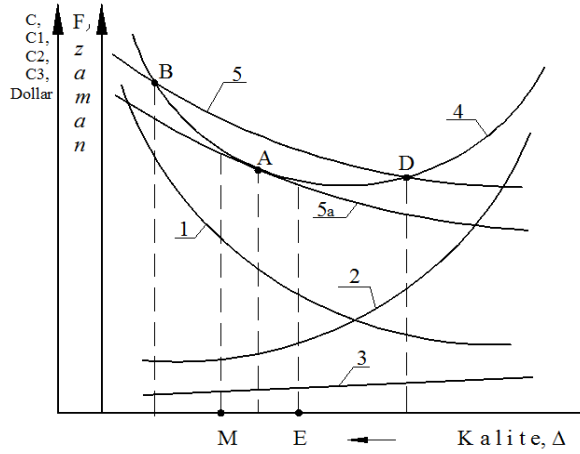
Yani, üretim sürecinde hassasiyet karakteristiklerinin gruplaşma merkezinin h kadar kaydırılması, ortalama her ürünün kullanım süresinin kh kadar artışına sebep olur. ISO-9000 standartları üretim sürecinin bütün aşamalarında kalitenin yönetilmesini talep etmektedir. Bu taleplere uyulduğunda, kalite kriteri parametresinin gruplaşma merkezinin yüksek kalite tarafına kaydırılması temin edilebilir (Şekil 3'te eğri 3). Dağılım merkezinin koordinatı $(a - h)$ olmaktadır (Şekil 3). Üretim süreci projenin uygulanmasına hizmet ettiğinden projede öngörülen kaliteye ulaşamadığında, ürün hatalı kabul edilir. Dolayısıyla, kalitenin projelendirilme sırasında yönetilmesi daha uygun sonuçlar verebilir. Yapı elemanının kalitesi kullanım süresindeki harcamaları da belirler. Bu üç parametre birbirleriyle bağlantılı olup konstrüksiyonun varlığı ve işleyişini her konuda karakterize eder. Teknik araçların optimum proje kalitesi, üretim ve kullanım masrafları ve kullanım süresine bağlı olarak belirlenmelidir (Şekil 4). Şekil 4'te teknik araçların kalitelerinin grafiksel olarak belirlenmesi gösterilmiştir.

Yatay eksen üzerinde ürün kalitesi, düşey eksen üzerinde ise masraflar ve kullanım süresi gösterilmektedir. Bilindiği gibi, ürünün üretim (C_1) ve kullanım (C_2) masrafları, kaliteye bağlı olarak, (1) ve (2) eğrileri gibi değişebilir [5]. Kalite düşük olduğunda belirli kullanım süresinde daha çok ürünün kullanılması gerekir. Kalite azaldığında nakliyat masrafları (C_3) artar (Bkz. 3. eğri). Ürünün kullanımı için yapılan masraflar (C) 4. eğri ile ifade edilir.

Ürünün kullanım süresinin, kalitesine bağlı olarak (5) bağıntısı ile değiştiğini varsayalım. Grafikte, bu eğriler iki noktada kesiştiğinde (B ve D noktaları), 5. eğri düşey yönde kendisine paralel olarak aşağıya, kesişmediğinde yine kendisine paralel olacak şekilde yukarıya yönelmekte ve eğriler (5a ve 4) yalnız bir ortak A noktasına sahip olacak şekilde kaydırılmaktadır. Bu halde, A noktasına uygun olan kalite, belirlenen ürünün verimli kullanımını sağlayan kalite değeri olmaktadır. Ürün kalitesi A noktası etrafında, her hangi M ve E noktaları aralığında verilmelidir.

Çağdaş teknolojideki gelişimler, teknik araçların üretim ve kullanım hakkındaki detaylı bilgiler (1)-(5) bağıntılarını önceden tahmin etmeye olanak sağlamaktadır [3, 9]. Yani, teknik araçları projelendirme aşamasında, optimum kalite ve kullanım süresini sağlamak mümkün olabilmekte ve böylece projelendirme aşamasında kalite yönetilebilmektedir.

N. M. RASULOV, U. M. NADIROV



Şekil 4. Yapı elemanının optimum kalite ve verimlilikle kullanımı

4. KULLANIM ŞARTLARININ KULLANIM KRİTERLERİNE ETKİSİ

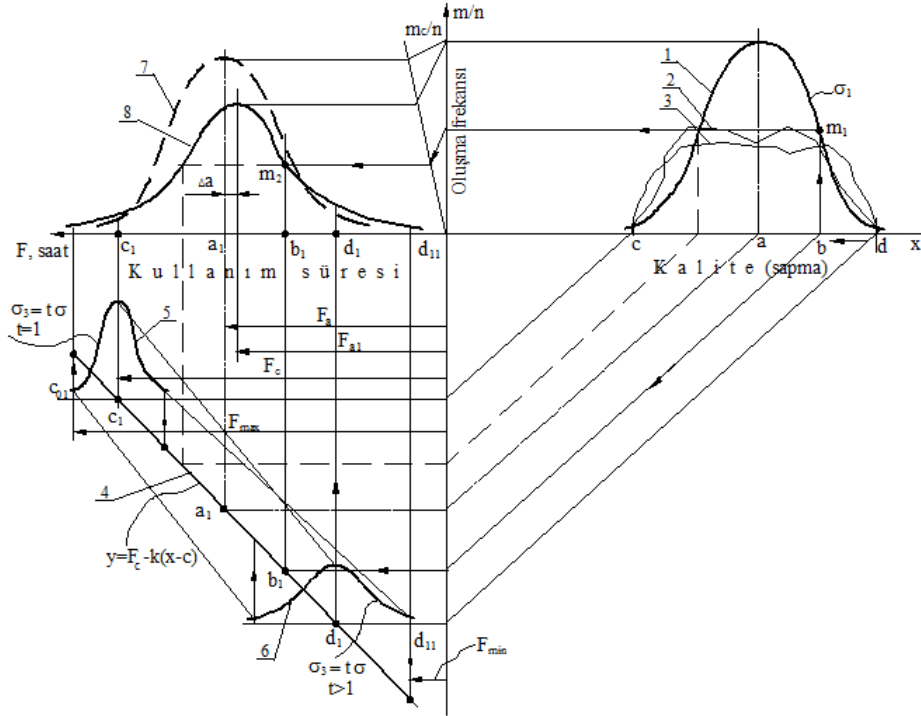
Üretim ve kullanım kalitesi ilişkilerini nomogram şeklinde düzenlediğimizde (Şekil 5), ürünlerin üretim kalitesi parametreleri yatay eksen üzerinde, üst kalite sınırı c , mevcut kalite b , düşük kalite sınırı d , dağılım merkezinin koordinatı ise a ile gösterilmektedir. b , c , d ve a kalitesindeki ürünlerin kullanım sürelerinin sınır değerleri, şekilde uygun harflerle maksimum ve minimum indeksli F harfi, matematiksel beklentileri (1), yerel kullanım süresinin sınır değerleri (0_1 ve 1_1) indeksli uygun harfler ile gösterilmiştir. Yerel kalite bakımından, ürünlerin kullanım süreleri, oluşma sıklığı r/m ve toplam sayısı ise m ile ifade edilmektedir. Kalite parametrelerinin dağılımı çeşitli şekillerde olabilmektedir (Şekil 5). Fakat kalite parametrelerinin değişim kanununa uygunluğu, problemin çözümünde hayati öneme sahip değildir. Buna göre, burada da kalite parametrelerinin dağılımının Gauss kuralına göre oluştuğu kabul edilebilir. Yukarıda belirtildiği gibi, üretim ve kullanım kaliteleri arasındaki bağıntı, Denklem (8) ifadesinde olduğu gibi kabul edilmektedir. Bilindiği gibi, kullanım şartlarını oluşturan faktörler, örneğin, atmosfer sıcaklığı z_1 , nem oranı z_2 , iş akışı vs. ürünün kullanım süresince belirli bir aralıkta ($z_{1\min} \leq z_1 \leq z_{1\max}$; $z_{2\min} \leq z_2 \leq z_{2\max}$, vs.) değişmektedir. Bu nedenle, üretim kalitesi parametreleri mutlaka, aynı olan veya çok küçük aralıkta değişen ürünler grubunun kullanım projesinde kullanım süreleri (F_c) sadece kullanım şartlarına bağlı olarak belirli aralıkta uygun bir kurala göre değişmektedir (Şekil 5).

Kullanım şartları faktörlerinin sayısının çok ve rasgele olmasından ötürü, kullanım süresi ile kullanım şartları arasındaki bağıntının normal kuralına göre oluştuğu kabul edilebilir. Ayrıca, üretim kalitesi düşük olduğunda ürünün kullanım şartlarının değişmesine karşı hassasiyetinin arttığı kabul edilir ve SS 'nin değeri artar ($\sigma_4 > \sigma_3$). Burada σ_3 üretim kalitesi, mutlaka, yüksek olan ürünler grubunun kullanım sürelerinin SS). Yani, kullanım şartlarının aynı şekilde değişimi, düşük üretim kalitesine sahip (d) ürünlerin kullanım sürelerinin F_d daha geniş aralıkta değişmesine ($F_{d\min} \leq F_d \leq F_{d\max}$) sebep olur. Bu halde $SS \sigma_4 = t_d \sigma_3$ olur. Burada t_d ; SS 'nin artmasına bağlı olan, doğruyu değiştiren t_x değerinin d noktasına düşen değeridir ($t_d > 1$).

Sonuç olarak, gerçek kullanım şartlarında ürünlerin kullanım sürelerinin değişimini karakterize eden eğri asimetrik formda oluşmaktadır. Uzay eğrilerinin dağılım merkezleri kullanım süresi doğrusu üzerindedir. $\sigma_x = t_x \sigma_3$. Eğriler sistemi için $\sigma_3 = \text{sabit}$, 5 eğrisi için $t_c = \text{min}$; $t_c = 1$; 6 eğrisi için ise $t_d = \text{max}$; $t_d > 1$. Burada t_x doğruya göre değişen $F = f(z)$ bağıntısında doğrunun eğimini ifade eden değerdir. En yüksek kaliteli ürünlerin gerçek kullanım sürelerinin değişimi aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

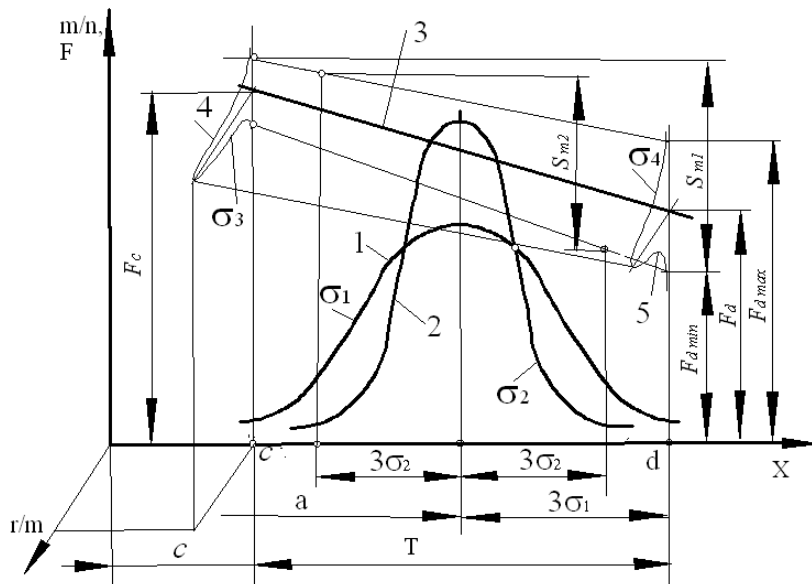
$$F_c - 3\sigma_3 \leq F_c \leq F_c + 3\sigma_3$$

YAPI ELEMANLARININ ÜRETİM KALİTESİ VE GÜVENİLİRLİĞİ



Şekil 5. Üretim ve kullanım kalite ilişkileri

Ürünler grubu için kullanım süresinin en düşük değeri, düşük kaliteli ürüne aittir ($F_{d\min}$) Ürünlerin kullanım sürelerinin ortalaması F_a ise Δa kadar kayarak F_{a1} değerini almaktadır. Böylece, ideal kullanım şartlarında ürünlerin kullanım süreleri (7) eğrisi ile temsil edildiği halde, gerçek şartlarda (8) eğrisi gibi değişmektedir (Şekil 5). t_x 'in değerine bağlı olarak eğrilerinin şekil ve parametreleri değişmektedir. Kullanım şartlarının kullanım süresine bağlı değişimi Şekil 6'da sunulmaktadır. Şekilde r/m mutlak aynı kalite kriteri, m ise aynı kullanım süresine bağlı oluşma sıklığını göstermektedir. Ürünlerin kullanım kriterleri, standartlarla belirlenir. Uygun standartlar doğrultusunda, bir takım kullanım kriterleri güvenilirlik kavramı doğrultusunda genelleştirilmiştir.



Şekil 6. Kullanım şartlarının kullanım süresine etkisi

N. M. RASULOV, U. M. NADIROV

Güvenilirlik, ürünün kullanıma hazır olmasını tanımlar ve çeşitli kriterlere sahiptir. Her birinin kullanılacağı yer belirlenir. Araştırmalar, her bir kriterin toplanmış ürünün kalitesini değerlendirmeye yardımcı olduğunu göstermektedir. Tüm dünya ülkelerinin şimdiki entegrasyonu ve serbest piyasa ekonomisi şartlarında, bilim ve teknolojinin modern gelişim seviyesinde kararlılık kriteri çok geniş ilgi alanını kapsamaktadır. Bu amaçla, güvenilirliğin bünyesinde ayrıca kararlılığın da göz önünde tutulması gerekir. Kararlılık, çok sayıdaki ürünün güvenilirlik kriterleri çerçevesinde değişimini tanımlayan parametreler grubudur. Her bir kriter çerçevesinde iki çeşit değerlendirilmenin, örneğin genel ve yerel kararlılığın amaca uygun olduğu kabul edilmektedir.

Kabul edilen bir teknik hizmet ve onarım sisteminde, aynı yerel üretim kaliteli nesne takımı örneklerinin (m sayıda) iş yeteneklerini son aşamaya kadar muhafaza etme süreleri farkının uygun matematiksel beklentiye oranı, uzun ömürlülüğün oransal yerel kararlılığı adı verilir. Kararlılık, ürünlerin güvenilirlik kriterinin değişim aralıklarını; bütün ürünler için genel ve mutlak ve aynı üretim kalitesindeki ürün grubu için yerel değerlendirme gibi iki türlü değerlendirme yapmak amacıyla önerilmektedir. Böylesi durumlarda, mutlak ve oransal kriterler kullanılmalıdır. Mutlak kararlılık, güvenilirlik kriteri parametrelerinin (uzun ömürlülük vs.) en büyük ve en küçük değerlerinin farkıyla eşdeğer sayılır. Bu tanımlama, aynı amaçlı ürünlerin güvenilirlik kriterlerinin belirlenmesi için uygun olmaktadır. Değişik boyutlu ve farklı amaç için kullanılan ürünlerin iş yeteneklerini belirlemek ve karşılaştırmak için oransal kararlılıktan istifade edilmesi önerilir. Mutlak kararlılığın bütün ürünlere uygun kriterlerin ortalama değerine veya matematiksel beklentisine oranı, oransal kararlılık olarak adlandırılır. Şekil 5'te tanımlanan üretim kalitesi - ölçü hassasiyeti ve kullanım kalitesi - kullanım süresi ilişkileri için bazı kararlılık kriterlerini I. seçenek üzerinde üretilmiş ürünler için (σ_1) tayin edelim:

Kullanım süresi en yüksek yerel kararlılık $S_{ml \min}$ (5. eğri ile $\pm 3\sigma_3$):

$$S_{ml \min} = 6\sigma_3 \quad (19)$$

Kullanım süresi en düşük yerel mutlak kararlılık $S_{ml \max}$ (6.eğri ile) :

$$S_{ml \max} = 6\sigma_4 = 6t_d\sigma_3 \quad (20)$$

Kullanım süresi en yüksek yerel oransal kararlılık $S_{l \min}$ (5.eğri ile) : değer olarak

$$S_{l \min} = \frac{6\sigma_3}{F_c}, \text{ yüzde olarak, } S_{l \min} = \frac{6\sigma_3}{F_c} 100\% \quad (21)$$

Kullanım süresi en düşük yerel oransal kararlılık $S_{l \max}$ (6.eğri ile) :

$$S_{l \max} = \frac{6t_d\sigma_3}{F_d} \quad \text{ve} \quad S_{l \max} = \frac{6t_d\sigma_3}{F_d} 100\% \quad (22)$$

Kullanım süresi genel mutlak kararlılık S_m :

$$S_m = (F_c + 3\sigma_3) - (F_d - 3t_d\sigma_3) = F_c - F_d + 3\sigma_3(1 + t_d) \quad (23)$$

Kullanım süresi genel oransal kararlılık S :

$$S = \frac{F_c \max - F_d \min}{F_a} = \frac{F_c - F_d + 3\sigma_3(1 + t_d)}{F_a} \quad (24)$$

veya

$$S = \frac{F_c - F_d + 3\sigma_3(1 + t_d)}{F_a} 100\% \quad (24)$$

I. seçenek, SSsı σ_1 olan ürünler için kararlılık kriterleri (19)'dan (25)'e kadar ifadeleri ile yukarıda sunulmaktadır. II. seçenek, SSsı σ_2 olan ürünler için mutlak kararlılığın (S_{m_2}) oluşturulması şekilde gösterilmiştir (Şekil 5). Şekille göre, $S_{m_2} < S_{m_1}$ (burada S_{m_1} I. seçenek üzerinde üretilmiş ürünler için

YAPI ELEMANLARININ ÜRETİM KALİTESİ VE GÜVENİLİRLİĞİ

mutlak kararlılıktır) I. seçenek ile üretilmiş ürünler için mutlak kararlılıktır. Üretim kalitesinin σ_1 den σ_2 ye artması sonucunda ürünlerin kullanım süresi üzerindeki mutlak kararlılık artışı ΔS_m :

$$\Delta S_m = \frac{S_{m_1}}{S_{m_2}} \quad \text{veya} \quad \Delta S_m = \frac{S_{m_1}}{S_{m_2}} \cdot 100\% \quad (26)$$

ve oransal kararlılık artışı ΔS_n ise aşağıdaki ifadelerden elde edilmektedir:

$$\Delta S_n = \frac{\frac{S_{m_1}}{F_a}}{\frac{S_{m_2}}{F_a}} = \frac{S_{m_1}}{S_{m_2}} \quad \text{veya} \quad \Delta S_n = \frac{S_{m_1}}{S_{m_2}} \cdot 100\% \quad (27)$$

(26) ve (27) Denklemleri karşılaştırıldığında, ele alınan durum için kararlılığın artırılması hem mutlak hem de rölatif olarak $\Delta S_m = \Delta S_n > 1$ şeklinde olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, her iki halde dağılım merkezlerinin koordinatları aynı, dağılım eğrilerinin ise simetrik olmasıdır. Böylece, uyum merkezini değiştirmeden SS'nin azaltılması ile üretim kalitesinin artırılması ürünlerin bilinen kullanım kalitesine etki etmese de güvenlik kriterleri kararlılığın artmasına neden olmaktadır.

4. SONUÇLAR

Bu makalede, ürün kalitesinin üretim sürecinde oluşması, üretim ve kullanım kaliteleri arasındaki bağıntılar, kalitenin kontrol edilmesi gibi konular detaylı bir şekilde incelenmiştir. Ürünlerin üretim kalitesi kriterleri, sadece hassasiyet karakteristiklerinin (SS) artışı veya azalışı bakımından önemli olmayıp, onun dağılım merkezinin h kadar kaydırılması ortalama her ürün takımının kullanım süresinin kh kadar yükselmesine neden olmaktadır. Ürünlerin kullanım süresi, ürünleri sınırlayan boyut dağılım merkezinin kaydırılması ile artırılabilir. Üretici işletmelerin etkinliğini, ürünlerin kullanım kalitelerini değerlendirmek için kararlılığın incelenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] BROOK LYNDHURST., Public Understanding of Product Lifetimes and Durability, Final Reports. Reports for the UK Department for Environment Food and Rural Affairs (DEFRA). Ltd. London, UK. 2014.
- [2] ARDENTE, F., MATHIEUX, F., "Identification and Assessment of Product's Measures to Improve Resource Efficiency: the Case-Study of an Energy using Product", J. Clean. Prod. 83, 126–141, 2014.
- [3] ARDENTE, F., MATHIEUX, F., "Environmental Assessment of the Durability of Energy-Using Products: Method and Application", J. Clean. Prod. 62-73, 2014.
- [4] HAZEN, BT, CHRISTOPHER, A. BOONE, CH, WANG, Y., KHOR, KS. "Perceived Quality of Remanufactured Products: Construct and Measure Development". Journal of Cleaner Production, 142, 716-726, 2017.
- [5] BAZROV, B.M., Fundamentals of Mechanical Engineering, Machinery, Moscow, Russia, 2005.
- [6] DALISKY, A.M., KOSILOVA, A.G., MESHCHERYAKOV, R.K., Manual Machinist Technologist, In 2T/Ed, Mechanical Engineering, Moscow, Russia, 2003.
- [7] SUSLOV, A.G., DALISKY, A.M., Scientific Fundamentals of Mechanical Engineering Technology, Mechanical Engineering, Moscow, Russia, 2002.
- [8] RASULOV, N.M., "Management of Product Quality in the Manufacturing Process", Engineering Bulletin, 2, 83-85, 2013.
- [9] DROZDOV, Y.N., YUDIN E, G., BELOV, A.I., Applied Tribology (friction, wear, lubrication), Eco-Press, Moscow, Russia, 2010.
- [10] CHCHINADZE, A.V., Friction, Wear and Lubrication (Tribology and Tribotechnics). Machinery, Moscow, Russia, 2003.

N. M. RASULOV, U. M. NADIROV

- [11] RASULOV, N., MAMMADOV, A., HÜSEYNOV, H., “Makine Ürünlerinin Üretim ve Uygulama Kalitesi Arasındaki Bağlılıklar”, Makine bilimleri, Bakü, Azerbeycan, 2013.
- [12] RASULOV, N.M., NADIROV, U.M., HUSEYNOV, H.R., On the Production Quality of Products and Their Durability, Collection of Scientific Works, Book 2. Modern Methods and Technologies of Creating Tons of Material Processing, Physico-Technical Institute, National Academy of Sciences of Byelarusia, Minsk, 2013.
- [13] BIRGER, I.A., SHORR, B.F., IOSILEVICH G.B., Calculation of the Strength of Machine Parts, Mechanical Engineering, Moscow, Russia, 1993.