

AYARLANABİLİR BAŞLIKLİ DELME APARATI İÇİN TASARIM HTEA UYGULAMASI

Ergun ATEŞ¹, Ali ORAL¹, Demet GÖNEN², Esra Pınar İNAL¹

¹ Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Balıkesir, Türkiye
eates@balikesir.edu.tr, alioral@balikesir.edu.tr, inal@balikesir.edu.tr

² Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Balıkesir, Türkiye
dgonen@balikesir.edu.tr

Özet

İşletmeler için istenilen üretimi yapabilmek, zaman ve maliyet avantajı kazanmak, müşteriye hatasız ürün sunmak ve müşteri memnuniyetini sağlamak oldukça önemlidir. Yapılacak çalışmalarda müşteriye ulaşabilecek olası hataları, bunların neden ve etkilerini önceden belirleyen, risk önceliklerine göre değerlendiren ve gerekli önlemleri alarak hataların oluşmasını önleyen yaklaşım Hata Türü ve Etkileri Analizi'dir. Bu çalışmada, Hata Türü ve Etkileri Analizi konusunda teorik bir çerçeve oluşturulmuş ve bu çerçeve dahilinde "ayarlanabilir başlıklı bir delme aparatı" için uygulama çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışma Tasarım Hata Türü ve Etkileri Analizi olmak üzere yapılmış ve elde edilen sonuçlar formlar halinde verilmiştir. FMEA ile tasarımlar irdelendiğinde, olası hataların saptanabileceği ve yeni tasarım önerileri oluşturularak gelişme amaçlı değişiklikler yapılabileceği görülmüştür.

Anahtar Terimler; *hata analizi ,hata türü ve etkisi, hata türü analizi, delme işlemi.*

Abstract

Following good manufacturing processes, gaining time and cost advantage, providing faultless products/services and customer satisfaction are important for companies. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) is one of the approaches which determines the possible failures of products, as well as the reasons and effects of these failures. FMEA determines the failures according to risk priorities and takes precautions to prevent them. In this study, a theoretical framework has been established for FMEA and applied to the development of a drilling apparatus with an adjustable head. This study is carried out as Design FMEA and results are presented in tables. When the design of the drilling apparatus with an adjustable head is examined with the FMEA method, it is observed that possible failures can be determined and help propose changes to improve the design.

Key Words; *failure analysis, failure mode and effect, failure mode analysis, drilling.*

1. GİRİŞ

Ürünün istenilen özelliklerde olmasını sağlamak için, kalite özelliklerinin üretimin çeşitli aşamalarında kontrol edilmesi gerekmektedir. Ancak ürünlerin tüm kalite özelliklerini belirlemek hem fazla zaman almakta hem de maliyet getirmektedir. Ürünün önemli kalite özelliklerini

belirlemek için çeşitli yöntemler vardır. Bu yöntemler ile en yüksek maliyet getiren veya üretim/montaj esnasında en fazla sorun çıkartan kalite özelliklerini belirlemek mümkündür [1].

Ürünün mevcut veya olası hatalarının, hataların önem derecelerinin, oluşma sıklıklarının ve oluşmaları durumunda müşteriye ulaşmadan hatanın fark edilebilirliklerinin belirlendiği, önemli görülen hatalar için düzeltici önlemlerin alınarak azaltılmaya veya ortadan kaldırılmaya çalışıldığı bir mühendislik tekniği mevcuttur. Bu teknik Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) olarak adlandırılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Hata Türü ve Etkileri Analizi yaklaşımını kullanarak bir ürünün/hizmetin tasarımı ve üretimi esnasında çıkması olası hataları belirlemek, bu hataların nedenlerini ve yaratacağı etkileri değerlendirerek gerekli önlemleri almak ve müşteriye sıfır hatalı ürün/hizmet sunabilmektir.

2. HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

HTEA, müşteriye gitmeden önce sistemden, tasarımdan, prosesten ve/veya servisten kaynaklanan bilinen ve/veya potansiyel hataların, problemlerin vb. tanımlanması, belirlenmesi ve yok edilmesi için kullanılan bir mühendislik tekniğidir. Yeni bir ürünü oluştururken, bir üretim sürecini yeniden yapılandırırken veya bir projeye başlarken, ürün ve süreçlerdeki mevcut/olası hata türlerini ortadan kaldırmak amacı ile kullanılabilir. HTEA, hataları müşteriye ulaşmadan önlemek için gerekli faaliyetleri tanımlayacaktır. Bu nedenle bir ürün veya servisteki olası en yüksek dayanıklılığı, kaliteyi ve güvenilirliği garanti eder [2,3].

HTEA'nın ilk kullanılmaya başlanması ABD'de 1950'lerin başında uçuş kontrol sistemlerinin gelişiminde olmuştur. Uzay endüstrisinde NASA tarafından aya insan indirme projesi olan APOLLO ile, 1960-1965 yılları arasında resmi olarak uygulanmıştır. İlk endüstriyel uygulama, 1975 yılında Japon Firması NEC tarafından gerçekleştirilmiştir [4, 5, 6].

HTEA, ürün, sistem, ekipman veya ürünü oluşturan bileşenlerin güvenilirliğinin sağlanması çalışmalarında etkili olarak kullanılan bir araçtır. Kısaca, güvenilirlik güvencesini sağlamada kullanılan bir tekniktir [7]. Güvenilirlik, öngörülen kalitenin üretilmesi, bağlı olduğu kalite güvence sisteminin oluşturulup, sürekliliğinin korunması ve garanti edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Güvenilirlik, ürün kalitesinin en önemli özelliği olduğu gibi, müşteri tatmininin de önemli bir göstergesidir [1, 2, 8].

Yeni mamul üretiminde, yeni üretim tekniğinde ve sürecinde, kritik mamulde, mevcut ürün/süreçte, önemli hatalarda, mamul veya süreçte değişiklik yapıldığında ve müşteri talebi olduğunda uygulanan HTEA çalışmaları ürünün yaşamı boyunca sürekli güncellenerek devam eden bir süreçtir [3, 9].

2.1 Tasarım HTEA

Tasarım HTEA, tasarım eksikliklerinden kaynaklanan hata türlerini ve bunların ortak nedenlerini tanımlamak ve belirlemek için, üretime başlanmadan önce ürünlerin analiz edilmesinde kullanılan analitik bir tekniktir [4, 10, 11].

HTEA kişilerin deneyim ve düşünceleri ile hata türünü, nedenlerini ve etkilerini değerlendirmekte ve bunları HTEA formu yardımıyla yazılı hale getirmektedir. İşlem planlı ve sistematik bir şekilde yapılmaktadır.

HTEA uygulama süreci adımları; "Hazırlık çalışmaları"; "Sistem analizi"; "Analiz sonuçlarını değerlendirme"; "İzleme-uygulama"; "Doğrulama" şeklindedir.

Hazırlık çalışmalarında, üzerinde çalışılacak ürün/sistem tanımlanmalı ve çalışmanın nedenleri belirtilmelidir. Sırasıyla yöntemin uygulanmasını isteyen kişiler, çalışmayı yapacak kişiler, karar verecek kişi, çalışma sınırları belirlenmelidir ve HTEA ekibi oluşturulmalıdır. Ekip üyeleri; incelenecek olan konuda bilgili, tecrübeli, yapılacak işin gerektirdiği yetkilere sahip, ekip çalışmasına yatkın, yeni fikirlere ve gelişmeye açık, başkalarının düşüncelerine saygı duyan, düşüncelerini çekinmeden ifade edebilen kişiler olmalıdır [4].

Sistem analizi aşamasında, olası hatalar, hataların oluşmaları durumunda yaratacağı etkiler ve hataların ortaya çıkma nedenleri belirlenmektedir. Olası hata, bir kısım ya da montajın tasarım amacını, performans gereksinimlerini ve/veya tüketici beklentilerini yerine getirememesidir. Olası hatalar belirlenirken, hatanın oluşabileceği ancak hatanın oluşmasının gerekmeyeceği kabulü yapılmaktadır. Etki, hata ile karşılaşan müşterinin tepkisini tanımlamaktadır. Müşteri bir sonraki bölüm ya da işlem yapacak kişi veya son kullanıcı olabilmektedir. Hatanın nedenleri, tasarım zayıflıkları veya hata türlerinin sonucu olarak tanımlanmaktadır [7].

Değerlendirme aşaması HTEA'nın kritiklik analizi kısmını oluşturmaktadır. Her hatanın risk değerlerine göre kritiklikleri belirlenmektedir. Kritikliği belirleyen ölçüt, risk öncelik sayısıdır. Hataların risk öncelik değerlerinin belirlenmesi için öncelikle hatanın oluşması durumunda müşteri üzerinde yaratacağı etki yani önem değeri belirlenmektedir. Önem sadece etkiye uygulanmaktadır. Önem değeri "Önem Değerlendirme Çizelgesi" ile derecelendirilir. "1" en düşük önemi, "10" ise en büyük önemi göstermektedir.

"Oluşma Olasılığı", hataların ortaya çıkma sıklığı "Oluşma Olasılığı Değerlendirme Çizelgesi" ile derecelendirilir. Çizelgede "1" hata türünün oluşma sıklığının düşük olduğunu, "10" hata türünün oluşma sıklığının yüksek olduğunu göstermektedir.

"Keşfedilebilirlik", hatanın oluşması durumunda, hatanın müşteriye ulaşmadan fark edilebilmesi olasılığıdır. Keşfedilebilirlik değeri "Keşfedilebilirlik Değerlendirme Çizelgesi" ile derecelendirilir. "1" planlı ve etkin bir şekilde hata saptama yöntemlerinin uygulandığı durumlarda hatanın müşteriye ulaşması olasılığının çok düşük olacağını, yapılan mevcut kontroller ile hatanın hemen hemen kesin olarak yakalanabileceğini, "10" ise hatanın varlığının mevcut kontroller ile fark edilemeyeceğini göstermektedir. Tasarım HTEA çalışması için gerekli olan önem, oluşma olasılığı ve keşfedilebilirlik değerleri [3] numaralı kaynakta yer alan çizelgelere göre verilmiştir. Önem, oluşma sıklığı ve keşfedilebilirlik değerlerinin belirlenmesinde, değerler arasında kararsız kalındığı zaman, yüksek olan çizelge değerleri seçilmiştir.

Risk öncelik sayısı (RÖS), her bir hata türü veya nedeni için "önem", "oluşma" ve "keşfedilebilirlik" değerlerinin çarpılması eşitlik 1 ile belirlenen sayısal değerdir. RÖS her bir hata türüyle ilişkili risk seviyesi önceliğini ifade eden bir indekstir.

$$RÖS = \text{Önem} \times \text{Oluşma} \times \text{Keşfedilebilirlik} \quad (1)$$

RÖS değerlendirmede pareto diyagramlarından yararlanılmaktadır. Pareto analizine göre, sonuçların yüzde 80'i bir sorunun nedenlerinin yüzde 20'sine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Buna 80/20 kanunu da denilmektedir [2, 9].

Pareto diyagramı dikkate alınarak, en büyük RÖS'e sahip olan hatadan başlayarak uzun dönemde ortadan kaldırılması kısa dönemde azaltılması için alınacak düzeltici önlemler belirlenmektedir. Düzeltici önlemler, olası hata türlerini veya nedenlerini ortadan kaldırmak veya olumsuz etkilerinin minimize etmek için tasarım, üretim süreci, malzeme veya üretim yöntemi gibi çeşitli unsurlarda yapılacak değişikliklerdir. Düzeltici önlemler ile RÖS değerleri düşürülmeye çalışılmaktadır.

İzleme-Uygulama aşaması, öngörülen düzeltici önlemlerin uygulanması, yeni sonuçların incelenmesi ve değerlendirilmesi aşamasıdır. Son aşama doğrulama ile, düzeltici önlemlerin uygulandığı doğrulanır ve yeni oluşan hatalar belirlenir.

3. UYGULAMA

Hazırlık çalışması; analiz için seçilmiş ürün, ayarlanabilir başlıkla delme işlemleri yapabilen bir aparattır. "Tasarım HTEA" çalışması hedeflenmiştir. Mevcut takım malzemeleri serisinin devamındaki büyüyen matkap çapları ihtiyacında, delikleri rahatlıkla işleyebilmek amacıyla, atölye ihtiyaçlarında kullanılmak üzere düşünülmüştür. Çalışma için ekip üyeleri, tasarım/imalattan sorumlu ve yöntemin uygulanması konusunda bilgili kişilerden oluşmaktadır.

Sistem Analizi; tasarım HTEA çalışması yapılacak ürün; matkap ve freze tezgahlarında, delik genişletme işlemlerini, kaba veya çok ince pasolara değin yapabilecek, hassas, ayarlanabilir, ISO1832 ye göre üçgen şekilli, P, M, K sert metal, döner takma plaket kesici uçların kullanılabilmesi, maliyeti yüksek bir üründür [12]. Aparat 44-55 mm arası kullanılacak çalışma aralığına sahiptir. Mevcut matkap veya freze tezgahları ana mil sistemlerinde kullanılabileceğimiz tarzda bir mors koniği, devamında taşıyıcı, hareketli plakalar, takım altlıkları, takımlar, ölçü skalası, sabitleme ve ayar işlemlerini gerçekleştirebilecek elemanlardan oluşmaktadır. Bu elemanlara ait işlevler, aşağıda verildiği gibi altı ana başlıkta toplanmıştır.

İtecek; aparatın ana mile tespitinde merkezleme veya yerinden çıkarılması için temas noktasıdır. Olası hatalar; ana mil ekseninde kısa veya uzun olması. Hataların olası etkileri; ana milden çıkarılmasında zorluk veya konik yüzeyde temassızlıktır.

Konik yüzey, ana mile tespitite kavrama için temas yüzeyleridir. Olası hata; konik yüzey açısının hatalı olmasıdır. Hatanın olası etkisi; ana mil kovani iç yüzeyleri ile mors konisi yüzeylerinin temas etmemesidir.

Taşıyıcı, konik yüzeyle bütünleşik, hareketli elemanların tespitinde kullanılan bölümdür. Olası hatalar; taşıyıcı çapının büyük olması, ana mil ekseninde uzun ve kısa oluşum, montaj referans noktaları hatalarıdır. Hataların olası etkileri; gereğinden fazla kütle ve tork artışı, dinamik dengesizlik, tabla takım arası mesafe kısalması, dayanım problemi, hareketli ve sabit plakaların tespitinde sorunlardır.

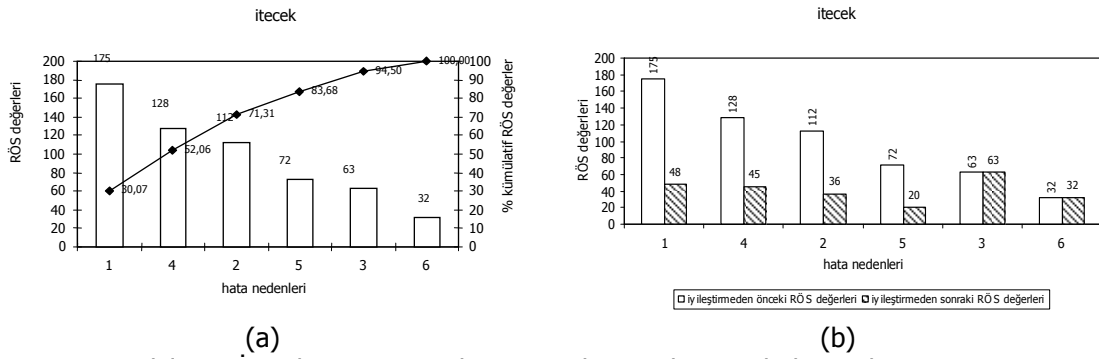
Hareketli plakalar, işlenecek delikte çap ayarlar, kesici uçların ve altlığın taşıyıcısıdır. Olası hatalar, boyut hataları, referans montaj noktalarında hatalar, ayar elemanlarda hatalar, ölçü skalası hatası. Hataların olası etkileri; taşıyıcı ve kendisine tespit edilecek elemanların temasında sıkıntı, montaj zorlukları, istenilen ayar noktasına konumlama problemleri, farklı ölçülerde işlemedir.

Takım yerleştirme altlıkları, kesici ucun altında rijit bir destek ve takımın hareketli plakadan olan yükseklik ayarını sağlar. Olası hatalar; ana mil ekseninde kısa veya uzun oluşum, boyut hataları, montaj referans noktaları hatalarıdır. Hataların olası etkileri; takım üst yüzeyinin hareketli plaka üst seviyesine göre altta veya üstte kalması, takım formuna uymayan altlığın hareketli plaka ve üzerindeki plaketin tespitinde yerleşim hatası, hareketli plakaların mors konili taşıyıcıya montajında sıkıntılardır.

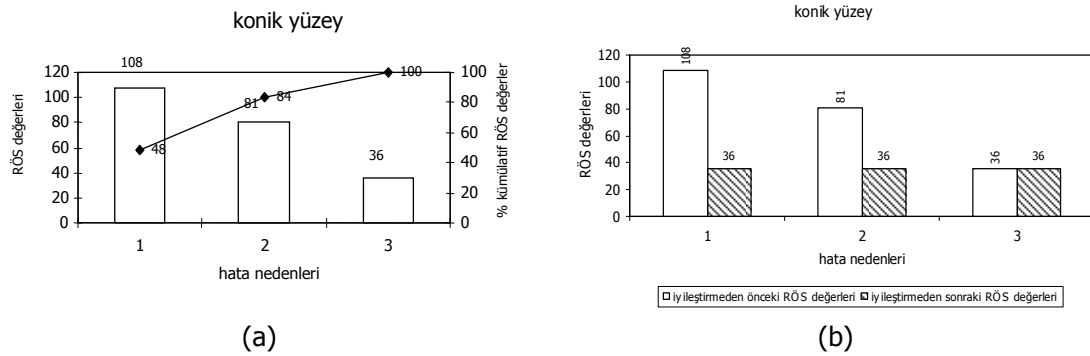
Sabitleme plakası, hareketli plakaların konum ayarı sonrası, mors konili taşıyıcıya tespit için kullanılan elemandır. Olası hatalar; ayar noktaları hataları ve diğer boyut hatalarıdır. Hataların olası etkileri; kesici uçların istenilen çapa ayarsızlığı ve konum hatası, diğer elemanların hareket alanını kısıtlamadır.

Değerlendirme: belirlenmiş işlevlere göre, olası hatalar ve etkileri sonucu, kritiklik yönünden karşılaştırılarak sıralanması için RÖS 'ün belirlenmesi gerekmektedir. Çalışma, Tasarım HTEA 'dır. Dolayısıyla tasarım aşamasında olabileceği düşünülen "olası hataların nedenleri" temelde 3 esasta toplanmıştır. Bunlar; "tasarım yetersizliği", "tasarım eksikliği ile resim hatası" ve "tasarımın doğru olup resmin hatalı olması" halleridir. Mevcut kontroller için ise; "analiz ve hesaplama", "gözle kontrol" olarak açıklanmıştır. Bu nedenler ve kontroller dikkate alınarak tüm işlevler için toplam 51 maddede "tasarım HTEA analiz formlarında" (Ek-1 ve Ek-2) verildiği gibi; önem, olasılık ve keşfedilebilirlikleri derecelendirilerek, RÖS 'ler elde edilmiştir.

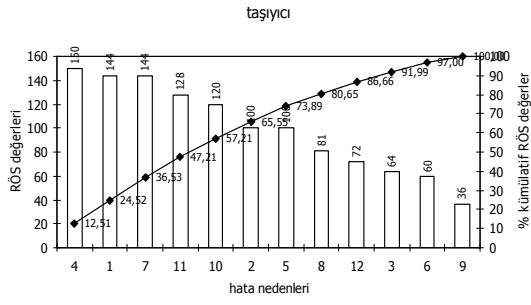
RÖS değerlendirilmesi için, tüm işlevlerin, 80/20 kanununa göre belirtilmiş toplam 6 işlev için "pareto" diyagramları çizilmiştir. En büyük RÖS 'e sahip olandan başlayarak, hataları kısa dönemde azaltmak, uzun dönemde ortadan kaldırmak için düzeltici önlemler belirlenmektedir. Bu nedenle toplam 36 maddede "önerilen düzeltici önlemler" uygulanmıştır. Önlemler, 2 başlıkta ifade edilmiştir bunlar "analiz ve hesap kontrolü" ve "kontrol noktalarının artırılmasıdır". Düzeltici önlem sonuçları ise, "uygun çözüm", "resim, tasarım uyumu" olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Buradan düzeltici faaliyet sonuçlarından elde edilen RÖS değerleri de dikkate alınarak, 6 işlev için "iyileştirme yapılmadan önceki" ve "iyileştirme yapıldıktan sonraki" durumları gösteren, "histogramları" sunulmuştur. Bu şekilde "izleme-uygulama" ve "doğrulama" çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Şekil 1'den 6'ya (a) ve (b) ile pareto diyagramları ve histogramlar verilmiştir.



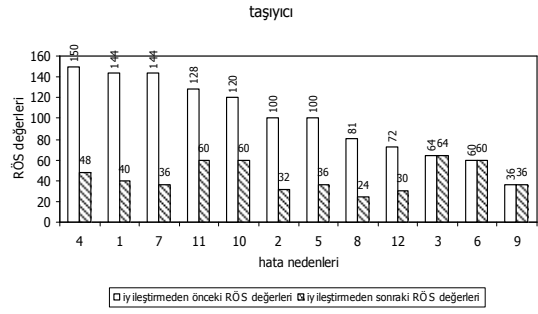
Şekil 1 a. İtecek için pareto diyagramı b. Karşılaştırmalı durum histogramı



Şekil 2 a. Konik yüzey için pareto diyagramı b. Karşılaştırmalı durum histogramı

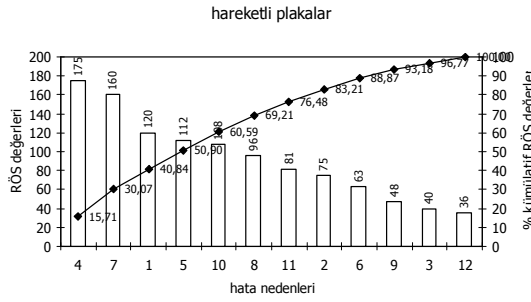


(a)

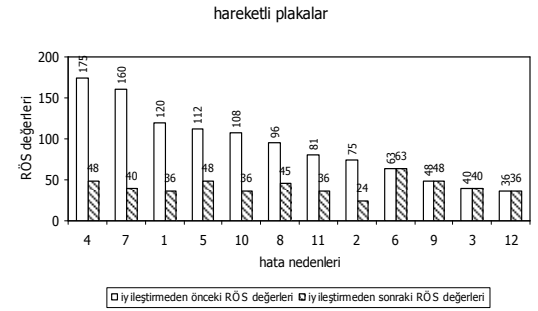


(b)

Şekil 3 a. Taşıyıcı için pareto diyagramı b. Karşılaştırmalı durum histogramı

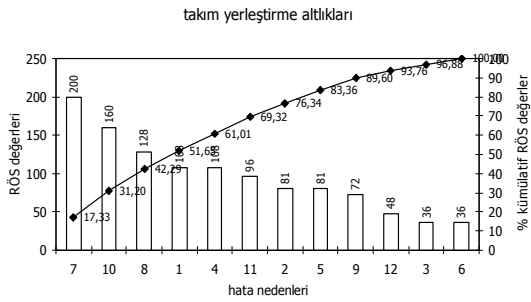


(a)

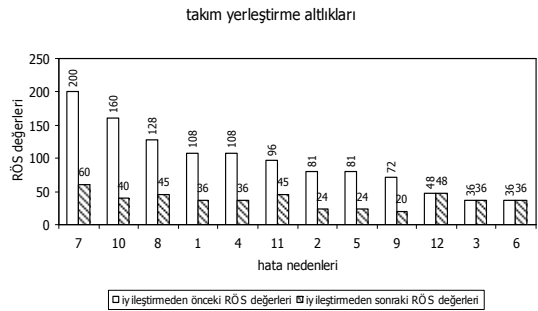


(b)

Şekil 4 a. Hareketli plakalar için pareto diyagramı b. Karşılaştırmalı durum histogramı

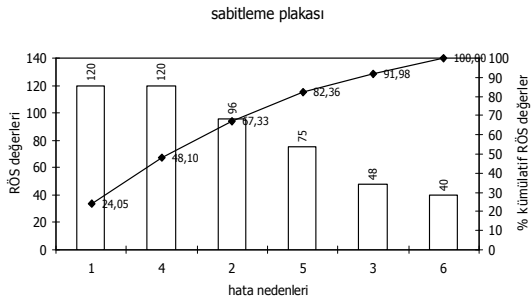


(a)

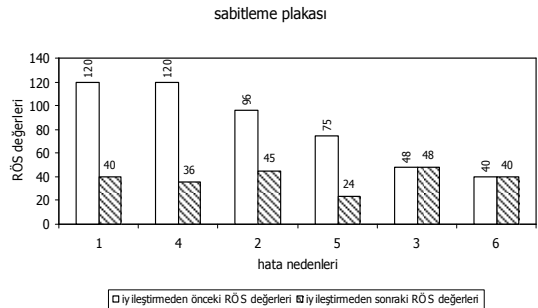


(b)

Şekil 5 a. Takım yerleştirme altlıkları için pareto diyagramı b. Karşılaştırmalı durum histogramı

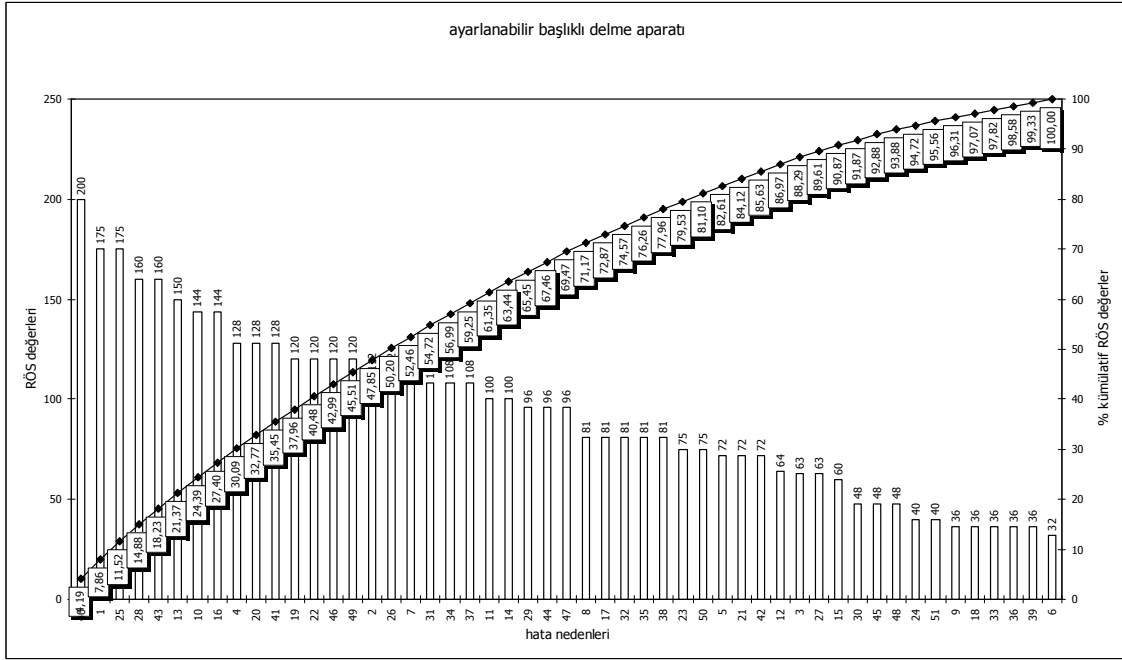


(a)

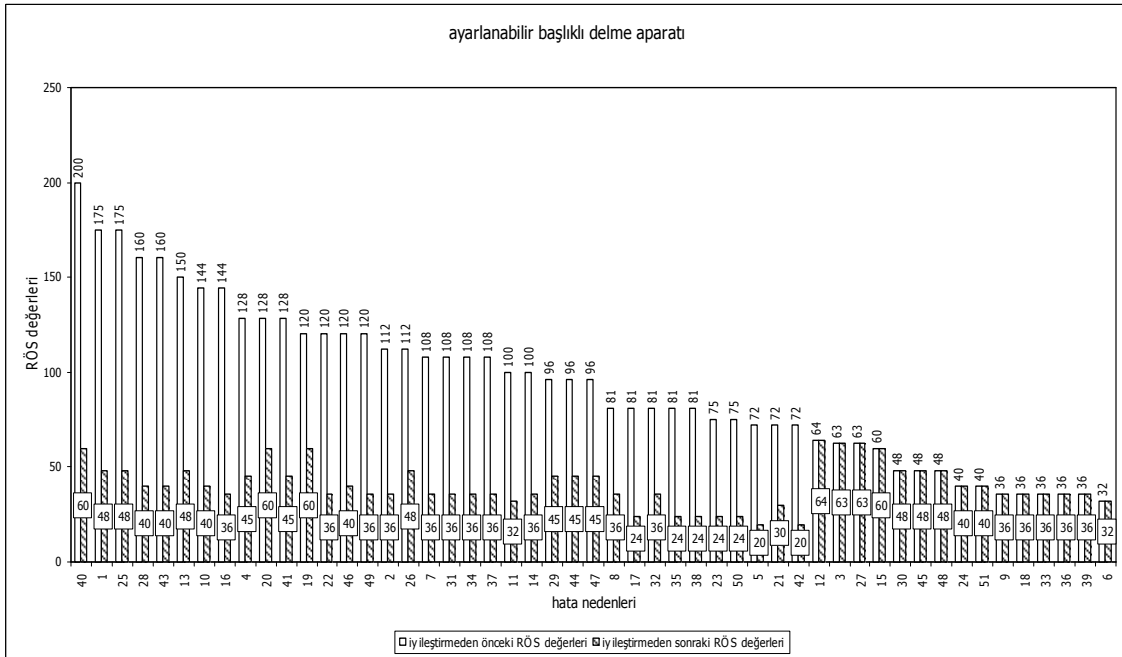


(b)

Şekil 6 a. Sabitleme plakası için pareto diyagramı b. Karşılaştırmalı durum histogramı



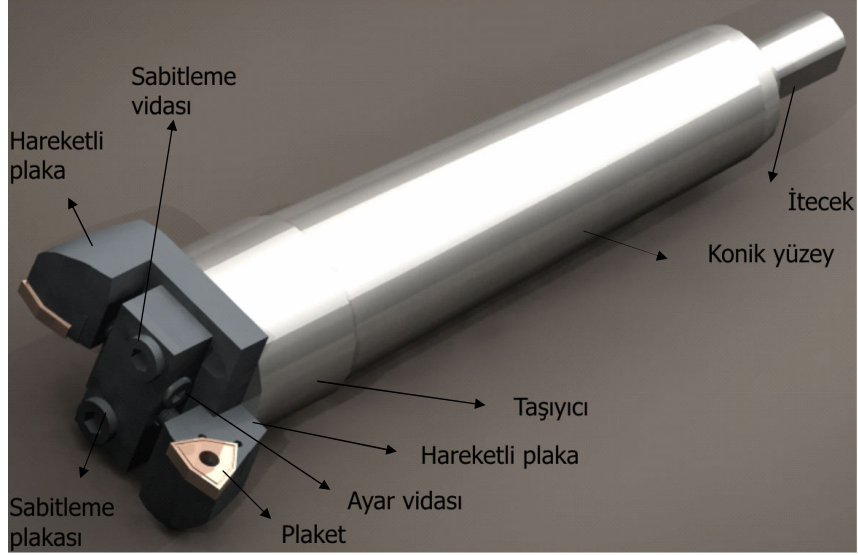
Şekil 7. Ayarlanabilir başlıklı delme aparatı için pareto diyagramı



Şekil 8. Ayarlanabilir başlıklı delme aparatı için iyileştirmeden önceki ve sonraki durumun karşılaştırılması

Aparatın delik genişletme işleminde kullanılabilmesi için önceden parçada en küçük çap 44 mm ölçüye kadar bir delik açılmış olması gerekmektedir. Ancak bu işlemten sonra aparat en büyük değeri olan 55 mm ölçüye kadar işlem yapabilir. Hareketli başlık kısmı için değişik tasarımlar ile bu ölçüler üzerinde değişiklik yapmak mümkündür. Aparat kaba, ince, çok ince delik işlemlerine ilave, alın veya boyuna tornalama için de kullanılabilir. Talaşlı işlemede kullanılacak kesici uçlar; P10 çelik için çok ince işleme, P25M çelik için genel talaş kaldırma, P40 yüksek kromlu paslanmaz çelikler, nikel alaşımları ve paslanmaz çelikler, K10 demir dışı çok

ince işleme, K20 demir dışı genel işleme, BK titanyum nitrit kaplı takımlardır. Başlık ve konik yüzey freze veya matkap ana miline tespiti için mors koniği numarası 5 olarak tasarlanmıştır veya işleme merkezleri için modüler takım tutuculara uygun tarzda da tasarlanabilir ve dolayısıyla kullanımı daha esnek bir hale getirilebilir. Açıklandığı şekilde Tasarım HTEA analizi sonuçları doğrultusunda, aparat için tüm elemanlar ve bunların montaj işlemleri SolidWorks ile modellenmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Ayarlanabilir başlıklı delik genişletme aparatı

4. SONUÇ

HTEA çalışması olası hataları ve bunların nedenlerini verdiği için, hataların oluşmasına fırsat verilmeyen müdahale edilebilmekte, önlemler alınabilmektedir. Önleyici faaliyetler sonucunda hata oluşmadan yok edilmektedir. Hatanın oluşması sonucunda katlanılması gereken maliyetler ortadan kalkmaktadır. Ürün üzerinde değişiklikler düşünüldüğünde bunları daha kısa sürede yapma şansımız olmaktadır ve zaman tasarrufu sağlanmaktadır. Bütün oluşabilecek hatalar önceden düşünüldüğü ve gerekli önlemler alındığı için ürünün güvenilirliği ve kalitesi artmakta, böylece müşteri memnuniyeti sağlanarak şirket imajı ve rekabet gücü yükselmektedir.

Ayarlanabilir başlığı ile delik genişletme aparatının, tasarım, imalat aşamaları ve kullanımı hedeflendiğinde, tecrübe ve bilgi birikimi yanında, detaylarıyla ele alınabilmesi, ileriye yönelik olası problemleri önceden belirleyip, düzeltici önlemler olarak, ideale yakın bir tasarım süreci oluşabilmesinin, HTEA ile mümkün olabileceği görülmüştür.

7. KAYNAKÇA

- [1] YAMAK, O., Kalite Odaklı Yönetim, Panel Matbaacılık, İstanbul, 1998.
- [2] AKKURT, M., Kalite Kontrol Excel Destekli, Birsen Yayınevi, Ekim, 2002, sy:307-360.
- [3] STAMATIS, D.H., "Failure Mode and Effect Analysis FMEA from Theory to Execution", ASQ Quality Press, Milwaukee, 1995.
- [4] AKIN, B., ISO 9000 Uygulamasında İşletmelerde Hata Türü ve Etkileri Analizi, Bilim Teknik Yayınevi, 1998, sy:12-63.

- [5]** BOYACIOĞLU, B., "Hata Etkileri Analizi-FMEA", Elginkan Vakfı FMEA Semineri, Manisa, 2003.
- [6]** ÖZEVREN, M., Toplam Kalite Yönetimi, Alfa Basım Yayım Dağıtım, 1997, sy:136-141.
- [7]** ŞEN, A., "Hata Modu ve Etki Analizi", TMMOB Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Kalite Danışma Merkezi, İzmir.
- [8]** KÖSOĞLU, L., Dövme Ürünlerin Kalitesinin Geliştirilmesinde Olası Hata Türü ve Etkisi Analizi Tekniğinin Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1996.
- [9]** ÖZEVREN, M., Toplam Kalite Yönetimi, Alfa Basım Yayım Dağıtım, 1997, sy:136-141.
- [10]** GÜRKAYNAK, Y., Hizmet Kalitesi, Hata Modu ve Etkileri Analizi Açısından Hizmet İlişkilerinin İncelenmesi Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, İzmir, 1999.
- [11]** Potential Failure Mode And Effects Analysis In Design (Design FMEA) And Potential Failure Mode And Effects Analysis In Manufacturing And Assembly Processes (Process FMEA) Reference Manual-SAE J1739 JUL94 SAE Recommended Practice.
- [12]** Unisix, Balance Cutting Double Insert Boring System, R.B. Tool Co. Inc. 11738 143RD Street, Largo, Florida 33540.

TASARIM HTEA ANALİZ FORMU											Form No:	Rev No: Sayfa: 1/2				
Parça: Mors konili eleman Ürün: Avarlanabilir Başlıklı Delme Aparatı Ekip Üyeleri: EA / AO / DG / EPİ		Tasarım Yükümlülüğü: Planlanan Tamamlanma Tarihi:			Hazırlayan: HTEA Gerekleşme Tarihi:			Düzeltilici Faaliyet Sonuçları								
İşlevler	Olası Hatalar	Olası Hataların Etkileri	Önem	Sınıf	Olası Hataların Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RÖS	Önerilen Düzeltilici Önlemler	Sorunlar ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltilici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RÖS
-itecek -aparatin ana mile tespitinde merkezleme veya yerinden çıkarılması için temas noktası	- ana mil ekseninde kısa -ana mil ekseninde uzun	-ana milden çıkarılmasında zorluk -konik yüzeylerde temassızlık	7	Ö	-tasarım yeterliliği -tasarım eksikliği ile resim hatalı -tasarım doğru resim hatalı -tasarım yeterliliği -tasarım eksikliği ile resim hatalı -tasarım doğru resim hatalı	5 4 3 4 3 2	-analiz ve hesaplama -gözele kontrol -gözele kontrol -analiz ve hesaplama -gözele kontrol -gözele kontrol	5 4 3 4 3 2	175 112 63 128 72 32	-analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması -analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması		-uygun çözüm -resim, tasarım uyumu -uygun çözüm -resim, tasarım uyumu	4 4 5 5 6 6	4 3 2 2 3 3	3 3 3 2 2 2	48 36 45 20
-konik yüzey -ana mile tespitte kavrama için temas yüzeyleri	-konik yüzey açısı hatalı	-ana mil kovani iç yüzeyleri ile mors konisi yüzeylerinin temas etmemesi	9	K	-tasarım yeterliliği -tasarım eksikliği ile resim hatalı -tasarım doğru resim hatalı	4 3 2	-analiz ve hesaplama -gözele kontrol -gözele kontrol	3 3 2	108 81 36	-analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması		-uygun çözüm -resim, tasarım uyumu	6 6	3 2	2 3	36 36
-taşyıcı -konik yüzeyle yekpare, hareketli elemanların tespitinde kullanılan bölüm uzun oluşum	-taşyıcı çapı büyük -ana mil ekseninde uzun oluşum	-gerçeğinden fazla kütle ve toprak artışı, dinamik dengesizlik -üst etkilere ilave tabla, takım arası mesafeyi kısaltır	4	Ö	-tasarım yeterliliği -tasarım eksikliği ile resim hatalı -tasarım doğru resim hatalı -tasarım yeterliliği -tasarım eksikliği ile resim hatalı -tasarım doğru resim hatalı	6 5 4 5 4 3	-analiz ve hesaplama -gözele kontrol -gözele kontrol -analiz ve hesaplama -gözele kontrol -gözele kontrol	6 5 4 6 5 4	144 100 64 150 100 60	-analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması -analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması		-uygun çözüm -resim, tasarım uyumu -uygun çözüm -resim, tasarım uyumu -uygun çözüm -resim, tasarım uyumu	2 2 3 3 6 6	5 4 4 4 2 2	4 4 4 4 2 2	40 32 48 36
-hareketli plakalar 1/2 -işlenecek delikte çap ayarlar, plakelerin ve altlığın taşıyıcısıdır	-boyut hataları -referans montaj hataları	-taşıyıcı ve kendisine tespit edilecek elemanların temasında sıkıntılar -montajda zorluklar	5	Ö	-tasarım yeterliliği -tasarım eksikliği ile resim hatalı -tasarım doğru resim hatalı -tasarım yeterliliği -tasarım eksikliği ile resim hatalı -tasarım doğru resim hatalı	4 3 2 5 4 3	-analiz ve hesaplama -gözele kontrol -gözele kontrol -analiz ve hesaplama -gözele kontrol -gözele kontrol	6 5 4 5 4 3	120 75 40 175 112 63	-analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması -analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması		-uygun çözüm -resim, tasarım uyumu -uygun çözüm -resim, tasarım uyumu -uygun çözüm -resim, tasarım uyumu	3 3 4 5 5 5	3 2 4 3 2 2	4 4 3 4 3 3	36 24 48 48 30

Ek-1

TASARIM HTEA ANALİZ FORMU																
Parça: Mors konili eleman Ürün: Avarlanabilir Başlıklı Delme Aparatı Ekip Üyeleri: EA / AO / DG / EPİ			Form No:		Rev No: Sayfa: 2/2											
Tasarım Yükümlülüğü: Planlanan Tamamlanma Tarihi:			Hazırlayan: HTEA Gerekleşme Tarihi:		Düzeltilici Faaliyet Sonuçları											
İşlevler	Olası Hatalar	Olası Hataların Etkileri	Önem	Sınıf	Olası Hataların Nedenleri	Oluşma	Mevcut Kontroller	Keşfedilebilirlik	RÖS	Önerilen Düzeltilici Önlemler	Sorumlular ve Hedef Tamamlanma Tarihi	Düzeltilici Önlem Sonucu	Önem	Oluşma	Keşfedilebilirlik	RÖS
-hareketli plakalar 2/2 -işlenecek delikte çap ayarları, plaketlerin ve altlığın taşıyıcısıdır	-avar elemanlarda hatalar -öçü skalası hatası	-istenilen avar noktasına konumlama problemli -üste ilave farklı ölçülerde işleme	8	Ö	-tasarım yeterliliği -tasarım eksikliği ile resim hatalı -tasarım doğru resim hatalı -tasarım yeterliliği -tasarım eksikliği ile resim hatalı -tasarım doğru resim hatalı	5 4 3 4 3 2	-analiz ve hesaplama -gözle kontrol -gözle kontrol -analiz ve hesaplama -gözle kontrol -gözle kontrol	4 3 2 3 3 2	160 96 48 108 81 36	-analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması -analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması -analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması		-uygun çözüm -resim, tasarım uyumu -uygun çözüm -resim, tasarım uyumu	5 5 6 6	4 3 3 2	2 3 2 3	40 45 36 36
-takım yerleştirme altlıkları -plaketin altında rijit bir destek ve takımın hareketli plakadan olan yükseklik ayarını sağlar	-ana mil ekseninde kısa oluşum -ana mil ekseninde uzun oluşum -diğer boyut hataları -montaj referans noktaları hataları	-takım üst yüzeyinin hareketli plaka üst seviyesine göre alta kalması -takım üst yüzeyinin hareketli plaka üst seviyesine göre üstte kalması -takım formuna uymayan altlığın, hareketli plaka ve üzerindeki plaketin tespitinde yerleşim hatası -hareketli plakaların mors konili taşıyıcıya montajında sıkıntılar	9 9 8 8	K K Ö Ö	-tasarım yeterliliği -tasarım eksikliği ile resim hatalı -tasarım doğru resim hatalı -tasarım yeterliliği -tasarım eksikliği ile resim hatalı -tasarım doğru resim hatalı -tasarım yeterliliği -tasarım eksikliği ile resim hatalı -tasarım doğru resim hatalı	4 3 2 4 3 2 5 4 3 5 4 3	-analiz ve hesaplama -gözle kontrol -gözle kontrol -analiz ve hesaplama -gözle kontrol -gözle kontrol -analiz ve hesaplama -gözle kontrol -gözle kontrol -analiz ve hesaplama -gözle kontrol -gözle kontrol	3 3 2 3 3 2 5 4 3 4 3	108 81 36 108 81 36 200 128 72 160 96 48	-analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması -analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması -analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması -analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması -analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması		-uygun çözüm -resim, tasarım uyumu -uygun çözüm -resim, tasarım uyumu -uygun çözüm -resim, tasarım uyumu -uygun çözüm -resim, tasarım uyumu -uygun çözüm -resim, tasarım uyumu	6 6 5 5 5 5 5 5 5	3 2 3 3 2 3 3 3 2 4 3 3	2 2 2 2 2 2 3 3 2 2 3 3	36 24 36 24 60 45 20 40 45
-sabitleme plakası -hareketli plakaların konum ayarı sonrası, mors konili taşıyıcıya tespit için kullanılan eleman	-ayar noktaları hataları -diğer boyut hataları	-plaketlerde istenilen çaba ayarsızlık ve konum hatası -diğer elemanların hareket alanının kısıtlama	8 5	Ö Ö	-tasarım yeterliliği -tasarım eksikliği ile resim hatalı -tasarım doğru resim hatalı -tasarım yeterliliği -tasarım eksikliği ile resim hatalı -tasarım doğru resim hatalı	5 4 3 4 3 2	-analiz ve hesaplama -gözle kontrol -gözle kontrol -analiz ve hesaplama -gözle kontrol -gözle kontrol	3 3 2 6 5 4	120 96 48 120 75 40	-analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması -analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması -analiz ve hesap kontrollü -kontrol noktalarının artırılması		-uygun çözüm -resim, tasarım uyumu -uygun çözüm -resim, tasarım uyumu	5 5 3 3	4 3 3 2	2 3 4 4	40 45 36 24

Ek-2