

TALAŞLI İMALAT OPTİMİZASYONUNDA METODİK YAKLAŞIM VE SEKTÖREL BİR ALTI SİGMA PROJE UYGULAMASI

Ayhan Oran^{a,*}

^{a,*} BOSCH San.ve Tic.A.Ş. Teknik Fonksiyonlar 1 Departmanı TEF12 Proses Geliştirme Bölümü
Tel: 0-224-219 6874 ayhan.oran@tr.bosch.com Bursa/TÜRKİYE

Özet

Bu bildiri de talaşlı imalat optimizasyonunda metodik yaklaşımın önemine değinilmekte olup; kesici takımların kırılma oranının düşürülmesine yönelik sektörde uygulanmış bir Altı Sigma Projesi anlatılmaktadır.

Bu çalışmaya örnek teşkil eden firmamız Piezo Enjektör Üretim Alanı 'nda 2008 yılından bu yana kesici takım kırılmalarına yönelik yapmış olduğumuz Altı Sigma Projeleri ile kesici takım kırılmaları %85 oranında azaltılmış, 1.000.000.-€ üzerinde bir kazanç sağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Otomotiv, Optimizasyon, Kırılma, Metot, Altı Sigma

1. Giriş

Günümüz rekabet koşullarında firmaların sektörel pazarda ayakta kalabilmesi ürünlerini daha kaliteli, ancak daha düşük fiyata sunmasına bağlıdır. Bu şartlar firmaları kalitelerini arttırmaya ve aynı zamanda üretim maliyetlerini düşürmeye yönelik aktiviteler gerçekleştirmeye yöneltmektedir.

Talaşlı imalat alanında kesici takımların optimizasyonu sonucu en hızlı alınabilen faydalardır. Bu nedenle firmaların maliyet düşürme faaliyetlerinde kesici takımlara odaklanmalarının geri dönüşümde kısa sürede olacaktır.

2. Genel

Talaşlı imalat proseslerinde her zaman için aşağıdaki durumlarda bir optimizasyona ihtiyaç duyulur:

- İç yada dış müşteri şikayeti
- Kalite problemi
- Yüksek takım maliyetleri
- Yüksek hata maliyetleri
- Makine çevrim süresinin uzun, dolayısıyla makina kapasitesinin yeterli olmadığı durumlar

Diyagram-1 'de görüleceği üzere bir kesici takım üzerinde optimizasyon için bir çok değişken bulunmaktadır. Bu değişkenlerin tekil durumu ile birbiriyle kombine etkileşiminde talaşlı imalat proseslerinde farklı etkiler gösterdiği görülür. Talaşlı imalatı karmaşık hale getiren bu bir çok faktörün birbiriyle etkileşmesidir.



Diyagram 1. Ishikawa Diyagramı – Kesici Takım Optimizasyon Potansiyelleri.

Bu etkileri iyi analiz edebilmek, sonradan çıkabilecek olan olumsuzlukları ortadan kaldırmak ve değişiklik sonrası bir müşteri şikayeti almamak için planlı bir yaklaşım gerektirir.

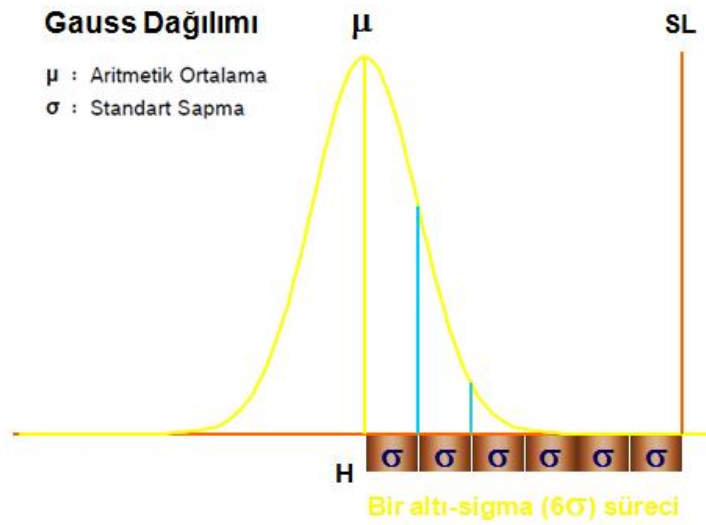
Altı Sigma İstatistiksel Problem Çözme Metodu talaşlı imalat optimizasyonu için iyi bir disiplindir. Hedef tanımı ve mevcut durumun tespiti sonrası, yapılacak olan analizlerle iyileştirme potansiyellerinin tespiti, kesici takım üzerinde yapılacak olan değişikliklerin etkileşimlerinin planlanacak deney tasarımları ile gözlemlenmesi, testler sonrası sonuçlarına göre karar vermek suretiyle başarılı nitelendirebilecek bir kesici takım optimizasyon süreci gerçekleştirilmiş olacaktır.

3. Altı Sigma İstatistiksel Problem Çözme Metodu

Altı Sigma İstatistiksel Problem Çözme Metodu'nun mutlak başarısı ve getirisi yıllardan beri firmamızda değişik alanlarda yapılan uygulamalarla kanıtlamıştır.

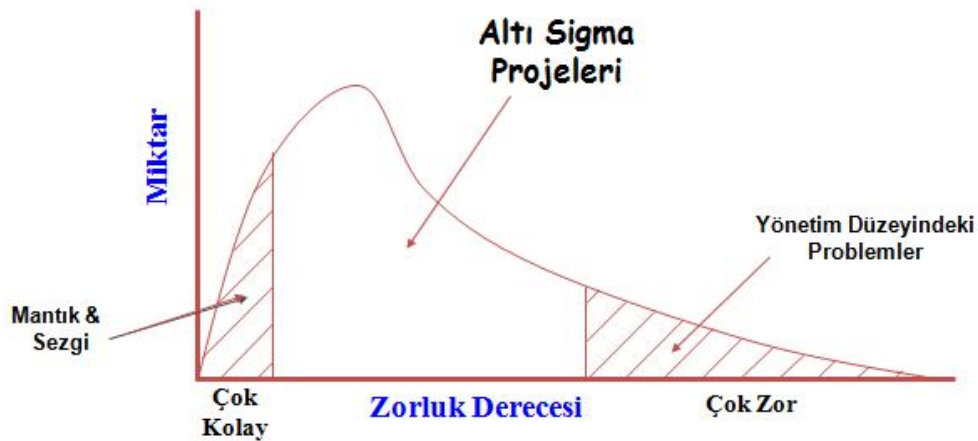
Altı Sigma Metodu; problemi bir proseste $Y=f(X)$ girdilerin bir sonucu olarak tanımlar; sürecin en önemli girdilerini (x_1, x_2, \dots, x_n) tespit eder, bir çok girdinin istatistiksel çıktılarını karşılaştırarak karar verme araçları yardımıyla eleyerek iyileştirme alanlarını belirler ve girdilerin iyileştirilmesi suretiyle süreç yeterliliğinin (performans, başarı faktörü) artırılmasını hedefler,

Altı Sigma'nın vizyonu uygulandığı her çalışmada Altı Sigma Performans Düzeyi'ni yakalamak; felsefesi ise yapısal ve sistematik bir yaklaşımı benimsemektir.



Şekil 1. Bir Altı Sigma Süreci.

Aritmetik ortalama dağılımının konumunun, standart sapma ise ortalama etrafındaki yayılımın, değişkenliğin bir ölçüsüdür.



Şekil 2. Problem Zorluk Dağılımı.

Mantık ve sezgiye dayalı, kişisel insiyatif ve süreç bilgisinin problemin çözümü için yeterli olduğu problemler çok kolay; yine tüm altyapı ve sistemi ilgilendiren yönetim düzeyindeki problemler çok zor olarak tanımlanır. Metodik problem çözüme ve karar verme araçlarına ihtiyaç duyulan, grup çalışması ile 5-6 aylık planlamaların yapılarak kaynakların ayrıldığı, çözümün büyük yatırımlara dayanmadığı durumlarda Altı Sigma Metodu uygulanır.

4. D-M-A-I-C Altı Sigma Metodolojisi:



4.1. Tanımlama Fazı:

Yukarıda ifade edildiği üzere talaşlı imalat optimizasyonu bir çok değişkeni içinde barındıran, birbirleriyle etkileşmesi durumunda farklı sonuçlar verebilen bir süreçtir. Bu nedenle yol haritasını belirlemek için öncelikle optimizasyonun çerçevesi çizilmelidir, hedef tanımlanmalıdır.

Talaşlı imalatta optimizasyonu hangi amaç doğrultusunda gerçekleştireceğiz?

- Takım ömrü iyileştirmesi,
- Takım kırılmasının azaltılması,
- Takım maliyetlerinin düşürülmesi,
- Kalite probleminin iyileştirilmesi,
- Makine çevrim süresinin kısaltılması.

Proje kapsamında mevcut durum nedir, hedef ne olacak, hedefe ulaşımında hangi metriği takip edeceğiz, hedefe ulaşmamız durumunda tahmini kazanç ne olacaktır?

Tüm bu soruların cevabı tanımlama fazında verilir. Tanımlama fazının amacı proje kapsamını belirlemek ve eldeki kaynakları tespit etmektir.

4.2. Ölçüm Fazı:

Ölçüm fazında mevcut durum tespiti yapılır. Prosesin tüm girdileri tespit edilir. Sürecin performansının (Makine Yapabilirliği, Proses Yapabilirliği, Potansiyel Yapabilirlik, Hata Oranı vb.) mevcut durumuna bakılır. Ölçüm cihazlarının ölçüm yapabilirlikleri ve/-ya yeterlilikleri analiz edilir.

4.3. Analiz Fazı:

Ölçüm fazında tespit edilmiş olan proses girdilerinin içerisinde kritik girdiler belirlenir ve bu kritik girdilerin etkileri grafik teknikleri ve istatistiksel karşılaştırma metotları (Hipotez Testleri) yardımı ile analiz edilerek etkin girdiler bulunur.

4.4. İyileştirme Fazı:

İyileştirme fazında tanımlanmış olan etkin girdiler çok değişkenli ANOVA, DOE gibi deney tasarım yöntemleri yardımıyla optimize edilir. Ön görülen iyileştirmenin etkinliği doğrulanır, risk analizi yapılarak, devreye alınır. Örnek teşkil edebilecek diğer üretim alanlarında yayılımı yapılır, tecrübe kayıtlarına geçirilir.

4.5. Kontrol Fazı:

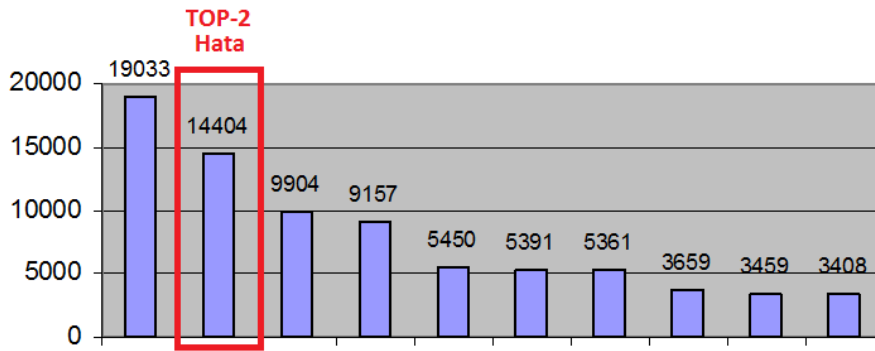
İyileştirme sonrası kontrol fazında yapılan iyileştirme ile hedefe ulaşıldığına dair 12 ay boyunca proses izlenmeye alınır. Prosesle ilgili dökümanlar (Kesici Takım Teknik Resmi, Kontrol Planı, Süreç Haritası, İş ve Kontrol Talimatları, Merkezi Talimatlar gibi) güncellenerek yapılan iyileştirmenin kalıcı olması sağlanır, kişilerden bağımsız süreç standartlaştırılır.

5. Sektörel Bir Altı Sigma Proje Uygulaması [1]

5.1. Proje Kapsamı ve Tanımlama Fazı:

BOSCH San.ve Tic.A.Ş. Bursa ilimizde otomotiv sektöründe, dizel motorlu araçlar için enjektör üretimi alanında faaliyet göstermektedir. Altı Sigma Projesi Piezo Gövde Üretim Birimi 'nde uygulanmış olup, yılda üretmiş olduğu yaklaşık 5.000.000 adet enjektör gövdesine karşılık; 20'ye yakın farklı tip için 60 'ın üzerinde bir kesici takım paleti kombinasyonu ile yıllık 10.000.000.-TL'lik bir takım maliyeti oluşturmaktadır.

2008 yılı takım tüketimi incelendiğinde; yılda 13.500 adet takımın kırılmakta, kırılan takıma karşılıkta 14.000 adet in üzerinde gövde ıskarta olmaktadır, toplamda 1.200.000.-TL'lik bir kayıptan bahsedilmektedir.



Diyagram 2. 2008 Yılı TOP-10 Hata Adetleri

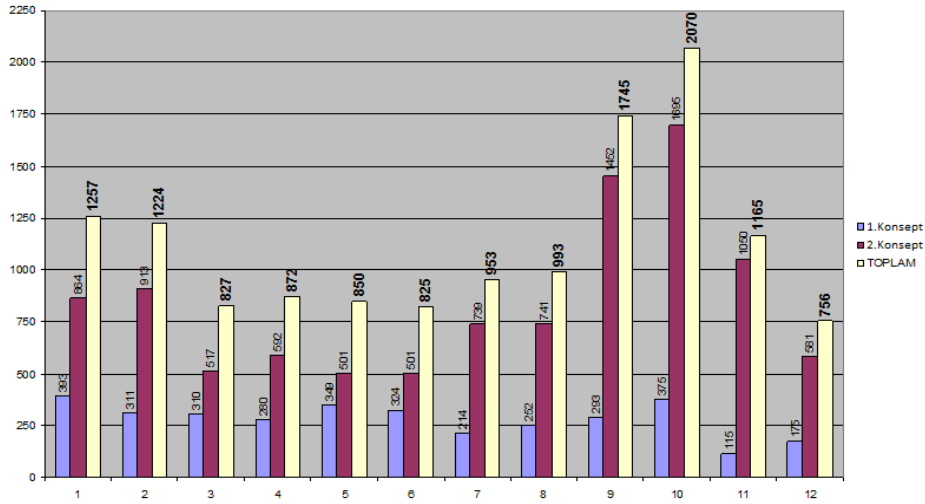
İlgili üretim birimi takım kırılmalarının %50 azaltılması yönünden bir Altı Sigma Projesi yapılmasını talep etmektedir.

Buna göre;

- Mevcut Durum : 3.4 Adet / 1.000 Parça Kırılma Oranı
- Hedef Durum : 1.7 Adet / 1.000 Parça Kırılma Oranı
- Kazanç : 600.000.-TL/Yıl
- Proje Başlangıcı : Şubat 2009
- Proje Bitişi : Ağustos 2009
- Proje Şampiyonu : Piezo Gövde Üretim Birimi Yöneticisi
- Projenin Uygulanacağı Alan : Piezo Gövde Delme ve Frezeleme Talaşlı İmalat Alanı

5.2. Ölçüm Fazı:

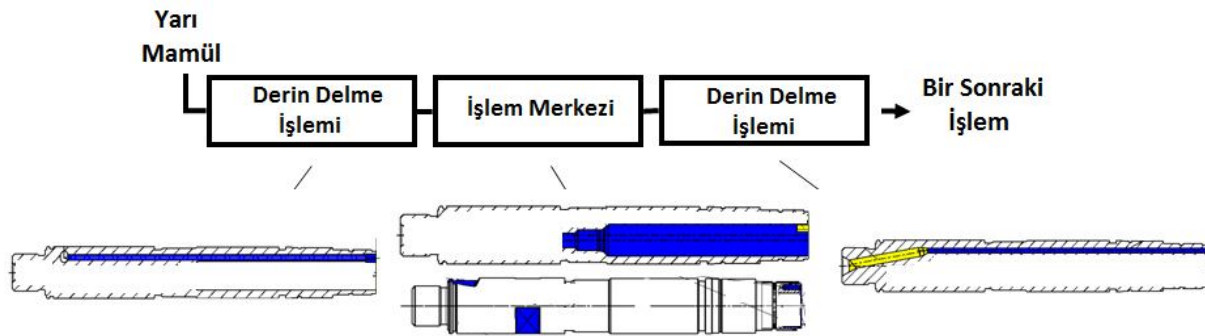
Piezo Gövde Üretim Birimi'nde iki farklı üretim konsepti bulunmaktadır. Diyagram 3'teki takım kırılmaları üretim konsepti bazında incelendiğinde kırılmaların %67 'sinin 1.konsepte, %33'ünün 2.konsepte meydana geldiği görülmektedir.



Diyagram 3. 2008 Yılı Takım Kırılmaları Konsept Bazında Aylık Dağılımı [1]

Bu dağılıma göre 1.konsept üzerinde odaklanılmasına ve kesici takımlarda yapılacak olan iyileştirme çalışmalarının uygulanabilir oranda 2.konsepte aktarılması yönünde karar alınmıştır.

1.konsept proses akışı aşağıdaki gibidir:



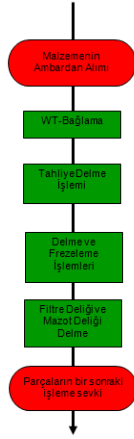
Şekil 3. 1.Konsept Proses Akışı

5.3. Analiz Fazı:

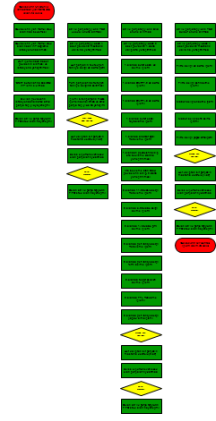
Analiz fazında Makro Süreç Haritası (Şekil 4) ve Süreç Akış Şeması (Şekil 5) yardımı ile proses akışında kullanılan kesici takımların ve kırılmalarına sebep olabilecek etkenlerin yer aldığı Sebep-Sonuç Matrisi (Şekil 6) hazırlanmıştır.

Sebep-Sonuç Matrisi'nin amacı; proseste kullanılan kesici takımların içerisinde kırılma oranına bağlı olarak takım maliyetlerinin yükselmesine en çok etkiyi gösteren takımlara odaklanmak ve odaklanılacak olan kesici takımlar için iyileştirme aktiviteleri tanımlarken bize yardımcı olabilecek bir kılavuz oluşturmaktır.

Bu şekilde mevcut kaynakların daha etkin kullanımı sağlanacaktır.



Şekil 4. Makro Süreç Haritası



Şekil 5. Süreç Akış Şeması

	Makine	Süreç Adımı	Takım No	Takım Adı	Müşteri	CRlx.x / CRlx.x Tipleri	Takım Geometrisi	Proses Verileri (Devir / İlerleme)	Soğutma Sıvısı ve/veya Basıncı	Kalıp / Sıkma Çeneleri / Dayama	MTX / Siemens	Bir önceki takım etkisi	Bileme ve/veya Kaplama	Tedarikçi Firma	Kırılma devam ediyor mu?
1	Delme	Derin Delme	T1	BF_70054Rxxx	Genel										
2	Delme	Derin Delme	T2	BF_70055TRxxx	Genel										
3	Delme	Derin Delme	T3	BF_70055Rxxx	XXX										
4	İşlem Mkz.	Ön Delme	T4	BF_0071TRxxx	Genel									Artı	
5	İşlem Mkz.	Ön Delme	T5	BA_00246Wxxx	XXX										
6	İşlem Mkz.	Ön Delme	T6	BA_0246Wxxx	XXX										
7	İşlem Mkz.	Ön Delme	T7	BG_7020TRxxx	Genel										
8	İşlem Mkz.	Ön Delme	T8	BA_70267Rxxx	Genel										
9	İşlem Mkz.	Son delme	T9	BF_70051Rxxx	Genel										
10	İşlem Mkz.	Son delme	T10	BF_0063Wxxx	Genel										
11	İşlem Mkz.	Ön Delme	T11	CD_100250xxx	XXX										
12	İşlem Mkz.	Delme	T12	BF_70052Rxxx	XXX										
13	İşlem Mkz.	Frezeleme	T13	FC_0055Wxxx	Genel										
14	İşlem Mkz.	Form Delme	T14	BG_0008TRxxx	XXX										
15	İşlem Mkz.	Form Delme	T15	BG_0008Wxxx	Genel										
16	İşlem Mkz.	Delme	T16	BG_0231Wxxx	Genel										
17	İşlem Mkz.	Çapak Alma	T17	BF_0049Wxxx	XXX										
18	Delme	Ön Delme	T18	WA_7018TRxxx	Genel										
19	Delme	Derin Delme	T19	BF_70053Rxxx	XXX										
20	Delme	Ön Delme	T20	BF_7054TRxxx	Genel										
21	Delme	Derin Delme	T21	BF_0049Wxxx	Genel										

Şekil 6. Sebep-Sonuç Matrisi, Takım Kırılmalarına Etken Faktörler

Analizin yapıldığı dönem itibarıyla kırılmaları halen devam etmekte olan BF_7055TRxxx, BF_0071TRxxx, BG_7020TRxxx, BA_0271Rxxx, FC_0055Wxxx, BG_0008Wxxx, BF_7054TRxxx, BG_0008TRxxx kesici takımları üzerinde çalışılmak üzere seçilmişlerdir.

5.4. İyileştirme Fazı:

Odaklanılacak olan takımların seçiminden sonra, proje ekibimizin bilgi ve tecrübeleri doğrultusunda kesici takımların kırılma şekilleri ve nedenleri göz önünde bulundurularak iyileştirme aktiviteleri tanımlanmıştır. Tanımlanan iyileştirme aktiviteleri;

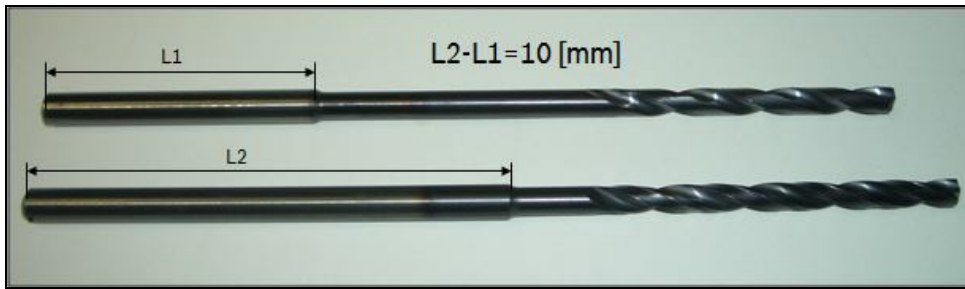
- Takım geometrisi değişimi ile daha kolay talaş tahliyesinin sağlanması,
- Proses adımı iyileştirilmesi ile bir önceki takımın kırılmasının engellenmesi,
- Hidrolik tutucu kullanımı ile takım salgısının azaltılması,
- Takım malzemesi değişikliği ile takım dayanımının artırılması,
- Proses parametrelerinin optimizasyonu,

- Alternatif tedarikçi denemeleri,
- Hurdaya çıkmış takımların yeniden kullanımı,
- Makine operatörlerinin takım tüketimi konusunda hassasiyetlerinin artırılması

başlıklarını içermektedir.

Aşağıda devreye alınan önlemlere birkaç örnek bulabilirsiniz:

Örnek-1

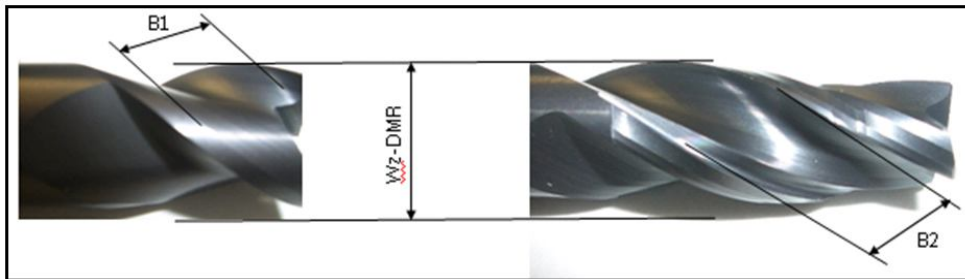


Şekil 7. BA_0267Rxxx Kesici Takım Sap Boyunun Uzatılması

Kesici takımın sap boyu 10 mm uzatılmak suretiyle, takım tutucunun tutma yüzeyi artırılarak, daha stabil bir bağlama sağlanmış, salgı en aza indirgenmiştir.

Bu çalışma ile takımın kırılmasında %48, yine buna bağlı bir sonraki takımda %58 düşüşle, toplamda 90.000.-TL/Yıl 'lık bir kazanç sağlanmıştır.

Örnek-2



Şekil 8. FC_0055Wxxx Spiral Kanal Genişliğinin Düşürülmesi

Frezede spiral kanal genişliği yaklaşık 1.5 mm küçültülerek, kesici takım dayanımı artırılmıştır.

Bu çalışma ile takımın kırılmasında %74, yine bu takıma bağlı ardından gelen iki takımda %97 ve %79 'luk düşüşle, toplamda 80.000.-TL/Yıl'lık bir kazanç sağlanmıştır.

Yapılan iyileştirme aktivitelerinin takım kırılmalarına etkisini görmek için yapılan genel değerlendirmede; uygulanan 1-Propotion hipotez testine göre %95 olasılıkla başlangıç durumuna göre bir fark var ve iyileşme olmuştur. Yine hesaplanan güven aralığına göre proje başlangıcında bize verilen kırılma oranının %50 azaltılması hedefine %95 olasılıkla ulaşılmıştır (Şekil 9).

GENEL DEĞERLENDİRME: Tüm Takımlar

Test and CI for One Proportion

Test of p = 0,0034 vs p < 0,0034

Sample	X	N	Sample p	95% Upper Bound	Exact P-Value
1	841	489093	0,001720	0,001820	0,000 < 0,05: %95 olasılıkla fark var, iyileştirme olmuştur.

GENEL DEĞERLENDİRME: Tüm Takımlar

Test and CI for One Proportion

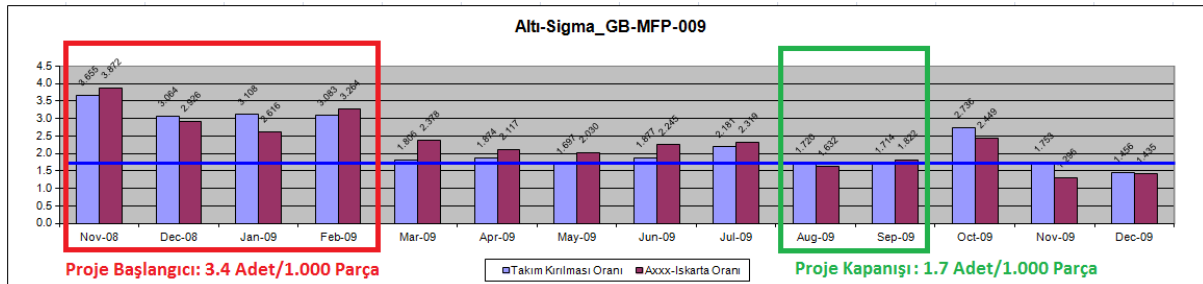
Test of p = 0,0017 vs p not = 0,0017

Sample	X	N	Sample p	95% CI	Exact P-Value
1	841	489093	0,001720	(0,001605; 0,001840)	0,742 > 0,05: %95 olasılıkla fark yok, hedefteyiz.

Şekil 9. 1-Propotion Hipotez Testi ve Güven Aralıkları

5.5. Kontrol Fazı:

Tanımlama fazında belirlemiş olduğumuz proje takip ana metriği, 1.000 parça başına kırılma adedinin zaman bar-eğrisine bakıldığında proje süresince devreye alınan iyileştirme aktiviteleri ile birlikte oranın düştüğü ve proje bitiminde hedefe ulaşıldığı görülmektedir.



Şekil 10. Altı Sigma Projesi Ana Metrik Takibi

Proje bitim tarihinden itibaren tüm iyileştirme aktivitelerinin etkisi göz önünde bulundurulduğunda „Takım Kırılmalarının %50 Azaltılması“ başlıklı Altı Sigma Projesi 'nin getirisini kapandığı 2009 yılına 600.000.-TL, bir sonraki 12 aylık dönem için 1.000.000.-TL hesaplanmıştır.

6. Sonuç:

2009 yılında 3.4 Adet/1.000 Parça başına kırılma oranı ile başladığımız talaşlı İmalat optimizasyonuna metodik yaklaşım ile, sonraki yıllarda tanımlamış olduğumuz ilave projelerle 2010 yılında 1.2 Adet/1.000 Parça, 2011 yılında 0.85 Adet/1.000 Parça kırılma oranlarına ulaşmış bulunuyoruz.

2008 yılı verilerine göre 13.500 Adet takım kırılmalarından; bugün yılda 4.000 adedin altında seyrediyor ve her yıl firmamız takım maliyetlerine ortalama 900.000.-TL 'lik bir katkı yapmaktadır.

Buraya kadar anlatılmak istenen, metodik bir yaklaşım ile talaşlı İmalat sistemlerinin ve etkileşimlerinin karmaşasının en aza indirgenebildiği, önünüzde duran geniş bir yelpazeden hedefinize uygun bir yol haritası seçebildiğiniz ve elinizdeki mevcut sınırlı kaynakların daha etkin kullanımına yardımcı olduğudur.

Referanslar

- [1] Oran, A, GB-MFP-009 CR1x.x Gövde Üretimi Delme ve Frezeleme Proseslerinde Takım Kırılmalarının Azaltılması Konulu Yeşil Kuşak Altı Sigma Projesi, Eylül 2009.

Kaynaklar

- [1] Çevik, O, Matris Danışmanlık Altı Sigma Kara Kuşak Eğitim Notları, Mart 2010.