

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ AÇISINDAN
ALTI SİGMA ÇALIŞMALARI ARACILIĞI İLE
SAYISAL PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mak. Müh. Serhan TUNCEL**

Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Programı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

OCAK 2004

**TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ AÇISINDAN
ALTI SİGMA ÇALIŞMALARI ARACILIĞI İLE
SAYISAL PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mak. Müh. Serhan TUNCEL
507981065**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22 Aralık 2003
Tezin Savunulduğu Tarih : 12 Ocak 2004**

**Tez Danışmanı : Prof.Dr. Ahmet Fahri ÖZOK
Diğer Jüri Üyeleri Yrd.Doç.Dr. Ufuk CEBECİ
Yrd.Doç.Dr. Ferhan ÇEBİ**

OCAK 2004

ÖNSÖZ

Altı Sigma Çalışmaları; günümüzde Toplam Kalite Yönetimi kazançlarının somut ve ölçülebilen şirket karına dönüştürülmesinde kullanılan en geçerli sayısal performans yöntemidir. Buna karşın Altı Sigma Metodolojisinin ülkemizde uygulanmakta olduğu firma sayısı henüz istenilen seviyeye ulaşabilmiş değildir ve yine buna paralel olarak üniversitelerimizde Altı Sigma konusunda yapılan çalışma sayısı ve kaynaklar da oldukça kısıtlıdır.

Tezimde ; ilk olarak, Toplam Kalite Yönetimi ve Altı Sigma Yöntemi arasındaki ilişkiyi incelemeye ve birbirleri ile karşılaştırılmasını yapmaya, ikinci olarak ise Altı Sigma Yöntemlerini kullanarak bir firmada üretim ve çalışan performansının nasıl arttırılabildiğini ortaya koymaya çalıştım. Bu bağlamda öğrenci arkadaşlarıma ve meslektaşlarıma bir ölçüde olsa yardımcı olabilecek bir çalışma yapmayı hedefledim.

Bu çalışma sırasında, tez konumun belirlenmesinden itibaren katkılarını hiç eksik etmeyen Hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet Fahri ÖZOK'a teşekkürü bir borç bilirim.

OCAK 2004

Mak. Müh. Serhan TUNCEL

İÇİNDEKİLER

| | |
|----------------------|-------------|
| KISALTMALAR | VI |
| TABLO LİSTESİ | VII |
| ŞEKİL LİSTESİ | VIII |
| ÖZET | IX |
| SUMMARY | X |

| | |
|--|----------|
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı..... | 1 |
| 2. TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ ve ALTI SİGMA..... | 2 |
| 2.1. Kalite Kültürü..... | 2 |
| 2.2. Toplam Kalite Yönetimi..... | 5 |
| 2.2.1. Giriş..... | 5 |
| 2.2.2. Toplam Kalite Yönetiminin Amaçları..... | 5 |
| 2.2.2.1. Verimlilik ve Etkinlik..... | 7 |
| 2.2.2.2. Yeniden Yapılanma ve Örgütsel Gelişim..... | 8 |
| 2.2.2.3. Etkin Stratejik Yönetim..... | 10 |
| 2.2.2.4. Kalite Geliştirme ve Müşteri Memnuniyeti..... | 11 |
| 2.2.2.5. Pazar Payı Karlılık ve Rekabet Geliştirme..... | 12 |
| 2.2.3. Toplam Kalite Yönetiminin Özellikleri ve Unsurları..... | 14 |
| 2.2.3.1. Toplam Kalite Yönetiminin Özellikleri..... | 14 |
| 2.2.3.2. Toplam Kalite Yönetiminin Araçları..... | 19 |
| 2.2.3.3. Toplam Kalite Yönetiminin Temel Unsurları..... | 20 |
| 2.3. Altı Sigma..... | 43 |
| 2.3.1. Altı Sigma Tanımı..... | 43 |
| 2.3.2. Neden Altı Sigma..... | 47 |
| 2.3.3. Altı Sigma Lideri..... | 49 |
| 2.3.4. Altı Sigma Aşamaları..... | 51 |
| 2.3.4.1. Tanımla..... | 51 |
| 2.3.4.2. Ölç..... | 52 |
| 2.3.4.3. Analiz Et..... | 53 |
| 2.3.4.4. İyileştir..... | 54 |
| 2.3.4.5. Kontrol Et..... | 55 |
| 2.3.5. Üretim Sektöründe Altı Sigma..... | 56 |
| 2.3.5.1. Üretim..... | 56 |
| 2.3.5.2. Üretimdeki Zorluklar..... | 56 |
| 2.3.6. Hizmet Sektöründe Altı Sigma..... | 60 |
| 2.3.6.1. Hizmet..... | 60 |
| 2.3.6.2. Hizmet ve Üretimin Netleştirilmesi..... | 60 |
| 2.3.6.3. Üretimin Değişen Rolü..... | 61 |
| 2.3.6.4. Hizmet Sürecindeki Fırsatlar ve Gerçekler..... | 62 |
| 2.3.6.5. Altı Sigma Hizmetlerini Daha Zorlu Yapan Nedir..... | 63 |
| 2.3.6.6. Altı Sigmanın Hizmetlerde Kullanılması..... | 66 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3.6.7. Bazı Hassas Konular ve Açıklamaları..... | 69 |
| 2.4. Toplam Kalite Yönetimi ve Altı Sigma | 70 |
| 2.4.1. Altı Sigma Yöntemini ve Toplam Kalite Yönetiminin Karşılaştırılması..... | 70 |
| 2.4.2. Altı Sigma Yönteminin Toplam Kalite Yönetimine olan Katkısı Nedir..... | 73 |
| 2.4.3. Altı Sigma Yönteminin Toplam Kalite Yönetimine Sunduğu Çözümler Nelerdir..... | 74 |
| 3. SAYISAL PERFORMANS ANALİZİ ve ALTI SİGMA..... | 81 |
| 3.1. Sayısal Performansın Ölçümü..... | 81 |
| 3.1.1. Giriş..... | 81 |
| 3.1.2. Genel Bakış..... | 81 |
| 3.1.3. İş Süreç Ölçümlerini Anlamak..... | 82 |
| 3.1.3.1. Ölçüm Kavramı : Gözle , sonra Ölç..... | 82 |
| 3.1.3.2. Ölçü Kavramı : Ölçüm için bir Süreç..... | 88 |
| 3.1.3.3. Seyrek veya Düşük Hacimli Faaliyetleri Ölçmek..... | 89 |
| 3.1.3.4. İlk Adım : Müşteri Gereksinimleri Karşısında Performansı Planla ve Ölç..... | 90 |
| 3.1.3.5. İkinci Adım : Hata Ölçüm Referanslarını ve İyileştirme Fırsatlarını | 101 |
| 3.2. Altı Sigma Sayısal Performans Analiz Araçları..... | 117 |
| 3.2.1. İstatistiksel Proses Kontrolü ve Kontrol Tabloları..... | 118 |
| 3.2.1.1. İPK / Kontrol Tabloları Ne Zaman ve Neden Kullanılır..... | 118 |
| 3.2.1.2. İPK / Kontrol Tablolarındaki Kontrol ne Anlama Gelir..... | 119 |
| 3.2.1.3. Kontrol Tablosunun Alarmları..... | 120 |
| 3.2.1.4. Kontrol Tablosu ve Müşteri Gereksinimleri..... | 120 |
| 3.2.1.5. Kontrol Tablolarını Kullanmak..... | 121 |
| 3.2.1.6. İPK / Kontrol Tabloları : Yapılacaklar ve Yapılmayacaklar..... | 121 |
| 3.2.2. İstatistiksel Anlam Testleri (Ki – Kare , T Testi , Anova)..... | 122 |
| 3.2.2.1. İstatistiksel Belirginlik Testlerini Kullanmak..... | 123 |
| 3.2.2.2. İstatistiksel Analizin Temelleri : Sıfır Hipotezi | 123 |
| 3.2.2.3. İstatistiksel Belirginlik Denemeden Geçirmek..... | 124 |
| 3.2.2.4. İstatistiksel Testlerde Temel Adımlar..... | 125 |
| 3.2.2.5. İstatistiksel Belirginlik Testleri : Yapılacaklar ve Yapılmayacaklar | 126 |
| 3.2.3. Kolerasyon ve Regresyon Analizi..... | 126 |
| 3.2.3.1. Kolerasyon ve Regresyon Analizi Kullanmak..... | 126 |
| 3.2.3.2. Kolerasyon ve Regresyon Analizi Türleri..... | 127 |
| 3.2.3.3. Kolerasyon ve Regresyon: Yapılacaklar ve Yapılmayacaklar | 128 |
| 3.2.4. Deney Tasarımı..... | 129 |
| 3.2.4.1. Deney Tasarımlarını Kullanmak..... | 129 |
| 3.2.4.2. Deney Tasarımlarının Temel Adımları..... | 130 |
| 3.2.4.3. Deney Tasarımı: Yapılacaklar ve Yapılmayacaklar | 130 |
| 3.2.5. Hata Tipleri ve Etkileri Analizi (F.M.E.A.)..... | 131 |
| 3.2.5.1. FMEA Kullanım Alanları..... | 131 |
| 3.2.5.2. FMEA Nasıl İşler..... | 132 |
| 3.2.5.3. Bir FMEA Örneği..... | 132 |
| 3.2.6. Hatasızlık (Poka - Yoke)..... | 133 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 3.2.6.1. | Hatasızlık Kullanım Alanları..... | 133 |
| 3.2.6.2. | Hatasızlık Temel Adımları..... | 134 |
| 3.2.6.3. | Hatasızlık : Yapılacaklar ve Yapılmayacaklar..... | 135 |
| 3.2.7. | Kalite Fonsiyon Yayılımı..... | 136 |
| 3.2.7.1. | Kalite Fonsiyon Yayılımı Kullanım Alanları..... | 136 |
| 3.2.7.2. | Kalite Fonsiyon Yayılımı Temelleri..... | 136 |
| 3.2.7.3. | Kalite Fonsiyon Yayılımı :Yapılacaklar ve Yapılmayacaklar..... | 138 |
| 3.3. | Altı Sigma Yöntemleri ile Sayısal Performans Analizi Yaparken Bilinmesi Gereken Ana Noktalar..... | 139 |
| 3.4. | Altı Sigma Sayısal Performans Analiz Uygulama Örnekleri..... | 145 |
| 3.4.1. | Kontrol Grafiği Analizi..... | 145 |
| 3.4.2. | DOE / Deney Tasarımı Analizi..... | 145 |
| 3.4.3. | 2-T Karşılaştırma Testi..... | 145 |
| 4. | TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ UYGULANAN BİR FİRMADA ; ALTI SİGMA ÇALIŞMALARI ARACILIĞI İLE SAYISAL PERFORMANS ÇALIŞMALARI ve DEĞERLENDİRME ANKETİ..... | 146 |
| 4.1. | Firmanın Kısa Tanımı..... | 146 |
| 4.2. | Firma Montaj Hattında Gerçekleştirilen Operatörlerin Görsel Kabul Kriterlerini Arttırmaya Yönelik Altı Sigma Çalışması Örneği..... | 146 |
| 4.2.1. | Çalışmanın Yapılma Amacı..... | 146 |
| 4.2.2. | Kappa Testi | 147 |
| 4.2.3. | Tek Nokta Eğitimi..... | 147 |
| 4.2.4. | Kappa Testi Uygulaması..... | 147 |
| 4.2.5. | Sonuç..... | 149 |
| 4.3. | Firma Laboratuvarında Teknisyenlerin Ölçüm Yeterliliklerini ve Ölçüm Aparatlarını Güvenilirliğini Arttırmaya Yönelik Altı Sigma Çalışması Örneği..... | 155 |
| 4.3.1. | Çalışmanın Yapılma Amacı..... | 155 |
| 4.3.2. | Gage R&R Testi | 155 |
| 4.3.3. | Gage R&R Testi Veri Çalışması..... | 156 |
| 4.3.3. | Gage R&R Testi Sonuç..... | 156 |
| 4.4. | Firma Üretim Hattında Gerçekleştirilen Operatörlerin Çalışma Performanslarını Arttırmaya Yönelik Altı Sigma Çalışması Örneği..... | 159 |
| 4.2.1. | Çalışmanın Yapılma Amacı..... | 159 |
| 4.2.2. | DOE Deney Analizi Yöntemi ve Uygulaması..... | 159 |
| 4.2.3. | Sonuç..... | 160 |
| 4.5. | Firmada Yapılan Altı Sigma Çalışmalarını Değerlendirme Anketi..... | 160 |
| 4.5.1. | Anket Hakkında Genel Bilgi..... | 160 |
| 4.5.2. | Anket Sonuç Grafikleri..... | 161 |
| 4.5.3. | Anketin Değerlendirme Sonucu..... | 165 |
| 5. | SONUÇ ve TARTIŞMA..... | 166 |
| | KAYNAKLAR..... | 169 |
| | EKLER..... | 172 |
| | ÖZGEÇMİŞ..... | 192 |

KISALTMALAR

| | |
|--------------------|---|
| TKY | : Toplam Kalite Yönetimi |
| JIT | : Just - in -Time (Tam Zamanında Üretim) |
| Ar-Ge | : Araştırma Geliştirme |
| KKF | : Kritik Kalite Faktörleri |
| ASQ | : Amerikan Kalite Derneği |
| TÖAİK | : Tanımla – Ölç – Analiz Et – İyileştir – Kontrol Et |
| PUKO | : Planla – Uygula – Kontrol Et – (Standart) Oluştur |
| MPS (PPM) | : Milyonda (Hatalı) Parça Sayısı |
| KM | : Kalitesizlik Maliyeti |
| İPK | : İstatistiksel Proses Kontrol |
| ÜKS | : Üst Kontrol Sınırı |
| AKS | : Alt Kontrol Sınırı |
| DT (DOE) | : Deney Tasarımı |
| HTEA (FMEA) | : Hata Tipleri ve Etkileri Analizi |
| QFD | : Kalite Fonksiyonları Yayılımı |
| KM | : Kalitesizlik Maliyeti |
| İPK | : İstatistiksel Proses Kontrol |
| ÜKS | : Üst Kontrol Sınırı |
| AKS | : Alt Kontrol Sınırı |
| DT (DOE) | : Deney Tasarımı |
| HTEA (FMEA) | : Hata Tipleri ve Etkileri Analizi |
| QFD | : Kalite Fonksiyonları Yayılımı |

TABLO LİSTESİ

| | <u>Sayfa No</u> |
|---|------------------------|
| Tablo 2.1. Toplam Kalite Yönetimi Hakkında Bazı Görüşler..... | 19 |
| Tablo 2.2. Toplam Kalite Yönetiminin Bileşenleri..... | 20 |
| Tablo 2.3. Toplam Kalite Yönetimi ve Altı Sigma Çapraz Karşılaştırma | 56 |
| Tablo 3.1. Ölçüm Seçim Kriterleri..... | 91 |
| Tablo 3.2. Ölçüm ve Verileri Katmanlara Ayırma Etkenleri..... | 97 |
| Tablo 3.3. Ana Kütle ve Süreç Örneklemesi Hakkında Bazı Örnekler..... | 98 |
| Tablo 3.4. Örnekleme Konusunda Diğer Önemli Terimler..... | 100 |
| Tablo 3.5. Altı (Six) Sigma Dönüştürme Tablosu | 112 |
| Tablo 3.6. E-Mail Hacminin Kontrol Tablosu..... | 119 |
| Tablo 3.7. Korelasyon Testi Örneği..... | 127 |
| Tablo 4.1. Kappa Testi Sunum Tablosu..... | 150 |
| Tablo 4.2. Kappa Testi Sunum Tablosu..... | 151 |
| Tablo 4.3. Kappa Testi Sunum Tablosu..... | 152 |
| Tablo 4.4. Kappa Testi Sunum Tablosu..... | 153 |
| Tablo 4.5. Kappa Testi Sunum Tablosu..... | 154 |
| Tablo 4.6. Gage R&R Testi Sunum Tablosu..... | 157 |
| Tablo 4.7. Gage R&R Testi Sunum Tablosu..... | 158 |
| Tablo 4.8. Direkt Kadro Soru Bazında Değerlendirme Sonucu..... | 162 |
| Tablo 4.9. İndirekt (İdari) Kadro Soru Bazında Değerlendirme Sonucu..... | 163 |
| Tablo 4.10. Anketin Firma Bazında Genel Değerlendirme Sonucu..... | 164 |

ŞEKİL LİSTESİ

| | <u>Sayfa No</u> |
|--|-----------------|
| Şekil 2.1. : Toplam Kalite Yönetiminde Yer Alan Kalite..... | 17 |
| Şekil 3.1. : Altı Sigma Yol Haritası ve Adımlar..... | 82 |
| Şekil 3.2. : Ölçü Örnekleri (kesikli , sürekli , çevrilmiş)..... | 85 |
| Şekil 3.3. : Beş Adımlı Bir Ölçüm Uygulama Örneği..... | 88 |
| Şekil 3.4. : Örnek : Gezgin Kontrol Kağıdı..... | 95 |
| Şekil 3.5. : Hatalı Parça Oranı..... | 103 |
| Şekil 3.6. : Başarı Oranı..... | 104 |
| Şekil 3.7. : Parça Başına Hata..... | 105 |
| Şekil 3.8. : Fırsatta Hata Sayısı..... | 109 |
| Şekil 3.9. : Milyon Fırsatta Hata Sayısı..... | 109 |
| Şekil 3.10. : Sigma Ölçü Örnekleri..... | 110 |
| Şekil 3.11. : Son Başarı Oranı..... | 113 |
| Şekil 3.12. : İlk Geçiş ve Alt Süreç Başarı Oranı..... | 114 |
| Şekil 3.13. : L Matrisi Örneği..... | 137 |
| Şekil 4.1. : Tek Nokta Eğitiminde Kullanılan Hata Tipleri..... | 148 |
| Şekil 5.1. : Basit ama Yaygın Teorisi..... | 166 |

ÖZET

Toplam Kalite Yönetimi; Müşteri memnuniyetinin, çalışanların memnuniyetinin ve toplam olumlu etkilerin sağlanabilmesi, iş sonuçlarında mükemmelliğe ulaşılabilmesi için politika stratejilerin, çalışanların, kaynakların ve süreçlerin uygun bir liderlik anlayışı ile yönetilmesi ve yönlendirilmesidir.

Toplam Kalite Yönetimi ana unsurlarını ; Yönetimin liderliği , herkesin sorumluluğu , takım çalışması , sürekli eğitim ve gelişme , müşteri memnuniyeti , hata önleme mantığı , verimlilik ve etkinlik ... vs oluşturur.

Altı Sigma ise organizasyonun temel süreçlerini, müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde, değerlendirmek ve iyileştirmek için, şimdi ve gelecekte, tüm çalışanların bilgilerinin ve kantitatif metotların etkin olarak kullanılmasıdır. Altı Sigmada hedef firma kalite düzeyini ; milyonda 3,4 hata (3,4 PPM) seviyelerine getirmektir.

Altı Sigma Yöntemi Toplam Kalite Yöntemini temel alan fakat kullandığı etkin sayısal performans analizi metodlarıyla onu bir adım ileri götürerek daha hızlı ve etkili sonuç alınmasını sağlayan bir yöntemdir.

Bir firmada varılmak istenen en yüksek performans başarısına , Toplam Kalite Yönetimi üzerine inşaa edilmiş belki daha basit fakat her seferinde tüm metodları değil de proje karakteri ile uyumlu belki de sadece birkaçını uygulamış Altı Sigma Yöntemleriyle ulaşmaya çalışmak , firma içi uzun vadede çok daha verimli sonuçlar ortaya çıkarmaktadır.

SUMMARY

ACCORDING TO TOTAL QUALITY MANAGEMENT , NUMERICAL PERFORMANCE ANALYSIS BY MEANS OF SIX SIGMA STUDIES .

Total Quality Management is to manage and to guide , political strategies, human resources and processes by a suitable leadership in order to realize customer satisfaction , staff satisfaction and the total positive effects.

The main elements of Total Quality Management are : leadership of Top Management , responsibility of each people , team work , continuous training and improvement , customer satisfaction , mistake free sensibility , productivity and efficiency ext ...

And Six Sigma is , the efficient assistance of numerical methodologies and all staff knowledge in order to improve and to evaluate the main processes of an organization by taking into consideration customer demands , now and in the future. The primary target in six sigma methodology is to achieve 3,4 PPM level as a company quality performance.

Even Six Sigma is based on Total Quality Management , Six Sigma improves TQM one step further by the help of efficient numerical performance analysis methods and Six Sigma achieves more effective and significant results.

To target a high performance by a simple , basic and selected six sigma tools , based on TQM structure , will be indicated very productive and significant results to a company in the close future .