



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ALTI SİGMA METODOLOJİSİ VE BİR UYGULAMASI

Hasan Bahadır KABASAKAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İstatistik Anabilim Dalı

Haziran-2019

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALTI SİGMA METODOLOJİSİ VE BİR UYGULAMASI

Hasan Bahadır KABASAKAL

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İstatistik Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yunus AKDOĞAN

2019, 85 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Aşır GENÇ
Dr. Öğr. Üyesi Yunus AKDOĞAN
Dr. Öğr. Üyesi Demet SEZER

Bu çalışmanın temel amacı, Altı Sigma metodolojisinin önemini vurgulamak ve Altı Sigma' yı uygulamayı düşünenlere metodolojinin yararlarını göstermektir. Çalışmamızda Altı Sigma kavramı teorik olarak ele alınıp anlatıldıktan sonra yapılacak olan bir uygulama üzerinde araştırmanın başından sonuna kadar olan durumlar açıklanmaya çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Altı Sigma, Kalite, Kalite Kontrol Süreci, Süreç İyileştirme

ABSTRACT

MS THESIS

SIX SIGMA METHODOLOGY AND AN IMPLEMENTATION

Hasan Bahadır KABASAKAL

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
DEPARTMENT OF STATISTICS

Advisor: Assist. Prof. Yunus AKDOĞAN

2019, 85 Pages

Jury
Prof. Dr. Aşır GENÇ
Assist. Prof. Yunus AKDOĞAN
Assist. Prof. Demet SEZER

The main purpose of this study is to highlight the importance of the Six Sigma methodology and Six Sigma methodologies to demonstrate the benefits of considering the application. In our study, the Six Sigma concept is theoretically described situations that tried to be handled from the beginning to the end of the study on an application which will be described after.

Keywords: Six Sigma, Quality, Quality Control Process, Improvement Process

ÖNSÖZ

Bu çalışmada benden değerli bilgilerini ve desteklerini esirgemeyen Saygıdeğer Hocam Prof. Dr. Aşır GENÇ ve Danışman Hocam Dr. Öğr. Üyesi Yunus AKDOĞAN başta olmak üzere yüksek lisans eğitimime birlikte başladığım, her çalışmamda bana destek veren arkadaşım Arş. Gör. Muhammet Oğuzhan YALÇIN ve maddi-manevi desteklerini hiç esirgemeyen Kıymetli Aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hasan Bahadır KABASAKAL
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

1. GİRİŞ **1**

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR **3**

3. ALTI SİGMAMETODOLOJİSİ **7**

3.1. Altı Sigma Yaklaşımı 7
3.1.1. Tanımı 7
3.1.2. Amaç ve Yararları 8
3.1.3. Tarihsel Gelişimi 9
3.1.4. İstatistiksel Ölçüm Olarak Altı Sigma 10
3.1.4.1. Değişkenlik 11
3.1.4.2. Sigma Kalite Düzeyi 12
3.1.4.3. Ortalamanın 1.5σ Kayması ve Sonuçları 13
3.2. Altı Sigma Organizasyonu 16
3.2.1. Altı Sigma' da Roller ve Sorumlulukları 16
3.2.2. Altı Sigma Yürütme Kurulu 17
3.2.3. Sponsor (Şampiyon) 18
3.2.4. Uzman Kara Kuşaklılar 18
3.2.5. Kara Kuşaklılar (Ekip Liderleri) 19
3.2.6. Yeşil Kuşaklılar (Ekip Elemanları) 25
3.3. Altı Sigma' nın Altı İlkesi 26
3.3.1. Müşteri Odaklılık 26
3.3.2. Verilere ve Gerçeklere Dayalı Yönetim 26
3.4.3. Sürece Odaklanma, Yönetim ve İyileştirme 26
3.3.4. Proaktif Yönetim 27
3.3.5. Sınırsız İşbirliği 27
3.3.6. Mükemmele Yöneliş, Başarısızlığa Karşı Hoşgörü 27
3.4. Altı Sigma Uygulama Süreci 28
3.4.1. Tanımlama 28
3.4.2. Ölçme 29
3.4.3. Analiz 30
3.4.4. İyileştirme 31
3.4.5. Kontrol 31
3.5. Altı Sigma' da Kullanılan İstatistik Yöntemler 32
3.5.1. Beyin Fırtınası 32
3.5.2. Sebep-Sonuç Diyagramı 32
3.5.3. Histogram 33
3.5.4. Pareto Şeması (Analizi) 34

3.5.5. Kontrol Grafikleri 35

4. UYGULAMA 38

4.1. Firma Hakkında Genel Bilgi 38
4.2. Arçelik' teki Kalite Çalışmaları 38
4.3. Arçelik A.Ş.' de Altı Sigma 40
4.4. Çalışmanın Amacı 40
4.5. Materyal 42
4.5.1. Veriler 42
4.5.2. Betimsel İstatistikler ve Normallik Testi Sonuçları 42
4.5.3. Pareto Analizi 45
4.5.4. Sebep Sonuç Diyagramı 46
4.5.5. Kontrol Grafikleri 47
4.5.5.1. X-R Grafikleri 47
4.5.5.2. X-S Grafikleri 52
4.5.5.3. Teknisyen Bazında Kontrol Grafikleri 56

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 68

KAYNAKLAR 70

EKLER 72

ÖZGEÇMİŞ 85

1. GİRİŞ

Kalite kavram olarak işletmelerin rekabet gücünü artırması açısından önemli bir hale gelmiştir. İşletmeler birbirlerine karşı avantajlı konuma geçebilmek adına ürünlerini kaliteli hale getirirken aynı anda bu ürünlerin kullanım alanlarını, müşterisinin gereksinimlerini ve müşteri potansiyelinin isteklerini göz önünde bulundurmak durumundadır.

Altı Sigma, müşteri gereksinimleri ve müşteri potansiyelinin istekleriyle uyumlu olarak ya da üretim sürecindeki değişkenliğin en aza indirilmek istenmesi yoluyla sürecin kalitesini düzenlemek ve iyileştirmeyi hedefleyen yöntemlerden birisidir.

Altı Sigma yaklaşımı sipariş alma sürecinden geri giderek üretimin başladığı aşamaya kadar tüm süreçte ürünlerin denetimini sağlayarak gerek ürünlerde gerekse hizmet kısmındaki kalite seviyesini ortaya koyar. Kalite seviyesini sayısal olarak gösteren Altı Sigma süreci, hataların sıfırdan ne kadar saptığını hesaplayarak çalışmaktadır. Bu hesaplama yöntemi sayesinde süreçler hakkında detaylı bilgiler elde edildiği gibi herhangi bir sorun tespit edildiğinde düzeltici önlem alınması konusunda da yardımcı olmaktadır.

Son zamanlardaki teknolojik gelişmelerin hızlı olması ve değişimlere ayak uyduramayan firmaların ya da sektörlerin rekabetle boy ölçüşemeyecek duruma gelmesi, firmaları geleneksel yönetim stratejilerini gözden geçirmeye, değiştirmeye ve geliştirmeye zorlamaktadır. Bu gibi zorluklarla rekabet edebilmek için geliştirilen yaklaşımlardan bir tanesi Altı Sigma yaklaşımıdır.

Bu çalışmanın temel amacı, Altı Sigma metodolojisinin önemini vurgulamak ve Altı Sigma' yı uygulamayı düşünenlere metodolojinin yararlarını göstermektir. Çalışmamızda Altı Sigma kavramı teorik olarak ele alınıp anlatıldıktan sonra yapılacak olan bir uygulama üzerinde araştırmanın başından sonuna kadar olan durumlar açıklanmaya çalışılacaktır.

Öncelikle Altı Sigma metodolojisinin tanımlanması, bu yaklaşımın amacı, tarihsel gelişimi ve istatistiksel olarak Altı Sigma' nın nasıl kullanıldığından bahsedilmiştir. Devamında Altı Sigma metodolojisinin organizasyon şeması (roller, sorumluluklar, yürütme kurulu, sponsor, uzman kara kuşaklar, kara kuşaklar ve yeşil kuşaklar) verilmiştir.

Daha sonra Altı Sigma' nın altı ilkesinden bahsedilerek uygulama süreçlerinden bahsedilmiştir. Altı Sigma iyileştirme çalışmalarında TOAİK (tanımlama, ölçme, analiz,

iyileştirme, kontrol) yaklaşımı aşamalarında kullanılan analiz araçlarından, Süreç Haritası, Frekans Tabloları, İstatistiksel Tanımlayıcı Tablolar, Pareto Diyagramı ve Kontrol Grafikleri kullanılacaktır.

Uygulama kısmındaysa istatistiksel yöntemlerden faydalanarak Arçelik Bulaşık Makineleri İşletmesi' nde müşteri şikayetleri kaynaklı sorunları çözmek için adım adım belirtilen problem seçme işlemi üzerinde çalışılması planlanarak, elimizdeki alt sepet ölçümlerinden istatistiksel incelemelerin yapılmasıyla elde edilen sonuçlardan işletmeyi iyileştirici sonuç çıkarılması amaçlanmıştır. Ayrıca yapılan analizler için istatistiksel paket programları olarak SAS, Minitab ve SPSS programı kullanılacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Atmaca ve Girenes çalışmalarında dünya üzerinde kalite standartlarını ve verimliliklerini artırmak isteyen firmaların yönelmekte olduğu Altı Sigma yöntemi genel olarak araştırılmış ve ardından Yalın Altı Sigma metodunun Altı Sigma yöntemine göre daha hızlı karar verdiği için daha çok uygulandığı vurgulanmıştır. Bunların arasındaki farkın Altı Sigma kaliteye önem verirken, Yalın Yönetim sistemi hıza önem vermektedir. Sonuç kısmında bu iki yöntemin bir arada kullanılarak daha iyi sonuca ulaştığını belirtmişlerdir. (Atmaca ve Girenes, 2009a)

Atmaca ve Girenes bir başka çalışmalarında Altı Sigma metodolojisinin nerelerde ne şekilde kullanıldığı üzerine bir literatür taraması yapmışlardır. Daha sonra çeşitli faktörlere göre ayrılarak karşılaştırarak yöntemi sınamışlardır. (Atmaca ve Girenes, 2009b)

Çabuk ve Karayılmazlar çalışmalarında Altı Sigma yaklaşımının anlatımı, kullanılan yöntemin önemi ve özellikleri, birkaç uygulama örnekleri ve sonuçları ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. Sonuç olarak Altı Sigma uygulayan firmaların son derece başarılı ve kaliteli ürünler ortaya koyduğunu belirtilmiştir. (Çabuk ve Karayılmazlar, 2010)

Gerger ve Firuzan çalışmalarında Yalın Altı Sigma metodolojisinin başarısız olma nedenleri incelenmiş ve bu başarısızlıklarının nedenleri üzerinde durulmuştur. Genel olarak proje liderlerinin tam zamanlı olmadığı zamanlarda, liderlerin seçiminin tam olarak niteliğe bakılarak yapılmadığı zamanlarda, ödüllendirmedeki eksikler sonucunda süreçte sıkıntıların yaşandığı vurgulanmıştır. (Gerger ve Firuzan, 2010)

Tezsürücü ve Tunail çalışmalarında Altı Sigma metodolojisinin firmalar için önemi vurgulandıktan sonra bu metodolojiyi uygulamak isteyen firmalara metodolojinin yararları gösterilerek yol gösterilmek istenmiştir. Uygulama olarak otomotiv sektöründe yer alan ve yan sanayi olarak faaliyet gösteren firmadaki uygulama incelenmiştir. Altı Sigma uygulandıktan sonra hataların büyük ölçüde azalmasının yanı sıra kazancın da arttığı görülmüştür. (Tezsürücü ve Tunail, 2010)

Sofyalıoğlu çalışmasında önce Altı Sigma metodolojisi tanımlanmış ve model anlatılmıştır. Daha sonra Altı Sigma için tasarım farklılıkları anlatılmıştır. Daha sonra bir işletmenin hangi metodolojiyi seçmesi gerektiği bulanık analitik hiyerarşisi kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. (Sofyalıoğlu, 2009)

Şenol ve Anbar çalışmalarında Altı Sigma yaklaşımının finans sektörü açısından ele alınmış ve daha önce kullanılan Üç Sigma sisteminin aksine Altı Sigma' nın kaliteye yönelik olarak yapılan yatırımların daha olumlu olduğu görülmüştür. (Şenol ve Anbar, 2010)

Devecioğlu ve Yücel çalışmalarında spor sektörü için üretim, hizmet ve yönetim alanlarında Altı Sigma' nın uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Spor alanında da diğer alanlarda olduğu gibi kalite anlayışları nedeniyle Altı Sigma uygulanmasının spor malzemeleri, teknolojik ürünler başta olmak üzere spor işletme ürünlerinin kalitesinin artması hem kâr marjını artırmak hem de müşteri memnuniyetini sağlamak açısından önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. (Devecioğlu ve Yücel, 2012)

Aslan ve Demir çalışmalarında endüstri sektöründe yararları kanıtlanan Altı Sigma metodolojisinin sağlık hizmetleri ve klinik laboratuarlarda kullanılmasının yararları araştırılmak istenmiştir. Genel olarak Altı Sigma metodolojisinin her aşaması klinik laboratuarlar için karşılaştırılmış ve sonuç olarak klinik laboratuarlar için Altı Sigma' nın uygulanmasının önemi tartışılmıştır. (Aslan ve Demir, 2005)

Altuğ ve Nalbant çalışmalarında Altı Sigma metodolojisinin imalat sanayisinde uygulanmasının analizleri yapılmıştır. Toplamda ele alınan 11 işletmenin Altı Sigma uygulamalarının incelenmesi ve analiz sonuçları incelenerek uygulamadan önce ve sonraki durumlar karşılaştırılmıştır. Daha sonra proje maliyetleriyle tamamlanma süreleri, getirileri birbirleriyle bağlantılı olup olmadığı incelenmiştir. Sonuç olarak bunların birbirleriyle ilişkili olduğu belirlenmiş ve bu sonuçların işletmelerin rekabet güçlerini yeniden gözden geçirmesi gerektiği belirtilmiştir. (Altuğ ve Nalbant, 2011)

Firuzan vd. çalışmalarında Altı Sigma metodolojisini otomotiv sektöründe uygulaması yapılmıştır. Çalışmada otomotiv sektöründe ikinci el araç satışlarının artırılmasına yönelik bir uygulama yapılmıştır. İsmi verilmeyen bir araç firmasının

İzmir bölgesindeki ikinci el satışlarının artırılması için neler yapılması gerektiği Altı Sigma metodolojisiyle incelenmiştir. Altı Sigma uygulanarak proje sonunda satışlar yüzde 28 oranında iyileştiği sonucuna ulaşılmıştır. (Firuzan ve ark., 2012)

Güner vd. çalışmalarında Hugo Boss' un İzmir fabrikasında erkek gömleği üretimi sürecinin iyileştirilmesi için Altı Sigma metodolojisi kullanılmıştır. Üretimde karşılaşılan sorunların analizi yapılmış ve kalite sorunu yaratan ilik, düğme ve kuşak hatalarında düzeltmeler gidilmiştir. Bu sayede tekrar kesimde (78,1%), tamirde (77,4%) ve kalıpta (53%) iyileştirmeler görülmüştür. (Güner ve ark., 2010)

Gerger ve Demir otomotiv servis hizmetlerinde Yalın Altı Sigma kullanımı ile servis müşteri memnuniyet oranının artırılmasına yönelik bir çalışma yapmışlardır. Genel olarak amaçlanan şey servis müşteri memnuniyet puanını iyileştirmek olan çalışma sonucunda binek araçlarda %62,54 olan puan %66,37'ye; ticari araçlarda %33,96 olan puan %54,55 seviyesine çıkarılmıştır. Daha sonra süreci uzun süreli izlemeye aldıklarında bu oranların sırasıyla %70,42 ve %76,75 seviyesine ulaştığı gözlemlenmiştir. (Gerger ve Demir, 2010)

Akbulut "Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Altı Sigma Yaklaşımı ve Bir Deneysel Tasarım Uygulaması" adlı tez çalışmasında etkin Altı Sigma ve KOBİ' ler de uygulama şekli ve Altı Sigma' nın işletme stratejisi olarak uygulanması incelenmiş, deneysel tasarımın Altı Sigma' daki önemi ve 2K Faktöriyel Tasarımı uygulama çabası gösterilmiştir. (Akbulut, 2003)

Hoerl çalışmasında Altı Sigma organizasyon yapısında yer alan rolleri detaylıca açıkladıktan sonra kara kuşakların organizasyondaki yerine vurgu yaptıktan sonra kara kuşakların nasıl beceriler sahip olması gerektiğinden ve ne gibi eğitimleri almaları gerektiğinden bahsetmiştir. Daha sonra kara kuşaklar için belirli bir eğitim programı sunmuş ve önerdiği programa benzer programlar ile karşılaştırmalarda bulunmuştur. (Hoerl, 2001)

Terzi yaptığı tez çalışmasında bir fizik tedavi ve rehabilitasyon yüksek okulu bünyesinde yer alan Protez – Ortez merkezindeki çalışanlara ve gelen hastalara daha iyi ve daha hızlı hizmet nasıl sunulur üzerine eğilmiştir. Ölçme aşamasında ağaç

diyagramı, istatistiksel analizler, pareto analizi kullanılmıştır. Sürecin içindeki gereksiz zaman kayıplarına çözüm üretilerek harcanan zaman neredeyse yarıya indirilmiştir. (Terzi, 2016)

Karakoç yaptığı tez çalışmasında bir gıda işletmesinin üretim departmanında kalitesizliğe neden olan sebepleri araştırmak için Altı Sigma metodolojisi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda üretim aşamasındaki fire oranlarında önemli miktarda düzelme olduğu görülmüştür. (Karakoç, 2017)

Amirigargari yaptığı tez çalışmasında sağlık kurumlarında Altı Sigma metodolojisinin uygulanıp uygulanmadığı sorgulanarak yeni bir model önerilmiştir. Hastanedeki çalışmalarda yönetimin doğru bilgilendirilmesi, sağlık hizmetini artıracağı gibi hem hastaların hem personellerin kaliteli bir hizmette buluşması sağlanacağı görüşüne varılmıştır. (Amirigargari, 2018)

Akdamar yaptığı tez çalışmasında Bursa' da faaliyet gösteren bir otomotiv yan sanayi sektöründe yer alan firmaya Altı Sigma tekniği uygulanmıştır. Analiz sonuçlarında fazla mesailerin ve makine boş kalma sürelerinin düzenlenmesi yapılarak yıllık 250 bin euroluk bir tasarruf sağlanmıştır. Süreç sonucunda çevik üretim sisteminin kurulup geliştirilebilmesi için gerekli yatırımlar, kurulması gereken tedarik ağları ve kullanılması gereken nitelikli iş gücü belirlenmesi gerektiği vurgulanmıştır. (Akdamar, 2014)

3. ALTI SİGMAMETODOLOJİSİ

Bu bölümde ilk olarak Altı Sigma' nın tanımı yapılmıştır. Ardından Altı Sigma' nın amacı ve yararları verildikten sonra tarihsel gelişim sürecinden bahsedilmiştir. Daha sonra istatistiksel olarak sigma düzeyleri değerlendirilerek Altı Sigma incelenmiştir.

Devamında Altı Sigma' nın organizasyonel yapısı (roller, sorumluluklar, sponsorlar, uzman kara kuşaklar, kara kuşaklar, yeşil kuşaklar) verildikten sonra Altı Sigma' nın altı ilkesi verilmiştir. Ardından Altı Sigma uygulama süreci (TOAİK) verilmiş ve istatistiksel yöntemler anlatılarak Altı Sigma Metodolojisi tamamlanmıştır.

3.1. Altı Sigma Yaklaşımı

3.1.1. Tanımı

Altı Sigma, süreç kalitesinin iyileştirilmesini hedefleyen, öncelikle ürünlerin hatasız bir şekilde üretilmesini sağlamayı amaçlayan, müşteri beklentilerini karşılayarak ve değişkenliği azaltarak milyon tekrarda 3,4' den daha düşük hataya ulaşmayı amaçlayan ve sıklıkla kullanılan önemli metodolojilerden birisidir. (Pande ve ark., 2003)

Altı Sigma hemen hemen her sektöre uyarlanabilmesi nedeniyle farklı sektörler kendi uygulama alanlarından önemli gördükleri kısımları ön plana çıkararak Altı Sigma' yı yeniden tanımlamışlardır. Bunlar,

- Hedef maliyeti düşürmek için kullanılan stratejidir.
- Hem üretim hem hizmet kısmında uygulanabilen bir iyileştirme stratejisidir.
- Pazar payını yükseltmek için kullanılan stratejiler bütünüdür.
- Süreçlerin iyileştirilmesi ve ürünün geliştirilmesine yönelik istatistiksel yöntemdir.
- İşletmenin tamamıyla geliştirilmesi ve iyileştirilmesinin genel adıdır.
- Müşteri memnuniyetini hedefleyen ve rekabet açısından gücü artıran bir dönüşüm sistemidir.

Genel olarak; sürecin iyileştirilmesi, müşteri memnuniyetinin artması, rekabet gücünün artması, ürün ve hizmetin geliştirilmesi, hataların indirgenmesini sağlayan istatistiksel analizlere dayanan yönteme Altı Sigma yöntemi diyebiliriz.

Altı Sigma' nın iyileştirme ve geliştirme bakımından kullanılan diğer yöntemlerden temel farkı, gelip geçici olmaması ve yöneticilik becerisini ve performansını geliştirmeyi hedefleyen esnek bir sistem olmasıdır. (Pande ve ark., 2003)

3.1.2. Amaç ve Yararları

İşletmeler açısından düşünüldüğünde gelişen teknoloji, ekonomik şartların değişmesi ve küreselleşen ekonomi göz önüne alınırsa rekabet edebilmek gitgide daha karmaşık ve zorlu bir durum olmaktadır. Bu durumla baş edebilmek için verilen hizmetin ve ürünün kaliteli olması, müşteriyi memnun etmesi ve temel olarak gereksinimlerini tamamıyla karşılamasına dikkat edilmelidir. İşletmeler tüm bunları göz önünde bulundururken maliyeti de minimum düzeyde tutmalıdırlar. Altı Sigma tüm bunları göz önünde bulundurduğundan dolayı işletmelerce tercih nedeni olmaktadır.

Altı Sigma, kilit süreçleri tespit edilerek düzeltici önlemler alınmasına imkan sağlanması hem arzulanan kaliteyi tutturmada hem de hataların minimize edilmesini sağlayarak ekonomik olarak işletmelerin istediği hedefe ulaşmasını sağlamaktadır.

Altı Sigma' nın amaç ve yararları;

- Başarının bir ölçüsü olarak karın arttırılması
- Firmadaki potansiyelin gerçekleştirilmesi
- Üretimin arttırılması
- Verimliliğin arttırılması
- Ürün/hizmet kalitesinin arttırılması
- Pazar payının arttırılması
- Müşteri memnuniyetinin arttırılması
- Çalışanların yetkinliklerinin arttırılması
- Maliyetlerin düşürülmesi
- Değişkenliğin düşürülmesi
- Kalite sorunlarının düşürülmesi
- Hata oranının düşürülmesi
- Ürün çevrim süresinin düşürülmesi
- Müşteri şikayetlerinin azaltılması
- İş kazalarının düşürülmesi
- Müşteri sürekliliğinin sağlanması

- Süreçlerin ve iş sonuçlarının iyileştirilmesi
- Sistemin iyileştirilmesi
- Fırsatların fark edilmesi
- Kayıpların ve savurganlıkların önlenmesi
- Öğrenilen bilginin yayılımının desteklenmesi
- Öğrenen organizasyon olunması
- Stratejik değişimin gerçekleştirilmesi
- Kültür değişiminin sağlanması
- Verilere dayalı doğru karar verilmesi
- Kalıcı başarının sağlanması
- Temel kalite ilkelerine bağlı kalınması

şeklinde özetlenebilir. (Işığıçok, 2012)

3.1.3. Tarihsel Gelişimi

Altı Sigma, 1980' lerin ortalarında Japon kalite fikirlerinin süreç iyileştirmelerinde kullanılması ile Motorola tarafından geliştirilmiş olmakla birlikte, metodolojinin yaklaşık 100 yıllık bir geçmişi bulunmaktadır. Altı Sigma yaklaşımı, yeni ortaya çıkmış bir metodoloji olmayıp, Shewhart, Deming, Ishikawa ve diğer toplam kalite yönetimi liderlerinin çalışmaları sonucunda asıl tarihi başlamıştır. (Yavuz, 2006)

1970' lerde Japonya' da Altı Sigma üzerine çalışanlar yöntemin gelişimini istedikleri şekilde gerçekleştirmişler ve müşteri beklentilerini karşılayan ve ekonomik olarak ucuz ürünleriyle Amerika pazarında egemen olmuşlardır. Bu gelişmelerden sonra Amerika' da ki şirketler (Motorola' da dahil) Japon şirketlerle rekabet etme yeteneğini kaybetmiştir. Durum öyle bir hal almıştı ki, 1970' lerde Motorola' nın alt kollarından olan ve televizyon üretimi yapan Quasar şirketi, daha fazla direnemeyerek yüksek maliyetleri nedeniyle Japon şirketi Matsushita' ya satılmıştır. (Yavuz, 2006)

Daha sonra Quasar fabrikası Matsushita' ya geçtikten sonra hata oranının 20 kat azalması, Motorola şirketinde çalışan yönetici kadrosunu şoka uğratarak kendi yönetim şekillerini sorgulamalarına yol açmıştır. Daha sonra kendilerine hedef olarak on kat iyileşmeyi belirleyerek 1981 yılında çalışanlara istatistiksel deney planlaması ve istatistiksel süreç kontrolü ve yönetimi gibi istatistiksel yöntemler konularında eğitimler verilmiştir. Planlanan beş yılın sonunda yapılan 220 bin dolarlık yatırıma karşılık 6,4

milyon dolar maliyet iyileşmesinin sağlanması gayet iyi bir sonuç gibi görünse de müşteri memnuniyeti, yöntemlerin uygulanma başarısı ve çalışan kişilerin motivasyonlarının devamlılığının sağlanması gibi konularda iyileştirmeler görülmemiştir. Bu süreç sonunda Motorola yönetim kurulu başkanı Japonya' yı ziyaret ettiği sırada süreç verimliliğinin kendi şirketlerindekinden 1000 kat daha iyi olduğunu görmesinin ardından uygulanan iyileştirmelerin 1987'den sonra her alana uygulanması gerektiğini düşünerek şirkettekilere talimatlarda bulunmuştur. 1987 yılında Motorola şirketi Malcolm Baldrige Ulusal Kalite ödülüne sahip olmuştur. Bu ödülü almalarını sağlayan şey ise Altı Sigma yaklaşımına yönelmesi olmuştur. Motorola' da yönetim kurulu başkanı Galvin' in önderliğinde kalite iyileştirme çabaları hız kazanmış ve 1988 yılından itibaren 16 milyon dolardan fazla kazanç sağlamışlardır. Daha sonra da uyguladıkları yöntemi diğer firmaların paylaşımlarına açmışlardır. (Pande ve ark., 2003)

Motorola' da ortaya çıkan Altı Sigma 1995' ten sonra büyük işletmelerin ilgisini çekmiş ve nerdeyse tüm dünyada uygulanmaya başlamıştır. Amerika' da Motorola, General Electric, Johnson&Johnson, American Express, Citibank, Sun Microsystems gibi büyük şirketler; Avrupa' da Nokia, Siemens, ABB, Bosh, Ericsson gibi şirketler; Uzakdoğu' da Kodak, LG, Hyundai, Honda gibi firmalar üretim ve hizmet süreçlerinde Altı Sigma' yı kullanan dünya çapında firmalardır.

Türkiye' de Altı Sigma metodolojisini uygulamaya başlayan ilk Türk sermayeli şirket Arçelik' tir.1998 yılında Altı Sigma' yı uygulamaya başlayan Arçelik, özellikle üretim temelli süreçlerinde Altı Sigma' yı oldukça geniş kapsamlı olarak uygulamıştır. Başlangıçta sadece üretim süreçlerinde bu uygulamalardan yararlanan firma, 2002 yılı itibariyle metodolojiyi hizmet süreçlerini de kapsayacak şekilde genişletmiştir.

Türkiye' deki işletmelerin Altı Sigma' yı kullanmalarının başlıca nedenleri maliyet açısından avantaj sağlaması ve verimliliği artırmasıdır. Türkiye' de Arçelik, Eczacıbaşı, Borusan, Ford, Kordsa, Çimtaş, Vitra, Profilo, Bosch, Kalekim, Fırat Plastik gibi firmalar Altı Sigma' yı başarı ile uygulayan firmalardandır.

3.1.4. İstatistiksel Ölçüm Olarak Altı Sigma

Altı Sigma (6σ) temel olarak standart sapma üzerine kurulmaktadır. Standart sapma istatistiksel olarak normal dağılımın bir parametresidir ve veri kümesindeki değişkenlik aralığını gösteren bir ölçüdür.

Dünya basını Altı Sigma' yı çoğunlukla, "süreçleri ve ürünleri daha düzgün hale getirmek için mühendis ve istatistikçilerin kullandığı ileri derecede teknik bir yöntemdir." olarak tanımlamaktadır. Bu tanımda gösteriyor ki, ölçümler ve istatistikler Altı Sigma' nın iyileştirilmesindeki en temel ve kilit unsurlardır. (Işığıçok, 2012)

3.1.4.1. Değişkenlik

İstatistikte genel olarak değişkenlik, süreç ve veri temel olarak analizlerin işleyişiyle ilgili terimlerdir. Veri, değişkenliği ölçmek için, süreç ise problemin çözümü için gereken adımları içermektedir. Değişkenlik ise çözüm için gösterilen yola göre birçok problemin çözümünü sağlamaktadır. Rasgele bir prosesten elde edilen veriler, aynı yöntemler ve aynı makineler kullanılsa bile küçükte olsa farklı sonuçlar vermektedir. Söz konusu farklılığa "değişkenlik" adı verilmektedir. Bu süreç kontrol edilmesi gereken bir süreçtir. Bu durum, spesifikasyonların zorunlu olarak toleranslarının olması anlamına gelir. (Işığıçok, 2012)

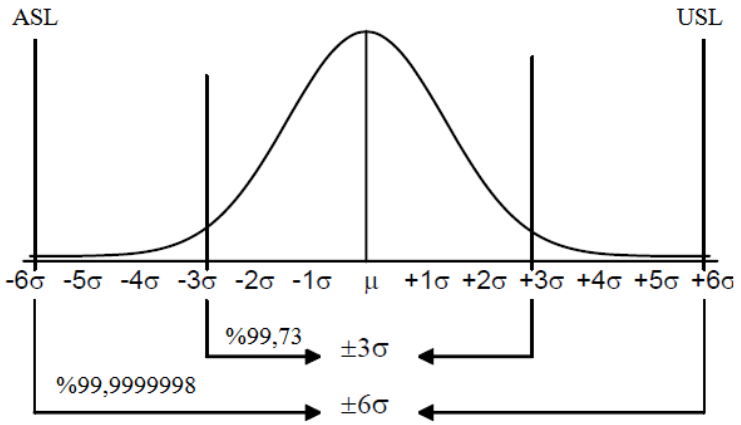
Değişkenlik yaşamın bir gerçeğidir. Herhangi bir olayın çok sayıda gözlemlenmesi ya da doğal olayların bir arada değerlendirilmesi incelendiğinde dağılım eğrisinin çan şeklinde olduğu görülmektedir. Eğrinin altında kalan alan, ilgilenilen olayın gerçekleşme olasılığını göstermektedir. Proses ortalamasında çeşitli düzeylerdeki değişimler;

$$\mu + z\sigma$$

ile ölçülür. Burada z normal değişkeni, μ proses ortalamasını ve σ standart sapmayı göstermektedir. $z\sigma$ ise değişkenliğin ortalamadan uzaklığını belirtir. Bu formulasyonda kullanılan sigma değeri son derece önemlidir (Işığıçok, 2012). Burada değişkenliği kontrol etmek Altı Sigma metodolojisi için en büyük sorundur. Altı Sigma yönteminde değişkenliğin azaltılması son derece önemlidir. Bu yüzden de süreçleri kontrol altında tutmak ve yayılımları azaltmak adına değişkenliğin azalması kalitenin de aynı oranda artması anlamına gelmektedir.

3.1.4.2. Sigma Kalite Düzeyi

Altı Sigma yönteminde verimliliğin ölçülmesi "Sigma Kalite Düzeyi" diye adlandırılan bir ölçüm ile sağlanmaktadır. Burada sigma değeri normal dağılımdaki standart sapmayı belirten bir ifadedir. Sigma düzeyini belirlemek süreç için son derece önemlidir çünkü buradaki kısıt sürecin yeterli olup – olmadığını gösteren bir ifadedir. Burada sigma değerinin 6' ya yakın olması hata oranının azalması anlamına gelmektedir. Buradaki hedef daha öncede belirtildiği gibi milyonda 3,4 hata oranını yakalamaktır.



Şekil 1. Sigma süreç değişkenliği

Burada ASL ve USL değerleri alt ve üst spesifikasyon sınırları belirtmektedir. Bir süreç denetlenmek istediğinde normal olarak gözlemlenmek isterse bu uzaklığın 3 sigma aralığında olması beklenmektedir. Şekil 1. de de görüldüğü gibi 3 sigma durumunda verilerin yüzde 99,73' ü limitler içerisinde olduğu belirtilmiştir. Geriye kalan 0,27 ise hatalıdır. Yüzde olarak bakıldığında çok az gibi görünse de amaç milyonda 3,4 hataya indirmek iken 2700' e tekabül ediyor olması bir sorun olduğunu göstermektedir. 6 sigma değerine bakıldığında ise ürünlerin yüzde 99,99999998' lik kısmı limitler içerisindeyken milyarda 2' sinin limitler dışında kaldığını göstermektedir.

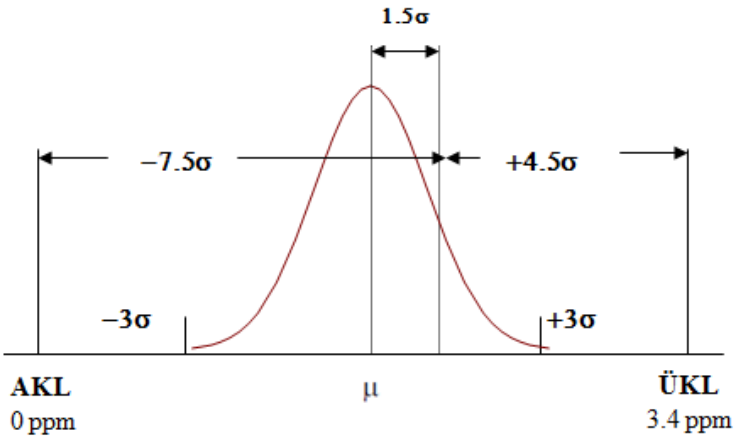
Sigma Düzeyi	Başarı Yüzdesi (%)	Milyonda Kusur Sayısı (PPM)
±6σ	99,9999998	0,002
±5σ	99,999943	0,57
±4σ	99,9937	63
±3σ	99,73	2700
±2σ	95,45	45500
±1σ	68,27	317300

Tablo 1. Ortalama merkez olduğu durumda **s**igma düzeyleri, başarı yüzdeleri ve ppm değerleri

Tablo 1. den de anlaşılacağı gibi 6 sigma değerine bakıldığında milyarda 2 kusurlu parça olduğu görülmektedir. Altı Sigma' da amaç milyonda 3.4 hata olduğuna göre tabloya bakıldığında bu oranın 4,5 sigmaya tekabül ettiği görülmektedir. Buradaki 1,5 sigmalık kayma uyum zorluğunu kapatmak için kullanılmaktadır. Bu farka "1,5 sigma değişimi" denilmektedir.

3.1.4.3. Ortalamanın 1.5σ Kayması ve Sonuçları

İşletmelerde Altı Sigma süreci için kurulan modellerin kullanılan sisteme uygunluk oranlarının yüzde yüze yakın olması zor bir durumdur. Burada asıl amaç modellerin sisteme birebir uyum sunmasından çok sistem için kullanışlı olmasıdır. Burada sözü geçen 1,5 sigmalık fark (kayma) hesaba katılmayan ve modele birebir uyum sağlaması için gerekli düzenlemenin yapılmasına olanak veren aralıktır. Burada bilinmesi gereken iki terim vardır. Bir tanesi proses performansı bir diğeri prosesin yeteneği. Prosesin performansı; süreç boyunca uygulanan prosesin gösterdiği uyum ve performansı belirtirken prosesin yeteneğiyse proses devam ederken hangi aralıkta en iyi sonuçları veriyorsa o zaman sergilediği durumu ifade etmektedir. Amaç prosesin yeteneğini tüm performansı boyunca sürdürmesini sağlamaktır. Genel olarak proses performansı "uzun dönem", proses yeteneği "kısa dönem" olarak tanımlanmaktadır. Çalışmalar sonucunda proses yeteneğini uzun döneme yayıldığında 1,5 sigmalık bir kaymanın olduğu saptanmıştır.

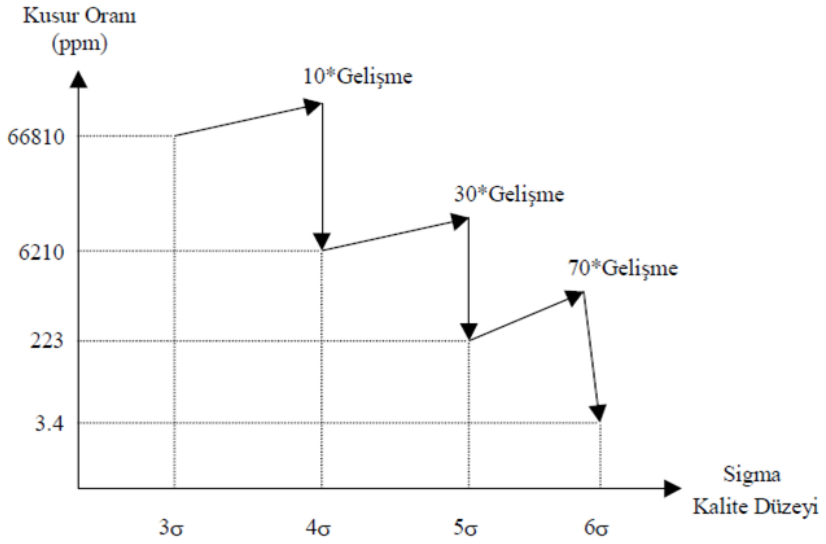


Şekil 2. Ortalamanın 1.5 Sigma kaydırılması durumu

Sigma Düzeyi	Başarı Yüzdesi (%)	Milyonda Kusur Sayısı(PPM)
±6σ	99.99966	3.4
±5σ	99.9676	233
±4σ	99.379	6210
±3σ	93.32	66810
±2σ	69.15	308537

Tablo 2. Ortalamanın 1.5σ kaydığı durumda sigma düzeyleri, başarı yüzdeleri ve ppm değerleri

Altı Sigma' nın ortaya çıkış amacı yatırımcılara, işletmelere, müşterilere ve firma çalışanlarına daha iyi ürünler, değerler sağlamaktır. 3σ' dan 6σ' ya geçiş yapılırken kusur hatalarının azalışı incelenirse bunun parabolik olduğu açıkça görülmektedir (3σ' dan 4σ' ya geçişte yaklaşık 10 kat, 4σ' dan 5σ' ya geçişte yaklaşık 30 kat, 5σ' dan 6σ' ya geçişte yaklaşık 70 kat azalma). Burada görülen bu parabolik azalma Altı Sigma uygulayarak kalite düzeyine ulaşmanın işletmeye sağlayacağı yararı ispatlamaktadır. (Yavuz, 2006)



Şekil 3. 3σ' dan 6σ' ya geçişte milyonda hata değerlerindeki oransal değişim

Hata değerlerinde bu kadar radikal değişikleri yapabilmek için, geleneksel yöntemlerden farklı bilimsel araçların süreç iyileştirmelerinde kullanılması gereklidir.

Sürecin ortalamasının 1.5 sigma kayması gerektiğinin belli bir ispatı yoktur. Ancak firmaların özellikle Motorola firmasının deneyimleri, ortalamanın 1.5 sigma kayması gerektiğini ortaya koymuştur (Pyzdek, 2000). Değişik kayma seviyelerinin kalite seviyeleri ile ilişkileri Tablo 3. de gösterilmiştir.

Kayma	3 sigma	3.5 sigma	4 sigma	4.5 sigma	5 sigma	5.5 sigma	6 sigma
0 sigma	2700	465	63	6.8	0.57	0.034	0.002
0.25 sigma	3577	666	99	12.8	1.02	0.1056	0.0063
0.50 sigma	6440	1382	236	32	3.4	0.71	0.019
0.75 sigma	12288	3011	665	88.5	11	1.02	0.1
1 sigma	22832	6433	1350	233	32	3.4	0.39
1.25 sigma	40111	12201	3000	577	88.5	10.7	1
1.50 sigma	66803	22800	6200	1350	233	32	3.4
1.75 sigma	105601	40100	12200	3000	577	88.4	11
2 sigma	158700	66800	22800	6200	1300	233	32

Tablo 3. Sürecin merkezden kayması ile kalite seviyeleri ilişkisi (Pandu, 1994)

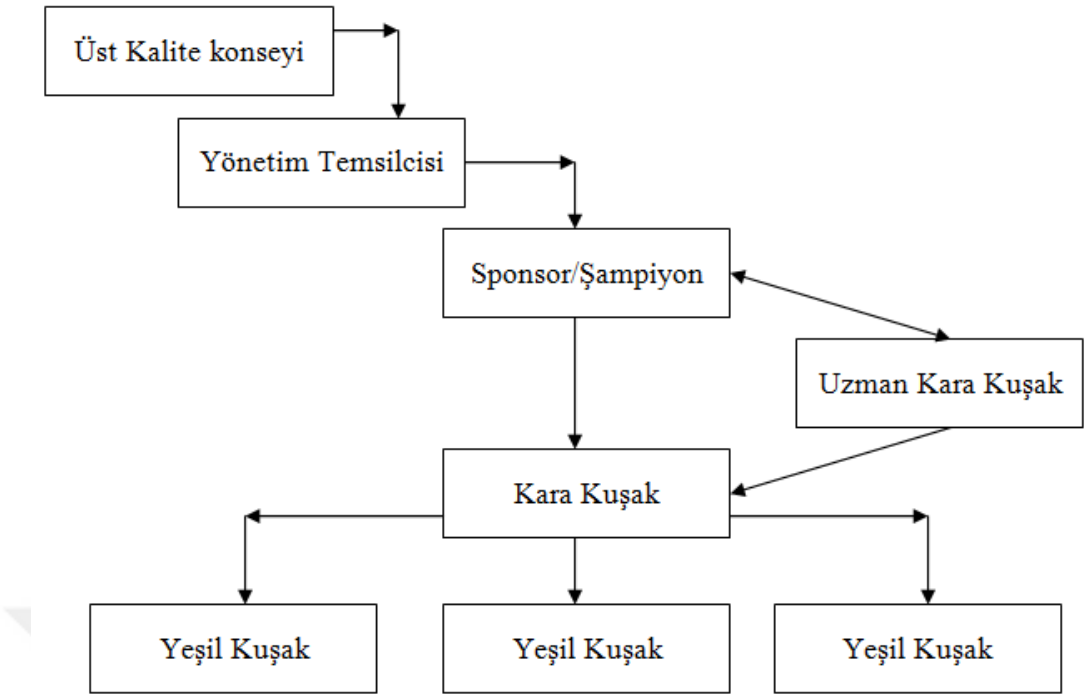
3.2. Altı Sigma Organizasyonu

Bu bölümde Altı Sigma organizasyonunda rol alan oyuncuların görev ve sorumluluklarından bahsedilecektir. Ardından yürütme kurulu açıklanacak, sponsor kavramı incelenecektir. Son olarak Altı Sigma organizasyonu için önemli olan uzman kara kuşaklılar, kara kuşaklılar ve yeşil kuşaklılar açıklanacaktır.

3.2.1. Altı Sigma' da Roller ve Sorumlulukları

Her alanda olduğu üzere yönetim kadrosunun ya da yetkili kişilerin destek vermediği durumlarda sürecin sonuçlanması ve başarı yakalanması zordur. Bu gibi durumlarda öncelikle yönetim kadrosunun eğitim ve donanım açısından yeterli hale getirilmesi gerekmektedir. Tabi ki bu da bir yatırım anlamına gelmektedir. Süreç açısından başarı sağlanması açısından gerekli yönetici kadronun bilgilenmesi ve süreç için uygun ortamın oluşturulması Altı Sigma için ilk önemli adım diyebiliriz.

Bir başka önemli konu ise yönetim kadrosu gibi çalışan kadronun da eğitilmesi gerekmektedir. Burada en büyük sorun hangi kişinin hangi işi yapacak olmasının belli olup olmamasıdır. Çünkü Altı Sigma' da asıl amaç sadece ilgili kişileri sadece onları ilgilendiren eğitimler ile eğitmektir. Burada işi yapan kişinin iş tanımı, yetkinlikleri ve eğitim ihtiyaçlarını belirlemek önemli bir konudur. Örneğin bir şirkette çalışan müdürden oranın bekçisine kadar herkesin bir görev tanımı vardır ve işini yapmayanın da sonucunda ödeyeceği bir bedel vardır. Şirketin ilerlemesi ve gelişmesi için herkes üzerine düşen rolü düzgün bir şekilde yerine getirmelidir. Altı Sigma' da da organizasyondaki personellere verilen eğitimlere göre farklı görevler ve isimler verilmektedir. Temel olarak kara ve yeşil kuşak olarak belirlenen unvanlar kullanılırken kimi işletmelerde mavi, sarı gibi kuşaklar eklenerek genişletilmiştir.



Şekil 4. Altı Sigma organizasyonunda roller (Pande ve ark., 2003)

3.2.2. Altı Sigma Yürütme Kurulu

Altı Sigma' da da diğer yöntemlerde olduğu gibi öncelikle bir yürütme kurulu bulunmaktadır. Bu kurulun ana görevi Altı Sigma sürecini takip etmek ve etkinliğini denetlemektir. Bu kurul her ay toplanarak projenin tartışılması ve gidişatın genel değerlendirilmesi üzerinde durmaktadır. Bu toplantılara orta kademede yer alan kara kuşaklar yürütücülük etmektedir. Bu süreçte üst yönetimin desteğini almak çok önemlidir. Eğer kara kuşaklar yeterli desteği alamazsa görevlendirme olmayacağı için başarıya ulaşma şansı da sıfırdır.

Bu konseyin başlıca görevleri;

- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını belirlemek,
- Altı Sigma organizasyonunu ve bu organizasyonda yer alan kişilerin yetki, sorumluluk ve görevlerini belirlemek,
- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını, değişen ihtiyaçlara ve işletmenin Altı Sigma konusunda ulaştığı olgunluk düzeyine göre genişletmek ve organizasyon yapısında buna uygun düzenlemeler yapmak,
- Altı Sigma projeleri için gerekli kaynakları sağlamak, proje takımlarının karşılaştıkları büyük problemleri çözümlemek,

- Altı Sigma projelerini takip etmek ve gerektiği durumlarda müdahalelerde bulunmak,

Elde edilen olumlu sonuçlar ve iyi uygulamaların tüm şirkette yaygınlaşmasını sağlamaktır. (Yavuz, 2006)

3.2.3. Sponsor (Şampiyon)

Sponsor tanım olarak süreci izleyen, iyileştirmeyi adım adım takip eden üst düzey yöneticidir. Burada ekiplere serbestlik sağlamak ve çalışmalarında yönlendirmelerde bulunmak adına liderlere rehberlik sağlamak büyük bir sorumluluk içermektedir. En az bir hafta eğitim almalıdırlar.

Sponsorların görevleri temel olarak;

- Projeleri desteklemek için kaynak sağlamak,
- Projenin geliştirilmesi için görüşmeler yapmak,
- Liderlik ekibinde kendi ekibini temsil etmek,
- Proje kapsamında yol belirtmek ya da yapılacak değişiklere onay vermek,
- Süreç hakkındaki deneyimleri süreçlerde kullanarak yol göstermek,
- Ekipte ya da ekibi etkileyen etmenlerde oluşan sorunları yok etmek,

Proje bitiminde sorunsuz bir şekilde devir işlemi uygulanacak şekilde süreç sahipleriyle çalışmak.

3.2.4. Uzman Kara Kuşaklılar

Altı Sigma içerisinde tam zamanlı çalışan ve Altı Sigma' nın amaçlarını ve uygulamalarını derinlemesine öğrenen kişiler uzman kara kuşaklılar olarak ekipte yer almaktadır. En az iki hafta eğitim almalıdırlar fakat ideal olarak dört hafta eğitim almaları uygun görülmektedir.

- Genel olarak ekip liderlerini ya da kara kuşaklıları destekleyicidirler.
- Gelişim raporları hazırlayıp üst yönetime sunan kişilerdir.
- Teknik anlamda uzmanlık desteği verirler.
- Başarıya engel olan nedenleri ortadan kaldırmada yardımcı olurlar.
- Ekip üyelerini belirler.
- İstatistiksel olarak sağlam bilgiye sahip kişilerdir.

- Grup çalışmalarına yatkın kişilerdir.
- Altı Sigma araçlarının kullanımı ve ekipte yayılmasını sağlarlar.

Bunların yanı sıra şu görevleri üstlenirler:

- Altı Sigma' nın uzun dönem teknik vizyonundan sorumludur.
- Kara kuşaklıların eğitilmesinden sorumludurlar.
- Teknik beceri, güçlü ve güvenilir liderlik özelliklerine sahiptir.
- Proje sponsoruna rapor verir.

Her hafta alması gereken eğitim konuları Tablo 4. de gösterilmiştir.

1.HAFTA	**3.HAFTA**
Altı Sigma' nın Özü ve TOAİK Yol Haritası	Varyans Analizi
Süreç Haritası	Çoklu Regresyon
Hata Türü ve Etkiler Analizi	Deney Tasarımı
İstatistiksel Paket Programları Kullanma	Faktöriyel Deneyler
Kalite Fonksiyonunun Yayılımı	Kesirli Faktörler
Süreç Yeterliliği Analizi	Dengeli Blok Tasarımları
Ölçme Sistemi Analizi	Tepki Düzeyi Tasarımı
2.HAFTA	**4.HAFTA**
Birinci Haftanın Özeti	Hata Doğrulama
İstatistiksel Düşünme Yeteneği	Kontrol Planları
Hipotez Testleri - Güven Aralıkları	Ekip Geliştirme
Çok Değişkenli Analiz - Regresyon	Paralel Özel Kesikli ve Sürekli Süreçler
Korelasyon	Son Alıştırmalar
Ekip Değerlendirme	

Tablo 4. Uzman kara kuşaklının eğitim süreci (Hahn ve ark., 1999)

3.2.5. Kara Kuşaklılar (Ekip Liderleri)

Kara kuşaklılar kilit süreçler üzerinde odaklanan, şampiyonlara sonuçları raporlayıp sunan ve ekip elemanlarına öncülük eden tam zamanlı kalite uygulayıcılarıdır. Bunlar, müşteri isteklerini dikkate alıp aynı zamanda verimliliği arttıran kilit süreçleri tanımlama, ölçme, analiz etme, iyileştirme ve kontrol etme ile sorumludur. (Yavuz, 2006)

Büyük ölçüde istatistiğe dayanan ve Altı Sigma yöntemi, kara kuşaklı uzmanlar aracılığıyla yürütülür. Thomas Pyzdek, "Kara Kuşakların Bilmesi Gereken101 Nokta" yı şöyle sıralamıştır;

1. Altı Sigma kara kuşakları nicel düşünmeye yönelik olmalıdır.

2. Bir Altı Sigma kara kuşağı, minimum yardım ile genellemeleri eyleme uygun amaçlara dönüştürmede verileri kullanabilmelidir.

3. Bu amaçlara ulaşmak için örnek olaylar oluşturabilmelidir.

4. Amaçlarına ulaşabilmek için ayrıntılı planlar yapabilmelidir.

5. Amaçlara yönelik gelişimi, müşterilere ve liderlere anlamlı gelen ölçülerle ölçmelidir.

6. Altı Sigma yolu ile elde edilen kazançları sürdürebilmek için kontrol sistemlerinin nasıl kurulacağını bilmelidir.

7. İlk hedeflere ulaşıldıktan sonra bile sürekli gelişimin mantığını anlamalı ve iletişimini sağlayabilmelidir.

8. Firmaların Altı Sigma' dan elde ettikleri faydaları nicelleştirecek araştırmalara yakın olmalıdır.

9. Farklı sigma düzeyleri ile farklı PPM oranları arasındaki ilişkileri bilmeli veya bulabilmelidir.

10. Çeşitli sigma düzeyleri için kötü kalitenin yaklaşık göreli maliyetini bilmelidir.

11. İş gören ve müşteri taramalarından elde edilen verileri nicel olarak nasıl analiz edebileceğini bilmelidir. Buna güvenirlik ve geçerlilik taramaları ile taramalar arasındaki farklar da dahildir.

12. Değişimle ilgili çeşitli kişilerin rollerini anlamalıdır

13. Müşteri taramaları için testleri tasarlayabilmeli ve analiz edebilmelidir.

14. İki veya daha fazla tarama sonuçları kümesi verildiğinde, onların arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirleyebilmelidir.

15. Müşterinin bekleme süresinin değerini nicelleştirebilmelidir.

16. Kısmen tamamlanmış bir kalite fonksiyon yayılımı matrisi (QFD) verildiğinde onu tamamlayabilmelidir.

17. Belirli bir süre için tutulan veya yatırılan paranın değerini hesaplayabilmelidir. Buna belirli bir miktarın şimdiki değeri ile gelecekteki değeri de dahildir.

18. Çeşitli dönemler için şimdiki değeri veya gelecekteki değeri hesaplayabilmelidir.

19. Bir projenin başa baş noktasını hesaplayabilmelidir.

20. Nakit akımlarının net şimdiki değerini hesaplayabilmeli ve bu sonuçları proje seçmek amacıyla kullanabilmelidir.

21. Nakit akımların iç getiri oranlarını hesaplayabilmeli ve sonuçları proje seçmek amacıyla kullanabilmelidir.

22. Altı Sigma için kötü kalitenin maliyeti mantığını bilmeli diğer bir deyişle, eğer kötü kalitenin maliyeti analizi belirli bir süreç için optimumun Altı Sigma' dan az olduğunu ortaya koyarsa, ne yapılacağını açıklayabilmelidir.

23. Kötü kalitenin maliyetine ilişkin temel kategorileri bilmeli ve maliyetleri doğru kategorilere sınıflandırabilmelidir.

24. Zaman serisi verileri şeklinde bir kötü kalitenin maliyetleri tablosu verildiğinde, istatistiksel trend analizi yapabilmelidir.

25. Zaman serisi verileri şeklinde bir kötü kalitenin maliyetleri tablosu verildiğinde, maliyetlerin çeşitli kategorilere dağılımı konusunda istatistiksel testler yapabilmelidir.

26. Bir proje ile ilgili işler verildiğinde, bitirme zamanları ve ilişkileri verildiğinde projenin en erken tamamlanma zamanları ile en geç tamamlanma zamanlarını ve boş zamanları hesaplayabilmelidir. Aynı zamanda hangi görevlerin kritik patikada olduğunu belirleyebilmelidir.

27. Bir proje görevleri için maliyet ve zaman verileri verildiğinde, minimum toplam maliyet eğrisini hesaplayabilmelidir.

28. Kıyaslamanın temel ilkelerine yakın olmalıdır.

29. Kıyaslamanın kısıtlamalarına yakın olmalıdır.

30. Bir örgüt yapısı ve ekip elemanları, süreç sahipleri ve sponsorlar verildiğinde; düşük başarı olasılıklı projeleri belirleyebilmelidir.

31. Çeşitli ölçülerin sınıflayıcı, sıralayıcı, eşit aralıklı gibi çeşitli ölçek düzeylerini belirleyebilmelidir.

32. Belirli bir ölçekte bir ölçü verildiğinde, belirli bir istatistiksel yöntemin analizi için kullanılıp kullanılamayacağını belirleyebilmelidir.

33. Uygun olarak toplanmış bir veri kümesi verildiğinde yanlılığın, tekrarlanabilirliğin, yeniden üretilebilirliğin, kararlılığın, doğrusallığın hesaplanması gibi tam bir ölçme sistemi analizi yapabilmelidir.

34. Ölçme sistemi matrisi verildiğinde, belirli bir ölçme sisteminin sürecin belirli bir parçasında kullanılıp kullanılmayacağını bilmelidir.

35. Üretim dizisi bilinen bir veri kümesi ile üretim dizisi bilinmeyen bir veri kümesi için sigmaların nasıl farklı hesaplanacağını bilmelidir.

36. Alet tekrarlanabilirlik ve yeniden üretilebilirlik incelemesi sonuçları verildiğinde, ölçme sistemlerine ilişkin çeşitli soruları cevaplayabilmelidir.

37. "Bulunduğu durumu" ve "olması istenilen durumu" sözel betimlemeleri verildiğinde, süreç haritalarını hazırlayabilmelidir.

38. Bir ham veriler tablosu verildiğinde, verilerin frekans dağılımını hazırlayabilmeli ve bunu bir histogram oluşturmak için kullanabilmelidir.

39. Bir gruplanmış frekans dağılımından yararlanarak, dağılımın ortalamasını ve standart sapmasını hesaplayabilmelidir.

40. Bir dizi problem verildiğinde, bunların frekansları için Pareto diyagramı çizebilmelidir.

41. Bölümlere göre problemleri belirleyen bir liste verildiğinde, bir çapraz tablo oluşturabilmeli ve bu bilgileri bir Ki-Kare analizinde kullanabilmelidir.

42. Bir tabloda x ve y veri çiftleri verildiğinde, ilişkinin doğrusal olup olmadığını belirleyebilmelidir.

43. Ürünleri ve süreçleri daha dirençli yapabilmek için doğrusal olmama durumlarını nasıl kullanabileceğini bilmelidir.

44. Bir zaman dizisi şeklinde veriler verildiğinde, bir diziler (runs) grafiği oluşturarak nasıl yorumlayabileceğini bilmelidir. Buna dizi uzunluğunu hesaplamak, dizi sayısını hesaplamak ile nicel trend değerlendirmesi de dahildir.

45. Verilerin üstel veya Erlang Dağılımından geldiği söylendiğinde, dizi grafiğinin standart ortalama grafiğine tercih edilmesi gerektiğini bilmelidir.

46. Bir ham veri kümesi verildiğinde, merkezi eğilim, değişkenlik ve biçime ilişkin ölçüleri hesaplayıp yorumlayabilmelidir.

47. Bir ham veri kümesi verildiğinde, bir histogram hazırlayabilmelidir.

48. Bir kök-yaprak diyagramı verildiğinde, yeniden bir örneklem üreterek diyagramın doğruluğunu belirleyebilmelidir.

49. Bir kutu-bıyık diyagramı verildiğinde, birinci ve üçüncü kartiller ile medyanı belirleyebilmelidir.

50. Parametrik olmayan yöntemleri ne zaman uygulayıp uygulamayacağını bilmelidir.

51. Ne zaman analitik istatistiksel yöntemleri uygulayıp uygulamayacağını bilmelidir.

52. Ayrık olaylar gibi, bağımlı ve bağımsız olaylar gibi temel olasılık kavramlarını bilmelidir.

53. Faktöriyel, permutasyon ve kombinasyon kavramlarını ve bunları olasılık dağılımlarında nasıl kullanabileceğini bilmelidir.

54. Sürekli ve kesikli rassal değişkenler için beklenen değerlerin nasıl hesaplanacağını bilmelidir.

55. Örneklemlerden elde edilen tek değişkenli istatistikleri hesaplayabilmelidir.

56. Güven aralıklarını hesaplayabilmelidir.

57. Birikimli bir frekans grafiğinden değerleri okuyabilmelidir.

58. Binomial, hipergeometrik, poisson, normal, üstel, Ki-kare, t, F gibi sık kullanılan olasılık dağılımlarına aşina olmalıdır.

59. Bir veri kümesi verildiğinde doğru biçimde hangi dağılımın kullanılması gerektiğini bilmelidir.

60. Örneklemden hesaplanan belirli bir istatistik ile varsayılan bir parametrenin analizi için farklı tekniklerin gerektiğini bilmelidir. Verilere ilişkin yeterli bilgi verildiğinde, bunlara uygun doğru tekniğin seçimi ve uygulamasını yapabilmelidir.

61. Alt gruplara ayrılmış bir veri kümesi verildiğinde, doğru kontrol grafiğini seçmeli, hazırlamalı ve belirli bir sürecin kontrol altında olup olmadığına karar vermelidir.

62. Bu yeterlilik sık kullanılan kontrol grafiklerinin tümü için geçerli olmalıdır.

63. Varyans analizine (ANOVA) ilişkin varsayımları bilmeli ve verilere dönüşüm tekniklerini seçip uygulayabilmelidir.

64. Bir olası nedenler listesinden hangi nedenin en büyük olasılıkla rassal olmayan bir regresyon hataları örüntüsünü açıklayabileceğini belirleyebilmelidir.

65. Kontrol grafikleri gösterildiğinde bunları yorumlayabilmelidir.

66. Ön kontrolün mekaniklerini anlayabilmelidir.

67. Verilerde otokorelasyon olduğunda beklenen ağırlıklı hareketli ortalama grafiği (EWMA) kullanmalıdır.

68. Alt gruplara ayrılmış ve kontrol altında veriler verildiğinde, süreç yeterlilik analizi yapabilmelidir. Buna yeterlilik endekslerinin hesaplanması ve yorumlanması, hata yüzdelerinin tahmin edilmesi ve kontrol limitlerinin hesaplanması dahildir.

69. Süreç yeterlilik endeksleri için gerekli varsayımları bilmelidir.

70. Tekrarlı 2 Tam faktöriyel deney verildiğinde bütün ANOVA tablosunu hesaplayabilmelidir.

71. Deney tasarımlarının ilkelerini bilmeli ve deney tasarımı yapabilmelidir.

72. Bir deney tasarımı verildiğinde, arzulanan güce ulaşmak için deneyin doğru tekrar sayısını bulabilmelidir.

73. Çeşitli türden deneysel modeller arasındaki farkları bilmelidir.

74. Rassallaştırma ve bloklama kavramlarını anlamalıdır.

75. Bir veri kümesi verildiğinde, Latin kare analizi yaparak sonuçları yorumlamasını bilmelidir.

76. Tek yönlü ANOVA ve iki yönlü ANOVA' nın tekrarlı ve tekrarsız biçimlerini tam ve kesirli faktöriyel tasarımlar ile tepki düzeyini bilmelidir.

77. Uygun deneysel sonuçlar verildiğinde, en dik çıkısın yönünü hesaplayabilmelidir.

78. Bir değişkenler kümesi ve bunların iki düzeyi verildiğinde, doymuş bir tasarım kullanarak perdeleme deneyi için doğru deneysel tasarımı belirleyebilmelidir.

79. Böyle bir deney için veriler verildiğinde, hangi temel etkilerin anlamlı olduğunu belirleyebilmeli ve bu faktörlerin etkilerini ifade edebilmelidir.

80. İki veya daha fazla kategorik değişkenlerden oluşan veri kümesi elimizde olduğunda Ki-Kare testi uygulayarak örneklemler arasında anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirleyebilmelidir.

81. Altı Sigma kara kuşağı, karışma kavramını bilmeli ve anlamlı temel etkilerle hangi iki faktörün etkileşimlerinin karıştığını belirleyebilmelidir.

82. Deneysel verilerden en dik yükselisin yönünü ifade edebilmelidir.

83. Katlamalı tasarımları anlamalı ve belirli bir karışmayı temizleyen katlamalı tasarımı belirleyebilmelidir.

84. Bir bileşik veya merkezi bileşik tasarım oluşturmak için faktöriyel tasarımı nasıl arttırabileceğini bilmelidir.

85. Bir deneyin koyduğu teşhisi değerlendirebilmelidir.

86. Y değişkeni için gerekli dönüşümü belirleyebilmeli ve doğru dönüşümü uygulayabilmelidir.

87. İkinci dereceden bir tepki düzeyi denklemi verildiğinde, durağan noktayı hesaplayabilmelidir.

88. Veriler verildiğinde, durağan noktanın maksimum mu, minimum mu yoksa eğer noktası mı olduğunu belirleyebilmelidir.

89. İkinci dereceden bir kayıp fonksiyonunu kullanarak belirli bir sürecin maliyetini hesaplayabilmelidir.

90. Basit ve çoklu doğrusal regresyon analizi uygulayabilmelidir.

91. Regresyonların artıklarındaki örüntülerden kullanılan regresyon modelinin doğru olup olmadığını belirleyerek, gerektiğinde doğru regresyon modelini uygulayabilmelidir.

92. Regresyon ve korelasyon analizleri arasındaki farkı bilmelidir.

93. Kontenjans tablolarına Ki-Kare analizi uygulayabilmelidir.

94. Temel güvenilirlik analizi istatistiklerini hesaplayabilmelidir.

95. Alt sistemler için hata oranları verildiğinde, Altı Sigma Kara kuşağı, hatalar arası ortalama zaman hedeflerini oluşturmak için güvenilirlik dağılımını yapabilmelidir.

96. Çeşitli sistem konfigürasyonları için sistem güvenilirliğini hesaplayabilmelidir.

97. Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) sonuçlarını anlayabilmelidir.

98. Hata ağacı sonuçlarını anlayabilmelidir.

99. Dayanıklılık ve stres dağılımları verildiğinde, hata olasılıklarını hesaplayabilmelidir.

100. İstatistiksel tolerans uygulaması yaparak basit montajlar için tolerans ayarlaması yapabilmelidir. İstatistiksel toleransları en kotu durum toleransları ile nasıl karsılaştıracağını bilmelidir.

101. Altı Sigma yaklaşımının kısıtlarının farkında olmalıdır. (Işığıçok, 2011)

3.2.6. Yeşil Kuşaklılar (Ekip Elemanları)

Yeşil kuşaklılar iyileştirme takımının üyelerine verilen isimdir. Ekip elemanları, süreci bizzat yürüten personellerden oluşmaktadır. Yeşil kuşaklıların temel olarak iyi derecede bilgisayar yazılımı bilmeleri, analizleri rahatça yapabilmeleri gerekmektedir. Genel olarak iki hafta eğitim almaktadırlar. Eğitimlerin içeriği tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol modelinin üzerinedir. Ayrıca proses analizi, planlama ve analiz çalışmalarını içermektedir. Yeşil kuşaklılar mini projeler üreterek, bizzat işleyişinde bulunurlar. Ayrıca siyah kuşaklıların amaçları doğrultusunda ve kendi uzmanlık alanları dahilinde kısmi zamanlı olarak projelere yardımcı olarak katılmaktadır.

3.3. Altı Sigma' nın Altı İlkesi

Altı Sigma' nın ilkeleri sırasıyla müşteri odaklılık, verilere ve gerçeğe dayalı yönetim, sürece odaklanma ve iyileştirme, proaktif yönetim, sınırsız işbirliği ve mükemmele yöneliş ve başarısızlığa karşı hoşgörü olmak üzere altı tanedir.

3.3.1. Müşteri Odaklılık

İşletmelerde genel amaç kâra geçmek ve daha fazla hizmet sunarak daha fazla kâr elde etmektir. Bunun içinde genel olarak müşterinin isteklerine yönelmek ve müşteri odaklı olmak gerekmektedir. Altı Sigma metodolojisinde de müşteriye odaklanmak büyük önem arz etmektedir. Bu nedenden dolayı performans ölçümü müşteri odaklı olarak başlamaktadır. Altı Sigma sonucunda işletmelerin sağladığı iyileşme oranları müşteri odaklı değerler ile ilgili olarak tanımlanmaktadır. Daha sonra müşteri memnuniyeti ve gereksinimleriyle ilgili yapılan çalışmalarda ulaşılan performansın nasıl geliştirilebileceği ve teknoloji ve zamanla ortaya çıkan gelişmeleri nasıl takip edeceği belirlenmelidir.

3.3.2. Verilere ve Gerçeklere Dayalı Yönetim

Altı Sigma metodolojisindeki ilk adım performansı düzenlemek ve genel olarak anahtar kilitlerin belirlenmesidir. Daha sonra değişkenleri analiz etmek ve kritik olanları anlayarak sonuçlarını düzenlemek gerekmektedir. İşletmenin gelişmesi için gerekli olan verilerin ne olduğuna ve bu verilerden nasıl yarar sağlanacağına karar verilmesi gereken aşamadır.

3.4.3. Sürece Odaklanma, Yönetim ve İyileştirme

Altı Sigma' da süreçlerde ürün, hizmet, tasarım, performans vb. konu ne olursa olsun üzerinde çalışılan kısmın üzerinde odaklanmak ve o sürecin en önemli süreç olduğu bilincine sahip olmak gerekmektedir. Altı Sigma' daki süreçlere odaklanma ve lider ve yöneticileri ikna edebilmek adına bir sistem kurmak çok önemlidir.

3.3.4. Proaktif Yönetim

Proaktif kelimesi olaylardan önce işlemde bulunmak, önlem almak, hızlı hareket etmek gibi anlamlara gelmektedir. Daha açık bir ifadeyle hedefleri net ve iddialı bir şekilde belirlemek ve hedeflere doğru ilerlenirken tüm aşamaları gözden geçirmek, öncelikleri belirlemek, sorunları gözlemlemeden daha doğru bir deyişle hatalar ortaya çıkmadan hataların ortaya çıkmasını engellemek adına adımlar atmak anlamına gelmektedir.

3.3.5. Sınırsız İşbirliği

İşletmelerin, müşterileriyle kuracakları iş birliklerinin getireceği fırsatların ve işletmenin iş birliği içinde olduğu diğer firmalar ve çalışanlarıyla aralarında kurdukları ağın gelişmiş olması işletme için büyük bir fırsattır. Kullanılan metodolojide işletmelerin faaliyetleri arasındaki ilişkilerin sınırsız olması yani her alanda birbirine destek olmaları gelişmeyi artırmaktadır.

İşbirliğinin geliştirilmesi için işletmedeki ilişkilerin önceden belirlenmesi, proseslerin arasındaki bağlantıların anlaşılır halde olması gerekmektedir. Müşteri ile süreç arasındaki ilişkiden elde edilen verilerin bağlantıların anlaşılması ve süreçteki ilişkileri ayarlamada kullanılması çok önemlidir.

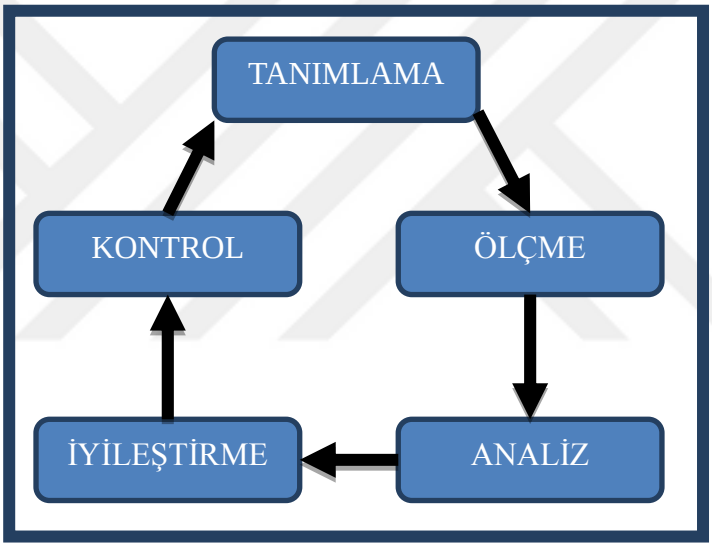
3.3.6. Mükemmele Yöneliş, Başarısızlığa Karşı Hoşgörü

Son aşama da mükemmele yönelmek için başarısızlıklardan güç alarak ve aynı hataların tekrarına engel olunarak düzenlemeler, yeni düşünceler geliştirilerek ilerlemek hedeflenmiştir. Burada temel olarak bahsedilen konu daha iyi bir adım atabilmek adına başarısız adımlardan çıkarılan derslerin önemli olmasıdır.

3.4. Altı Sigma Uygulama Süreci

Altı Sigma uygulama sürecinde temel amaç sürekli iyileştirme ve süreci her zaman daha ileriye taşımaktır. Burada kullanılan ve süreci iyileştirmek adına geliştirilen ölçüm stratejilerin uygulanması ve değişimin azaltılması önemli bir aşamadır.

TÖİAK yani Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol aşamalarından oluşan sürecin amacı mevcutta kullanılan süreci daha iyi hale getirmek ve yeni ürünler – yeni süreçler yaratmaktır. TÖİAK olarak adlandırılan bu süreç Deming' in Planla – Uygula – Kontrol – Önlem (PUKO) aşamasından yola çıkılarak bulunmuştur. PUKO' ya ek olarak Altı Sigma' da yer alan sürekli iyileştirme ve ölçme yöntemleri Altı Sigma' yı çok daha iyi bir yöntem olarak öne çıkarmaktadır.



Şekil 5. Altı Sigma uygulama süreci

3.4.1. Tanımlama

Altı Sigma' nın ilk aşaması olarak tanımlanan Tanımlama sürecinde yapılacak işlem proje için belirlenen amacın ve yer alacak şeylerin kapsamını tanımlamaktır. Burada asıl önemli olan kısım projenin uygulanacağı işletme için uygun olup – olmaması ve daha yüksek kalite verim elde etmek, müşteri memnuniyetini artırmak ve maliyeti azaltmak gibi adımları göz önünde bulundurmaktır. İşletmenin gelişebilmesi için belirlenen proje ile firmanın imkanlarının örtüşmesi önemli bir şeydir.

Bu aşamada öncelikle Altı Sigma ekibini oluşturmak, ekip içinde motivasyonu artırıcı ve amaca yönelik çalışmayı sağlayıcı bir tüzük yaratmak, potansiyel müşterilerin ihtiyaçlarını belirlemek, düzey süreç haritası oluşturmak en önemli adımlardır.

	SORU	TEKNİK
Fırsatların Belirlenmesi	Neden buradayız?	Problemin Belirlenmesi
	Amacımız nedir?	Amaç Ağacı
	Ortak bir çalışma yapıldığından nasıl emin olabiliriz?	Proje Tutanağı
	Zamanımız ne kadar?	Proje Planı
Proje Alanı	Müşteriler kimler, istekleri neler?	Müşteri İstekleri
	Tedarikçilerden isteklerimiz?	Tedarikçi İstekleri
	Sistemin çalışması?	Değer Akış Şeması
	Sorun nerede ve ne zaman oluştu?	Sorun Belirleme Çabası
	Sorunun sıklığı?	Pareto Analizi

Tablo 5. Tanımlama süreci

Tablo 5. de belirtildiği üzere hangi aşamada hangi soruların sorulacağı ve sorulara nasıl cevap alınacağı net bir şekilde belirlenmiştir. Proje konusu belli olduktan sonra tanımlama aşaması için bu tarz tablolar oluşturularak Altı Sigma uygulama sürecine başlanabilir. Tanımlama safhası için kullanılan teknik araçları şu şekilde sıralayabiliriz; proje yönetimi, sebep sonuç diyagramı, yakınlık diyagramı, proses akış şeması, değer şeması, kano model, örnek edinme, kritik kalite faktörleri ağacı.

3.4.2. Ölçme

İkinci aşama olan Ölçme aşamasında Altı Sigma' yı stratejik olarak ayrıntılı bir şekilde ele almak mümkündür. İlk aşamada belirlenen fırsatlar ve proje aşamaları bu aşamada daha ayrıntılı ele alınır.

Bu aşamada amaç, daha önce belirlenen prosesin nasıl işlediğini gözlemlemektir. Daha farklı bir deyişle, sürecin nasıl işlediğini, ortaya çıkan problemlerin durumlarını, problemin kaynağını belirlemektir. Daha sonraki aşamalar için bu aşamada alanların daraltılması her konuda işletmeye fayda sağlamaktadır.

	SORU	TEKNİK
Durum Analizi	Hangi girdiler performansı etkiler?	Müşteri – Süreç Matrisi
	Hangi girdiler çıktıları etkiler?	Detaylı Akış Şeması
	Sürecin uzunluğu?	Ürün Akış Şeması
	Sürecin maliyeti?	Süreç Maliyet Analizi
	Ofis içinde dolaşan işler neler?	Fiziksel Dizilim
	Bölümler arası dolaşan işler?	Fonksiyonel Harita
	Değişken sayısı?	Histogram
İstenilen Sonuç	Çevrim zamanı nasıl azaltılır?	Akış Şeması (“Olmalı”)
	Çeşitliliği azaltmak için hedefler?	Kontrol Tablosu

Tablo 6. Ölçme süreci

Tablo 6. da belirtildiği üzere hangi aşamada hangi soruların sorulacağı ve sorulara nasıl cevap alınacağı açıkça görülmektedir. Bu aşamada kullanılan teknik araçlardan bazıları şu şekildedir;

Veri Toplama Planı, Pareto Şeması, Hata Tipi ve Etkileri Analizi, Çetele Diyagramı, Frekans Poligonları, Kontrol Grafikleri ve Süreç Sigması.

Bu aşamada süreç ölçütleri, girdi ölçütleri ve çıktı ölçütleri olmak üzere değerlendirilmesi gereken üç alan bulunmaktadır. Süreç ölçütleri alanında işletmenin verimliliği ölçülür. Bunun için maliyet, değer, döngü süresi ve iş gücü göz önüne alınır. Girdi ölçütü aşamasında ise tedarikçilerin etkinlikleri değerlendirilir. Bu değerlendirme için tedarikçilere verilen süreler ve kalite ölçütleri göz önüne bulundurulur. Üçüncü kısımda ise çıktı ölçütleri yer almaktadır. Bu ölçüt ise müşterilerin beklentilerinin karşılanması ve memnuniyeti ölçülmelidir.

3.4.3. Analiz

Üçüncü aşama Analiz aşamasıdır. Bu aşamada, ölçme sonucunda hesaplanan verilerin yorumlanması, sürecin etkisinin ölçülmesi, verilerin analizi sağlanmaktadır. Tüm bunların sonunda sürecin kötü gidişatı gözlemlenirse bunun nedenlerinin neye dayandığı belirlenmektedir. Belirlenen problemler hakkında görüşler bildirilerek, çözüm önerilerinde bulunularak, yeni yöntemler geliştirilerek katkı sağlanmalıdır. Burada sorunun iyi tanımlanması ve belirlenmesi çok önemlidir çünkü bundan sonraki aşamalarda belirlenen sorunun tartışılması ve çözüme kavuşturulması Altı Sigma’ nın temel prensipleri arasındadır. Altı Sigma için en önemli aşama olarak görülen bu aşamada yapılacak bir hata sürecin komple olumsuz etkilenmesine neden olacaktır.

Analiz aşamasında en yaygın kullanılan araçlardan bazıları; beyin fırtınası, örnekleme, hipotez testleri, regresyon analizi, yakınlık diyagramları, sebep – sonuç diyagramı, dağılma diyagramı.

3.4.4. İyileştirme

Analiz aşamasında sorun belirlendikten sonra yapılacak olan şey sürecin iyileştirilmesidir. Müşteri memnuniyeti ve dolayısıyla işletmenin kâr marjının artması ancak iyileştirmelerle mümkündür. Bu sürecin iyi bir şekilde planlanması için kullanılan verilerin önemi büyüktür. Altı Sigma sürecinde en önemli şey verilerdir. Analiz aşamasında iyi işler çıkarılması durumunda bu aşama çok daha hızlı ve kolay bir şekilde gerçekleştirilmektedir.

İyileştirme aşamasında, bir önceki aşamada belirlenen sorunların ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda öncelikle sorunları yok etmek adına çözümler üretilmelidir. Ardından bulunan çözümler sürece uygulanmalı ve elde edilen sonuçlar tekrar değerlendirilmelidir.

İyileştirme aşamasında sıklıkla kullanılan araçlardan bazıları; Deney tasarımı, hipotez testleri, akış diyagramları, paydaş analizleri, beyin fırtınası, hata tipi ve etkileri ve analizi.

3.4.5. Kontrol

Tanımlama, Ölçme, Analiz ve İyileştirme aşamalarından sonra sıra Kontrol aşamasındadır. Bu aşamada daha önce belirlenen ve çözüme ulaştırılan sorunların ortadan kaldırılması ve kalıcı bir şekilde sürecin kontrol altında olmasını sağlanması amaçlanır. Bu aşamada yeni metotlar geliştirilebilir ve uygulamaya sokulabilir.

Son aşama olan Kontrol aşamasında öncelikle teknik metodun belirlenmesi ve ardından tepki alanlarının oluşturulması gerekmektedir. İyileştirme aşamasında sonuçtan memnun kalınması durumunda sürecin kalıcı bir şekilde iyileştiğinden emin olunan aşama bu aşamadır.

Kontrol aşamasında sıklıkla kullanılan araçlar; Ölçülebilir Değişkenlerin Kontrol Grafikleri (X-R, X-S ve Ortanca Değer Diyagramları), Sayılabilir Değişkenlerin Kontrol Grafikleri (p, np, c ve u Diyagramları), CUSUM Kontrol Grafikleri, EWMA Grafiği ve Zaman serisi yöntemleri.

3.5. Altı Sigma' da Kullanılan İstatistik Yöntemler

Altı Sigma metodolojisinde sayısal verilerin önemi büyüktür. Elde edilen verileri işlemek ve aşamalarda yararlı bir şekilde kullanmak için birden çok yöntem kullanılmaktadır. İşletmeler belirledikleri süreçlere ve aşamalardaki gereksinimlere göre birtakım istatistiksel yöntemlere ihtiyaç duyarlar. Bu kısımda Altı Sigma uygulamalarında sıklıkla kullanılan beyin fırtınası, sebep – sonuç diyagramı, histogram, pareto ve kontrol grafikleri tekniklerinden bahsedilecektir.

3.5.1. Beyin Fırtınası

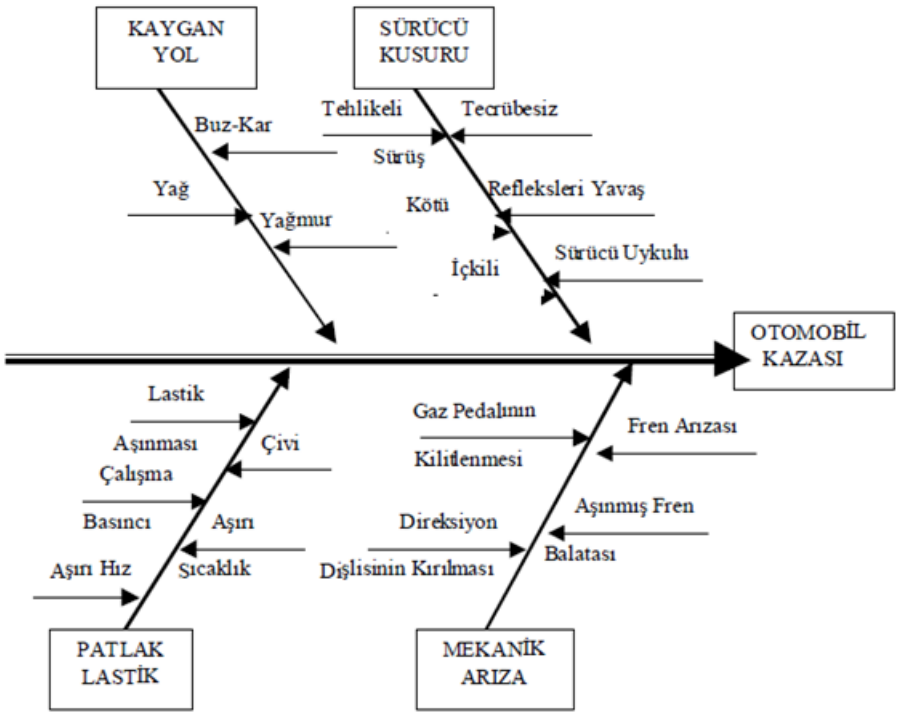
Beyin fırtınası tekniği 1930' larda Alex F. Osborn adından bir araştırmacı tarafından ortaya atılan ve çalışanların hayal gücünü de işin içine katabileceğini düşündüğü bir grup çalışması yöntemidir. Beyin fırtınasında amaç herhangi bir kısıt bulunmaksızın çalışanların aklından geçen tüm fikirleri ortaya atabileceği ve diğer grup üyelerinin ortaya atılan görüşle alakalı önerilerde bulunabileceği, geliştirebileceği bir çalışma şeklidir. Bu çalışma süresi boyunca her öneri geliştirilmeli ve diğer öneride bulunacaklar tarafından dikkate alınmalıdır. Çalışma sona erene kadar ortaya atılan fikirlere eleştiriler yapılmaz. Bu yöntemde asıl amaç birden çok aklın, birden çok düşüncenin üreteceği fikirlerin farklılıklarına dayanarak kapasiteyi artırmak ve çözüme farklı bakış açıları kazandırmaktır. Öncelikle her bir düşünce, kalitesinden bağımsız bir şekilde araştırılmalıdır. Ardından ortaya atılan düşünceler kalitesi bakımından sınıflandırılabilir.

3.5.2. Sebep-Sonuç Diyagramı

Beyin fırtınasından sonra en sık kullanılan metotlardan bir tanesi de sebep-sonuç diyagramıdır. Bu diyagramda hangi hatanın hangi sebepten dolayı olduğunu görmek mümkündür. Prosesin her aşaması adım adım sebebi ve sonucuyla diyagramda yer almaktadır. Hatalar ve hataların nedenleri aşağı yukarı belli olduktan sonra bu konular üzerinde beyin fırtınası yapmak sorunu çözüme kavuşturmada yarar sağlamaktadır. Çözüm sonucunda nerelere ne şekilde müdahale edileceği balık kılçığı şeklindeki bu diyagramda açıkça görülür. Literatürde "balık kılçığı diyagramı" diye de geçmektedir. Bu diyagramın çizilebilmesi için önce 4M olarak adlandırılan ana nedenler

belirlenmelidir. Literatürde 4M diye geçen faktörler makine, insan gücü (manpower), yöntem (methods) ve malzeme faktörleridir.

Sebep – sonuç diyagramı 1940' ın ortalarında KaoruIshikawa tarafından ortaya atılmıştır. Bu yöntem temelinde beyin fırtınası sonucu belirlenen nedenleri öne sırasına göre ayırdıktan sonra her bir nedeni ana nedenler ve alt nedenler olarak sınıflandırdıktan sonra diyagrama dahil etmiştir.



Şekil 6. Sebep – Sonuç Diyagram örneği

3.5.3. Histogram

Histogram, istatistiksel olarak verilerin dağılımlarını, frekans dağılımlarını, sıklıklarını ortaya koyan ve görsel olarak en sık kullanılan grafik türüdür. Histogramlar üretim süreci sırasında toplanan verileri görsel olarak analize hazırlayan ve mevcut durumun kıyaslanmasını sağlayan bir grafik yöntemidir. Altı Sigma' da histogram kullanılmasının amacı verilerin ön plana çıkması gereken özelliklerini kolayca ortaya çıkarmasından kaynaklanmaktadır.

Histogramlardaki ayrıntıların detayının belirlenmesi önemli bir aşamadır. Ayrıntı az olsun istersek hiçbir şeyi göremeyebiliriz ya da tam tersi ayrıntı fazla olsun istersek kendimizi görsel olarak yoğun bir şeyin içinde bulabiliriz. Bu yüzden sınıf

aralıklarını belirlenirken genel olarak eşit aralık kullanılır ama veri setinin beklenen yapısı gereği gözlemlerin çoğu belirli bir aralıkta toplanmış olması beklenirse ve diğer geniş aralıkta fazla gözlem olmayacağı tahmin edilirse sınıf aralıkları değiştirilebilir. Bu şekilde çizim sağlanırsa alanlar bakımından yorum yapmak daha kolay hale gelmektedir. Dikkat edilmesi gereken bir başka husus ise sınıf aralığı sınırlarının iyi belirlenmesidir. Eğer sınıf aralıkları iyi belirlenmezse herhangi bir gözlem aynı anda iki sınıfta yer alabilir ve bu da tahminlerin kötü sonuçlar vermesine neden olur.

Literatürde sınıf aralıkları genel olarak 5 ile 20 arasında seçilmiştir. Sınıf sayısını belirlemek için Sturgess kuralı uygulanmalıdır. Sturgess kuralı;

$$k = 1 + 3.32\log(n)$$

şeklindedir. Burada k sınıf sayısını, n ise veri sayısını göstermektedir.

3.5.4. Pareto Şeması (Analizi)

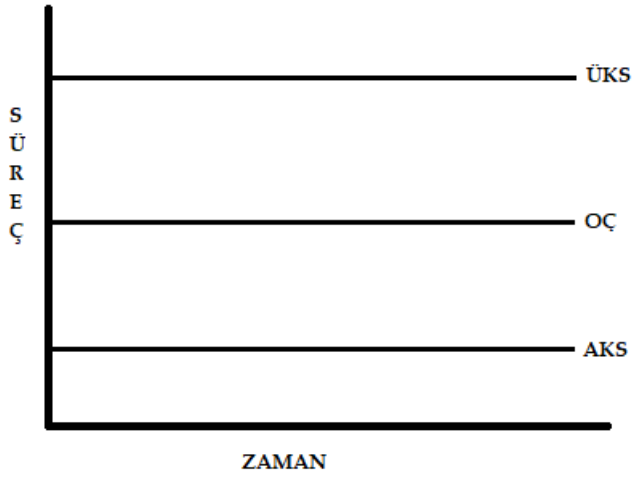
Pareto grafiği genel olarak kategorik veriler için kullanılan ve sıklık dağılımını gösteren bir grafiktir. 19. yüzyılda İtalyan iktisatçı Vilfredo Pareto tarafından ortaya atılan bu grafik yöntemi ekonomik verilerde kullanılmıştır. Ardından istatistiksel olarak yarar sağlamasından ötürü mühendislik alanında, sağlık alanında da kullanılmaya başlanmıştır. Ortaya çıkan sorunların nedenleri genel olarak Pareto grafiklerine uygun bir içeriğe sahiptir. Pareto yönteminde genel olarak verilerin %80' inin sebep olarak belirlenenlerin %20' sine bağlı olarak çıktığı düşünülür. Önceki çalışmalara bakıldığında hammaddelerin %20' si problemlerin %80' ine sebebiyet vermektedir, GSYH' nın %80' inin halkın %20' si tarafından kontrol edilmektedir şeklinde örneklere ulaşılabilir.

Pareto analizinde üç adım bulunmaktadır; birinci adım verilerin toplanmasıdır. Bu adımda işletmeninin yarar sağlayacağı bilgiler rakamsal olarak bir tabloda toplanır. İkinci adımda toplanan bu veriler sınıflara ayrılmaktadır. Son adımda ise sınıflara ayrılan veriler diyagram üzerine yerleştirilerek grafiğin çizilmesi adımıdır. Grafikte hataların yüzdeleri ve hata sayıları bulunmaktadır.

3.5.5. Kontrol Grafikleri

Kontrol grafikleri ilk defa 1920' li yılların sonlarına doğru Walter Shewhart tarafından kullanılmıştır. Shewhart kontrol grafiklerinin ilk uygulamasını bir telefon şirketinde kalite kontrol amaçlı olarak geliştirmiştir. Daha sonra üretim süreçlerini detaylı bir şekilde inceleyerek iki tür değişkenliğin olduğu sonucunu çıkardı ve bunları "tesadüfi değişkenlik" ve "özel nedenlere dayanan değişkenlik" olarak sınıflandırdı. Daha sonra bu iki tür değişkenliğin birbirinden nasıl ayırt edileceği üzerine çalışan Shewhart 3σ limitlerini bularak yeni bir kontrol grafiği önerdi.

Kontrol grafiklerinde genel olarak üst kontrol sınırı (ÜKS), alt kontrol sınırı (AKS) ve orta çizgi (OÇ) yer almaktadır.



Şekil 7. Shewhart Kontrol Kartı

Kontrol grafikleri Altı Sigma sürecinde üç şekilde kullanılmaktadır. Bunlardan ilki TÖİAK' da yer alan ölçüm aşamasında problemlerin nereden ve nasıl kaynaklandığını belirlemek için kullanılır. İkinci olarak iyileştirme ve kontrol aşamalarında değişkenliğin azalmasında ve sürecin nasıl ilerlediği hakkında bilgi vererek sürecin işleyişinin kontrol edilmesini sağlar. Son olarak sürecin herhangi bir noktasında beklenmeyen bir durumun incelenmesi bakımından alarm görevi üstlenir ve faaliyette oluşan beklenmedik olaylar hakkında uyarılarda bulunur.

Kontrol grafiklerinin kullanılmasının genel amacı süreci denetlemek ve kontrol dışı durumun varlığının olup-olmadığını belirlemektir. Eğer süreç kontrol dışındaysa

kaliteyi geliştirme adına birtakım çalışmalar yapılmalıdır diye kontrol eden kişiyi uyarmaya yarar. Başlı başına bir kalite geliştirme işlemi yapmaz.

Shewhart kontrol grafikleri nicel ve nitel kontrol grafikleri olmak üzere ikiye ayrılır. Bunlar:

Nicel kontrol grafikleri:

• Ortalama (X) ve değişim aralığı (R) kontrol grafikleri,

• Ortalama (X) ve standart sapma (S) kontrol grafikleri,

• Medyan ve değişim aralığı (R) kontrol grafikleri,

• Bireysel gözlem değerleri ve hareketli değişim aralığı (MR) grafikleri.

Nitel kontrol grafikleri:

• Kusurlu oranı (p) kontrol grafiği,

• Kusurlu sayısı (np) kontrol grafiği,

• Örnek başına kusur sayısı (c) kontrol grafiği,

• Birim başına kusur sayısı (u) kontrol grafiği.

Bu grafiklerden hangisinin kullanılacağı sürecin yapısına bağlıdır. Eğer süreç ölçülebilen (herhangi bir cihazla sayısal olarak hesaplanan; hız, boy vb.) bir yapıya sahipse nicel, değilse (bozuk-sağlam, pürüzlü-düz, renksiz-renkli gibi) nitel kontrol grafikleri kullanılmaktadır. Daha sonra nicel olduğu belli olan ürünler daha önce belirlenen standartlara uygun olup olmadığı X-S ve X-R grafikleri ile kontrol edilebilir. X-S standart sapmalara dayanarak, X-R ise değişim aralığına dayanarak belirlenen grafiklerdir. Grafiğe tüm veri seti dahil edilir ve örneklemden hesaplanan değerlerin kontrol limitleri arasında olması beklenmektedir. Nitel kontrol grafiklerinde ise toplam gözlemlerdeki kusurlu oranı ya da kusurlu sayısına göre grafikler çizilerek sürecin kontrol altında olup olmadığı belirlenmelidir.

Değişim aralıkları;

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \ldots + x_m}{m}$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \ldots + R_m}{m}$$

Buradan Xort için kontrol sınırları;

$$\ddot{U}KS = \bar{X} + 3\frac{\bar{R} / \mathrm{d}_2}{\sqrt{n}}$$

$$Orta\,Çizgi = \bar{X}$$

$$AKS = \bar{X} - 3\frac{\bar{R} / \mathrm{d}_2}{\sqrt{n}}$$

Uygulamalarda kolaylık olması adına $3 / \mathrm{d}_2 \sqrt{n} = A_2$ olarak yazıldıktan sonra formül şu şekle dönüşür;

$$\ddot{U}KS = \bar{X} + A_2\bar{R}$$

$$Orta\ Çizgi = \bar{X}$$

$$AKS = \bar{X} - A_2\bar{R}$$

A_2, d_2 değerine bağlı olarak tablo halinde verilir ve uygulamada yerine direk yazılarak alt ve üst sınır çizgileri kolayca çizilebilir. $\bar{R}$ grafiği için sınırlar ise aynı şekilde;

$$\ddot{U}KS = D_4\bar{R}$$

$$Orta\ \ Çizgi = \bar{R}$$

$$AKS = D_3\bar{R}$$

D_3 ve D_4 hazır tablolar halinde verilmektedir.

4. UYGULAMA

Uygulama aşamasında öncelikle Arçelik A.Ş. ile ilgili olarak genel bir bilgilendirme verildikten sonra firmanın kalite çalışmalarından bahsedilmiştir. Daha sonra Arçelik' in Bulaşık Makineleri üzerine müşteri şikayetlerinin azaltılmasına yönelik Altı Sigma metodolojisinin uygulanması aşaması verilecektir. Veri seti, betimsel istatistikler verildikten sonra sepet ölçüm değerlerinin 4 farklı teknisyene göre incelenmesi ve inceleme sonuçlarının yorumlanması yapılmıştır. Daha sonra şikayetlerin incelenmesi üzerine pareto grafiği, sebep – sonuç grafiği ve kontrol grafikleri yardımıyla Altı Sigma metodolojisinin incelenmesi sona erdirilmiştir.

4.1. Firma Hakkında Genel Bilgi

Arçelik A. Ş. 1955 yılında kurulmuştur. Önce madeni büro eşyası üretimine başlayan Arçelik daha sonra beyaz eşya sektörüne el atmıştır. Beyaz eşya sektörüne sırasıyla çamaşır makinesi ve buzdolabı üreterek girmişlerdir. İlerleyen teknoloji ve artan yatırımlar sonucunda her ürün için ayrı bir fabrika açacak seviyeye gelmeleri 1980' li yıllara tekabül etmektedir.

1999 yılı firmanın en parlak yılları arasında gösterilmektedir. Önce Ardem, ardından Atılım, sonra Gelişim firmalarını bünyesine katarak büyüyen Arçelik son atılımını Beko' nun satışını bünyesine alarak gerçekleştirmiştir.

4.2. Arçelik' teki Kalite Çalışmaları

Arçelik A.Ş.' de Kalite Çemberleri adıyla uygulanmaya başlayan çalışmalar sırasıyla Kalite ve Çevre Yönetim Sistemi, Mükemmellik Modeli (EFQM), Toplam Üretken Bakım ve Altı Sigma Uygulamalarıdır.

Yurtiçinde sektörünün önde gelen kuruluşlarından olan Arçelik A.Ş' nin gelişen teknoloji ve pazarla mücadele edebilmesi adına kalite çalışmaları çok büyük önem arz etmektedir. Bu konudaki en büyük başarıları Financial Times' ın The Banker dergisinde 2003 yılında "Türkiye'nin En İyi Şirketi" olarak seçildikten üç sene sonra altı sigma uygulamalarına getirdikleri yenilikler sayesinde Altı Sigma eğitmenlerinin eğitici

kitapları arasına girmeyi başardı. Şirket uyguladığı altı sigma metodolojisi sayesinde 2008 yılında kârını 440 milyon TL' ye çıkarmayı başarmıştır.

Kronolojik Olarak Kalite Adına Gelişmeler

1991: Ar-Ge Merkezi kuruldu. Tüketici Danışma Servisi kuruldu.

1997: Arçelik A.Ş., Ulusal Kalite Büyük Ödülü'nü aldı.

1998: Altı Sigma Metodolojisi uygulama kararı alındı.

2000: Arçelik A.Ş., Avrupa Kalite Başarı Ödülü'nü (EFQM) aldı.

2003: Akıllı ürünlerin satışı başladı. Arçelik A.Ş., Altı Sigma eğitimcilerinin eğitmen kitabına girdi. Financial Times' ın yayımladığı The Banker Dergisi tarafından 2003 yılında "Türkiye'nin En İyi Şirketi" seçildi.

2004: Rusya' ya yatırım kararı alındı. Eskişehir Buzdolabı İşletmesi TPM Mükemmellik Ödülü' nü, Çayırova İşletmesi ise TPM Sürekli Mükemmellik Ödülü' nü aldı. Beko bulaşık makineleri, İngiliz devlet kuruluşu Energy Saving Trust tarafından enerji verimliliği konusunda üstün performans sağlayan ürünler arasında gösterildi. Blomberg CT 1300A model buzdolabı Energy+ Yarışması' nda Avrupa Enerji Komisyonu tarafından "en çok enerji tasarrufu sağlayan buzdolabı" seçildi. Beko bulaşık makinesi, Almanya'nın en prestijli tüketici dergisi "Stiftung Warentest" tarafından Almanya pazarında satılan bulaşık makineleri arasında en iyi modellerden biri seçildi. Blomberg çamaşır makinesi Almanya'nın en büyük teknoloji yarışması olan Plus X' te tasarım ödülü aldı.

2005: Teknolojiye ve Ar-Ge' ye yaptığı yatırımlarla ürün yelpazesini sürekli zenginleştiren Arçelik A.Ş. bir ilke daha imza atarak Türkiye' nin ilk yerli çamaşır kurutma makinesini üretti.

2006: Arçelik A.Ş., uluslararası alandaki ödül ve başarılarına bir yenisini daha ekleyerek, Japonya'dan iki ödülle birlikte döndü. Ankara Bulaşık Makinesi İşletmesi ve Çerkezköy Elektrik Motorları İşletmesi TPM Mükemmellik Ödülü'nün sahibi oldu. Dünyanın en hızlı bulaşık ve çamaşır makinesi tüketicilerin beğenisine sunuldu. Arçelik A.Ş., Beko Elektronik A.Ş.' de sahip olduğu hisse oranını %22,36' dan %72,46' ya yükselterek, Şirket' in en büyük hissedarı oldu.

4.3. Arçelik A.Ş.' de Altı Sigma

Arçelik personeli, projenin başından sonuna kadar her aşamada Altı Sigmayı başarılı bir şekilde uygulamayı kendisine benimseten bir çalışma prensibine sahiptir. Projedeki başlıca aşamaları şu şekilde sıralayabiliriz;

- **Performans karakteristikleri:** Müşterinin beklentisiyle firmanın karlılığı arasındaki denge üzerine kuruludur. Kalite – maliyet analizi gibi.
- **Ürün Karakteristikleri:** Ürünü benzerlerinden ayıran ve performansını kontrol etmeyi sağlayan özellikleri

Bu aşamaları geliştirmek adına 6 soru belirlenmiştir. Bunlardan ilk üçü stratejik geliştirme planını belirleme üzerine iken diğer 3 soru ise uygulama, geliştirme ve sürecin işleyişini kontrol etme aşaması için gereklidir. Bu sorular;

1. SORU: Şu anda neredeyiz?
2. SORU: Nerede olmak istiyoruz?
3. SORU: Oraya nasıl ulaşırız?
4. SORU: Aşama kat ediyor muyuz?
5. SORU: Oraya ulaştık mı?
6. SORU: Orada kalacak mıyız?

4.4. Çalışmanın Amacı

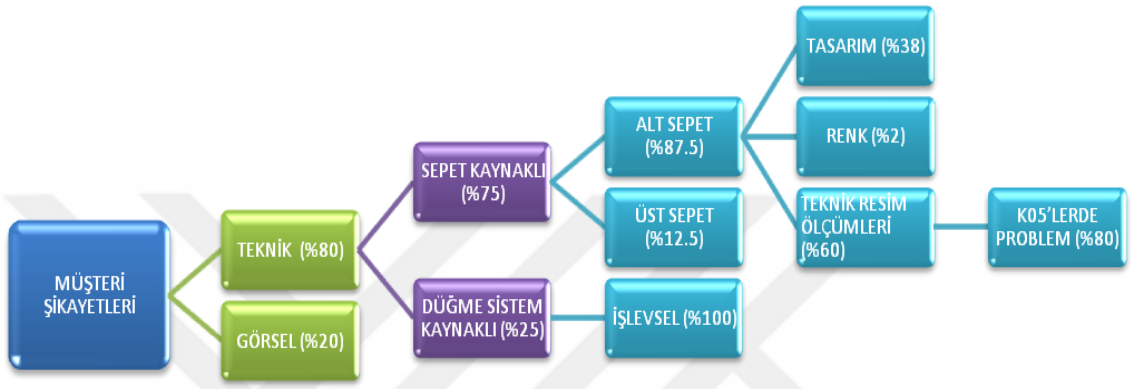
Arçelik bünyesinden üretilen bulaşık makinelerinin kendi üretimini sağladığı makine içi sepetlerinin müşterilerin beklentilerini karşılayıp karşılamadığı belirlenmek istenmiştir. Amaç, müşteriler tarafından iade edilen ve kötü geri dönüş alan makinelerin genel sorunlarının belirlenmesi ve üretimin hangi aşamasında iyileştirmenin yapılması gerektiğinin anlaşılmasıdır.

Bulaşık makinesiyle ilgili olarak müşterinin beklentisinin karşılanmamasının nedenleri araştırıldığında şu şikayetler ağırlıklıdır;

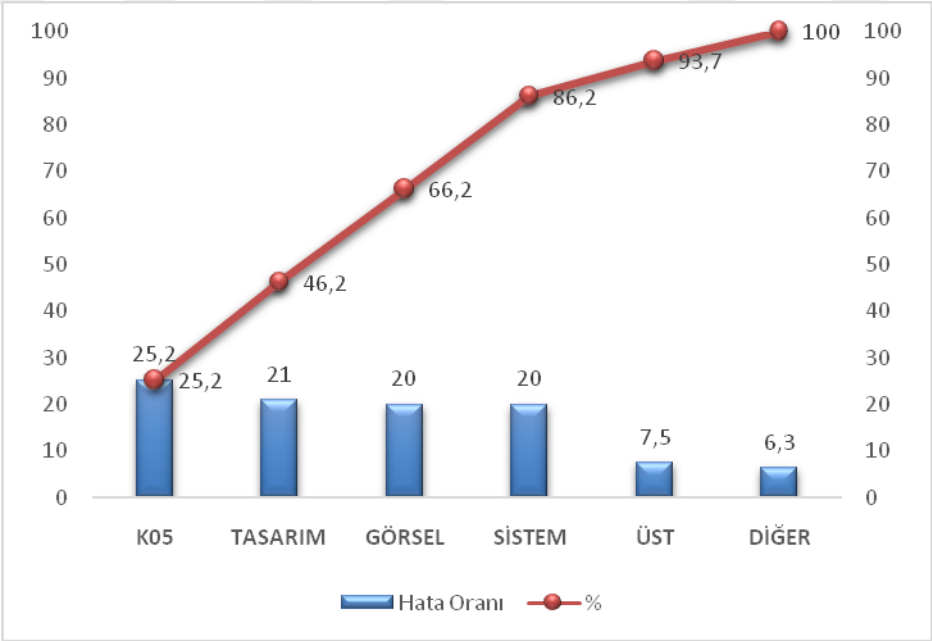
- Üst Sepet Şikayetleri (hareket zorluğu, boyut problemi, tekerlek sorunları)
- Alt Sepet Şikayetleri (hareket zorluğu, boyut problemi, tekerlek sorunları)

- Düğme – Sistem Şikayetleri (açma kapama düğmesi sorunu, gösterge sorunları, su ve deterjan almama sorunları)

Burada amaç bulaşık makinesi alan müşterilerin beklentilerini karşılamak ve iyileştirmeleri düzenleyerek kalite için kritik değeri belirlemektir. Bir diğer amaç problemler arasında öncelik belirlenerek ve en büyük problemden başlanarak hangi problemlere nasıl çözümler üretilebilir üzerinde çalışmaktır.



Şekil 8. Ürün Sondaj Ağacı



Şekil 9. Pareto Grafiği

Ürün Sondaj Ağacına bakıldığında müşteri şikayetlerinin yüzde 80’ inin teknik sebepler üzerine olduğunu ve teknik sebeplerin yüzde 75’ inin sepet kaynaklı olduğunu net bir şekilde görebiliriz. Sepet kaynaklı problemlerin ise yüzde 87,5’ luk oranının alt sepetten kaynaklanan problemler olduğunu ve alt sepette görülen problemlerin de teknik resim ölçümleri üzerine olduğu belirlendikten sonraki aşama asıl sorunu yaratan şeyin ne olduğunu bulmaktır. Burada K05 değerlerinin incelenmesinin yeterli olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Firma öncelikli hedef olarak K05 değerlerini uyması gereken sınıf aralığına uyum sağlamasını hedeflemektedir.

4.5. Materyal

4.5.1. Veriler

Veri seti hazırlanırken çalışmanın başında belirlenen sepet ölçümlerinin (K05) dört ayrı teknisyen tarafından (X,Y,Z ve T) aynı sepetin ölçümlerini üç ay boyunca alınması şeklinde belirlenmiştir. Günlere göre ölçüm sayısı değişiklik gösterdiği gibi ay boyunca ölçüm alınan günlerin sayısı da birbirine eşit değildir.

4.5.2. Betimsel İstatistikler ve Normallik Testi Sonuçları

Tablo 8. Betimsel istatistikler

N (veri sayısı)	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
1528	486,0698	1,29285	446,31	489,07

Tablo 9. Normallik testi sonuçları

	Test İstatistikleri	p değeri
Shapiro-Wilk	0,326436	0,0001
Kolmogorov-Smirnov	0,202585	0,01

Kitle ortalamasının normal dağılımlı bir kitleden gelmediği ve verilerin normal dağılmadığı söylenebilir. Bu yüzden değerlerin hem aylara göre hem de teknisyenlere göre ayrı ayrı incelenmesi uygun görülmüştür.

Aylara Göre Sonuçlar

Tablo 11. Betimsel istatistikler

	N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
1.Ay	404	486,021	2,1325	446,31	489,07
2.Ay	528	486,045	0,5566	482,9	487,68
3.Ay	596	486,1249	0,96423	468,18	487,8

Aylar bakımından incelendiğinde göze çarpan en büyük fark standart sapmada yaşanan düşüşlerdir. İlk ayda 2,13 gibi bir değer gözlemlenirken bir diğer ayda 0,5566'ya düştüğü görülmektedir.

Teknisyenlere Göre Sonuçlar

Tablo 12. Betimsel istatistikler

	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
X	382	485,8804	1,0669759	468,18	487,8
Y	382	486,3991	0,5527083	484,2	487,83
Z	382	486,023	0,7991260	476,19	487,8
T	382	485,1901	17,39331	146,31	489,07

Teknisyen bakımından incelendiğinde T teknisyeninin standart sapması en fazla görülürken Y teknisyeninin standart sapmasının en düşük olduğu görülmektedir.

X teknisyenine göre;

TestsforLocation: Mu0=0				
		Test	-Statistic-	----p Value-----
Student's t	t	8900.336	Pr > |t|	<.0001
Sign	M	191	Pr >= |M|	<.0001
SignedRank	S	36576.5	Pr >= |S|	<.0001

TestsforNormality				
		Test	-Statistic-	----p Value-----
Shapiro-Wilk	W	0.422963	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.199061	Pr > D	<0.0100
Cramer-vonMises	W-Sq	4.930726	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	30.24525	Pr > A-Sq	<0.0050

Y teknisyenine göre;

TestsforLocation: Mu0=0				
		Test	-Statistic-	----p Value-----
Student's t	t	17200.05	Pr > |t|	<.0001
Sign	M	191	Pr >= |M|	<.0001
SignedRank	S	36576.5	Pr >= |S|	<.0001

TestsforNormality				
		Test	-Statistic-	----p Value-----
Shapiro-Wilk	W	0.981305	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.050113	Pr > D	0.0201
Cramer-vonMises	W-Sq	0.161608	Pr > W-Sq	0.0181
Anderson-Darling	A-Sq	1.151573	Pr > A-Sq	0.0052

Z teknisyenine göre;

TestsforLocation: Mu0=0				
		Test	-Statistic-	----p Value-----
Student's t	t	11887.03	Pr > |t|	<.0001
Sign	M	191	Pr >= |M|	<.0001
SignedRank	S	36576.5	Pr >= |S|	<.0001

TestsforNormality				
		Test	-Statistic-	----p Value-----
Shapiro-Wilk	W	0.732012	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.091458	Pr > D	<0.0100
Cramer-vonMises	W-Sq	0.998485	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	7.755391	Pr > A-Sq	<0.0050

T teknisyenine göre;

TestsforLocation: Mu0=0				
		Test	-Statistic-	----p Value-----
Student's t	t	4497.682	Pr > |t|	<.0001
Sign	M	191	Pr >= |M|	<.0001
SignedRank	S	36576.5	Pr >= |S|	<.0001

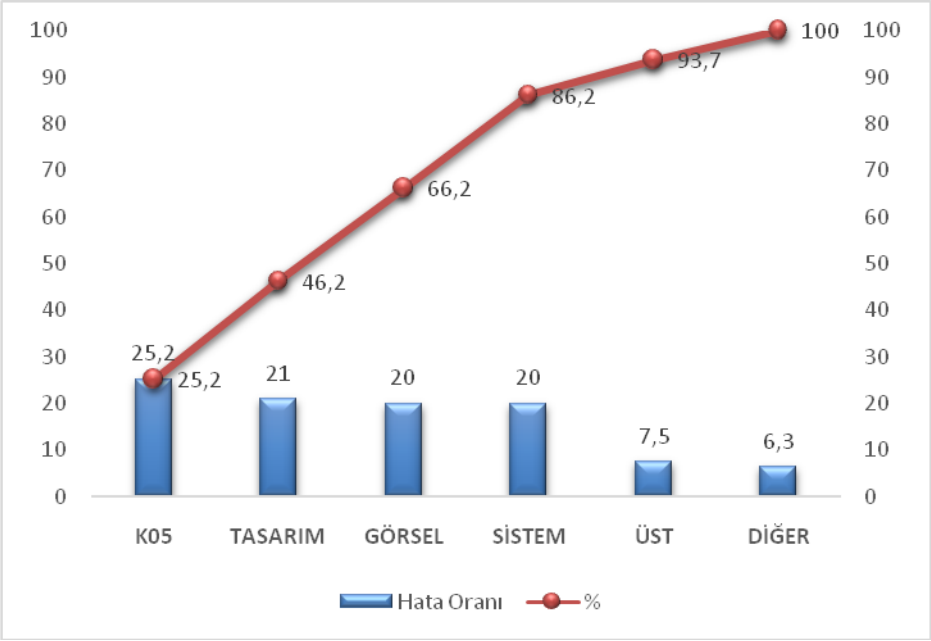
TestsforNormality				
		Test	-Statistic-	----p Value-----
Shapiro-Wilk	W	0.173111	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.328756	Pr > D	<0.0100
Cramer-vonMises	W-Sq	14.17484	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	74.59837	Pr > A-Sq	<0.0050

Normallik sınamasına bakıldığında normal dağılıma uymadıkları görülmüştür. Bu yüzden ilerleyen analizlerde parametrik olmayan yöntemlerden X-R ve X-S grafiklerine başvurulmuştur.

4.5.3. Pareto Analizi

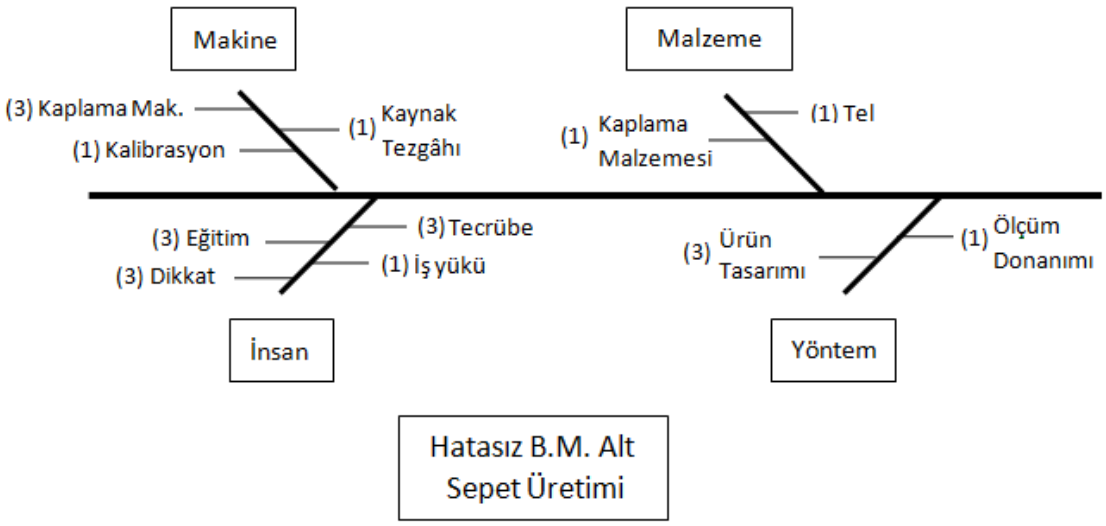
Firmaya gelen şikayetlerin yüzde 80' i teknik, %20' si görsel üzerine yapılan şikayetlerdir. Teknik açıdan gelen şikayetlerin ise yüzde 75' i sepet ile alakalıyken kalan yüzde 25' lik kısım sistemseldir. Sepetle ilgili şikayetlerin ise yüzde 87,5' u alt sepetten dolayı sorun yaşadığını bildirmiştir. Alt sepette yaşanan sorunların yüzde 60' ı teknik, yüzde 40' ı tasarımsal sorunlardır. Teknik sorunlar incelendiğinde yüzde 80 oranında K05 olduğu görülürken diğer sorunlar yüzde 20 oranındadır.

Tüm bu sorunlar analiz edildiğinde K05' in sorunların yüzde 25,2' sini, tasarım sorunlarının yüzde 21' ini, görsel sorunların yüzde 20' sini, sistem sorunlarının yüzde 20' sini, üst sepet sorunlarının yüzde 7,5' unu ve diğer sorunların genel sorunların yüzde 6,3' ünü oluşturduğu sonucuna varılmıştır. Bunu pareto diyagramı ile göstermek gerekirse şu şekilde gösterilebilir.

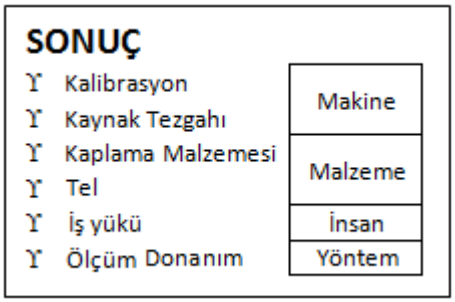


Şekil 10. Pareto Grafiği

4.5.4. Sebep Sonuç Diyagramı



Şekil 11. Sebep Sonuç Diyagramı



Tablo 13. Etmenler

		ETKİ	
		Yüksek	Düşük
UYGULANABİLİRLİK	Kolay	1	2
	Zor	3	4

Tablo 14. Etki/Uygulanabilirlik Ölçeği

Etmenler, etki/ uygulanabilirlik ölçeğine göre puanlandırıldığında uygulanabilirliği kolay ve etkisi yüksek etmenler olarak aşağıdakiler bulunmuştur:

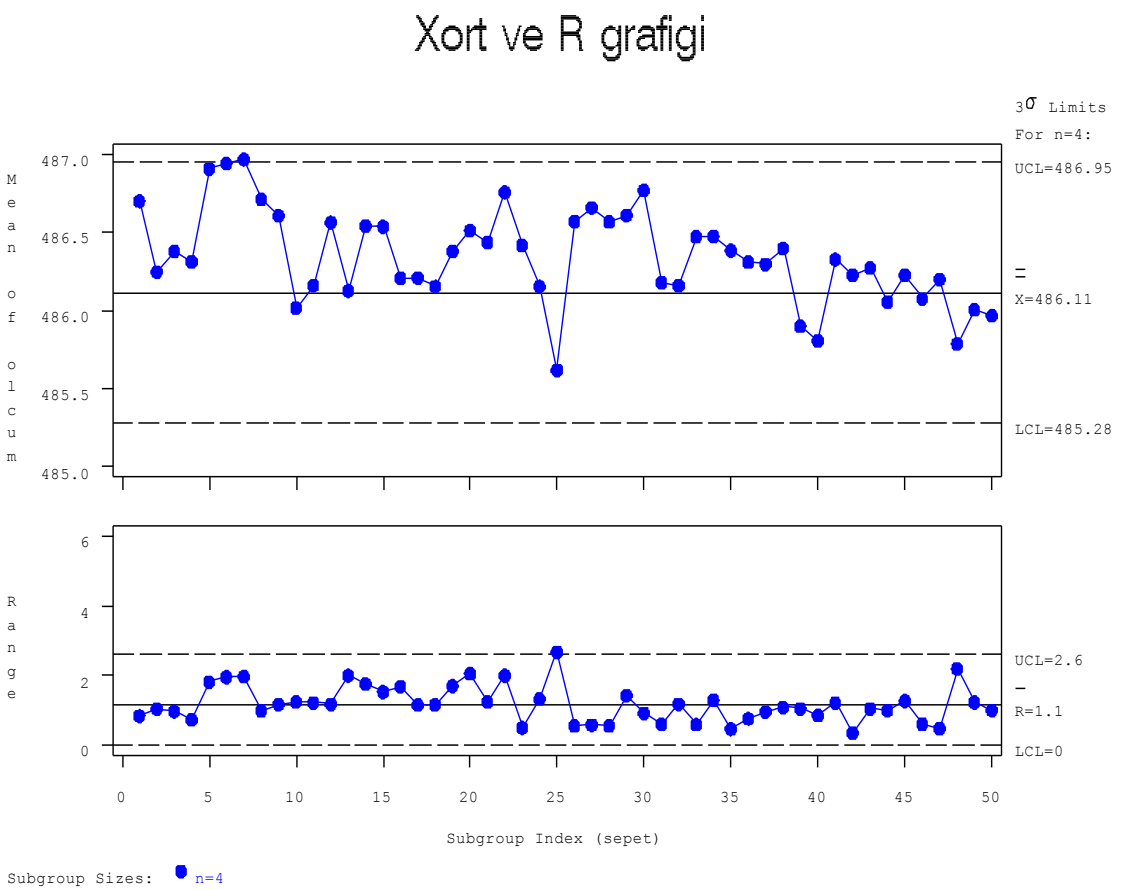
Makine	Malzeme	İnsan	Yöntem
• Kalibrasyon • Kaynak Tezgahı	• Kaplama Malzemesi • Tel	• İş Yükü	• Ölçüm Donanımı

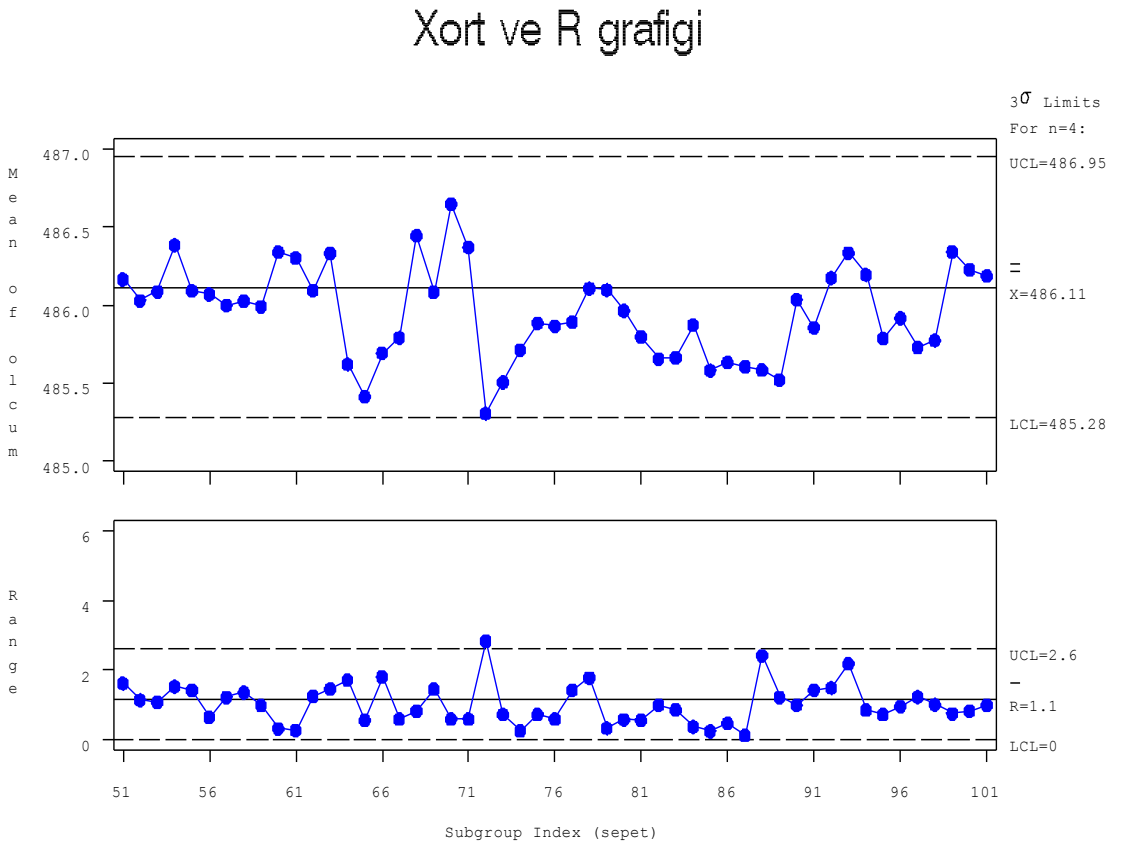
Tablo 15. Etki/Uygulanabilirlik Ölçeği – Etmenler tablosu

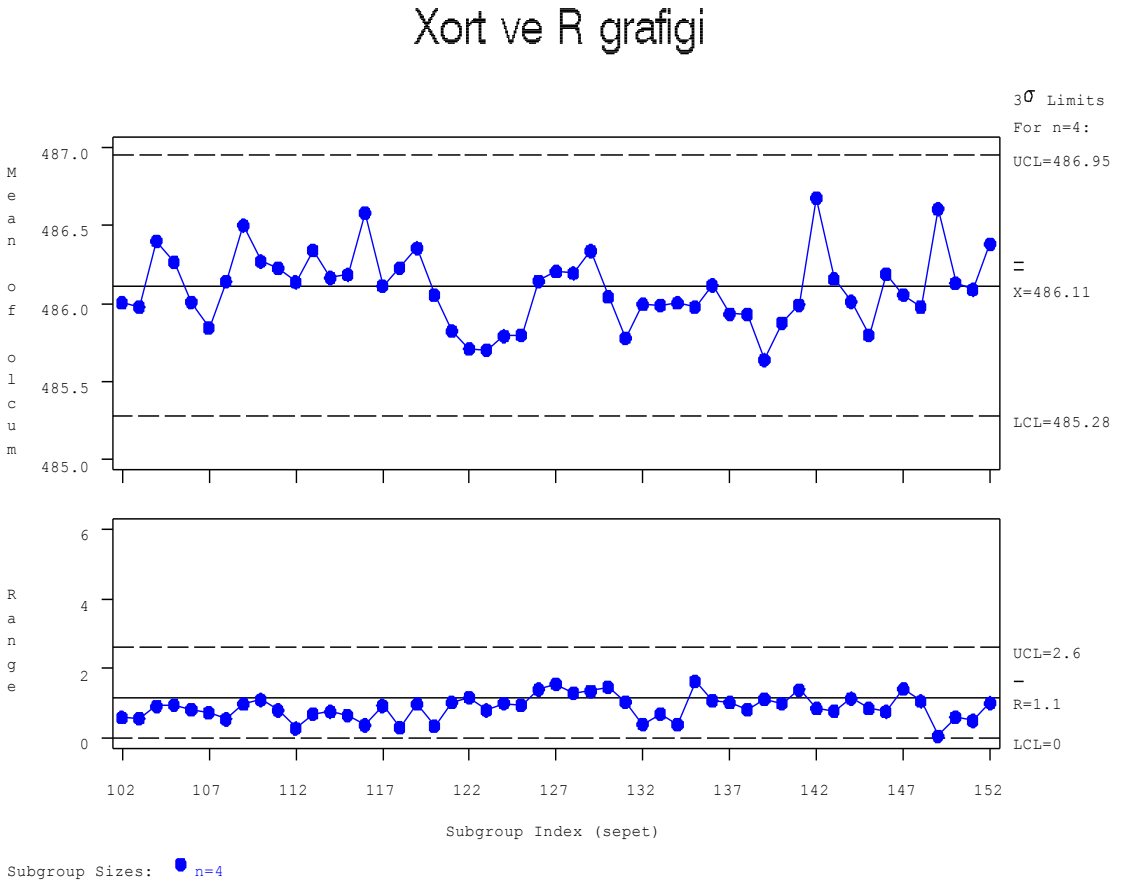
4.5.5. Kontrol Grafikleri

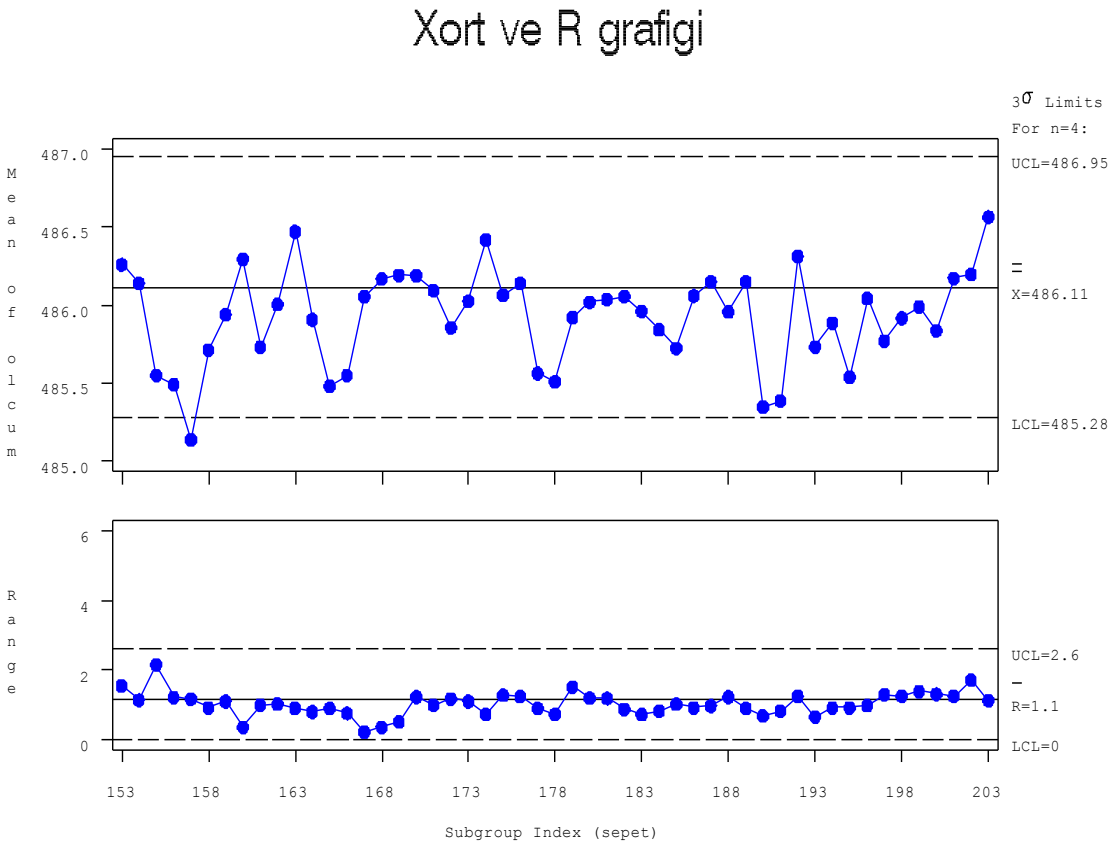
4.5.5.1. X-R Grafikleri

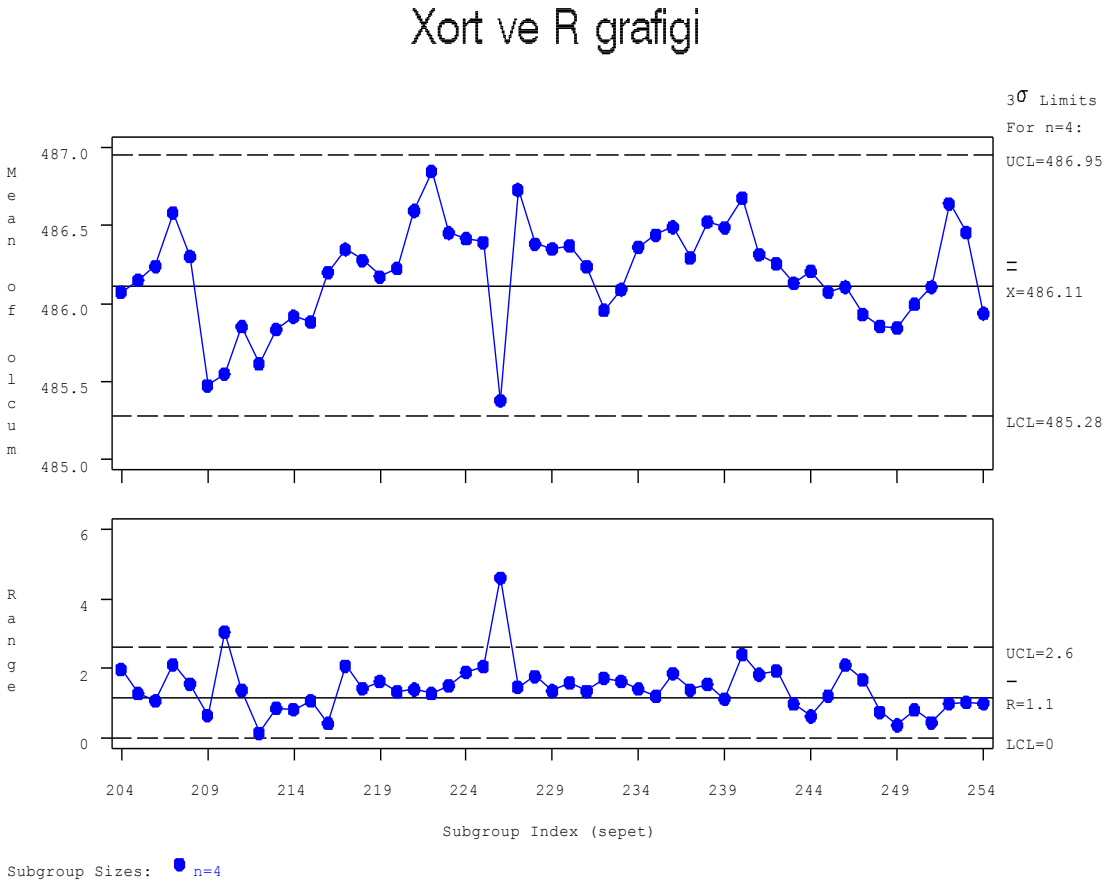
Sürecin kontrol altında olup olmadığını belirleyebilmek için kullanılan Xort – R grafiği sonuçları şu şekildedir;

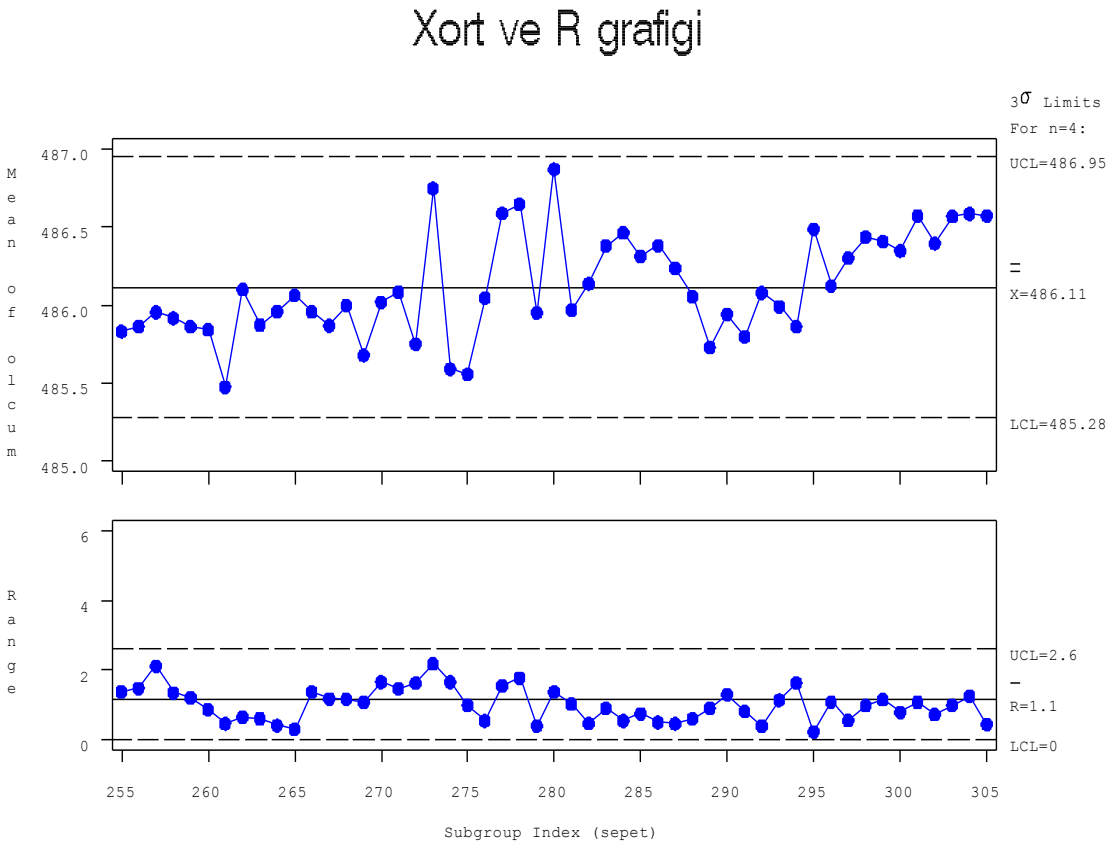


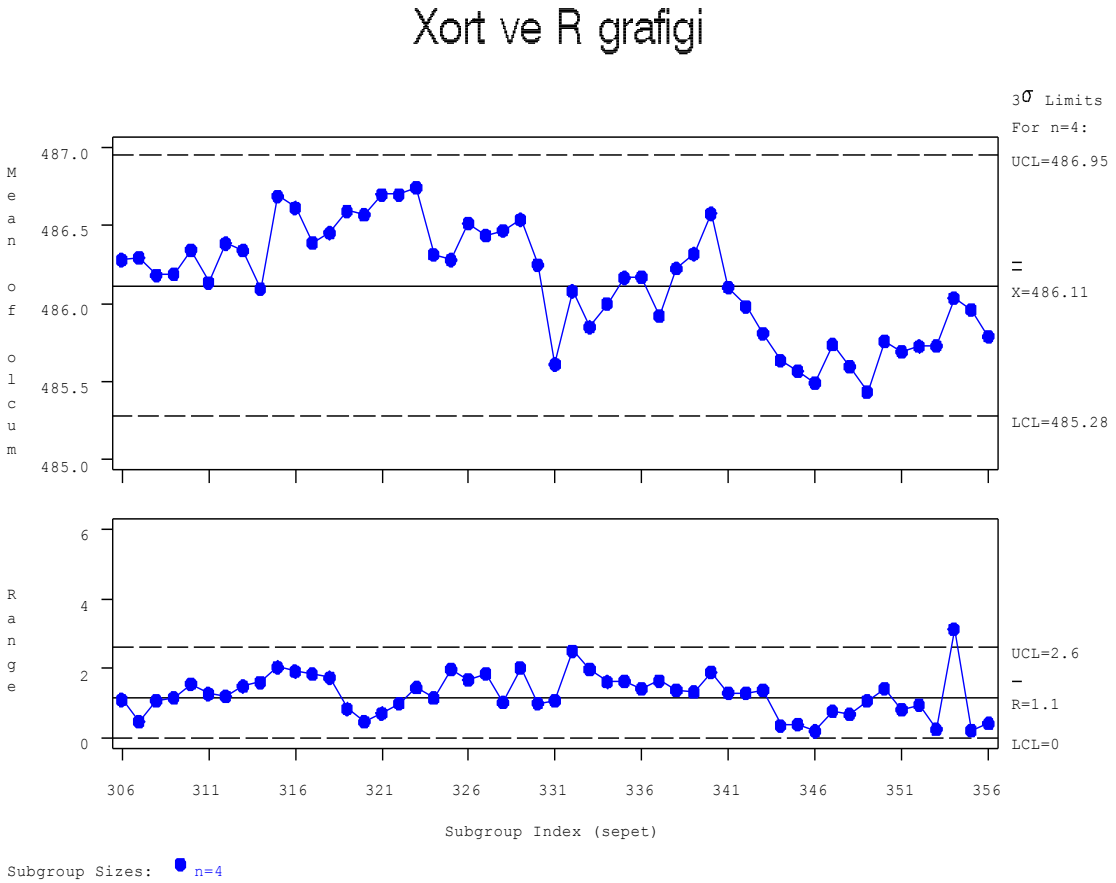

Xort ve R grafigi
3σ Limits
For n=4:
UCL=486.95
X=486.11
LCL=485.28
Mean of olcum
487.0
486.5
486.0
485.5
485.0
Range
6
4
2
0
UCL=2.6
R=1.1
LCL=0
51
56
61
66
71
76
81
86
91
96
101
Subgroup Index (sepet)
Subgroup Sizes: n=4

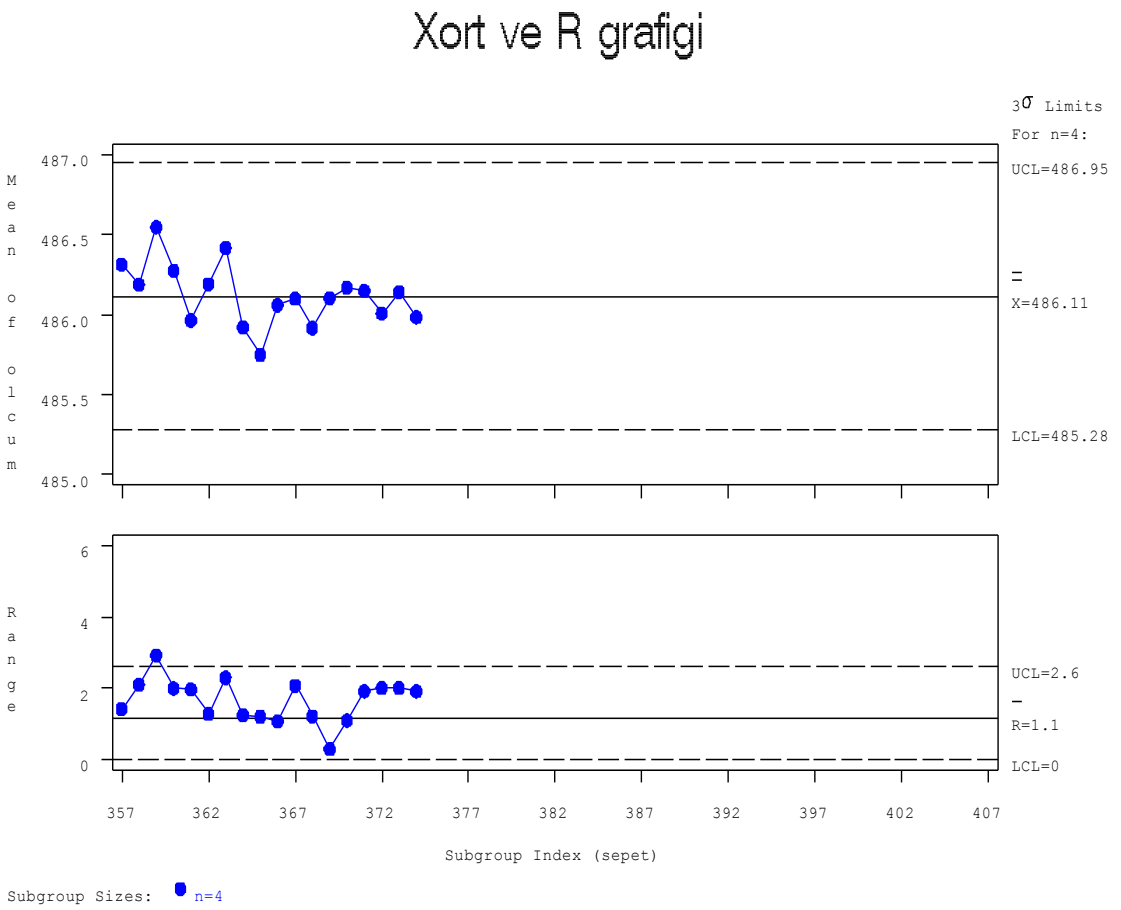

Xort ve R grafigi
3σ Limits
For n=4:
UCL=486.95
X=486.11
LCL=485.28
Mean of olcum
487.0
486.5
486.0
485.5
485.0
Range
6
4
2
0
UCL=2.6
R=1.1
LCL=0
102
107
112
117
122
127
132
137
142
147
152
Subgroup Index (sepet)
Subgroup Sizes: n=4


Xort ve R grafigi
3σ Limits
For n=4:
UCL=486.95
X=486.11
LCL=485.28
Mean of olcum
487.0
486.5
486.0
485.5
485.0
Range
6
4
2
0
UCL=2.6
R=1.1
LCL=0
153
158
163
168
173
178
183
188
193
198
203
Subgroup Index (sepet)
Subgroup Sizes: n=4


Xort ve R grafigi
3σ Limits
For n=4:
UCL=486.95
X=486.11
LCL=485.28
Mean of olcum
487.0
486.5
486.0
485.5
485.0
Range
6
4
2
0
UCL=2.6
R=1.1
LCL=0
204
209
214
219
224
229
234
239
244
249
254
Subgroup Index (sepet)
Subgroup Sizes: n=4

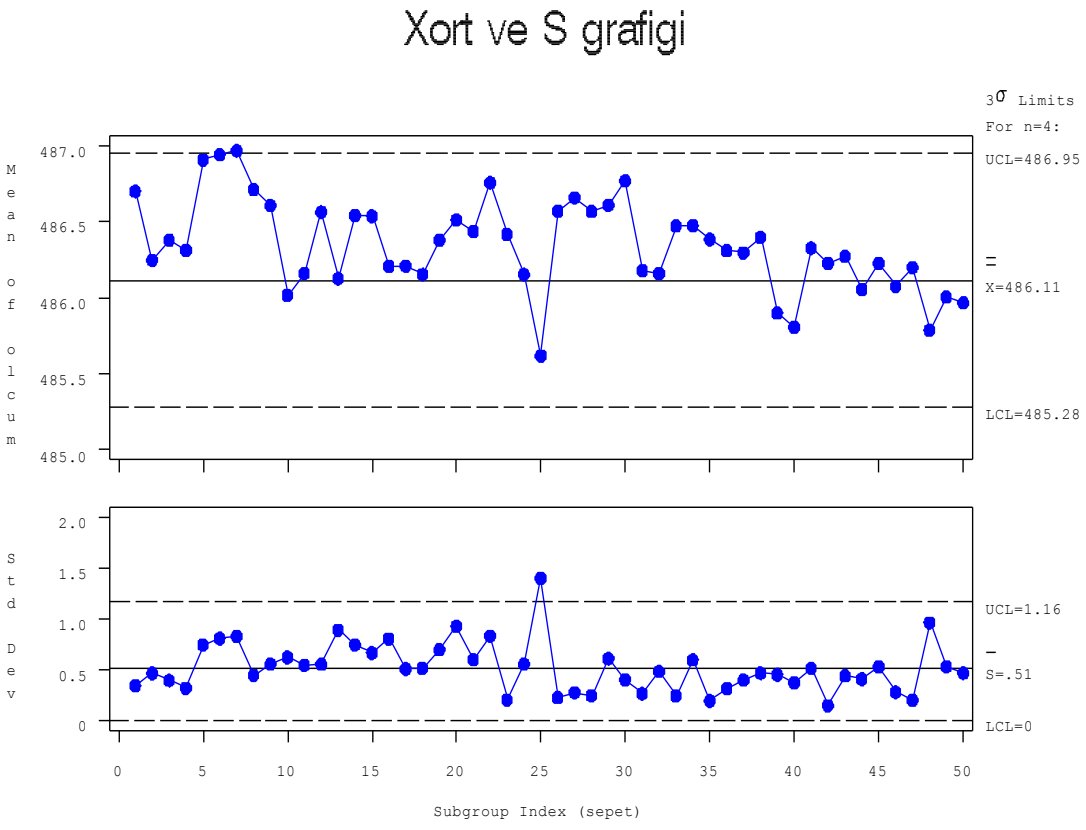

Xort ve R grafigi
3σ Limits
For n=4:
UCL=486.95
X=486.11
LCL=485.28
Mean of olcum
487.0
486.5
486.0
485.5
485.0
Range
6
4
2
0
UCL=2.6
R=1.1
LCL=0
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
Subgroup Index (sepet)
Subgroup Sizes: n=4

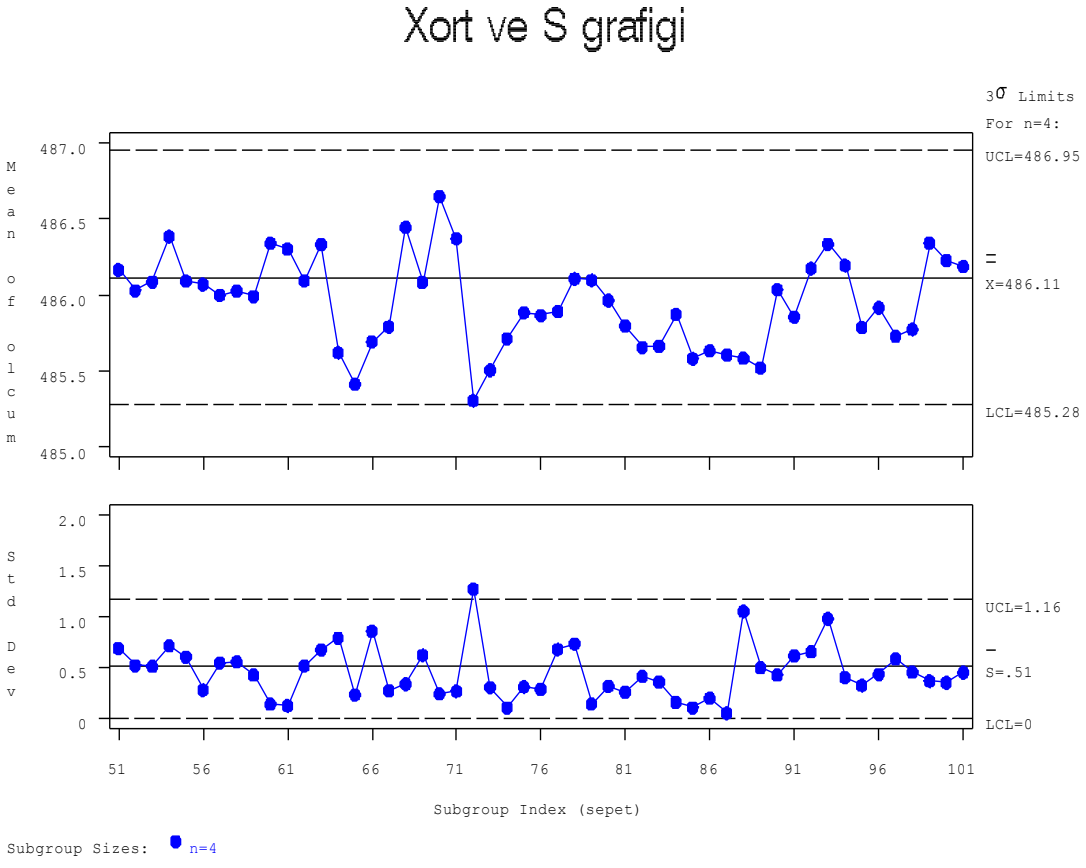

Xort ve R grafigi
3σ Limits
For n=4:
UCL=486.95
X=486.11
LCL=485.28
Mean of olcum
487.0
486.5
486.0
485.5
485.0
Range
6
4
2
0
UCL=2.6
R=1.1
LCL=0
306
311
316
321
326
331
336
341
346
351
356
Subgroup Index (sepet)
Subgroup Sizes: n=4

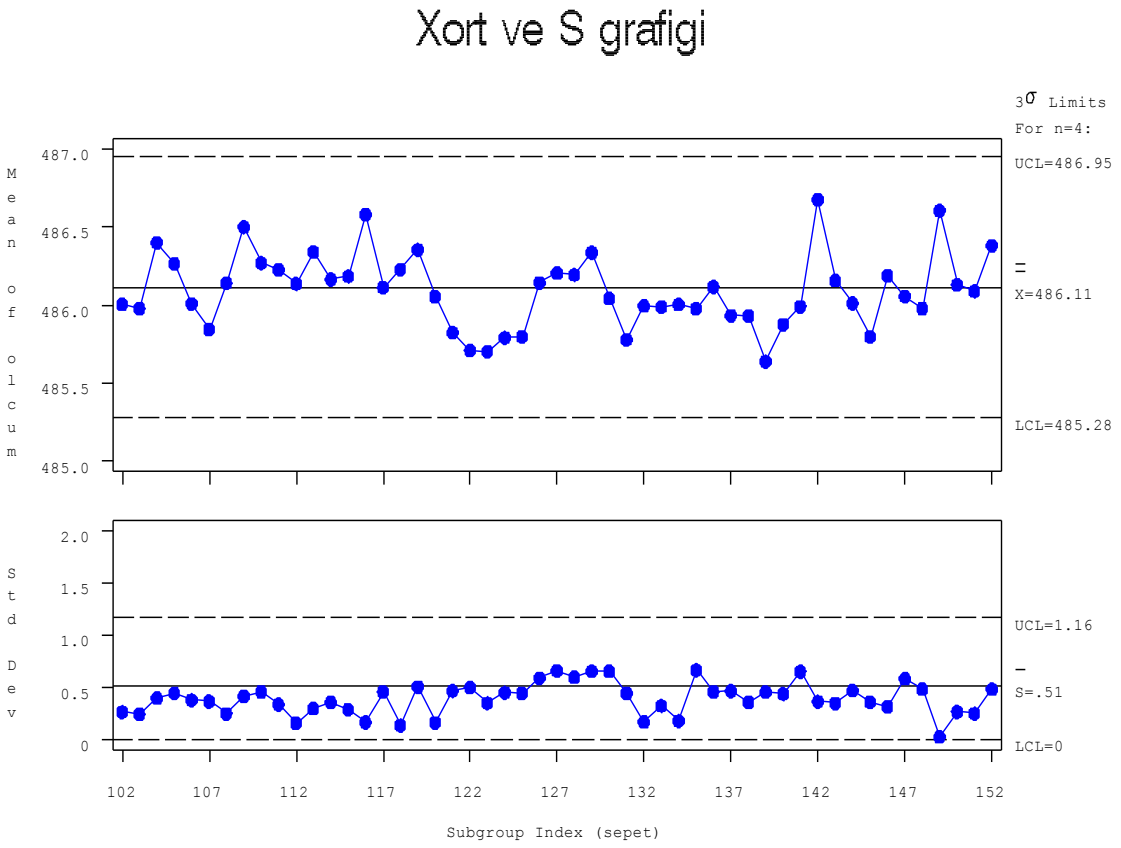


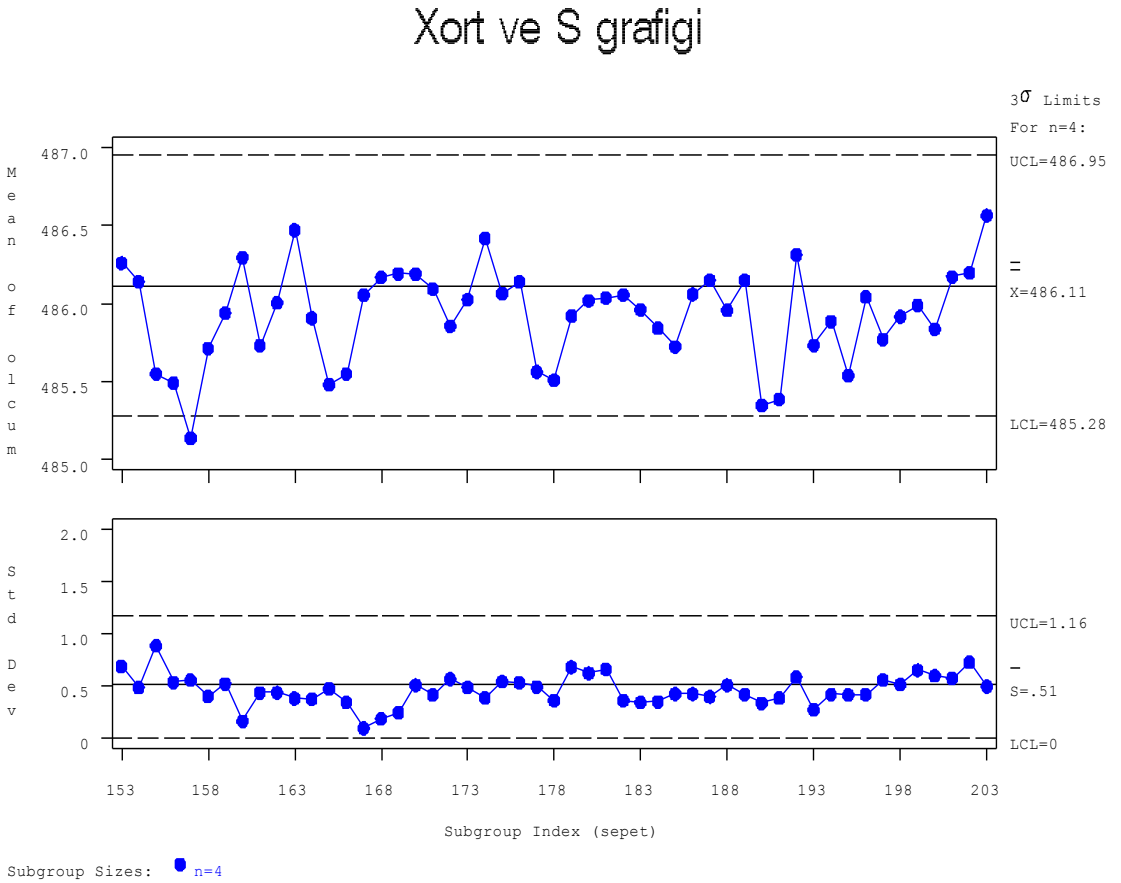
Buradaki tablolarda Xort ve R grafiklerinin verilmesinin nedeni Xort grafiğindeki kontrol limitlerinin sürece bağlı olarak değişimini görmek ve R grafikleriyle bunun sağlamasının yapılmak istenmesidir. Tabloya bakıldığında süreçte hem Xort grafiğinde hem de R grafiğinde sürecin kontrol dışı olduğu çok fazla nokta bulunmaktadır.

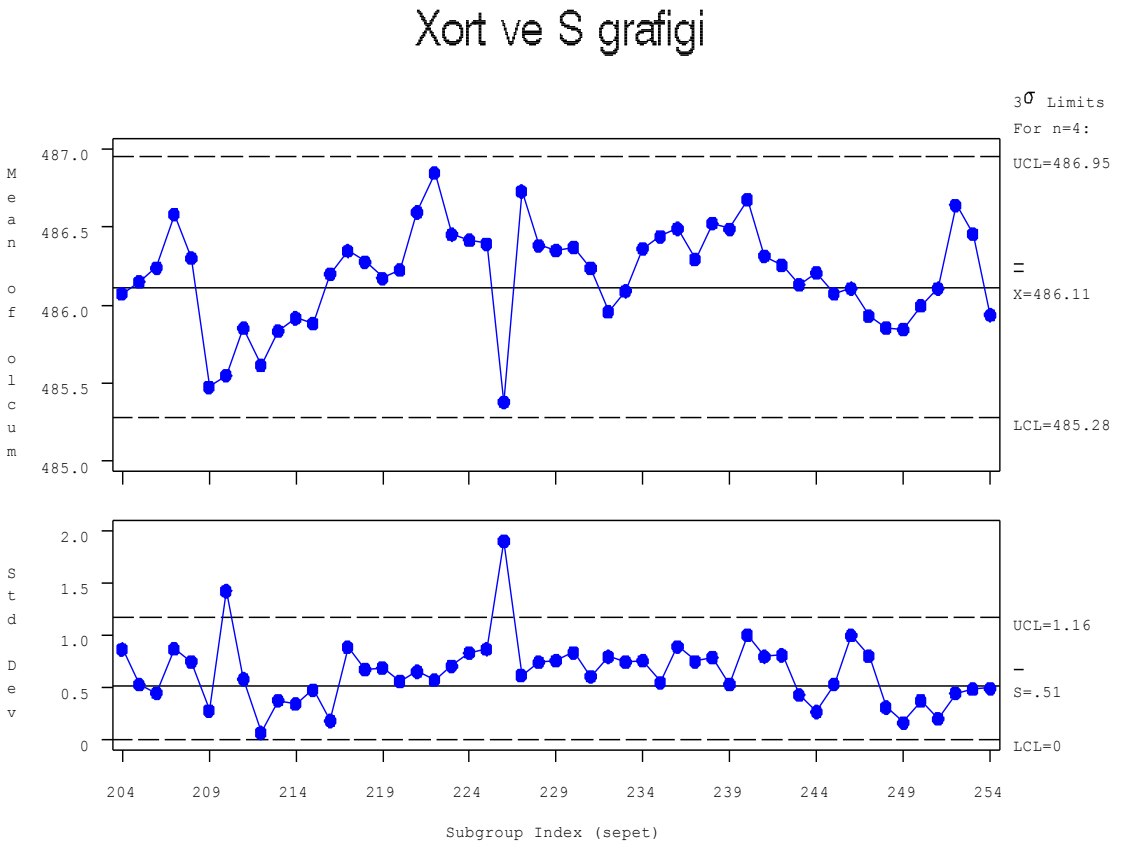
4.5.5.2. X-S Grafikleri

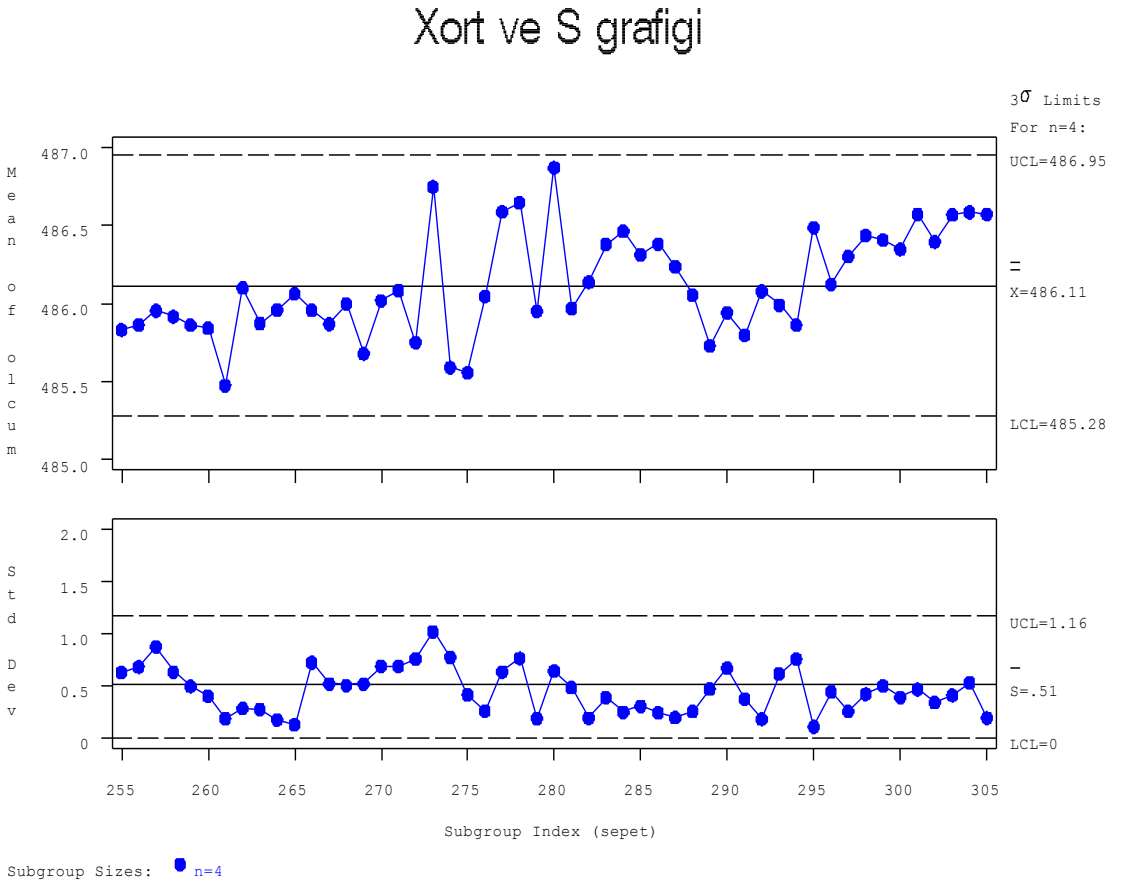


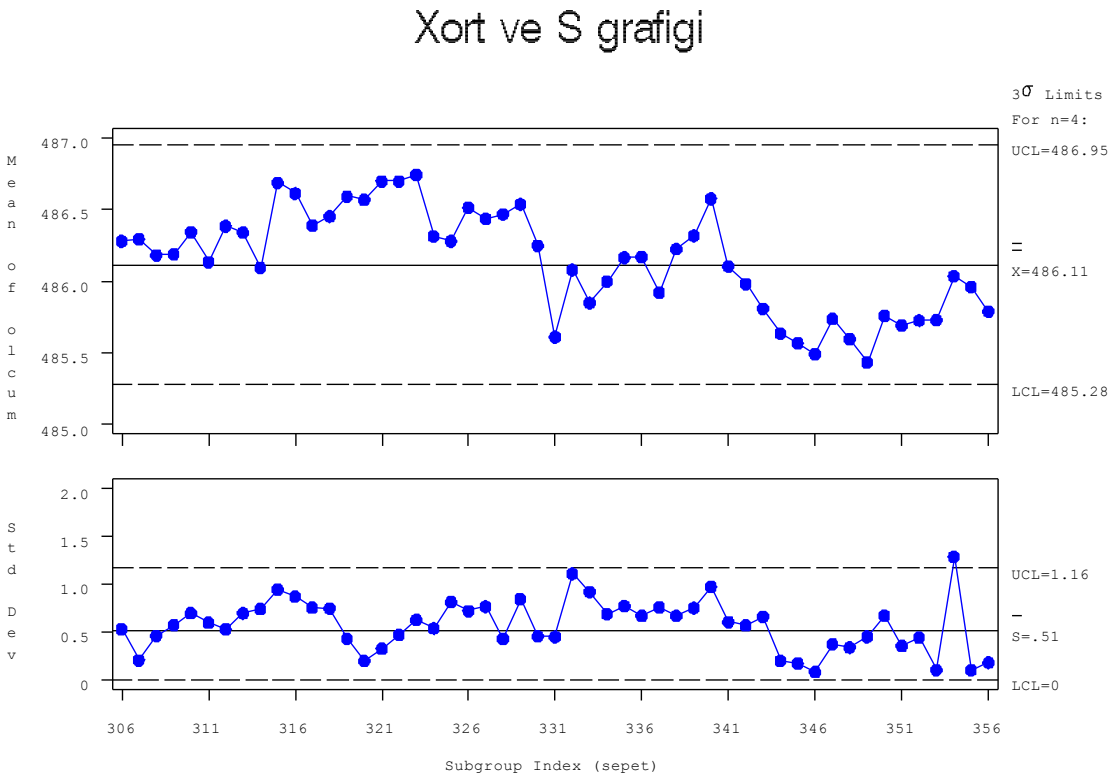


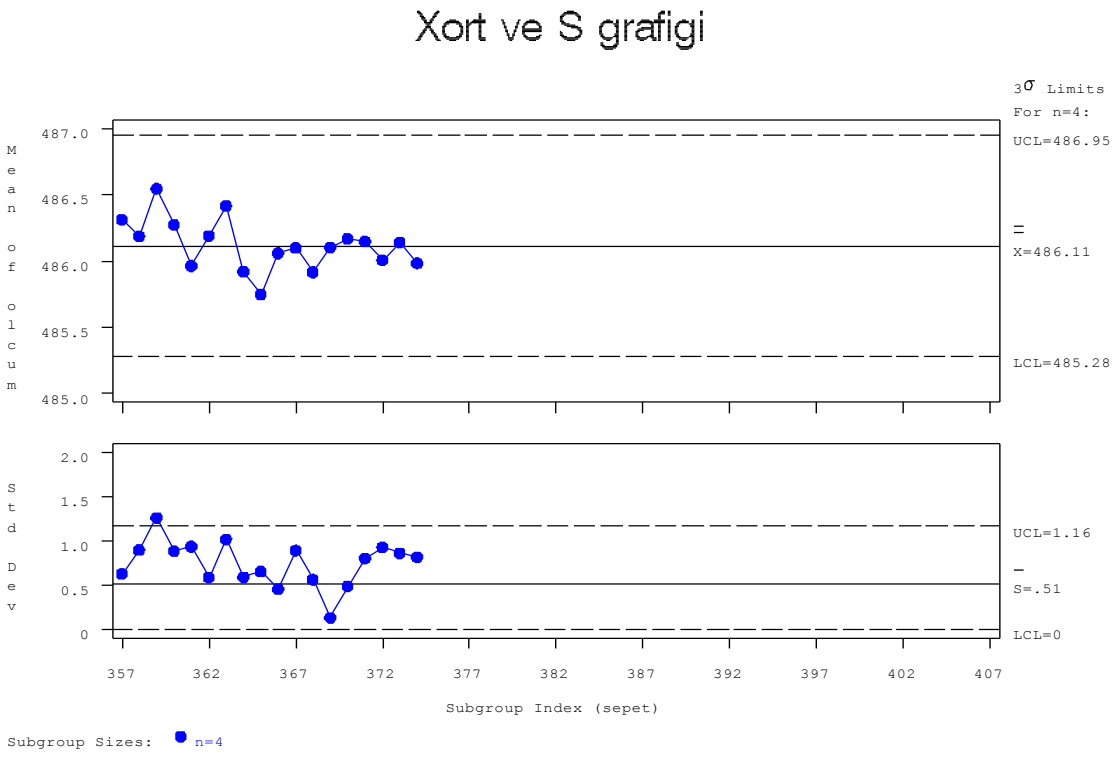

Xort ve S grafigi
3σ Limits
For n=4:
UCL=486.95
X=486.11
LCL=485.28
Mean of olcum
487.0
486.5
486.0
485.5
485.0
Std Dev
2.0
1.5
1.0
0.5
0
UCL=1.16
S=.51
LCL=0
102
107
112
117
122
127
132
137
142
147
152
Subgroup Index (sepet)
Subgroup Sizes: n=4


Xort ve S grafigi
3σ Limits
For n=4:
UCL=486.95
X=486.11
LCL=485.28
Mean of olcum
487.0
486.5
486.0
485.5
485.0
Std Dev
2.0
1.5
1.0
0.5
0
UCL=1.16
S=.51
LCL=0
153
158
163
168
173
178
183
188
193
198
203
Subgroup Index (sepet)
Subgroup Sizes: n=4


Xort ve S grafigi
3σ Limits
For n=4:
UCL=486.95
X=486.11
LCL=485.28
Mean of olcum
487.0
486.5
486.0
485.5
485.0
Std Dev
2.0
1.5
1.0
0.5
0
UCL=1.16
S=.51
LCL=0
204
209
214
219
224
229
234
239
244
249
254
Subgroup Index (sepet)
Subgroup Sizes: n=4


Xort ve S grafigi
3σ Limits
For n=4:
UCL=486.95
X=486.11
LCL=485.28
Mean of olcum
487.0
486.5
486.0
485.5
485.0
Std Dev
2.0
1.5
1.0
0.5
0
UCL=1.16
S=.51
LCL=0
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
Subgroup Index (sepet)
Subgroup Sizes: n=4

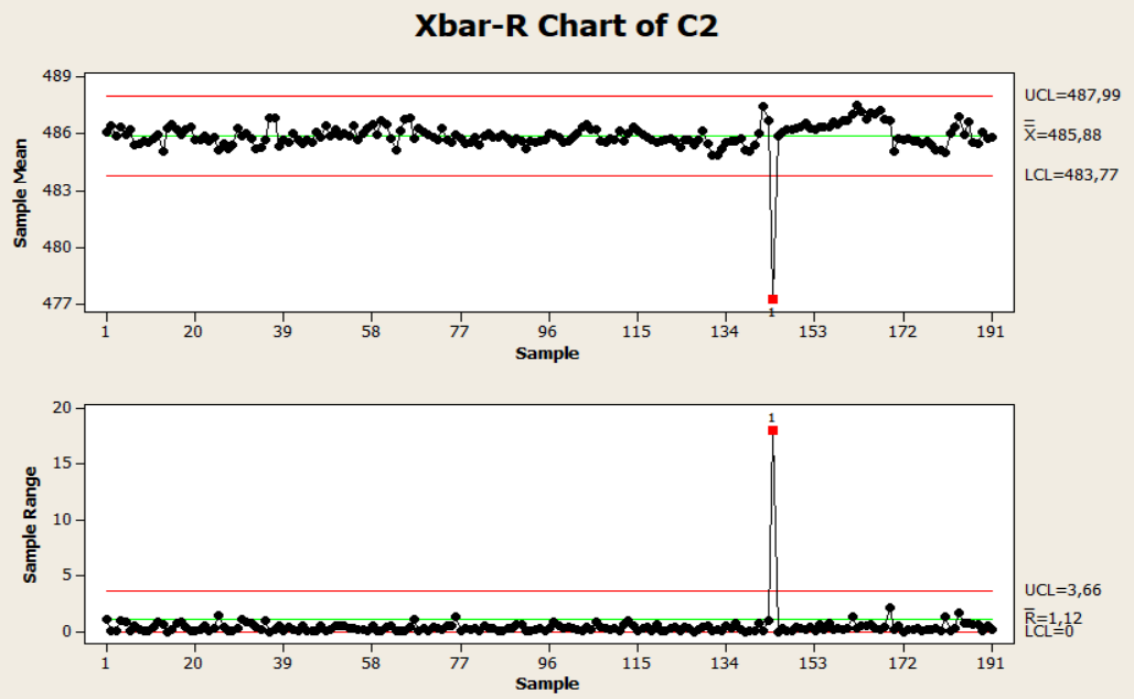


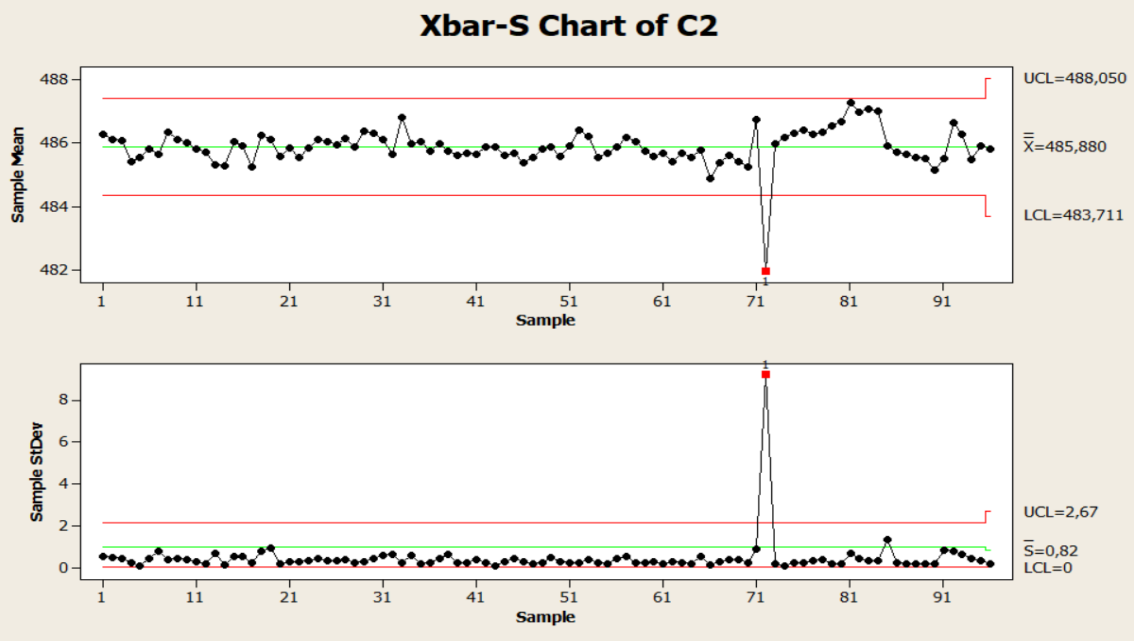


Tabloya bakıldığında süreçte Xort ve R grafiğinde olduğu gibi S grafiği için de sürecin kontrol dışı olduğu çok fazla nokta bulunmaktadır.

4.5.5.3. Teknisyen Bazında Kontrol Grafikleri

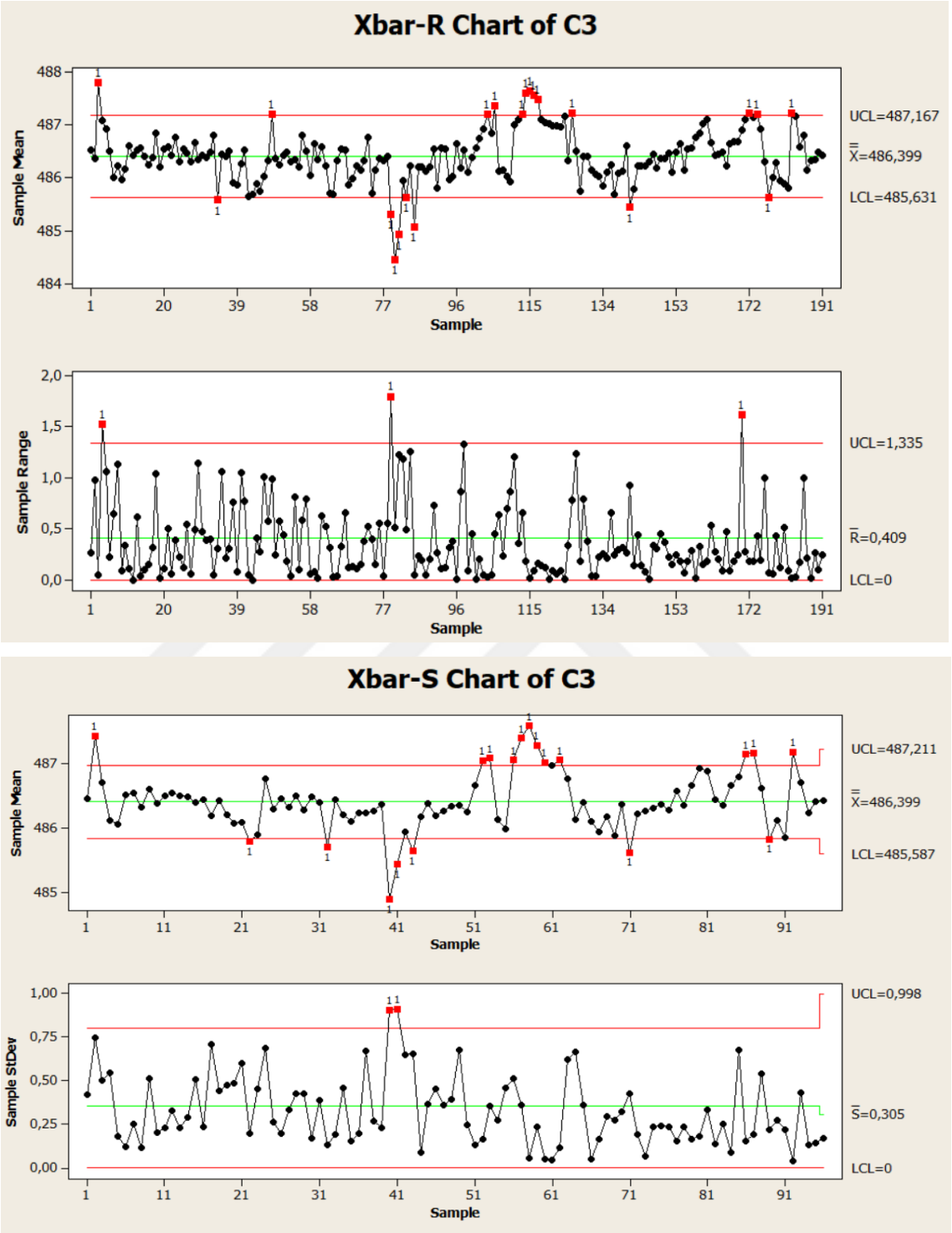
X teknisyeni için;





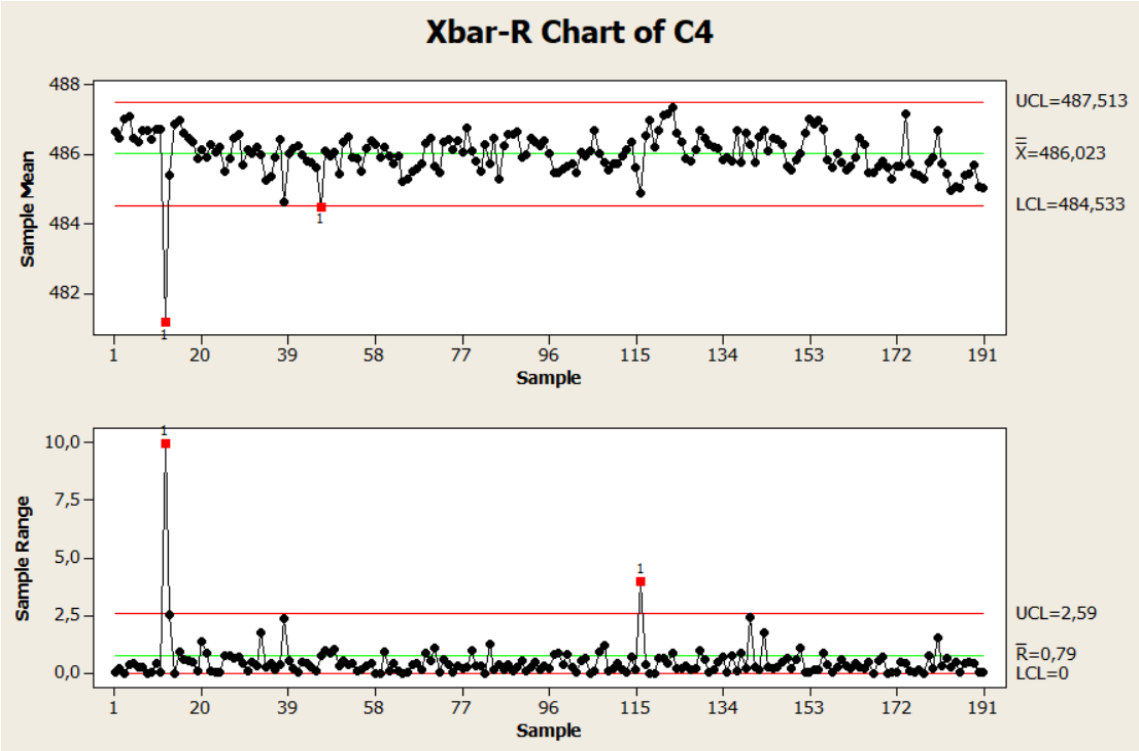
Burada bir tane değerin uç değer olarak ölçülmesi tüm süreci etkilemiş ve alt – üst limitleri etkileyerek sürecin kontrol altında olmadığı yerlerde bile kontrol altındaymış gibi devam etmesini sağlamıştır.

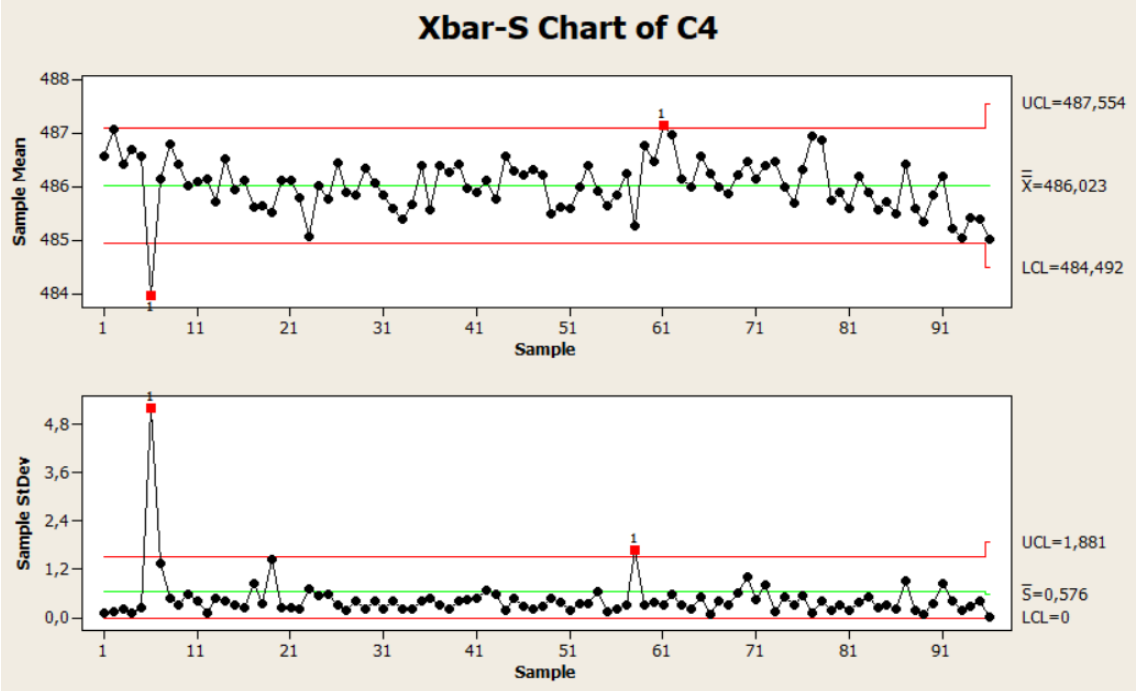
Y teknisyeni için;



Burada süreç sürekli kontrol sınırını aşarak hatalı üretimler yaptığı gözlemlenmiştir. Uç değerler çıkarıldıktan sonra bakılması daha doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlayacağı düşünüldüğü için ilerleyen aşamalarda tekrardan analiz edilecektir.

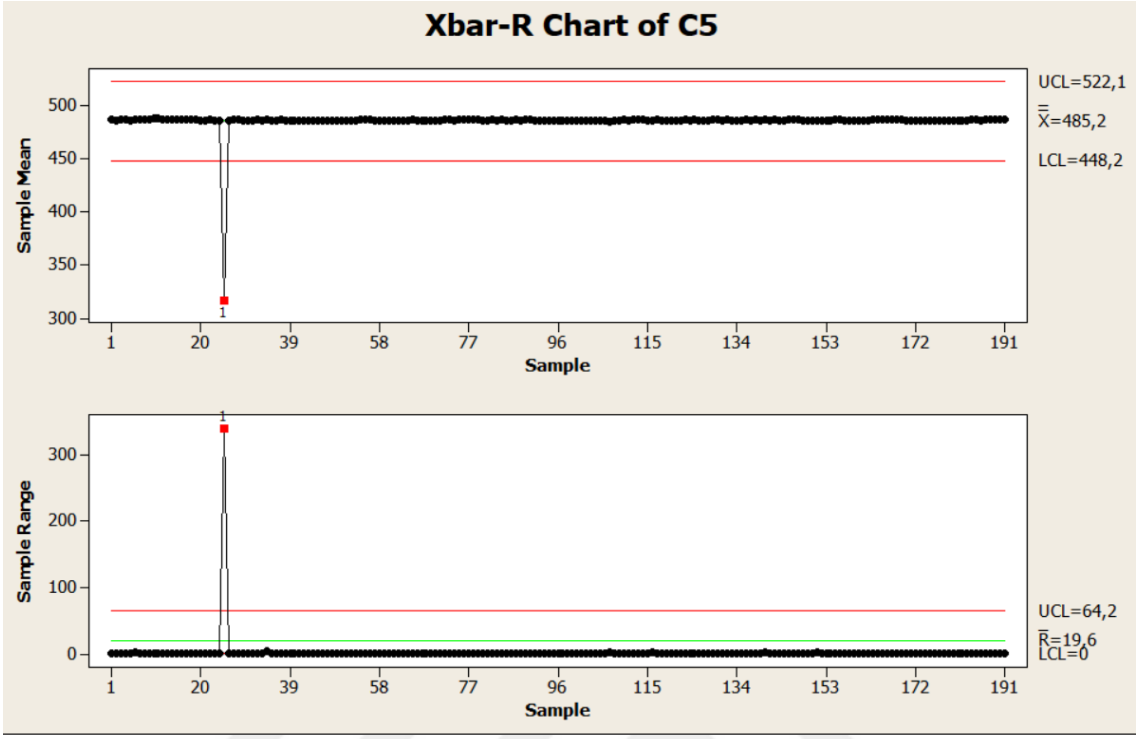
Z teknisyeni için;

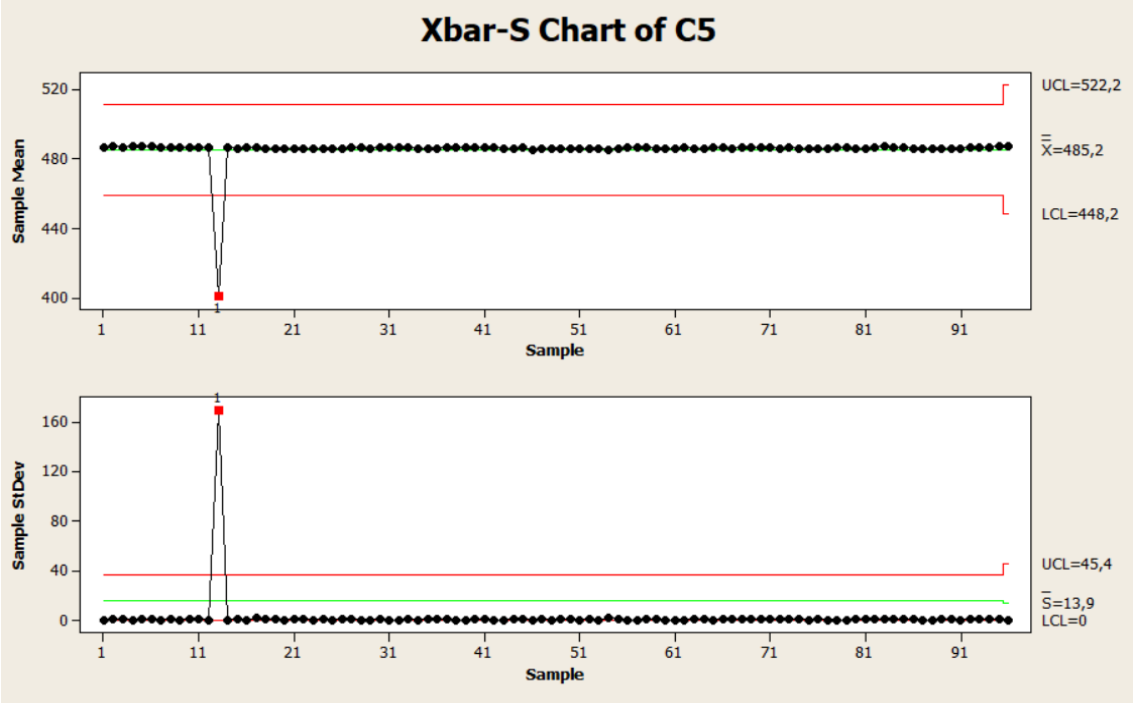




Burada süreç genel olarak 2 noktada kontrol dışında görülmektedir. Dikkatli incelendiğinde kontrol dışında olan noktaların aşırı uç değer olarak veri setini bozduğu ve ortalamayı etkilediği göz önüne alınırsa bu değerler çıkarıldıktan sonra tekrardan incelenmelidir.

T teknisyeni için;

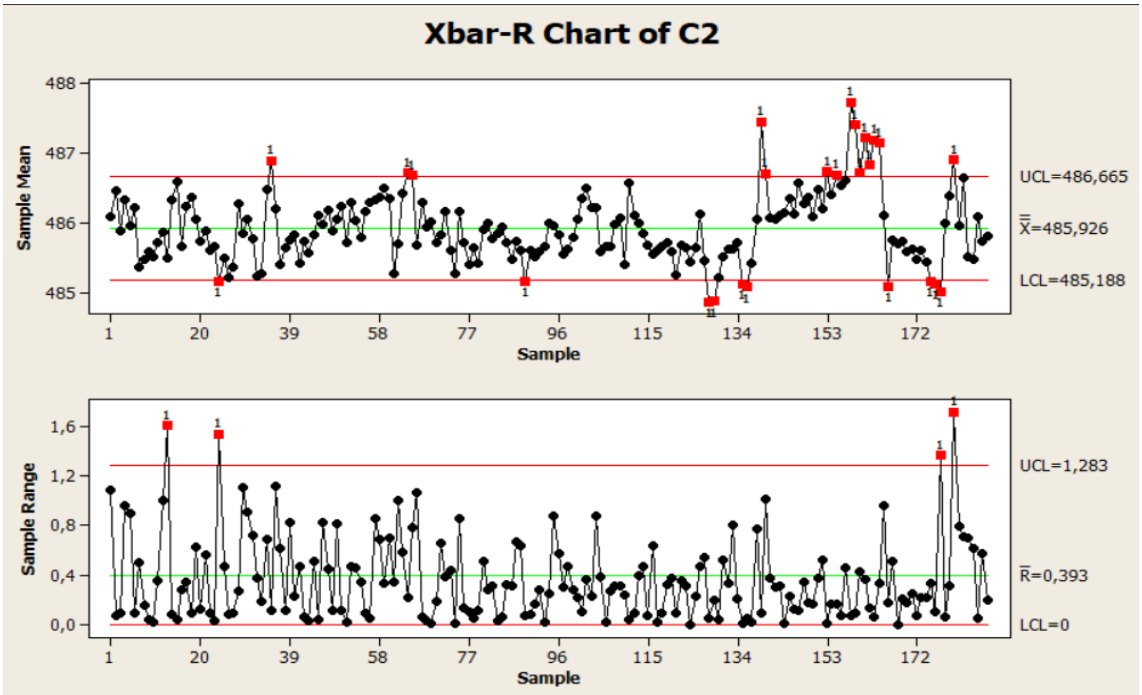


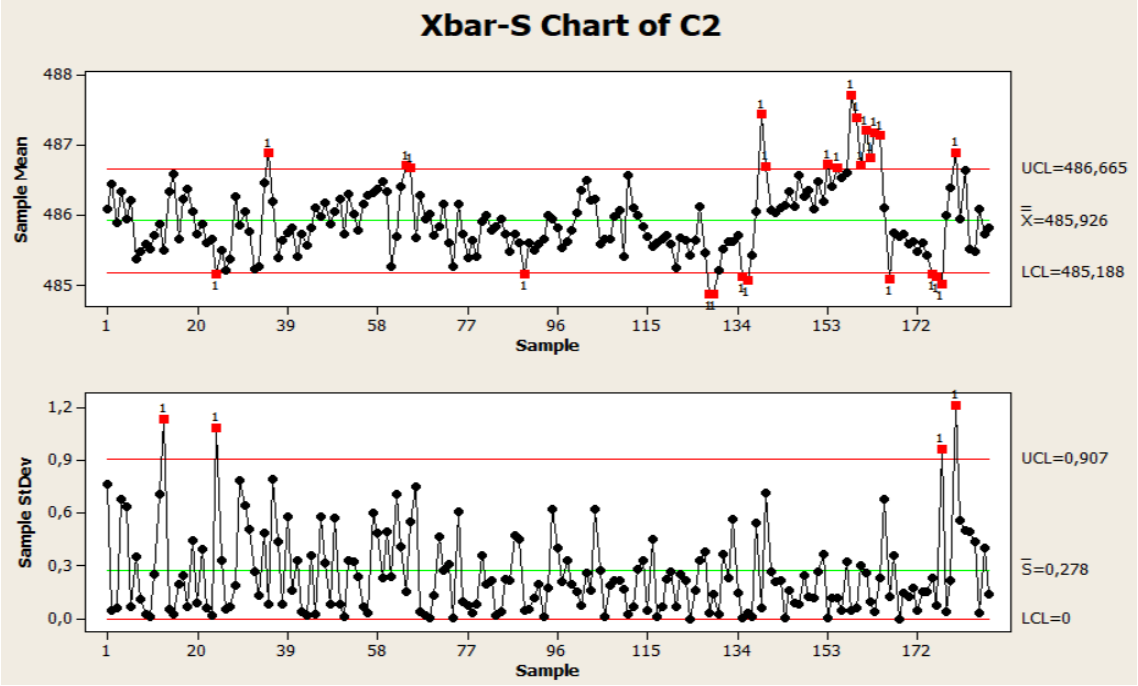


Burada süreç genel olarak 1 noktada kontrol dışında görülmektedir. Bu noktanın da diğer teknisyenlerde olduğu gibi aşırı uç değer olduğu göz önüne alınırsa bu değer çıkarıldıktan sonra tekrardan incelenmelidir.

Aykırı değerler çıkarıldıktan sonra;

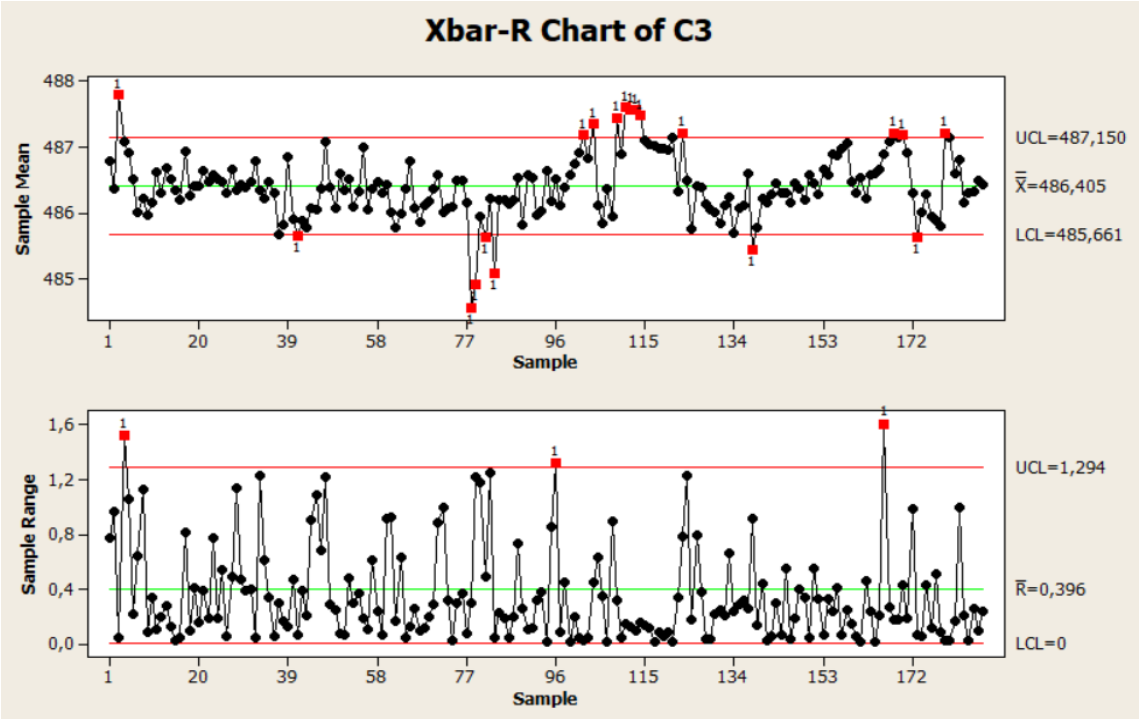
X teknisyeni için;

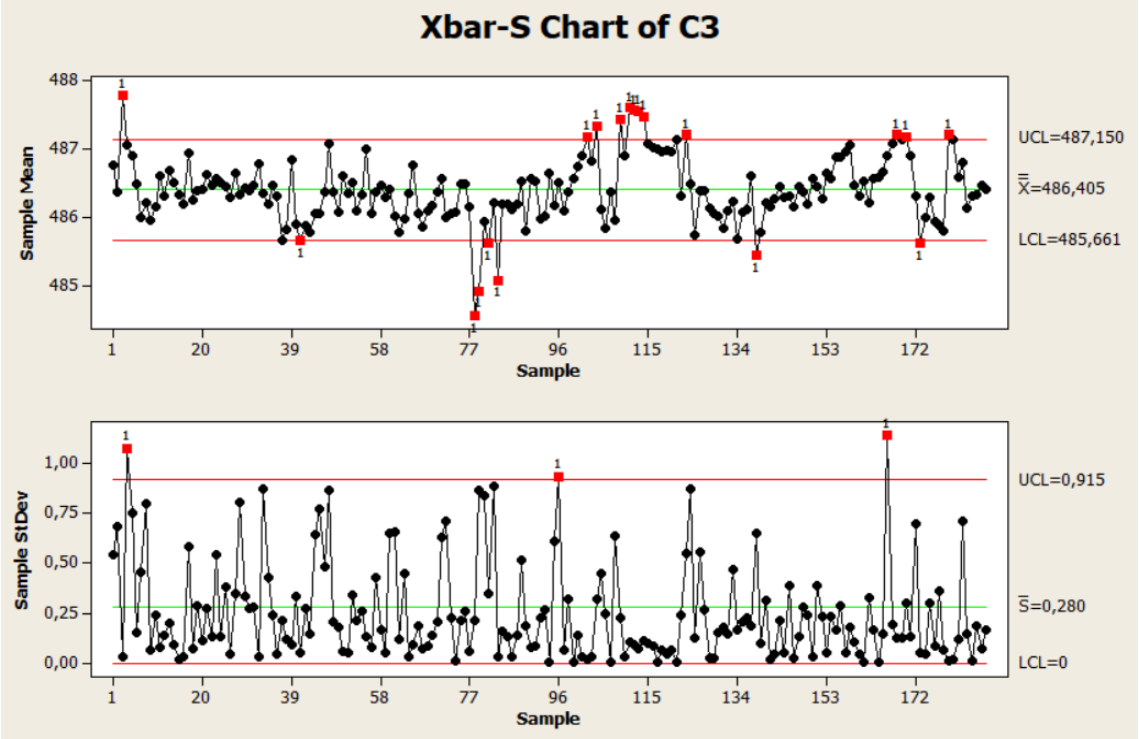




Aykırı değerler çıkarıldıktan sonra X teknisyeni için bakıldığında süreç kontrol dışıdır diyebiliriz. Özellikle sürecin son kısımlarında süreç tamamıyla hatalı üretimlere neden olmaktadır.

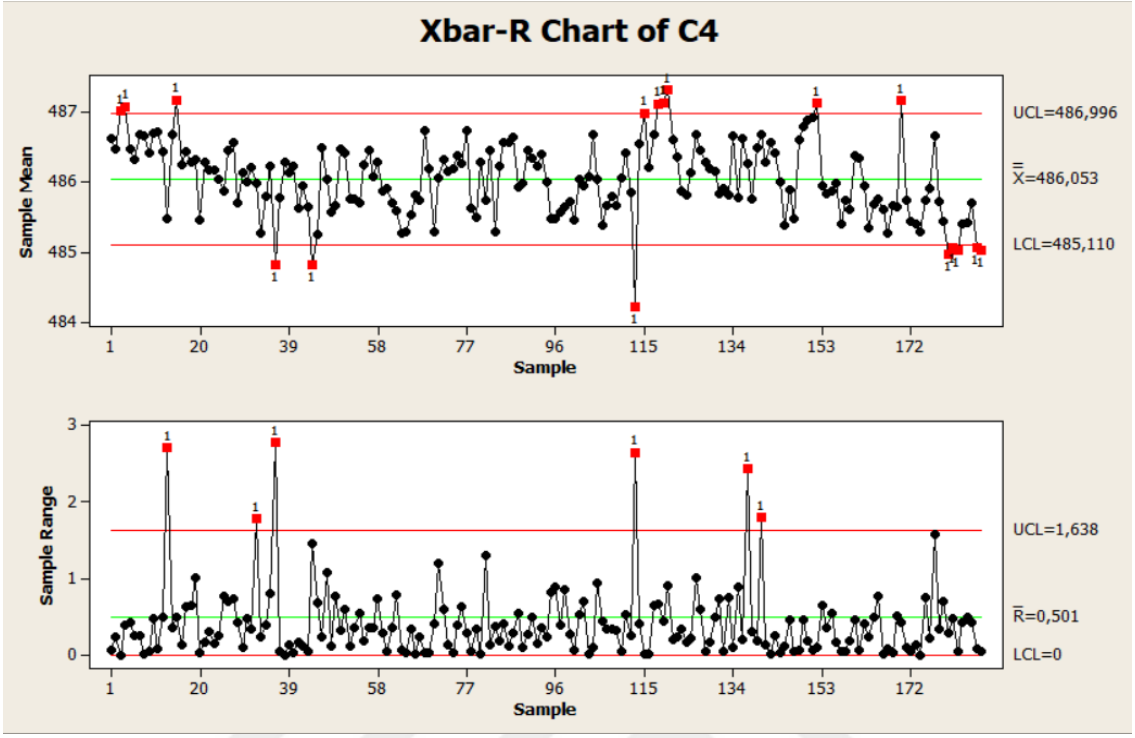
Y teknisyeni için;

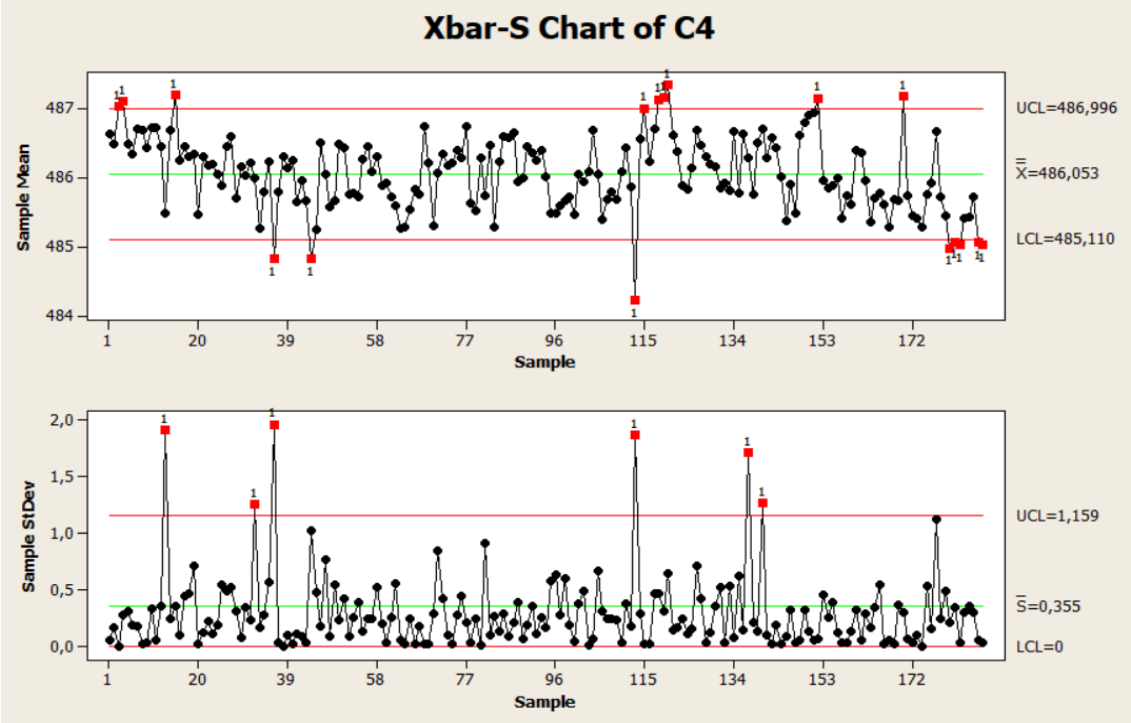




Aykırı değerler çıkarıldıktan sonra Y teknisyeni için bakıldığında sürecin orta kısımdan itibaren sürekli kontrol dışına çıktığı görülmektedir.

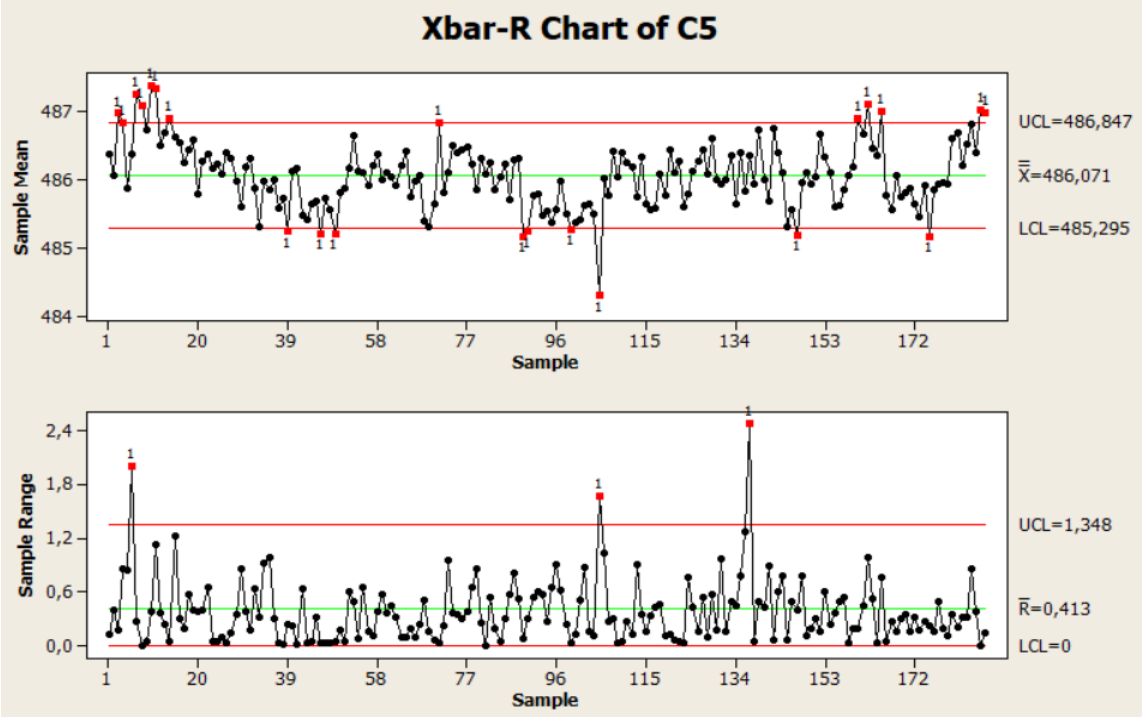
Z Teknisyeni için;

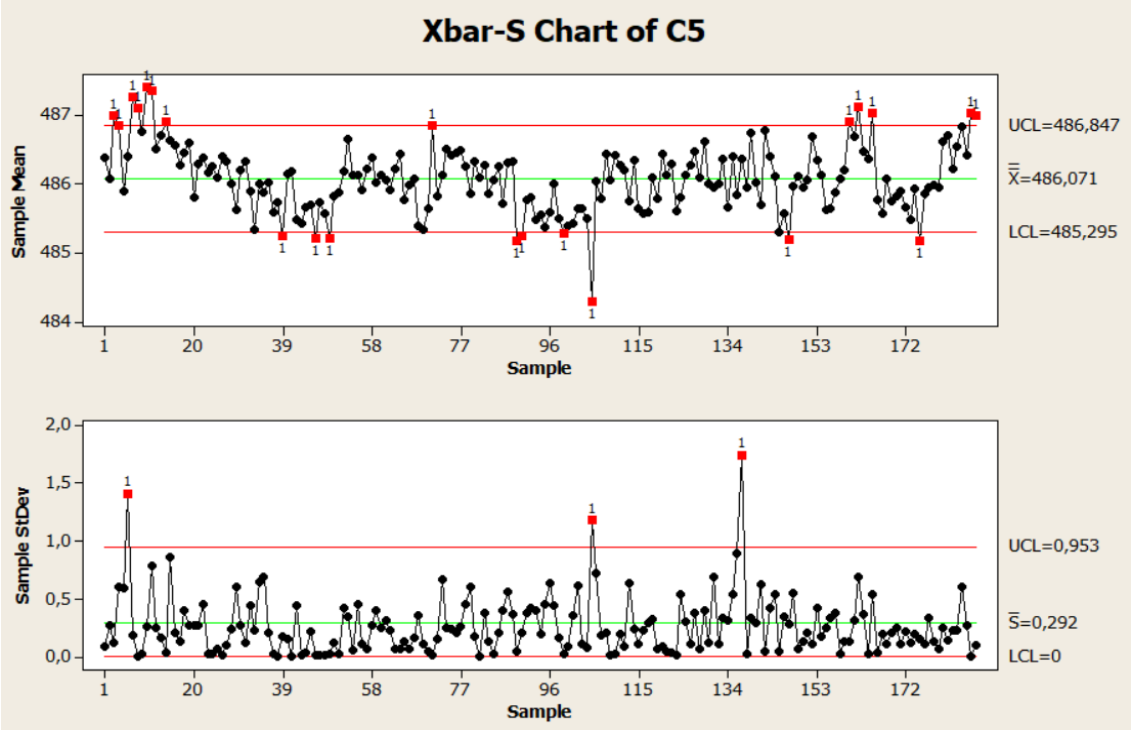




Z teknisyeni için bakıldığında süreç genel anlamda kontrol dışıdır diyebiliriz. Sürecin başında, ortasında ve son kısmında süreç kontrol dışı olduğu açıkça görülmektedir.

T teknisyeni için;





T teknisyeni için bakıldığında süreç her aşamada kontrol dışıdır diyebiliriz. Sürecin her kısmında alt ve üst sınırları aşan değerler sürecin işleyişini bozmaktadır diyebiliriz.

Aykırı Değerler Çıkarıldıktan Sonra Teknisyenlere Göre Sonuçlar;

	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
X	374	485,9261	0,55534	484,34	487,78
Y	374	486,4051	0,54047	486,07	486,36
Z	374	486,0526	0,62006	482,9	487,8
T	374	485,0710	0,54652	483,47	487,9

X teknisyeni için;

TestsforLocation: Mu0=0				
		Test	-Statistic-	----p Value-----
Student's t	t	16921.9	Pr > |t|	<.0001
Sign	M	187	Pr >= |M|	<.0001
SignedRank	S	35062.5	Pr >= |S|	<.0001

TestsforNormality				
		Test	-Statistic-	----p Value-----
Shapiro-Wilk	W	0.979825	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.061726	Pr > D	<0.0100
Cramer-vonMises	W-Sq	0.320814	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	1.957715	Pr > A-Sq	<0.0050

Y teknisyeni için;

TestsforLocation: Mu0=0				
		Test	-Statistic-	----p Value-----
Student's t	t	17404.52	Pr > |t|	<.0001
Sign	M	187	Pr >= |M|	<.0001
SignedRank	S	35062.5	Pr >= |S|	<.0001

TestsforNormality				
		Test	-Statistic-	----p Value-----
Shapiro-Wilk	W	0.986095	Pr < W	0.0012
Kolmogorov-Smirnov	D	0.049039	Pr > D	0.0271
Cramer-vonMises	W-Sq	0.137758	Pr > W-Sq	0.0364
Anderson-Darling	A-Sq	0.957608	Pr > A-Sq	0.0170

Z teknisyeni için;

TestsforLocation: Mu0=0				
		Test	-Statistic-	----p Value-----
Student's t	t	15159.53	Pr > |t|	<.0001
Sign	M	187	Pr >= |M|	<.0001
SignedRank	S	35062.5	Pr >= |S|	<.0001

TestsforNormality				
		Test	-Statistic-	----p Value-----
Shapiro-Wilk	W	0.975145	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.028671	Pr > D	>0.1500
Cramer-vonMises	W-Sq	0.069192	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.68659	Pr > A-Sq	0.0765

T teknisyeni için;

TestsforLocation: Mu0=0				
		Test	-Statistic-	----p Value-----
Student's t	t	17200.16	Pr > |t|	<.0001
Sign	M	187	Pr >= |M|	<.0001
SignedRank	S	35062.5	Pr >= |S|	<.0001

TestsforNormality				
		Test	-Statistic-	----p Value-----
Shapiro-Wilk	W	0.983947	Pr < W	0.0004
Kolmogorov-Smirnov	D	0.037596	Pr > D	>0.1500
Cramer-vonMises	W-Sq	0.069361	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.623676	Pr > A-Sq	0.1043

4 farklı teknisyene göre süreç incelendiği zaman;

Number of observations	1496				
The GLM Procedure					
Source	DF	Sumof Squares	MeanSquare	F Value	Pr > F
Model	3	46.9977104	15.6659035	48.82	<.0001
Error	1492	478.8057738	0.3209154		
Corrected Total	1495	525.8034842			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	veri Mean
0.089383	0.116535	0.566494	486.1137

Source	DF	Type I SS	MeanSquare	F Value	Pr > F
grup	3	46.99771043	15.66590348	48.82	<.0001

Source	DF	Type III SS	MeanSquare	F Value	Pr > F
grup	3	46.99771043	15.66590348	48.82	<.0001

Anova sonucunda teknisyenler açısından bir farklılık bulunmadığı (p>0,05) açıkça görülmektedir.

Class Level Information		
Class	Levels	Values
teknisyen	4	1 2 3 4
ay	3	1 2 3

Number of observations	1496				
The GLM Procedure					
Source	DF	Sumof Squares	MeanSquare	F Value	Pr > F
Model	11	54.4725510	4.9520501	15.59	<.0001
Error	1484	471.3309333	0.3176084		
Corrected Total	1495	525.8034842			

,

R-Square	Coeff Var	Root MSE	veri Mean
0.103599	0.115933	0.563568	486.1137

Source	DF	Type I SS	MeanSquare	F Value	Pr > F
teknisyen	3	46.99771043	15.66590348	49.32	<.0001
ay	2	3.80290750	1.90145375	5.99	0.0026
teknisyen*ay	6	3.67193305	0.61198884	1.93	0.0733

Source	DF	Type III SS	MeanSquare	F Value	Pr > F
teknisyen	3	45.38795363	15.12931788	47.64	<.0001
ay	2	3.80290750	1.90145375	5.99	0.0026
teknisyen*ay	6	3.67193305	0.61198884	1.93	0.0733

Hem aylara hem teknisyenlere göre analiz yapıldığında Anova sonuçlarına bakılacak olursa teknisyen (0,001<0,05) ve aylar (0,0026<0,05) bakımından farklılık bulunmadığı görülürken, teknisyen ve ayların bir arada bulunduğu durumda (0,073>0,05) farklılık olduğu görülmüştür.

The GLM Procedure	
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for veri	
Alpha	0.05
ErrorDegrees of Freedom	1484
ErrorMeanSquare	0.317608
Critical Value of StudentizedRange	3.63738
Minimum SignificantDifference	0.106

TukeyGrouping	Mean	N	teknisyen
A	486.40511	374	2
B	486.07102	374	4
C	486.05257	374	3
D	485.92612	374	1

Tukey'sStudentizedRange (HSD) Test for veri	
Alpha	0.05
ErrorDegrees of Freedom	1484
ErrorMeanSquare	0.317608
Critical Value of StudentizedRange	3.31783

Difference				
ayBetweenSimultaneous 95%				
Comparison Means Confidence Limits				
3 - 1	0.00619	-0.08002	0.09240	
3 - 2	0.10842	0.02866	0.18817	***
1 - 3	-0.00619	-0.09240	0.08002	
1 - 2	0.10223	0.01364	0.19081	***
2 - 3	-0.10842	-0.18817	-0.02866	***
2 - 1	-0.10223	-0.19081	-0.01364	***

Aylar Tukey testiyle kıyaslandığında 3.ay ile 2.ayın, 1.ay ile 2.ayın ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde yaşanan ekonomik sıkıntılar, maliyet artışları, düşük kaliteden kaynaklanan zararlar gibi nedenlerden dolayı firmalar ekonomik olarak zarara uğramakta hatta yok olmanın eşiğine gelmektedir. Firmalar bununla baş etmenin yanı sıra internetten alışveriş sayesinde yurt dışında bulunan bir ürünü de kolayca ulaştıklarından dolayı global olarak mücadele vermek zorundadırlar. Bu yüzden firmalarla mücadele etmenin yanı sıra müşterilerin de isteklerini kolayca karşılanması önemli hale gelmiştir.

Altı Sigma metodolojisinde hedef, müşterinin beklentilerini anlamak, isteklerini ve isteklerinin karşılanmalarını sağlamak ve en kısa zamanda müşterilere geri dönüş sağlayarak doğru ürünü doğru zamanda sunmaktır. Altı Sigma metodolojisinde prosesin kalitesinin iyileştirilmesi ve ölçülmesi konusunda her alanda kullanılmaktadır.

Altı Sigma istatistiği kullanarak ürün ve sürecin ne kadar yolunda olduğu hakkında genel anlamda bilgi vermektedir. Aynı zamanda Altı Sigma sayesinde sürecin hangi aşamasında nasıl bir hatayla karşılaşıldığı da anlaşılmaktadır. Bu gibi avantajları sayesinde firmalar, kendilerini diğer firmalar ile karşılaştırmada ve hangi alanlara yatırım yapılmasını belirleme de Altı Sigma' yı kolaylıkla kullanabilir.

Altı Sigma, firmanın kendi yönetim stratejilerini sınama ve rekabet için geliştirilebilecek stratejileri belirlemede de rehberlik yapar. Süreçlerdeki aksaklıklar giderildikçe daha kaliteli ürüne daha az maliyetle erişilebilir. Bu sayede de müşteri memnuniyeti sağlanarak firma kazancını artırır.

Bu tezde ilk kısımlarda Altı Sigma metodolojisi açıklanmış, literatür kısmında Altı Sigma ile ilgili yapılan bazı çalışmalara değinilmiştir. Daha sonra Altı Sigma'nın tanımı, amacı, yararları açıklanmıştır. Ardından Altı Sigma Organizasyonu (yürütme kurulu, sponsor, uzman kara kuşaklar, kara kuşaklar, yeşil kuşaklar) detaylı bir biçimde verilmiştir. Devamında Altı Sigma' nın Altı İlkesi yani müşteri odaklılık, verilere ve gerçeklere dayalı yönetim, sürece odaklanma – yönetim – iyileştirme, proaktif yönetim, sınırsız işbirliği ve mükemmele yöneliş – başarısızlığa karşı hoşgörü kavramları açıklanmıştır. Daha sonra Altı Sigma' nın uygulama süreci (TÖİAK) açıklandıktan sonra Altı Sigma'da kullanılan istatistiksel yöntemlerin bazılarından (beyin fırtınası, sebep-sonuç diyagramı, histogram, pareto analizi, kontrol grafikleri) detaylı biçimde incelenmiştir.

Uygulama bölümünde ise Arçelik A.Ş. ile ilgili genel bilgiler verildikten sonra firmanın kalite çalışmalarından bahsedilmiştir. Uygulama aşamasında Arçelik Bulaşık

Makinelerinde müşteri şikayetlerinden yola çıkılarak sepet ölçüm değerleri üzerine Altı Sigma metodolojisi uygulanmıştır. Uygulamada sadece gerekli olan istatistiksel yöntemler ele alınarak devam edilmiştir. Müşteriler tarafından iade edilen ya da kötü geri dönüşe neden olan makinelerin genel sorunlarına bakılarak hangi aşamada iyileştirmenin yapılması gerektiğinin anlaşılması firma için önem arz etmektedir.

Müşteri şikayetleri incelendiğinde genel olarak 3 konu üzerinde ağırlıklı olduğu görülmüştür. Bunlar üst sepet şikayetleri (hareket zorluğu, boyut problemi, tekerlek sorunu), alt sepet şikayetleri (hareket zorluğu, boyut problemi, tekerlek sorunu) ve düğme – sistem şikayetleridir. Amaç buradaki müşteri beklentilerini belirlemek ve bu beklentileri karşılamak için atılması gereken adımların belirlenmesidir.

Müşteri şikayetleri dinlenerek oluşturulan ağaç diyagramı ve pareto grafiği sonucunda şikayetlerin yüzde 80’ i teknik sebepler ve bu teknik sebeplerin yüzde 75’ inin de sepetten kaynaklı sorunlar olduğu görülmüştür. Sepetten dolayı oluşan problemlerin yüzde 87,5’ luk kısmıysa alt sepetten dolayı olduğu ve bu sorunların teknik resim ölçümleri üzerine olduğu belirlendikten sonra K05 değerlerinin en büyük sorun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada firma öncelikle K05 değerlerini sınıf aralığına uyum sağlanmasını amaçlamıştır.

Veri hazırlanırken X, Y, Z ve T olmak üzere 4 farklı teknisyenin ölçtüğü K05 sepet ölçümleri 3 ay boyunca farklı günlerde alınarak oluşturulmuştur. Toplamda 1528 veri bulunmaktadır. Sonrasında normallik testlerine bakılmış ve verilerin normal dağılmadığı sonucuna ulaşıldıktan sonra hem aylara göre hem de teknisyenlere göre ayrı ayrı analize devam edilmiştir. Daha sonra sebep sonuç diyagramı, pareto analizi ve kontrol grafikleriyle sonuçlar ayrı ayrı incelenmiştir. Daha sonra veri setinde uç değerler olduğu görülmüştür ve uç değerler çıkarıldıktan sonra analizler tekrar yapılmıştır. Teknisyen bazında incelenen sonuçlarda teknisyene göre hataların farklı zamanlarda gözlemlendiği görülmüştür.

Sonuç olarak bulaşık makinelerindeki geri dönüşlerin K05 sepet ölçülerinden kaynaklandığına, sürecin uç değerler yüzünden alt ve üst sınırların yanlış hesaplanmasından kaynaklı kontrol altında görülmesine rağmen uç değerler çıkarıldıktan sonra yapılan analizler sonucunda sürecin kontrol dışında olduğu görülmüştür. Bu aşamada uç değerler görüldüğü zaman sürecin yeniden düzenlenmesi gerektiği ve K05 sepet ölçülerinin olması gereken aralıklar yeniden düzenlenerek üretimin devam etmesine ve müşterilerden gelen dönüşlere göre yeni aralıkların kullanılabilirliğini gözlemlemeye karar verilmiştir.

KAYNAKLAR

Akbulut, S., 2003, Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Altı Sigma Yaklaşımı ve Bir Deneysel Tasarım Uygulaması, *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.

Akdamar, E., 2014, Yalın Altı Sigma ve Sürekli Süreç İyileştirme Üzerine Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı İstatistik Bilim Dalı*.

Altuğ, M. ve Nalbant, M., 2011, Altı Sigma Projelerinin Rekabete Yönelik Kazanımları: İmalat Sanayindeki Uygulamaların Analizi, *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, Sigma:29 (1), 301-315.

Amirigargari, A., 2018, Sağlık Kurumlarında Altı Sigma Yönetiminin Önemi ve Bir Model Yaklaşımı, Doktora Tezi, *Okan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı*.

Aslan, D. ve Demir, S., 2005, Laboratuar Tıbbında Altı Sigma Kalite Yönetimi, *Türk Biyokimya Dergisi*, 30 (1), 272-278.

Atmaca, E. ve Girenes, S. Ş., 2009a, Literatür Araştırması: Yalın Altı Sigma Metodolojisi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 24 (1), 605-612.

Atmaca, E. ve Girenes, S. Ş., 2009b, Literatür Araştırması: Altı Sigma Metodolojisi, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14 (1), 111-126.

Çabuk, Y. ve Karayılmazlar, S., 2010, Altı Sigma Yaklaşımı, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12 (1), 93-99.

Devecioğlu, S. ve Yücel, A. S., 2012, Spor Sektörü ve Altı Sigma Yönetim Modeli, *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1 (1), 17-24.

Firuzan, A. R., Kuvvetli, Ü. ve Gerger, A., 2012, Altı Sigma Metodolojisi ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama, *Journal of Yasar University*, 25 (1), 4176-4188.

Gerger, A. ve Demir, B., 2010, Otomotiv Servis Hizmetlerinde Yalın Altı Sigma Kullanımı ile Servis Müşteri Memnuniyet Oranının Arttırılmasına Yönelik Bir Örnek, *Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2 (1), 33-47.

Gerger, A. ve Firuzan, A. R., 2010, Yalın Altı Sigma Projelerinin Başarısız Olma Nedenleri, *Journal of Yasar University*, 20 (1), 3383-3393.

Güner, M., Akman, Ü. ve Yücel, Ö., 2010, Erkek Gömleği Üretim Sürecinin Altı Sigma Yöntemiyle İyileştirilmesi, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1 (1), 75-81.

Hahn, J. G., Hill, J. W., Hoerl, W. R. ve Zinkgraf, A. S., 1999, The Impact of Six Sigma Improvement – A Glimpse Into The Future of Statistics, *The American Statistician*, 53 (1), 208-215.

Hoerl, R. W., 2001, Six Sigma Black Belts:What Do They Need To Know?, *Journal Of Quality Technology*, 33 (1), 391-406.

Işığıçok, E., 2011, 100 Soruda Altı Sigma, *Bursa*, Marmara Kitabevi, p.

Işığıçok, E., 2012, Toplam Kalite Yönetimi Bakış Açısıyla İstatistiksel Kalite Kontrol, *Bursa*, Ezgi Kitabevi, p.

Karakoç, H., 2017, Yalın Altı Sigma Teknikleri ve Bir Gıda Firmasında Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı*.

Pande, P. S., Neuman, R. P. ve Cavanagh, R. N., 2003, Six Sigma Yolu, *İstanbul*, p.

Sofyalıoğlu, Ç., 2009, Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile Uygun Altı Sigma Metodolojisinin Seçimi, *Celal Bayar Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 16 (1).

Şenol, G. ve Anbar, A., 2010, Altı Sigma ve Finans Sektöründe Altı Sigma Uygulamaları, *İşletme ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 73-86.

Terzi, G., 2016, Hizmet Sektöründe Altı Sigma ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Bölümü Yönetim Bilimi Programı*.

Tezsürücü, D. ve Tunail, İ., 2010, Altı Sigma Metodolojisi ve Otomotiv Sektöründe Bir Örnek Olay İncelemesi, *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8 (1), 129-146.

Yavuz, S., 2006, Altı Sigma Yaklaşımı ve Bir Sanayi İşletmesinde Uygulama, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.

EKLER

Veri Seti: Bulaşık Makinesi Alt Sepet iç genişliği ölçüsü (K05)

486,6 ± 0,8 487,4 / 485,8				TARİH
X	Y	Z	T	
486,64	487,16	486,68	486,32	02.01.2006
485,56	486,39	486,60	486,44	02.01.2006
486,42	486,85	486,37	485,88	02.01.2006
486,49	485,88	486,61	486,27	02.01.2006
485,94	487,76	487,03	486,90	03.01.2006
485,85	487,81	487,03	487,07	03.01.2006
485,86	487,83	486,90	487,28	03.01.2006
486,82	486,31	487,30	486,42	03.01.2006
486,41	487,44	486,27	486,31	03.01.2006
485,51	486,38	486,71	485,47	03.01.2006
486,17	486,61	486,48	485,39	03.01.2006
486,27	486,39	486,21	487,39	03.01.2006
485,13	485,68	486,57	487,13	04.01.2006
485,63	486,32	486,83	487,39	04.01.2006
485,57	486,78	486,70	487,10	04.01.2006
485,41	485,65	486,67	487,10	04.01.2006
485,61	486,00	486,46	486,77	04.01.2006
485,57	485,91	486,41	486,73	04.01.2006
485,51	486,32	486,48	487,21	04.01.2006
485,53	485,98	486,96	487,58	05.01.2006
485,54	486,66	486,77	486,78	05.01.2006
485,90	486,55	486,68	487,90	05.01.2006
485,53	486,41	476,19	486,39	05.01.2006
486,38	486,41	486.19	486,69	05.01.2006
485,38	486,21	486,70	486,33	06.01.2006
484,70	486,82	484,14	486,82	06.01.2006
486,30	486,54	486,85	486,59	06.01.2006
486,30	486,58	486,87	486,88	06.01.2006
486,38	486,45	486,51	486,93	06.01.2006
486,62	486,35	487,45	486,02	07.01.2006
486,58	486,32	486,94	487,24	07.01.2006
485,81	486,17	486,33	486,41	07.01.2006
485,53	486,22	486,18	486,71	07.01.2006
486,41	486,53	486,77	486,18	08.01.2006
486,06	487,35	486,13	486,36	08.01.2006
486,43	486,31	486,63	486,17	16.01.2006
486,33	486,21	485,97	486,73	16.01.2006

486,38	486,19	485,83	486,79	16.01.2006
485,75	486,60	486,84	486,40	16.01.2006
485,68	486,49	485,44	485,99	16.01.2006
485,81	486,33	485,48	485,61	16.01.2006
485,61	486,83	486,39	486,48	17.01.2006
486,17	486,44	486,21	486,09	17.01.2006
485,66	486,38	486,34	486,71	17.01.2006
485,57	486,57	486,02	486,06	17.01.2006
485,69	486,96	486,11	486,15	18.01.2006
485,66	486,19	486,27	486,19	18.01.2006
485,93	486,41	486,19	486,27	18.01.2006
485,86	486,48	485,14	146,31	18.01.2006
484,40	486,60	485,92	486,23	18.01.2006
485,74	486,73	485,5	486,05	19.01.2006
485,27	486,19	486,27	486,14	19.01.2006
485,19	486,27	486,81	486,39	19.01.2006
485,27	486,33	486,11	486,41	19.01.2006
485,33	486,41	486,22	486,39	19.01.2006
485,43	486,90	486,96	486,25	20.01.2006
486,14	486,91	485,49	485,83	20.01.2006
486,41	485,77	485,93	486,17	20.01.2006
486,41	486,19	486,21	485,19	20.01.2006
485,30	486,66	486,10	486,05	20.01.2006
485,60	486,58	485,78	486,01	21.01.2006
486,51	486,19	486,27	486,39	21.01.2006
486,14	486,27	486,39	486,41	21.01.2006
485,42	486,67	486,05	486,24	21.01.2006
485,43	486,81	486,89	486,20	21.01.2006
485,05	486,76	485,11	485,57	22.01.2006
485,37	485,73	485,39	485,17	22.01.2006
485,14	485,43	485,10	489,07	22.01.2006
485,18	486,96	485,15	485,49	22.01.2006
486,13	485,90	485,60	485,54	22.01.2006
486,82	486,51	486,00	486,45	22.01.2006
486,83	486,30	485,83	485,38	23.01.2006
486,95	486,64	486,64	486,36	23.01.2006
486,76	486,34	486,22	486,17	23.01.2006
485,64	486,28	483,44	485,87	23.01.2006
485,09	485,52	485,82	485,60	24.01.2006
485,71	485,82	485,76	485,57	24.01.2006
485,59	485,90	486,31	485,74	24.01.2006
485,71	485,73	486,30	485,73	24.01.2006
485,35	486,78	486,07	485,37	25.01.2006
486,17	486,91	486,22	485,13	25.01.2006
485,94	486;14	486,27	486,04	26.01.2006
485,71	485,67	486,23	486,25	26.01.2006

485,66	485,62	485,73	486,18	26.01.2006
485,19	485,69	485,56	486,19	26.01.2006
485,77	485,69	486,03	485,17	26.01.2006
485,71	486,08	485,90	485,80	27.01.2006
485,59	485,67	485,64	485,43	27.01.2006
485,56	485,88	485,69	485,41	27.01.2006
485,58	485,61	485,56	485,68	27.01.2006
486,09	486,52	484,10	485,63	28.01.2006
486,13	485,51	484,91	485,54	28.01.2006
486,09	486,60	485,60	485,85	30.01.2006
485,57	486,03	486;63	485,20	30.01.2006
486,39	486,71	486,38	485,22	30.01.2006
486,41	487,69	485,51	485,73	30.01.2006
485,96	486,47	486,60	485,75	30.01.2006
485,83	486,23	485,51	485,58	31.01.2006
485,95	486,52	485,64	485,56	31.01.2006
486,46	485,95	485,28	485,23	31.01.2006
485,65	486,20	486,06	485,19	31.01.2006
486,18	486,64	486,65	485,90	01.02.2006
486,30	486,56	486,32	485,73	01.02.2006
485,74	486,38	486,73	485,90	01.02.2006
485,72	486,31	486,13	485,86	01.02.2006
486,07	486,27	485,70	485,88	01.02.2006
486,54	486,75	485,83	486,48	02.02.2006
486,26	485,94	485,96	486,90	02.02.2006
485,80	486,24	485,59	486,41	02.02.2006
485,63	486,14	485,44	486,17	02.02.2006
485,97	486,51	486,00	486,09	02.02.2006
486,11	487,09	486,36	486,44	02.02.2006
486,21	486,90	486,17	485,80	02.02.2006
486,32	486,11	486,64	485,84	03.02.2006
486,27	486,00	486,28	486,00	03.02.2006
486,76	486,06	486,27	486,27	03.02.2006
485,91	486,67	485,91	486,17	03.02.2006
486,03	486,59	485,93	486,19	03.02.2006
486,72	486,35	486,68	486,57	03.02.2006
486,66	486,33	485,74	485,73	03.02.2006
486,33	486,26	486,03	486,30	03.02.2006
486,70	486,88	485,90	485,94	04.02.2006
486,00	485,96	485,96	486,30	04.02.2006
485,45	486,48	485,53	485,84	04.02.2006
485,11	485,55	485,90	486,28	04.02.2006
485,20	485,86	486,00	485,76	05.02.2006
486,20	485,69	485,20	486,08	06.02.2006
486,13	485,66	485,23	486,18	06.02.2006
486,71	486,29	485,31	486,27	06.02.2006

486,83	486,33	485,27	486,39	06.02.2006
486,61	486,38	485,31	486,48	06.02.2006
487,07	486,71	485,72	485,85	06.02.2006
486,29	486,84	485,37	485,67	06.02.2006
485,15	486,19	485,84	485,94	07.02.2006
486,21	485,93	485,81	486,03	07.02.2006
486,33	485,81	485,63	486,19	07.02.2006
486,27	485,91	485,88	485,96	07.02.2006
485,96	486,04	486,77	485,14	08.02.2006
485,93	486,16	486,73	485,65	08.02.2006
486,03	486,27	486,19	485,25	09.02.2006
486,02	486,07	486,23	485,41	09.02.2006
485,62	486,22	485,10	485,62	10.02.2006
485,81	486,51	485,51	485,68	10.02.2006
485,51	486,13	485,47	486,86	10.02.2006
486,17	487,02	486,67	486,84	10.02.2006
486,37	486,50	486,04	485,72	10.02.2006
485,98	485,50	486,64	485,93	10.02.2006
485,40	485,90	486,25	485,65	10.02.2006
485,84	486,22	486,10	486,60	11.02.2006
485,28	486,07	486,19	486,69	11.02.2006
485,27	486,09	486,23	486,33	11.02.2006
486,60	486,64	486,60	486,58	11.02.2006
485,74	486,34	486,20	486,24	11.02.2006
485,80	486,30	485,96	486,30	11.02.2006
485,66	486,67	486,60	486,60	11.02.2006
485,35	486,12	486,90	486,67	11.02.2006
485,46	486,20	486,60	486,30	11.02.2006
485,62	484,41	485,61	486,57	12.02.2006
485,96	484,20	485,99	486,05	12.02.2006
485,67	484,71	485,66	485,93	12.02.2006
485,48	484,31	485,34	485,43	12.02.2006
485,36	485,53	485,69	486,28	12.02.2006
485,66	485,35	486,30	486,45	12.02.2006
486,17	486,53	486,28	486,20	13.02.2006
485,86	485,87	485,10	486,10	13.02.2006
486,14	485,38	486,40	486,10	13.02.2006
485,94	486,85	486,55	486,54	13.02.2006
485,63	485,60	486,40	486,00	13.02.2006
485,83	485,05	485,10	485,95	13.02.2006
485,86	485,10	485,48	485,77	13.02.2006
485,92	486,08	486,14	486,08	14.02.2006
485,98	486,31	486,34	486,04	14.02.2006
485,89	486,10	486,38	486,40	14.02.2006
485,57	486,29	486,80	486,10	14.02.2006
485,64	486,10	486,64	486,00	14.02.2006

485,33	486,15	486,51	485,44	14.02.2006
485,40	486,30	486,50	485,90	15.02.2006
486,07	486,10	486,80	486,70	15.02.2006
485,30	486,17	486,21	486,58	15.02.2006
485,94	486,90	485,66	486,06	16.02.2006
485,14	485,94	486,04	485,14	16.02.2006
485,21	485,68	485,94	485,21	16.02.2006
485,65	486,62	486,32	485,10	17.02.2006
485,57	486,51	486,60	485,40	17.02.2006
485,43	486,60	486,62	485,50	18.02.2006
485,60	486,48	486,11	486,04	18.02.2006
485,45	486,13	486,17	486,10	18.02.2006
485,73	485,81	486,33	485,50	20.02.2006
485,65	485,83	486,22	485,20	20.02.2006
485,67	486,21	486,59	485,77	20.02.2006
486,13	486,65	486,14	485,68	20.02.2006
485,88	486,64	485,90	485,41	21.02.2006
486,40	486,60	485,90	485,70	21.02.2006
485,52	485,74	485,08	485,06	21.02.2006
485,54	485,86	485,03	485,13	21.02.2006
486,11	487,18	485,93	486,03	22.02.2006
485,40	486,06	485,79	485,69	22.02.2006
485,70	486,15	485,39	486,31	22.02.2006
485,39	486,15	485,23	485,39	22.02.2006
485,86	486,60	486,09	485,62	22.02.2006
485,66	486,57	485,59	485,27	22.02.2006
485,94	486,56	485,87	485,30	22.02.2006
486,16	486,84	485,51	485,45	23.02.2006
485,94	486,64	485,44	485,33	23.02.2006
486,30	486,93	485,79	485,67	23.02.2006
486,41	486,88	486,33	485,17	23.02.2006
486,69	487,20	486,30	486,07	23.02.2006
486,32	487,17	485,60	485,20	24.02.2006
486,10	486,85	486,08	485,57	24.02.2006
486,33	486,80	486,10	485,73	24.02.2006
486,67	487,57	486,64	485,45	24.02.2006
485,79	487,12	486,74	485,56	24.02.2006
485,40	485,80	485,57	485,14	24.02.2006
485,79	486,43	486,52	483,47	24.02.2006
485,40	486,25	486,41	485,39	24.02.2006
485,67	486,02	485,17	486,55	25.02.2006
485,65	485,67	485,62	485,52	25.02.2006
485,80	486,37	485,51	485,66	25.02.2006
485,53	486,36	485,86	485,92	25.02.2006
485,83	485,50	485,63	486,57	25.02.2006
486,14	486,40	485,98	486,28	25.02.2006

486,23	487,60	485,52	486,04	27.02.2006
485,92	487,28	485,85	486,06	27.02.2006
485,29	486,92	486,05	486,43	27.02.2006
485,53	486,87	486,11	486,39	27.02.2006
486,56	487,53	486,16	486,13	27.02.2006
486,60	487,68	486,70	486,40	27.02.2006
486,06	487,50	485,99	486,26	28.02.2006
486,16	487,63	485,73	486,14	28.02.2006
486,21	487,61	485,55	486,20	28.02.2006
485,81	487,51	482,90	485,30	28.02.2006
486,06	487,60	486,90	486,68	28.02.2006
486,08	487,55	486,76	486,52	28.02.2006
485,61	487,39	486,35	486,18	01.03.2006
485,66	487,02	486,99	485,73	01.03.2006
485,73	487,16	487,02	485,57	01.03.2006
485,88	487,09	486,24	485,74	01.03.2006
485,24	486,97	486,21	485,41	01.03.2006
485,60	487,01	486,37	485,38	01.03.2006
485,62	487,00	487,03	485,80	01.03.2006
485,71	486,92	486,80	486,33	01.03.2006
485,61	487,01	487,47	485,87	02.03.2006
485,56	486,95	486,93	485,73	02.03.2006
485,88	487,01	487,38	485,83	02.03.2006
485,78	486,91	486,88	486,38	02.03.2006
485,40	487,00	487,80	486,50	02.03.2006
485,31	487,14	486,72	486,09	02.03.2006
485,21	487,15	486,51	486,15	02.03.2006
485,51	486,49	486,26	486,26	02.03.2006
485,87	486,15	486,50	486,31	02.03.2006
485,81	486,82	486,06	485,60	02.03.2006
485,50	487,60	485,71	485,62	02.03.2006
485,44	487,11	485,74	485,43	03.03.2006
485,44	485,88	485,91	486,19	03.03.2006
485,77	485,66	486,03	485,92	03.03.2006
485,54	485,84	486,25	486,35	04.03.2006
485,90	486,00	486,18	486,35	04.03.2006
486,37	486,79	487,20	486,20	04.03.2006
485,74	486,58	486,77	486,73	04.03.2006
485,20	486,20	486,16	486,19	06.03.2006
484,90	486,11	486,28	486,04	06.03.2006
484,85	486,15	486,33	486,13	06.03.2006
484,78	486,03	486,11	486,90	06.03.2006
484,98	486,07	486,29	486,33	06.03.2006
485,21	485,90	486,42	485,92	06.03.2006
485,25	486,12	485,91	486,09	06.03.2006
485,26	485,72	485,47	485,46	06.03.2006

485,78	485,97	486,22	486,43	07.03.2006
485,47	486,00	485,95	486,08	07.03.2006
485,80	486,21	485,90	485,93	07.03.2006
486,03	485,90	486,20	486,12	07.03.2006
485,23	486,56	485,44	486,60	07.03.2006
485,62	485,80	486,62	485,44	07.03.2006
485,83	485,56	486,73	485,88	07.03.2006
485,14	486,22	485,34	486,02	08.03.2006
485,13	485,93	486,23	486,79	08.03.2006
485,06	486,28	486,53	486,47	08.03.2006
485,11	485,96	486,74	485,20	08.03.2006
485.42	486.47	487.50	487.60	09.03.2006
485,44	486,73	485,07	485,13	10.03.2006
485,67	484,98	485,61	485,97	13.03.2006
486,44	485,90	485,92	485,93	13.03.2006
487,40	485,85	486,60	486,50	13.03.2006
487,49	485,71	486,40	486,98	13.03.2006
486,20	486,00	485,80	485,81	13.03.2006
487,21	486,44	487,60	486,23	14.03.2006
468,18	486,28	485,96	485,63	14.03.2006
486,27	486,14	486,22	485,25	14.03.2006
485,89	486,17	486,36	486,13	14.03.2006
485,90	486,25	486,57	486,80	14.03.2006
486,20	486,31	486,60	486,74	14.03.2006
485,95	486,30	486,30	486,70	15.03.2006
486,26	486,60	486,57	486,10	15.03.2006
486,15	486,26	486,04	486,50	15.03.2006
486,16	486,33	486,00	485,73	15.03.2006
486,23	486,03	485,32	485,34	15.03.2006
486,46	486,58	485,45	485,28	15.03.2006
486,07	486,13	485,68	485,32	15.03.2006
486,20	486,17	486,14	485,81	15.03.2006
486,51	486,54	485,52	485,40	16.03.2006
486,63	486,35	485,47	485,00	16.03.2006
486,45	486,57	486,58	486,35	16.03.2006
486,10	486,17	486,66	485,57	16.03.2006
486,46	486,02	486,57	486,16	16.03.2006
486,28	486,36	487,04	486,06	16.03.2006
486,18	486,60	487,00	485,85	16.03.2006
486,01	486,55	486,80	486,03	16.03.2006
486,68	486,73	486,98	485,90	17.03.2006
486,30	486,18	486,90	486,20	17.03.2006
486,46	486,11	487,10	486,60	17.03.2006
485,94	486,44	487,20	486,76	17.03.2006
486,73	486,62	486,29	486,65	17.03.2006
486,74	486,69	485,64	486,05	17.03.2006

486,50	486,41	486,03	486,24	17.03.2006
486,33	486,74	485,66	486,00	18.03.2006
486,60	486,76	485,60	485,80	18.03.2006
486,77	487,00	486,16	485,44	18.03.2006
486,57	486,67	485,90	485,40	18.03.2006
486,50	487,08	486,08	485,88	18.03.2006
486,85	486,93	485,44	486,14	18.03.2006
486,39	487,00	485,39	485,60	18.03.2006
487,76	487,18	485,72	486,09	19.03.2006
487,69	486,93	485,77	486,06	19.03.2006
487,36	486,40	485,52	486,28	20.03.2006
487,45	486,55	485,71	486,10	20.03.2006
486,93	486,28	486,16	487,00	20.03.2006
486,50	486,34	486,62	486,81	20.03.2006
487,03	486,54	486,32	486,90	20.03.2006
487,40	486,53	486,40	486,46	20.03.2006
486,76	486,44	486,16	487,61	20.03.2006
486,90	485,98	485,75	486,63	21.03.2006
487,22	486,45	485,24	486,21	21.03.2006
487,16	486,69	485,48	486,73	21.03.2006
487,31	486,60	485,45	486,38	22.03.2006
486,98	486,59	485,95	486,35	22.03.2006
486,60	486,77	485,38	487,40	22.03.2006
487,80	486,80	485,45	486,52	22.03.2006
485,64	486,56	486,16	486,64	23.03.2006
485,01	486,09	485,60	485,75	23.03.2006
485,19	487,70	485,63	485,80	23.03.2006
485,50	487,22	485,24	485,44	23.03.2006
486,01	486,95	485,33	485,71	23.03.2006
485,70	487,30	485,66	486,00	23.03.2006
485,70	487,12	485,70	486,16	23.03.2006
485,64	487,05	485,40	485,60	24.03.2006
485,85	487,23	485,92	485,90	24.03.2006
485,68	486,97	486,97	485,65	24.03.2006
485,50	487,40	487,40	486,00	24.03.2006
485,76	487,00	485,70	485,96	24.03.2006
485,51	486,81	485,80	485,81	24.03.2006
485,52	486,80	485,42	485,50	24.03.2006
485,45	485,81	485,48	485,81	25.03.2006
485,73	485,66	485,33	485,56	25.03.2006
485,51	485,59	485,48	485,39	25.03.2006
485,55	486,03	485,30	486,07	25.03.2006
485,33	485,97	485,29	485,80	25.03.2006
485,00	486,07	485,38	485,29	25.03.2006
485,33	486,50	486,14	485,07	25.03.2006
485,18	486,00	485,81	485,78	26.03.2006

485,07	485,88	486,03	485,93	26.03.2006
485,70	485,63	485,88	485,71	26.03.2006
484,34	486,14	487,47	486,19	27.03.2006
486,03	485,85	485,90	486,07	27.03.2006
485,97	485,76	485,55	485,88	27.03.2006
486,24	487,22	485,80	486,00	27.03.2006
486,55	487,20	485,10	485,90	27.03.2006
487,76	487,16	484,83	486,44	27.03.2006
486,05	487,13	485,13	486,79	27.03.2006
485,56	486,67	48483	486,80	28.03.2006
486,35	486,50	485,32	486,60	28.03.2006
487,00	487,30	485,00	486,37	28.03.2006
486,29	486,30	485,05	486,05	28.03.2006
485,17	486,25	485,20	486,38	28.03.2006
485,87	486,04	485,63	486,70	28.03.2006
485,17	486,30	485,68	487,25	29.03.2006
485,79	486,32	485,17	486,39	29.03.2006
486,07	486,20	485,93	486,22	29.03.2006
486,12	486,46	485,50	486,60	29.03.2006
486,03	486,43	485,11	487,03	29.03.2006
485,46	486,53	485,02	487,03	30.03.2006
485,92	486,54	485,05	487,06	30.03.2006
485,72	486,30	485,00	486,92	30.03.2006

Uygulama da kullanılan kodlar

X-R Grafiği için

```
dataikk;odsrtf;DM"clearlog;output;graph;";
input sepet @;
do i=1to4;
inputolcum @;
output;
end;
drop i;
datalines;
```

1	486.64	487.16	486.68	486.32
2	485.56	486.39	486.60	486.44
3	486.42	486.85	486.37	485.88
4	486.49	485.88	486.61	486.27
5	485.94	487.76	487.03	486.90
6	485.85	487.81	487.03	487.07
7	485.86	487.83	486.90	487.28
8	486.82	486.31	487.30	486.42
9	486.41	487.44	486.27	486.31
10	485.51	486.38	486.71	485.47

…

```
title'veri seti';
procprintdata=ikknoobs;
run;

title'Xort ve R grafigi';
symbolv=dotcolor=b ;
procshewhartdata=ikk;
xrchartolcum*sepet;
run;
procprint;
run;
```

X-S grafiği

```
title'Xort ve S grafigi';
symbolv=dotcolor=b ;
procshewhartdata=ikk;
xschartolcum*sepet;
run;
procprint;
run;

proccorrdata=ikk;
var x y z t;
run;
```

The CORR Procedure
4 Variables: x y z t

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
x	374	485.92612	0.55534	181736	484.34000	487.76000
y	374	486.40511	0.54047	181916	484.31000	487.83000
z	374	486.05257	0.62006	181784	482.90000	487.80000
t	374	486.07102	0.54652	181791	483.47000	487.90000

PearsonCorrelationCoefficients, N = 374
Prob> |r| under H0: Rho=0

	x	y	z	t
x	1.00000	0.21504	-0.00728	0.10436
<.0001	0.8885	0.0437		
y	0.21504	1.00000	0.09338	0.04044
<.0001	0.0713	0.4356		
z	-0.00728	0.09338	1.00000	0.20964
<.0001	0.8885	0.0713		
t	0.10436	0.04044	0.20964	1.00000
<.0001	0.0437	0.4356		

```
data ort;
input ortalama;
datalines;
486.7
486.2475
486.38
…
run;

proc means data=ort;
run;
proc print;
run;
```

```
The MEANS Procedure

                    Analysis Variable : ortalama

        N                 MeanStd Dev    Minimum         Maximum
ƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒ
374     486.1137032       0.3259254     485.1400000     486.9675000
ƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒƒ
```

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{487,4 - 485,8}{6*0.3259254} = \frac{1,6}{1,9555524} = 0,8182 < 1$$

$$C_{pk} = (\frac{\bar{\bar{X}} - LSL}{3*\sigma}; \frac{USL - \bar{\bar{X}}}{3*\sigma}) = (\frac{486,1137032 - 485,8}{3*0,3259254}; \frac{487,4 - 486,1137032}{3*0,3259254})$$

$$= (\frac{0,3137032}{0,9777762}; \frac{1,2862968}{0,9777762}) = (0,320833; 1,315533)$$

ANOVA İÇİN

```
data ikk3;odsrtf;
input veri grup;
datalines;
486.64      1
485.56      1
486.42      1
486.49      1
485.94      1
485.85      1
485.86      1
…

run;
procprint;
run;

procglmdata=ikk3;
class grup;
model veri = grup;
run;
```

```
procglmdata=ikk3;
class teknisyen ay;
model veri = teknisyen ay teknisyen*ay;/*model veri=teknisyen |ay */
means teknisyen ay/ tukey;
run;
```

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hasan Bahadır KABASAKAL
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : 13.10.1986 / Keçiören
Telefon : 0505 340 10 40 / 0533 425 17 45
e-mail : hbkabasakal@gmail.com / hbkabasakal@sgk.gov.tr

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise :	**Ankara Başkent Lisesi**	**2003**
Üniversite :	**Ondokuz Mayıs Üniversitesi**	**2011**
Yüksek Lisans :	**Selçuk Üniversitesi**	**Devam Ediyor**

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2014-2016	**T.HALK BANKASI A.Ş.**	**SERVİS GÖREVLİSİ**
2016-Devam	**T.C. SOSYAL GÜVENLİK KURUMU**	**SOSYAL GÜVENLİK DENETMEN YARDIMCISI**

UZMANLIK ALANI

Sosyal Güvenlik Hukuku, Kalite Yönetimi

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR