

# ALTI SİGMA ARAÇ VE YÖNTEMLERİ İLE SÜRECİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Kenan Bakkaloğlu<sup>1</sup>

## 1. GİRİŞ

Daha iyisini yapma dürtüsü insanlık kadar eski olmalı... Daha kısa süre, daha düşük maliyet, daha yüksek kalite, adı konmasa da her çağın ve toplumun hedefi olmuştur. Venediklilerin tarih sahnesinde önemli bir aktör olmalarının ana nedeni, ticari gemileri askeri filolara dönüştürebilme yetenekleriydi. Günümüz 'montaj hattı' benzeri bir yöntemle, hareket halindeki gemilere kanal boyunca sıralanmış depolardan silah ve cephane yükleme fikri, kısa süreli de olsa tarihe damga vurmuştur.[1]

Modern çağlar ve özellikle sanayi devrimi, bu girişimlere

ivme ve bilimsellik kazandırdı. 19. yüzyılın sonlarında matematik, istatistik, sosyal bilimler ve mühendislik alanlarından harmanlanan 'yönetim bilimleri' oluşmaya başladı [5]. Günümüzde hemen her beş yılda bir 'her derde deva' bir yaklaşım adı duyuyoruz. Moda dünyasını andıran bu dinamizm, sanırım biraz da kafa karıştırıyor.

Altı Sigma, tümü yararlı bu girişimler içinde en etkin olanlarından... 1980'lerde Motorola ile başlayan, General Elektrik ile olgunlaşan ve günümüze dek hız kesmeyen bir süreçte, binlerce işletme ve profesyonel, Altı Sigma araç ve yaklaşımları ile inanılması zor seviyelerde somut yararlar üretmişlerdir.

<sup>1</sup> BSc IE MBA MBB - kenan.bakkal@ozyegin.edu.tr

## 2. ALTI SİGMA NEDİR VE KİMLER İÇİNDİR?

Altı Sigma ile üç bağlamda karşılaşabiliriz: Ya bir sürecin yeterliliğinden bahsediliyordur, örneğin bir milyonda dört hata gibi. Veya sistematik ve uzun soluklu süreç iyileştirme girişimleri söz konusudur. Örneğin Yalın Altı Sigma Yeşil Kuşak Programı gibi. Altı Sigma, tanınmış kurumsal firmalarda kalite yönetiminin önemli bir parçası olarak da karşımıza çıkabilir.

Altı Sigma, bence sanatçılar dışında herkes tarafından kullanılabilir. Ama öncelikli olarak her kademedeki yöneticiler ile planlama, mühendislik, kalite kontrol, insan kaynakları ve benzeri konularda çalışan uzmanlar ana kullanıcılarıdır diyebiliriz.

## 3. ALTI SİGMA NİYE VE NASIL KULLANILIR?

Altı Sigma uygulaması, firmalar için; kaliteyi arttırmak, maliyeti ve yapım süresini azaltmak yoluyla somut yarar sağlayacak, bireyler için ise daha analitik çözümlene ve etkin karar alma becerisi getirme yoluyla, hemen her sektör ve iş kolunda uygulanabilir.

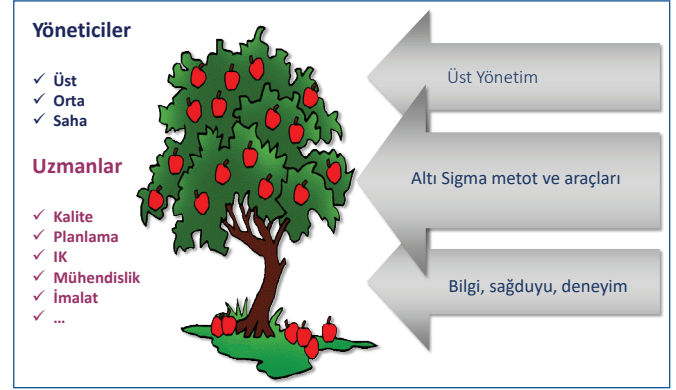
Altı Sigmacılar kendileri için "problem savaşçısı" terimini benimsemişlerdir. Bu problem savaşına iki türlü hazırlık ve yaklaşım düşünülebilir. Düzenli ordu veya gerilla/şövalye eğitimi...

Belli bir büyüklükte ve kurumsallaşma aşamasında ileri durumda olan firmalar Altı Sigmayı Kalite Yönetimi programlarının önemli bir parçası olarak benimser, dışardan alınan eğitim ve danışmanlık desteği ile ilk kuşaklar yetiştirilir, firmanın tüm kilit personeli Yeşil ve Kara Kuşak eğitiminden geçer, tüm planlama, bütçe ve performans raporlamaları altı sigma araçları kullanılarak standartlaştırılır.

Genele açık programlarda ise çevrim içi veya örgün ortamlarda eğitim tamamlanır ve bireysel projeler değerlendirilerek sertifika sunulur.

## 4. KUŞAK PROGRAMLARI

Altı sigma programlarının hedefi kuşak kazanmaktır. Diğer bir deyişle bir problemi veya iyileşme potansiyelini proje olarak üstlenen ve altı sigma araç ve yöntemleri ile iyileşme sağlayan adaylar kuşak kazanırlar. Somut ölçülebilir fayda esastır.



**Tablo 1.** Altı Sigma Yeşil Kuşak Program Önerisi

ALTI SİGMA YEŞİL KUŞAK PROGRAM ÖNERİSİ		
50 saat eğitim + 10 saat danışmanlık		
Hafta	CUMARTESİ 9:30 - 16:30	
1	Altı Sigma yöntem ve araçları	Kalite Fonksiyonu Yayılımı (QFD)
2	Temel istatistik	Grafikler
3	Eğilim-Kestirim Modelleri	Mevsimsellik
4	Dağılımlar	Normal dağılım
5	Yeterlilik ölçümleri	Atölye / Danışmanlık
6	Hipotez Testleri I	Regresyon
7	Çoklu modeller	Atölye / Danışmanlık
8	Deneysel tasarımlar (faktöryel)	DoE (tepki yüzeyi)
9	İstatistikî Süreç Kontrol I	İstatistikî Süreç Kontrol II
10	Tekrar	Sunumlar /Sınav

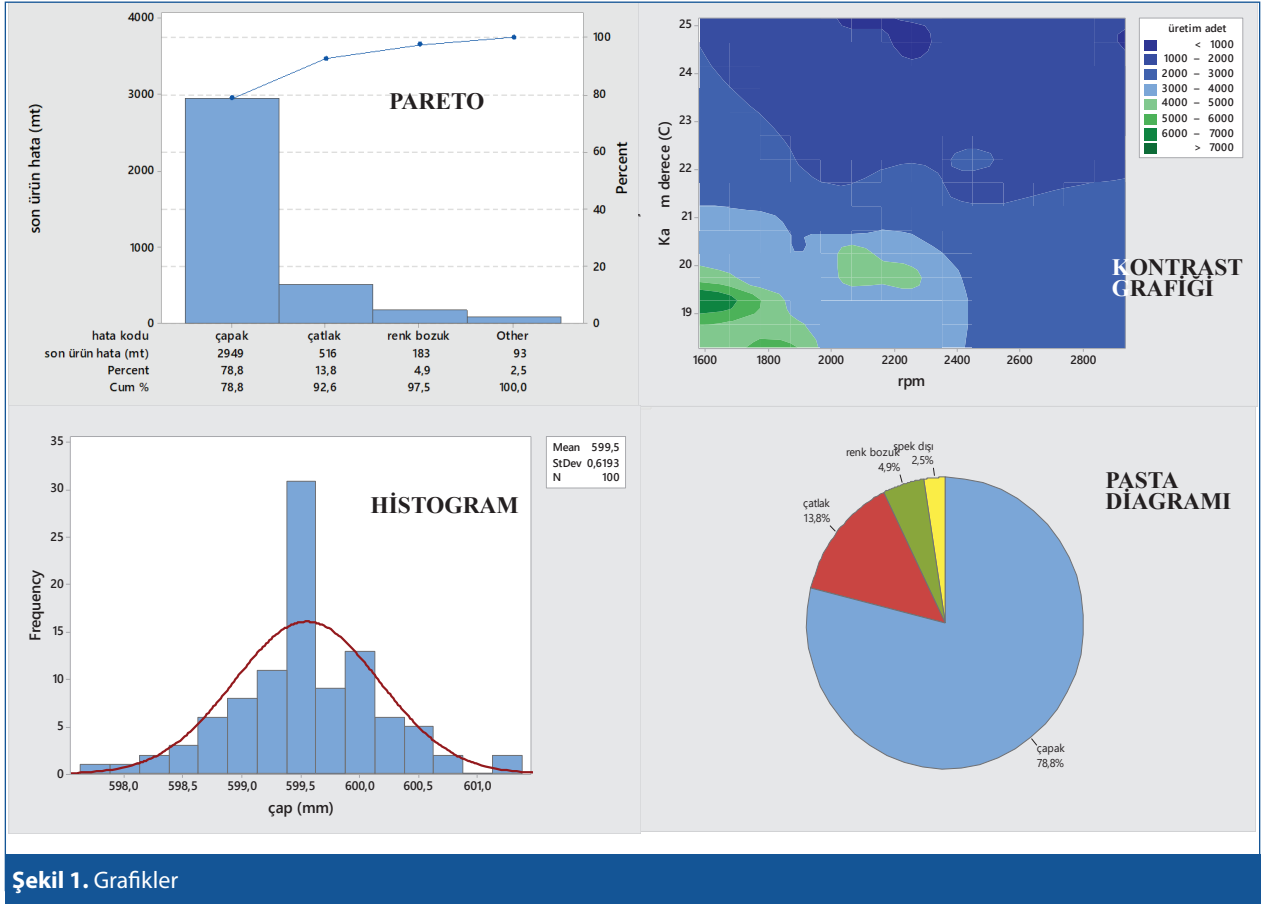
Eğitim ve danışmanlık süreci çok farklı formatlar alabilir. Analitik araçlar üzerine odaklanmış bir Yeşil Kuşak program örneği Tablo 1'de gösterilmiştir.

## 5. ALTI SİGMA PROGRAMLARINDA SUNULAN ARAÇLAR?

Altı Sigma programlarında kullanılan araçları işlevselliğeri açısından yedi başlıkta toplayabiliriz.

### 5.1 Ayırıştırma Araçları

Altı Sigma programlarında ilk grup Ayırıştırma araçları olacaktır. Günlük hayatımızda kullandığımız grafiklerin çoğu, bıçak, makas, gibi bütünü böler, parçalarını yeni-

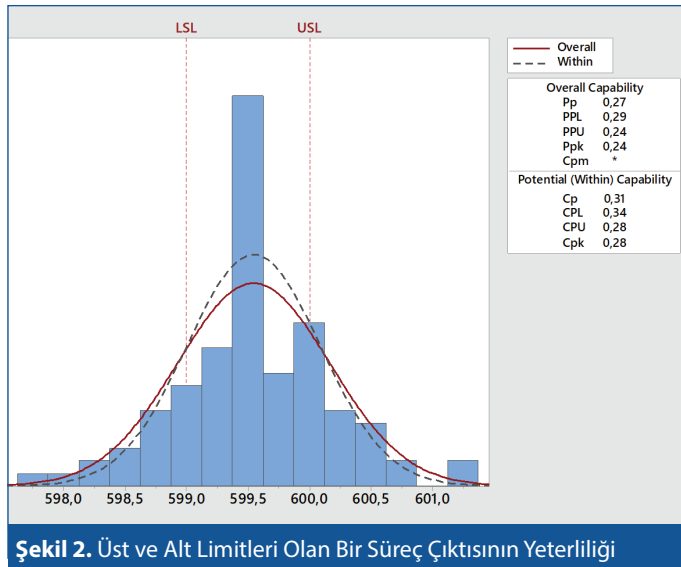


Şekil 1. Grafikler

den gruplayarak anlam çıkarır. Histogram, Pasta, Pareto, Kontur grafikleri Şekil 1'de görünmektedir.

## 5.2 Ölçme Araçları

Öncelikli olarak ölçüm aleti, operatör, yöntem gibi ölçüm sisteminin güvenilirliğini denetlemede kullanılır (MSA-

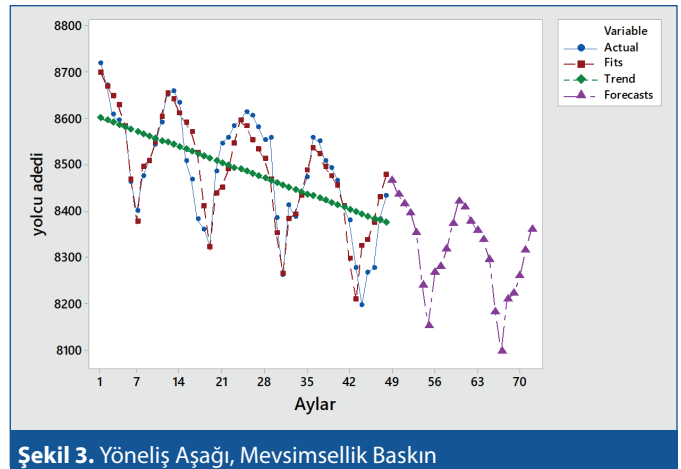


Şekil 2. Üst ve Alt Limitleri Olan Bir Süreç Çıktısının Yeterliliği

Measurement Systems Analysis) Veri güvenilirliği saptandığında artık hedef, sürecin gösterdiği başarısını ölçmek ve iyileşme potansiyelini belirlemektir (Şekil 2).

## 5.3 İzleme Araçları

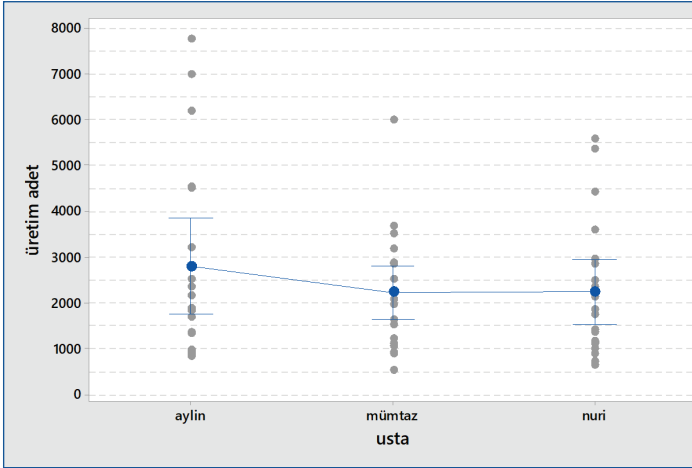
Değişkenliğin zaman içindeki yönelimini (trend) ve gelecek tahminini forecast) sunar. Baskın mevsimsellik ve aşağı yöneli gösteren bir değişkenin grafiği Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Yöneliş Aşağı, Mevsimsellik Baskın

## 5.4 Kıyaslama Araçları

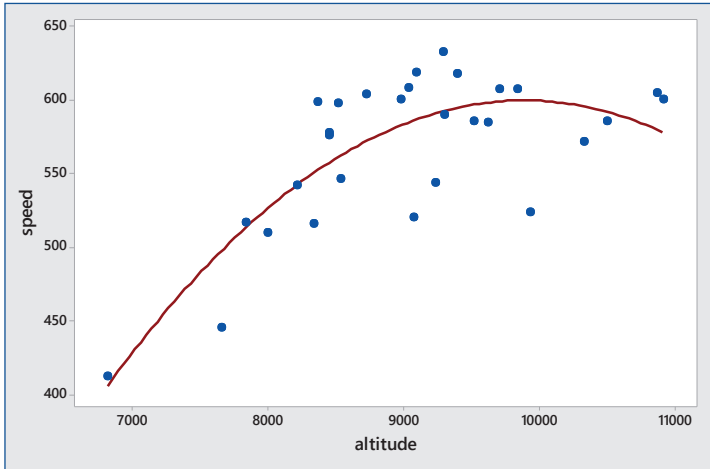
Grafiklerle başlayan farklılık belirleme girişimine ana kitle parametrelerini de katar ve hipotez testleri ile farklılıkların ciddiyetini sorgular (Şekil 4).



Şekil 4. Ustaya Bağlı Üretim Kıyaslaması

## 5.5 İlişkilendirme Araçları

İki veya daha çok sayısal değişkenin etkileşimini ölçer (Şekil 5).

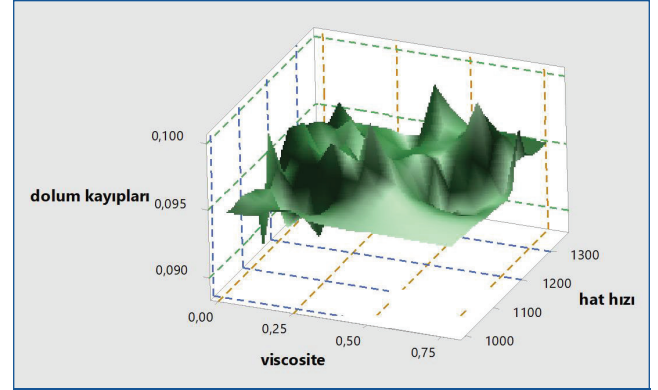


Şekil 5. Hız ve Yükseklik İlişkisi

## 5.6 Deneme Araçları

Sürecin sonucuna (çıktısına) etki edebilecek etmenler tarafımızdan değiştirilebiliyor ve maliyet kabul edilebilir ise denemeler yaparak sonucu görme ve değerlendirme amaçlı kullanılır.

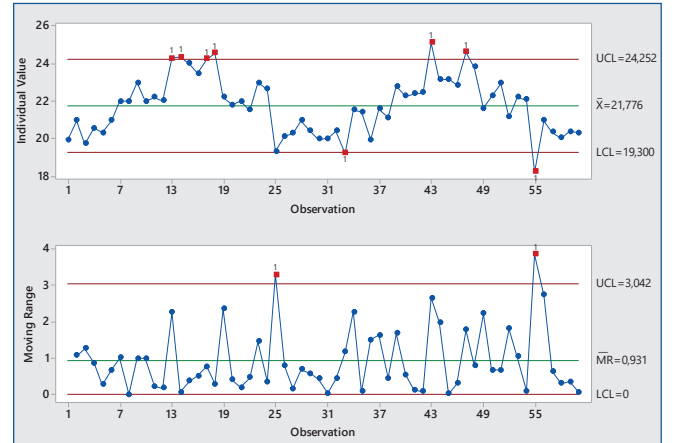
Üç sayısal değişkenin oluşturduğu 3D yüzey grafiği örneği Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6. Kayıplar ve Etmenler

## 5.7 Kontrol Araçları

İyileştirme girişimlerinden sonra elde edilen kazanımların korunması için uygulanacak araç ve yöntemlerdir. İstatistiksel Proses Control (SPC) şemalarından bireysel ve hareketli aralık grafiği (I-MR) Şekil 7'de görülmektedir.



Şekil 7. Bireysel ve Hareketli Aralık

## 6. ALTI SİGMANIN UYGULANMA YÖNTEMİ

Konuların birbirinden bağımsız öğrenildiği akademik dünyadan farklı olarak Altı Sigma programında sunulan araç ve yöntemler, bir işletmedeki gerçek bir sorunu çözmek veya bir süreci iyileştirmeye odaklıdır. 1980'lerden bu yana çeşitli formatlar ve türevler oluştursa da "ana akım" altı sigma öğretilinde Tanımla, Ölç, Analiz Et, İyileştir, Kontrol Et (DMAIC - Define, Measure, Analyze, Improve, Control) omurgayı oluşturur. Bu döngü TÖAİK olarak Türkçeleştirilmiş ve benimsenmiştir.

## 7. ALTI SİGMANIN UYGULANMA AŞAMALARI

Tanımlama aşaması, uygulamanın yapılacağı şirketin üst yönetimin program hakkında bilgilendirilmesi ve tam desteğinin alınmasıdır. Üst yönetim özenle kuşak adaylarını ve öncelikli projeleri seçer. Eğitim ve danışmanların yönlendirmesi ile kuşak adayı takımını belirler ve basit problem çözme teknikleri ile yola koyulurlar. Kuşak adayı için yolculuk bireyseldir ancak birkaç aşama sonrasında takım arkadaşlarına gereksinim duyacaktır.

Bu aşamanın, belki de en önemli ve etkin aracı Ishikawa'nın 'balık kılıcı' ile sembolleştirdiği sebep-sonuç ilişkilendirmesidir. "Niye bu sonucu elde ediyoruz?" sorusuna yanıt arar. Diğer bir tanımlama aracı, iş-akış şeması ise "Nasıl bu sonucu alıyoruz?" sorusunu görselleştirir ve sonrasında uygulanacak Hata Modu ve Etkisi (FMEA - Failure Mode and Effects Analysis) çalışması ile sürecin aksama risklerini azaltır.

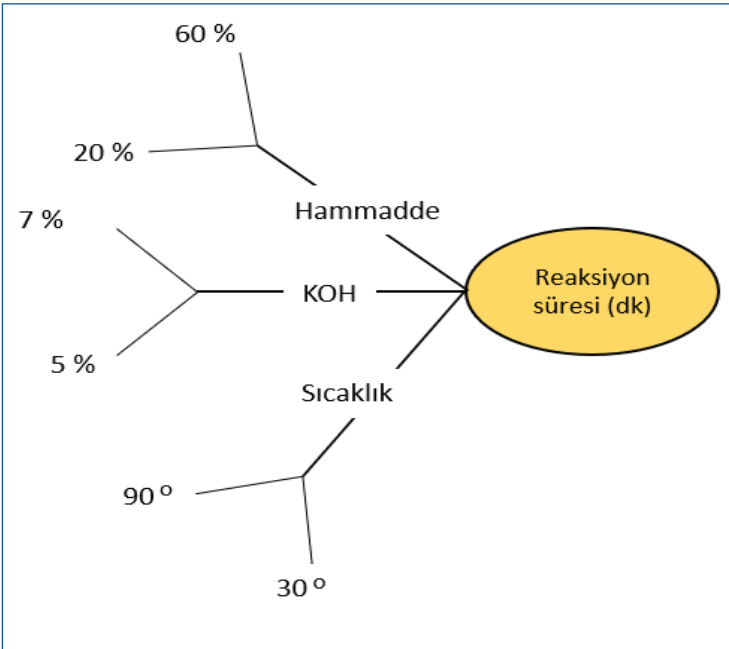
Kalite Fonksiyonu Yayılımı (QFD- Quality Function Distribution) müşteri isteklerini ağırlıklandıran ve hangi sü-

reçlerle bu isteklere yanıt verileceğini değerlendiren, oldukça pratik ve etkin bir araçtır. Günümüzde müşteri sadece parayı verip mal veya hizmeti satın alan olarak değil, sürecin bir sonraki adımındaki kişi veya bölüm olarak da tanımlanmaktadır. Örneğin aynı firma içinde pazarlama-planlama-imalat bölümleri arasında müşteri-sunucu ilişkisi bulunmaktadır. Bu anlamda QFD'den, hem bölümler arası iletişimi netleştiren, hem de kuşak adayına proje bulma/seçme konusunda yardımcı olan bir araç olarak faydalanılabilir.

Tanımlama aşamasının diğer etkin araçları grafiklerdir. Sebep-Sonuç ilişkisinde belirlenen tüm değişkenler, grafiksel olarak değerlendirilir.

Ölçme aşamasının hedefi, sürecin o anki başarısını ölçmek ve iyileştirme gücünü belirlemektir. Temel istatistik eğitimi ile başlayan bu aşama, kullanılan yazılımlar yardımı ile (Minitab, SPSS, Excel) kısa zamanda kuşak adayını yeterlilik çalışması yapabilecek düzeye getirir. General Elektrik altı sigma programlarında sürecin farklı dönemleri incelemek için Kontrol-Teknoloji matrisi kullanılır (Tablo 2). [6]





Şekil 8. Reaksiyon (tepkime) Süresini Etkileyen Etmenler

KOH	sıcaklık	hammadde	reaksiyon süresi
5,000	30,00	20,00	310
7,000	90,00	20,00	310
7,000	30,00	60,00	310
5,000	90,00	60,00	310
6,000	60,00	40,00	210
6,000	60,00	40,00	220
7,000	30,00	20,00	310
5,000	90,00	20,00	400
5,000	30,00	60,00	310
7,000	90,00	60,00	470
6,000	60,00	40,00	230
6,000	60,00	40,00	210
4,367	60,00	40,00	215
7,633	60,00	40,00	230

Şekil 9. Denemeler

Proje için veri toplamaya başlamadan önce Ölçüm Sistemleri Analizi (MSA- Measurement System Analysis) araçları ile ölçüm kaynaklı değişkenlik azaltılmalı ve veri güvenliği sağlanmalıdır.

Analiz aşamasında hedef, sürecin sonucuna etki eden etmenleri belirlemek ve en iyi çözümlenmeyi yapmaktır. Grafikselleştirilmesinin ötesinde, ana kitle parametrelerinin değerlendirildiği hipotez testleri (Ki-Kare, ANOVA, t-testi gibi) ve sayısal değişkenleri ilişkilendiren Basit, Çoklu, Non-linear Regresyon araçları ile tüm faktör etkileri değerlendirilir ve optimum seviyeler saptanır. Tepki Optimizasyonu aracı ile çözümlenme tamamlanır. [3].

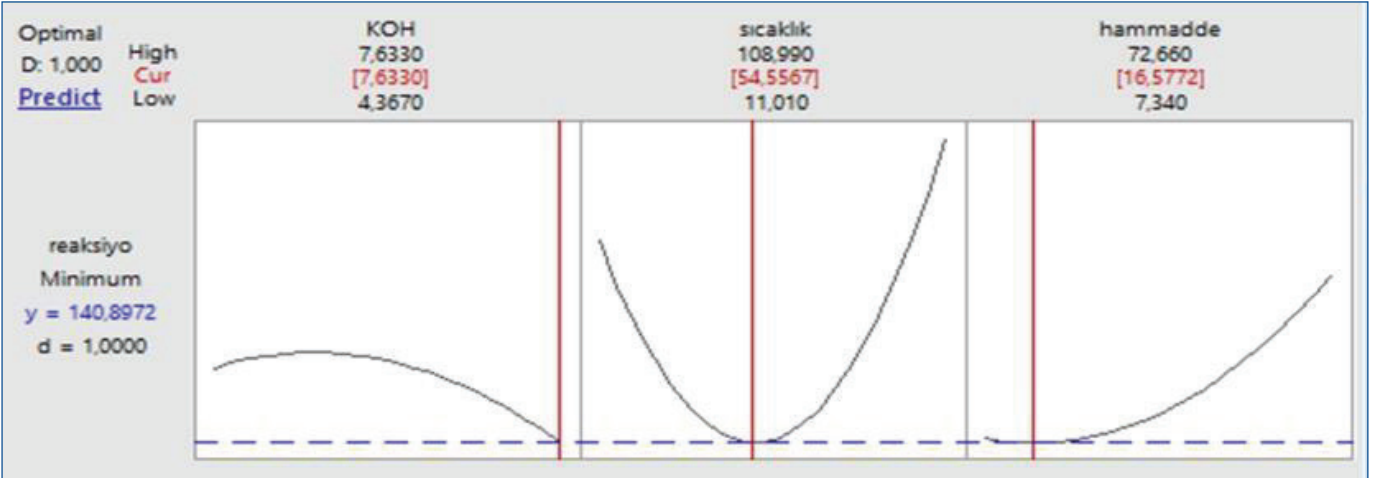
İyileştirme aşaması, sunulan araçlar olarak belki de en zayıf halkadır (!). Burada beklenti, kuşak adayının bilgi, deneyim ve becerisi ile altı sigma öğretmelerinin oluşturacağı sinerjidir. Ayrıca Yalın araçları da bu açığı kapatmaktadır. Bu aşama, süre açısından da belirsizlik içerir. Kuşak adayı, analiz aşaması sonunda oluşturduğu iyileşme yol haritasını yönetime sunar, onay, kaynak ayırımı ve girişimler bazen aylara yayılabilir.

Altı Sigma programlarında bu aşama için ilginç ve etkin bir araç gurubu vardır. Deney tasarımları (DoE – Design of Experiments). Çoklu regresyon ve Genel Lineer Model gibi araçlarla etkin faktör sayısını birkaç değişkene indiren kuşak adayı, bu değişkenleri çeşitli seviyelerde kullanarak denemeler yapar ve sonucu değerlendirir [2]. Yeşil Kuşak eğitiminde Faktöryel Tasarım, Kara Kuşakta Tepki Yüzeyi, Karışım ve Taguchi gibi deney modelleri geçmiş veri olmasa da anlamlı sonuçlara erişmenin etkin yöntemleridir.

Gerçek bir gübre üreticisinde uygulanan deney tasarımı çalışmasından esinlenerek kurgulanan bir örnek sanırım daha açıklayıcı olacaktır.

Gübre üretiminde Potasyum Hidroksit (KOH) ile hammadde karışımı belli bir sıcaklık aralığında işlem görmekte ve belli bir süre sonunda tepkime sağlanmaktadır (Şekil 8).

Mühendisler, laboratuvar ortamında bu etmenleri çeşitli düzeylerde uygulayarak Tepki Yüzeyi deney tasarımını gerçekleştirirler (Şekil 9). Hedef en düşük tepkime süresidir.



Şekil 10. Tepki Optimizasyonu ile En Uygun Çözümleme Bulunur

Deney sonucunda en düşük tepkime süresi için, KOH en yüksek hammadde ise en düşük düzeyde çıkmış, optimum sıcaklık 54,5 °C olarak bulunmuştur. Tepkime süresindeki bu düşüş ile harcanan enerjide % 30 üzeri kazanım sağlanmıştır (Şekil 10).

## 8. SONUÇ

Altı Sigma 1800'lerde Frederick Taylor ile başlayan 'bilimsel süreç yönetimi' öğretilerinin en etkin ve kapsamlı olanıdır. Bu öğreti, Juran, Deming, Taguchi gibi ustaların ve birçok disiplinden gelen uzman ve profesyonelin süregelen katkıları ile olgunlaşmış ve hız kesmeden günümüze dek ulaşmıştır.

Altı Sigma programları uzun soluklu süreç iyileştirme girişimleridir. Bu çetin yolculuğa hem yönetim hem de kuşak adayı hazır olmalıdır.

Eğer yönetim, çalışanlar arasında en iyi, etkin ve yetkin

olanları programa seçer, bu kuşak adaylarına destek ve yetki verir, proje tamamlayıp somut fayda sağlayanları cesaretlendirip ödüllendirirse, kuşak adayları da yoğun çalışma tempolarına karşın projelerini tamamlamak yolunda yılmadan ilerlerse, başarı kaçınılmaz olacaktır!

## KAYNAKÇA

1. Implementing Six Sigma Forrest W. Breyfogle III Wiley Interscience Publications 1999
2. Design and Analysis of Experiments Douglas C. Montgomery Wiley Publication 2013
3. Hipotez testleri Doç. Dr. Mahmut Kartal Nobel Yayın & Dağıtım 2006
4. İstatistiksel Bakış Prof. Dr. Erkan Işığışok Marmara Kitabevi Yayınları 2011
5. Facts from Figures M. J. Moroney Penguin Books 1951
6. General Electric Black Belt Training documents GE customer service publication 2002