

TAM YAĞLI KATI YOĞURT ÜRETİMİNDE SÜT YAĞ ORANININ İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL GRAFİKLERİ İLE İNCELENMESİ

EXAMINE MILK FAT RATIO IN WHOLE FAT SOLID YOGHURT PRODUCTION WITH STATISTICAL QUALITY CONTROL CHARTS

СТАТИСТИКА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЖИРНОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ГУСТОГО ЙОГУРТА

Sami ÖZCAN* - Zafer AYKANAT**

ÖZ

Özellikle 90'lı yıllardan itibaren tüm sektörlerde açık bir şekilde artan rakip sayısı ve buna bağlı olarak artan rekabet sebebiyle işletmeler müşteri beklentilerini karşılama konusunda çok daha titiz davranmaya başlamışlardır. Artan rekabetle birlikte müşterilerin daha bilinçli ürün terihinde bulunmaları ile birlikte de kalite kavramı çok daha önemli bir noktaya ulaşmıştır. Bu durum diğer tüm sektörlerde olduğu gibi gıda sektöründe de dikkat edilmesi gereken bir durum haline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı günümüzde artan önemi nedeniyle kalitenin istatistiksel tekniklerle ölçülmesinin ortaya koyduğu yararları belirtmek ve yorumlarının işletme açısından nasıl yapılacağı konusunda bilgilendirme sağlamaktır. Uygulama da gıda sektörü ve süt ürünleri seçilmesinin amacı ise istatistiksel kalite kontrol teknikleri ile bu sektör de daha önce çalışmaların yapılmamış olmasıdır. Uygulama verileri Malatya ilinde faaliyet gösteren bir süt işleme tesisinden alınmış olup SPSS 22.0 paket programı ile analiz edilmiştir. Grafiklerde belirlenen limitleri aşan durumlar olmasa bile dalgalanmaların sebeplerine ilişkin öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kalite Kavramı, Kalite Kontrol, Kontrol Grafiği, İstatistiksel Kalite Kontrol, Gıda Kalitesi, Süt Ürünleri Yoğurt Üretimi

ABSTRACT

Businesses have begun to compensate customers' expectations more rigorously due to explicitly increasing numbers of competitors and competition in all sectors particularly since 1990s. Along with increasing competition customers make more conscious choices and the concept of quality has reached to a more important place. The quality of service has also taken its importance place in food sector and other sectors as well. The purpose of this study is to put forward benefits of the statistical measurement of quality and to provide information about interpretation of statistical quality control for businesses. As far as is known, statistical quality control has not been used for food sector in the existing literature, therefore, the corresponding sector has been selected as the application field of the present study. The data of this study were obtained from a milk process plant operating in Malatya city and analyzed using SPSS 22.0 statistical package program. Though none of the cases has exceed the limits on control charts, several recommendations have been mad efor the reasons of fluctuations.

* Arş. Gör. Ardahan Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, samiozcan@ardahan.edu.tr

** Yrd. Doç. Dr. Ardahan Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, zaferaykanat@ardahan.edu.tr

Key Words: The Concept of Quality, Quality Control, Control Chart, Statistical Quality Control, Food Quality, Dairy Products, Yogurt Production

АННОТАЦИЯ

Рост конкуренции после 90-ых годов привело к строгому соблюдению требований покупателей со стороны производителей. В связи с этим, понятие по улучшению качества, заняло значительное место в процессе производства продукта. Такое положение, наряду с другим сектором, соблюдается и в пищевой промышленности. В статье рассматривается важность проведения статистики по контролю качества молочного продукта. В нём указывается, что такое научное исследование ещё не было проведено. Исследования были проведены на базе одного из малочных комбинатов г. Малатия. Анализы были проведены по пакетной программе SPSS 22.0. По итогам данных были составлены соответствующие графики.

Ключевые слова: концепция качества, контроль качества, графики контроля, статистика контроля, качество пищевого продукта, молочные продукты, производство йогурта.

GİRİŞ

Rekabet ve rekabet koşullarının giderek arttığı günümüzde, piyasada var olabilmek ve devamlılık için kalite olgusu işletmeler için göz ardı edilmemesi gereken bir unsur haline gelmiştir. Tüketicilerin kalite konusunda bilinçlenmesi, işletmelerin daha verimli çalışması, işletmelerin üretim maliyetlerini azaltma çabası ve isteği gibi birçok neden kalitenin en büyük rekabet avantajlarından birisi olmasında önemli yer tutmaktadır. Tüm bu nedenler işletmeleri geçmişteki “yaptığını sat” anlayışından bugünkü “satabileceğini yap” anlayışına yöneltmiştir.

Bu derece önem kazanan kalite kavramı, sürekli kontrol altında tutulması gereken ve ani durumlarda müdahale edilmesi gereken bir unsur haline gelmiştir. Yaklaşık 100 yıllık bir geçmişten gelen kalite kontrol tekniklerinden en bilimsel olan yöntem şüphesiz istatistiksel kalite kontrol yöntemleridir. Tamamen eldeki sayısal veriler ışığında yapılan tahminler ve alınan kararlar işletmelerin geleceğini aydınlatmada önemli bir araç olma özelliğindedir.

Tüm sektörlerde olduğu gibi gıda sektörü de incelendiğinde kalitenin oldukça önemli olduğunu görmek mümkündür. Daha önceleri rekabetin az olduğu dönemlerde müşteriler sınırlı tercihler olduğundan seçim yaparken çok kapsamlı değerlendirmelerde bulunmamaktaydı. Ancak günümüz tüketicileri sadece tat, koku, renk gibi özelliklere değil gıda ürünleri içerisindeki bileşenlere ait değerlere de titizlikle yaklaşmaktadırlar. Bu durum en temel gıda maddelerinden biri olan süt ve süt ürünleri içinde geçerli bir durumdur. Artık tüketiciler süt ve süt ürünlerinin tat, koku, renk vb. standart özelliklerinden ziyade bu ürünlerin içerdiği asit, baz, yağ, vitamin gibi maddelerin oranları ile ilgilenmektedirler.

Son derece önemli bir kavram olan kalitenin kontrol altında tutulması için birçok farklı teknik bulunmaktadır. Literatüre bakıldığında bu tekniklerin herbirinin birbirinden farklı birçok sektörde uygulandığını görmek mümkündür. Jalote vd. (2002) Yaptıkları çalışmada optimum kontrol limitlerinin belirlenebildiği yazılım süreçleri üzerine kalite kontrol grafikleri geliştirmişlerdir. Optimum kontrol limitlerinin üretim işletmelerinde kullanılan

süreçlerden daha güçlü muayene sürecine sahip olabileceğini öne sürmüşlerdir. Benneyan vd. (2003) istatistiksel kalite kontrol grafiklerini sağlık alanında gelişmeler sağlamak amacıyla kullanılabilmesini ortaya koymuşlardır. Bu amaçla bir hastanenin cerrahi kısmındaki enfeksiyon sayıları ve enfeksiyonlu atık sayısı göz önüne alınmış ve bunların kontrol altında olup olmadıkları araştırılmıştır. Saraç ve Özdemir (2003) yaptıkları çalışmada temel olarak İstatistiksel kalite kontrol teknikleri yardımıyla kalite karakteristiği olarak seçilen mermer fayans hatlarında üretilen fayans boyutlarını incelemiştir. Isparta'da kurulu bulunan bir mermer işleme tesisindeki fayans hattında üretilen mermer fayanslar için ölçüm çalışmaları yaparak veri toplamışlardır. Bu üretim çalışmasında, üretim sürecinin kontrol altında olup olmadığının yorumlanması amacıyla sistematik olarak toplanan bu veriler için karakteristik istatistiksel parametreler belirlenerek kontrol grafikleri oluşturmuşlar ve kontrol grafikleri yardımıyla müşteri memnuniyetinin sağlanıp sağlanmadığını yorumlamışlardır. Vapur vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada Eti Gümüş A.Ş. kimyasal çözündürme tesisinden düzenli olarak alınan örneklerin tenor ve Ag kazanma verim değerleri uygulanan sürecin yeterliliğini belirlemek amacıyla incelenmiştir. Her bir parametre için X - R kontrol grafikleri hareketli değişim aralığı yöntemi ile çizilmiştir. Böylece alt ve üst limit değerlerindeki sapmalar belirlenmiştir. Ayrıca spesifikasyon limit değerlerine göre süreç yeterlilik indisleri (C_n ve C_{pk}) belirlenmiştir. Özellikle limonilmangan yapıları cevherin kullanılması tesis verimliliğinde büyük değişimlere neden olmaktadır. Ham cevher miktarları ve tenor değerlerinin uygun harmanlama yöntemleriyle sapmaların önlemek için ayarlanması gerektiği tespit edilmiştir. Ertuğrul ve Karakaşoğlu (2006) tarafından yapılan çalışmanın amacı örneklem büyüklüğünün değişken olması durumunda özellikler için kalite kontrol şemalarından p kontrol şemasının oluşturulmasında izlenebilecek üç yaklaşımı ele alarak, bir tekstil işletmesinde örneklem uygulama ile göstermektir. İlk yaklaşımda her örneklem için ayrı kontrol limitleri oluşturulurken, ikinci yaklaşımda ortalama örneklem büyüklüğü kullanılmaktadır ve üçüncü yaklaşım standartlaştırılmış kontrol şemalarının kullanılmasına dayanmaktadır. Tekstil işletmesi bu yolla, üretim süreçlerinin kontrol altında olup olmadığını görerek, hangi düzeltici tedbirleri alması gerektiği konusunda fikir sahibi olmuştur. 2008 yılında Çolak ve Akdeniz tarafından yapılan çalışmada sürekli üretim esasına dayalı ADVANSA suni elyaf fabrikasından alınan verilere istatistiksel süreç kontrolü uygulanmıştır. Bu fabrikada üretilen elyafın, sarılık değerini belirten b-rengi kalite karakteristiği incelenmiştir. Alınan örneklem sonucunda oluşturulan X ve R grafikleri ile limit dışı örneklem görülmüş ve çözümleri için önerilerde bulunulmuştur. Patır (2009) tarafından yapılan çalışmada istatistiksel süreç kontrol teknikleri ele alarak değerlendirilmiş ve Malatya'da iplik üretimi yapan bir tekstil işletmesinin Bobin Sarım Kontrolü için altmış örneklem alınarak X ve S kontrol grafikleriyle süreç kontrolü ve örneklem noktalarının dağılımında tesadüflük olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışma sonunda; kontrol grafikleri yardımıyla sürecin kontrol altında olduğunu ve örneklem noktalarının dağılımının tesadüflük testinde, örneklem noktalarının dizi sayısının alt ve üst sınırlar arasında kaldığı belirlenmiştir. Bu nedenle süreçte sistematik bir hata olmadığı ve örneklem noktalarının tesadüflük göstermediği ve sürecin kontrol altında olduğu görülmüştür.

Kalite kontrol ile ilgili özellikle 2010 yılından itibaren yapılan çalışmaların arttığı görülmektedir. Zeyveli (2010) tarafından ortaya konan çalışmada endüstride kalıpcılıkta çok kullanılan, ısı kararlılığı ve tokluğu yüksek AISI H13 sıcak iş takım çeliğinin işlenmesinde, kesme hızı ve ilerleme hızının yüzey pürüzlülüğüne etkisi deneysel olarak araştırılmıştır. Altı farklı kesme hızı (70, 100, 130, 160, 190, 200 m/dak.) ile üç farklı ilerleme hızı değerinde (0,05, 0,1, 0,15 mm/dev) ve sabit bir kesme derinliğinde (1mm)

deneyler yapılmıştır. Deneyler tornamla yöntemiyle kaplanmış sementit karbür kesici takımlar kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlardan ilerleme hızının artması ile yüzey pürüzlülüğünün arttığı görülmüştür. Kesme hızının artması ise yüzey pürüzlülüğünde yine artışa neden olmuştur. Kesme hızına bağlı olan artış ilerleme hızına oranla daha düşük olmuştur. İşleme parametrelerine ve yüzey pürüzlülüğü değerlerine İstatistiksel Süreç Kontrol (İSK) metotları uygulanmış ve analizleri yapılmıştır. İSK metoduna göre seçilen ilerleme hızı değerlerinde elde edilen yüzey pürüzlülüğü için işlem kontrol dışındadır. Seçilen kesme hızlarına bağlı olarak elde edilen yüzey pürüzlülüğünün ise dengeli ve sürecin kontrol altında olduğu görülmüştür. Duran ve Çetindere (2012) tarafından yapılan araştırmada konfeksiyon sanayinde faaliyet gösteren bir işletmede üretilen elbise modeline ait hata analizleri ve bu hataların çözümlenmesi istatistiksel süreç kontrol teknikleri vasıtasıyla yapılmıştır. İstatistiksel Süreç Kontrol (İSK) tekniklerinden; kontrol çizelgeleri, pareto analizi, kontrol grafikleri, sebep-sonuç diyagramı ve gruplandırma tekniği kullanılmıştır. Yapılan çalışma 6 aylık bir süreci kapsamaktadır. Üretimde gerçekleşen hatalar kontrol çizelgesinde oluşturularak bu hataların çözüme yönelik öncelik sıralaması pareto analiziyle gösterilmiştir. Kontrol grafiklerinden uygulamamızda kullanabileceğimiz p kontrol grafiğiyle de üretimin kontrol altında olup olmadığı incelenmiştir. Hataların nedenlerini sorgulamak ve çözüme daha kolay ulaşabilmek için neden-sonuç diyagramı çizilerek gruplandırma tekniğiyle birlikte bu diyagram üzerinden çözüme yönelik öncelikli olarak irdelenmesi gereken hususlar ele alınmıştır. Organ ve Gürbüz (2012) yaptıkları çalışmada hizmet kalitesi olarak enfeksiyon alanlarının belirlenmesine yönelik bir araştırma yapmışlardır. Yapılan bu hesaplamalarda istatistiksel kalite kontrol grafiklerinden faydalanarak kalite kontrol grafiklerinden kusur sayıları C grafikleri ve kusur yüzdeleri P grafiklerini kullanmışlardır. P ve C grafiklerini inceleyerek, enfeksiyon oranlarının kontrol altında olup olmadığını araştırmışlar, yılın en hızlı gelişen enfeksiyon aylarını tespit etmişler ve aylar bazında risk faktörlerini tespit edip bu faktörlere göre enfeksiyon etkenlerini belirlemişlerdir. Şahin (2013) tarafından yapılan çalışmada üretim süreçlerinde değişkenliğin sebepleri araştırılmış. Değişkenliğe neden olan faktörlerin belirlenmesinde kontrol grafikleri kullanılmıştır. Kontrol grafiklerinin kullanımını göstermek üzere Güntaş AŞ adlı bir tekstil işletmesinde uygulama yapılmıştır. Kontrol grafikleri incelendiğinde birinci gün alınan örneklerde sürecin spesifikasyonları karşılamadığı görülmüştür. İkinci gün ve üçüncü güne ait örneklerde yine spesifikasyon limitleri dışında birimlere rastlanılmıştır. Gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra dördüncü günde alınan örneklerde sürecin spesifikasyonları karşıladığı görülmüştür. Maraş vd. (2014) tarafından ortaya konan çalışmada Düz dişlilerdeki hataların sebep olduğu titreşimlerdeki değişimlerin incelenerek, farklı tipteki diş kusurlarının varlığının ve kusurun tipinin istatistiksel süreç kontrol metotları ile analiz edilerek tespiti amaçlanmıştır. Bu amaçla kapalı devre güç iletim sistemine sahip bir dişli test düzeneği kurulmuş, sağlam dişliler takılarak belirli bir yüklemeye ve devir sayısında sistem çalıştırılmış ve rulmanlı yataklar üzerinden sensörler vasıtasıyla alınan düşey ve eksenel yönlerdeki titreşim genlikleri dijital analog çevirici ile bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Elde edilen veriler İstatistiksel Süreç Kontrol Grafiklerinden süreç ortalamasındaki farklılıkları ölçen X, değişkenlikteki farklılıkları ölçen R ve süreç standart sapmasını ölçen S grafiklerinde işaretlenmiştir. Sağlam dişlilerden elde edilen verilerle alt ve üst kontrol limitleri belirlenmiş ve deney verilerinin süreç içerisinde rasgele davranış gösterip göstermediği, kontrol sınırları arasında olup olmadıkları gözlemlenmiştir. Dişliler, uygulanan burulma momentiyle hataya zorlamalı bir şekilde çalıştırılmaları sebebiyle süreç içerisinde aşınmaya maruz kalmış ve neticesinde titreşim genliklerinde artış gözlemlenmiştir. Kontrol grafiklerinde süreç izlenerek bu durum tespit edilmiş ve

böylelikle sağlam dışının ne zaman aşındığının tespiti gerçek zamanlı deneysel çalışma ile grafiksel olarak gösterilebilmiştir. Ala ve İkiz (2015) yaptıkları çalışma da bir dokuma işletmesinde, üç hafta boyunca dokuma sonrası ışıklı panoda yapılan ham kumaş kontrolü sonucu görülen kumaş hatalarını istatistiksel yöntemler kullanarak incelemişlerdir. Kalite kontrol sonucu görülen hataları sınıflandırarak kalite kontrol kartlarına kaydetmişler ve kumaş kontrolü sonucunda görülen hata sayılarının istatistiksel değerlendirilmesinde istatistiksel süreç kontrol yöntemlerinden pareto analizi ve \bar{x} kontrol grafiklerini kullanmışlardır. Literatüre bakıldığında istatistiksel kalite kontrol yöntemleri kullanılarak yapılan uygulamalara ait daha birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Birçok farklı sektörde uygulama alanı bulan istatistiksel kalite kontrol tekniklerine gıda sektöründe oldukça az sayıda çalışmada yer verilmiştir. Kaya (2005) yaptığı çalışmada hem nicel hemde nitel analizlere uygulanan istatistiksel bir analiz sürecinin aynı türden verilere uygulanabilirliği göstermeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda bir meşrubat işletmesinde üretilen 1,5 lt'lik gazozlara ait renk, koku, tat gibi nitel özelliklerini ve ağırlık, hacim vb. nicel özelliklerini ayrı ayrı incelemiştir. Pekmezci (2009) tarafından yapılan çalışmanın amacı istatistiksel kalite kontrol tekniklerinden kontrol grafiklerini tanıtmak ve Muğla ilinde bulunan zeytinyağı fabrikası üzerine uygulamasını yapmaktır. Bu amaca yönelik olarak kalite kontrol grafiklerinin temelini oluşturan Shewhart kontrol grafikleri kullanılmıştır. Zeytinyağı işletmesinde üretilen zeytinyağında kalite göstergesi olarak kabul edilen asit başına fire oranındaki (ABFO) değişim incelenmiş ve kontrol altında olup olmadığı Shewhart türü X – s kontrol grafiği ile araştırılmıştır. Sonuç olarak limitlerin dışında olduğu görülen gözlem değerleri için çözümler bulunması gerektiği belirtilmiştir.

Literatürde yapılan çalışmalar göz önüne alındığında istatistiksel kalite kontrol yöntemlerinin başta tekstil sektörü olmak üzere birçok sektörde uygulandığını söylemek mümkündür. Aynı şekilde gıda sektöründe yapılan çalışmaların ise yok denecek kadar az olduğu hatta süt ve süt ürünleri alanında hiçbir çalışmanın yapılmadığı da ifade edilebilmektedir.

Yapılan bu çalışmanın en genel amacı; istatistiksel kalite kontrol tekniklerinin daha önce uygulanmadığı bir alan olan süt üretim işletmesinde katı yoğurt imalatında uygulanmasıdır. Uygulama bölümünde Malatya ilinde bulunan bir süt işleme fabrikasına ait üretim tesislerinin katı yoğurt üretim bölümünde 30.01.2017 – 24.03.2017 arası 2 aylık dönemi kapsayan aralıkta incelemelerde bulunulmuştur. Öncelikle yoğurt yapımının süreçleri gözlemlenmiş ve daha sonrada kalite kontrol çalışmaları incelenmiştir. Üretimi tamamlanmış ürünler içerisinden numuneler alınmış ve süt yağ oranları ölçülerek kayıt altına alınmıştır. Daha sonra bu kayıtlar analiz edilerek bu işletmede üretilen tam yağlı katı yoğurtların süt yağ oranına ilişkin kalite hedeflerine ulaşıp ulaşılmadığı incelenmiştir.

1. Kalite ve Kalite Kontrol

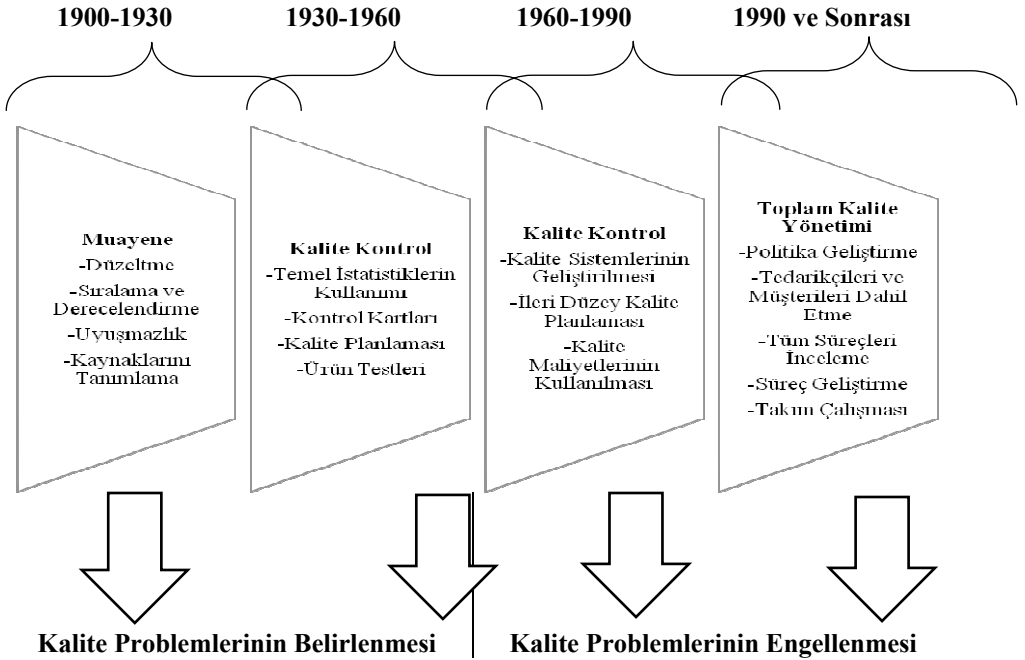
Birçok insan kalite kavramını açık bir şekilde tanımlamaya çalışsa bile aslında henüz herkes tarafından genel kabul görmüş bir kalite tanımı bulunmamaktadır. Bunun en önemli sebebi kaliteli ürün veya hizmetin ne olduğunun ifade edilmesindeki zorluklardır. Bu sebeple uzmanlar henüz ortak bir kalite tanımında birleşememişlerdir. Kalite kavramının tanımını işletme açısından ve müşteri açısından ayrı ayrı incelemek kavramı tanımlamakta fayda sağlayabilmektedir. İşletme açısından kalite bir ürün için daha önce belirlenen spesifikasyonlara uygunluk derecesi ve arzu edilen ürün içerikleri ile ortaya çıkan ürün içerikleri arasındaki uyum olarak görülmektedir. Müşteri açısından ise kalite kullanıma uygunluk ve müşteri tatminini sağlama kapasitesine sahiplik olarak ifade edilebilmektedir. Bu iki farklı açıdan değerlendirildiğinde günümüzde kalite müşteri ihtiyaçlarını ve

beklentilerini sürekli olarak karşılama ve hatta bu ihtiyaç ve beklentileri aşma olarak tanımlanabilmektedir (Vonderembse ve White, 1996: 79).

Ürün kalitesi kavramı açık ve herkes için hazır olan bir kavram olmasa bile ürün kalitesi birçok kesim tarafından “müşteri kullanımına uygunluk” olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım müşteri kullanımına uygun olan bir ürünün müşteriyi tatmin etme özelliklerine sahip olması ve hataların, bozuklukların olmaması özelliklerini kapsayabildiği için oldukça kapsamlı bir tanım olarak kabul edilebilmektedir. Aslında kalite özellikleri müşterilerin ihtiyaçlarını karşılayan ürün özellikleri olduğundan müşteri ihtiyaçlarının karşılanması oranında müşteri tatmininde sağlayan temel bir kavramdır. Müşteri ihtiyaçları ise gıda sektöründe olduğu gibi sadece tat, koku, renk vb. duyuşsal olan ürün özellikleri ile ilgili değil aynı zamanda ürün özellikleri ile fiyat ve ambalajlama gibi özelliklerle de ilgilidir. Yukarıda yer alan tanımın içerdiği hataların, bozuklukların olmaması kısmı ise tüketicilerin ürünü kullanmada kendilerini güvende hissetmelerini, sağlık riski olmadan ürünü kullanabileceklerini gösteren etiketlemelerin olduğunu ifade etmektedir (Paiva, 2013: 191).

Yukarıda belirtilen açıklamalarda da yer aldığı gibi kalite kavramı ile ilgili standart bir tanım henüz yapılamamıştır. Kalitenin kişiden kişiye değiştiği gözönünde bulundurulduğunda genel bir kalite tanımı yapmanın oldukça zor olduğunu vurgulamak mümkündür. Bu sebeple kalite beklentisi ve kaliteye bakış açısı kalitenin tanımlanmasında rol oynayan en önemli faktördür.

Oldukça eski bir kavram olan kalitenin gelişme süreci incelendiğinde 1900’lü yılların başından itibaren karşımıza çıkan bir kavram olduğu görülmektedir. Yaşanan tüm gelişmeler ile birlikte zaman içerisinde farklı değerlendirmeler yaşansa da değişmeyen tek unsur kalitenin artan önemi olduğu göze çarpmaktadır.



Şekil 1: Kalite Kavramının Tarihsel Gelişimi

Kaynak: Dale, 2003:22 ve Şimşek, 2007: 380

Günümüz kalite anlayışı, son 100 yıl içerisinde yaşanan büyük değişimler sonucu ortaya çıkmıştır. 19. yüzyılın sonlarına kadar kalite kontrol işlemi bir veya birkaç işçi tarafından gerçekleştirilen bir işlem iken 20. Yüzyıldan itibaren yaşanan teknolojik ilerlemelerin sonucu olarak kalite kontrol işlemini yapan işçileri kontrol eden başka sorumlu kişiler görevlendirilmeye başlamıştır. Bu gelişmeler sonucunda muayene aşamasından kalite kontrol aşamasına geçilmiştir. II. Dünya Savaşı sonrasında büyük miktarlarda ve düzenli kalitelere malzeme kullanımına olan ihtiyacın artmasıyla birlikte kalite kontrol işlemi üretim bölümünden bağımsız bir birimin sorumluluğuna verilmiştir. Böylece kalite anlayışında istatistiksel kalite kontrol aşamasına ulaşılmıştır. İlerleyen yıllarda üretim süreçlerinin daha da karmaşık hale gelmesi ve kalite sorumluluğunun artması sebebiyle kalite kontrol işleminin üretimin başından sonuna kadar devam eden bir işlem haline geldiği toplam kalite yönetimi anlayışı benimsenmeye başlamıştır (Tekin, 2002: 9).

Kalitenin artan öneminin doğal bir sonucu olarak kontrol kavramı da hızla üzerinde durulmaya başlayan bir kavram haline gelmiştir. Kalite anlayışının herbir tüketiciye göre değişken olması sebebiyle işletmeler kalitenin sürekli olarak kontrol altında tutulması gerektiğinin farkına varmışlar ve kalite kontrol işlemlerine başvurmaya başlamışlardır.

Kalite Kontrol kısaca, bir işletmenin daha önce belirlenen kalite hedeflerine ulaşması, kalite isteklerinin sağlanması için kullanılan uygulama yöntemleri ve faaliyetlerinin tamamı olarak ifade edilebilmektedir (Şenol, 2012: 7). Kalite kontrol işleminin amaçları ve özellikleri incelenmeden önce çok sık karşılaşılan standart, spesifikasyon ve tolerans kavramlarının açıklanması kalite kontrolün daha iyi anlaşılması için fayda sağlamaktadır.

Bir ürünün kalite özellikleriyle ilgili ürün dizaynı, üretim şekli vb. işlemler için önceden belirlenmiş kuralların tamamına standart; kalite kontrol ile ilgili işlerin yapılma şeklini ifade eden talimat ve ölçütlerle belirtilen kurallara ise spesifikasyon adı verilmektedir. Bu tanımlardan da anlaşılacağı gibi spesifikasyon kavramı standart kavramından daha dar kapsamlı bir kavramdır. Tolerans ise bir ürünün üretimden önce kabul edilebilen sapma aralıkları olarak tanımlanmaktadır (Tekin, 2012: 89).

Kalite kontrol birçok fonksiyonu içinde barındırmaktadır. Bu fonksiyonlar temel olarak müşteri tatmininin yerine getirilmesi için ürün veya hizmetlerin tasarımını ve ürün veya hizmetlerin uyması gereken standartları kontrol etmeyi içermektedir. Aşağıda ki liste kalite kontrol fonksiyonlarını daha detaylı bir biçimde sunmaktadır (Levin vd., 1972: 449).

- Müşteri spesifikasyonlarını karşılama
- Üretim için materyalleri yerleştirme ve değiştirebilirliği sağlama
- Yasal koşulları daha rahat yerine getirebilme
- Çalışma maliyetlerini ve ürün reddetmenin sebep olduğu ek giderleri düşürme
- Üretimdeki değişiklikleri gözlemleyebilme
- Çalışanlardan veya makinelerden kaynaklı hatalarda ortak sorumluluklar sağlama
- Atık veya bozuk ürünleri ortaya çıkarmak için üretilen ürünler üzerinde denetim sağlama

Kalite kontrol işlemi işletmeler açısından oldukça önemli bir kavramdır. Kalite kontrolün amacı tüketici ihtiyaçlarını ve beklentilerini en az maliyetle ve en yüksek faydayla karşılayabilen ürünlerin üretilmesi olarak ifade edilebilmektedir. Kalite kontrolün bu genel amacına ulaşmak için bazı alt amaçlarında belirlenmesi ve yerine getirilmesi

gerekmektedir. Bu alt amaçları genel olarak işçilerin makineler konusunda eğitilmesi, üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve girdi kayıplarının en aza indirilmesi, rakiplerin gözlemlenmesi ve müşteri beklentilerinin sürekli incelenmesi olarak gruplandırmak mümkündür (Demir ve Gümüšoğlu, 2009: 584).

Etkili bir kontrol aşağıdaki aşamaların gerçekleştirilmesi ile mümkün olabilmektedir (Stevenson, 1996: 421):

- i. Tanımlama
- ii. Ölçme
- iii. Standartlar ile karşılaştırma
- iv. Değerlendirme
- v. Gerekli olan durumda doğru tedbirler alma
- vi. Alınan tedbirlerin değerlendirilmesi

İlk aşamada kontrol amacına uygun olan yaklaşım kullanılarak kontrol edilmesi amaçlanan ürün, hizmet vb. için detaylı bilgiler belirlenmektedir. Ardından ölçülebilir veya sayılabilir karakteristiklerin ölçülmesi aşamasına geçilmektedir. Ölçülen karakteristikler daha önceden belirlenen standartlar ile karşılaştırılmaktadır. Kontrol dışı tanımının tam olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Çünkü dördüncü aşamada ölçümler ile karşılaştırma sonucu elde edilen sonuçların rassal mı yoksa rassal olmayan sebeplerden mi kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Rassal olmayan durumlardan meydana gelen değişiklikler sürecin kontrol dışında olduğunu ifade etmektedir. Değerlendirme sonucunda böyle bir durumun ortaya çıkması halinde sürecin kontrol altına alınması için gerekli tedbirlerin alınması sağlanmaktadır. Son aşamada ise belirli aralıklarla kontroller yapılmakta ve alınan önlemler ile süreç gözlem altında tutulmaktadır.

Kalite kontrol eski zamanlarda bir veya birkaç kişinin sorumluluğundayken günümüzde bir işletmenin tüm fonksiyonlarının ve bu fonksiyonlarda çalışan tüm personelin ortak sorumluluğundadır. Tüm çalışanların sorumluluğunda olan kalite kontrolün özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir (Gümüšoğlu, 2000: 11):

- ✓ Tüketiciyi tatmin edecek özellikler belirlenmelidir.
- ✓ Belirli bir aşamada gerçekleştirilen kontrol bir sonraki aşamaya geçilmesine onay verecek şekilde sonuçlanmalıdır.
- ✓ Belirlenen kalite düzeyi ile gerçekleşen kalite düzeyi sürekli karşılaştırılmalıdır.
- ✓ İşletmenin sahip olduğu sürece uygun optimum kalite belirlenmelidir.
- ✓ Hatalı ürünlerin üretilmesine engel olunması için süreç basitleştirilmeli, sürekli kontrol edilmeli ve kontrol yöntemleri sürekli geliştirilmelidir.
- ✓ Gerekli kalite politikası tüm çalışanlara indirgenmeli ve çalışanların eğitilmesi sağlanmalıdır.

Girdilerin nihai ürünlere dönüştürülmesi sürecinde uygun kalitenin yakalanması sorumluluğunun tüm işlemler ve/veya üretim süreci çalışanları üzerinde olması gerektiği daha önce belirtilmiştir. Bu sorumluluğun yerine getirilebilmesi için aşağıda belirtilen üç gerekliliğin elde edilmesi gerekmektedir (Muhlemann vd., 1992: 265):

- Sürecin, işlemleri için gerekli olan materyaller ile buluşturulup buluşturulmadığının bilinmesi
- Sürecini işlemleri için gerekli olan materyaller ile gerekli olan yerde ve zamanda buluşturulup buluşturulmadığının bilinmesi

- Süreç, işlemesi gerekli olan materyaller ile buluşturulamıyorsa doğru önlemlerin neler olduğunun bilinmesi

2. İstatistiksel Kalite Kontrol ve Kontrol Grafikleri

Kalitenin sürekli kontrol altında tutulması ve bu kontroller yardımıyla sürekli geliştirilmesi için birçok farklı yöntem kullanılabilir. Ancak kullanılan yöntemler arasında en çok uygulama alanına sahip olan yöntemler istatistiksel kalite kontrol yöntemleridir.

İstatistiksel kalite kontrol ilk olarak 1924 yılında ürün kalitesini yansıtmak için hazırlanan ilk kontrol grafiklerini planlayan W. Shewhart tarafından ortaya konmuştur. Bu grafikler üretim süreci kontrol dışına çıktığında ve önlem alınması gerektiğinde kullanılan grafiklerdir. İstatistiksel kalite kontrol II. Dünya savaşından sonra hızla yayılmaya başlamıştır (Martinich, 1997: 580).

İstatistiksel kalite kontrol ile temel amaç, bir ürün ya da hizmetin belirlenen kalite düzeyine sahip olması için üretimin bazı aşamalarında ürün ve ya hizmetin kalitesini kontrol etmek yerine üretim sürecinin tamamını kontrol etmektir. İstatistiksel süreç kontrolü ise hataların kaynağında önlenmelerini, sorunların daha da büyümeden çözümlenmesini ve birbiri ile bağlı olan üretim işlemlerinin birbirine hatalı ürün vermelerini engellemeyi amaçlamaktadır (Şenol, 2012: 36).

İstatistiksel kalite kontrol yöntemleri genel olarak üç farklı aşamada gerçekleştirilebilir (Krajewski ve Ritzman, 1996: 189):

- **Girdi Kontrolü:** Üretim sürecine girecek olan hammaddelerin muayene edilmesi, sürece girecek olan girdilerin gerekli kalitede olmasına imkan sağlarken gerekli kalitede olmayan girdilerin belirlenmesine imkan sağlar.

- **Süreç Kontrolü:** Süreç içerisinde çalışarak muayene yapmak her bir süreçten sonra gerekli olan muayenenin yapılması anlamına gelmektedir. Ancak bu tür muayene yöntemi özellikle çok yetenekli kişilerin veya pahalı teknolojilerin kullanılması gereken süreçlerde aşırı bir maliyet yükü getirebilmektedir. Ayrıca herhangi bir iş istasyonu sonunda muayene yapılmama maliyetinin kusurlu ürünün o iş istasyonundan geçmesi halinde katlanılacak maliyetten daha düşük olması gerekmektedir.

- **Çıktı Kontrolü:** Üretim sistemlerinde nihai ürün muayenesi üretimi tamamlanan ürünlerin müşterilere sevk edilmeden veya depolamaya gönderilmeden önceki zamanda gerçekleştirilmektedir. Ancak üretim sistemlerinde nihai ürünlerin muayenesi, muayene sonunda alınan yığınin hurdaya ayrılması ya da alınan yığındaki kusurlar sebebiyle yığınin bir önceki veya daha özel bir sürece gönderilmesi gibi sebeplerden dolayı maliyetli olabilmektedir. Hizmet sistemlerinde nihai muayene ise doğrudan müşterilerin rol aldığı bir muayene türüdür. Tıpkı bir berberin müşterisine hizmet verdikten sonra o müşterinin sürekli aynı berbere gitmesi gibi sonuçlanan muayene türüdür.

İstatistiksel Süreç Kontrolü kavramında yer alan istatistik bilimi üretilen bir yığın içerisinde alınan örneklem yardımıyla yığın hakkında tahmin ve/veya kararlar verme anlamına gelmektedir. Süreç kavramı ise girdilerin nihai ürüne dönüşmesine kadar kullanılan makine, teçhizat, malzeme, insan gücü gibi ihtiyaçların tümünü ifade etmektedir. Kontrol kavramı ise süreç içerisindeki verilerin ölçülmesinde ve analiz edilmesinde kullanılan yöntemlerin uygulanması anlamına gelmektedir (Durman ve Pakdil, 2005: 2).

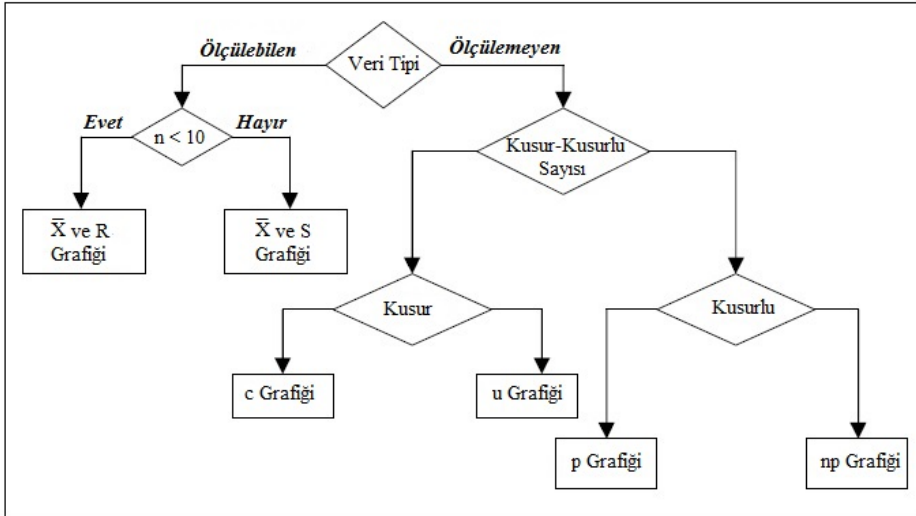
İstatistiksel süreç kontrolünde toplam 7 farklı yöntem yer almaktadır. Bu 7 yöntem kalite kontrol literatüründe “Muhteşem Yedili” olarak da adlandırılmaktadır. Muhteşem Yedili olarak isimlendirilen bu teknikler;

1. Frekans Dağılımı
2. Çetele Diyagramı
3. Histogram
4. Serpme Diyagramı
5. Neden-Sonuç Diyagramı
6. Pareto Analizi
7. Kontrol Grafikleri

Üretimden belirli ve eşit periyodlarda alınan örneklemelerden elde edilen ölçüm değerlerinin zaman içerisindeki değişimlerini göstermek amacı ile oluşturulan grafiklere “Kontrol Grafikleri” adı verilmektedir. Bununla birlikte kontrol grafikleri özel nedenleri ve süreç kaymalarını ortaya çıkarmak için süreç kontrolünde de kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır. Bu grafiklerin yaygın kullanılma sebepleri aşağıdaki gibidir (Montgomery, 1997: 137):

- ➔ Verimliliği geliştirilebilme özelliğine sahip olması.
- ➔ Hatalı birimlerin üretilmesini engelleyebilmesi.
- ➔ Gerekli zaman süreç düzeltilmesi yapabilmesi.
- ➔ Sürecin düzgün çalışıp çalışmadığı ve performansını geliştirme konusunda bilgi sağlaması.

Kalite kontrol grafikleri kendi içinde, uygulama alanı açısından verinin türüne göre nicel kontrol grafikleri ve nitel kontrol grafikleri olmak üzere iki gruba ayrılır (TÜİK, 2011: 9). Nicel kontrol grafikleri sayılabilen özelliklere ait kalite ölçümleri için kullanılırken nitel kontrol grafikleri ise sayılamayan özelliklere ait kalite ölçümleri için kullanılmaktadır.



Şekil 2: Kontrol Grafiklerinin Şemalandırılması

Kaynak: Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2006: 69

İstatistiksel süreç kontrol grafikleri ölçülebilir (nicel) ve ölçülemeyen (nitel) veri tiplerine göre iki farklı grupta ele alınabilmektedir. Ölçülebilir özellikler uzunluk, ağırlık,

hacim vb. sayısal ifadelerle belirtilebilen özellikler olurken ölçülemeyen özellikler ise sayısal ifadelerle belirtilemeyen ve kusurlu-kusursuz olarak ifade edilebilen özelliklerin tamamıdır. Kullanılacak kontrol grafiğinin türüne ilk olarak elde edilecek olan veri tipinin ölçülebilir ya da ölçülemez olmasına göre karar verilmektedir. Ölçülebilir özelliklere sahip bir veri setinin olması halinde örneklem hacmi sayısına göre şekilde ki grafiklerden biri tercih edilir. Ölçülemeyen özelliklere sahip bir veri setinde ise ilk olarak kusurlu sayısı veya kusur oranı ölçümüne karar verildikten sonra ilgili grafik türlerinden biri ile gerekli kontroller yapılmaktadır.

İstatistiksel süreç kontrol grafikleri nitel özelliklere göre de olsa nicel özelliklere göre de olsa yapı olarak birbiri ile aynıdır. Ele alınan veriler göz önünde bulundurularak sürecin kontrol altında olup olmadığını gösteren üst kontrol limiti (ÜKL), alt kontrol limiti (AKL) ve merkez çizgi (MÇ) olmak üzere üç unsurdan oluşan istatistiksel süreç kontrol grafiklerinde limitlerin ve merkez çizginin hesaplanmasına ilişkin formüller aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 1: Kontrol Grafikleri Hesaplama Formülleri

Standartların Belli Olması Halinde Kontrol Grafikleri			
Grafik Türü	Merkez Çizgi	Alt Kontrol Limiti	Üst Kontrol Limiti
\bar{X} Grafiği	μ	$\mu - A\sigma$	$\mu + A\sigma$
σ Grafiği	$\bar{\sigma}$	$B_1\sigma$	$B_2\sigma$
R Grafiği		$D_1\sigma$	$D_2\sigma$
$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$		$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$	
Standartların Belli Olmaması Halinde Kontrol Grafikleri			
Grafik Türü	Merkez Çizgi	Alt Kontrol Limiti	Üst Kontrol Limiti
Ortalama Grafiği	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$	$\bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$
Değişim Aralığı Grafiği	\bar{R}	$D_3\bar{R}$	$D_4\bar{R}$
Standart Sapma Grafiği	$\bar{\sigma}$	$B_3\bar{\sigma}$	$B_4\bar{\sigma}$

Kaynak: Şahin, 2013: 62

Hem nicel hem de nitel özellikler için tüm kontrol grafiklerinin oluşturulmasında aynı temel yaklaşım uygulanmaktadır. Ancak tek değişken kontrol limitlerinin hesaplanmasıdır. Genel olarak kontrol grafiklerinin hazırlanması için uygulanan adımlar aşağıdaki gibidir (Garrett ve Silver1973: 664):

- 1) Kontrol edilecek olan özellikler ve ölçüm yöntemi belirlenir.
- 2) Çıktılar içerisinde örneklem alınır.
- 3) Alınan örneklem baz alınarak kontrol limitleri hesaplanır.
- 4) Limitlerin ekonomik olarak uygulanabilirliği kontrol edilir.
- 5) Örneklem değerleri grafik üzerinde işaretlenir ve doğrularla birbirine bağlanır.
- 6) Limitler dışına çıkan değer veya değerler var ise önlemler alınır.

İşletmeler ne kontrol altında olan bir süreci durdurmaya ne de kontrol dışı bir süreci devam ettirmeye asla istemez. İstatistiksel süreç kontrolünün amacı ister normal sebeplerle yaşanan dalgalanmalar olsun isterse süreç kontrol dışında ortaya çıkan değişiklikleri belirlemek için maliyet ve zaman etkinliği sunan yöntemler sağlamak ve üretilen ürünlerin reddedilmesinden önce kontrol dışı durumları tanımlamaktır (Martinich, 1997: 582). Ele alınan örneklemelere ait ölçümler sonucunda sürecin kontrol dışında olduğunu gösteren durumları aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür. Ancak bu durumların hepsinin aynı anda gerçekleşmesini beklemek süreci olması gerekenden daha duyarlı hale getirip daha sık bir şekilde kontrol dışı sinyali vereceğinden aşağıdaki durumlardan 3 veya 4 tanesinin gerçekleşmesi halinde sürecin kontrol dışı sayılması yeterli olmaktadır (Kaylan, 2012: 186).

➤ Üretim sürecinden arka arkaya alınan 6 ölçüm sürekli artıyorsa veya azalıyorsa süreç kontrol dışındadır.

➤ Üretim sürecinden arka arkaya alınan 7 ölçüm MÇ altında veya üstünde ise süreç kontrol dışındadır.

➤ Üretim sürecinden arka arkaya alınan 11 ölçüm değerinden 10 tanesinin kontrol şemasının sadece bir kenarında ise süreç kontrol dışındadır.

➤ Üretim sürecinden arka arkaya alınan 3 ölçüm değerinden 2 tanesi kontrol şemasında 1 standart sapma dışında ise süreç kontrol dışındadır.

➤ Üretim sürecinden arka arkaya alınan 15 ölçüm değeri kontrol şemasında 1 standart sapma içinde ise süreç kontrol dışındadır.

Sürecin kontrol dışında olduğunu gösteren limitlerin aşılması durumu genel olarak kalitedeki değişimlerden kaynaklanmaktadır. Kalite ile ilgili meydana gelen değişimler tesadüfi ve sistematik olmak üzere iki grupta meydana gelmektedir. Tesadüfi değişimler toplam değişimler içerisinde hesaplanmayacak kadar önemsiz ve karmaşıklığı oldukça az olan değişimlerdir. Sistematik değişimler ise işçiler, makineler ve materyaller arasındaki farklılıklar gibi daha önemli ve karmaşık yapıda olan değişimlerdir (Tekin, 2012: 99).

Kontrol grafikleri yorumlanırken genellikle kontrol limitlerini aşan değer veya değerler olduğunda süreç kontrol dışındadır şeklinde yorumlanmaktadır. Ancak kontrol limitlerini aşan bir nokta olmadığı halde kontrol grafiği normal olmayan bir dağılım gösterdiğinde de sistematik faktörlerin varlığından şüphelenilmelidir. Sistematik faktörlerin ortaya çıkma sebeplerini aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür (Şenol, 2012: 118);

- Yanlış ayarlanmış bir ölçüm cihazı ile ölçümler yapılmış olabilir.
- Malzeme değişikliği yapılmış ve bu da hataya sebep olmuş olabilir.
- Süreç için daha önce belirlenen ortalama değerden sapmalar veya iki farklı anakütle olabilir.

- Süreçte yorulma meydana gelmiş olabilir.
- Vardiyalarda çalışan sorumlulardan kaynaklı olabilir.

3. Örneklem Seçimi ve Örneklem Hacmi

İstatistiksel süreç kontrolünde hazırlanacak olan kontrol grafikleri için iki farklı kontrol yöntemi uygulamak mümkündür. Bunlardan birincisi tüm ürünlerin tek tek kontrol edildiği %100 muayene ya da tam sayım şeklinde yapılan kontrol tekniğidir. %100 muayene tekniğinde kontrol maliyetleri fazla ve kontrolün gerçekleştiği zaman aralığı uzun olmakla beraber kontrol güvenilirliği oldukça yüksektir. İstatistiksel kalite kontrolünde üretim maliyetleri nedeniyle, üretilen ürünlerin tamamının tek tek kontrol edilmesi sadece hayati önemi olan parçaların üretiminin yapıldığı işletmelerde veya maliyeti çok yüksek olan ürünlerde olmaktadır. Bu tür ürünlerde en küçük bir hata çok büyük maddi kayıpların yanında can kayıplarına da neden olabilmektedir. Bu tür ürünlere örneklem olarak uzay mekiklerinde kullanılan elektronik parçalar gösterilebilir. Fakat kitle üretiminin yapıldığı işletmelerde genellikle % 100'lük muayene uygulanmaz (Saraç ve Özdemir, 2003: 19). Bu nedenle bir diğer kontrol yöntemi olan kabul örnekleme yöntemine başvurulabilmektedir.

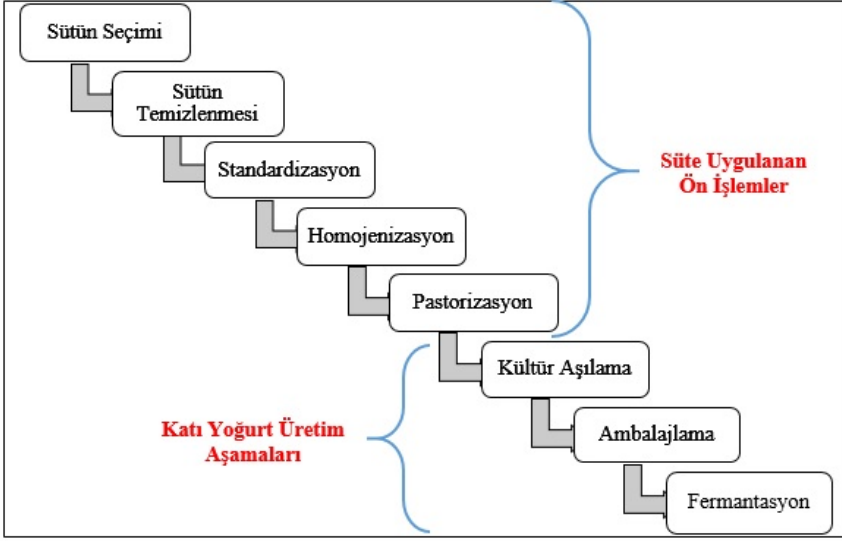
Kabul örnekleme, bir parti üründen rasgele alınan örneklemelerin incelenmesi ile o parti ürünün durumu hakkında karar verebilmek için kullanılan örnekleme yöntemidir. Genelde bu karar “kabul” ya da “ret” tir. Bu nedenle bu yöntem, “Parti Kabul Örnekleme” (Lot Acceptance Sampling) ya da “Kabul Örnekleme” (Acceptance Sampling) denir. Bazen “kararsızlık durumu” da ortaya çıkabilir. Kabul örnekleme, bir parti ürünün hiç incelenmemesi ile tamamının incelenmesi arasında bir orta yoldur (TÜİK, 2011: 16).

Örneklemenin en çok dikkat edilmesi gereken ve belirlenmesi en zor olan aşaması örneklem hacminin hesaplanmasıdır. Güvenilir sonuçlar elde edebilmek için en uygun örneklem hacmi ne olmalıdır sorusuna kesin yargılarla yanıt verilemez. Ancak yaklaşık hesaplamalarla bir sonuca varılabilir. Önemli olan seçilecek örneklemin ve hesaplanan örneklem hacminin anakütleyi temsil etme yeteneğini taşıyabilme özelliğine sahip olmasıdır.

Genellikle örneklem grubu (n) nicel özelliklerin ölçümünde 2-12 arasında, nitel özelliklerin ölçümünde ise 10-50 arasında olmalıdır. Bu durum genel olarak bu şekilde olsa bile sürecin özelliklerine veya geçmiş tecrübelerle göre değişiklik gösterebilmektedir. Gruplar içerisindeki örneklem sayısı (k) ise en az 20-25 arasında alınmalıdır. Örneklem grubunun ve gruplar içerisindeki örneklem sayısının mümkün olduğunca yüksek ve sık aralıklarla alınmış olması sürecin etkinliğini artırırken aynı zamanda sürecin belirlenen standartlarda çalışıp çalışmadığını çok daha net gösterebilmektedir (Şenol, 2012: 79).

4. Tam Yağlı Katı Yoğurt Üretimi Aşamaları

Yoğurda işlenecek olan süt ön işlemlerden geçirildikten sonra starter kültür ile aşılanır ve ambalajlara doldurulur. Ardından da fermantasyon (inkübasyon) işlemi gerçekleştirilerek üretim tamamlanır.



Şekil 3: Katı Yoğurt Üretim Aşamaları

Şekil incelendiğinde katı yoğurt üretiminin genel olarak iki ana aşamadan gerçekleştiğini söylemek mümkündür. Sütün seçimi ile başlayarak pastörizasyon aşamasına kadar gerçekleştirilen süreçler tüm süt ürünlerinin üretimi için uygulanan işlemlerdir. Bu nedenle sütün seçimi ile pastörizasyon arasındaki işlemlere süte uygulanan ön işlemler adı verilmektedir. Sütün seçimi aşamasında başta işletmenin yer aldığı Göle ve çevresindeki köyler olmak üzere çeşitli yerleşimlerden alınan sütler tankerler yardımıyla işletmeye ulaştırılır. Herbir tankerden alınan numuneler hayvanların yediği yemlerin ortaya çıkaracağı hastalıkların kontrolü, hayvanların hastalanması durumunda uygulanan antibiyotiklerin olumsuz etkileri, bakteriyofaj vb. durumların incelenmesi için analizlere tabi tutulur. Seçimi yapılan sütler balans tankında toplandıktan sonra temizleme seperatörlerinden geçirilerek; içerdiği epitelyum hücreleri, lökositler, kan gibi yabancı maddelerden ve görünür kirlere arındırılır. Sütün temizlenmesi aşamasına teknik olarak klarifikasyon terimi de kullanılmaktadır. Standardizasyon aşaması yoğurdun ön işleminde en önemli paya sahip süreçlerden biridir. Tüm süt ve süt ürünlerinin standart özelliklerde olması için süte uygulanan standardizasyon oldukça önemlidir. Bu bakımdan yoğurda işlenecek olan süte uygulanan standardizasyon aşaması iki husustan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi, sütün yağ oranının standardizasyonudur. Sütün yağ oranı tam yağlı süt için %3.8, yağlı süt için %3, yarım yağlı süt için %1.5 ve yağsız yoğurt için ise %1 oranında olmalıdır. Gelen sütün yağ oranı değerine göre ve yoğurdun çeşidine göre krema seperatörleri aracılığıyla gereken değerlere ulaştırılır. Bir diğer standardizasyon ise sütün yağsız kuru madde oranının standardizasyonudur. Sütün yağsız kuru madde oranının %12 olması gerekmektedir. Ancak inek sütünde yağsız kuru madde oranı %8 - %8.5 arasındadır. Bu nedenle tek etkili vakum evaporatörler ile sütün içerisindeki su buharlaştırılarak gerekli oran sağlanır. Yoğurda işlenen sütün fermantasyon esnasında kaymak tutmasını önlemek ve süt yağının tüm kitlesinde homojen dağılımını sağlamak amacıyla homojenizatörler ile 150 – 200 bar basınçta ve 60°C sıcaklık uygulanır. Yoğurt kültürünün daha iyi çalışması ve yoğurt kalitesinin en üst düzeyde olabilmesi için yoğurda işlenecek olan süte homojenizasyon aşamasından sonra 90°C de 10 dakika süresince ısı işlem uygulanır.

90°C de pastörize edilen süt daha sonra plakalı ısı değıştiriciler sayesinde 44°C' ye soğutulur ve direkt enjeksiyon yöntemi ile starter kültürü aşılanır. Bu yöntemde soğutulan süt ambalajlama kısmını geçerken yani iletim borularının içerisinde ambalajlama kısmına geçerken steril tankta bulunan yoğurt kültürü tanka bağlı olan enjeksiyon aygıtı (dozör) ile borudan geçen süte %2-3 v/v kadar kültür pompalar. Böylece borularda aşılama yapılır ve balans tankta toplanır ve statik karıştırıcılar ile tekrar karıştırıldıktan sonra ambalajlama makinesine gönderilir. Tankta toplanan kültür aşılı süt çeşitli boylarda ve kilolarda PVC olarak adlandırılan ambalajlara doldurularak kasalara dizilir ve paletleme tekniğı ile fermantasyon odalarına gönderilir. Fermantasyon, kültür katılmış sütün, yoğurt haline dönüşüncüye kadar belirli bir sıcaklık derecesinde belirli bir süre bekletilmesidir. Bu aşamada 2-2.5 saat paletlerin kesinlikle hareket ettirilmeden yoğurtların 41.5°C de bekletilmesi gerekmektedir. Bu süre içerisinde kültür tamamen yayılır ve mayalanma gerçekleşerek yoğurt üretimi tamamlanmış olur. Fermantasyon odasında bekletilen ve yoğurt aşamasına gelen ürünler yine paletleme tekniğı ile 5°C sıcaklığı olan depolara gönderilir ve sevkiyatı sağlanır.

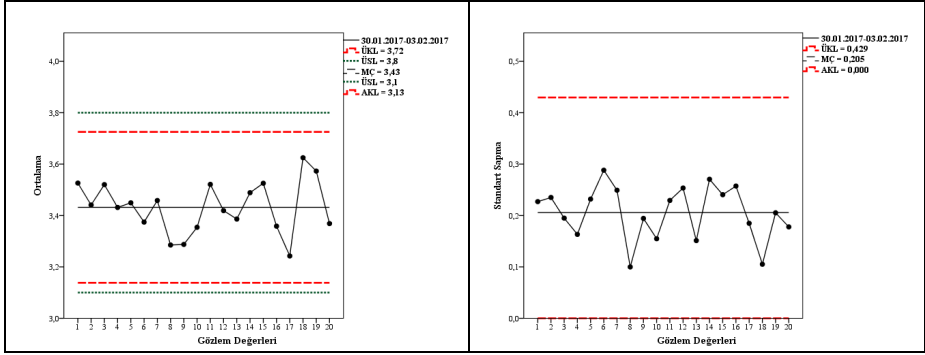
5. Uygulama

Çalışmanın uygulama kısmında Malatya ilinde faaliyet gösteren süt ve süt ürünleri işletmesinin 30.01.2017 ile 24.03.2017 tarihleri arasında üretmiş olduğu tam yağlı katı yoğurtların süt yağ oranları incelenmiştir. Verilerin alındığı işletme firma isminin kullanılmasını istemediğı için bu işletme X süt ve süt ürünleri olarak isimlendirilmiştir.

Tam yağlı katı yoğurt üretiminde kalitenin bir göstergesi olan süt yağ oranı dikkate alınmış ve kalite kontrol grafikleri bu değışken için oluşturulmuştur. Süt yağ oranı miktarı üretim sürecine giren ham sütün yoğurt aşamasında yoğurdun tam yağlı, yarım yağlı veya yağsız olmasını sağlayan bir orandır. Tam yağlı katı yoğurdun bu yönden kaliteli kabul edilebilmesi için işletme standartlarına göre bu oranın 3,1 ile 3,8 değerleri arasında olması gerekmektedir. Süt yağ oranı üretimin standardizasyon aşamasında belirlenmektedir.

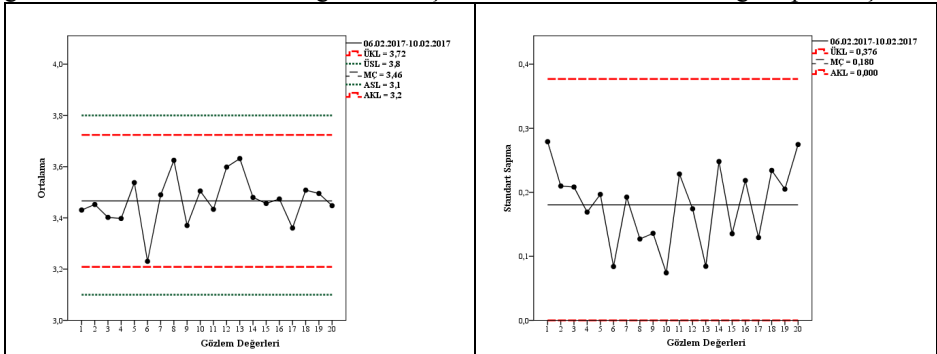
Literatürde yaygın olarak \bar{X} ve R grafikleri kullanılmaktadır. Bunun sebebi örneklem sayısının 10'dan küçük olduğu durumlarda limitlerin ve parametrelerin hesaplanma kolaylığının bulunmasıdır. Ancak örneklem sayısı 10'dan büyük olduğu durumlarda R grafiğı yerine S grafiğı tercih edilmektedir (Tekin, 2012: 107). Bu sebeple uygulama aşamasında alınan örneklem verileri için \bar{X} ve S grafikleri kullanılmıştır.

Çalışmada belirlenen 30.01.2017 ile 24.03.2017 tarihlerini kapsayan 8 haftalık dönem için hafta içi (Pazartesi, Salı, Çarşamba, Perşembe, Cuma) her gün sabah 10 öğleden sonra 10 olmak üzere toplam 20'şer örneklem alınmıştır. Örneklem her gün farklı saatlerde alınmış olup her haftanın sonunda ilgili hafta alınan 100 örneklem için kontrol grafikleri oluşturulmuştur.



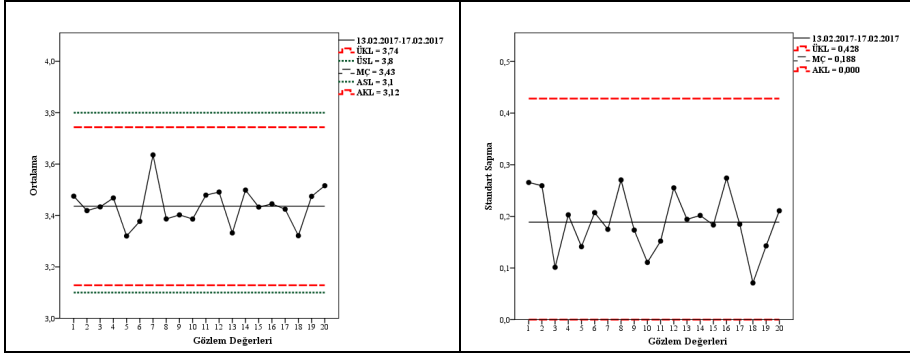
Şekil 4: 1.Hafta Elde Edilen Verilere Ait \bar{X} ve S Kontrol Grafiği

30.01.2017-03.02.2017 tarihlerini kapsayan 1.hafta alınan verilerden elde edilen kontrol grafikleri yukarıda verilmiştir. Oluşturulan kontrol grafiklerinde alt ve üst limitlerin işletme tarafından belirlenen alt ve üst spesifikasyon değerlerinin içerisinde yer aldığı söylemek mümkündür. \bar{X} grafiği incelendiğinde kırmızı çizgilerle belirtilen alt ve üst limitleri aşan herhangi bir değer olmadığı görülmektedir. Bu durum istenen ortalama değer elde edildiğini ifade etmektedir. Ancak limitler içerisinde ve merkez çizgi etrafında aşırı dalgalanmaların olduğu özellikle 8. 9. ve 17. değerlerde aşırı kırılmalar meydana geldiği görülmüştür. Aynı şekilde oluşturulan diğer bir grafik olan S kontrol grafiğinde de dağılımın limitler arasında olduğu ancak aşırı kırılmaların mevcut olduğu saptanmıştır.



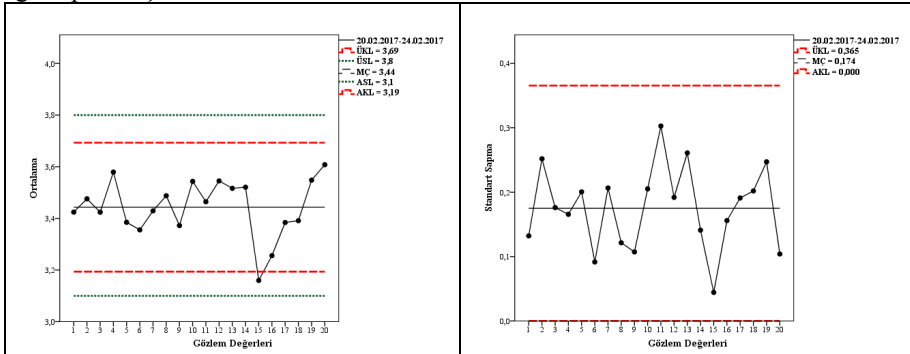
Şekil 5: 2.Hafta Elde Edilen Verilere Ait \bar{X} ve S Kontrol Grafiği

06.02.2017-10.02.2017 tarihlerini kapsayan 2.hafta alınan verilerden elde edilen kontrol grafikleri yukarıda verilmiştir. Oluşturulan kontrol grafiklerinde alt ve üst limitlerin işletme tarafından belirlenen alt ve üst spesifikasyon değerlerinin içerisinde yer aldığı söylemek mümkündür. \bar{X} grafiği incelendiğinde kırmızı çizgilerle belirtilen alt ve üst limitleri aşan herhangi bir değer olmadığı görülmektedir. Bu durum istenen ortalama değer elde edildiğini ifade etmektedir. Ancak limitler içerisinde ve merkez çizgi etrafında aşırı dalgalanmaların olduğu özellikle 6. değerinde aşırı kırılmaların meydana geldiği görülmüştür. Aynı şekilde oluşturulan diğer bir grafik olan S kontrol grafiğinde de dağılımın limitler arasında olduğu ancak aşırı kırılmaların ve dalgalanmaların mevcut olduğu saptanmıştır.



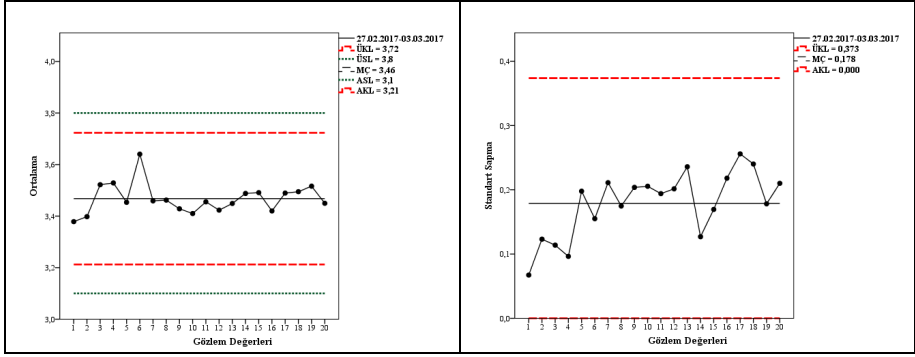
Şekil 6: 3.Hafta Elde Edilen Verilere Ait \bar{X} ve S Kontrol Grafiği

13.02.2017-17.02.2017 tarihlerini kapsayan 3.hafta alınan verilerden elde edilen kontrol grafikleri yukarıda verilmiştir. Oluşturulan kontrol grafiklerinde alt ve üst limitlerin işletme tarafından belirlenen alt ve üst spesifikasyon değerlerinin içerisinde yer aldığı söylemek mümkündür. \bar{X} grafiği incelendiğinde kırmızı çizgilerle belirtilen alt ve üst limitleri aşan herhangi bir değer olmadığı görülmektedir. Bu durum istenen ortalama değer elde edildiğini ifade etmektedir. Ancak limitler içerisinde ve merkez çizgi etrafında aşırı dalgalanmaların olduğu özellikle 7. değerde aşırı kırılmanın meydana geldiği görülmüştür. Aynı şekilde oluşturulan diğer bir grafik olan S kontrol grafiğinde de dağılımın limitler arasında olduğu ancak aşırı kırılmaların ve dalgalanmaların mevcut olduğu saptanmıştır.



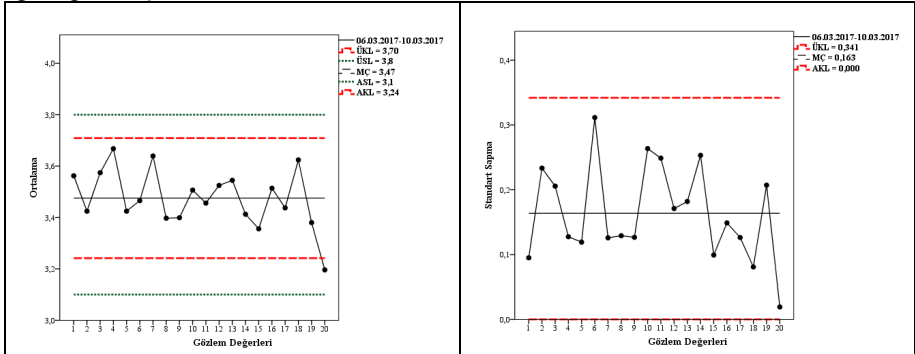
Şekil 7: 4.Hafta Elde Edilen Verilere Ait \bar{X} ve S Kontrol Grafiği

20.02.2017-24.02.2017 tarihlerini kapsayan 4.hafta alınan verilerden elde edilen kontrol grafikleri yukarıda verilmiştir. Oluşturulan kontrol grafiklerinde alt ve üst limitlerin işletme tarafından belirlenen alt ve üst spesifikasyon değerlerinin içerisinde yer aldığı söylemek mümkündür. Ancak \bar{X} grafiği incelendiğinde 15. gözlem değerinin kırmızı çizgilerle belirtilen alt limiti aştığı görülmektedir. Bu durum sürecin düzgün çalışmadığını ifade etmektedir. S grafiği incelendiğinde ise limitleri aşan bir değer olmasa bile aşırı kırılmaların ve dalgalanmaların mevcut olduğu saptanmıştır.



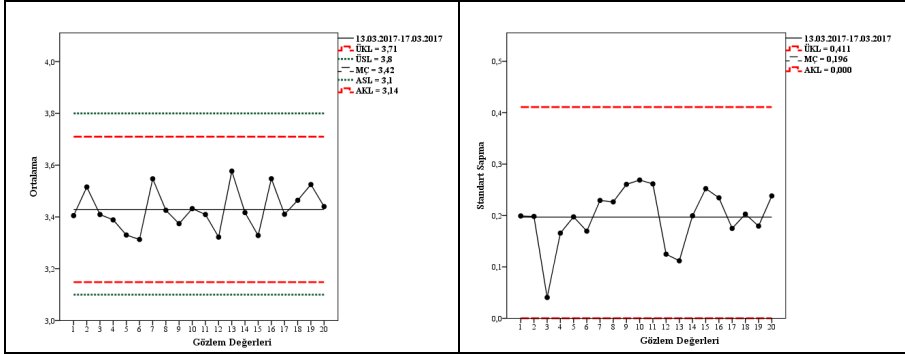
Şekil 8: 5.Hafta Elde Edilen Verilere Ait \bar{X} ve S Kontrol Grafiği

27.02.2017-03.03.2017 tarihlerini kapsayan 5.hafta alınan verilerden elde edilen kontrol grafikleri yukarıda verilmiştir. Oluşturulan kontrol grafiklerinde alt ve üst limitlerin işletme tarafından belirlenen alt ve üst spesifikasyon değerlerinin içerisinde yer aldığı söylemek mümkündür. \bar{X} grafiği incelendiğinde kırmızı çizgilerle belirtilen alt ve üst limitleri aşan herhangi bir değer olmadığı görülmektedir. Bu durum istenen ortalama değer elde edildiğini ifade etmektedir. Ancak limitler içerisinde ve merkez çizgi etrafında aşırı dalgalanmaların olduğu özellikle 6. gözlemden itibaren aşırı kırılmaların meydana geldiği görülmüştür. Aynı şekilde oluşturulan diğer bir grafik olan S kontrol grafiğinde de dağılımın limitler arasında olduğu ancak aşırı kırılmaların ve dalgalanmaların mevcut olduğu saptanmıştır.



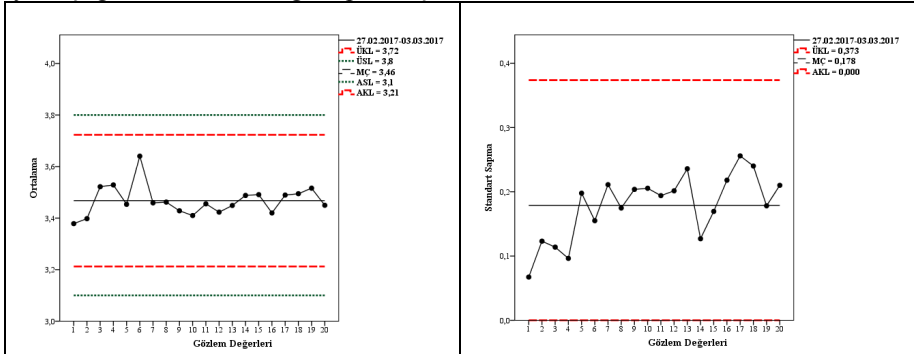
Şekil 9: 6.Hafta Elde Edilen Verilere Ait \bar{X} ve S Kontrol Grafiği

06.03.2017-10.03.2017 tarihlerini kapsayan 6.hafta alınan verilerden elde edilen kontrol grafikleri yukarıda verilmiştir. Oluşturulan kontrol grafiklerinde alt ve üst limitlerin işletme tarafından belirlenen alt ve üst spesifikasyon değerlerinin içerisinde yer aldığı söylemek mümkündür. Ancak \bar{X} grafiği incelendiğinde 20. gözlem değerinin kırmızı çizgilerle belirtilen alt limiti aştığı görülmektedir. Bu durum sürecin düzgün çalışmadığını ifade etmektedir. S grafiği incelendiğinde ise limitleri aşan bir değer olmasa bile aşırı kırılmaların ve dalgalanmaların ayrıca 6. ve 20. gözlem değerlerinin limitlere çok yaklaştığının mevcut olduğu saptanmıştır.



Şekil 10: 7.Hafta Elde Edilen Verilere Ait \bar{X} ve S Kontrol Grafiği

13.03.2017-17.03.2017 tarihlerini kapsayan 7.hafta alınan verilerden elde edilen kontrol grafikleri yukarıda verilmiştir. Oluşturulan kontrol grafiklerinde alt ve üst limitlerin işletme tarafından belirlenen alt ve üst spesifikasyon değerlerinin içerisinde yer aldığı söylemek mümkündür. \bar{X} grafiği incelendiğinde kırmızı çizgilerle belirtilen alt ve üst limitleri aşan herhangi bir değer olmadığı görülmektedir. Bu durum istenen ortalama değer elde edildiğini ifade etmektedir. Ancak limitler içerisinde ve merkez çizgi etrafında kısmen dalgalanmaların olduğu görülmüştür. S grafiği incelendiğinde ise limitleri aşan bir değer olmasa bile aşırı kırılmaların ve dalgalanmaların ayrıca 3. gözlem değerinin alt limite çok yaklaştığının mevcut olduğu saptanmıştır.



Şekil 11: 8.Hafta Elde Edilen Verilere Ait \bar{X} ve S Kontrol Grafiği

20.03.2017-24.03.2017 tarihlerini kapsayan 8.hafta alınan verilerden elde edilen kontrol grafikleri yukarıda verilmiştir. Oluşturulan kontrol grafiklerinde alt ve üst limitlerin işletme tarafından belirlenen alt ve üst spesifikasyon değerlerinin içerisinde yer aldığı söylemek mümkündür. \bar{X} grafiği incelendiğinde kırmızı çizgilerle belirtilen alt ve üst limitleri aşan herhangi bir değer olmadığı görülmektedir. Bu durum istenen ortalama değer elde edildiğini ifade etmektedir. Limitler içerisinde ve merkez çizgi etrafında aşırı dalgalanmalar olmasa bile 6. gözlem değerinin üst limite yaklaştığı geldiği görülmüştür. Aynı şekilde oluşturulan diğer bir grafik olan S kontrol grafiğinde de dağılımın limitler arasında olduğu ancak yukarı doğru bir trendin, kırılmaların ve dalgalanmaların mevcut olduğu saptanmıştır.

6. Sonuç

Rekabetin oldukça üst düzeyde gerçekleştiği gıda sektörü ve özellikle de süt ürünleri üzerinde kalitenin önemi son derece artmıştır. Ulusal ve hatta uluslararası alanda faaliyet gösteren işletmeler ile rekabet edebilmenin en önemli koşulu ürün kalitesinin yakalanması ve sürekli kontrol edilmesinden geçmektedir. Bu sebeple orta ölçekli bir süt işleme tesisine sahip olan X işletmesinin 30.01.2017 ile 24.03.2017 tarihleri arasında üretimini tamamlamış olduğu tam yağlı katı yoğurtlar içerisinde örneklem alınmış ve kontrol grafikleri oluşturulmuştur.

30.01.2017-03.02.2017 (1.hafta), 06.02.2017-10.02.2017(2.hafta), 13.02.2017-17.02.2017 (3.hafta), 20.02.2017-24.02.2017 (4.hafta), 27.02.2017-03.03.2017 (5.hafta), 06.03.2017-10.03.2017 (6.hafta), 13.03.2017-17.03.2017 (7.hafta) ve 20.03.2017-24.02.2017 (8.hafta) tarih aralıklarında oluşturulan haftalık \bar{X} kontrol grafikleri incelendiğinde 20.02.2017-24.02.2017 haftasında ele alınan 15.gözlem değeri ve 06.03.2017-10.03.2017 haftasında ise 20.gözlem değerinin kontrol limitlerinin dışında olduğu ortaya çıkarılmıştır. \bar{X} Grafikleri incelendiğinde 1.hafta da 17. ve 18., 2.hafta 6., 3.hafta 7., 4.hafta 20., 5.hafta 6. ve 7.hafta ise 4., 7., 18. gözlem değerlerinin alt ve üst limitlere oldukça yaklaştığı görülmektedir. Aynı zamanda bu gözlem değerlerinin bulunduğu yerlerde çok ciddi kırılmaların gerçekleştiğini söylemek mümkündür. Bunun yanı sıra tüm haftalar için genel olarak süreçte periyodik dalgalanmaların ve süreç ortalamasından kaymaların var olduğu ifade edilebilmektedir.

\bar{X} grafiği ile birlikte oluşturulan S grafikleri incelendiğinde \bar{X} kontrol grafikleri gibi S kontrol grafiklerinde kırılmalara sahip olduğu gözlemlenmiştir. 1.hafta da 8. ve 18., 3.hafta 18., 4.hafta 11. Ve 15., 6.hafta 6. ve 20., 5.hafta 6. ve 7.hafta ise 3. gözlem değerlerinin alt ve üst limitlere oldukça yaklaştığı görülmektedir. Tüm S grafikleri için genel olarak tıpkı \bar{X} kontrol grafiklerinde olduğu gibi süreç içerisinde periyodik dalgalanmaların ve süreç ortalamasından kaymaların olduğu görülmektedir.

Malatya ilinde faaliyet gösteren X süt işleme tesisleri için oluşturulan kontrol grafiklerindeki dalgalanmaların ve süreç ortalamasından kaymaların genel olarak vardiyalardaki değişimlerden, çalışanların farklı zamanlarda farklı çalışma sistemlerinden, toplanan sütlerdeki yağ oranlarının yüksek olmasından veya süt yağ oranı için süte yağ eklenmeden önce veya sonra ölçüm aletlerinin kalibresinden kaynaklı olabileceği ortaya konmuştur. Bu sorunların giderilmesi için işletmenin yönetim kuruluna işçilere eğitim verilmesi, toplanan günlük sütlerin işlenmeden önce yağ oranlarının ölçülmesi ve buna göre kalibrasyonların yapılması önerilmiştir. alınan önlemlerden sonra aynı kontrol grafikleri farklı örneklem alınarak oluşturulmalı ve süt yağ oranındaki hataların giderilip giderilmediği kontrol edilmelidir.

KAYNAKÇA

Ala, D. M. ve İkiz, Y. (2015). Dokuma Üretimi Süresince Oluşan Kumaş Hatalarının Belirlenmesine Yönelik İstatistiksel Bir Araştırma. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 21, Sayı 7, 282-287.

Benneyan, J. C., Lloyd, R. C. ve Plsek, P. E. (2003). Statistical process control as a tool for research and healthcare improvement. Quality and Safety In Health Care, Vol 12, No 6, 458-465.

Çolak, T. ve Akdeniz, F. (2008). Elyaf İşletmelerinde İstatistiksel Süreç Kontrolünün Uygulanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 17, Sayı 5, 86-94.

Dale, G. B. (2003). *Managing Quality*. Wiley-Blackwell, 4.Baskı, United Kingdom.

Demir, Hulusi ve Gümüőođlu, Őevkinaz. (2009). *Üretim Yönetimi*. Beta Basım Yayım Dağıtım, 7. Baskı, İstanbul

Duran, C. ve Çetindere, A. (2012). Konfeksiyon Sanayiinde Faaliyet Gösteren Bir İşletmede İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri İle Ürün Hatalarının Analiz Edilmesi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 21, Sayı 2, 233-254.

Durman, Burçin M. ve Pakdil, Fatma (2005). İstatistiki Süreç Kontrol uygulamaları İçin Bir Sistem Tasarımı. 26-27 Mayıs İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi, İstanbul

Ertuğrul, İrfan ve Karakaşoğlu, Nilsen (2006). Kalite Kontrolde Örneklem Büyüklüğünün Değişken Olması Durumunda P Kontrol Şemalarının Oluőturulması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Cilt 5, Sayı 10, ss. 65-80.

Garrett, Leonard J. ve Silver, Milton (1973). *Production Management Analysis*. Harcourt Brace Jovanovich Inc, New York, 2. Baskı

Gümüőođlu, Őevkinaz (2000). İstatiksel Kalite Kontrolü ve Toplam Kalite Yönetim Araçları. Beta Basım Yayım Dağıtım, 2. Baskı, İstanbul

Jalote, P., Member, S. ve Saxena, A. (2002). Optimum Control Limits for Employing Statistical Process Control in Software Process. *Transactions On Software Engineering*, Vol 28, No 12, 1126-1134.

Kaya, Ahmet (2005). İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Bir Sektör Uygulaması. *Gıda Dergisi*, Cilt 30, Sayı 4, ss. 275-280.

Kaylan, Ali Rıza (2012). Endüstri Mühendisliđine Giriş içerisinde Kalite Mühendisliđi Bölümü (Ed. Prof. Dr. Ercan ÖZTEMEL) ss. 167-201. Papatya Yayıncılık, 2. Baskı, İstanbul.

Krajewski, Lee J. ve Ritzman, Larry P. (1996). *Operations Management Strategy And Analysis*. Addison-Wesley Publishing Company, 4. Baskı, USA.

Levin, Richard I., McLaughlin, Curtis P., Lamone, Rudolf P. ve Kottas, John F. (1972). *Production/Operations Management: Contemporary Policy for Managing Operating Systems*. McGraw-Hill Inc, New York.

Maraş, S., Yüzükırmızı, M., Duman, Ö. ve Aslan, H. (2013). Dişlilerden Elde Edilen Titreşim Sinyallerinde İstatistiksel Proses Kontrol Uygulaması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt 20, Sayı 1, 9-14.

Martinich, Joseph S. (1997). *Production and Operations Management An Applied Modern Approach*. John Wiley Inc., Canada. 1.Baskı

Montgomery, D.C. (1997), *Introduction to Statistical Quality Control*, 3.th Edition, John Wiley & Sons Inc, Canada.

Muhlemann, alan; Oakland, John ve Lockyer, Keith (1992). *Production and Operations Management*. Pitman Publishing, 6. Baskı, England.

Organ, A. ve Gürbüz, T. (2012). Hastanelerde Enfeksiyon Alanlarının Belirlenmesine Yönelik İstatistiksel Kalite Kontrol Çalışması. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı 13, 43-54.

Paiva, Caroline Liboreiro (2013). Food Industry içerisinde Quality Management: Important Aspects for the Food Industry Bölümü (Ed. Innocenzo Muzzalupo) ss. 191-218, e-kitap URL: <https://www.intechopen.com/books/food-industry/quality-management-important-aspects-for-the-food-industry> (E.T: 14.04.2017)

Patır, S. (2010). İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri ve Kontrol Grafiklerinin Malatyadaki Bir Tekstil (İplik Dokuma) İşletmesinde Bobin Sarım Kontrolüne Uygulanması. Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, Sayı 18, 231-250.

Pekmezci, A. (2009). Gıda Sektöründe İstatistiksel Kalite Kontrol Grafiklerinin Bir Uygulaması. Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, Sayı 16, 131-141.

Saraç, Saim ve Özdemir, Gültekin (2003). Mermer Fayanslarının Boyutlandırmasında İstatistiksel Kalite Kontrolü. Türkiye IV Mermer Sempozyumu (MERSEM'2003) Bildiriler Kitabı, 18-19 Aralık, Afyon.

Stevenson, William J. (1996). Production/Operations Management. Mc-Graw-Hill Companies, Chicago. 5.Baskı

Şahin, Orhan (2013). İstatistiksel Süreç Kontrolünde Kontrol Grafiklerinin Kullanımı ve Tekstil Sanayinde Bir Uygulama. Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, sayı 10, ss. 53-75.

Şenol, Şanslı (2012). İstatistiksel Kalite Kontrol. Nobel Akademik Yayıncılık, 1. Baskı, Ankara.

Şimşek, Ş. (2007). Yönetim ve Organizasyon. Adım Ofset ve Matbaacılık. 9. Baskı, Konya.

Tekin, Mahmut (2002). Toplam Kalite Yönetimi. Günay Ofset, 1. Baskı, Konya.

Tekin, Mahmut (2012). Üretim Yönetimi Cilt-2. Günay Ofset, 8. Baskı, Konya.

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2011). İstatistiksel Kalite Kontrol Sorularla Resmi İstatistikler Dizisi – 11. Türkiye İstatistik Kurumu Yayınları, Yayın No: 3616, Ankara.

Vapur, H., Bayat, O. ve Akyol, F. (2005). Eti Gümüş A.Ş. Liç Prosesinde İstatistiksel Proses Kontrolü Uygulaması. Türkiye 19. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Fuarı, IMCET 2005, 09-12 Haziran 2005, Ankara.

Vonderembse, Mark A. ve White, Gregory P. (1996). Operations Management Concepts, Methods And Strategies. West Publishing Company, St Paul. 3. Baskı

Zeyveli, M. (2010). AISI H13 Sıcak İş Takım Çeliğinin İşlenmesinde Yüzey Pürüzlülüğünün Araştırılması Ve İstatistiksel Proses Kontrol Metodunun Uygulanması. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 26, Sayı 4, 379-386.