

1. GİRİŞ

Günümüz rekabet şartları, üretim ve hizmet sektöründeki diğer tüm firmalarda olduğu gibi maden işletmeleri için de müşteri memnuniyetini önemli bir rekabet ölçütü haline getirmiştir. Firmalardaki kaliteye ilişkin sorunların çözümü geçmişte kalan rasgele girişimler yerine bugün giderek ekonomik yaklaşımlı daha iyi kalite için sistemli yöntemlere doğru kaymaktadır. Kalitenin temelinde sorun yaratmayacak ürünleri elde etmek için yapılacak tüm çalışmaların incelenmesi yatmaktadır (Sezgin 2006). Başka bir deyişle sistemli yaklaşım; kaliteyi etkileyebilecek faktörlerin çözümlenmesi ile başlar. Gerçektende dün yalnızca muayene olarak anlaşılan kalite kontrol kavramı, kaliteyi etkileyen etmenlerin sistemli olarak araştırılması ile çok geniş kapsamlı olan çağdaş anlayışına erişmiştir (Kaya 2005). Kaliteli ürün, girdi kontrolü ile başlar (İnt. Kyn. 5).

Kalite kontrolü, bir bakıma endüstri ile yaşıttır denilebilir (Aslan 2001). Bilimsel ve teknik gelişme, dünyada, endüstriyel gelişmenin dinamiğini hızlandırmıştır (Mahiroğlu ve Buluç 1999). Günümüzde teknik ve ekonomik gelişmelerin üretimden tüketime kadar her aşamada meydana getirdiği değişimler, ürün kalitesinin önemini artırarak, çok sayıda kalite sorununu da beraberinde getirmiş ve **“kalite”** kavramı birçok ürün tasarımcısını, mühendisi, girişimciyi, üreticiyi ve tüketiciyi ilgilendiren başlıca konu haline gelmiştir (Erarslan vd. 2000). Tüm işletmelerde kalite kontrol, bir ürün veya hizmetin değerlendirilmesinde önemli bir faktör haline gelmiştir (Akkurt 2002).

Son yıllarda daha da önem kazanan performans değerlendirme çalışmaları uygulanması zorunlu faaliyetlerden biri haline gelmiştir (Ertuğrul ve Karakaşoğlu 2005). Kalite kontrolü, kişilerin nasıl çalıştıkları, makinelerin nasıl işledikleri, sistem ve prosedürlerin nasıl yürütüldüğü ile ilgilidir (Imai 1997).

2. GENEL BİLGİLER

Kalite, yenilik ve değişim boyutları ile bir arada değerlendirilmelidir (Doğan 2000). Kalite, sürekli gelişmeyi öngörür (Aktan 2000). Bir işletmenin değişen koşullara daha kolay adapte olmasını sağlamak için kritik performans ölçütleri kullanılarak işletmenin periyodik olarak değerlendirilmesi ve sürekli iyileştirilmesi gerekmektedir. Artan rekabet ortamında işletmelerin rakipleri karşısında ayakta kalabilmeleri için bu değerlendirmeler ışığında gerekli düzenlemelere gitmeleri oldukça önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Üretim süreç veya süreçleri için uygun, geçerli, güvenilir, açık, kolayca ölçülebilir doğru performans ölçütlerinin belirlenmesi ve yürürlüğe konulup uygulanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Kabadayı 2002).

Kalite iyileştirme faaliyetleri, nelerin yapılması gerektiğinin iyi bir planı ile başlarsa sürekli ve etkili olacaktır. İyi bir planlamadan sonra, plana ulaşılmasını sağlayacak faaliyetlerin yapılması gerekir. Değerlendirme aşamasından sonra sonuçlar kontrol edilmelidir. Kontrol aşamasında ulaşılan sonuçlarla ilgili nedenleri anlamaya çalışmak önemlidir. Böylece sonuçlardan gereken dersler çıkarılacaktır. Sonuçları değerlendirdikten sonra süreci geliştirmek için harekete geçmek mümkün olabilecektir (Ardıç 1999).

Günümüz rekabet ortamında işletmelerin varlıklarını devam ettirebilmeleri, hedef pazarlarda yer alan müşteri ve tüketicilerin ihtiyaçlarını rakiplerine göre daha iyi tatmin etmelerine bağlıdır (İnt. Kyn. 3). Beklentileri, ekonomik olarak karşılayamayan bir işletme gelecekte tahmin edemeyeceği iş kayıplarına maruz kalacaktır (Deming 1996). Kalite sisteminin kazandırdığı önemli faydalardan biri minimum maliyettir (İnt. Kyn. 12).

Kalite sorunu tarih boyunca insanoğlunun zihinsel süreçlerini uğraştırmış bir konudur (Keskin 2005). Kalite kontrolün ne olduğunu bilen ve buna göre çalışan işletmeler devamlı olarak gelişmektedir (Ercan 1986). Süreç içerisindeki aksaklıkların bir kere belirlenip giderilmesi yeterli değildir. Sürecin devamlı kontrol altında tutulması gerekir

(Juran 1989). Süreç ihtiyaçlarının bütünü, düşünülerek karşılanmak zorundadır (Juran ve Gryna 1993).

Kalite isteklere uygunluktur (İnt. Kyn. 10). Bir işletmede verimliliğin maksimum düzeye çıkarılması sıfır hatayı yakalamakla mümkündür (İnt. Kyn. 7). Buda yapılan işin ilk defasında doğru yapılması ve bunun zamanında yapılması demektir (İnt. Kyn. 14). Kalite sonradan ölçülerek temin edilemez, süreçte ve üretim sırasında oluşturulur (Özkan ve Aksoylu 2002).

Toplam kalite yönetiminde nihai amaç **“ürün ve hizmet kalitesi”**ni iyileştirmektir. Bu amaca ulaşmak ise organizasyondaki **“insan kalitesi”**, **“sistem kalitesi”** , **“süreç kalitesi”** , **“iş kalitesi”** vb. unsurların bütünsel olarak gerçekleştirilmesi ile mümkündür (İnt. Kyn. 2). Toplam kalite yönetimi, sürekli geliştirme ve yenilik düşüncesine dayanır (İnt. Kyn. 8). Toplam kalite yönetimi felsefesi, modern yöntemlerden biri olan süreç iyileştirme metodunun zaman yitirmeden uygulanması gerektiğini öne sürmektedir (Suğur 2004). Toplam kalite yönetiminin öğeleri arasında önlemeye dönük yaklaşım, ölçüm ve istatistik önemli bir yer tutmaktadır (İnt. Kyn. 9). Toplam kalitenin temelinde hataları önlemek vardır. Planlamanın doğru yapılması hataları çok azalttığı gibi değerlendirmeye ve düzeltmeye ayrılan zamanı da yarının altına indirmektedir (Kavrakoğlu 1996).

Herhangi bir sistem çıktısının istenen şekilde gerçekleşip gerçekleşmediğini kontrol edebilmek için, önce istenenin ve beklenenin ne olduğunu iyi tanımlamak gereklidir. Üretim sisteminin çıktılarından **“kalite”**nin kontrol edilebilmesi için bu kavramın ne anlama geldiğini iyice anlayarak işe başlanmalıdır (Bozkurt 2001).

1. Kalite

Kalite, işletmelerin daha fazla kar etmeleri için değil, işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri için zorunlu hale gelmiştir. Bugünün rekabet koşulları altında faaliyet gösteren işletmelerin, kendi kalite programlarını planlamaları, uygulamaları ve zamanla bu politikalarını geliştirmeleri gerekmektedir. Kalitenin nesnel ölçütlerinin olmadığı,

kalitenin doğasının karşılaştırmaya dayandığı ve kalitenin tüm boyutları ile bir bütünsel olduğu da unutulmamalıdır. Kalıcı kalite hiçbir zaman tesadüfen veya kendiliğinden ortaya çıkmamaktadır. Kalite, insan tarafından gerçekleştirilen sistematik çabaların bir sonucudur (Doğan 2000). Uzun dönemli bir işi ilk defada doğru olarak yapmak, hatayı sonradan düzeltmekten daha ucuzdur (Erarslan vd. 2000).

2. Kalitenin Tanımı

Bir ülkenin kalkınmışlık düzeyinin en inandırıcı kanıtı, kuşkusuz ürettiği mal ve hizmetin kalitesidir (Erarslan vd. 2000). Kalite sınırları devamlı genişleyen bir kavramdır. Teknoloji, değişen koşullar, ihtiyaçlar kaliteye değişik boyutlar getirmektedir. Kalite kavramı insanların ve sistemlerin **“hata yapması”** ve **“mükemmele ulaşma isteği”** gerçeğinden ortaya çıkmıştır (İnt. Kyn. 6).

Dr.J.M.Juran (1988), göre kalite; **“kullanıma uygunluk”**, P.B.Crosby (1979), göre kalite; **“şartlara uygunluk”**, Ishikawa (1985), göre kalite **“müşterilerin gereksinimlerini tatmin etmek”**, Feigenbaum (1961), göre kalite ise; **“müşterilerin ihtiyaçlarına ve şartlarına göre uygunluk”** olarak tanımlanmıştır.

Alıcı tarafından aranılan belirli şartları en iyi karşılayan anlamında kullanılan **“kalite”** kısaca **“amaçlara uygunluk derecesi”** olarak tanımlanabilmektedir. Genel olarak kalite, bir ürün veya hizmetin beklentilerimizi tamamen karşıladığı veya aştığı anlamına gelmektedir (Akkurt 2002).

3. Kalite Kontrol

Kontrol, belli bir amaca ulaşmak için yapılması gereken faaliyetleri planlama ve yönetme olarak tanımlanmaktadır. Kalite kontrolü ise, kalite ile ilgili olarak belirlenmiş, bir hedef, amaç veya standarda ulaşmak için uygulanan teknikler ve yapılan faaliyetlerdir. Bu faaliyetler kontrol, istatistik tutulması, hatanın tespit edilmesi, hatanın kaynağının nedeninin bulunması ve nasıl düzeltilmesi gerektiğini içeren bir sistem içinde yer almaktadır.

Geçmişte kaliteyi sağlama, finalde yapılması gereken bir inceleme olarak ele alınmış ve üretim işleminin sonunda hatalı ürünlerin kalite denetçisi tarafından geri gönderilmesi şeklinde uygulanmıştır. Ancak bu sistem, ürünün mamul halde incelenmesini gerekli kıldığından, fiyatta aşırı yükselmelere neden olmakta ve firma maliyetlerini artırmaktadır. İyi bir kontrol sistemi ürünün sadece son aşamasında değil, değişik işlem aşamalarında da yer almalıdır. Bu şekilde, üretim hataları veya ilgili personel tarafından yapılan hatalar gibi hatanın kaynağı tespit edilmekte ve sonuç olarak idare bu durumu gidermek için gerekli önlemleri alabilmektedir. Kalite kontrol sisteminin temel unsurlarından birisi inceleme sürecidir. İnceleme, çeşitli teknikler kullanılarak imalat işlemlerinin farklı aşamalarında uygulanabilmektedir (İnt. Kyn. 11).

Kalite kontrolü işi, üretimin standartlaştırılması daha sonrada bu standartların gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğinin ölçülmesi ile ilgilidir. Standart bir üretim ve üretim süreci yoksa kalite kontrolünün yapılabileceği bir ortamda yok demektedir (İnt. Kyn. 17).

Kalite kontrol için geriye dönük bilgilerin sağlanması büyük önem taşımaktadır. Rapor etme sistemince verilen bilgiler olmaksızın belli seviyelerde kalite kontrolü zor olmaktadır. Tutulan raporlar sayesinde istenen kalite ile varılan kalite kıyaslaması yapılabilmektedir.

4. İstatistiksel Kalite Kontrol

Geçmişte kalite kontrolü denince akla sadece ölçme ve muayene işlemleri gelirken, günümüzde, bu uygulamalar yerini her türlü problemin çözümü için kullanılabilen, üretim sürecinde meydana gelen istatistiksel süreç kontrol tekniklerine bırakmıştır (Bircan ve Gedik 2003).

İstatistiksel süreç kontrol yönteminde istatistik, bir bütünün tamamını kontrol etmek yerine bütünden örnekler alarak sonuçlara göre bütün hakkında tahminde bulunmak için kullanılan teknikleri ifade eder. Süreç, bir ürün veya hizmetin önceden belirlenen nitelikte elde edilmesi için kullanılan makine, alet, metot, malzeme ve insan gücünün

bütününün içerir. Kontrol, süreçteki verilerin ölçümünde ve analizinde istatistiksel tekniklerin uygulanması anlamını taşır. Değişkenlik, kısaca gerçek değerlerden sapmalar olarak tanımlanır. Bütün süreçler; makine, takım, malzeme, operatör, bakım ve çevre koşullarından kaynaklanan değişime uğrarlar (İnt. Kyn. 4).

İstatistiksel süreç kontrol, bir süreci sürekli denetleme ve süreçteki değişkenliği kontrol altına almada kullanılan bir kalite kontrol metodudur. Müşteri şartlarının yerine getirilip getirilmediğine ve sürecin kendi ürettiği değişkenlik sınırları içinde olup olmadığına karar vermede bir araç olarak kullanılmaktadır. İstatistiksel süreç kontrol, sürecin kontrol altında olup olmadığını tespit eder, ancak sürecin kontrol dışı olmasına ait nedenleri ortaya koyamaz. Bu noktada istatistikî süreç kontrol, bir uyarı sistemi olarak çalışmaktadır.

İstatistiksel süreç kontrolün amacı değişimin özel nedenlerini ortadan kaldırarak süreci kontrol altında tutmaktır. Kontrol altındaki bir süreç, değişimin özel nedenleri ortadan kaldırıldığında sürekli olarak kendi doğal spesifikasyonu içinde parçalar üretmektedir. Değişkenliğin nedenleri kalite kontrol bakımından, genel nedenler ve özel nedenler olarak ifade edilmektedir. Değişkenliğin genel nedenleri, birçok küçük kaynaktan oluşan ve her süreçte rastsal olarak önceden tahmin edilebilen değişkenlerdir. Genel nedenler, süreçteki özel nedenler ortadan kaldırıldıktan sonra, zamanla sabit bir dağılım gösterdiğinden bu nedenlerin azaltılması yoluna gidilmelidir. Değişkenliğin özel nedenleri ise, belirsiz bir kaynaktan oluşurlar, önceden tahmin edilemezler ve düzenli değildirler. Önlem alınmadıkça tekrar ederler. Özel nedenlerin ortaya ne zaman çıktığı bilinirse kolaylıkla tespit edilebilir ve düzeltilebilirler.

İstatistiksel süreç kontrolü ***“rasgele incelemelerle kaliteyi temin etme girişimlerini kullanan sistemlerin tersine, kaliteyi kontrol etmenin en etkin yoludur”***. Kısaca istatistiksel süreç kontrolünün basit olarak, süreçte var olan değişkenliğin belirlenerek bulunan en az seviyeye indirilmesi konusu ile ilgilendiği söylenebilir (Bircan ve Gedik 2003).

Prof.Dr. Kaoru İshikawa bir işletmedeki problemlerin %95'inin kalite kontrolünün 7 tekniği ile çözülebileceğini savunmaktadır. Kalite kontrolde, süreçte karşılaşılabilecek problemlerin çözümleri için kullanılan meşhur yedi istatistiksel teknik aşağıda verilmiştir (Akın 1996):

1. Pareto Analizi
2. Sebep-Sonuç Diyagramı
3. Histogram
4. Çetele Diyagramı
5. Dağılım Diyagramı
6. Akış Diyagramı
7. Kontrol Grafiği

Bu araçlar istatistik ve analitik araçlardır (Özcan 2003). Mamul ve hizmetin kalitesini artırmak için kalite kontrol, istatistiksel düşünceye önem verir, bu alanda belirsizliği ve düzensizliği ortadan kaldırmaya çalışır. Bir şeyin geliştirilebilmesi için mevcut durumun saptanması gerekir. Buradan hareketle diyebiliriz ki, ölçülemeyen şey değiştirilemez. İşte bundan dolayı, ölçüm ve istatistik kalitenin vazgeçilmez iki temel unsurudur (Bircan ve Gedik 2003).

Çizelge 2. 1'de karşılaşılan sorunların farklı boyutları için çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Tekniklerin bazıları sorunların belirlenmesinde, bazıları sorunların analizinde, bazıları ise her iki amaç için kullanılmaktadır (Doğan 2000).

Çizelge 2. 1 İstatistiksel Süreç Kontrol Tekniklerinin Kullanım Alanları (Doğan 2000)

| AMAÇ | KULLANILACAK TEKNİK |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sorunlarda öncelik sırasının belirlenmesi | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Akış Diyagramı ✓ İşaret Çizelgesi ✓ Pareto Diyagramı ✓ Beyin Fırtınası ✓ Nominal Grup Tekniği |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sorunun ne olduğu, nerede meydana geldiği, ne zaman meydana geldiği ve etki alanının belirlenmesi | <ul style="list-style-type: none"> ✓ İşaret Çizelgesi ✓ Pareto Diyagramı ✓ Histogram |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sorunun olası bütün nedenlerinin saptanması | <ul style="list-style-type: none"> ✓ İşaret Çizelgesi ✓ Pareto Diyagramı ✓ Dağılım Diyagramı ✓ Neden-Sonuç Diyagramı ✓ Beyin Fırtınası |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sorunun ana nedeninin saptanması | <ul style="list-style-type: none"> ✓ İşaret Çizelgesi ✓ Pareto Diyagramı ✓ Dağılım Diyagramı ✓ Nominal Grup Tekniği ✓ Beyin Fırtınası |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Etkin ve uygulanabilir çözümün geliştirilmesi ve uygulama planının hazırlanması | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Beyin Fırtınası ✓ Çubuk Grafikleri ✓ Yönetim Değerlendirmesi |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Çözümün uygulamaya konması ve gerekli prosedürlerle grafiklerin düzenlenmesi | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Pareto Diyagramı ✓ Histogram ✓ Kontrol Grafiği |

2.1 Süreç Yönetimi

Süreç yönetimi, süreçlerin sürekli ve düzenli olarak izlenmesi ve geliştirilmesini garanti altına almak için yapılan faaliyetler dizisidir. Süreç yönetimi süreçlerin tasarımı, sürdürülmesi, müşteri ihtiyaçlarının daha iyi karşılanması için sürekli değerlendirme, analiz ve geliştirilmeleri kapsayan bir çevrimdir. Süreç yönetimi ile herhangi bir sürecin gerçekten nasıl çalıştığı açıklanır, sürecin sonuçlarını gösteren performansı sürekli ve düzenli olarak izlenir ve performansın iyileştirilmesi için sürecin işleyiş biçimi yeniden tasarlanır (Bozkurt 2003).

Süreçler genel olarak aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- Süreçler, tanımlanabilir özelliğe sahiptir (süreçlerin temel unsurlarının açıklanabilmesidir),
- Süreçler, ölçülebilir özelliğe sahiptir (süreç performansının uygun göstere ve/veya ölçütlerle izlenebilmesidir),
- Süreçler, yinelenme özelliğine sahiptir (sürecin, aynı ve/veya değişen girdilerin işlenmesi sonucunda ortaya çıkan çıktının müşteri ihtiyaç ve beklentilerini sürekli olarak karşılayabilmesidir),
- Süreçler, kontrol edilebilir özelliğine sahiptir (süreç sorumlularının sürecin performansı hakkında her zaman için bilgi sahibi olması ve gerektiğinde düzeltici faaliyetleri yerine getirebilmesidir),
- Süreçler, katma değer yaratma özelliğine sahiptir (sürecin, üretilen çıktının kalitesi ve çıktıyı kullanan müşterinin tatmini üzerinde olumlu etki yaratabilmesidir).

Süreçlerde yapılan iyileştirme çalışmalarının süreç çıktısı üzerindeki etkisinin belirlenmesi ile iyileştirme çalışmasından önceki ve sonraki durumları karşılaştırmak amacıyla, süreç performans ölçümleri yapılır. Süreç iyileştirme ve/veya geliştirme, süreç yönetiminin en önemli aşamalarındandır. Süreç iyileştirme, sürecin performans düzeyinin artırılmasıdır. Yapılan iyileştirme çalışmalarıyla sürecin performansı arttıkça, yeniden işleme ve israf azalacağı için süreç daha hızlı işleyecek ve çevrim süresi kısılacaktır. Süreç iyileştirme, süreç işlem basamaklarında katma değer yaratmayan adımların ayıklanmasıdır.

Süreç iyileştirme çalışmalarında belirlenmiş ve tanımlanmış süreçlerin gözden geçirilerek yapılması gerekli olan iyileştirme ve/veya geliştirmelerin planlanması ve uygulamaya geçirilmesi, süreçlerin güncelliğinin sağlanması, etkinliğinin artırılması ve değişen müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin karşılanabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Genellikle sorun çözme yaklaşımında sorunun ana nedeni anlaşılmayabilir. Ana neden ortaya çıkartılmadan iyileştirme çalışmalarının yapılması, beklenenin tam tersi bir etki yaratabilir. Süreç iyileştirme ekibi süreci etkileyen bütün

faktörleri; süreçteki kullanılan malzemeleri, yöntemleri, ortam koşullarını belirleyerek çalışmalarına başlar.

2.2 Süreç Geliştirme

Süreç bir işin yapılmasında alınan kararlar ve adımlardır. Yaptığımız her şeyde süreç veya süreçler vardır. Bir süreç birçok adımdan meydana gelebilir. Ayrıca sürecin işlemesi için başka süreçlerin katkısı da gereklidir. Süreç geliştirme sadece yangına müdahale etmek, ya da kriz çözmek demek değildir, işleri iyileştirmek demektir. İşlerin nasıl daha iyi yapılabileceğine bakmak demektir. Gerçek anlamda bir süreç geliştirme uygulandığında; süreçte olan olayların sebebini öğrenmeye, elde ettiğimiz verilerle sapmaları azaltmaya, ürün veya hizmete katkısı olmayan işlemleri süreçten çıkarmaya ve müşteriyi memnun etmeye çalışılır. Hedef sadece sorunlar oluştuğunda çözüm yöntemi bulmaktan ziyade, süreci uzun vadede geliştirmektir.

Süreç geliştirmeye başlamak için, şunları düşünmek gerekir:

- Geliştirme için hangi süreci seçmeliyiz?
- Geliştirme çabaları için hangi kaynaklara ihtiyaç vardır?
- Seçilen süreci geliştirmek için uygun olan kişiler kimlerdir?
- Süreci öğrenmek için en iyi yol nedir?
- Süreci nasıl geliştiririz?

Süreç geliştirme modeli iki parçadan oluşur:

- *Süreç basitleştirme kısmı:* Takımlar süreç geliştirmeye bu adımlarla başlarlar. Süreç geliştirme çevriminin 1 ile 7'nci adımları arasındadır. Sürecin kararlılığı ve yeterliliğine bağlı olarak, takım 8'nci adımdan devam edebilir ya da 14'ncü adıma gidebilir.
- *Planla-uygula-kontrol et-önlem al çevrimi:* Süreç basitleştirme parçasını takip eden 8-14'ncü adımlarda gösterilmektedir.

Süreç geliştirme modeli aşağıda anlatılmıştır (Navy 1996). Modeldeki 14 adımın tümünü uygulamak, takımın süreç hakkındaki bilgilerini, karar verme seçeneklerini çoğaltır ve uzun vadede tatminkâr sonuçlar alınmasını sağlar.

- **1. Adım:** Sürecin seçimi süreç geliştirme hedefinin belirlenmesi

Süreç geliştirme kararı alındığında, yönlendirme komitesi sorun sahalarını belirleyip, araştırılması gereken ilk süreçleri aday gösterebilir.

- **2. Adım:** Uygun takımın teşkil edilmesi

Sürecin seçilip, sınırların belirlenmesinden sonraki ilk adım uygun takımın seçilmesidir. Uygun takımda sürecin sınırları içerisinde çalışan ve sürecin nasıl çalıştığını iyi bilen personel bulunmalıdır.

- **3. Adım:** Mevcut akış şemasının çıkartılması

Bir takım, süreç geliştirmeden önce, üyelerinin sürecin nasıl çalıştığını anlamaları gerekir. Hali hazırda ki süreç üzerinde çalışmanın en iyi yöntemi akış şemasıdır.

- **4. Adım:** Sürecin basitleştirilmesi ve değişikliklerin yapılması

Takım 3.adımda çıkarttığı akış şeması ile sürecin hali hazırdaki şeklini tamamlamış olur. Sürecin gerçekte nasıl çalıştığını gösteren bu akış şeması üzerinde çalışmak takıma sorunların kaynağını bulmada yardım eder. Takım bu şema ile gereksiz olan adımları ve kararları tespit edebilir, lüzumsuz denetlemeleri görebilir ve geçmişteki hataları örtbas etmek için yaratılmış süreç adımlarını keşfedebilir. Bütün bunlar az olan kaynakları yiyip bitiren unsurlardır.

- **5. Adım:** *Veri toplama planının geliştirilmesi ve temel verilerin toplanması*

İlk 4 adım takımı süreç geliştirme işleminin basitleştirme aşamasından geçirmiştir. Bu aşamada bütün kararlar deneyimlere, niteliksel süreç bilgisine ve en iyi çalışma yöntemleri hakkında varsayımlara dayanmaktadır. Süreç geliştirmenin geri kalan aşamalarında takım daha bilimsel metotlar kullanacaktır. 5. adımdan 14. adıma kadar, takım topladığı ve analiz ettiği istatistiksel verilere dayanarak karar verecektir. 5. adımda, takım süreç geliştirme için veri toplama planını geliştirir.

- **6. Adım:** *Süreç kararlı mı?*

Bu adımda takım 5. adımda toplanan veriyi analiz eder. Bu analizde yararlı iki teknik kontrol çizelgesi ve hareket çizelgeleridir. Bunlar karışık gözükken veriyi düzenleyip takımın anlayabileceği bir şekle sokar. Kontrol çizelgeleri bir sürecin kararlı olup olmadığını ve gelecekteki performansının tahmin edilip edilemeyeceğini gösterir. Fakat takım daha basit bir çizelge olan hareket çizelgesiyle başlasa bile biraz çalışma ile bu çizelgeyi kolayca kontrol çizelgesine dönüştürebilir. Bu iki çizelge takım için önemlidir, çünkü bunlarla süreçteki değişkenlikler bulunur. Bu adımda kontrol ve hareket çizelgeleri ile veriyi analiz edebilirsiniz. Kontrol çizelgeleri ve nispeten hareket çizelgeleri, devam eden hareketler, eğilimler ve tekrarlanan çevrimler gibi normal olmayan değişiklikleri gösterirler. Hesaplanan kontrol sınırlarının dışındaki veriler ya da grafiklerdeki olağan dışı modeller araştırılması gereken özel neden değişkenliğinin göstergesi olabilir.

- **7. Adım:** *Süreç yeterli mi?*

Süreç kararlı hale geldikten sonra 5. adımda toplanan veriler tekrar kullanılır. Bu kez takım, verileri histogram olarak bilinen sütun grafiği çizebilmek için kullanır. Histogramı hazırlamak için takım, hedef değerini grafikte çizer. Hedef değer 1. adımda süreç geliştirme hedefi olarak belirtilmişti. Süreç için alt ve üst özellik sınırları varsa, takım sürecin üst ve alt özellik sınırlarını da bu grafiğe çizer (Bu özellik sınırları kontrol çizelgesindeki üst ve alt kontrol sınırları ile aynı şey değildir). Veri, hedef değer ve

varsa üst, alt özellik sınırları çizildikten sonra sürecin yeterli olup olmadığına karar verilebilir. Buradan temel süreç geliştirme modelini sonuna kadar takım PDCA döngüsü (planla-uygula-kontrol et-önlem al) veya Deming döngüsü olarak bilinen bir bilimsel yöntem kullanılacaktır.

- **8. Adım:** *Yetersizliğin temel nedenlerini tespit etmek*

Buraya kadar olan adımlar süreci anlamak ve bunu kâğıda dökmek içindi. 8. adımda takım PDCA çevrimine başlayarak sürecin yetersizliğinin temel nedenlerini bulmaya çalışır. Şu ana kadar takımın baktığı veriler sürecin çıktısının ölçülmesi ile elde edilenlerdi. Süreci iyileştirmek için takım önce hangi sebeplerin, ürün veya hizmetin tatminkâr olmamasına neyin sebep olduğunu bulmalıdır. Takım sebep-sonuç diyagramı ile temel sorunları bulmaya çalışır. Takım muhtemel temel nedenleri tespit ettikten sonra, bunların gerçekten sonuçları nasıl etkilediğini bulmak için veri toplamalıdır. Takım belirledikleri sebeplerin birbirlerine göre önem derecelerini göstermek için pareto çizelgesi kullanabilir.

- **9. Adım:** *Süreç değişikliğinin planlanması*

9. adım PDCA' nın planla kısmının başlangıç noktasıdır. Bu adımda, 8. adımda belirlenen temel sorunlardan biri seçilip üzerinde çalışılmaya başlanır. Takım ondan sonra temel sorunu yok etmeye veya etkisini azaltmaya yarayacak bir plan geliştirir. Planın önemli özelliklerinden biri 4. adımda çizilen basitleştirilmiş akış şemasının değiştirilmesi ve düşünülen değişikliklerin uygulanması için ön çalışmaların yapılmasıdır.

- **10. Adım:** *Gerekliyse veri toplama planının değiştirilmesi*

10. adım PDCA' nın planla bölümünü sona erdiren adımdır. Veri toplama planı ilk olarak 5. adımda geliştirilmiştir. Planlanan değişiklik uygulandığında süreç değişeceği için, veri toplama planı gözden geçirilmelidir. Eğer veri toplama planının değiştirilmesi gerektiğine karar verilirse, takım 5. adımdaki işlemleri tekrarlar.

- **11. Adım:** *Değişikliğin uygulanması ve veri toplanması*

Eğer mümkünse, değişiklikler tüm organizasyonda yapılmadan evvel kısıtlı bir ortamda denenmelidir. Örneğin, değişen süreç önce tek bir büroda veya bir iş istasyonunda denenmelidir. Bu arada diğer bölümler eski süreç üzerinde çalışmaya devam etmelidir. Eğer organizasyon vardiyalar halinde çalışıyorsa, bu değişiklik önce tek bir vardiyada denenebilir. Takım hangi yöntemi seçerse seçsin temel amaç; değişikliğin yararlı olduğunun kanıtlanması, geniş çapta bir başarısızlığı engellemesi ve büyük çapta destek elde edilmesidir.

- **12. Adım:** *Değiştirilmiş süreç kararlı mı?*

12. adım ve 13. adımlar PDCA' nın kontrol et bölümünü oluştururlar. Bu adımda değiştirilen ve test edilen süreçte, beklenen sonuçların elde edilip edilmediği kontrol edilir.

- **13. Adım:** *Süreç geliştirdi mi?*

Burası süreç geliştirilmenin planlanan haliyle gerçekleşen hali arasındaki farkı görmek için iyi bir noktadır.

- **14. Adım:** *Süreci standart hale getir ve veri toplama sıklığını azalt*

14. adım PDCA' nın önlem al bölümüdür. Bu adımda takım önemli kararlar verir. Öncelikle değişikliği tam anlamıyla uygulayıp uygulamayacağına karar vermelidir. Eğer süreç kararlı ve yeterliyse, değiştirilen süreç yeni standart süreç olarak uygulamaya konur. Takım bundan sonra ne yapması gerektiğine karar vermelidir.

2.3 Süreç Geliştirme Teknikleri

Süreç iyileştirme ile kastedilen gelişmeler şans eseri olan değişiklikler değil, düzenli, inançlı, örgütlü bir çabanın ürünü olacaktır. Bu da ancak bir kuruluşta yönetimin bu çabaları sürekli ve etkili bir şekilde desteklemesiyle gerçekleşir. Sürekli iyileştirme çalışmaları için de bazı tekniklere ihtiyaç vardır (Güven 1994).

Kalite iyileştirme ve geliştirme sürecinde istatistiksel teknikler geniş bir kullanım alanına sahiptir. İstatistiğin kalite kontrolde geniş uygulama olanağı bulması, minimum malzeme ve işçilikte yüksek kalite düzeyinde ve büyük miktarlarda üretimi zorunlu kılan 2. Dünya Savaşı'ndan gerçekleşmiştir (İnt. Kyn. 15). İstatistiksel süreç kontrol tekniklerinin sanayide süreç kontrolü yanında süreç geliştirme, performans belirleme gibi geniş uygulama alanları vardır (Kutay 1992).

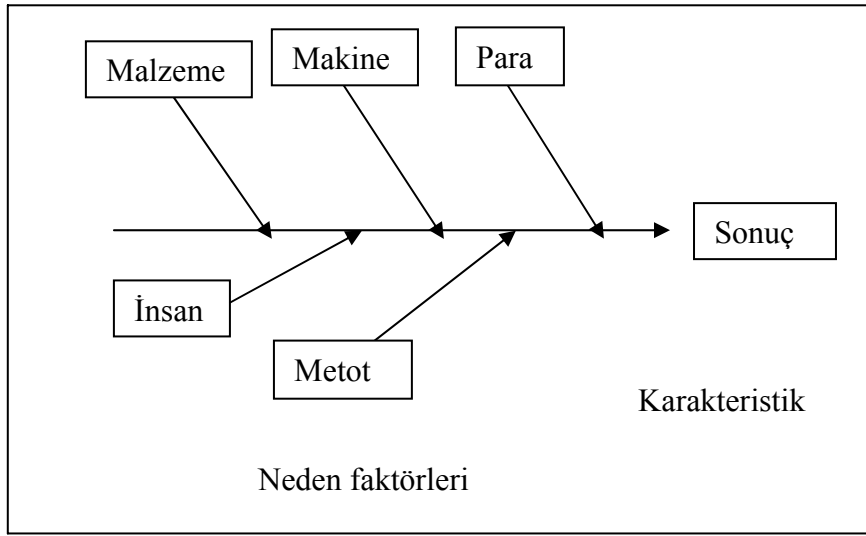
Kalite kontrol elemanlarının süreçte karşılaşılabileceği problemlerin çözümleri için aşağıda belirtilen meşhur yedi istatistik teknik kullanılmaktadır.

2.3.1 Sebep – Sonuç Diyagramı

Dr. Kauro Ishakawa tarafından ortaya atılan sebep-sonuç diyagramı, etki olarak adlandırılan bir olayı etkileyen tüm nedenlerini ortaya koymak ve bunlara görsel nitelik kazandırmak için kullanılır. Merkez okun sağında çerçevesiz bir dikdörtgen içinde etkinin ifadesi bulunur. Eğik oklar etkiyi etkileyen ana nedenler ve bunlara yönelik oklar ana nedenlerin alt nedenlerini temsil etmektedir. Balık kılçığı sistemine benzediği için **“kılçık diyagramı”** da denilen sebep-sonuç diyagramını oluşturma kademeleri şöyledir.

- İlk etki açıklanır;
- Etkinin ana nedenleri belirlenir;
- Ana nedenleri oluşturan alt nedenler tayin edilir.

Sebe - sonuç diyagramları problem çözüme ve süreç geliştirmede çalışan takımların en çok kullandıkları kalite tekniklerinden birisidir. Süreçteki her adım için veya her problem için genel sebeplerden yola çıkılarak en ufak detaya inilir ve sebebin ortaya çıkarılması için temel bilginin ortaya konmasına olanak verir. Diyagram, hangi sebeplerin hangi sonucu meydana getirdiğini açıklamada etkili bir araçtır (Bircan ve Gedik 2003). Şekil 2. 1’de örnek bir sebep-sonuç diyagramı verilmiştir.



Şekil 2. 1 Sebe - Sonuç Diyagramı Örneği (Ishikawa 1984)

En önemli ana sebeplerin dikkate alınarak önlemler alınması, sorunun çözümünde faydalı olacaktır (Bircan ve Gedik 2003).

Tüm olası sebepleri ortaya dökülebilmek için genellikle geniş katılımlı **“beyin fırtınası”** toplantıları düzenlenir (İnt. Kyn. 1).

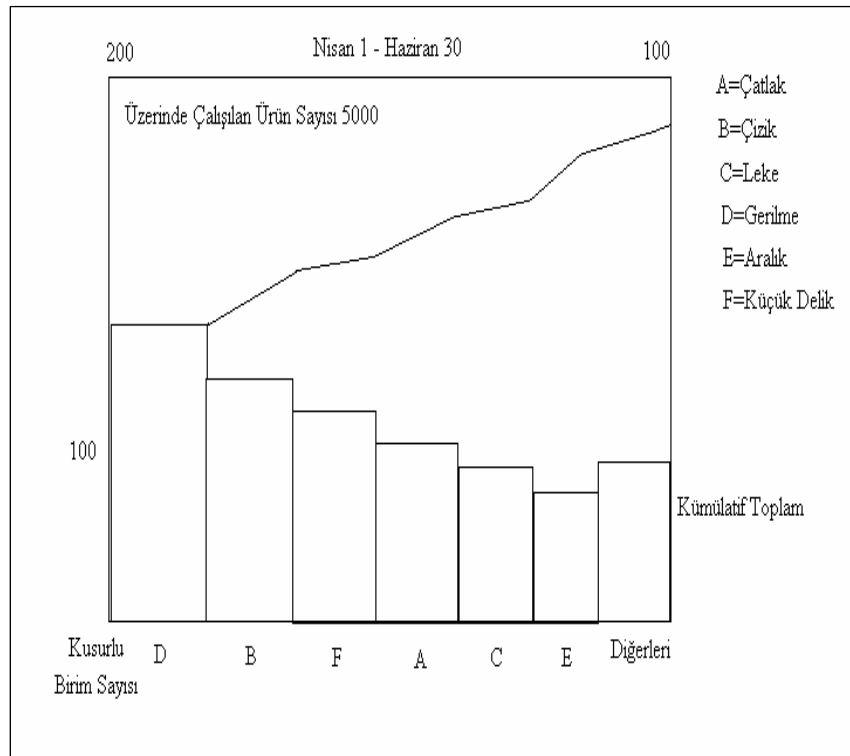
- *Beyin fırtınası*

Bir grubun belirli bir konu üzerinde mümkün olduğunca çok sayıda fikir üretmesi amacıyla kurulan demokratik ve katılımcı bir çalışma tekniğidir. Disiplinli ama baskıcı olmayan bir yaklaşımla; basit, aykırı, karmaşık, uçuk vb. düşüncelerden yaratıcı ve uygulanabilir fikirler oluşturmak için grup sinerjisini kullanmayı amaçlar (İnt. Kyn. 18).

Herkesin yaratıcı ve verimli bir beyin fırtınası tecrübesi yaşayabilmesi için, toplantıyı yöneten kişinin herkesin uyması gereken kuralları üyelere açıklaması ve üyelerin de bunları benimsemesi gerekir (İnt. Kyn. 13).

2.3.2 Pareto Analizi

Bir mamulde bulunması mümkün tüm hataların aynı önem derecesine sahip olduğu söylenemez. Pareto analizi değişik sayıdaki önemli sebepleri, daha az önemde olan sebeplerden ayırmak için kullanılan tekniktir. Özellikle kalite kontrol ve kalite geliştirme programlarında problemin sebepleri tespit edilirken hangi hataların daha büyük bir yüzdeye sahip olduğu bu teknik vasıtasıyla kolayca tespit edilebilmektedir. Pareto analizi, hata çeşitlerine (Şekil 2. 2) değer biçmek veya tanımlamak için kullanılır (Özcan 2003).

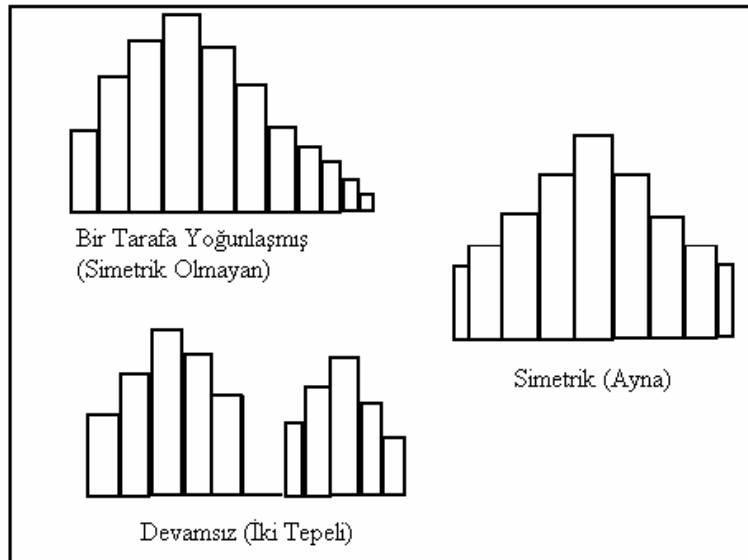


Şekil 2. 2 Kusurlu Ürünler İçin Pareto Diyagramı Örneği (Bozkurt 2001)

Çok sayıda parçadan oluşan karmaşık mamullerde tolerans limitlerini düşürmek için, pareto grafiğinin çizimi bu konuda uygulanabilecek basit fakat etkili bir analiz vasıtasıdır. Bu metot ile değişik parçalar için üretim hatalarının, direk işçilik giderlerinin veya maliyetin yüzde ne kadarını oluşturduğu gösterilebilmektedir. Bu grafikten faydalanılarak hangi parçaların maliyet bakımından önemli olduğu tespit edilir ve kontrol çalışmaları daha çok bu parçalar üzerinde yapılır. Diğer parçalar için kritik parça olmadığı sürece çok sık olmayan kontrollerle yetinilir (Özcan 2003).

2.3.3 Histogram

Histogram, veri grubunun “*genel durumunu*” bir bakışta verebilen kuvvetli bir tekniktir. Pareto diyagramında bir ürünün çeşitli özellikleri sıklık olarak gösterilir ve birbirleri ile karşılaştırılır. Histogramlar da ise, “*ürünün yalnızca bir özelliğinin sayısal olarak sıklığı*” gösterilmektedir. İlgilenilen özellik değişken ve sayısal olmalıdır. Uygulamada çeşitli histogramlarla (Şekil 2. 3) karşılaşılmaktadır. Çan eğrisi, çift tepe, plato, tarak, birbirine paralel olmayan; kesikli, ayrılmış tepeli, keskin tepeli vb. buna örnek verilebilir (Doğan 2000).



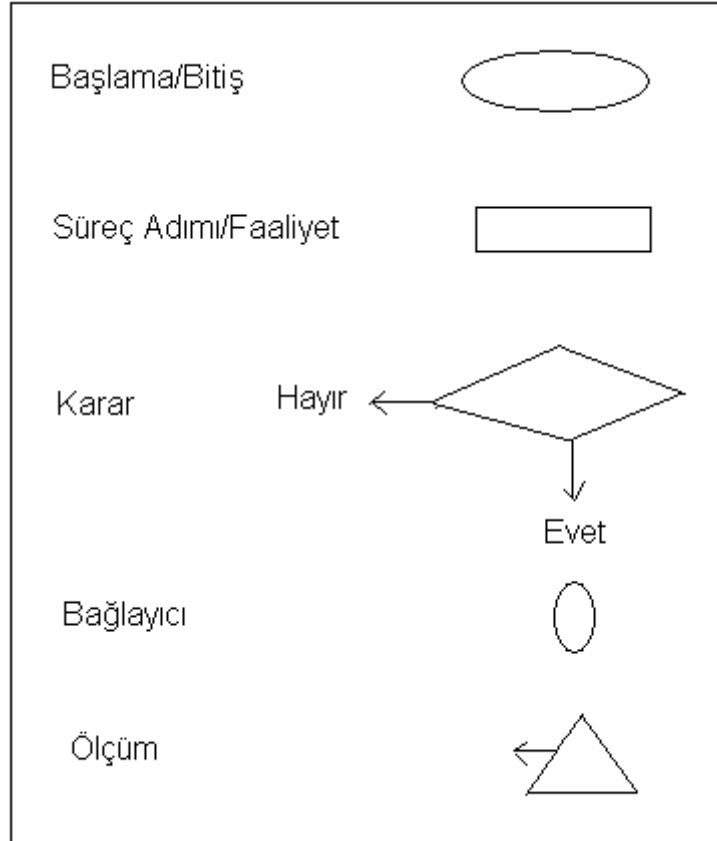
Şekil 2. 3 Yaygın Histogram Şekilleri (Navy 1996)

2.3.4 Çetele Diyagramı

Çetele diyagramı, bir sürecin geliştirilmesinde ihtimalleri elemeye yardımcı olma potansiyeline sahiptir. Kalite geliştirme çalışmalarında veri ve bilgiye dayanmak önemlidir. Gelişmeyi temin için, sorunlarla sebepleri hakkında açık ve yararlı bilgiye ihtiyaç vardır. Çetele diyagramları “*verilerin frekanslarının görüntülenmesinde*” kullanılan en kolay araçlardan birisidir.

2.3.5 Akış Diyagramı

Akış diyagramı, herhangi bir süreç içerisindeki “*sapmaları belirlemek*” amacıyla bir ürün ya da hizmetin izlediği “*gerçek ve ideal*” yolları belirlemek için kullanılır. Akış diyagramında sürecin bütün aşamaları simgelerle (Şekil 2. 4) gösterilir.



Şekil 2. 4 Akış Şemalarında Kullanılan Semboller (Navy 1996)

2.3.6 Dağılım Diyagramı

Herhangi bir değişkenin, bir diğeri ile “*ne derecede*” ilişkili olduğunu saptamak için, değişkenlerden birisini değiştirerek diğeriindeki değişimi gözlemek amacıyla dağılım diyagramları kullanılmaktadır. Dağılım diyagramları üzerindeki noktaların birbirine yakınlığı ve dağılımın düz bir çizgi oluşturması, değişkenler arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu gösterir (Doğan 2000).

2.3.7 Kontrol Grafikleri

Bir süreçte meydana gelen kalite ile ilgili problemlerin temel sebebi değişkenliktir. Bu değişkenlikler, kabul edilebilir rasgele nedenlerden ve kontrol edilebilir özel nedenlerden kaynaklanır. Kontrol grafikleri, arzu edilen niteliklerde ürün veya hizmet üretebilmek amacıyla süreçte zaman içinde özel nedenlerden kaynaklanan bu değişkenlikleri izlemek ve genel sebeplerden ayırmak için kullanılmaktadır (Besterfield 1990).

Kontrol kartları sürecin kontrolü için en uygun kontrol araçları olmakla beraber, amaçları genelde şu şekilde açıklanabilir.

- Süreçte sapmaları ve sürecin kararlı olup olmadığını gösterir.
- Kontrol edilen ürün özelliğinin, üst ve alt kontrol limitleri denilen iki çizgiye göre trendini gösterir.
- Özelliğin değeri kontrol limitlerini aştığı durumda, bunun nedeninin tayin edilmesi ve düzeltme önlemlerinin alınması gereğini gösterir.
- Kusurlu parçaların açığa çıkmasının yerine, bunların önlenmesine yardımcı olur.
- Süreç kabiliyetinin tayin edilmesine yardımcı olur.
- Kalitenin iyileştirilmesi için en iyi yöntemdir.

Kontrol grafikleri; bir sorunun varlığını gösterir, sorun hakkında ipuçları verir, ancak sorunun nedenini göstermez. Üretim esnasında tolerans limitleri dışına çıkılmasının nedenleri ise aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Konuk 1999):

- Kalite programının yetersizliği,
- Prosedürlerin ve uygulamaların yetersizliği,
- Ürün tasarımının yetersizliği,
- Tezgâhların ömrünü doldurmuş olması,
- İşçiler için yetersiz talimat ve nezaret,
- Yetersiz aydınlatma,
- Girdilerin yetersizliği,
- Titreşim,
- İşçilere performans iyileştirme ve varyasyonu azaltma konularında istatistik bilgi verilmesindeki başarısızlık,
- Çok yüksek ya da çok düşük ortam nemi,
- Kötü çalışma koşulları vb. her sektörün kendi üretim/hizmet konusu ile ilgili ölçütlerdir.

Her üretim süreci; **“ideal, eşik, kaosun kıyısında ve kaos”** olmak üzere dört durumdan birisi ile açıklanabilir (Bozkurt 2001):

- *İdeal durum:* Bu durumdaki süreç %100 uygun ürün üretiyor ve istatistiksel olarak kontrol altında demektir. Bütün ürünler amaca uygun olarak üretilmektedir. İstatistiksel olarak kontrol altında olmak, üretim sürecindeki varyasyonun tutarlı olması anlamına gelir.

Sürecin kontrol altında olması için aşağıdaki 4 koşulun karşılanması gerekmektedir (Bozkurt 2001):

- Süreç, zaman ilerledikçe kararlı olmasını sürdürmelidir.
- İmalatçı, süreci tutarlı ve kalıcı bir şekilde işletmelidir. İşlem koşulları geçerli bir nedene bağlı olmaksızın değiştirilmemeli ve seçilmemelidir.

- Süreç ortalaması uygun bir düzeye ayarlanmalı ve düzey korunmalıdır.
 - Doğal süreç dağılımı ürün için belirlenmiş olan toleranstan daha az olmalıdır.
- *Eşik durumu:* Bu durumdaki bir süreçte istatistiksel kontrol vardır, ancak belirli bir düzeyde kusurlu ürün üretiliyordur. Süreçte kusurlu ürün üretimi süreç ortalamasının uygun bir şekilde ayarlanmamasından kaynaklanıyor olabilir. Bunun giderilmesi kolaydır. Diğer yandan uygunsuzluk sürecin doğal varyasyonunun işlem toleranslarından fazla olmasından kaynaklanabilir. Böyle bir durumda niteliklerin ya da süreç varyasyonunun değiştirilmesi gerekecektir. Süreç sahibi nitelikleri değiştirmeye karar verirse müşteri ile görüşmeli ve bu durumu kendisine aktarmalıdır. Üretici süreç varyasyonunu azaltmayı denerse süreci kendi başına değiştirecektir. Kontrol şemaları süreç sahibine her iki durum için de değerli bilgiler sunacaktır. Kontrol şemaları süreçlerin eşik durumundan, ideal duruma geçmelerini sağlamada çok önemli yararlar sağlayacaktır.
- *Kaosun kıyısında:* Bu durumdaki süreçler %100 uygun ürün üretiliyor dahi olsalar istatistiksel olarak kontrol altında değildirler. Sürecin kontrol dışında olmasının anlamı varyasyonun zaman içinde tutarlı olmaması demektir. Süreç kararlı değildir ve kararsızlık sürekli olarak ürün karakteristiğini değiştirecektir. Kontrol dışında olan bir süreç özel nedenlerin etkisini girmiş demektir. Süreç sahibi panikler, çünkü kaosu kıyısı kendi kontrolü dışındadır. Bu tür süreçlerde süreci kaosu kıyısından almak için yapılacak ilk iş, nedenlerini ortadan kaldırmaktır.
- *Kaos durumu:* Süreç kontrol dışı olduğu zaman ve belirli bir düzeyde kusurlu ürün üretilmeye başlandığı zaman kaos durumu var demektir. Süreç sahibi ürün akışı içerisinde değişen bir uygunsuzluk düzeyi ile karşılaşmıştır ve sorunun olduğunu bilmekte, ancak genellikle bu sorundan nasıl kurtulacağını bilmemektedir. Çünkü özel nedenler süreci değiştirmeyi

sürdürmektedir. Bir sürecin kaos durumundan çıkarılmasının tek yolu nedenlerin ortadan kaldırılmasıdır.

Süreçlerin hepsi bu dört durumdan birine sahiptir. Ancak süreçler sürekli olarak bir durum içerisinde kalmaz, bir sürecin bir diğerine doğru hareket etmesi mümkündür.

Esasen kontrol kartları ölçme, gözlem veya deney yolu ile elde edilen verilerin grafik olarak temsil edilmesidir. Bu grafikler Shewhart Normal Dışı Davranış Testi ile yorumlanır.

- *Shewhart Normal Dışı Davranış Testi*

İstatistiksel süreç kontrolde; klasik “**Shewhart Kontrol Kartları**” bir sürecin istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığını test etmek ve/veya izlemek için oldukça yaygın olarak kullanılan önemli araçlardır (İnt. Kyn. 16).

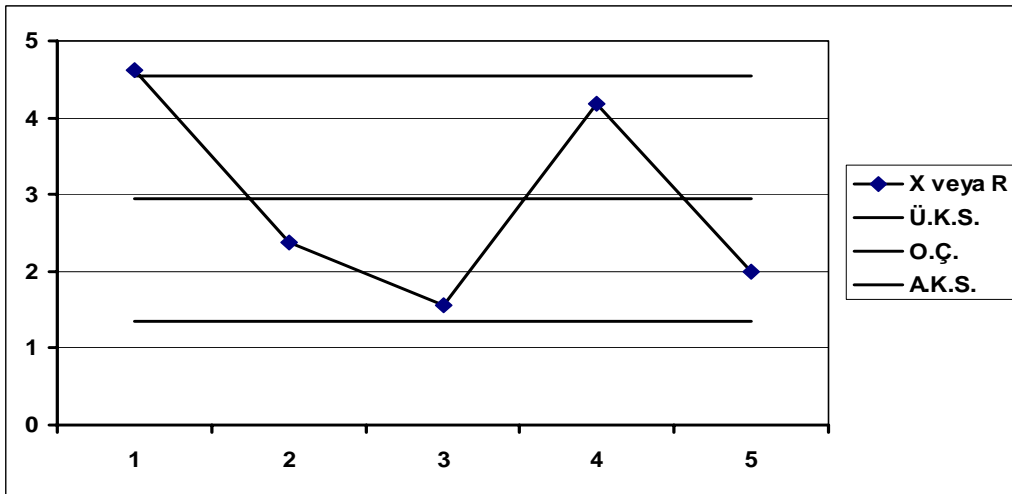
Shewhart normal dışı davranış testi, mamuldeki bir kalite özelliğinin izlenmesi amacıyla kullanılır. Dolayısıyla bu test mamulün sadece bir kalite özelliği olduğunu varsayar. Oysa mamullerin ölçülebilir ve ölçülemez birden çok kalite özelliği vardır ve bir mamulün kalitesi birden çok özelliklerin birlikte değerlendirilmesi ile belirlenir. Bu test kalite değişkenlerinin normallik varsayımına dayanır. Dolayısıyla, kalite değişkeni normal dağılıma sahip olmadığında, süreci bu yöntemle izlemek yanıltıcı olabilir. Diyagramdaki dağılım şekilleri, sürecin istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığını, kontrol altında değilse pek yakında yetersiz süreç durumu ile karşılaşılabileceğini ve en önemlisi süreçte bir problemin varlığını anlatmaktadır. Shewhart normal dışı davranış testi, aşağıdaki parametreler göz önüne alınarak yapılır ve sonuçta sürecin kontrol altında olup olmadığına karar verilir.

- a) AKL ve/veya ÜKL dışında nokta
- b) Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta
- c) Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta
- d) Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta

- e) 2σ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta
- f) $\pm 1 \sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta
- g) $\pm 1 \sigma$ sınırları arasında 15 nokta
- h) $\pm 1 \sigma$ dışında ardışık 8 nokta

1. Kontrol grafiklerinin yapısı

Bütün kontrol grafikleri benzer yapıya sahiptir. Kontrol grafiklerinin süreç ortalamasını temsil eden bir orta değeri ve süreç varyasyonu hakkında bilgi veren alt ve üst kontrol sınırları vardır (Şekil 2. 5).



Şekil 2. 5 Bir Kontrol Grafiğinin Yapısı

2. Kontrol grafikleri tipleri

Kontrol grafikleri kullanım amaçlarına göre genellikle, “ölçümler kontrol grafikleri” ve “nitelikler kontrol grafikleri” olmak üzere iki şekilde hazırlanır. Ölçülebilir özellikler için, ölçüm (mm, cm, vb.), hacim, ürün ağırlığı (kg, gr, vb.), harcanan güç (kw) gibi karakteristikler için ortalama kontrol grafikleri (\bar{X}), değişim aralığı kontrol grafikleri (R) ve standart sapma kontrol grafikleri (S) kullanılır. Ölçülmeyen özellikler için ise; p ve np kontrol şemaları kullanılır. Kusurlu ürün sayıları dikkate alınarak np, kusurlu ürün oranları dikkate alınarak ise p kontrol grafikleri oluşturulmaktadır.

Bu çalışmada \bar{X} ve R kontrol grafikleri kullanıldığından sadece bu grafikler detaylı olarak irdelenmiştir.

3. X ve R kontrol grafikleri hazırlanması

\bar{X} kontrol grafikleri ortalamadan sapmaları, R ve S kontrol grafikleri ise homojenlikten sapmaları gösterir. Her kontrol grafiği, ortalama bir çizgi (OÇ) ile bunun etrafında rastsal nedenlerden meydana gelebilecek üst (ÜKS) ve alt (AKS) kontrol sınırlarını içerir. Kontrol limitleri dışındaki noktalar özel sebep belirticisidir. Süreçte normal olmayan bir şeylerin var olduğunun habercisidir. Eğer, önlem alınmazsa hatalı parça üreteceğini ikaz eder (Konuk 1999).

Kontrol grafiklerinin hazırlanmasında genellikle aşağıdaki yol izlenir (Bozkurt 2001):

- 1) Kontrol edilecek kalite karakteristiğinin seçimi (uzunluk, sertlik, genişlik, vb. gibi).
- 2) Uygun sayıda alt grup (örnek) belirlenerek bilgi toplanmaya başlanır.
- 3) Örneklerin her birisi için ortalama (\bar{X}) (2.1) ve genişlik (R) (2.2) değerlerini hesaplanır.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad (2.1)$$

R ise alt grupta yapılan ölçümlerin en büyüğü ve en küçüğü arasındaki farktır.

$$R_i = X_{\text{en büyük}} - X_{\text{en küçük}} \quad (2.2)$$

- 4) Her alt grup ortalamalarının ortalamasını alınarak büyük ortalamayı (2.3) hesaplanır.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{X}_i}{m} \quad (2.3)$$

- 5) Genişliklerin ortalaması (2.4) hesaplanır.

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{R}_i}{m} \quad (2.4)$$

- 6) (\bar{X}) grafiği için orta çizgi değeri $\bar{\bar{X}}$, (R) grafiği için orta çizgi değeri \bar{R} dir.

- 7) Çizelge 2. 2'deki formüller kullanılarak (\bar{X}) ve (R) grafikleri için alt ve üst kontrol sınırları hesaplanır.

Çizelge 2. 2 Ölçülebilir Özellikler için Kontrol Sınırları Hesaplamaları

| Grafik Türü | Alt Kontrol Sınırı | Üst Kontrol Sınırı |
|-------------|------------------------------|------------------------------|
| \bar{X} | $\bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$ | $\bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$ |
| R | $D_3\bar{R}$ | $D_4\bar{R}$ |

A_2 , D_3 ve D_4 alt grup sayısına bağlı değerlerdir ve Ek-25'de verilmiştir.

- 8) Kontrol grafiklerini maddeler 4,5 ve 7'de bulunan değerler kullanılarak çizilir.

4. Süreç yeterlilik oranları

Süreç yeterlilik analizi sürecin özellik sınırları içerisinde ürün üretip üretilmediğini göstermektedir. Ancak sürecin kararlı olup olmadığı konusunda yani sürecin özellik sınırları içinde üretim yapmaya devam edip etmeyeceği konusunda bilgi vermez. Süreç analizinin amacı sürecin kararlı olup olmadığının belirlenmesidir. Kararlı bir süreç yalnızca “*genel değişime*” sahip olan bir süreçtir. Bunun tespit etmek içinde kontrol grafiklerinin kullanılması gerekir. Kısaca yeterlilik analizi sürecin herhangi bir andaki fotoğrafını çekerken, kontrol grafikleri sürecin filmi ortaya koymaktadır. Bir sürecin izlenmesi bu iki analizin beraber yapılması ile sağlanabilmektedir (Sezgin 2006).

Bütün süreç çıktısının bulunacağı aralık olarak tanımlanan süreç yeterliliğinin, açıklanması için basit ve kullanışlı oranlar vardır. Kalite kontrolü, bazı durumlarda üretim sürecinin müşteri isteklerini karşılayıp karşılayamayacağını anlaşılabilmesi için yapılır. Süreç yeterliliği de denilen bu çalışmalar, üretim sorumlusu tarafından üretim sürecinin müşteri gerekliliklerini hangi ölçüde karşılayabileceğini belirleyebilmek için yapılır (Bozkurt 2001).

Normal dağılımlar için süreç yeterliliğinin belirlenmesinde C_p ve C_{pk} olarak isimlendirilen süreç yetenek indeksleri veya Histogram yöntemi kullanılmaktadır. Süreç yetenek indeksleri kullanılırken, C_p sürecin sadece yayılımını, C_{pk} sürecin

hem yayılımının hem de ortalamasının hedeflerden sapmasını kontrol etmektedir. C_p (2.5) ve C_{pk} (2.7-8) indeksleri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Akın 1996):

$$C_p = \frac{Tolerans}{6\sigma} = \frac{\bar{ÜSS} - \bar{ASS}}{6\sigma} \quad (2.5)$$

ÜSS, Üst spesifikasyon sınırı,

ASS, Alt spesifikasyon sınırı,

Tolerans, Teknik özelliklerde belirtilen ölçülerin alt ve üst sınır değerleri arasındaki farktır.

σ , Ana kütle standart sapmasının değişim aralığına göre tahmini olup (2.6);

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (2.6)$$

eşitliği ile hesaplanır. Bir imalat sürecinin tolerans sınırları içinde kalabildiği ölçülebilir. Süreç kontrol altında tutulduğunda “ 6σ ” değeri yaygın olarak kullanılır. Bunun ölçüsü olarak “ 6σ ” açıklığı tanımlanır ve bu “*doğal toleranslar*” olarak adlandırılır.

d_2 = Bir örneklemede incelenen, örnek sayısına bağlı katsayıdır (Ek-25).

Kalite açısından üretim sürecinin yeterliliği koşulu C_p ve $C_{pk} \geq 1.33$ olmaktadır.

Yeterlilik indeksi C_p ve $C_{pk} < 1$ olduğunda üretim süreci, ürün kalitesi açısından yetersizdir.

$$C_{püst} = \frac{\text{Belirlenen üst limit} - \bar{X}}{3\sigma} \quad (2.7)$$

$$C_{palt} = \frac{\bar{X} - \text{Belirlenen alt limit}}{3\sigma} \quad (2.8)$$

Sonuç olarak;

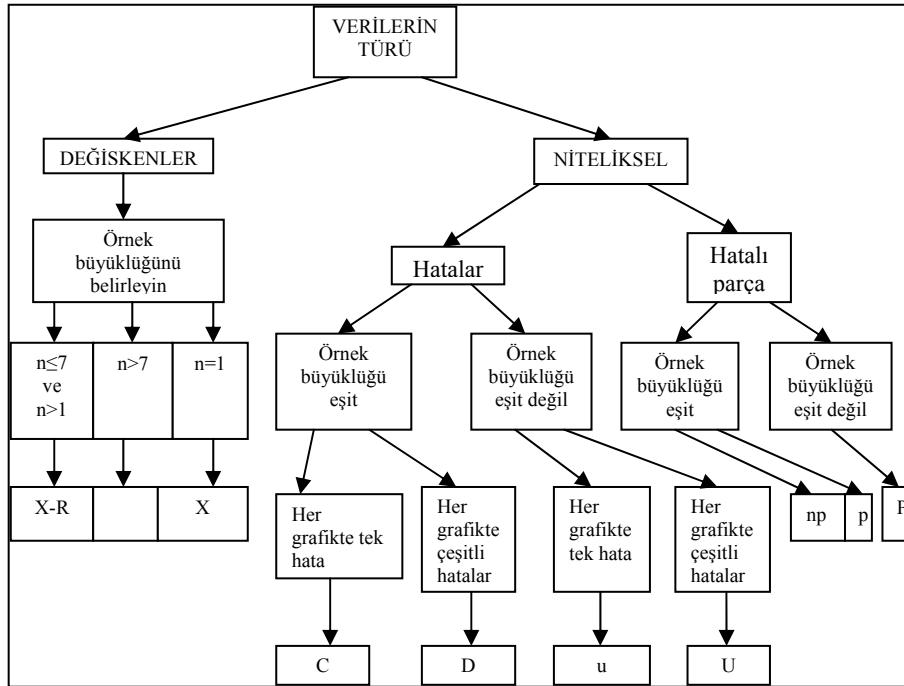
C_p ve $C_{pk} < 1$ ise süreç yetersizdir. Süreci geliştirmek için yaygın çaba gösterilmelidir.

$1 < C_p$ ve $C_{pk} < 1.33$ ise süreç yeterlidir. Ancak spesifikasyonları karşılamada zorlanmaktadır.

C_p ve $C_{pk} \geq 1.33$ ise süreç yeterlidir ve spesifikasyonları karşılayabilecek yetenektir.

5. Kontrol grafiklerinin seçimi ve hazırlanması

Kullanılacak grafiğin cinsi, toplanacak verilerin cinsi ile ilgilidir. Aşağıda Şekil 2. 6'da grafik seçimi konusunda gerekli noktalar belirtilmektedir. Şekil 2. 6'daki veriler incelendiğinde uygulamalarda, ölçülebilir özellikler için, incelenen numune sayısı (n)>7 olduğu için \bar{X} , R ve S kontrol grafikleri, ölçülmeyen özellikler için hatalı parça bazında değerlendirme yapıldığı ve incelenen numune sayıları eşit olduğu için n ve np kontrol grafikleri tercih edilmiştir (Akın 1996).



Şekil 2. 6 Veri Türüne Göre Uygun Kontrol Grafikleri Seçimi (Akın 1996)

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma kapsamında; bir dekapaj sahasında kullanılan kamyonların mazot sarfiyatlarının kontrol altında olup olmadığı farklı yöntemler kullanılarak test edilmiş ve sonuçlar irdelenmiştir. Testler, dekapaj sahasında kullanılan aynı özelliklere sahip kamyonlar arasından rasgele seçilen beş kamyon üzerinde uygulanmıştır. Kamyonların hepsi 2006 model olup, ilk defa bu sahada kullanılmışlardır.

Çalışmada; 2006 yılı şubat, mart, nisan ve mayıs aylarında kamyonların günlük, sefer sayıları ve mazot sarfiyat miktarları tutulmuş ve elde edilen veriler ışığında aşağıdaki yöntemler kullanılarak sürecin kontrol altında olup olmadığı araştırılmıştır. Veriler, kamyonların farklı hava şartlarındaki (kar, yağmur ve sıcak hava) çalışma koşullarının değerlendirilebilmesi adına belirtilen aylarda toplanmıştır. Kamyonların, belirtilen aylarda, çalıştıkları gün sayıları farklı olduğundan her bir ay kendi içerisinde değerlendirilmiş ama mazot sarfiyatına sebep olan etkenler ortak olduğundan sorunlar ve iyileştirme yöntemleri genel olarak açıklanmıştır.

3.1 Dekapaj Sahasının Tanıtımı

Pano, SLİ Müessesesi tarafından ihale yolu ile özel bir şirkete verilmiştir. Şirket sadece kömür üzerindeki örtü tabakasının kaldırılması (dekapaj) ile yükümlüdür. Panoda 6.000.000 m³ dekapaj işi mevcuttur. Dekapajda ekskavatör-kamyon yöntemi kullanılmaktadır. Farklı kepçe kapasitelerine sahip ekskavatörlerle kazı işlemi gerçekleştirilmekte olup, elde edilen toprak, kamyonlarla döküm sahasına taşınmaktadır.

Sahada dekapaj işine başlandıktan sonra zamanla makine ve kamyon sayısı arttırılmış ve maksimum düzeyde ekipman sayısına ulaşılmıştır. Verilerin tutulduğu aylarda makine sayısı ile ilgili herhangi bir sorun bulunmamaktadır. Ayrıca ekskavatör ve kamyonların yanı sıra greyder, yükleyici, silindir, dozer gibi yardımcı ekipmanlarda çalışmada kullanılmaktadır. Saha içerisindeki yolların yapılması istendiğinde işletmenin

gösterdiği yerlerden kül (yanık malzemesi) getirilebilmektedir. Çalışma sahasındaki maksimum hız sınırı 50km/h'dir.

Ekskavatörler kepçe kapasitelerine (850, 650) göre 4–6 kepçede kamyonu yükleme yapılabilmektedir. Kamyon kasa hacimleri 25m³'dür. Kamyonların mazot deposu hacimleri ise 445 lt'dir (Kamyonların teknik özellikleri Ek-26'da sunulmuştur). Kamyonların ortalama sefer süreleri 10-15dk arasında değişmektedir. Çalışmada, işletmenin isteği üzerine basamaklar 90⁰ (dik) olarak kesilmekte olup, her birinin yüksekliği 4m, genişliği ise 12 m'dir.

Panodaki dekapaj faaliyetleri sonucu üzeri tamamen açılacak kömür, müessese tarafından veya özel bir şirkete ihale usulüyle verilerek kömür hazırlama tesislerine taşınacaktır. Kömür hazırlama işlemlerine tabi tutulan kömürden parça (+100mm) kısımları teshine (ısıtma), toz (-100mm) kısımları ise kömür kalitesine ve ihtiyaca göre Tügsaş'a veya Termik Santrallere sevk edilmektedir.

Genellikle çıplak ve sakin bir morfolojiye sahip olan Seyitömer havzasının yüksekliği +1000m ile +1300m arasında değişmektedir. Seyitömer Linyit Havzası Pliosen yaşlı olup, bir göl oluşumudur. Havzanın temeli serpantinleşmiş ultra bazik kayalardan (Gabro, diorit) oluşmuştur. Sedimanlar tabanda konglemera ile başlar, daha sonra mavi-yeşil taban killeri gelir. Bunun üzerinde (B) damarı olarak adlandırılan ana damar vardır. Ana damarın tavanında killi marnlardan ibaret tavan serisi bulunur. Daha sonra kil ve marnlarla birlikte üst damar oluşmuştur (genellikle Seyitömer bölümünde). En üstte ise 0.5–1m kalınlığında bitkisel örtü tabakası mevcuttur.

Seyitömer'de genel olarak karasal iklim hâkimdir. Yılın en sıcak ayları temmuz ve ağustos, en soğuk ayları ise aralık, ocak ve şubat aylarıdır. Sıcaklık mevsime göre –15⁰ C ile +32⁰ C arasında değişmektedir. Nem azdır. Yılda ortalama yağın toplu yağış 550mm, günlük yağın maksimum yağış ise 67mm'dir. Kar yağışı ise azdır.

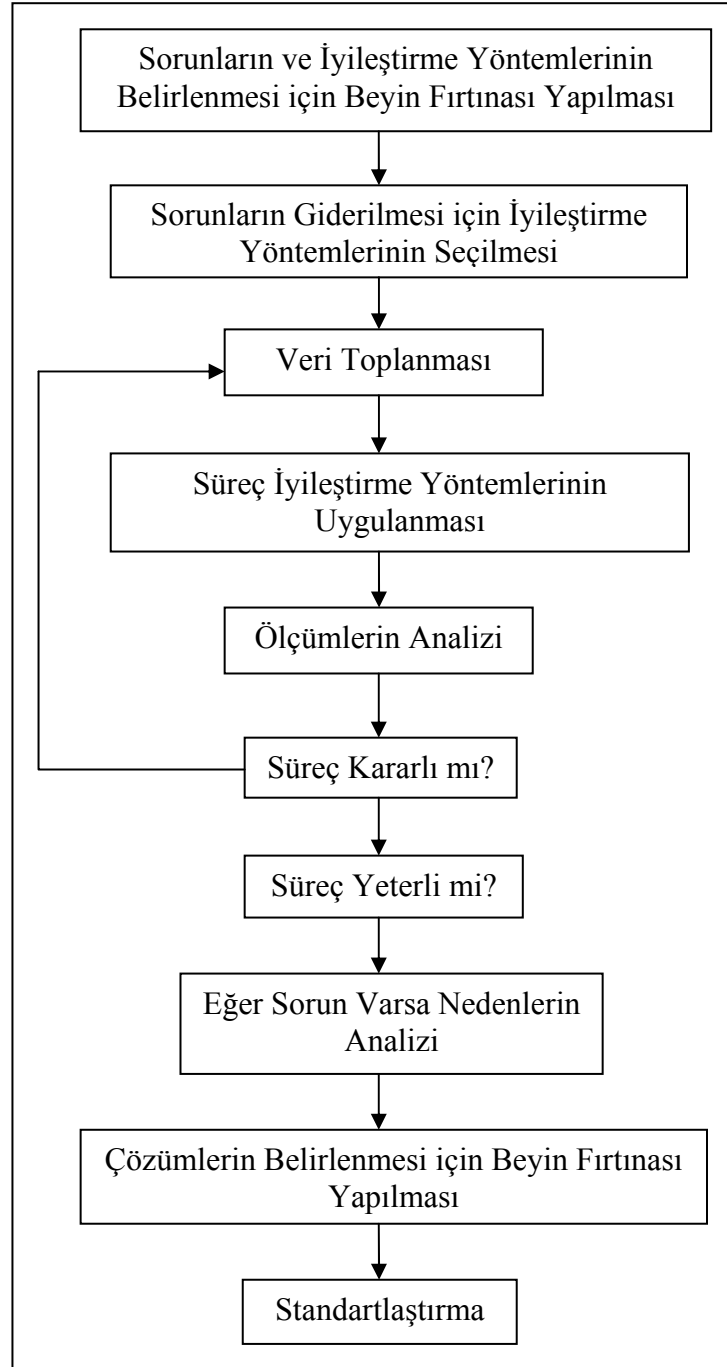
3.2 Sürecin Tanımlanması

Sürecde kontrol edilecek materyal kamyonlardır. Yani kamyonların attıkları sefer sayıları ve mazot sarfiyat miktarları göz önüne alınarak süreç analizi yapılmıştır. Süreç analizinin yapılabilmesi için öncelikle süreci oluşturan bütün faktörlerin belirlenmesi gerekir. Yani süreç tanımlanmalıdır. Aşağıda, yapılan çalışmayla ilgili süreç tanımlaması, tüm faktörler göz önüne alınarak verilmiştir.

- i. *Sürecin Adı:* Bir dekapaj sahasında kullanılan kamyonların mazot sarfiyatlarının kontrolü.
- ii. *Girdiler:*
 - Ölçüm yapılan aylar (şubat, mart, nisan, mayıs).
 - Bu aylar içinde ölçüm yapılan gün sayıları (şubat ayı 14 gün, mart ayı 22 gün, nisan ayı 25gün, mayıs ayı 25 gün).
 - Ölçüm yapılacak parametreler (sefer sayıları, mazot sarfiyat miktarları).
- iii. *Süreç Performans Ölçütü:* Gereğinden fazla mazot sarfiyatının önlenmesi ve buna sebep olabilecek etkenlerin kontrol altına alınması.
- iv. *Çıktılar:*
 - Mazot sarfiyatına neden olan etkenlerin belirlenmesi,
 - Bu etkenlerin en az seviyeye indirilmesini amaçlayan tedbirlerin alınması.
- v. *Süreç İyileştirme İş Akış Şeması:* Kamyonlarda mazot sarfiyatına sebep olan sorunların belirlenmesi ve bu sorunları iyileştirme çalışmaları sırasında uygulanacak yöntemlerin seçilmesi için yapılması gereken şemadır.

3.3 Süreç İyileştirme İş Akış Şeması

Dekapaj sahasındaki kamyonların mazot sarfiyat miktarlarının kontrolünün yapılması ve sürecin yeterliliğinin tespit edilmesi için aşağıda (Şekil 3. 1) görülen çalışma programı hazırlanmıştır.



Şekil 3. 1 Kamyonların Süreç İyileştirme İş Akış Şeması

3.4 Kontrol Grafiklerinin Hazırlanması ve Yorumlanması

Burada, süreç izlenirken kullanılan kontrol grafiklerinin nasıl oluşturulduğu, nelere dikkat edildiği ve nasıl yorumlanması gerektiği hakkında bilgi verilmiştir.

3.4.1 Kontrol Grafiklerinin Hazırlanması

Dekapaj sahasında yapılan ölçümler çizelgelere aktarılmış ve kontrol grafiklerinin çizimi için gerekli olan hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplamalarda farklı iki yöntem kullanılmıştır ve grafikler her iki yönteme göre çizilmiştir. Süreç değerlendirilmesi yapılırken \bar{X} ve R kontrol grafiklerinden yararlanılmıştır. Aşağıda grafiklerin çizimi için kullanılan hesaplama yöntemleri açıklanmıştır.

1. Kamyonların aylık mazot sarfiyatları ve sefer sayıları

Her bir kamyonun, aylık mazot sarfiyatları ve sefer sayılarının kullanıldığı yöntemdir. Hesaplamalar aylık değerler göz önüne alınarak yapılmıştır. Sonuçlar da kamyonların aylık performanslarına göre yorumlanmıştır. Ortalama kontrol grafikleri çizilirken yatay eksene kamyonlar, düşey eksene ise her bir kamyonun aylık ortalama değerleri (mazot sarfiyatları, sefer sayıları) karşılık gelecek şekilde düzenleme yapılmıştır. R kontrol grafikleri çizilirken yatay eksene kamyonlar, düşey eksen ise her bir kamyonun ay içerisindeki en büyük değeriyle en küçük değeri arasındaki fark (mazot sarfiyatları, sefer sayıları) olacak şekilde düzenleme yapılmıştır. Kontrol grafiklerinin çizimindeki bu düzenleme dikkat edilmesi gereken önemli bir husustur.

2. Kamyonların günlük mazot sarfiyatları ve sefer sayıları

Kamyonların, ay içerisindeki günlük mazot sarfiyatları ve sefer sayılarının kullanıldığı yöntemdir. Hesaplamalar günlük değerler göz önüne alınarak yapılmıştır. Sonuçlar da kamyonların günlük performanslarına göre yorumlanmıştır. Ortalama kontrol grafikleri çizilirken yatay eksene günler, düşey eksene ise kamyonların günlük ortalama değerleri

(mazot sarfiyatları, sefer sayıları) karşılık gelecek şekilde düzenleme yapılmıştır. R kontrol grafikleri çizilirken yatay eksene günler, dikey eksene ise kamyonların her bir gün içerisindeki en büyük değeriyle en küçük değeri arasındaki farklar (mazot sarfiyatları, sefer sayıları) olacak şekilde düzenleme yapılmıştır. Kontrol grafiklerinin çizimindeki bu düzenleme dikkat edilmesi gereken önemli bir husustur.

Grafikler iki farklı birimde çizilmiştir. Bu birimler;

1. Litre/Sefer

Kamyonların mazot sarfiyat miktarlarının, aylık ve günlük olarak değerlendirilmek istenmesi ve bu değerlendirilmeler sonucunda ortaya çıkabilecek kontrol dışı davranışların, sefer başına tüketilen mazot miktarının tespitiyle daha rahat görülebileceği düşüncesi ile bu birimde hesaplamalar yapılmıştır.

2. Sefer Sayısı/Gün

Kamyonların attıkları sefer sayılarının mazot sarfiyat miktarına ne ölçüde etkisi olduğunu araştırmak için kullanılmıştır. Yani sefer sayılarındaki artış veya azalışın mazot sarfiyatını nasıl etkilediği görülmek istenmiştir. Kamyonlar ölçümlerin yapıldığı aylarda aynı arazi koşulları altında çalıştığı için mazot sarfiyat miktarlarını ve sefer sayılarını etkileyen nedenlerin de aynı olduğu düşünülebilir. Bu etkenlerin aynı olması kamyonların eşit miktarda mazot tüketeceği veya sefer atacağı anlamına gelmektedir. Oysa bu nedenlerin etkilerinin farklı olduğu sonuçlardan ortaya çıkmıştır. Bu etkilerin neler olduğu ve nasıl etkilediği daha sonra detaylı olarak anlatılacak ve iyileştirilmesine yönelik öneriler sunulacaktır.

3.4.2 Kontrol Grafiklerinin Yorumlanması

Grafiklerin yorumlanmasında Shewhart Normal Dışı Davranış Testi kullanılmıştır. Bu test, kontrol grafiklerindeki noktaların hepsinin alt ve üst kontrol sınırları (AKS ve

ÜKS) içinde olmasına karşın bazı davranışları göstermesi durumunda da sürecin normal olmadığına ve gerekli önlemler alınmaması durumunda yetersiz süreç durumu ile karşılaşılabilceğini işaret eder. Kontrol grafiklerindeki birçok noktanın kontrol sınırları dışında olması o sürecin kontrol altında olmadığına en önemli göstergesidir. İkinci yöntemle yapılan hesaplamalar sonucunda çizilen \bar{X} ve R grafiklerinde bu durumu rahatlıkla görmekteyiz. Aslında bu grafikler için Shewhart Testi'ne gerek yoktur. Acilen durumun araştırılmaya başlanması gerekmektedir. Ama noktaların grafikler üzerindeki dağılımına bakılarak kontrol dışılıklara sebep olan etkenlerin neler olabileceği tespit edilmek istendiğinden ikinci yöntemde de testin uygulanmasına gerek duyulmuştur.

3.5 Sebep-Sonuç Diyagramının Hazırlanması ve Yorumlanması

Sürecin kontrol dışına çıkmasının tüm nedenlerinin belirlendiği ve bunların iyileştirme önerilerinin sunulduğu bölümdür.

3.5.1 Sebep-Sonuç Diyagramının Hazırlanması

Kamyonlarda mazot sarfiyatına neden olan etkinin sefer sayısı olduğu düşünülmüş ve sefer sayısına etki eden ana nedenler tespit edilmiştir. Bu ana nedenlerden bazıları çalışma koşullarında doğal olarak oluştuğu gibi (hava koşulları, yol koşulları vb.) bazıları da istenmeyen beklentiler sonucu (kamyon arızası vb.) ortaya çıkmakta ve sefer sayısı üzerinde etkili olmaktadır. Daha sonra bu ana nedenleri oluşturan alt nedenler tespit edilmiş ve diyagram oluşturulmuştur.

3.5.2 Sebep-Sonuç Diyagramının Yorumlanması

Elde edilen diyagramdaki tüm ana nedenler ve ana nedenleri oluşturan alt nedenlerin kamyon ve şoför üzerindeki etkileri açıklanmış ve bu etkilerin en aza indirilmesi için öneriler sunulmuştur. Bu sayede mazot sarfiyatında azalma olacağı düşünülmektedir.

4. BULGULAR

Dekapaj sahasında yapılan ölçümler çizelgelere aktarılmış ve öncelikle kontrol grafikleri çizilerek sürecin kontrol altında olup olmadığı tespit edilmiştir. Süreç kontrol analizleri yapılırken; \bar{X} - R grafikleri ve Shewhart Normal Dışı Davranış Testinden faydalanılmıştır. Süreç yeterlilik analizlerinde ise C_p ve C_{pk} indeksleri kullanılmıştır. Hesaplamalarda kullanılan tüm sabitler Ek-25’de verilmiştir.

Bu bölümde örnek olarak şubat ayına ait çizelge ve grafiklere yer verilmiştir. Diğer aylara ait grafikler ise ekler bölümünde sunulmuştur. Ancak çizilen tüm grafiklerin yorumları detaylı olarak bu bölümde açıklanmıştır. Kamyonların, ölçümlerin yapıldığı ayların her birinde çalışma süreleri farklı olduğu için (şubat:14 gün, mart:22 gün, nisan:25 gün, mayıs:25 gün) her ay kendi içerisinde değerlendirilmiştir.

4.1 Kamyonların Aylık Değerlendirmeleri

Kamyonların aylık mazot sarfiyatları ve sefer sayıları kontrol grafikleri yardımıyla izlenmiş ve sürecin kararlılığı test edilmiştir. Ayrıca C_p ve C_{pk} indeksleri kullanılarak sürecin yeterliliği hakkında yorum yapılmıştır.

a) Şubat ayı mazot sarfiyatlarının değerlendirilmesi

Yağışların etkisiyle 14 gün çalışma yapılabilen şubat ayında, kamyonların günlük sefer sayıları ve mazot sarfiyat miktarları Çizelge 4. 1’de verilmiştir. Bu veriler yardımıyla kamyonların mazot sarfiyat miktarı/sefer sayısı oranları bulunmuş ve Çizelge 4. 2’de sunulmuştur.

Çizelge 4. 1 Kamyonların Sefer Sayıları (S.S.) - Mazot Sarfiyat Miktarları (M.S.M.) Ölçüm Sonuçları (Şubat)

| Günler | 1 No'lu Kamyon | | 2 No'lu Kamyon | | 3 No'lu Kamyon | | 4 No'lu Kamyon | | 5 No'lu Kamyon | |
|--------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
| | S.S. | M.S.M. (Lt/Gün) | S.S. | M.S.M. (Lt/Gün) | S.S. | M.S.M. (Lt/Gün) | S.S. | M.S.M. (Lt/Gün) | S.S. | M.S.M. (Lt/Gün) |
| 1 | 87 | 324 | 102 | 328 | 88 | 218 | 103 | 264 | 99 | 263 |
| 2 | 57 | 291 | 87 | 358 | 85 | 376 | 95 | 331 | 57 | 331 |
| 3 | 56 | 288 | 73 | 277 | 72 | 235 | 82 | 298 | 56 | 233 |
| 4 | 57 | 279 | 79 | 266 | 54 | 265 | 83 | 268 | 94 | 267 |
| 5 | 44 | 283 | 50 | 281 | 51 | 276 | 65 | 329 | 47 | 258 |
| 6 | 71 | 161 | 56 | 214 | 76 | 221 | 78 | 261 | 71 | 161 |
| 7 | 62 | 245 | 48 | 135 | 91 | 195 | 96 | 247 | 67 | 201 |
| 8 | 69 | 221 | 69 | 359 | 67 | 188 | 70 | 289 | 78 | 297 |
| 9 | 69 | 192 | 69 | 268 | 61 | 292 | 76 | 365 | 79 | 272 |
| 10 | 72 | 288 | 74 | 266 | 58 | 99 | 79 | 265 | 89 | 316 |
| 11 | 64 | 284 | 84 | 280 | 70 | 293 | 87 | 256 | 82 | 384 |
| 12 | 91 | 310 | 74 | 380 | 64 | 267 | 74 | 366 | 80 | 236 |
| 13 | 104 | 407 | 53 | 246 | 87 | 295 | 84 | 221 | 36 | 134 |
| 14 | 90 | 331 | 42 | 304 | 71 | 374 | 81 | 278 | 65 | 347 |
| Σ | 993 | 3904 | 960 | 3962 | 995 | 3594 | 1153 | 4038 | 1000 | 3700 |

Çizelge 4. 2 Kamyonların M.S.M./S.S. Oranları (Şubat)

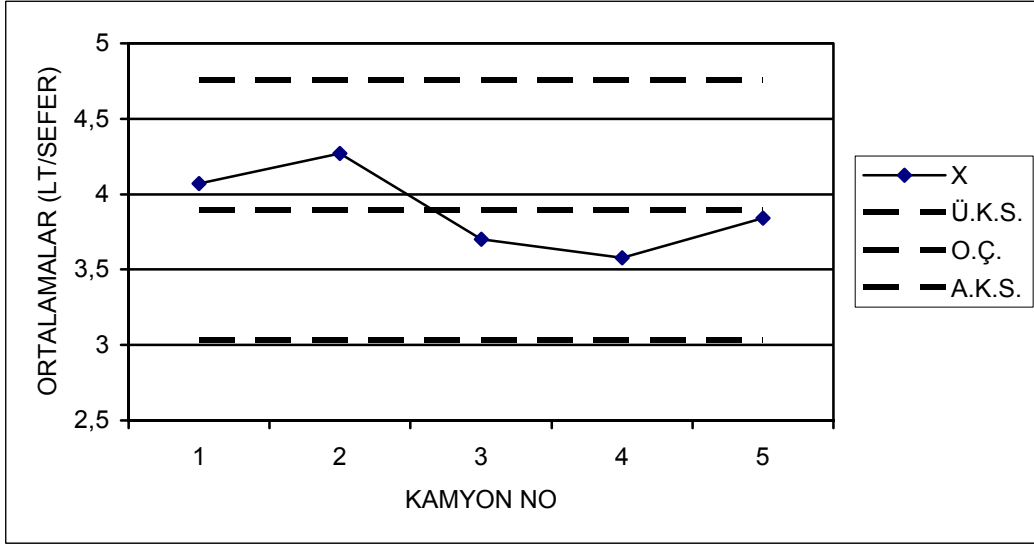
| Günler | 1 No'lu Kamyon M.S.M./S.S. (Lt/Sefer) | 2 No'lu Kamyon M.S.M./S.S. (Lt/Sefer) | 3 No'lu Kamyon M.S.M./S.S. (Lt/Sefer) | 4 No'lu Kamyon M.S.M./S.S. (Lt/Sefer) | 5 No'lu Kamyon M.S.M./S.S. (Lt/Sefer) |
|--------|---|---|---|---|---|
| 1 | 3.72 | 3.22 | 2.48 | 2.56 | 2.66 |
| 2 | 5.11 | 4.11 | 4.42 | 3.48 | 5.81 |
| 3 | 5.14 | 3.79 | 3.26 | 3.63 | 4.16 |
| 4 | 4.89 | 3.37 | 4.91 | 3.23 | 2.84 |
| 5 | 6.43 | 5.62 | 5.41 | 5.06 | 5.49 |
| 6 | 2.27 | 3.82 | 2.91 | 3.35 | 2.27 |
| 7 | 3.95 | 2.81 | 2.14 | 2.57 | 3.00 |
| 8 | 3.20 | 5.20 | 2.81 | 4.13 | 3.81 |
| 9 | 2.78 | 3.88 | 4.79 | 4.80 | 3.44 |
| 10 | 4.00 | 3.59 | 1.71 | 3.35 | 3.55 |
| 11 | 4.44 | 3.33 | 4.19 | 2.94 | 4.68 |
| 12 | 3.41 | 5.14 | 4.17 | 4.95 | 2.95 |
| 13 | 3.91 | 4.64 | 3.39 | 2.63 | 3.72 |
| 14 | 3.68 | 7.24 | 5.27 | 3.43 | 5.34 |

M.S.M./S.S. oranlarından faydalanılarak kamyonların şubat ayı \bar{X} ve R değerleri bulunmuştur. Bu değerler kullanılarak grafik çiziminde gerekli olan diğer veriler hesaplanmıştır. Tüm değerler Çizelge 4. 3'de verilmiştir.

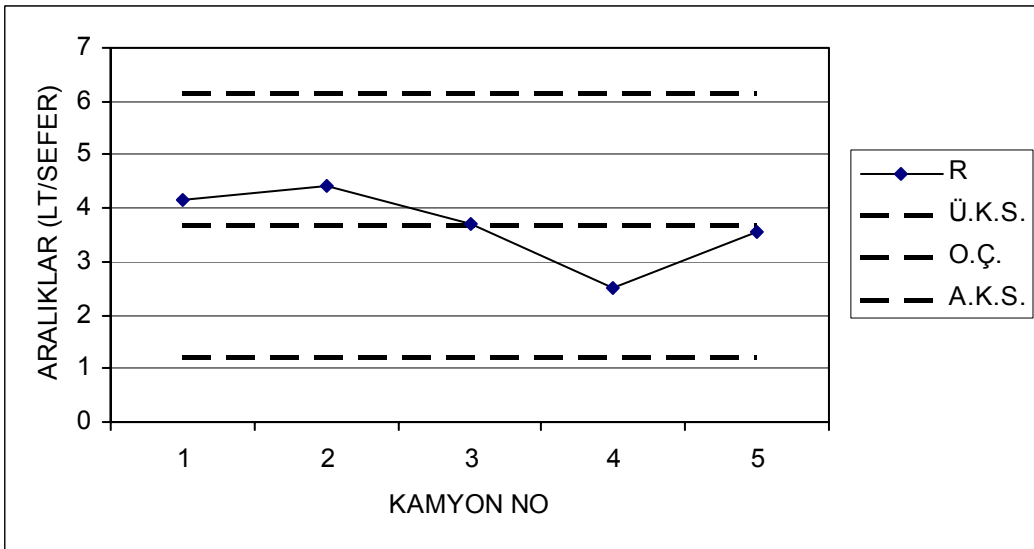
Çizelge 4. 3 Kamyonların \bar{X} - R Değerleri ve Diğer Veriler (Şubat)

| | 1 No'lu Kamyon | 2 No'lu Kamyon | 3 No'lu Kamyon | 4 No'lu Kamyon | 5 No'lu Kamyon |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| \bar{X} (Lt/Sefer) | 4.07 | 4.27 | 3.70 | 3.58 | 3.84 |
| $\bar{\bar{X}}$ (Lt/Sefer) | 3.892 | | | | |
| Ü.K.S. (\bar{X}) | 4.754 | | | | |
| A.K.S. (\bar{X}) | 3.030 | | | | |
| R (Lt/Sefer) | 4.16 | 4.43 | 3.70 | 2.50 | 3.54 |
| \bar{R} (Lt/Sefer) | 3.666 | | | | |
| Ü.K.S. (R) | 6.130 | | | | |
| A.K.S. (R) | 1.202 | | | | |

Çizelge 4. 3'deki verilerden yararlanılarak \bar{X} ve R kontrol grafikleri çizilmiştir. Grafikler Şekil 4. 1 ve 4. 2'de verilmiştir. Grafiklerden de görüldüğü üzere noktaların hepsi alt ve üst kontrol sınırlarının içindedir. Dolayısıyla şubat ayında süreç kontrol altındadır.



Şekil 4. 1 \bar{X} Kontrol Grafiği



Şekil 4. 2 R Kontrol Grafiği

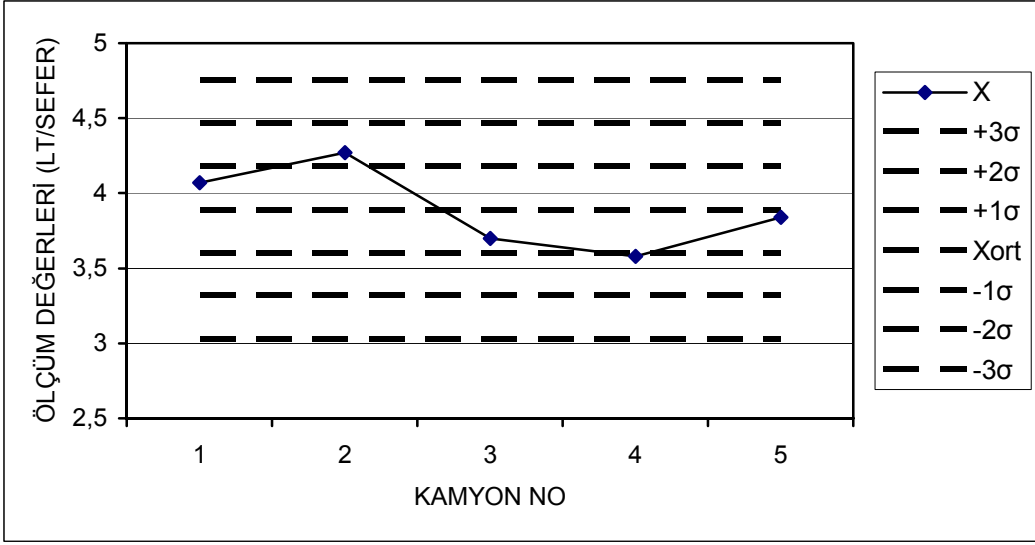
Normal dışı davranış testine ait bilgiler, oluşturulmuş olan kontrol grafiklerinde ki noktaların hepsinin alt ve üst kontrol sınırları içinde olmasına karşın bazı davranışları göstermesi durumunda da sürecin normal olmadığına ve gerekli önlemler alınmaması durumunda kontrol dışı süreç durumu ile karşılaşılabileceğine işaret eder. Şubat ayı için normal dışı davranış testi verileri Çizelge 4. 4’de verilmiş ve bu verilerden faydalanılarak Şekil 4. 3 ve 4. 4’deki grafikler oluşturulmuştur. Grafikler incelenmiş ve normal dışı davranış gösteren herhangi bir duruma rastlanılmamıştır. Sonuçlar Çizelge 4. 5’de verilmiştir.

Çizelge 4. 4 \bar{X} ve R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Verileri (Şubat)

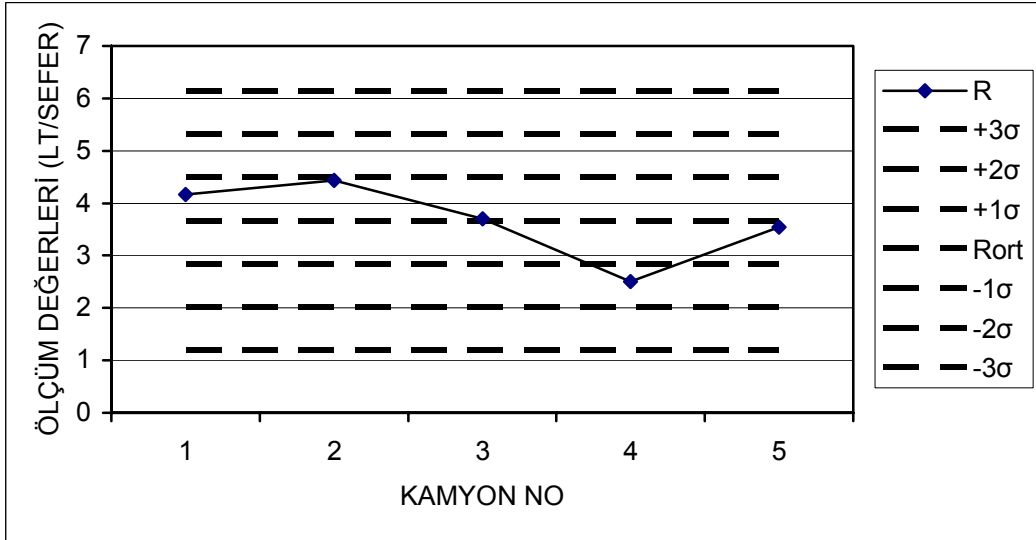
| | Kamyon No | | | | |
|----------------------------|-----------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| \bar{X} (Lt/Sefer) | 4.07 | 4.27 | 3.70 | 3.58 | 3.84 |
| +3 σ (Lt/Sefer) | 4.754 | | | | |
| +2 σ (Lt/Sefer) | 4.467 | | | | |
| +1 σ (Lt/Sefer) | 4.180 | | | | |
| $\bar{\bar{X}}$ (Lt/Sefer) | 3.892 | | | | |
| -1 σ (Lt/Sefer) | 3.605 | | | | |
| -2 σ (Lt/Sefer) | 3.317 | | | | |
| -3 σ (Lt/Sefer) | 3.030 | | | | |
| R (Lt/Sefer) | 4.16 | 4.43 | 3.70 | 2.50 | 3.54 |
| +3 σ (Lt/Sefer) | 6.130 | | | | |
| +2 σ (Lt/Sefer) | 5.310 | | | | |
| +1 σ (Lt/Sefer) | 4.490 | | | | |
| \bar{R} (Lt/Sefer) | 3.666 | | | | |
| -1 σ (Lt/Sefer) | 2.842 | | | | |
| -2 σ (Lt/Sefer) | 2.022 | | | | |
| -3 σ (Lt/Sefer) | 1.202 | | | | |

Çizelge 4. 5 Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Sonuçları (Şubat)

| Normal Dışı Davranış Testi | \bar{X} Grafiği Nokta No | R Grafiği Nokta No |
|--|-------------------------------|-----------------------|
| AKS ve/veya ÜKS dışında nokta | YOK | YOK |
| Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta | YOK | YOK |
| Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta | YOK | YOK |
| Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta | YOK | YOK |
| 2 si +2 σ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta | YOK | YOK |
| 4 ü +1 σ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta | YOK | YOK |
| +1 σ sınırları arasında 15 nokta | YOK | YOK |
| +1 σ sınırları dışında ardışık 8 nokta | YOK | YOK |



Şekil 4. 3 \bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi



Şekil 4. 4 R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

Bütün süreç çıktısının bulunduğu aralık olarak tanımlanan ya da sürecin yayılımının ve ortalamasının istenilen hedeflerden ne kadar saptığını kontrol etmek amacıyla kullanılan yeterlilik oranları şubat ayı için hesaplanmış ve sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Hesaplamalarda kullanılan tolerans limitleri;

Belirlenen üst limit: 4.5 lt/sefer

Belirlenen alt limit: 2.5 lt/sefer

Bu limitler saptanırken istatistiksel oranlar kullanılmıştır. C_p ve C_{pk} indeksleri ile süreç yeterliliği yorumlanırken en küçük değer dikkate alınmıştır.

$$C_p = 0.31$$

$$C_{püst} = 0.19$$

$$C_{palt} = 0.43$$

$C_{püst} < 1$ olduğu için süreç yetersizdir.

Süreci geliştirmek için yaygın çaba gösterilmelidir. Bu sonuçla, şubat ayında mazot sarfiyat miktarlarının çok geniş bir dağılıma sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çeşitliliği oluşturan, özel nedenlerin tümünü ortadan kaldırarak, yaygın nedenleri azaltarak süreç yeterli hale getirilebilir. Çeşitliliği sağlayan bu nedenler, sebep-sonuç diyagramıyla tespit edilmiş, iyileştirilmeye yönelik gerekli açıklamalar yapılmıştır.

b) Mart ayı mazot sarfiyatlarının değerlendirilmesi

Yağışların etkisiyle 22 gün çalışma yapılabilen mart ayında, kamyonların günlük sefer sayıları ve mazot sarfiyat miktarları tespit edilmiş ve bu veriler yardımıyla kamyonların mazot sarfiyat miktarı/sefer sayısı oranları bulunmuştur. M.S.M./S.S. oranlarından faydalanılarak kamyonların mart ayı \bar{X} ve R değerleri belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak grafik çiziminde gerekli olan diğer veriler hesaplanmıştır. Tüm bu verilerden yararlanılarak \bar{X} ve R kontrol grafikleri çizilmiştir. Grafikler Ek-1'de sunulmuştur. Grafiklerden de görüldüğü üzere noktaların hepsi alt ve üst kontrol sınırlarının içindedir. Dolayısıyla mart ayında süreç kontrol altındadır.

Mart ayı için normal dışı davranış testi verileri hesaplanmış ve bu verilerden faydalanılarak Ek-2'deki grafikler oluşturulmuştur. Grafikler incelenmiş ve normal dışı davranış gösteren herhangi bir duruma rastlanılmamıştır. Sonuçlar Çizelge 4. 6'da verilmiştir.

Çizelge 4. 6 Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Sonuçları (Mart)

| Normal Dışı Davranış Testi | \bar{X} Grafiği Nokta No | R Grafiği Nokta No |
|---|-------------------------------|-----------------------|
| AKS ve/veya ÜKS dışında nokta | YOK | YOK |
| Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta | YOK | YOK |
| Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta | YOK | YOK |
| Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta | YOK | YOK |
| 2 si $+2\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta | YOK | YOK |
| 4 ü $+1\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta | YOK | YOK |
| $+1\sigma$ sınırları arasında 15 nokta | YOK | YOK |
| $+1\sigma$ sınırları dışında ardışık 8 nokta | YOK | YOK |

$$C_p = 0.28$$

$$C_{püst} = 0.26$$

$$C_{palt} = 0.31$$

$C_{püst} < 1$ olduğu için süreç yetersizdir.

Süreci geliştirmek için yaygın çaba gösterilmelidir. Bu sonuçla, mart ayında mazot sarfiyat miktarlarının çok geniş bir dağılıma sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çeşitliliği oluşturan, özel nedenlerin tümünü ortadan kaldırarak, yaygın nedenleri azaltarak süreç yeterli hale getirilebilir. Çeşitliliği sağlayan bu nedenler, sebep-sonuç diyagramıyla tespit edilmiş, iyileştirilmeye yönelik gerekli açıklamalar yapılmıştır.

c) Nisan ayı mazot sarfiyatlarının değerlendirilmesi

Yağışların etkisiyle 25 gün çalışma yapılabilen nisan ayında, kamyonların günlük sefer sayıları ve mazot sarfiyat miktarları tespit edilmiş ve bu veriler yardımıyla kamyonların mazot sarfiyat miktarı/sefer sayısı oranları bulunmuştur. M.S.M./S.S. oranlarından

faydalanılarak kamyonların nisan ayı \bar{X} ve R değerleri belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak grafik çiziminde gerekli olan diğer veriler hesaplanmıştır. Tüm bu verilerden yararlanılarak \bar{X} ve R kontrol grafikleri çizilmiştir. Grafikler Ek-5’de sunulmuştur. Grafiklerden de görüldüğü üzere noktaların hepsi alt ve üst kontrol sınırlarının içindedir. Dolayısıyla nisan ayında süreç kontrol altındadır.

Nisan ayı için normal dışı davranış testi verileri hesaplanmış ve bu verilerden faydalanılarak Ek-6’daki grafikler oluşturulmuştur. Grafikler incelenmiş ve normal dışı davranış gösteren herhangi bir duruma rastlanılmamıştır. Sonuçlar Çizelge 4. 7’de verilmiştir.

Çizelge 4. 7 Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Sonuçları (Nisan)

| Normal Dışı Davranış Testi | \bar{X} Grafiği Nokta No | R Grafiği Nokta No |
|--|-------------------------------|-----------------------|
| AKS ve/veya ÜKS dışında nokta | YOK | YOK |
| Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta | YOK | YOK |
| Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta | YOK | YOK |
| Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta | YOK | YOK |
| 2 si $\pm 2\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta | YOK | YOK |
| 4 ü $\pm 1\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta | YOK | YOK |
| $\pm 1\sigma$ sınırları arasında 15 nokta | YOK | YOK |
| $\pm 1\sigma$ sınırları dışında ardışık 8 nokta | YOK | YOK |

$$C_p = 0.56$$

$$C_{püst} = 0.70$$

$$C_{palt} = 0.43$$

$C_{palt} < 1$ olduğu için süreç yetersizdir.

Süreci geliştirmek için yaygın çaba gösterilmelidir. Bu sonuçla, nisan ayında mazot sarfiyat miktarlarının çok geniş bir dağılıma sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çeşitliliği oluşturan, özel nedenlerin tümünü ortadan kaldırarak, yaygın nedenleri azaltarak süreç yeterli hale getirilebilir. Çeşitliliği sağlayan bu nedenler, sebep-sonuç diyagramıyla tespit edilmiş, iyileştirilmeye yönelik gerekli açıklamalar yapılmıştır.

d) Mayıs ayı mazot sarfiyatlarının değerlendirilmesi

Yağışların etkisiyle 25 gün çalışma yapılabilen mayıs ayında, kamyonların günlük sefer sayıları ve mazot sarfiyat miktarları tespit edilmiş ve bu veriler yardımıyla kamyonların mazot sarfiyat miktarı/sefer sayısı oranları bulunmuştur. M.S.M./S.S. oranlarından faydalanılarak kamyonların mayıs ayı \bar{X} ve R değerleri belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak grafik çiziminde gerekli olan diğer veriler hesaplanmıştır. Tüm bu verilerden yararlanılarak \bar{X} ve R kontrol grafikleri çizilmiştir. Grafikler Ek-9'da sunulmuştur. R kontrol grafiğinde görüldüğü üzere noktalardan biri üst kontrol sınırının dışına çıkmıştır. Dolayısıyla mayıs ayında süreç kontrol altında değildir. Buna sebep olan etkenler;

- Yol koşulları,
- Hava koşulları,
- Dekapaj formasyonu farklılığı,
- Şoför deneyimi olabilir.

Mayıs ayı için üst kontrol limiti üzerine bir nokta çıktığından sürecin zaten kararsız olduğu görülmüştür. Normal dışı davranış testinin yapılmasının nedeni diğer noktaların davranışlarını gözlemlemektir. Bunun için gerekli veriler hesaplanmış ve bu verilerden faydalanılarak Ek-10'daki grafikler oluşturulmuştur. Grafikler incelenmiş ve R kontrol grafiğinde normal dışı davranış gösteren duruma rastlanılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4. 8'de verilmiştir.

Çizelge 4. 8 Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Sonuçları (Mayıs)

| Normal Dışı Davranış Testi | \bar{X} Grafiği Nokta No | R Grafiği Nokta No |
|---|-------------------------------|-----------------------|
| AKS ve/veya ÜKS dışında nokta | YOK | 1 |
| Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta | YOK | YOK |
| Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta | YOK | YOK |
| Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta | YOK | YOK |
| 2 si $+2\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta | YOK | 3,4 |
| 4 ü $+1\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta | YOK | YOK |
| $+1\sigma$ sınırları arasında 15 nokta | YOK | YOK |
| $+1\sigma$ sınırları dışında ardışık 8 nokta | YOK | YOK |

$$C_p = 0.45$$

$$C_{püst} = 0.57$$

$$C_{palt} = 0.33$$

$C_{palt} < 1$ olduğu için süreç yetersizdir.

Süreci geliştirmek için yaygın çaba gösterilmelidir. Bu sonuçla, Mayıs ayında mazot sarfiyat miktarlarının çok geniş bir dağılıma sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çeşitliliği oluşturan, özel nedenlerin tümünü ortadan kaldırarak, yaygın nedenleri azaltarak süreç yeterli hale getirilebilir. Çeşitliliği sağlayan bu nedenler, sebep-sonuç diyagramıyla tespit edilmiş, iyileştirilmeye yönelik gerekli açıklamalar yapılmıştır.

e) Şubat ayı sefer sayılarının değerlendirilmesi

Yağışların etkisiyle 14 gün çalışma yapılabilen Şubat ayında, kamyonların günlük sefer sayıları Çizelge 4. 9'da verilmiştir.

Çizelge 4. 9 Kamyonların Sefer Sayıları (S.S.) Ölçüm Sonuçları (Şubat)

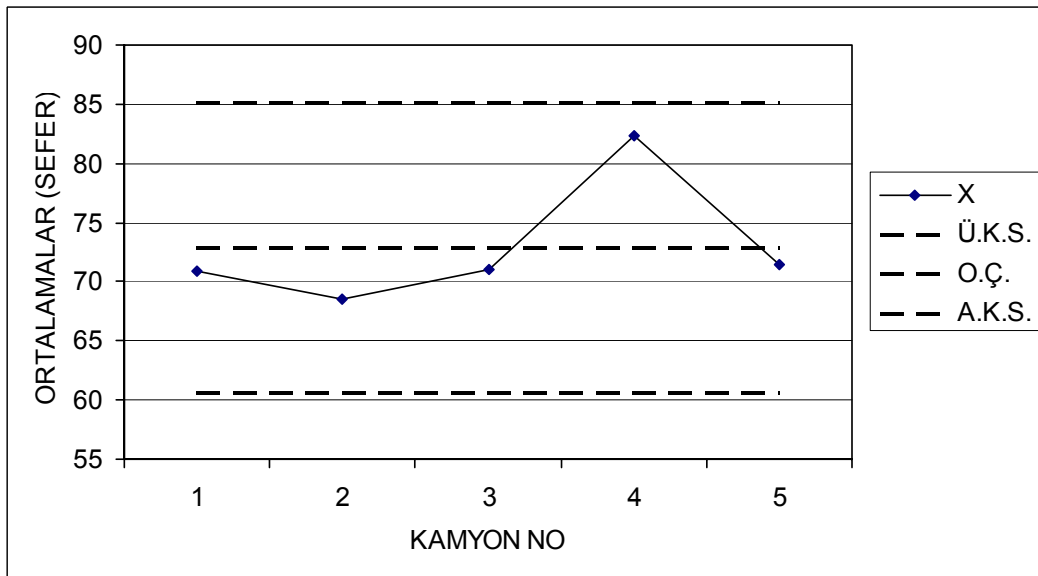
| Günler | 1 No'lu Kamyon S.S. | 2 No'lu Kamyon S.S. | 3 No'lu Kamyon S.S. | 4 No'lu Kamyon S.S. | 5 No'lu Kamyon S.S. |
|----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 87 | 102 | 88 | 103 | 99 |
| 2 | 57 | 87 | 85 | 95 | 57 |
| 3 | 56 | 73 | 72 | 82 | 56 |
| 4 | 57 | 79 | 54 | 83 | 94 |
| 5 | 44 | 50 | 51 | 65 | 47 |
| 6 | 71 | 56 | 76 | 78 | 71 |
| 7 | 62 | 48 | 91 | 96 | 67 |
| 8 | 69 | 69 | 67 | 70 | 78 |
| 9 | 69 | 69 | 61 | 76 | 79 |
| 10 | 72 | 74 | 58 | 79 | 89 |
| 11 | 64 | 84 | 70 | 87 | 82 |
| 12 | 91 | 74 | 64 | 74 | 80 |
| 13 | 104 | 53 | 87 | 84 | 36 |
| 14 | 90 | 42 | 71 | 81 | 65 |
| Σ | 993 | 960 | 995 | 1153 | 1000 |

Sefer sayılarından faydalanılarak kamyonların şubat ayı \bar{X} ve R değerleri bulunmuştur. Bu değerler kullanılarak grafik çiziminde gerekli olan diğer veriler hesaplanmıştır. Tüm değerler Çizelge 4. 10'da verilmiştir.

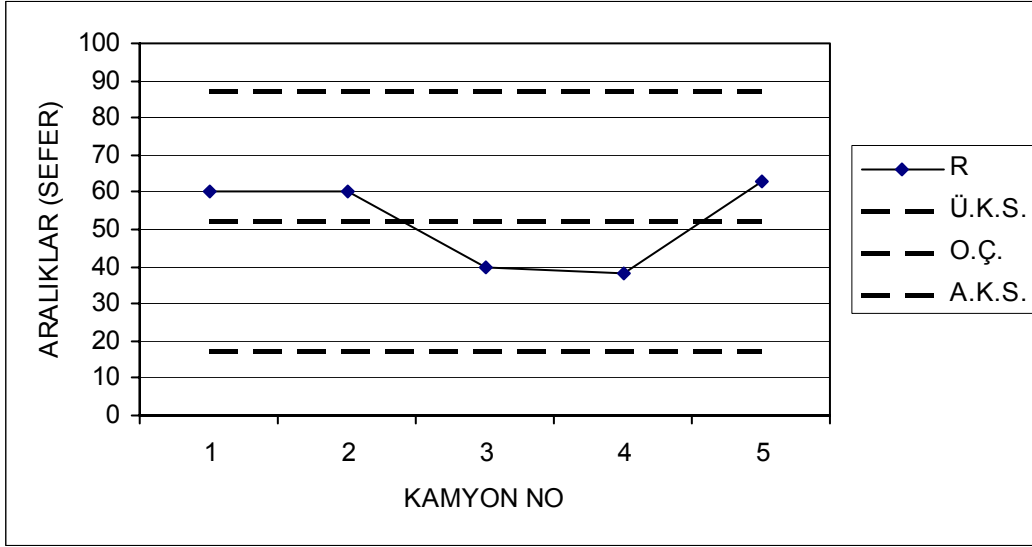
Çizelge 4. 10 Kamyonların \bar{X} - R Değerleri ve Diğer Veriler (Şubat)

| | 1 No'lu Kamyon | 2 No'lu Kamyon | 3 No'lu Kamyon | 4 No'lu Kamyon | 5 No'lu Kamyon |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| \bar{X} (Sefer) | 70.93 | 68.57 | 71.07 | 82.36 | 71.43 |
| $\bar{\bar{X}}$ (Sefer) | 72.872 | | | | |
| Ü.K.S. (\bar{X}) | 85.139 | | | | |
| A.K.S. (\bar{X}) | 60.605 | | | | |
| R (Sefer) | 60 | 60 | 40 | 38 | 63 |
| \bar{R} (Sefer) | 52.20 | | | | |
| Ü.K.S. (R) | 87.278 | | | | |
| A.K.S. (R) | 17.122 | | | | |

Yukarıda Çizelge 4. 10'daki verilerden yararlanılarak \bar{X} ve R kontrol grafikleri çizilmiştir. Grafikler Şekil 4. 5 ve 4. 6'da verilmiştir. Grafiklerden de görüldüğü üzere noktaların hepsi alt ve üst kontrol sınırlarının içindedir. Dolayısıyla şubat ayında süreç kontrol altındadır.



Şekil 4. 5 \bar{X} Kontrol Grafiği



Şekil 4. 6 R Kontrol Grafiği

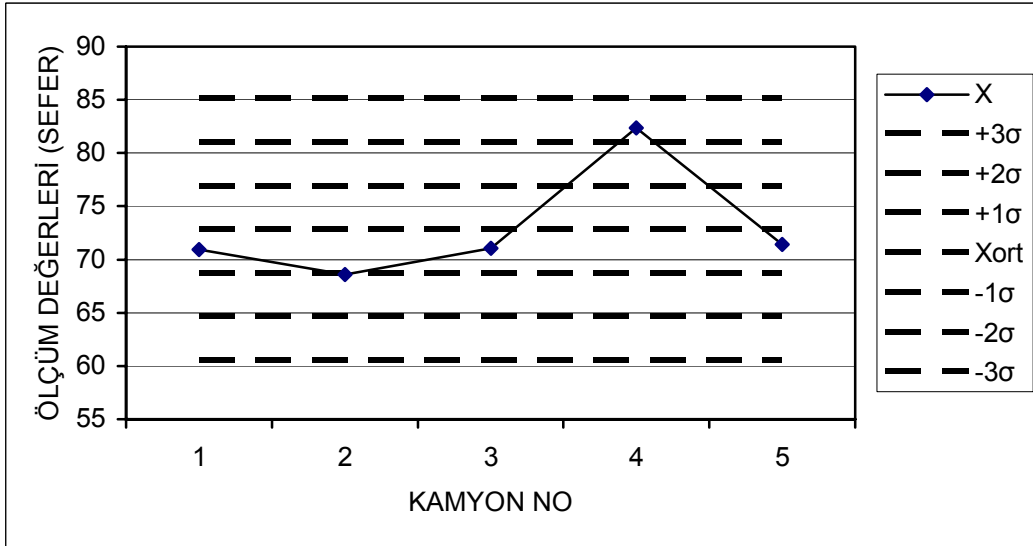
Normal dışı davranış testine ait bilgiler, oluşturulmuş olan kontrol grafiklerinde ki noktaların hepsinin alt ve üst kontrol sınırları içinde olmasına karşın bazı davranışları göstermesi durumunda da sürecin normal olmadığına ve gerekli önlemler alınmaması durumunda kontrol dışı süreç durumu ile karşılaşılabilceğine işaret eder. Şubat ayı için normal dışı davranış testi verileri Çizelge 4. 11'de verilmiş ve bu verilerden faydalanılarak Şekil 4. 7 ve 4. 8'deki grafikler oluşturulmuştur. Grafikler incelenmiş ve normal dışı davranış gösteren herhangi bir duruma rastlanılmamıştır. Sonuçlar Çizelge 4. 12'de verilmiştir.

Çizelge 4. 12 Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Sonuçları (Şubat)

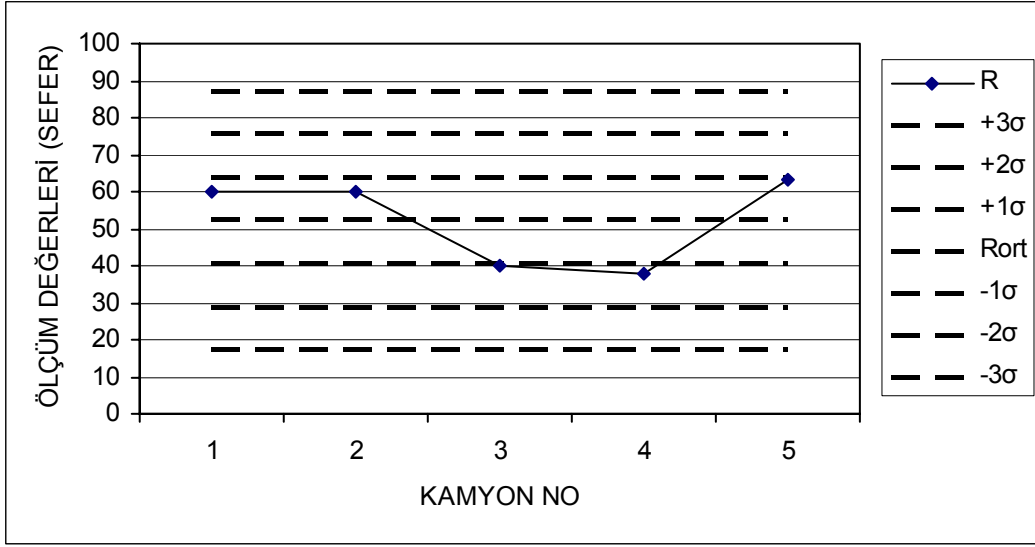
| Normal Dışı Davranış Testi | \bar{X} Grafiği Nokta No | R Grafiği Nokta No |
|---|-------------------------------|-----------------------|
| AKS ve/veya ÜKS dışında nokta | YOK | YOK |
| Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta | YOK | YOK |
| Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta | YOK | YOK |
| Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta | YOK | YOK |
| 2 si $+2\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta | YOK | YOK |
| 4 ü $+1\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta | YOK | YOK |
| $+1\sigma$ sınırları arasında 15 nokta | YOK | YOK |
| $+1\sigma$ sınırları dışında ardışık 8 nokta | YOK | YOK |

Çizelge 4. 11 \bar{X} ve R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Verileri (Şubat)

| | Kamyon No | | | | |
|-------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| \bar{X} (Sefer) | 70.93 | 68.57 | 71.07 | 82.36 | 71.43 |
| +3 σ (Sefer) | 85.139 | | | | |
| +2 σ (Sefer) | 81.043 | | | | |
| +1 σ (Sefer) | 76.947 | | | | |
| $\bar{\bar{X}}$ (Sefer) | 72.872 | | | | |
| -1 σ (Sefer) | 68.797 | | | | |
| -2 σ (Sefer) | 64.701 | | | | |
| -3 σ (Sefer) | 60.605 | | | | |
| R (Sefer) | 60 | 60 | 40 | 38 | 63 |
| +3 σ (Sefer) | 87.278 | | | | |
| +2 σ (Sefer) | 75.603 | | | | |
| +1 σ (Sefer) | 63.928 | | | | |
| \bar{R} (Sefer) | 52.20 | | | | |
| -1 σ (Sefer) | 40.472 | | | | |
| -2 σ (Sefer) | 28.797 | | | | |
| -3 σ (Sefer) | 17.122 | | | | |



Şekil 4. 7 \bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi



Şekil 4. 8 R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

Hesaplamalarda kullanılan tolerans limitleri;

Belirlenen üst limit: 120 sefer

Belirlenen alt limit: 60 sefer

Bu limitler saptanırken istatistiksel oranlar kullanılmıştır. C_p ve C_{pk} indeksleri ile süreç yeterliliği yorumlanırken en küçük değer dikkate alınmıştır.

$$C_p = 0.65$$

$$C_{püst} = 1.03$$

$$C_{palt} = 0.28$$

$C_{palt} < 1$ olduğu için süreç yetersizdir.

Süreci geliştirmek için yaygın çaba gösterilmelidir. Bu sonuçla, şubat ayında sefer sayılarının çok geniş bir dağılıma sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çeşitliliği oluşturan, özel nedenlerin tümünü ortadan kaldırarak, yaygın nedenleri azaltarak süreç yeterli hale getirilebilir. Çeşitliliği sağlayan bu nedenler, sebep-sonuç diyagramıyla tespit edilmiş, iyileştirilmeye yönelik gerekli açıklamalar yapılmıştır.

f) Mart ayı sefer sayılarının değerlendirilmesi

Yağışların etkisiyle 22 gün çalışma yapılabilen mart ayında, kamyonların günlük sefer sayıları tespit edilmiş ve bu veriler yardımıyla \bar{X} ve R değerleri belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak grafik çiziminde gerekli olan diğer veriler hesaplanmıştır. Tüm bu verilerden yararlanılarak \bar{X} ve R kontrol grafikleri çizilmiştir. Grafikler Ek-3'de sunulmuştur. Grafiklerden de görüldüğü üzere noktaların hepsi alt ve üst kontrol sınırlarının içindedir. Dolayısıyla mart ayında süreç kontrol altında gibi görünmektedir.

Mart ayı için normal dışı davranış testi verileri hesaplanmış ve bu verilerden faydalanılarak Ek-4'deki grafikler oluşturulmuştur. Grafikler incelenmiş ve \bar{X} kontrol grafiğinde normal dışı davranış gösteren duruma rastlanılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Sonuçları (Mart)

| Normal Dışı Davranış Testi | \bar{X} Grafiği Nokta No | R Grafiği Nokta No |
|---|-------------------------------|-----------------------|
| AKS ve/veya ÜKS dışında nokta | YOK | YOK |
| Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta | YOK | YOK |
| Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta | YOK | YOK |
| Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta | YOK | YOK |
| 2 si $+2\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta | 3,4 | YOK |
| 4 ü $+1\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta | YOK | YOK |
| $+1\sigma$ sınırları arasında 15 nokta | YOK | YOK |
| $+1\sigma$ sınırları dışında ardışık 8 nokta | YOK | YOK |

Testteki bu sonuç, süreçte yolunda gitmeyen bir şeylerin varlığının olduğu ve gerekli önlemlerin alınmaması durumunda sorunlar yaşanabileceğinin işaretidir.

$$C_p = 0.70$$

$$C_{püst} = 1.18$$

$$C_{palt} = 0.22$$

$C_{palt} < 1$ olduğu için süreç yetersizdir.

Süreci geliştirmek için yaygın çaba gösterilmelidir. Bu sonuçla, mart ayında sefer sayılarının çok geniş bir dağılıma sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çeşitliliği oluşturan, özel nedenlerin tümünü ortadan kaldırarak, yaygın nedenleri azaltarak süreç yeterli hale getirilebilir. Çeşitliliği sağlayan bu nedenler, sebep-sonuç diyagramıyla tespit edilmiş, iyileştirilmeye yönelik gerekli açıklamalar yapılmıştır.

g) Nisan ayı sefer sayılarının değerlendirilmesi

Yağışların etkisiyle 25 gün çalışma yapılabilen nisan ayında, kamyonların günlük sefer sayıları tespit edilmiş ve bu veriler yardımıyla \bar{X} ve R değerleri belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak grafik çiziminde gerekli olan diğer veriler hesaplanmıştır. Tüm bu verilerden yararlanılarak \bar{X} ve R kontrol grafikleri çizilmiştir. Grafikler Ek-7’de sunulmuştur. Grafiklerden de görüldüğu üzere noktaların hepsi alt ve üst kontrol sınırlarının içindedir. Dolayısıyla nisan ayında süreç kontrol altındadır.

Nisan ayı için normal dışı davranış testi verileri hesaplanmış ve bu verilerden faydalanılarak Ek-8’deki grafikler oluşturulmuştur. Grafikler incelenmiş ve normal dışı davranış gösteren herhangi bir duruma rastlanılmamıştır. Sonuçlar Çizelge 4. 14’de verilmiştir.

Çizelge 4. 14 Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Sonuçları (Nisan)

| Normal Dışı Davranış Testi | \bar{X} Grafiği Nokta No | R Grafiği Nokta No |
|---|-------------------------------|-----------------------|
| AKS ve/veya ÜKS dışında nokta | YOK | YOK |
| Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta | YOK | YOK |
| Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta | YOK | YOK |
| Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta | YOK | YOK |
| 2 si $+2\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta | YOK | YOK |
| 4 ü $+1\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta | YOK | YOK |
| $+1\sigma$ sınırları arasında 15 nokta | YOK | YOK |
| $+1\sigma$ sınırları dışında ardışık 8 nokta | YOK | YOK |

$$C_p = 1.09$$

$$C_{püst} = 0.66$$

$$C_{palt} = 1.51$$

$C_{püst} < 1$ olduğu için süreç yetersizdir.

Süreci geliştirmek için yaygın çaba gösterilmelidir. Bu sonuçla, nisan ayında sefer sayılarının çok geniş bir dağılıma sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çeşitliliği oluşturan, özel nedenlerin tümünü ortadan kaldırarak, yaygın nedenleri azaltarak süreç yeterli hale getirilebilir. Çeşitliliği sağlayan bu nedenler, sebep-sonuç diyagramıyla tespit edilmiş, iyileştirilmeye yönelik gerekli açıklamalar yapılmıştır.

h) Mayıs ayı sefer sayılarının değerlendirilmesi

Yağışların etkisiyle 25 gün çalışma yapılabilen mayıs ayında, kamyonların günlük sefer sayıları tespit edilmiş ve bu veriler yardımıyla \bar{X} ve R değerleri belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak grafik çiziminde gerekli olan diğer veriler hesaplanmıştır. Tüm bu verilerden yararlanılarak \bar{X} ve R kontrol grafikleri çizilmiştir. Grafikler Ek-11'de sunulmuştur. Grafiklerden de görüldüğü üzere noktaların hepsi alt ve üst kontrol sınırlarının içindedir. Dolayısıyla mayıs ayında süreç kontrol altında gibi görünmektedir.

Mayıs ayı için normal dışı davranış testi verileri hesaplanmış ve bu verilerden faydalanılarak Ek-12'deki grafikler oluşturulmuştur. Grafikler incelenmiş ve \bar{X} kontrol grafiğinde normal dışı davranış gösteren duruma rastlanılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.15'de verilmiştir. Testteki bu sonuç, süreçte yolunda gitmeyen bir şeylerin varlığının olduğu ve gerekli önlemlerin alınmaması durumunda sorunlar yaşanabileceğinin işaretidir.

Çizelge 4. 15 Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Sonuçları (Mayıs)

| Normal Dışı Davranış Testi | \bar{X} Grafiği Nokta No | R Grafiği Nokta No |
|---|-------------------------------|-----------------------|
| AKS ve/veya ÜKS dışında nokta | YOK | YOK |
| Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta | YOK | YOK |
| Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta | YOK | YOK |
| Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta | YOK | YOK |
| 2 si $+2\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta | 1,3 | YOK |
| 4 ü $+1\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta | 1,3,4,5 | YOK |
| $+1\sigma$ sınırları arasında 15 nokta | YOK | YOK |
| $+1\sigma$ sınırları dışında ardışık 8 nokta | YOK | YOK |

$$C_p = 0.79$$

$$C_{püst} = 0.60$$

$$C_{palt} = 0.97$$

$C_{püst} < 1$ olduğu için süreç yetersizdir.

Süreci geliştirmek için yaygın çaba gösterilmelidir. Bu sonuçla, mayıs ayında sefer sayılarının çok geniş bir dağılıma sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çeşitliliği oluşturan, özel nedenlerin tümünü ortadan kaldırarak, yaygın nedenleri azaltarak süreç yeterli hale getirilebilir. Çeşitliliği sağlayan bu nedenler, sebep-sonuç diyagramıyla tespit edilmiş, iyileştirilmeye yönelik gerekli açıklamalar yapılmıştır.

4.2 Kamyonların Günlük Değerlendirmeleri

Kamyonların her bir ay için, günlük mazot sarfiyatları ve sefer sayıları kontrol grafikleri yardımıyla izlenmiş ve sürecin kararlılığı test edilmiştir. Ayrıca C_p ve C_{pk} indeksleri kullanılarak sürecin yeterliliği hakkında yorum yapılmıştır.

a) Şubat ayı günlük mazot sarfiyatlarının değerlendirilmesi

Yağışların etkisiyle 14 gün çalışma yapılabilen şubat ayında, kamyonların günlük sefer sayıları ve mazot sarfiyat miktarları Çizelge 4. 1’de, bu veriler yardımıyla bulunan, kamyonların mazot sarfiyat miktarı/sefer sayısı oranları Çizelge 4. 2’de daha önce sunulmuştur. M.S.M./S.S. oranlarından faydalanılarak kamyonların şubat ayı \bar{X} ve R değerleri bulunmuştur. Bu değerler kullanılarak grafik çiziminde gerekli olan diğer veriler hesaplanmıştır. Tüm değerler Çizelge 4. 16’da verilmiştir.

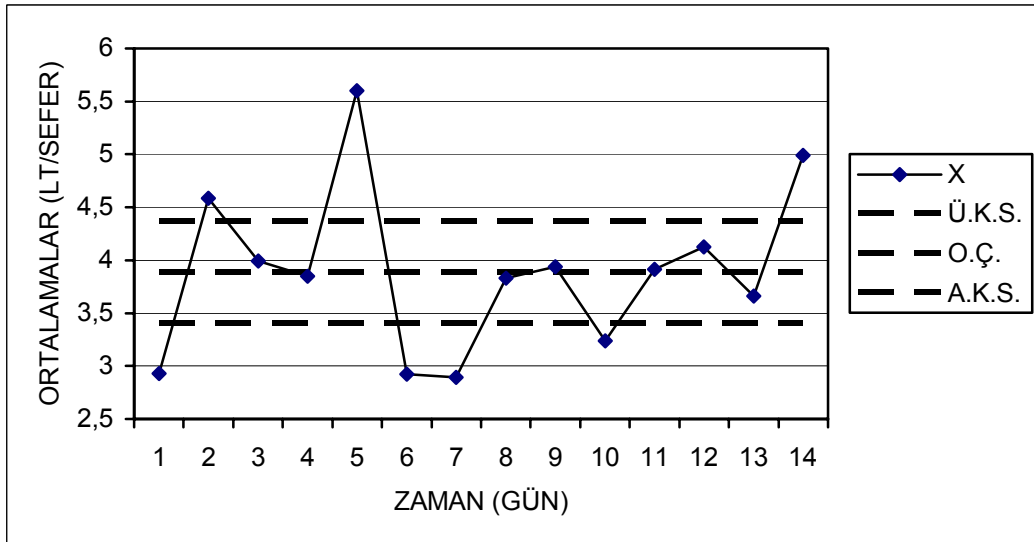
Çizelge 4. 16 Günlük Ölçüm Sonuçları (Şubat)

| Günler | Σ M.S.M./S.S. (Lt/Sefer) | \bar{X} (Lt/Sefer) | $\bar{\bar{X}}$ (Lt/Sefer) | ÜKS (\bar{X}) (Lt/Sefer) | AKS (\bar{X}) (Lt/Sefer) | R (Lt/Sefer) | \bar{R} (Lt/Sefer) | ÜKS (R) (Lt/Sefer) | AKS (R) (Lt/Sefer) |
|--------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 14.64 | 2.928 | 3.891 | 4.373 | 3.409 | 1.24 | 2.050 | 3.428 | 0.672 |
| 2 | 22.93 | 4.586 | | | | 2.33 | | | |
| 3 | 19.98 | 3.996 | | | | 1.88 | | | |
| 4 | 19.24 | 3.848 | | | | 2.07 | | | |
| 5 | 28.01 | 5.602 | | | | 1.37 | | | |
| 6 | 14.62 | 2.924 | | | | 1.55 | | | |
| 7 | 14.47 | 2.894 | | | | 1.81 | | | |
| 8 | 19.15 | 3.830 | | | | 2.39 | | | |
| 9 | 19.69 | 3.938 | | | | 2.02 | | | |
| 10 | 16.20 | 3.240 | | | | 2.29 | | | |
| 11 | 19.58 | 3.916 | | | | 1.74 | | | |
| 12 | 20.62 | 4.124 | | | | 2.19 | | | |
| 13 | 18.29 | 3.658 | | | | 2.01 | | | |
| 14 | 24.96 | 4.992 | | | | 3.81 | | | |

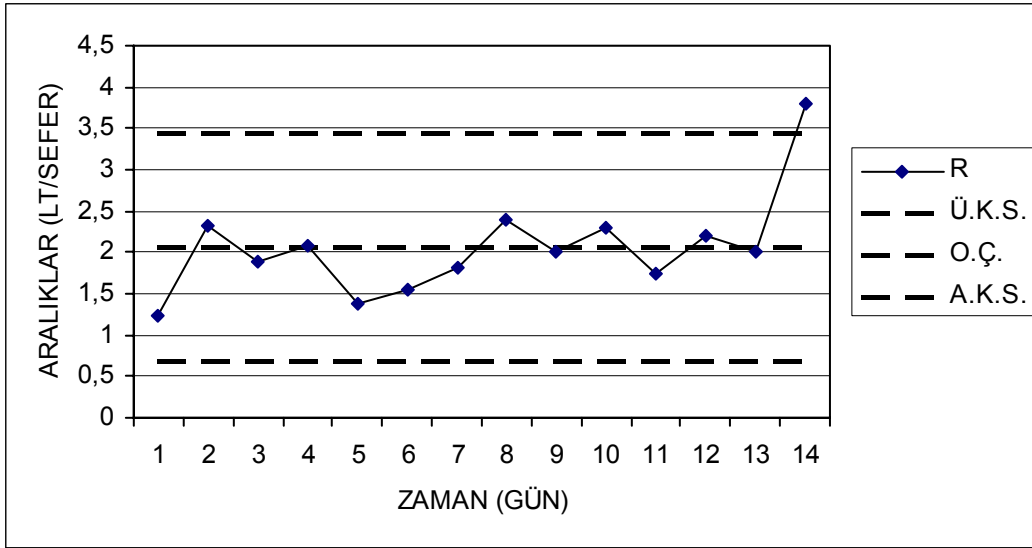
Çizelge 4. 16'daki verilerden yararlanılarak \bar{X} ve R kontrol grafikleri çizilmiştir. Grafikler Şekil 4. 9 ve 4. 10'da verilmiştir. \bar{X} kontrol grafiğinde 7 nokta, R kontrol grafiğinde 1 nokta alt ve üst kontrol sınırlarının dışına çıkmıştır. Dolayısıyla şubat ayında süreç kontrol altında değildir. Buna sebep olan etkenler;

- Yükleme operatörü deneyimi,
- Hava koşulları,
- Şoför deneyimi,
- Yol koşulları,
- Dekapaj formasyonu farklılığı,
- Kamyon arızası olabilir.

Bu etkenlerden birinin veya birkaçının aynı anda etkisi olabilir. Noktaların üst kontrol sınırı dışına çıkması, çalışma alanındaki olumsuz koşulların arttığının göstergesidir. Alt kontrol sınırı dışına çıkması ise, çalışma alanındaki şartların iyi olduğunu gösterse de, kamyonlara atılan yüklerin az olabileceği, kamyonun o gün arızadan dolayı çalışmamış olabileceği veya şoförün yorgunluktan dolayı (özellikle gece) çalışmaması gibi olumsuz şartların da işaretçisi olabilir.



Şekil 4. 9 \bar{X} Kontrol Grafiği



Şekil 4. 10 R Kontrol Grafiği

Normal dışı davranış testine ait bilgiler, oluşturulmuş olan kontrol grafiklerinde ki noktaların hepsinin alt ve üst kontrol sınırları içinde olmasına karşın bazı davranışları göstermesi durumunda da sürecin normal olmadığına ve gerekli önlemler alınmaması durumunda kontrol dışı süreç durumu ile karşılaşılabilceğine işaret eder. Şubat ayı için alt ve üst kontrol limitleri üzerinde noktalar olduğundan sürecin zaten kararsız olduğu görülmüştür. \bar{X} ve R grafiklerinin ikisinde de kontrol dışılık olduğu için acilen önlem alınması gerekmektedir. Normal dışı davranış testinin yapılmasının nedeni diğer noktaların davranışlarını gözlemlemektir. Şubat ayı için normal dışı davranış testi verileri Çizelge 4. 17 ve 4.18’de verilmiş ve bu verilerden faydalanılarak Şekil 4. 11 ve 4. 12’deki grafikler oluşturulmuştur. Grafikler incelenmiş \bar{X} ve R kontrol grafiklerinde normal dışı davranış gösteren duruma rastlanılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4. 19’da verilmiştir.

Çizelge 4.17 \bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Verileri (Şubat)

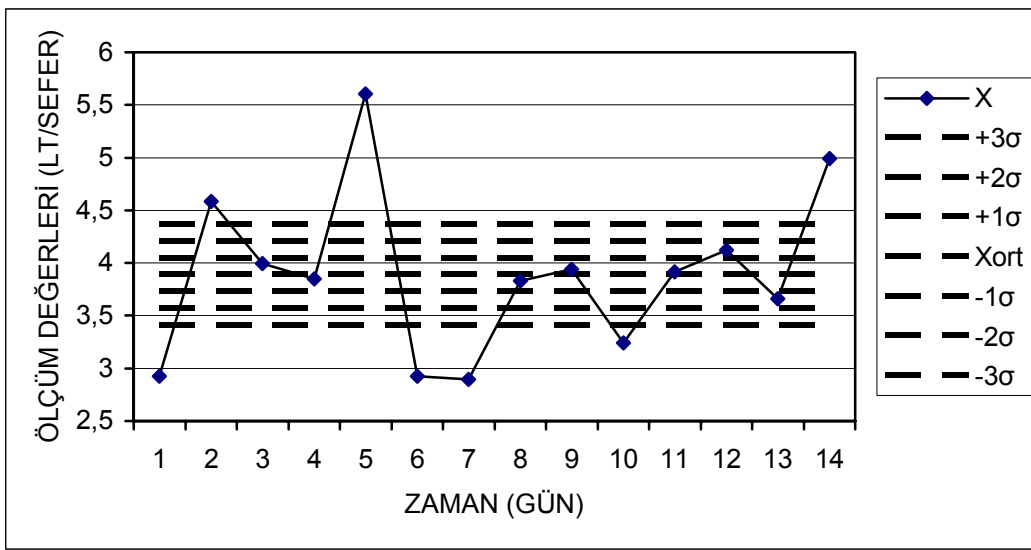
| Günler | \bar{X} (Lt/Sefer) | +3 σ (Lt/Sefer) | +2 σ (Lt/Sefer) | +1 σ (Lt/Sefer) | $\bar{\bar{X}}$ (Lt/Sefer) | -1 σ (Lt/Sefer) | -2 σ (Lt/Sefer) | -3 σ (Lt/Sefer) |
|--------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | 2.928 | 4.373 | 4.212 | 4.051 | 3.891 | 3.731 | 3.570 | 3.409 |
| 2 | 4.586 | | | | | | | |
| 3 | 3.996 | | | | | | | |
| 4 | 3.848 | | | | | | | |
| 5 | 5.602 | | | | | | | |
| 6 | 2.924 | | | | | | | |
| 7 | 2.894 | | | | | | | |
| 8 | 3.830 | | | | | | | |
| 9 | 3.938 | | | | | | | |
| 10 | 3.240 | | | | | | | |
| 11 | 3.916 | | | | | | | |
| 12 | 4.124 | | | | | | | |
| 13 | 3.658 | | | | | | | |
| 14 | 4.992 | | | | | | | |

Çizelge 4.18 R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Verileri (Şubat)

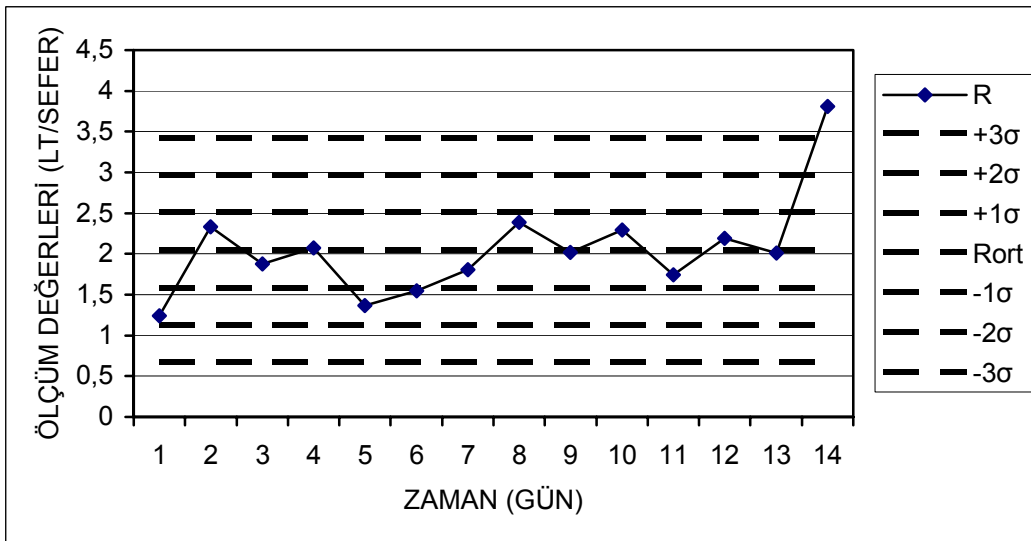
| Günler | R (Lt/Sefer) | +3 σ (Lt/Sefer) | +2 σ (Lt/Sefer) | +1 σ (Lt/Sefer) | \bar{R} (Lt/Sefer) | -1 σ (Lt/Sefer) | -2 σ (Lt/Sefer) | -3 σ (Lt/Sefer) |
|--------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | 1.24 | 3.428 | 2.970 | 2.512 | 2.050 | 1.588 | 1.130 | 0.672 |
| 2 | 2.33 | | | | | | | |
| 3 | 1.88 | | | | | | | |
| 4 | 2.07 | | | | | | | |
| 5 | 1.37 | | | | | | | |
| 6 | 1.55 | | | | | | | |
| 7 | 1.81 | | | | | | | |
| 8 | 2.39 | | | | | | | |
| 9 | 2.02 | | | | | | | |
| 10 | 2.29 | | | | | | | |
| 11 | 1.74 | | | | | | | |
| 12 | 2.19 | | | | | | | |
| 13 | 2.01 | | | | | | | |
| 14 | 3.81 | | | | | | | |

Çizelge 4. 19 Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Sonuçları (Şubat)

| Normal Dışı Davranış Testi | \bar{X} Grafiği Nokta No | R Grafiği Nokta No |
|--|-------------------------------|-----------------------|
| AKS ve/veya ÜKS dışında nokta | 1,2,5,6,7,10,14 | 14 |
| Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta | YOK | YOK |
| Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta | YOK | YOK |
| Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta | YOK | YOK |
| 2 si $\pm 2\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta | ▪ 1,2 ▪ 5,6 | YOK |
| 4 ü $\pm 1\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta | 10,12,13,14 | YOK |
| $\pm 1\sigma$ sınırları arasında 15 nokta | YOK | YOK |
| $\pm 1\sigma$ sınırları dışında ardışık 8 nokta | YOK | YOK |



Şekil 4. 11 \bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi



Şekil 4. 12 R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

Bütün süreç çıktısının bulunduğu aralık olarak tanımlanan ya da sürecin yayılımının ve ortalamasının istenilen hedeflerden ne kadar saptığını kontrol etmek amacıyla kullanılan yeterlilik oranları şubat ayı için hesaplanmış ve sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Hesaplamalarda kullanılan tolerans limitleri;

Belirlenen üst limit: 4.5 lt/sefer

Belirlenen alt limit: 2.5 lt/sefer

Bu limitler saptanırken istatistiksel oranlar kullanılmıştır. C_p ve C_{pk} indeksleri ile süreç yeterliliği yorumlanırken en küçük değer dikkate alınmıştır.

$$C_p = 0.55$$

$$C_{püst} = 0.34$$

$$C_{palt} = 0.77$$

$C_{püst} < 1$ olduğu için süreç yetersizdir.

Süreci geliştirmek için yaygın çaba gösterilmelidir. Bu sonuçla, şubat ayında mazot sarfiyat miktarlarının çok geniş bir dağılıma sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çeşitliliği oluşturan, özel nedenlerin tümünü ortadan kaldırarak, yaygın nedenleri azaltarak süreç yeterli hale getirilebilir. Çeşitliliği sağlayan bu nedenler, sebep-sonuç diyagramıyla tespit edilmiş, iyileştirilmeye yönelik gerekli açıklamalar yapılmıştır.

b) Mart ayı günlük mazot sarfiyatlarının değerlendirilmesi

Yağışların etkisiyle 22 gün çalışma yapılabilen mart ayında, kamyonların günlük sefer sayıları ve mazot sarfiyat miktarları tespit edilmiş ve bu veriler yardımıyla kamyonların mazot sarfiyat miktarı/sefer sayısı oranları bulunmuştur. M.S.M./S.S. oranlarından faydalanılarak kamyonların mart ayı \bar{X} ve R değerleri belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak grafik çiziminde gerekli olan diğer veriler hesaplanmıştır. Tüm bu verilerden yararlanılarak \bar{X} ve R kontrol grafikleri çizilmiştir. Grafikler Ek-13'de sunulmuştur. \bar{X} kontrol grafiğinde 11 nokta, R kontrol grafiğinde 9 nokta alt ve üst

kontrol sınırlarının dışına çıkmıştır. Dolayısıyla mart ayında süreç kontrol altında değildir. Buna sebep olan etkenler;

- Yükleme operatörü deneyimi,
- Hava koşulları,
- Şoför deneyimi,
- Yol koşulları,
- Dekapaj formasyonu farklılığı,
- Kamyon arızası olabilir.

Bu etkenlerden birinin veya birkaçının aynı anda etkisi olabilir. Noktaların üst kontrol sınırı dışına çıkması, çalışma alanındaki olumsuz koşulların arttığına göstergesidir. Alt kontrol sınırı dışına çıkması ise, çalışma alanındaki şartların iyi olduğunu gösterse de, kamyonlara atılan yüklerin az olabileceği, kamyonun o gün arızadan dolayı çalışmamış olabileceği veya şoförün yorgunluktan dolayı (özellikle gece) çalışmaması gibi olumsuz şartların da işaretçisi olabilir.

Mart ayı için alt ve üst kontrol limitleri üzerinde noktalar olduğundan sürecin zaten kararsız olduğu görülmüştür. \bar{X} ve R grafiklerinin ikisinde de kontrol dışılık olduğu için acilen önlem alınması gerekmektedir. Normal dışı davranış testinin yapılmasının nedeni diğer noktaların davranışlarını gözlemlemektir. Mart ayı için normal dışı davranış testi verileri hesaplanmış ve bu verilerden faydalanılarak Ek-14'deki grafikler oluşturulmuştur. Grafikler incelenmiş \bar{X} ve R kontrol grafiklerinde normal dışı davranış gösteren duruma rastlanılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4. 20'de verilmiştir.

Çizelge 4. 20 Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Sonuçları (Mart)

| Normal Dışı Davranış Testi | \bar{X} Grafiği Nokta No | R Grafiği Nokta No |
|--|---|--|
| AKS ve/veya ÜKS dışında nokta | 2,3,6,7,8,9,10,15,18,21,22 | 1,2,5,9,10,13,18,19,20 |
| Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta | YOK | YOK |
| Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta | YOK | YOK |
| Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta | YOK | YOK |
| 2 si $\pm 2\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3,4 ▪ 6,7 ▪ 9,10 ▪ 12,13 ▪ 18,19 ▪ 21,22 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1,2 ▪ 5,6 ▪ 9,10 ▪ 16,17 ▪ 19,20 |
| 4 ü $\pm 1\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 9,10,12,13 ▪ 18,19,21,22 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1,2,3,5 ▪ 11,13,14,15 ▪ 6,7,9,10 |
| $\pm 1\sigma$ sınırları arasında 15 nokta | YOK | YOK |
| $\pm 1\sigma$ sınırları dışında ardışık 8 nokta | 1,2,3,4,5,6,7,8 | 15,16,17,18,19,20,21,22 |

$$C_p = 0.65$$

$$C_{püst} = 0.59$$

$$C_{palt} = 0.70$$

$C_{püst} < 1$ olduğu için süreç yetersizdir.

Süreci geliştirmek için yaygın çaba gösterilmelidir. Bu sonuçla, mart ayında mazot sarfiyat miktarlarının çok geniş bir dağılıma sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çeşitliliği oluşturan, özel nedenlerin tümünü ortadan kaldırarak, yaygın nedenleri azaltarak süreç yeterli hale getirilebilir. Çeşitliliği sağlayan bu nedenler, sebep-sonuç diyagramıyla tespit edilmiş, iyileştirilmeye yönelik gerekli açıklamalar yapılmıştır.

c) Nisan ayı günlük mazot sarfiyatlarının değerlendirilmesi

Yağışların etkisiyle 25 gün çalışma yapılabilen nisan ayında, kamyonların günlük sefer sayıları ve mazot sarfiyat miktarları tespit edilmiş ve bu veriler yardımıyla kamyonların mazot sarfiyat miktarı/sefer sayısı oranları bulunmuştur. M.S.M./S.S. oranlarından faydalanılarak kamyonların nisan ayı \bar{X} ve R değerleri belirlenmiştir. Bu değerler

kullanılarak grafik çiziminde gerekli olan diğer veriler hesaplanmıştır. Tüm bu verilerden yararlanılarak \bar{X} ve R kontrol grafikleri çizilmiştir. Grafikler Ek-17'de sunulmuştur. \bar{X} kontrol grafiğinde 21 nokta, R kontrol grafiğinde 9 nokta alt ve üst kontrol sınırlarının dışına çıkmıştır. Dolayısıyla nisan ayında süreç kontrol altında değildir. Buna sebep olan etkenler;

- Yükleme operatörü deneyimi,
- Hava koşulları,
- Şoför deneyimi,
- Yol koşulları,
- Dekapaj formasyonu farklılığı,
- Kamyon arızası olabilir.

Bu etkenlerden birinin veya birkaçının aynı anda etkisi olabilir. Noktaların üst kontrol sınırı dışına çıkması, çalışma alanındaki olumsuz koşulların arttığına göstergesidir. Alt kontrol sınırı dışına çıkması ise, çalışma alanındaki şartların iyi olduğunu gösterse de, kamyonlara atılan yüklerin az olabileceği, kamyonun o gün arızadan dolayı çalışmamış olabileceği veya şoförün yorgunluktan dolayı (özellikle gece) çalışmaması gibi olumsuz şartların da işaretçisi olabilir.

Nisan ayı için alt ve üst kontrol limitleri üzerinde noktalar olduğundan sürecin zaten kararsız olduğu görülmüştür. \bar{X} ve R grafiklerinin ikisinde de kontrol dışılık olduğu için acilen önlem alınması gerekmektedir. Normal dışı davranış testinin yapılmasının nedeni diğer noktaların davranışlarını gözlemlemektir. Nisan ayı için normal dışı davranış testi verileri hesaplanmış ve bu verilerden faydalanılarak Ek-18'deki grafikler oluşturulmuştur. Grafikler incelenmiş \bar{X} ve R kontrol grafiklerinde normal dışı davranış gösteren duruma rastlanılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4. 21 Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Sonuçları (Nisan)

| Normal Dışı Davranış Testi | \bar{X} Grafiği Nokta No | R Grafiği Nokta No |
|--|--|---|
| AKS ve/veya ÜKS dışında nokta | 1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,17,18,19,20,21,23,24 | 1,2,5,6,7,8,13,20,25 |
| Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta | YOK | 10,11,12,13,14,15,16,17,18 |
| Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta | YOK | YOK |
| Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta | YOK | YOK |
| 2 si $\pm 2\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 14,15 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1,2 ▪ 7,8 ▪ 10,12 ▪ 19,20 ▪ 23,25 |
| 4 ü $\pm 1\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 17,18,19,20 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 10,11,12,13 ▪ 21,22,23,25 |
| $\pm 1\sigma$ sınırları arasında 15 nokta | YOK | YOK |
| $\pm 1\sigma$ sınırları dışında ardışık 8 nokta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1,2,3,4,5,6,7,8 ▪ 17,18,19,20,21,22,23,24 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1,2,3,4,5,6,7,8 ▪ 10,11,12,13,14,15,16,17 |

$$C_p = 1.64$$

$$C_{püst} = 2.04$$

$$C_{palt} = 1.25$$

$1 < C_{palt} < 1.33$ olduğu için süreç yeterlidir.

Ancak spesifikasyonları karşılamada zorlanmaktadır. Bu sonuç, süreçte bazı problemlerin olduğunun işaretidir. Birtakım önlemler alınması gerekir. Mazot sarfiyat miktarındaki dağılım süreç sınırlarını zorlamaktadır ve süreç her an yetersiz hale gelebilir.

d) Mayıs ayı günlük mazot sarfiyatlarının değerlendirilmesi

Yağışların etkisiyle 25 gün çalışma yapılabilen mayıs ayında, kamyonların günlük sefer sayıları ve mazot sarfiyat miktarları tespit edilmiş ve bu veriler yardımıyla kamyonların mazot sarfiyat miktarı/sefer sayısı oranları bulunmuştur. M.S.M./S.S. oranlarından faydalanılarak kamyonların mayıs ayı \bar{X} ve R değerleri belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak grafik çiziminde gerekli olan diğer veriler hesaplanmıştır. Tüm bu verilerden yararlanılarak \bar{X} ve R kontrol grafikleri çizilmiştir. Grafikler Ek-21’de sunulmuştur. \bar{X} kontrol grafiğinde 16 nokta, R kontrol grafiğinde 8 nokta alt ve üst kontrol sınırlarının dışına çıkmıştır. Dolayısıyla mayıs ayında süreç kontrol altında değildir. Buna sebep olan etkenler;

- Yükleme operatörü deneyimi,
- Hava koşulları,
- Şoför deneyimi,
- Yol koşulları,
- Dekapaj formasyonu farklılığı,
- Kamyon arızası olabilir.

Bu etkenlerden birinin veya birkaçının aynı anda etkisi olabilir. Noktaların üst kontrol sınırı dışına çıkması, çalışma alanındaki olumsuz koşulların arttığına göstergesidir. Alt kontrol sınırı dışına çıkması ise, çalışma alanındaki şartların iyi olduğunu gösterse de, kamyonlara atılan yüklerin az olabileceği, kamyonun o gün arızadan dolayı çalışmamış olabileceği veya şoförün yorgunluktan dolayı (özellikle gece) çalışmaması gibi olumsuz şartların da işaretçisi olabilir.

Mayıs ayı için alt ve üst kontrol limitleri üzerinde noktalar olduğundan sürecin zaten kararsız olduğu görülmüştür. \bar{X} ve R grafiklerinin ikisinde de kontrol dışılık olduğu için acilen önlem alınması gerekmektedir. Normal dışı davranış testinin yapılmasının nedeni diğer noktaların davranışlarını gözlemlemektir. Mayıs ayı için normal dışı davranış testi verileri hesaplanmış ve bu verilerden faydalanılarak Ek-22’deki grafikler

oluşturulmuştur. Grafikler incelenmiş \bar{X} ve R kontrol grafiklerinde normal dışı davranış gösteren duruma rastlanılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4. 22’de verilmiştir.

Çizelge 4. 22 Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Sonuçları (Mayıs)

| Normal Dışı Davranış Testi | \bar{X} Grafiği Nokta No | R Grafiği Nokta No |
|---|--|--|
| AKS ve/veya ÜKS dışında nokta | 1,4,7,8,9,10,11,12,13, 14,15,18,20,21,23,25 | 2,4,9,14,15,17,22,24 |
| Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta | YOK | YOK |
| Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta | YOK | YOK |
| Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta | YOK | YOK |
| 2 si $+2\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 7,8 ▪ 15,16 ▪ 18,20 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 5,6 ▪ 13,14 ▪ 15,17 ▪ 21,22 |
| 4 ü $+1\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1,3,4,5 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 13,14,15,16 ▪ 17,18,19,21 |
| $+1\sigma$ sınırları arasında 15 nokta | YOK | YOK |
| $+1\sigma$ sınırları dışında ardışık 8 nokta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 6,7,8,9,10,11,12,13 ▪ 14,15,16,17,18,19,20,21 | YOK |

$$C_p = 0.90$$

$$C_{püst} = 1.14$$

$$C_{palt} = 0.65$$

$C_{palt} < 1$ olduğu için süreç yetersizdir.

Süreci geliştirmek için yaygın çaba gösterilmelidir. Bu sonuçla, Mayıs ayında mazot sarfiyat miktarlarının çok geniş bir dağılıma sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çeşitliliği oluşturan, özel nedenlerin tümünü ortadan kaldırarak, yaygın nedenleri azaltarak süreç yeterli hale getirilebilir. Çeşitliliği sağlayan bu nedenler, sebep-sonuç diyagramıyla tespit edilmiş, iyileştirilmeye yönelik gerekli açıklamalar yapılmıştır.

e) Şubat ayı günlük sefer sayılarının değerlendirilmesi

Yağışların etkisiyle 14 gün çalışma yapılabilen şubat ayında, kamyonların günlük sefer sayıları Çizelge 4. 9'da daha önce sunulmuştu. Sefer sayılarından faydalanılarak kamyonların şubat ayı \bar{X} ve R değerleri bulunmuştur. Bu değerler kullanılarak grafik çiziminde gerekli olan diğer veriler hesaplanmıştır. Tüm değerler Çizelge 4. 23'de verilmiştir.

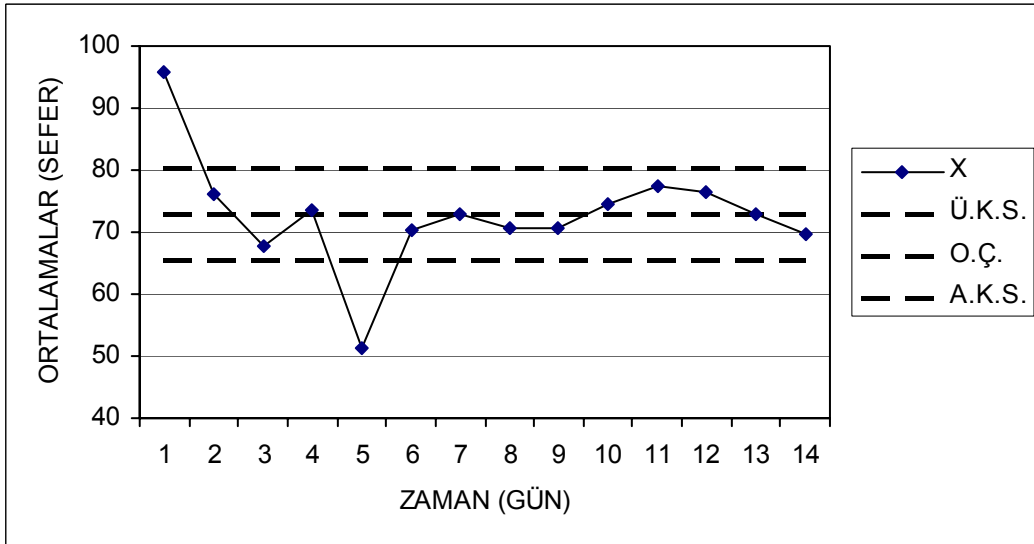
Çizelge 4. 23 Günlük Ölçüm Sonuçları (Şubat)

| Günler | Σ Sefer | \bar{X} (Sefer) | $\bar{\bar{X}}$ (Sefer) | ÜKS (\bar{X}) (Sefer) | AKS (\bar{X}) (Sefer) | R (Sefer) | \bar{R} (Sefer) | ÜKS (R) (Sefer) | AKS (R) (Sefer) |
|--------|----------------|----------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 479 | 95.8 | 72.871 | 80.206 | 65.536 | 16 | 31.214 | 52.190 | 10.238 |
| 2 | 381 | 76.2 | | | | 38 | | | |
| 3 | 339 | 67.8 | | | | 26 | | | |
| 4 | 367 | 73.4 | | | | 40 | | | |
| 5 | 257 | 51.4 | | | | 21 | | | |
| 6 | 352 | 70.4 | | | | 22 | | | |
| 7 | 364 | 72.8 | | | | 48 | | | |
| 8 | 353 | 70.6 | | | | 11 | | | |
| 9 | 354 | 70.8 | | | | 18 | | | |
| 10 | 372 | 74.4 | | | | 31 | | | |
| 11 | 387 | 77.4 | | | | 23 | | | |
| 12 | 383 | 76.6 | | | | 27 | | | |
| 13 | 364 | 72.8 | | | | 68 | | | |
| 14 | 349 | 69.8 | | | | 48 | | | |

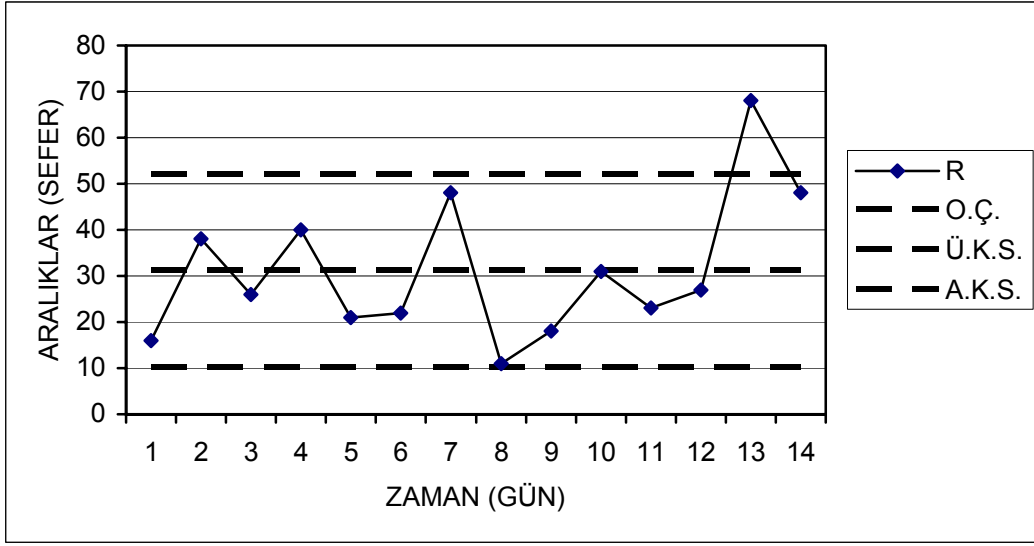
Çizelge 4. 23'deki verilerden yararlanılarak \bar{X} ve R kontrol grafikleri çizilmiştir. Grafikler Şekil 4. 13 ve 4. 14'de verilmiştir. \bar{X} kontrol grafiğinde 2 nokta, R kontrol grafiğinde 1 nokta alt ve üst kontrol sınırlarının dışına çıkmıştır. Dolayısıyla şubat ayında süreç kontrol altında değildir. Buna sebep olan etkenler;

- Yükleme operatörü deneyimi,
- Hava koşulları,
- Şoför deneyimi,
- Yol koşulları,
- Dekapaj formasyonu farklılığı,
- Kamyon arızası olabilir.

Bu etkenlerden birinin veya birkaçının aynı anda etkisi olabilir. Noktaların üst kontrol sınırı dışına çıkması, çalışma alanındaki olumsuz koşulların arttığının göstergesidir. Alt kontrol sınırı dışına çıkması ise, çalışma alanındaki şartların iyi olduğunu gösterse de, kamyonlara atılan yüklerin az olabileceği, kamyonun o gün arızadan dolayı çalışmamış olabileceği veya şoförün yorgunluktan dolayı (özellikle gece) çalışmaması gibi olumsuz şartların da işaretçisi olabilir.



Şekil 4. 13 \bar{X} Kontrol Grafiği



Şekil 4. 14 R Kontrol Grafiği

Şubat ayı için alt ve üst kontrol limitleri üzerinde noktalar olduğundan sürecin zaten kararsız olduğu görülmüştür. \bar{X} ve R grafiklerinin ikisinde de kontrol dışılık olduğu için acilen önlem alınması gerekmektedir. Normal dışı davranış testinin yapılmasının nedeni diğer noktaların davranışlarını gözlemlemektir. Şubat ayı için normal dışı davranış testi verileri Çizelge 4. 24 ve 4.25’de verilmiş ve bu verilerden faydalanılarak Şekil 4. 15 ve 4. 16’deki grafikler oluşturulmuştur. Grafikler incelenmiş \bar{X} ve R kontrol grafiklerinde normal dışı davranış gösteren duruma rastlanılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4. 26’de verilmiştir.

Çizelge 4.24 \bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Verileri (Şubat)

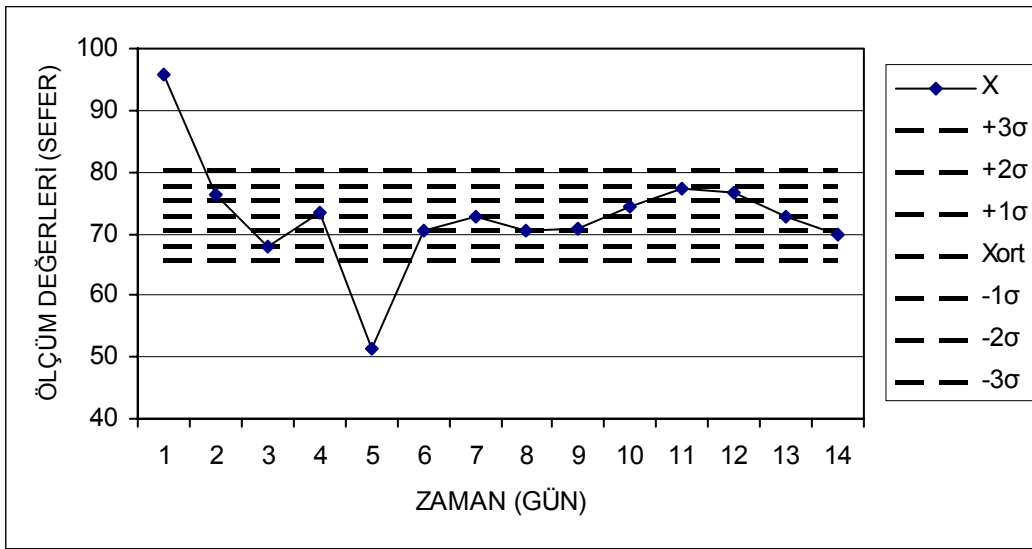
| Günler | \bar{X} (Sefer) | +3 σ (Sefer) | +2 σ (Sefer) | +1 σ (Sefer) | $\bar{\bar{X}}$ (Sefer) | -1 σ (Sefer) | -2 σ (Sefer) | -3 σ (Sefer) |
|--------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 95.8 | 80.206 | 77.756 | 75.306 | 72.871 | 70.436 | 67.986 | 65.536 |
| 2 | 76.2 | | | | | | | |
| 3 | 67.8 | | | | | | | |
| 4 | 73.4 | | | | | | | |
| 5 | 51.4 | | | | | | | |
| 6 | 70.4 | | | | | | | |
| 7 | 72.8 | | | | | | | |
| 8 | 70.6 | | | | | | | |
| 9 | 70.8 | | | | | | | |
| 10 | 74.4 | | | | | | | |
| 11 | 77.4 | | | | | | | |
| 12 | 76.6 | | | | | | | |
| 13 | 72.8 | | | | | | | |
| 14 | 69.8 | | | | | | | |

Çizelge 4.25 R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Verileri (Şubat)

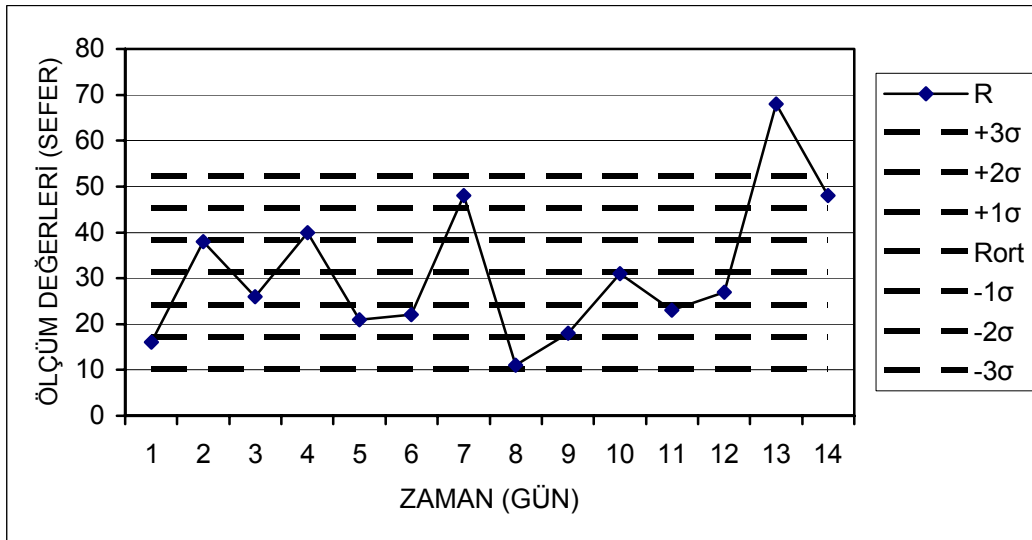
| Günler | R (Sefer) | +3 σ (Sefer) | +2 σ (Sefer) | +1 σ (Sefer) | \bar{R} (Sefer) | -1 σ (Sefer) | -2 σ (Sefer) | -3 σ (Sefer) |
|--------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 16 | 52.190 | 45.209 | 38.228 | 31.214 | 24.200 | 17.219 | 10.238 |
| 2 | 38 | | | | | | | |
| 3 | 26 | | | | | | | |
| 4 | 40 | | | | | | | |
| 5 | 21 | | | | | | | |
| 6 | 22 | | | | | | | |
| 7 | 48 | | | | | | | |
| 8 | 11 | | | | | | | |
| 9 | 18 | | | | | | | |
| 10 | 31 | | | | | | | |
| 11 | 23 | | | | | | | |
| 12 | 27 | | | | | | | |
| 13 | 68 | | | | | | | |
| 14 | 48 | | | | | | | |

Çizelge 4. 26 Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Sonuçları (Şubat)

| Normal Dışı Davranış Testi | \bar{X} Grafiği Nokta No | R Grafiği Nokta No |
|--|-------------------------------|-----------------------|
| AKS ve/veya ÜKS dışında nokta | 1,5 | 13 |
| Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta | YOK | YOK |
| Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta | YOK | YOK |
| Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta | YOK | YOK |
| 2 si $\pm 2\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta | 1,3 | ▪ 7,8 ▪ 13,14 |
| 4 ü $\pm 1\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta | 1,2,3,5 | 4,5,6,7 |
| $\pm 1\sigma$ sınırları arasında 15 nokta | YOK | YOK |
| $\pm 1\sigma$ sınırları dışında ardışık 8 nokta | YOK | YOK |



Şekil 4. 15 \bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi



Şekil 4. 16 R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

Bütün süreç çıktısının bulunduğu aralık olarak tanımlanan ya da sürecin yayılımının ve ortalamasının istenilen hedeflerden ne kadar saptığını kontrol etmek amacıyla kullanılan yeterlilik oranları şubat ayı için hesaplanmış ve sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Hesaplamalarda kullanılan tolerans limitleri;

Belirlenen üst limit: 120 sefer

Belirlenen alt limit: 60 sefer

Bu limitler saptanırken istatistiksel oranlar kullanılmıştır. C_p ve C_{pk} indeksleri ile süreç yeterliliği yorumlanırken en küçük değer dikkate alınmıştır.

$$C_p = 1.09$$

$$C_{püst} = 1.72$$

$$C_{palt} = 0.47$$

$C_{palt} < 1$ olduğu için süreç yetersizdir.

Süreci geliştirmek için yaygın çaba gösterilmelidir. Bu sonuçla, şubat ayında sefer sayılarının çok geniş bir dağılıma sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çeşitliliği oluşturan, özel nedenlerin tümünü ortadan kaldırarak, yaygın nedenleri azaltarak süreç yeterli hale getirilebilir. Çeşitliliği sağlayan bu nedenler, sebep-sonuç diyagramıyla tespit edilmiş, iyileştirilmeye yönelik gerekli açıklamalar yapılmıştır.

f) Mart ayı günlük sefer sayılarının değerlendirilmesi

Yağışların etkisiyle 22 gün çalışma yapılabilen mart ayında, kamyonların günlük sefer sayıları tespit edilmiş ve bu verilerden faydalanılarak kamyonların \bar{X} ve R değerleri belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak grafik çiziminde gerekli olan diğer veriler hesaplanmıştır. Tüm bu verilerden yararlanılarak \bar{X} ve R kontrol grafikleri çizilmiştir. Grafikler Ek-15'de sunulmuştur. \bar{X} kontrol grafiğinde 15 nokta, R kontrol grafiğinde 7 nokta alt ve üst kontrol sınırlarının dışına çıkmıştır. Dolayısıyla mart ayında süreç kontrol altında değildir. Buna sebep olan etkenler;

- Yükleme operatörü deneyimi,
- Hava koşulları,
- Şoför deneyimi,
- Yol koşulları,
- Dekapaj formasyonu farklılığı,
- Kamyon arızası olabilir.

Bu etkenlerden birinin veya birkaçının aynı anda etkisi olabilir. Noktaların üst kontrol sınırı dışına çıkması, çalışma alanındaki olumsuz koşulların arttığının göstergesidir. Alt kontrol sınırı dışına çıkması ise, çalışma alanındaki şartların iyi olduğunu gösterse de, kamyonlara atılan yüklerin az olabileceği, kamyonun o gün arızadan dolayı çalışmamış olabileceği veya şoförün yorgunluktan dolayı (özellikle gece) çalışmaması gibi olumsuz şartların da işaretçisi olabilir.

Mart ayı için alt ve üst kontrol limitleri üzerinde noktalar olduğundan sürecin zaten kararsız olduğu görülmüştür. \bar{X} ve R grafiklerinin ikisinde de kontrol dışılık olduğu için acilen önlem alınması gerekmektedir. Normal dışı davranış testinin yapılmasının nedeni diğer noktaların davranışlarını gözlemlemektir. Mart ayı için normal dışı davranış testi verileri hesaplanmış ve bu verilerden faydalanılarak Ek-16'daki grafikler oluşturulmuştur. Grafikler incelenmiş \bar{X} ve R kontrol grafiklerinde normal dışı davranış gösteren duruma rastlanılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4. 27'da verilmiştir.

Çizelge 4. 27 Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Sonuçları (Mart)

| Normal Dışı Davranış Testi | \bar{X} Grafiği Nokta No | R Grafiği Nokta No |
|--|---|---|
| AKS ve/veya ÜKS dışında nokta | 1,3,4,5,6,8,10,13,14, 15,17,18,19,20,21 | 1,7,14,18,19,20,22 |
| Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta | YOK | YOK |
| Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta | YOK | YOK |
| Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta | YOK | YOK |
| 2 si $\pm 2\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1,3 ▪ 7,8 ▪ 13,14 ▪ 15,17 ▪ 20,21 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1,2 ▪ 7,9 ▪ 20,22 |
| 4 ü $\pm 1\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 7,8,9,10 ▪ 17,18,19,20 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 7,8,9,11 ▪ 16,17,18,19 ▪ 6,7,9,10 |
| $\pm 1\sigma$ sınırları arasında 15 nokta | YOK | YOK |
| $\pm 1\sigma$ sınırları dışında ardışık 8 nokta | 1,2,3,4,5,6,7,8 | YOK |

$$C_p = 1.21$$

$$C_{püst} = 2.05$$

$$C_{palt} = 0.37$$

$C_{palt} < 1$ olduğu için süreç yetersizdir.

Süreci geliştirmek için yaygın çaba gösterilmelidir. Bu sonuçla, mart ayında sefer sayılarının çok geniş bir dağılıma sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çeşitliliği oluşturan, özel nedenlerin tümünü ortadan kaldırarak, yaygın nedenleri azaltarak süreç yeterli hale getirilebilir. Çeşitliliği sağlayan bu nedenler, sebep-sonuç diyagramıyla tespit edilmiş, iyileştirilmeye yönelik gerekli açıklamalar yapılmıştır.

g) Nisan ayı günlük sefer sayılarının değerlendirilmesi

Yağışların etkisiyle 25 gün çalışma yapılabilen nisan ayında, kamyonların günlük sefer sayıları tespit edilmiş ve bu verilerden faydalanılarak kamyonların \bar{X} ve R değerleri belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak grafik çiziminde gerekli olan diğer veriler hesaplanmıştır. Tüm bu verilerden yararlanılarak \bar{X} ve R kontrol grafikleri çizilmiştir.

Grafikler Ek-19'da sunulmuştur. \bar{X} kontrol grafiğinde 20 nokta, R kontrol grafiğinde 9 nokta alt ve üst kontrol sınırlarının dışına çıkmıştır. Dolayısıyla nisan ayında süreç kontrol altında değildir. Buna sebep olan etkenler;

- Yükleme operatörü deneyimi,
- Hava koşulları,
- Şoför deneyimi,
- Yol koşulları,
- Dekapaj formasyonu farklılığı,
- Kamyon arızası olabilir.

Bu etkenlerden birinin veya birkaçının aynı anda etkisi olabilir. Noktaların üst kontrol sınırı dışına çıkması, çalışma alanındaki olumsuz koşulların arttığının göstergesidir. Alt kontrol sınırı dışına çıkması ise, çalışma alanındaki şartların iyi olduğunu gösterse de, kamyonlara atılan yüklerin az olabileceği, kamyonun o gün arızadan dolayı çalışmamış olabileceği veya şoförün yorgunluktan dolayı (özellikle gece) çalışmaması gibi olumsuz şartların da işaretçisi olabilir.

Nisan ayı için alt ve üst kontrol limitleri üzerinde noktalar olduğundan sürecin zaten kararsız olduğu görülmüştür. \bar{X} ve R grafiklerinin ikisinde de kontrol dışılık olduğu için acilen önlem alınması gerekmektedir. Normal dışı davranış testinin yapılmasının nedeni diğer noktaların davranışlarını gözlemlemektir. Nisan ayı için normal dışı davranış testi verileri hesaplanmış ve bu verilerden faydalanılarak Ek-20'deki grafikler oluşturulmuştur. Grafikler incelenmiş \bar{X} ve R kontrol grafiklerinde normal dışı davranış gösteren duruma rastlanılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4. 28'de verilmiştir.

Çizelge 4. 28 Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Sonuçları (Nisan)

| Normal Dışı Davranış Testi | \bar{X} Grafiği Nokta No | R Grafiği Nokta No |
|---|--|--|
| AKS ve/veya ÜKS dışında nokta | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,16,17, 18,19,20,21,22,23,24,25 | 1,7,8,9,10,11,14,19,21 |
| Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta | YOK | YOK |
| Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta | YOK | YOK |
| Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta | YOK | YOK |
| 2 si $\pm 2\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 9,10 ▪ 15,16 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1,3 ▪ 7,8 ▪ 9,10 ▪ 19,20 ▪ 22,23 |
| 4 ü $\pm 1\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 7,8,9,10 ▪ 13,14,15,16 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2,3,4,5 ▪ 14,15,16,17 ▪ 19,20,22,23 |
| $\pm 1\sigma$ sınırları arasında 15 nokta | YOK | YOK |
| $\pm 1\sigma$ sınırları dışında ardışık 8 nokta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1,2,3,4,5,6,7,8 ▪ 13,14,15,16,17,18,19,20 | 7,8,9,10,11,12,13,14 |

$$C_p = 3.15$$

$$C_{püst} = 1.93$$

$$C_{palt} = 4.38$$

$C_{püst} \geq 1.33$ olduğu için süreç yeterlidir ve spesifikasyonları karşılayabilecek yetenektedir.

h) Mayıs ayı günlük sefer sayılarının değerlendirilmesi

Yağışların etkisiyle 25 gün çalışma yapılabilen mayıs ayında, kamyonların günlük sefer sayıları tespit edilmiş ve bu verilerden faydalanılarak kamyonların \bar{X} ve R değerleri belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak grafik çiziminde gerekli olan diğer veriler hesaplanmıştır. Tüm bu verilerden yararlanılarak \bar{X} ve R kontrol grafikleri çizilmiştir. Grafikler Ek-23'de sunulmuştur. \bar{X} kontrol grafiğinde 13 nokta, R kontrol grafiğinde 8 nokta alt ve üst kontrol sınırlarının dışına çıkmıştır. Dolayısıyla mayıs ayında süreç kontrol altında değildir. Buna sebep olan etkenler;

- Yükleme operatörü deneyimi,
- Hava koşulları,
- Şoför deneyimi,
- Yol koşulları,
- Dekapaj formasyonu farklılığı,
- Kamyon arızası olabilir.

Bu etkenlerden birinin veya birkaçının aynı anda etkisi olabilir. Noktaların üst kontrol sınırı dışına çıkması, çalışma alanındaki olumsuz koşulların arttığına göstergesidir. Alt kontrol sınırı dışına çıkması ise, çalışma alanındaki şartların iyi olduğunu gösterse de, kamyonlara atılan yüklerin az olabileceği, kamyonun o gün arızadan dolayı çalışmamış olabileceği veya şoförün yorgunluktan dolayı (özellikle gece) çalışmaması gibi olumsuz şartların da işaretçisi olabilir.

Mayıs ayı için alt ve üst kontrol limitleri üzerinde noktalar olduğundan sürecin zaten kararsız olduğu görülmüştür. \bar{X} ve R grafiklerinin ikisinde de kontrol dışılık olduğu için acilen önlem alınması gerekmektedir. Normal dışı davranış testinin yapılmasının nedeni diğer noktaların davranışlarını gözlemlemektir. Mayıs ayı için normal dışı davranış testi verileri hesaplanmış ve bu verilerden faydalanılarak Ek-24'deki grafikler

oluşturulmuştur. Grafikler incelenmiş \bar{X} ve R kontrol grafiklerinde normal dışı davranış gösteren duruma rastlanılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4. 29’de verilmiştir.

Çizelge 4. 29 Shewhart Normal Dışı Davranış Testi Sonuçları (Mayıs)

| Normal Dışı Davranış Testi | \bar{X} Grafiği Nokta No | R Grafiği Nokta No |
|--|--|---|
| AKS ve/veya ÜKS dışında nokta | 1,6,7,8,10,11,12, 13,14,15,17,20,25 | 4,5,9,13,15,19,21,24 |
| Orta çizginin bir yanında sıralanmış 9 nokta | YOK | YOK |
| Sürekli yükselen veya düşüş gösteren 6 nokta | YOK | YOK |
| Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta | YOK | 1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10,11,12,13,14 |
| 2 si $\pm 2\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 3 nokta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 4,5 ▪ 10,11 ▪ 16,17 ▪ 20,21 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 4,5 ▪ 8,9 ▪ 12,13 ▪ 19,20 |
| 4 ü $\pm 1\sigma$ sınırlarının dışında olan ardışık 5 nokta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 14,15,16,17 ▪ 20,21,22,23 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1,2,4,5 ▪ 11,12,13,14 ▪ 19,20,21,22 |
| $\pm 1\sigma$ sınırları arasında 15 nokta | YOK | YOK |
| $\pm 1\sigma$ sınırları dışında ardışık 8 nokta | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1,2,3,4,5,6,7,8 ▪ 9,10,11,12,13,14,15,16 | YOK |

$$C_p = 1.43$$

$$C_{püst} = 1.10$$

$$C_{palt} = 1.77$$

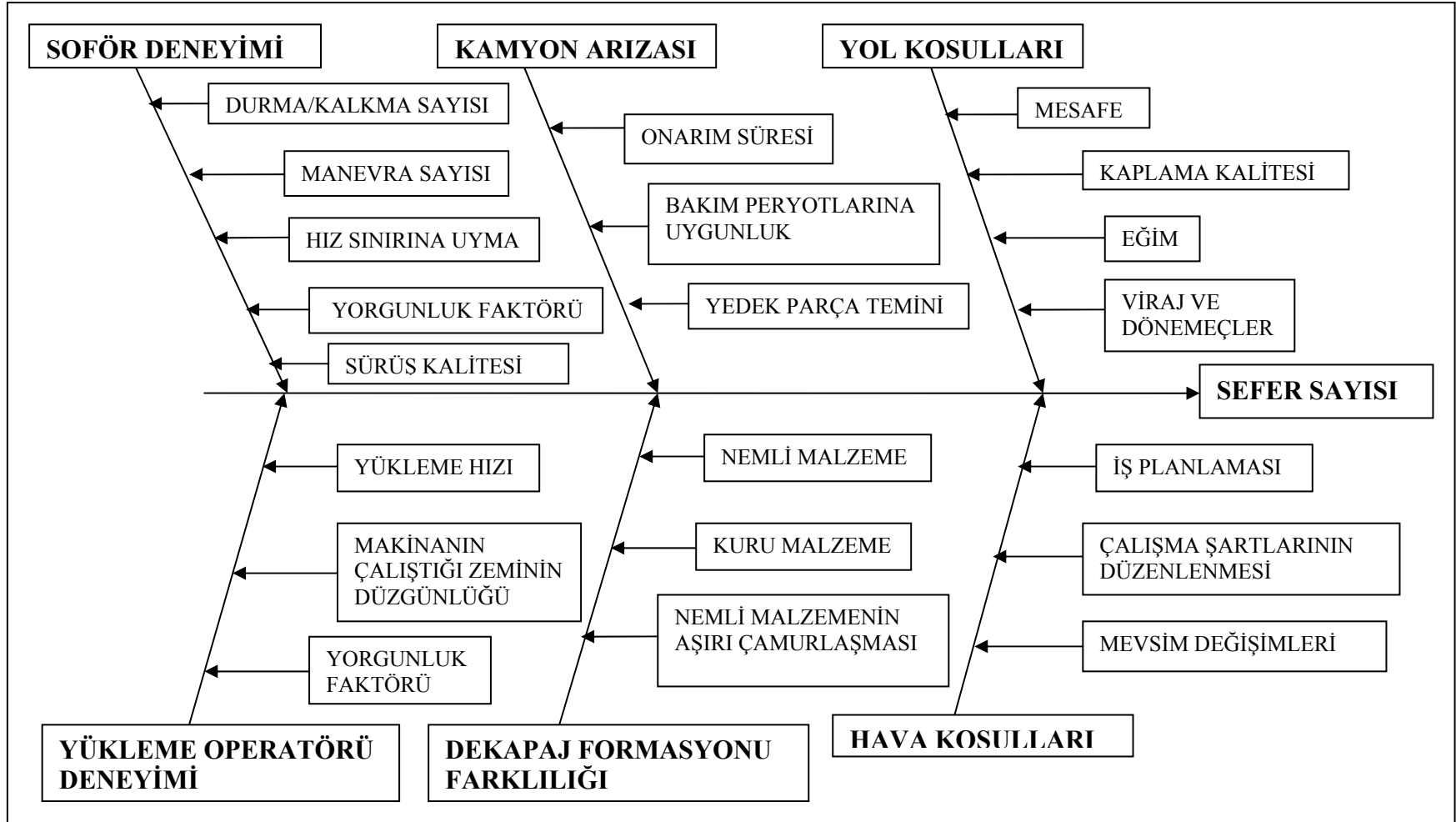
$1 < C_{püst} < 1.33$ olduğu için süreç yeterlidir.

Ancak spesifikasyonları karşılamada zorlanmaktadır. Bu sonuç, süreçte bazı problemlerin olduğunun işaretidir. Birtakım önlemler alınması gerekir. Mazot sarfiyat miktarındaki dağılım, süreç sınırlarını zorlamaktadır ve süreç her an yetersiz hale gelebilir.

4.3 Sebep-Sonuç Diyagramı

Testlerde kullanılan kamyonların mazot sarfiyat miktarlarındaki değişimleri dolayısıyla da çalışma şartlarını etkileyen tüm nedenleri ortaya koymak için sebep-sonuç diyagramı çizilmiş (Şekil 4.17) ve bu nedenleri en aza indirilmesini sağlayabilecek öneriler sunulmuştur. Diyagram oluşturulurken, mazot sarfiyatına sebep olan ana etkenin sefer sayısı olduğu düşünülmüş ve bunu etkileyen olumsuz şartlar üzerine yoğunlaşmıştır. Çünkü kamyonlar gün boyu döküme malzeme götürmekte ve bu sırada da birçok faktörden etkilenmektedirler.

Sebep-sonuç diyagramında, dekapaj sahasında, verilerin tutulduğu dört ay boyunca çalışmayı olumsuz etkileyen tüm koşullar göz önüne alınmıştır. Bu olumsuz koşullardan bir kısmının doğal olarak ortaya çıktığı (hava koşulları, dekapaj formasyonu yapısı, yolun yapısı) bir kısmının ise çalışan personelden (şoför, operatör) kaynaklandığı görülmüştür. Arazideki, tüm bu faktörleri en az seviyeye indirecek çeşitli alternatifler üzerinde durulmuş ve sonuçta kamyonların daha rahat koşullarda daha verimli çalışacakları düşünülmüştür.



Şekil 4. 17 Sebep-Sonuç Diyagramı

I. Sefer Sayısı

Dekapaj işi yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli husus, makinelerin ve kamyonların performanslarını en üst düzeyde tutarak işin vaktinde teslim edilmesini sağlamaktır. Buda ancak personelin iş motivasyonunu arttırmakla mümkün olabilir. Yani personel vardiyadaki çalışmasını olumsuz etkileyebilecek koşullardan en az seviyede etkilenmelidir. Çünkü olumsuz koşulların hem operatörü hem de şoförü epey yorduğu ve zorladığı görülmektedir. Dekapaj işlemi açık bir alanda yapıldığı için değişen şartlar (saha koşulları, mevsim koşulları vb.) kazı ve taşıma esnasında büyük zorluklar çıkarmaktadır. Aşağıda detaylı olarak anlatılacak bu zorluklar doğal olarak çalışma şartlarını etkilemekte ve mazot sarfiyat miktarlarının farklılaşmasına neden olmaktadır. Dekapaj sahasında çalışan bir kamyonun attığı sefer sayısına bağlı olarak mazot sarfiyatının değişmesi beklenir. Ama çizilen kontrol grafiklerine göre böyle bir orantının olması mümkün görülmemektedir. Çünkü çalışmayı etkileyen olumsuz koşulların fazlalığı duraklamalara sebep olmakta veya işi çok zora sokmaktadır. Saha koşullarının iyi olması, çok sefer atılan bir günde az mazot tüketimine, kötü olması ise az sefer atılan bir günde çok mazot tüketimine sebep olabilmektedir. Dekapaj işinde, sefer sayısı ile tüketilen mazot miktarı arasındaki optimum dengeyi sağlamak oldukça zor olmasına rağmen mazot tüketimini en aza indirmek, gerekli tedbirleri almakla mümkündür.

II. Yol Koşulları

Dekapaj sahasında görülen en önemli sorun yol koşullarındaki olumsuzluklardır. Tonlarca yüke sahip kamyonların günler boyunca aynı yol üzerinde döküme gidip gelmeleri yolda oynamalara ve batmalara sebep olmaktadır. Bu durumun, şoförü etkilediği ve kamyonun hareket alanını kısıtladığı görülmektedir. Çalışmanın yapıldığı yolun yapısı dekapaj malzemesiyle aynı özelliğe sahiptir. Burada, yolda batan kısımlar yükleyici yardımıyla sökülmeli ve daha sağlam bir malzemeyle (örneğin; iri boyutta taşla) doldurulmalıdır. Bu sayede yerdeki oynamalar durdurulabilir. Başka yöntemlere başvurmak (pürüzlü yüzeyleri greyderle düzeltmek gibi) geçici bir çözüm yolu

olmaktan öteye gitmeyecektir. Bu sorun giderildikten sonra yolun üzerine işletmenin gösterdiği yerden yanık malzemesi alınarak serilmesi (kaplama) gerekir. Bozuk bir yolda çalışan şoför çabuk yorulur. Çünkü kamyonu kullanmak zorlaşır. Dolayısıyla zorlanan kamyonunda ekstra bir mazot sarfiyatı meydana gelir. Birde elde olmayan nedenlerden dolayı döküm mesafesinin uzaklığı, viraj ve dönemeçler ve yolun eğimi ekstra mazot sarfiyatına neden olmaktadır. Çalışılan sahada dökümün yakın olması, viraj ve dönemeç olmaması önemli bir avantajdır. Ama döküme giden kamyonların rampa yukarı çıkması (eğimin fazlalığı) ekstra bir mazot sarfiyatına sebep olmaktadır. Bu önüne geçilemeyecek bir sorun olduğu için sadece yolun çok düzgün olmasına dikkat ederek rampa yukarı çıkan bir kamyonun birde bozuk yoldan dolayı zorlanmasını önlemek gerekmektedir.

III. Hava Koşulları

Dekapaj uzun süreli ve açık alanda yapılan bir iş olduğundan dolayı her türlü mevsim koşuluyla karşılaşmak mümkündür. Zira ölçümlerin yapıldığı aylarda her türlü mevsim koşullarının (yağmur, kar ve sıcak hava) etkisine dikkat edilmiştir. Yağmur ve kar yağışının olduğu günlerde çalışmaya ara verilmiştir. Asıl sorun yağışların hemen ardından yapılan çalışmalarda görülmüştür. Su birikintisi sorunun ortaya çıkması ortamı çamurlaştırmakta, kamyonların ve makinelerin hareketini güçleştirmekte, kamyonların dökümde veya makine altında batmalarına sebep olmaktadır. Bunun sonucu gereksiz zorlanan kamyonlarda aşırı mazot kaybı olmaktadır. Bu tür şartlarda iş verimi de çok düşmektedir. Dolayısıyla meteorolojiden haftalık hava durum raporu takip edilerek ona göre bir iş planlaması yapılması daha olumlu sonuçlar meydana getirmektedir. Yağışların ardından ise, zeminin büyük ölçüde kurumasını beklemek veya oluşan çamuru iyice sıyrıp atmak gerekmektedir. Islak ve çamur bir sahada çalışmanın araçları yıpratmaktan ve mazot sarfiyatından başka hiçbir faydası olmadığı görülmüştür.

IV. Kamyon Arızası

İş başlangıcında, kamyonların yeni olmasından dolayı sıkça arızalanmadığı görülmüştür. Ama zaman ilerledikçe kamyonlarda sorunlar başlamıştır. Buda kamyonların bakımlarının çok uzun periyotlarda yapılmasından kaynaklanmaktadır. Kamyonlar değişik mevsim koşullarında farklı zorluklarla (örneğin; çamur veya toz sorunu) karşı karşıya kaldığından zamanla bazı parçalarında hızlı yıpranmalar meydana gelmektedir. Buda kamyonlarda arızalara sebebiyet verdiği gibi kamyonu zorlamakta ve aşırı mazot sarfiyatına sebep olmaktadır. Bu sorunu önlemek için periyodik aralıklarla kamyonların bakımı yapılmalı ve gerektiği yerlerde servisinden yardım istenilmelidir.

V. Dekapaj Formasyonu Farklılığı

Formasyonda iki farklı malzeme tipi olduğu tespit edilmiştir. Birincisi, killi malzeme olup aşırı çamurlaşma özelliğine sahiptir ve taşınması büyük sorunlara sebep olmaktadır. İkincisi ise, marnlı malzeme olup, taşınması esnasında herhangi bir sorunla karşılaşmamıştır. Killi malzeme taşınma esnasında yola dökülebilmekte yolun bozulmasına sebep olmaktadır. Dökümde kamyonların yanaştıkları yerleri çamurlaştırmakta ve batmalara sebebiyet vermektedir. Ayrıca kamyonların kasalarına yapışmakta ve kamyonları çok aşırı zorlamaktadır. Bu malzemenin döküldüğü yerler devamlı olarak yükleyici veya greyder tarafından sıyrılmalıdır. Kamyon kasasına yapışan malzemede gerektiği zamanlarda kazınmaktadır. Zira hem çamurun hem de kasadaki yapışmış malzemenin etkisiyle zorlanan kamyonlarda mazot tüketiminin arttığı tespit edilmiştir.

VI. Şoför Deneyimi

Bir şoförün şartlar ne kadar zor olursa olsun kamyonu nasıl kullanması gerektiğini bilmesi (sürüş kalitesi) çok önemlidir. İzlenimler gösterdi ki şoförün kamyonu kullanma stili dahi mazot sarfiyatında etkili olmaktadır. Bu kadar ince bir detayın etkili olduğu yerde şoförlerin makine altlarına veya döküme yanaşırken birçok defa manevra

yapması, durma ve kalkmanın güçleştiği durumlarda (batma) kamyonu zorlaması ekstra mazot kaybına sebep olduğu gibi şoförü de yorduğu görülmüştür. Arazide hız sınırına uymada genelde bir sorun görülmemektedir.

VII. Operatör Deneyimi

Bu faktörün mazot tüketimine iki farklı etkisi olduğu görülmektedir. Birincisi, kolay kazılabilir bir formasyonda operatörün yükleme hızının fazla olması sefer sayısını artırmış ve dolayısıyla da mazot sarfiyatı fazlalaşmıştır. Bu durum, çalışma koşullarının iyi olduğu zamanlarda dikkate alınmamıştır. Çünkü beklenen bir durumdur. Ama çalışma koşullarının kötü olduğu zamanlarda (yolun bozuk olması vb.) kamyonun her seferinde normal şartlara göre daha fazla mazot tükettiği tespit edilmiştir. İkincisi ise, operatörler yükleme yapmadıkları zamanlarda kamyonların yanaşacağı zemini devamlı temiz tutmalı ve düzeltilmelidir. Bu konuda operatörlerin deneyiminden dolayı çok bir sorun yaşanmamasına rağmen killi malzemenin aşırı çamurlaşma özelliğinin sorun çıkardığı ve kamyonların makine altında battığı görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İstatistiksel süreç kontrol yönteminin, günümüz ekonomik koşullarında, büyük yatırımların yapıldığı madencilik sektöründe, sürecin kontrol altında tutulması ve geliştirilmesi için kullanılması gerekliliği bu çalışmayla ispatlanmış oldu.

İstatistik kontrolde amaç, süreçte ortaya çıkabilecek olumsuzlukları gidermek veya en aza indirmektir. Buda sürekli kontroller yapmakla mümkündür. Çünkü kaliteli bir sürece hiçbir zaman tesadüflerle ulaşılamaz, bilimsel ve koordinasyonlu çalışmalar yapmak gerekmektedir. Firmalardaki kaliteye ilişkin sorunların çözümü geçmişte kalan rasgele girişimler yerine bugün giderek ekonomik yaklaşımlı daha iyi kalite için sistemli yöntemlere doğru kaymaktadır.

Bu çalışmada bir dekapaj sahasındaki kamyonların mazot sarfiyat miktarları kontrol edilmiş ve yapılan incelemeler sonunda önemli sonuçlara varılmıştır. Kamyonların her birinin ayrı olarak aylık mazot sarfiyat miktarlarına bakıldığında şubat, mart ve nisan aylarında sürecin kontrol altında olduğu, mayıs ayında ise sürecin kontrol dışına çıktığı görülmüştür. Ama bütün aylarda sürecin yetersiz olması aslında işlerin düşünüldüğü gibi yolunda olmadığını ve farklı problemlerin olduğunu göstermiştir.

Bu şüpheden yola çıkılarak kamyonların günlük mazot sarfiyatları incelenmiş ve görülmüştür ki ölçümlerin yapıldığı bütün aylarda süreç kontrol dışında çıkmıştır ve yetersizdir. Çizilen grafiklerin hepsinde birçok noktanın kontrol dışına çıkması süreçte kamyonları etkileyen bazı problemlerin olduğunu göstermekte ve kamyonların çalışma koşullarında iyileştirmeler ve bazı düzenlemeler yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca mazot sarfiyat kontrollerinin aylık değil de, daha kısa zaman dilimlerinde yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

İstatistiksel süreç kontrol yöntemlerinden biri olan sebep-sonuç diyagramı ile bu problemler tespit edilmiş, problemlerin sebepleri belirlenmiş ve en etkin çözümler sunulmuştur. Ayrıca her bir grafiğin, Shewhart Normal Dışı Davranış Testi ile mazot

sarfıyatındaki değişimler incelenmiş, normal dışı davranış gösteren durumlar belirlenmiş ve iyileştirmeye yönelik gerekli yorumlar yapılmıştır.

Bugün ülkemizde milyonlarca metreküp dekapaj yapıldığını düşünürsek işletmelerin mazota harcadığı paraların işin maliyetinde önemli bir yer tuttuğunu görmekteyiz. Bu yüzden mazot sarfıyatlarının devamlı olarak kontrol altında tutulması gerekmektedir. Buda istatistiksel kontrollerle mümkün olmaktadır. Bu sayede mazot sarfıyatına sebep olan problemler yerinde tespit edilebilmekte ve gerekli müdahaleler yapılabilmektedir. Bu da firmalar için önemli bir kazanç olmaktadır.

Yapılan bu çalışma gösterdi ki; mazot sarfıyatındaki değişimler çalışmalar esnasında kontrol grafikleriyle izlenseydi, yerinde müdahaleler yapılabilecek, gereksiz tüketimler en aza indirilebilecekti.

6. KAYNAKLAR

- Akkurt, M., 2002. Kalite Kontrol Excel Destekli, Birsen Yayınevi; İstanbul, 688s.
- Aktan, C.C.,2000. Yeni Global Gerçekler, Tügiad Yayınları; İstanbul.
- Akın, B., 1996. İşletmelerde İstatistiksel Proses Kontrolü, Bilim Teknik Yayınevi, 150s.
- Ardıç, K., 1999. Eğitimde Toplam Kalite Yönetimi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, 73-82s.
- Aslan, D., 2001. Kalite Kontrol (Proses Kontrol ve Kalite Kontrol); İzmir.
- Bircan, H., Gedik, H., 2003. Tekstil Sektöründe İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri Uygulaması Üzerine Bir Deneme, Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Sayı:2, 69-79s.
- Besterfield, D.H., 1990. Quality Control, Prentice-Hall International Editions, New Jersey.
- Bozkurt, R., 2001. Kaliteyi İyileştirme Araç ve Yöntemleri, MPM Yayınları, 230s.
- Bozkurt, R., 2003. Süreç İyileştirme, MPM Yayınları, 141s.
- Crosby, P., 1979. Quality is Free, NewYork Library.
- Çebi, Y., Aksoy, M., 2000. Belirli Bir Dekapaj İçin Değişik Ekskavatör –Kamyon Kombinasyonlarının Maliyet Analizi İle Değerlendirilmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt:2, 67-68s.
- Deming, W.E., 1996. Krizden Çıkış, Arçelik Yayınları.

- Dikmen, A.A., Dikmen, K.M., Her Derde Deva İksir: Toplam Kalite Yönetimi, Toplum ve Hekim Dergisi.
- Doğan, İ.Ö., 2000. Kalite Uygulamalarının İşletmelerin Rekabet Gücü Üzerine Etkisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt:2, Sayı:1.
- Erarşlan, K., Gözen, M., Akçakoca, H., Beyhan, S., 2000. Madencilik Sektöründe Açık Ocaklarda Kalite Yönetimi, Vol.24, Sayı:124.
- Ercan, F., 1986. Gelişmiş ve Gelişmemiş Sanayiler Arasındaki Farkın Sebebi – Kalite Kontrol, Gazi Üniversitesi, Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Dergisi, Vol.1, 45-63s.
- Ertuğrul, İ., Karakaşoğlu, N., 2005. Toplam Kalite Yönetimi Açısından Performans Değerlendirme ve Denizli İmalat Sanayinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bir Çalışma, VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu.
- Feigenbaum, A.V., 1961. Total Quality Control, NewYork Mc Graw Hill.
- Güven, S., 1994, “İstatistiksel Proses Kontrol”, KalDer Yayınları.
- Imai, M., 1997. Kaizen, KalDer Yayınları.
- Ishikawa, K., 1984. Toplam Kalite Kontrol, KalDer Yayınları.
- Ishikawa, K., 1985. What Is Total Quality Control: The Japanese Way, London, Printece – Hall.
- Juran, K., 1988. On Planning For Quality, NewYork, The Free Press.
- Juran, J.M., 1989. Juran On Leadership For Quality, The Free Pres.

- Juran, J.M., Gryna, F.M., 1993. Quality Planning and Analysis, Mc Graw-Hill International Editions, Third Edition.
- Kabadayı, T.E., 2002. İşletmelerdeki Üretim Performans Ölçütlerinin Gelişimi, Özellikleri ve Sürekli İyileştirme İle İlişkisi, Doğu Üniversitesi, Doğu Üniversitesi Dergisi, 61-75s.
- Kavrakoğlu, İ., 1996. Toplam Kalite Yönetimi, KalDer Yayınları, İstanbul.
- Kaya, S., 2005. Bir Mermer – Traverten Fabrikasında İstatistiksel Süreç Kontrol Uygulaması, Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi, Maden Mühendisliği, Kütahya, 94s.
- Keskin, H., 2005. Kaliteye Tarihsel Bir Bakış, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü E-Bülten, Sayı:4.
- Kırmanlı, C., Erçelebi, S.G., 2005. Açık İşletmelerde Optimum Ekipman Seçimi, İTÜ Dergisi, Cilt:4, Sayı:2, 67-68s.
- Konuk, A., 1999. Maden İstatistiği, Osmangazi Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Yayınları, 156s.
- Kutay, F., 1992. Alternatif İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri, Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt:7, 65-80Ss.
- Kutay, F., 1989. Çok Değişkenli Kalite Kontrolünde Önemli Birleşenlerin Kullanılması, Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt:4, 83-94s.
- Mahiroğlu, A., Buluç, B., 1999. Eğitimde Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Yönetiminin Araçları, Politeknik Dergisi, Cilt:2, Sayı:1, Ankara.

Navy, 1996. Handbook For Basic Proses Improvement.

Parlak, T., 1988. Kömür Açık İşletmeciliğinde Uygulamalı Örtü-Kazı Yöntemleri, Kişisel Kitap, 120s.

Özcan, S., 2003. İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi ve Çimento Sanayinde Bir Uygulama, Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimleri Dergisi, Sayı:2, 152-174s.

Özkan, A., Aksoylu, S., 2002. Kaizen ve Faaliyete Dayalı Maliyetlemenin Birlikte Uygulanabilirliği, Muhasebe Bilim Dünyası, Cilt:4, Sayı:3, 49-64s.

Sezgin, A., 2006. GLİ Müessesesi Açık Ocaklarında Çalışan Elektrikli Ekskavatörlerin Yükleme Performanslarının İstatistiksel Süreç Kontrol Yöntemi İle Denetlenmesi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 96s.

Suğur, S., 2004. Türkiye’de Toplam Kalite Yönetimi Uygulamaları: Beyaz Eşya, Otomotiv ve Tekstil Sektörü Üzerine Bir Çalışma.

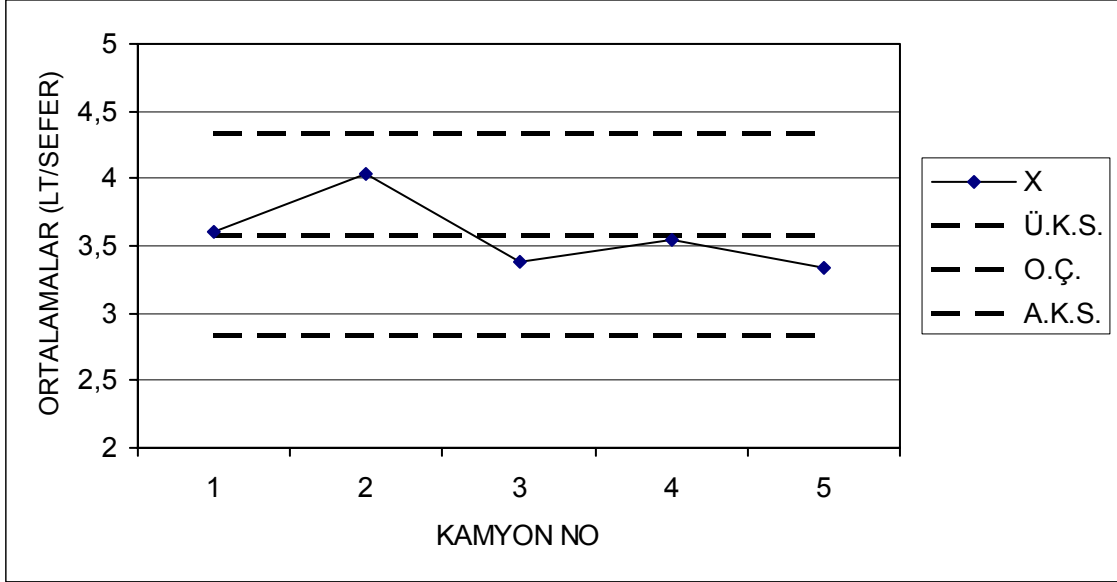
6.1 İnternet Kaynakları

1. www.altisigma.com
2. www.canaktan.org
3. www.canaktan.org
4. www.ekonometriderneği.org
5. www.idaplastik.com
6. www.igeme.org
7. www.isguc.com

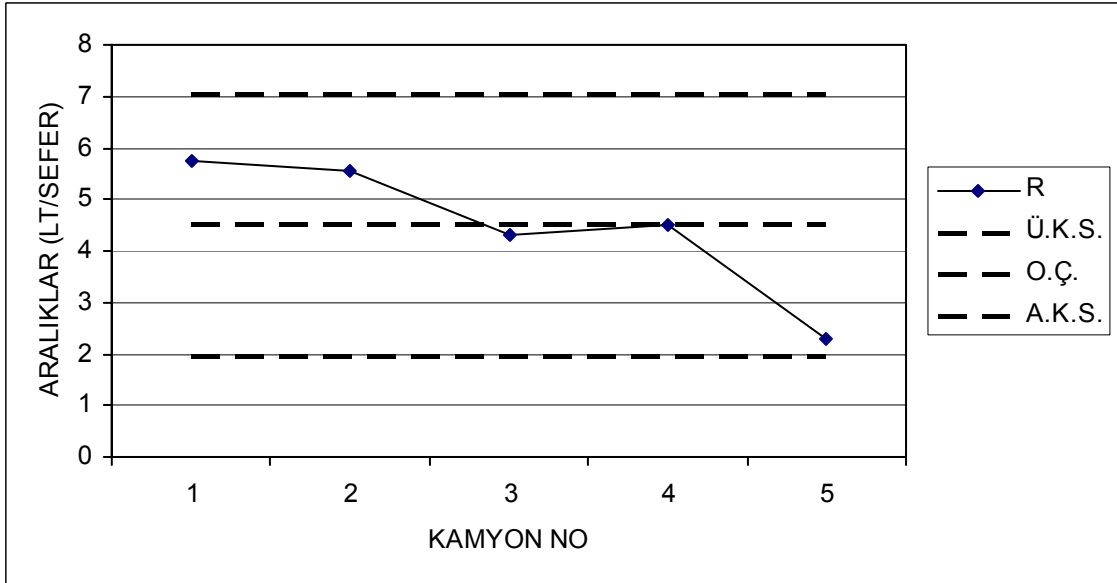
8. www.isletme.istanbul.edu.tr
9. www.kalder.org
10. www.kalitekontrol.org
11. www.kaliteofisi.com
12. www.kmtso.org
13. www.maliye.gov.tr
14. www.sitetky.com
15. www.sosyalbil.selcuk.edu.tr
16. www.tuik.gov.tr
17. www.ttb.org.tr
18. vizyon2023.tubitak.gov.tr
19. www.volvo.com

8. EKLER

EK- 1: Mart Ayı \bar{X} ve R Kontrol Grafikleri

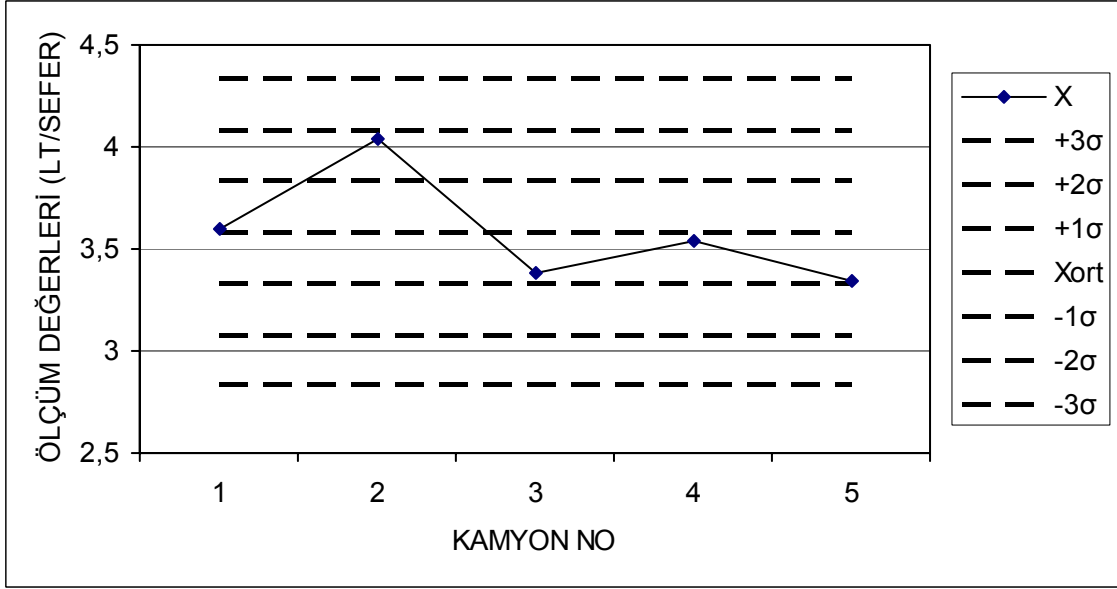


\bar{X} Kontrol Grafiği

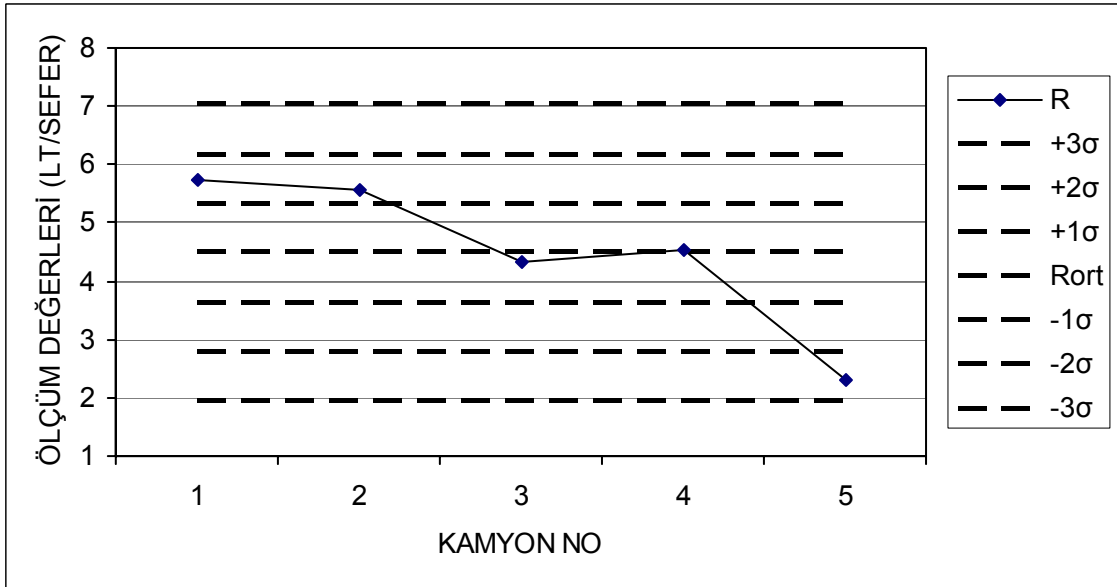


R Kontrol Grafiği

EK- 2: Mart Ayı \bar{X} ve R Shewhart Normal Dışı Davranış Testleri

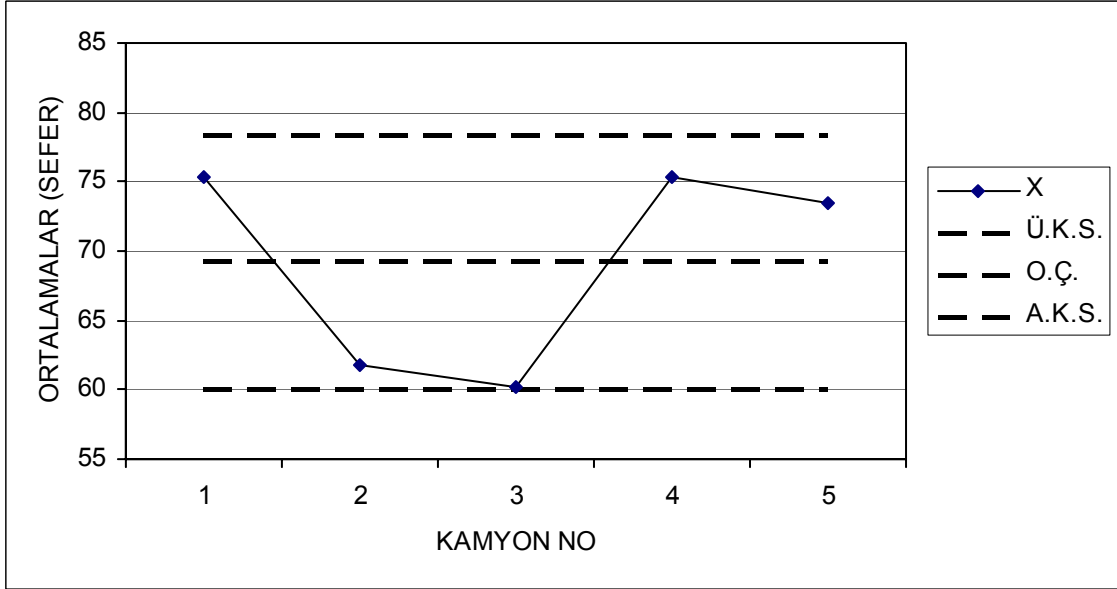


\bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

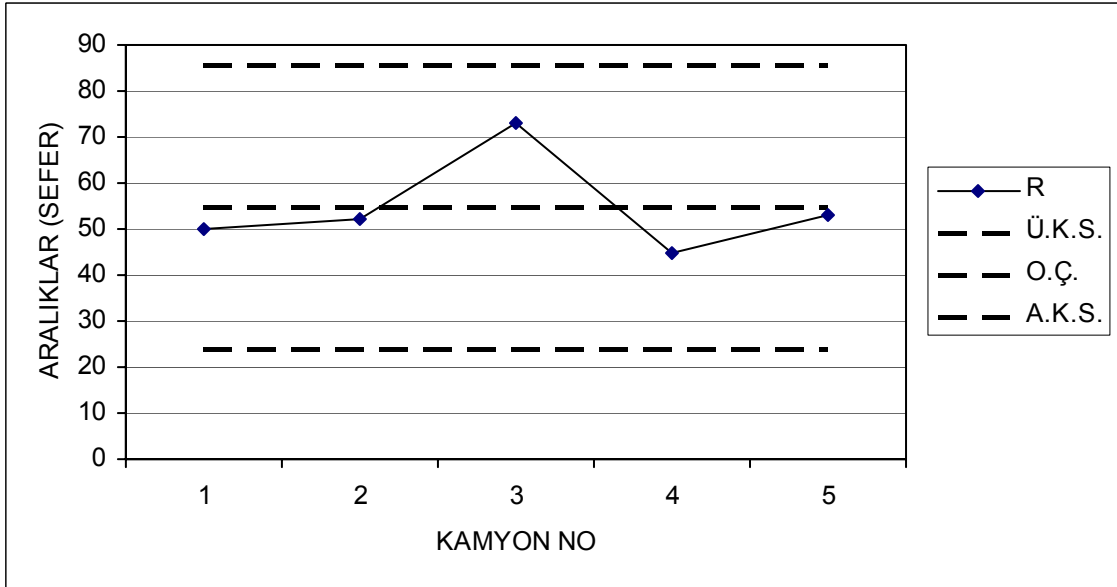


R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

EK- 3: Mart Ayı Sefer \bar{X} ve R Kontrol Grafikleri

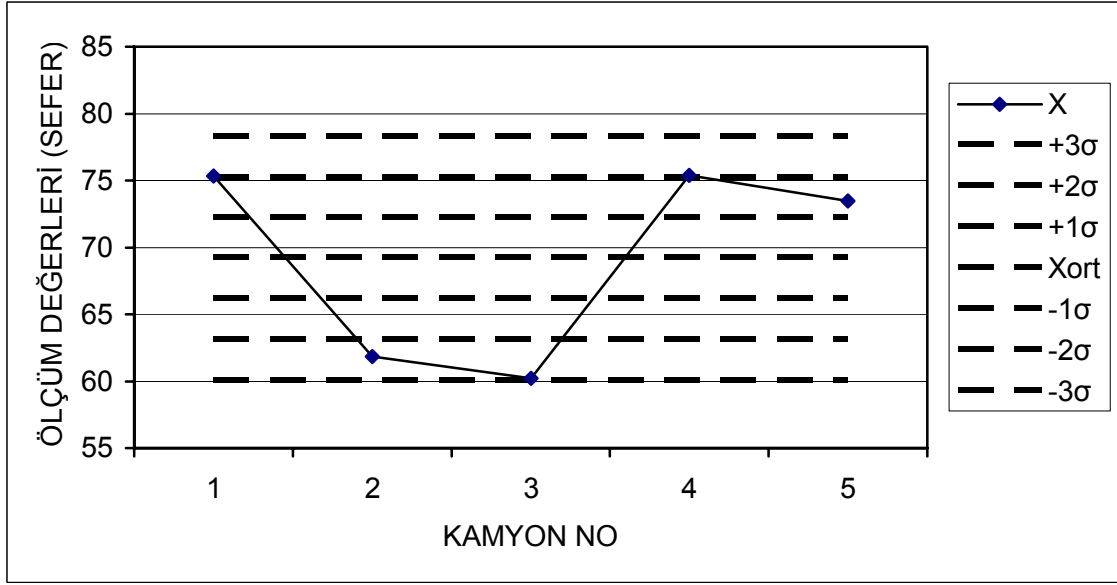


\bar{X} Kontrol Grafiği

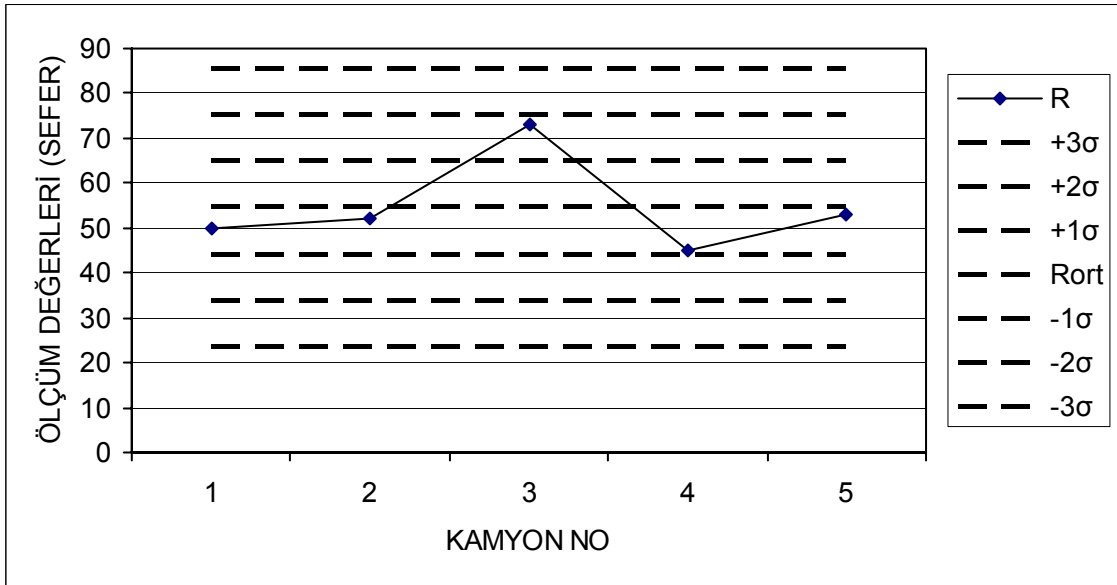


R Kontrol Grafiği

EK- 4: Mart Ayı Sefer \bar{X} ve R Shewhart Normal Dışı Davranış Testleri

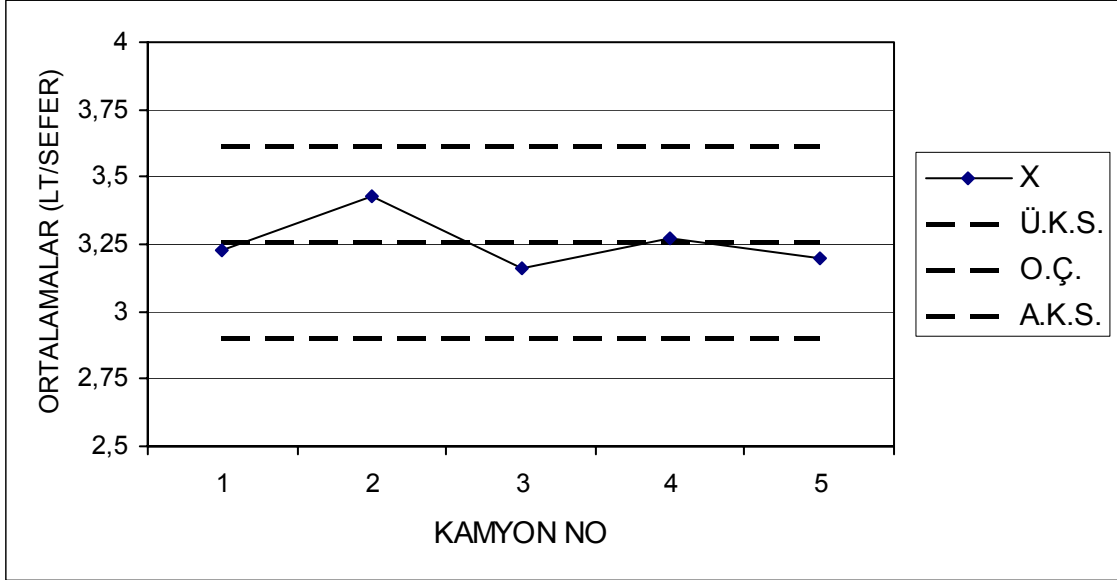


\bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

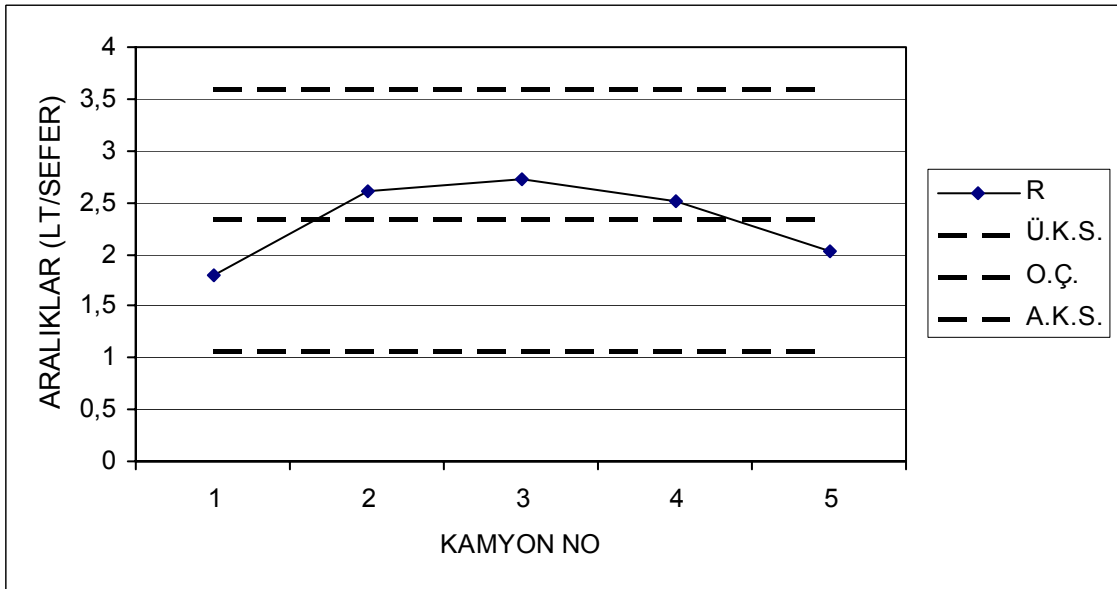


R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

EK- 5: Nisan Ayı \bar{X} ve R Kontrol Grafikleri

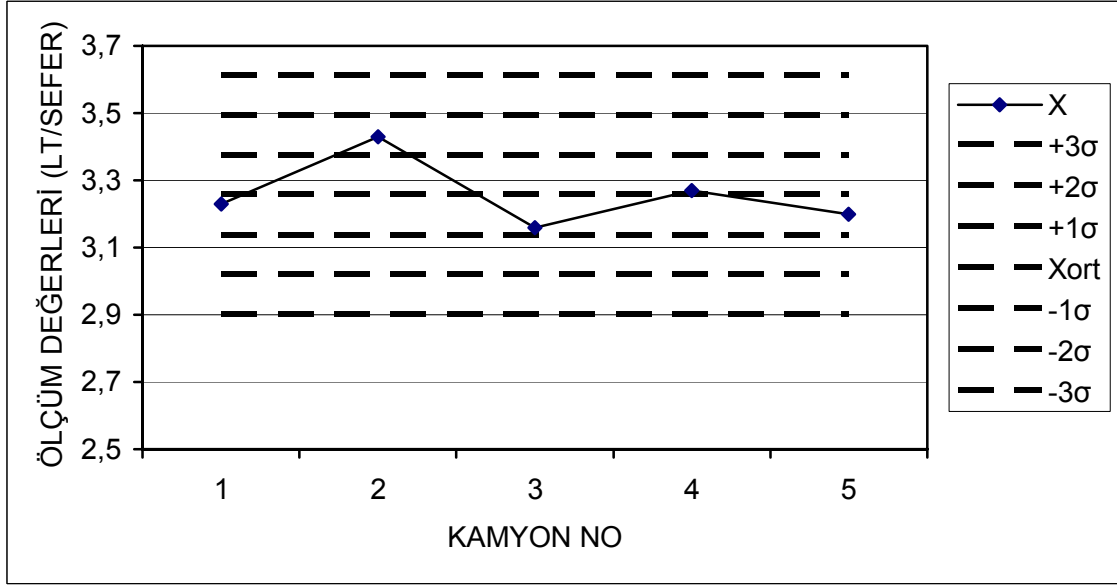


\bar{X} Kontrol Grafiği

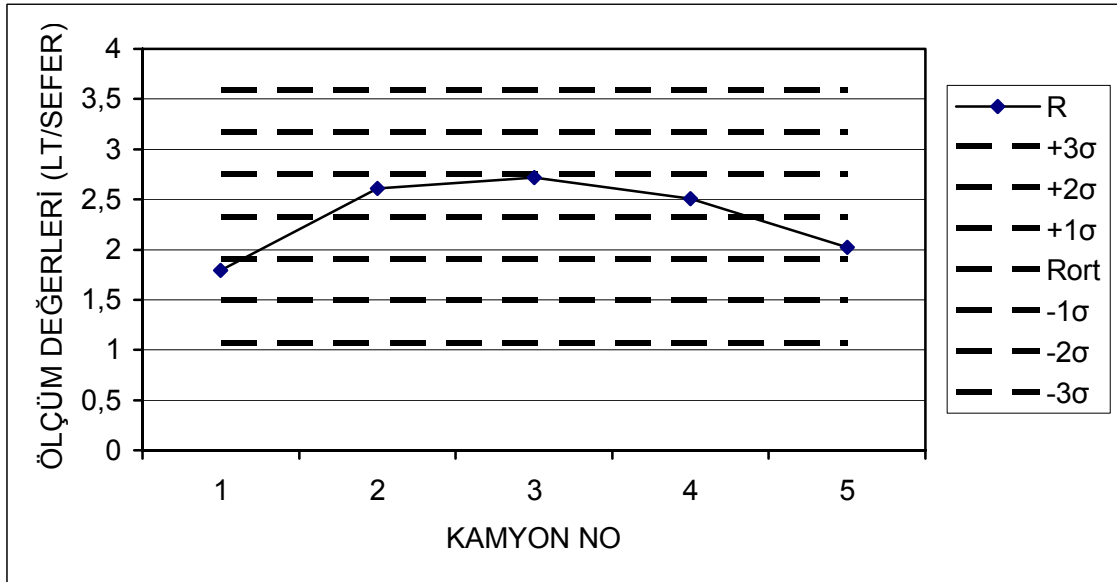


R Kontrol Grafiği

EK- 6: Nisan Ayı \bar{X} ve R Shewhart Normal Dışı Davranış Testleri

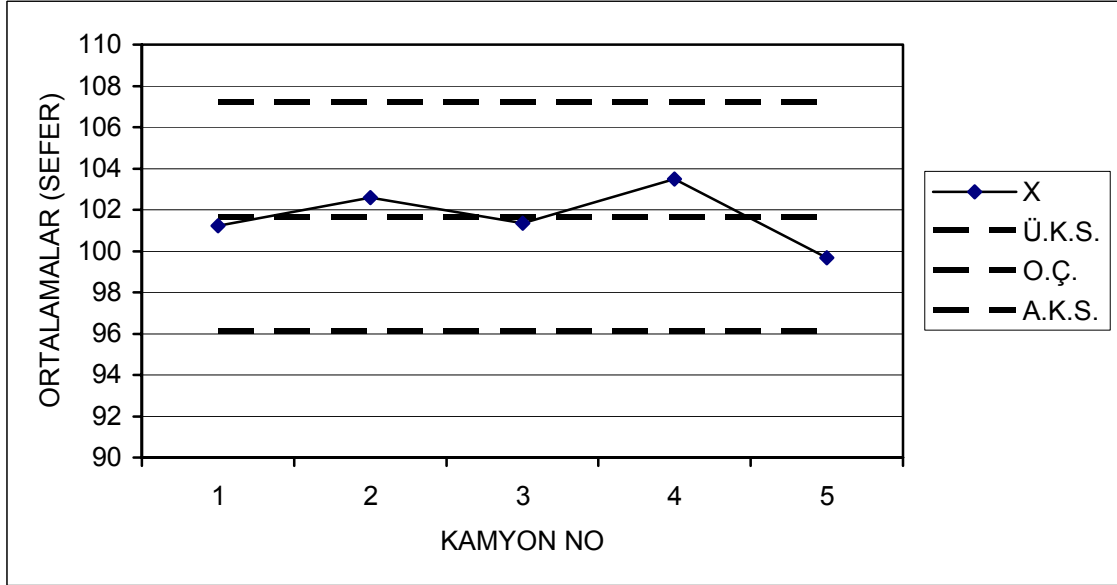


\bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

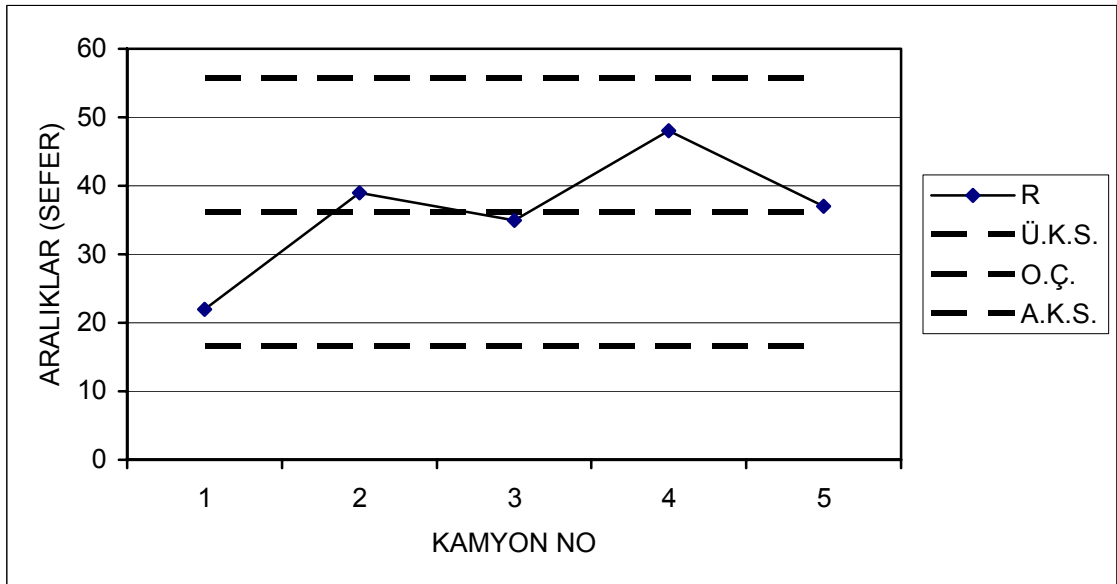


R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

EK- 7: Nisan Ayı Sefer \bar{X} ve R Kontrol Grafikleri

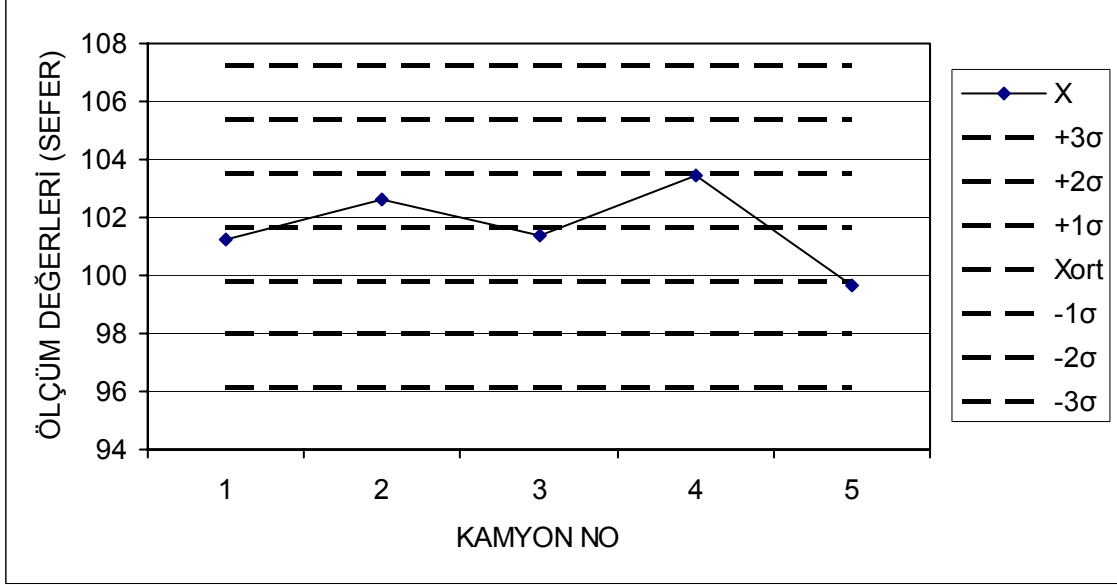


\bar{X} Kontrol Grafiği

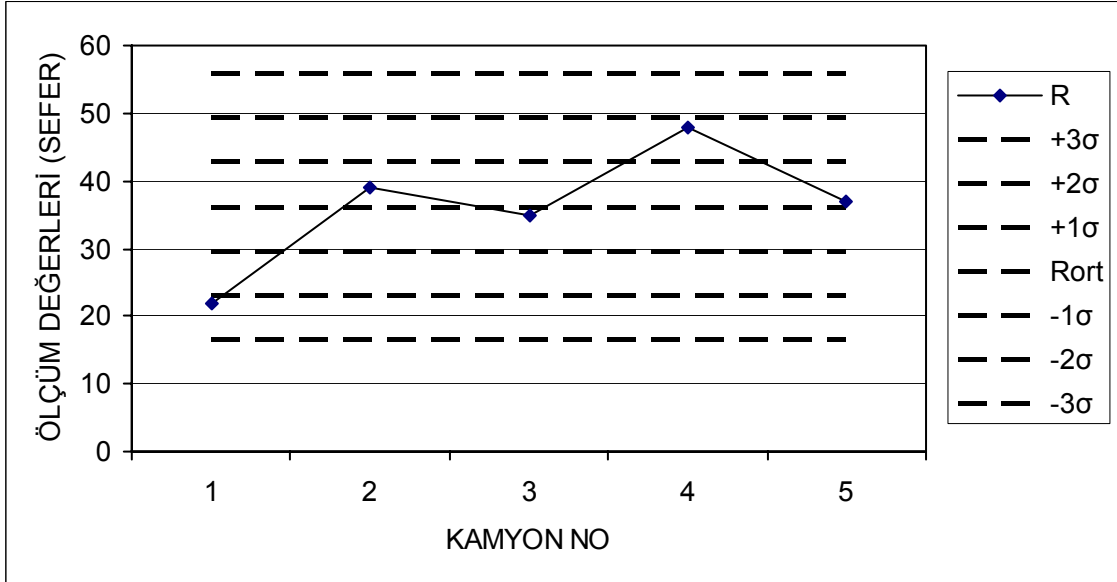


R Kontrol Grafiği

EK- 8: Nisan Ayı Sefer \bar{X} ve R Shewhart Normal Dışı Davranış Testleri

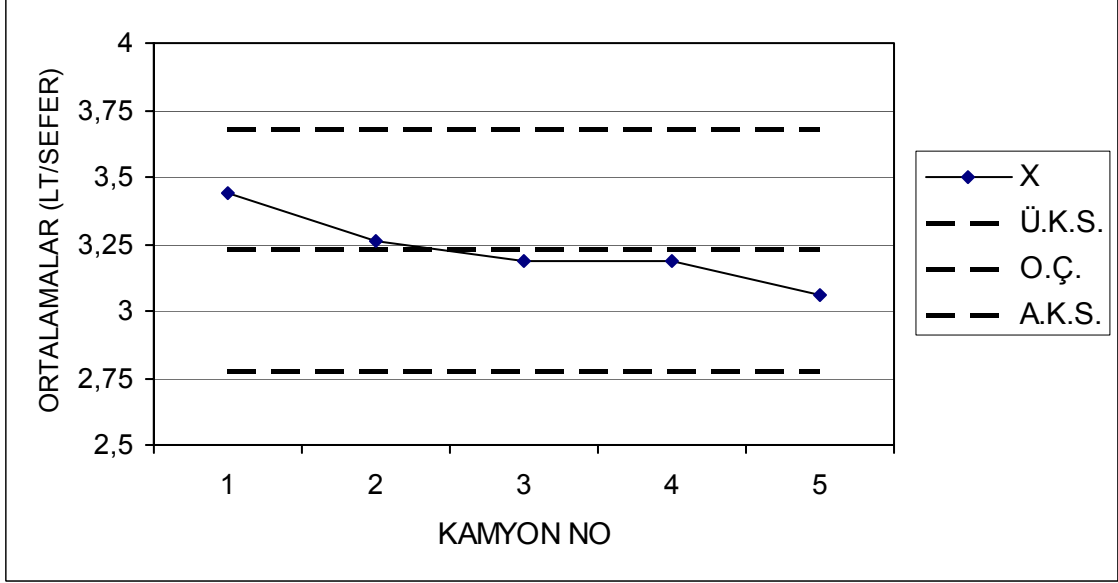


\bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

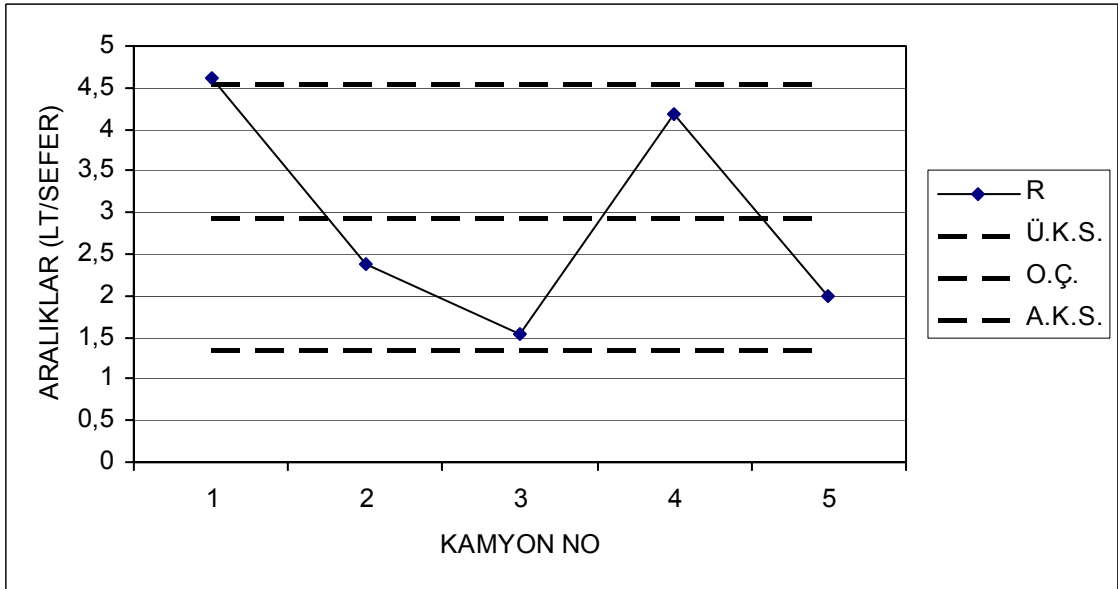


R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

EK- 9: Mayıs Ayı \bar{X} ve R Kontrol Grafikleri

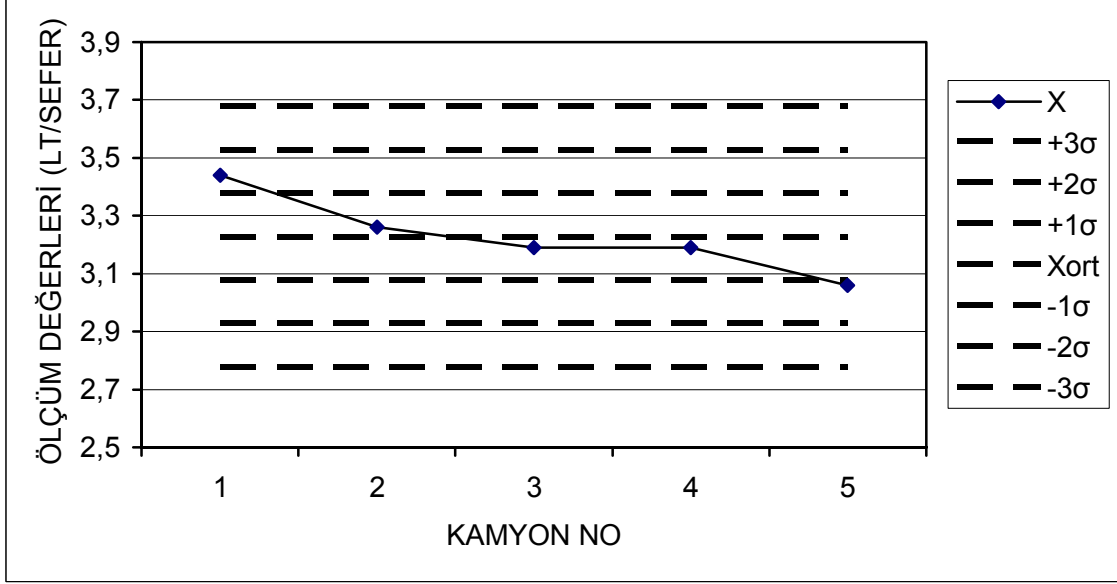


\bar{X} Kontrol Grafiği

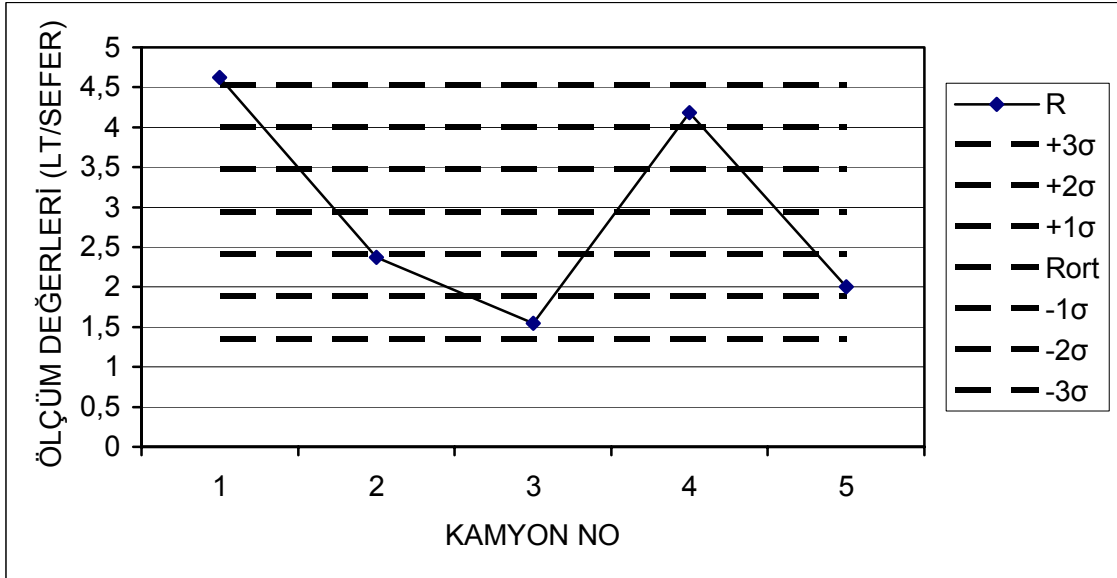


R Kontrol Grafiği

EK- 10: Mayıs Ayı \bar{X} ve R Shewhart Normal Dışı Davranış Testleri

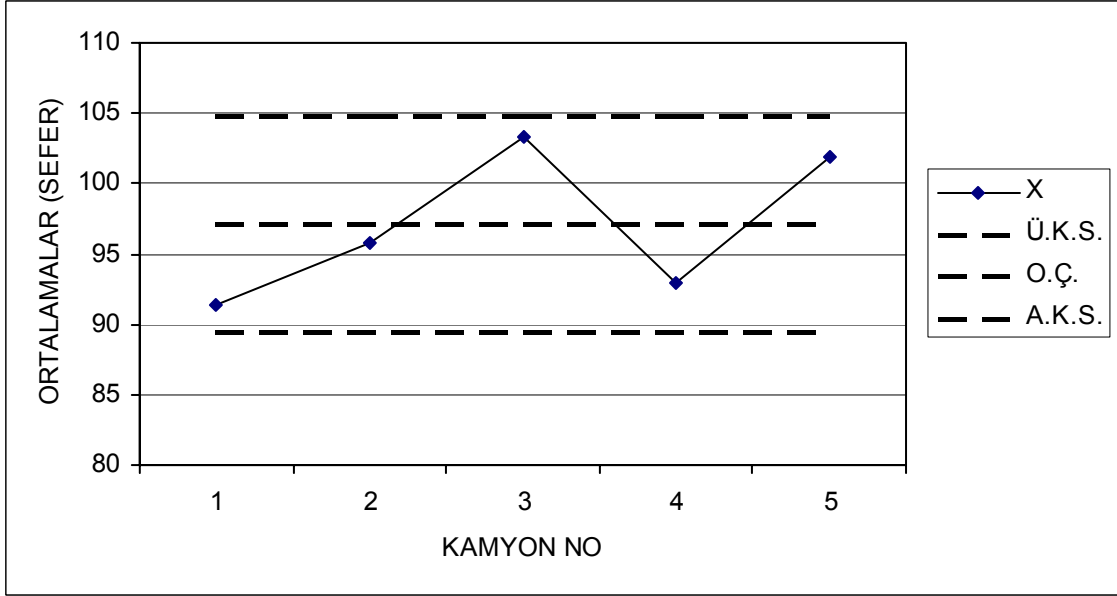


\bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

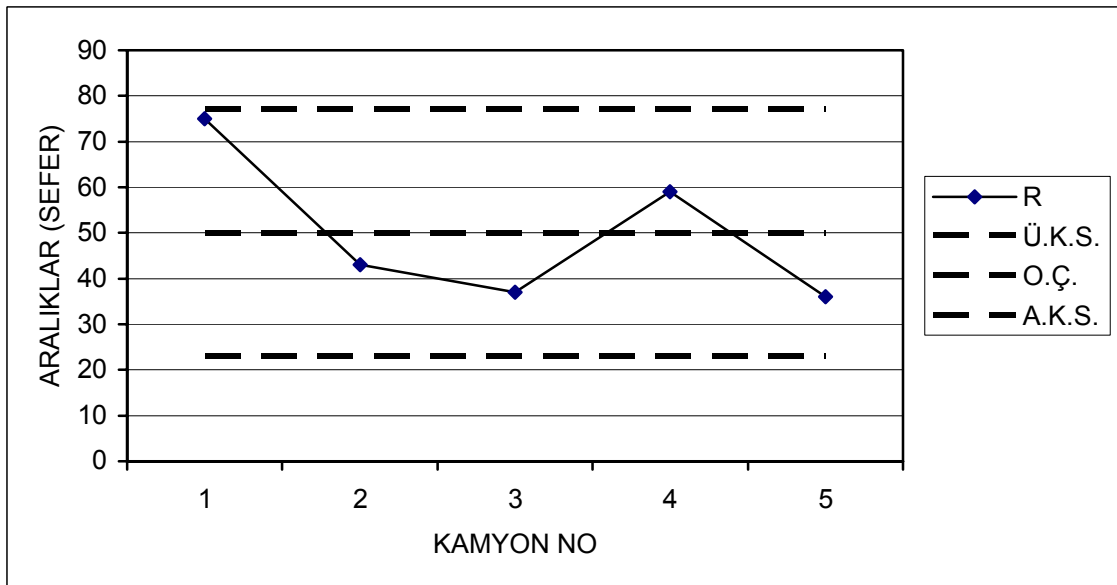


R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

EK- 11: Mayıs Ayı Sefer \bar{X} ve R Kontrol Grafikleri

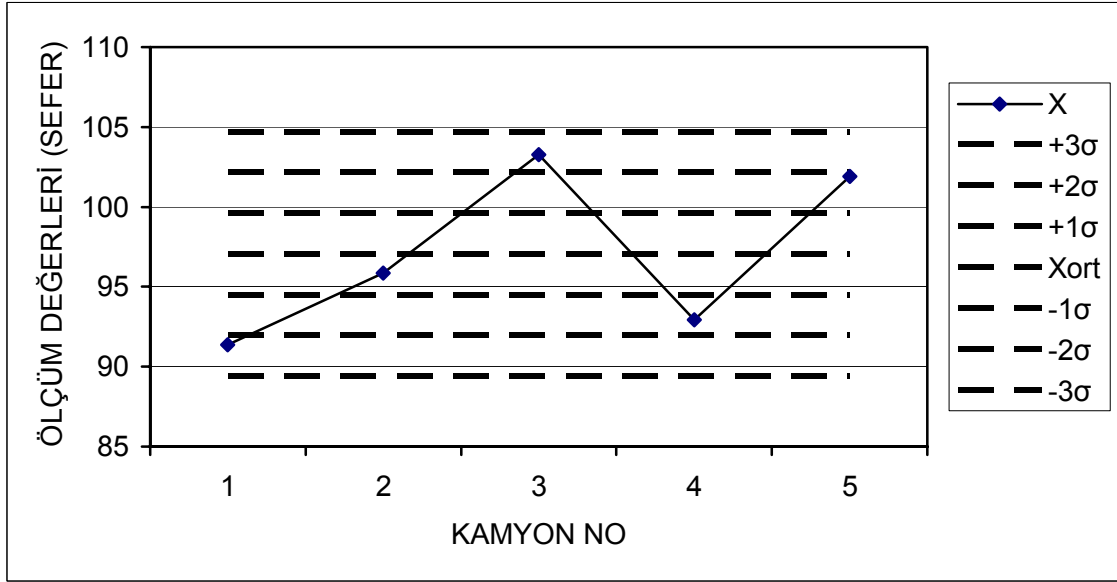


\bar{X} Kontrol Grafiği

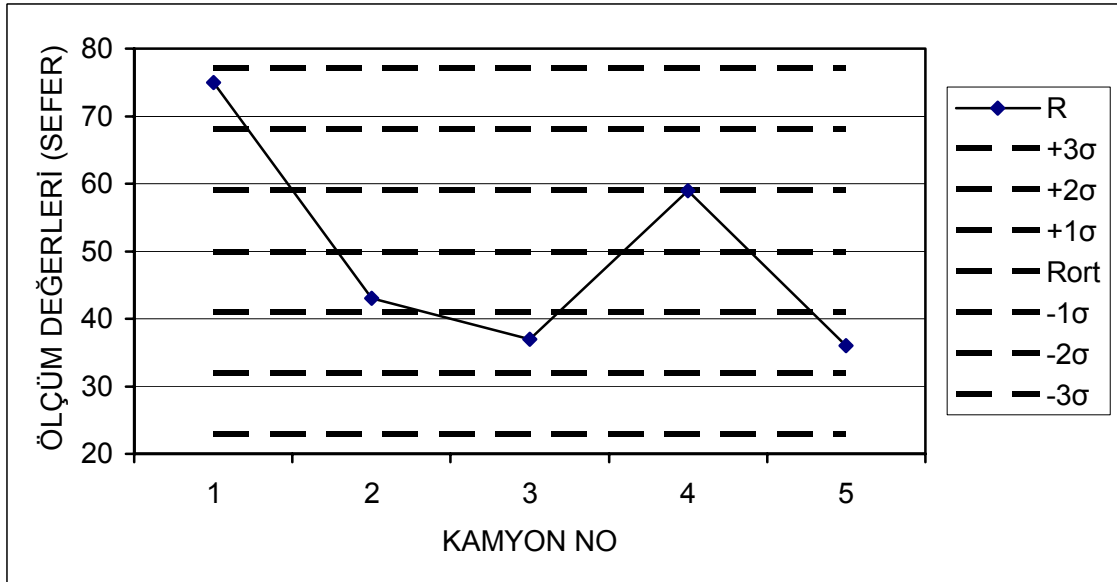


R Kontrol Grafiği

EK- 12: Mayıs Ayı Sefer \bar{X} ve R Shewhart Normal Dışı Davranış Testleri

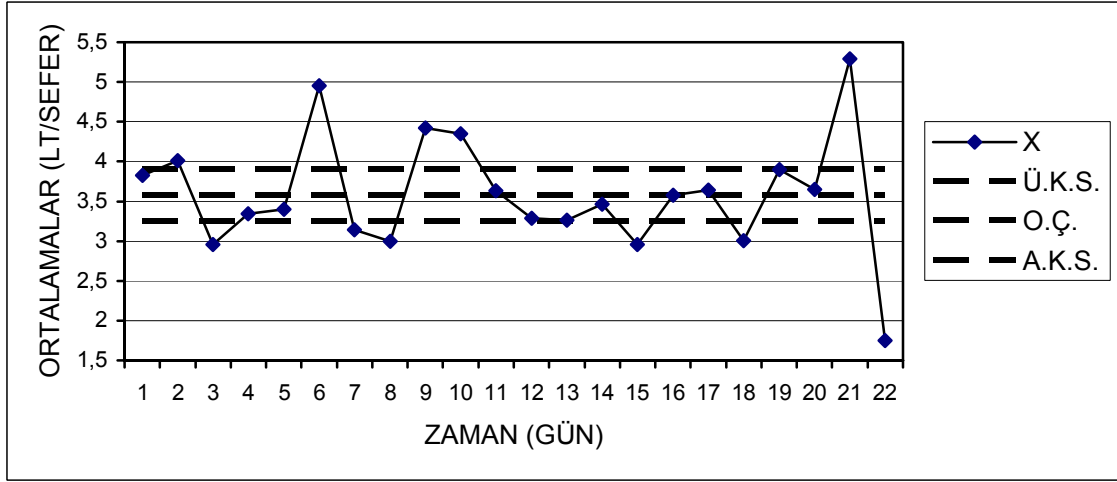


\bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

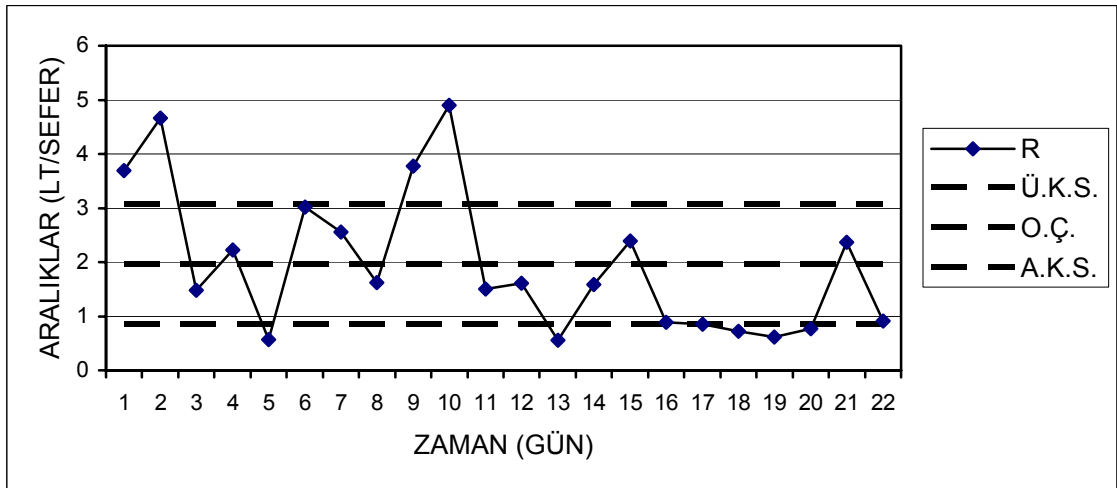


R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

EK- 13: Mart Ayı Günlük \bar{X} ve R Kontrol Grafikleri

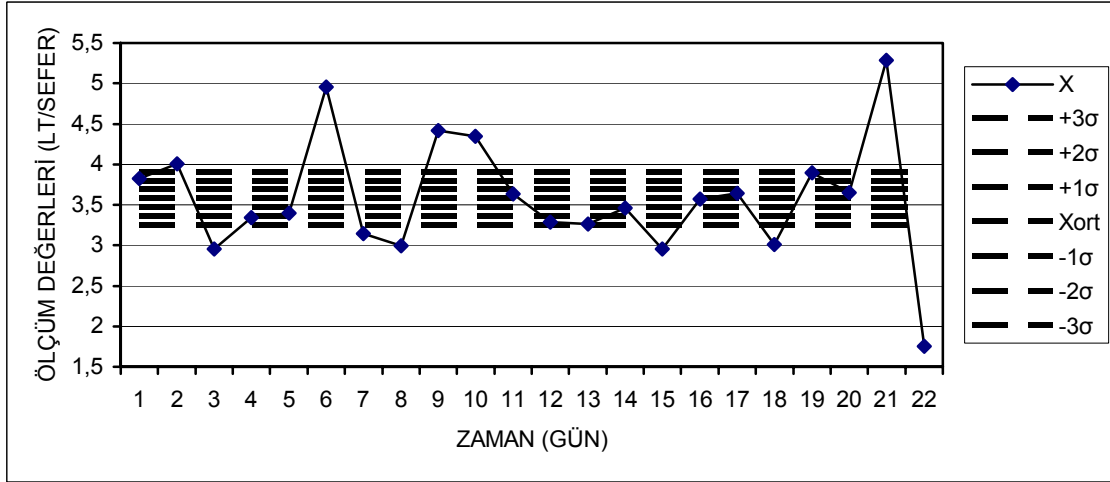


\bar{X} Kontrol Grafiği

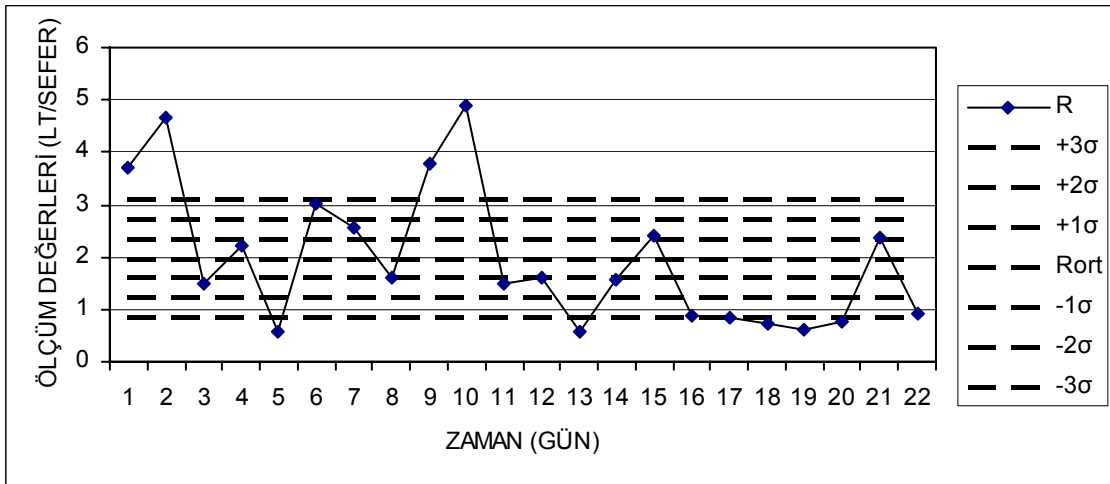


R Kontrol Grafiği

EK- 14: Mart Ayı Günlük \bar{X} ve R Shewhart Normal Dışı Davranış Testleri

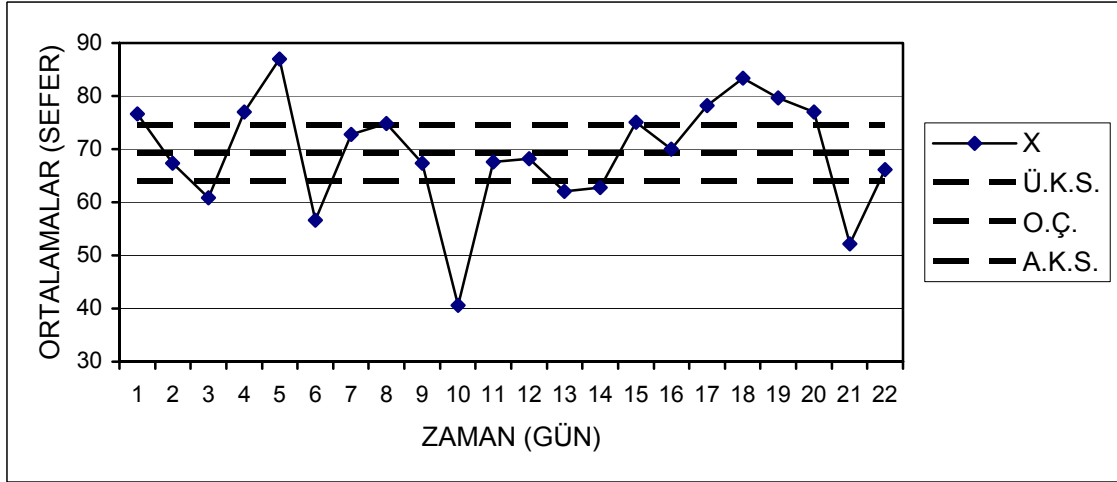


\bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

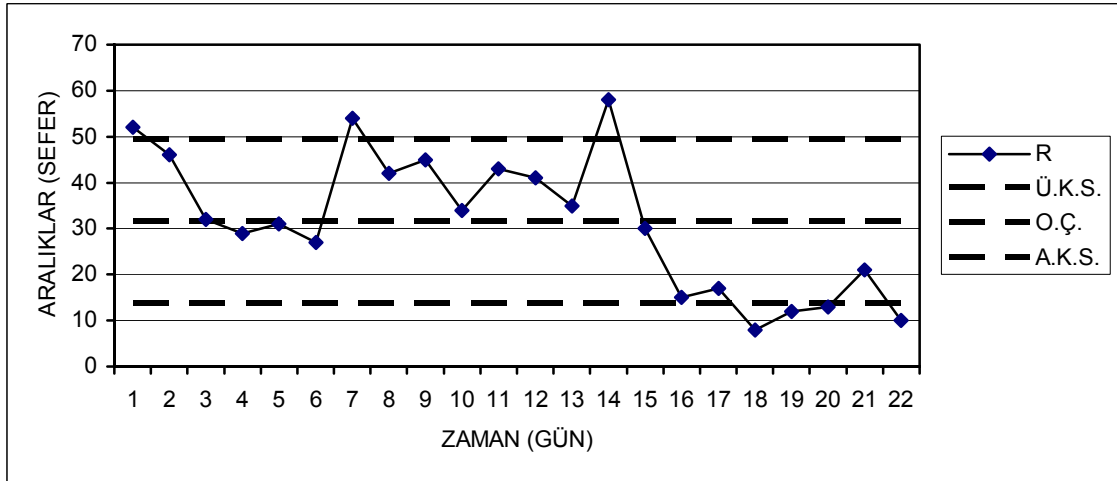


R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

EK- 15: Mart Ayı Günlük Sefer \bar{X} ve R Kontrol Grafikleri

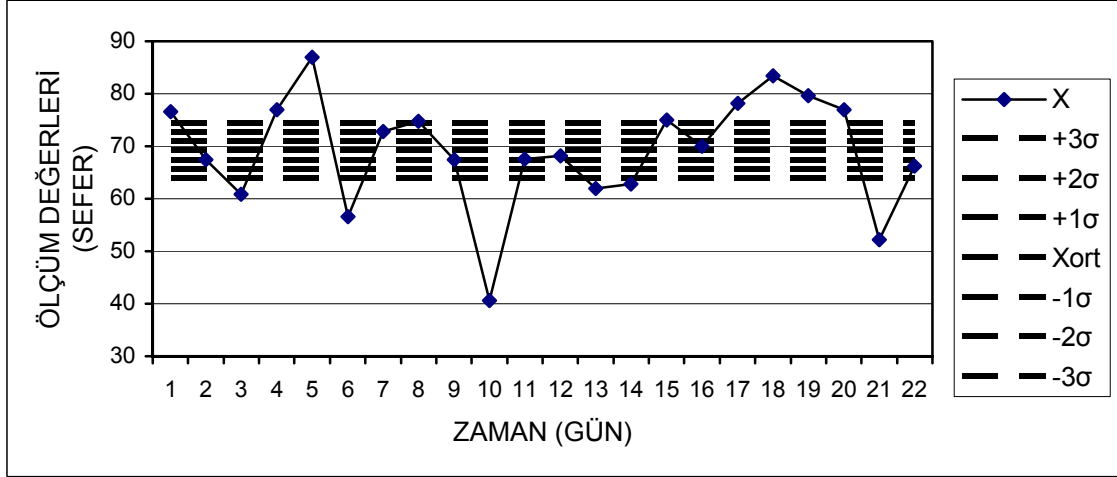


\bar{X} Kontrol Grafiği

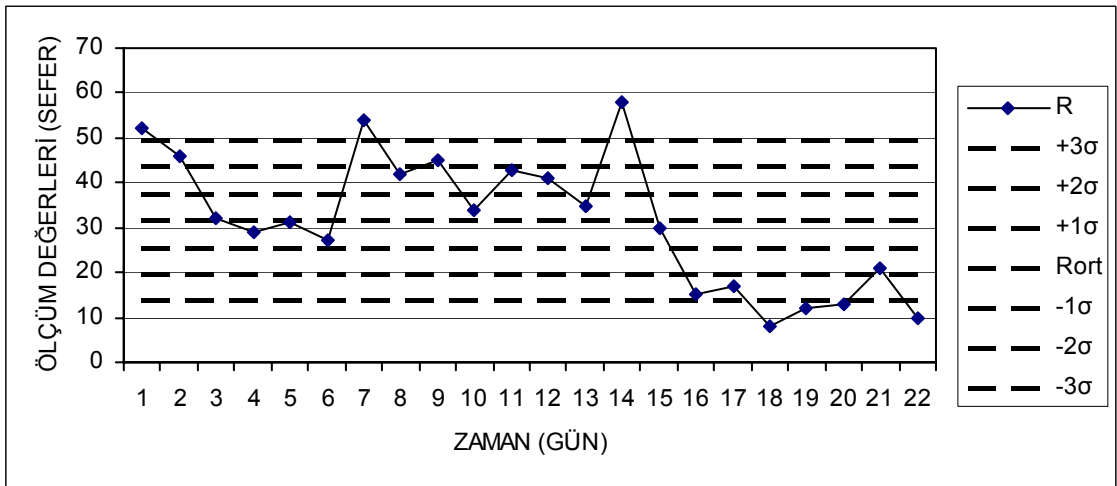


R Kontrol Grafiği

EK- 16: Mart Ayı Günlük Sefer \bar{X} ve R Shewhart Normal Dışı Davranış Testleri

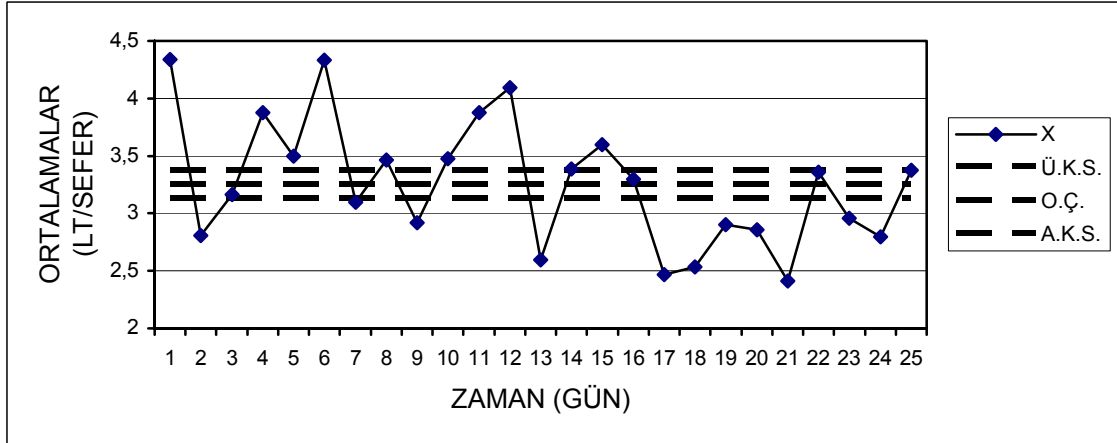


\bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

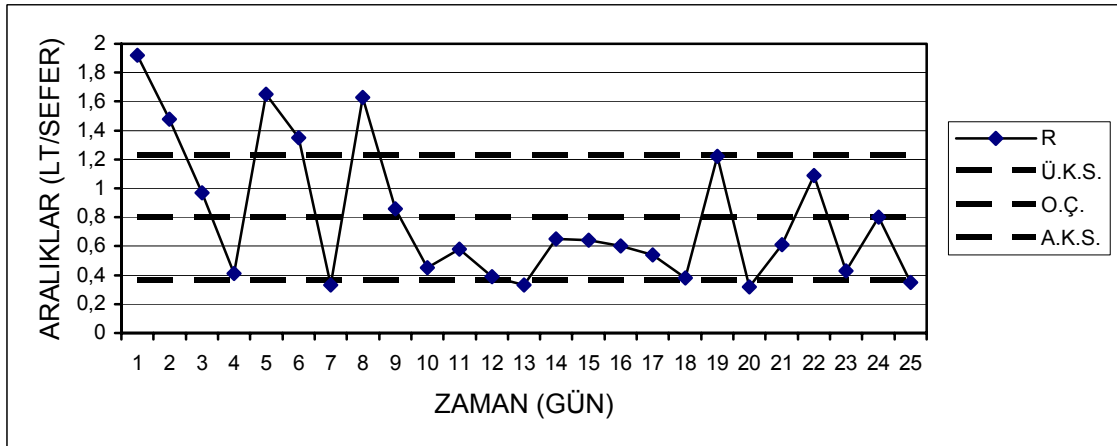


R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

EK- 17: Nisan Ayı Günlük \bar{X} ve R Kontrol Grafikleri

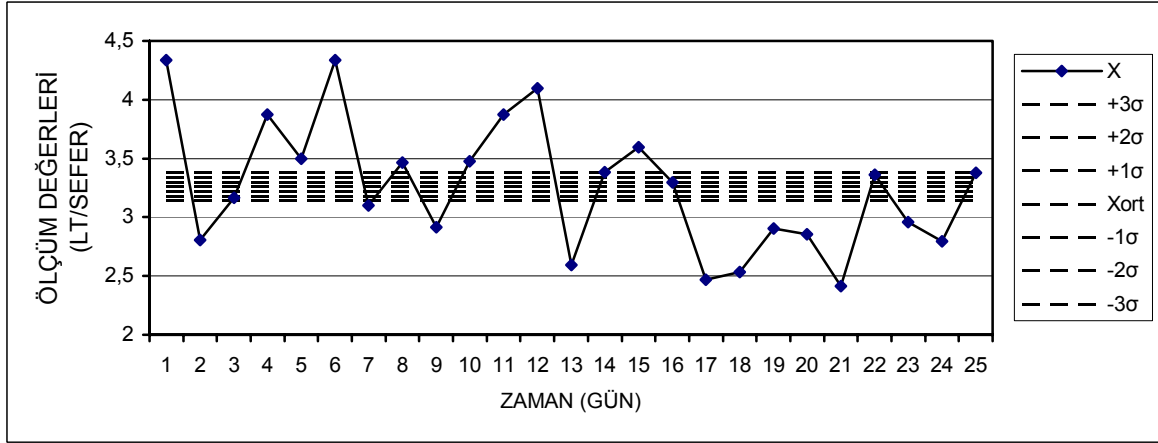


\bar{X} Kontrol Grafiği

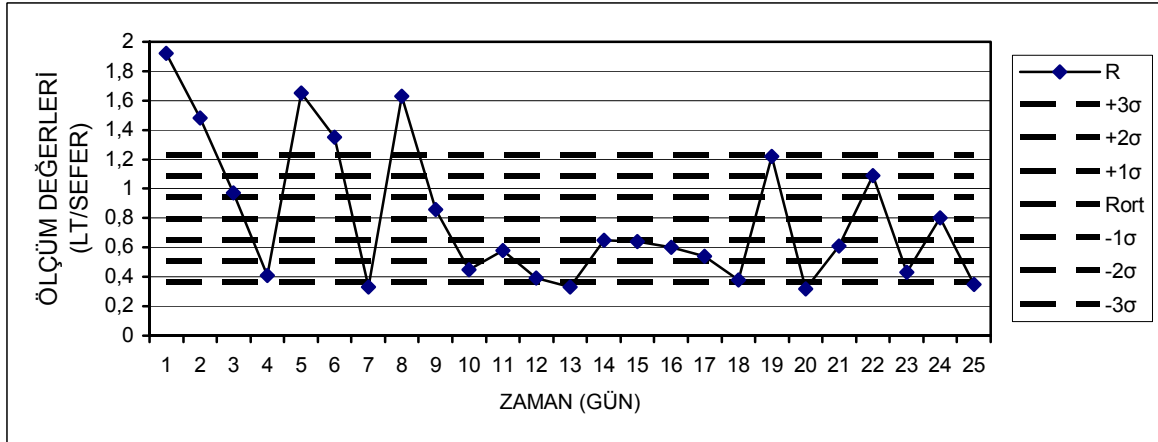


R Kontrol Grafiği

EK- 18: Nisan Ayı Günlük \bar{X} ve R Shewhart Normal Dışı Davranış Testleri

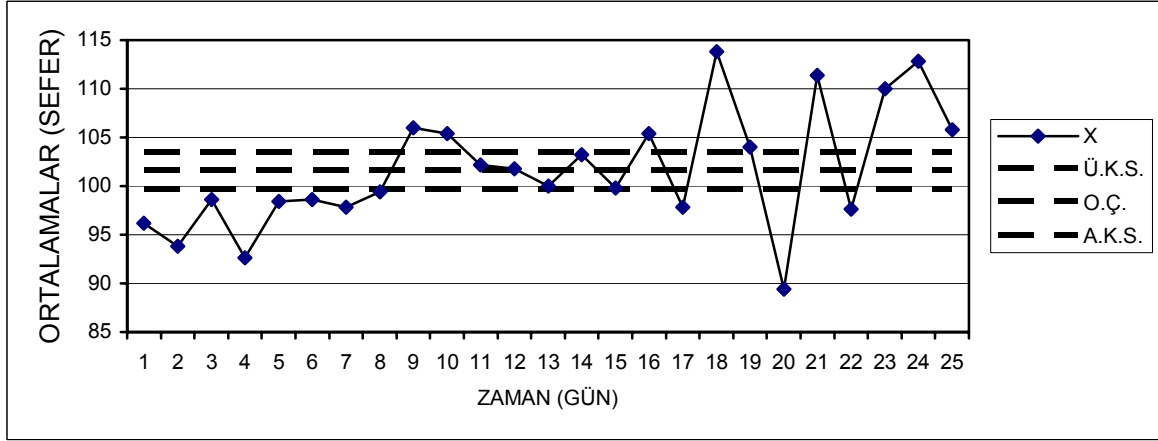


\bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

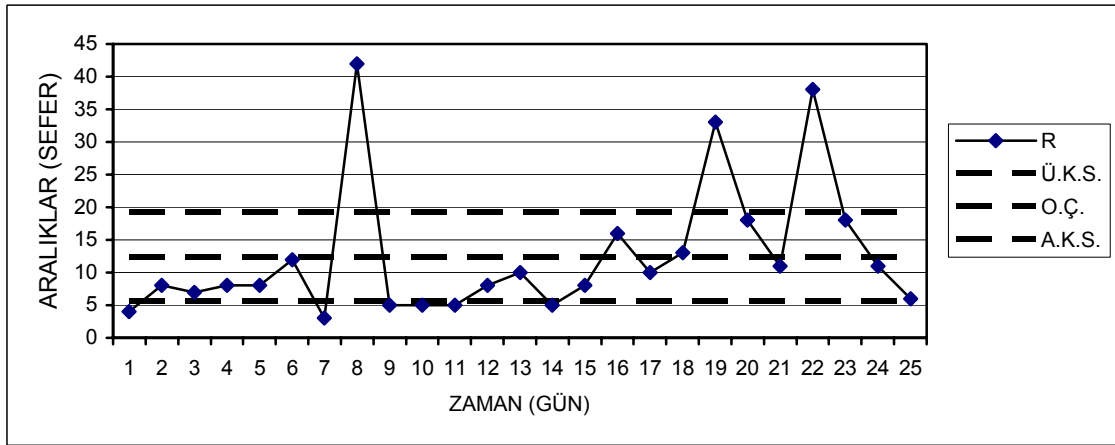


R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

EK- 19: Nisan Ayı Günlük Sefer \bar{X} ve R Kontrol Grafikleri

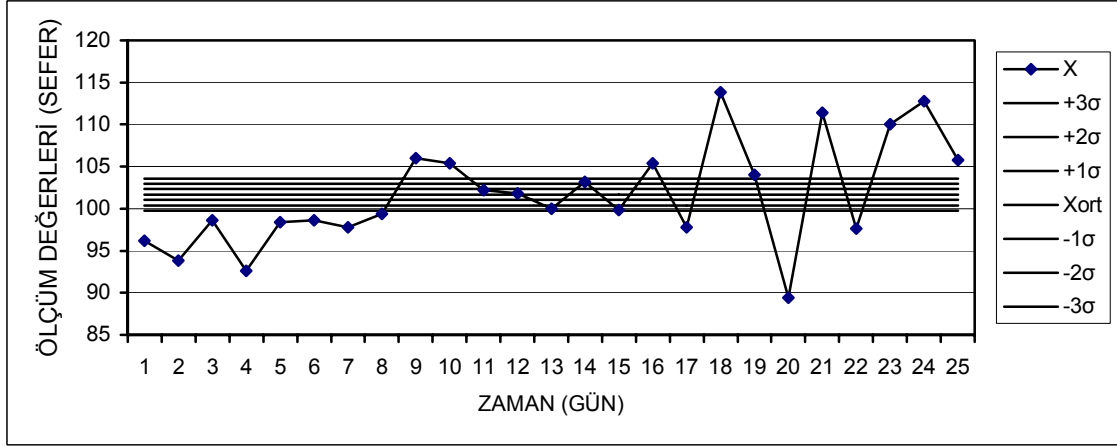


\bar{X} Kontrol Grafiği

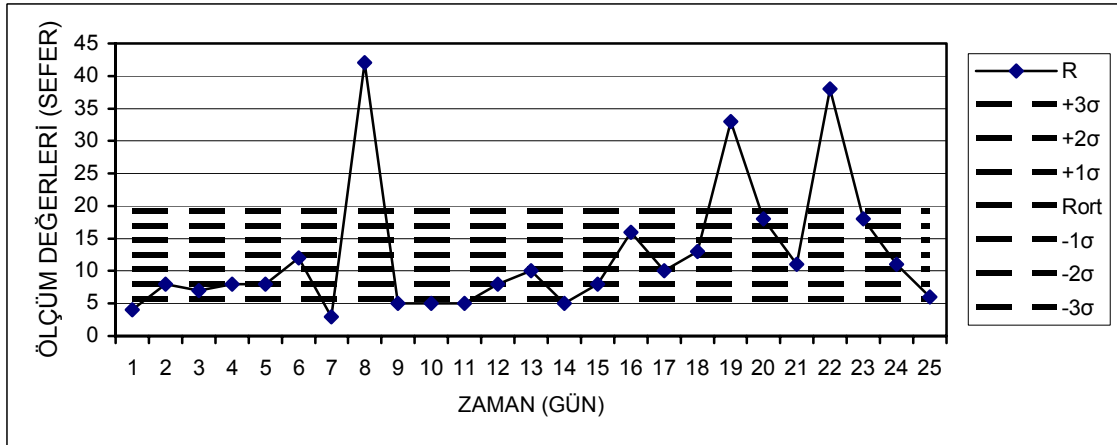


R Kontrol Grafiği

EK- 20: Nisan Ayı Günlük Sefer \bar{X} ve R Shewhart Normal Dışı Davranış Testleri

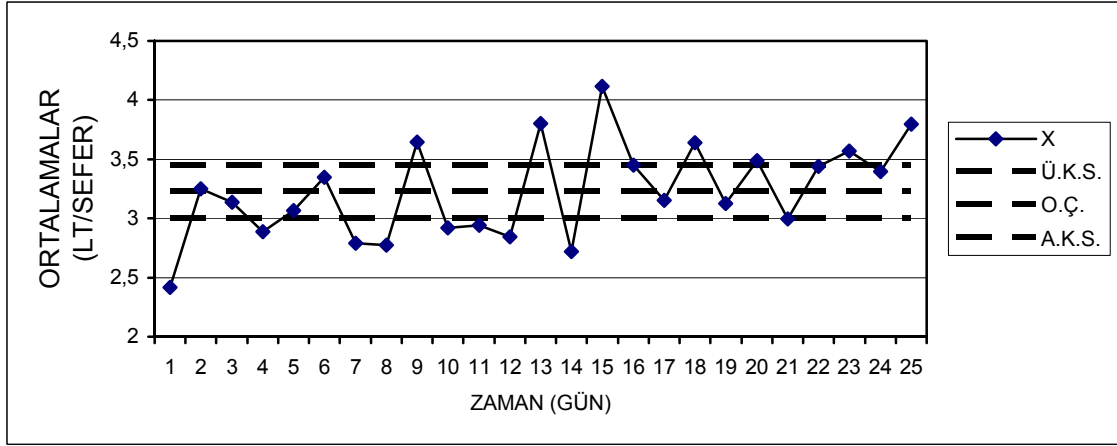


\bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

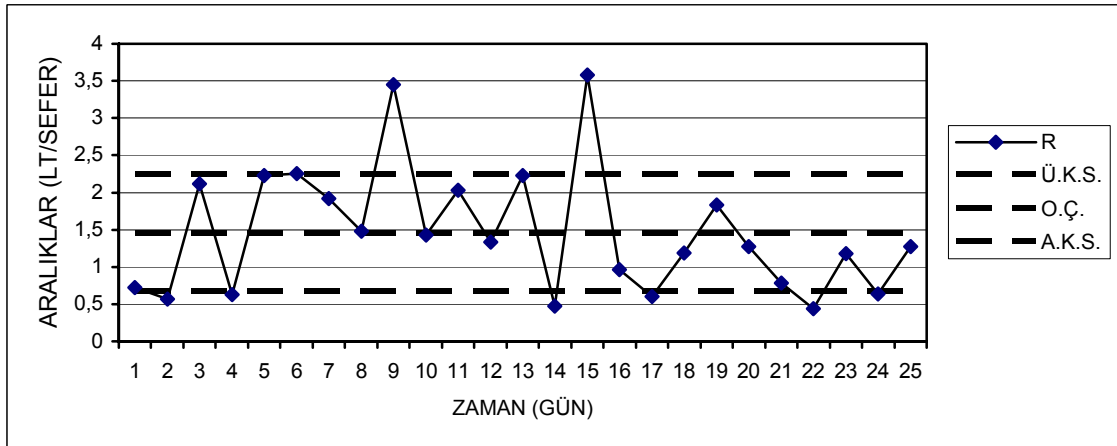


R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

EK- 21: Mayıs Ayı Günlük \bar{X} ve R Kontrol Grafikleri

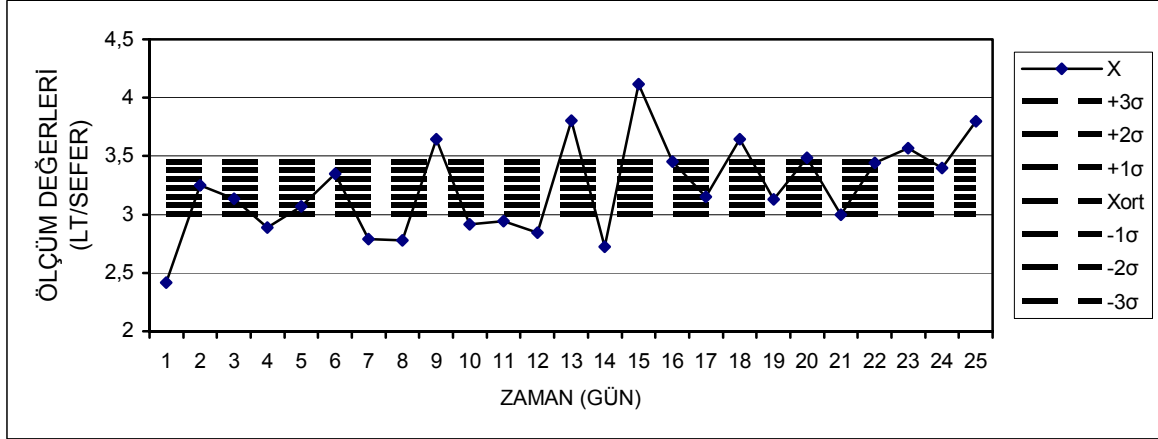


\bar{X} Kontrol Grafiği

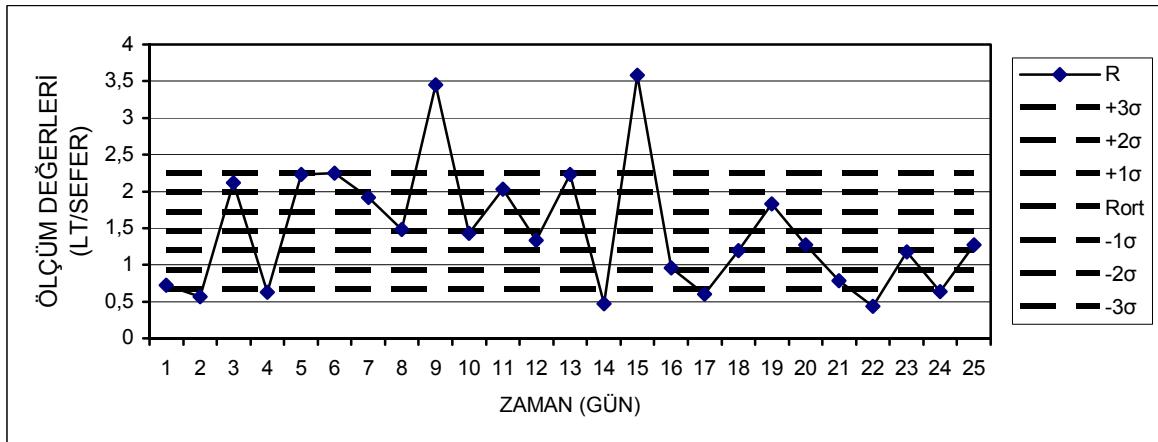


R Kontrol Grafiği

EK- 22: Mayıs Ayı Günlük \bar{X} ve R Shewhart Normal Dışı Davranış Testleri

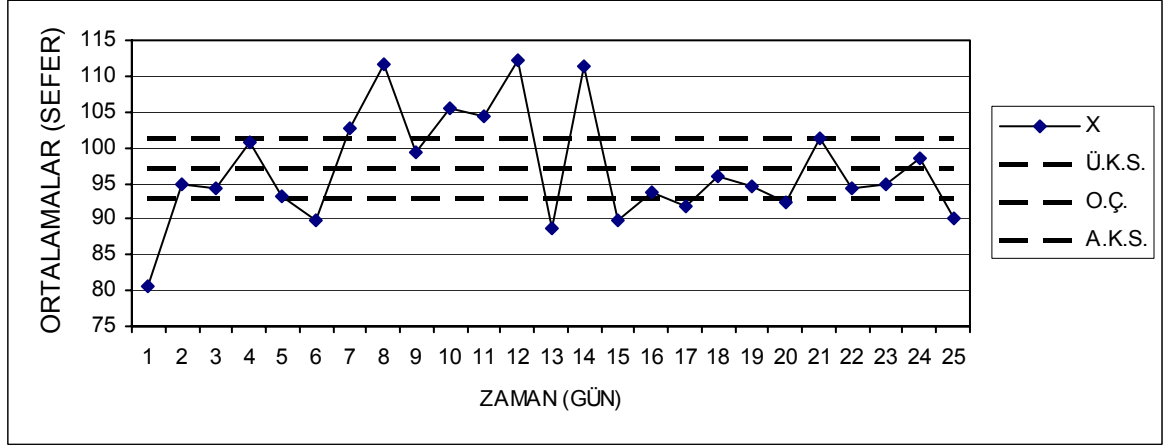


\bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

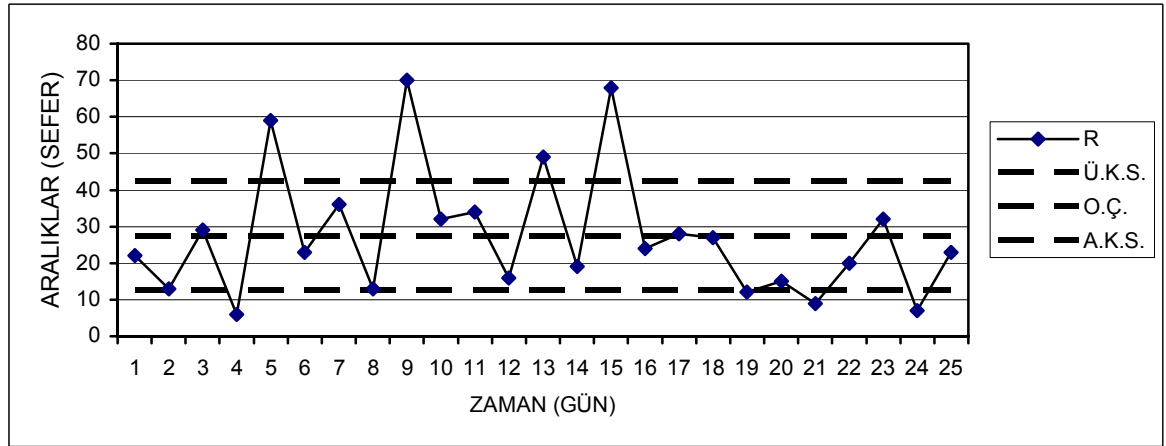


R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

EK- 23: Mayıs Ayı Günlük Sefer \bar{X} ve R Kontrol Grafikleri

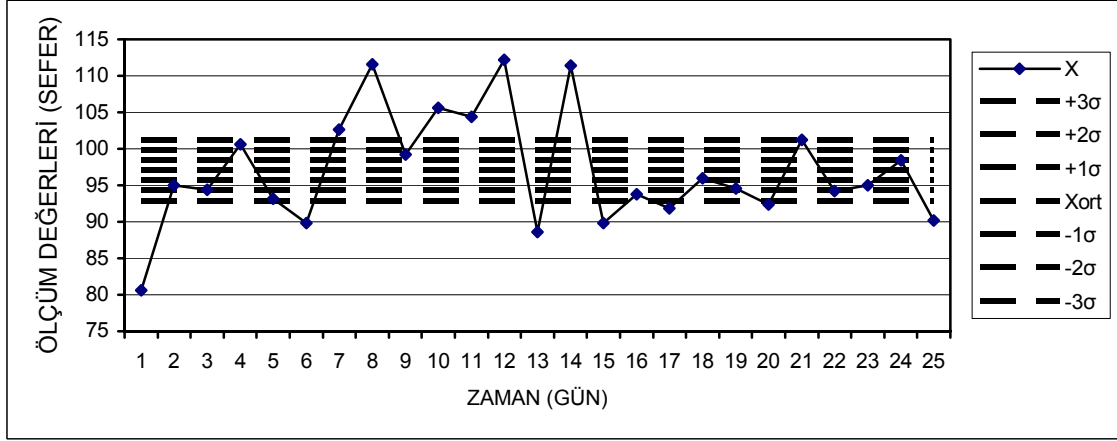


\bar{X} Kontrol Grafiği

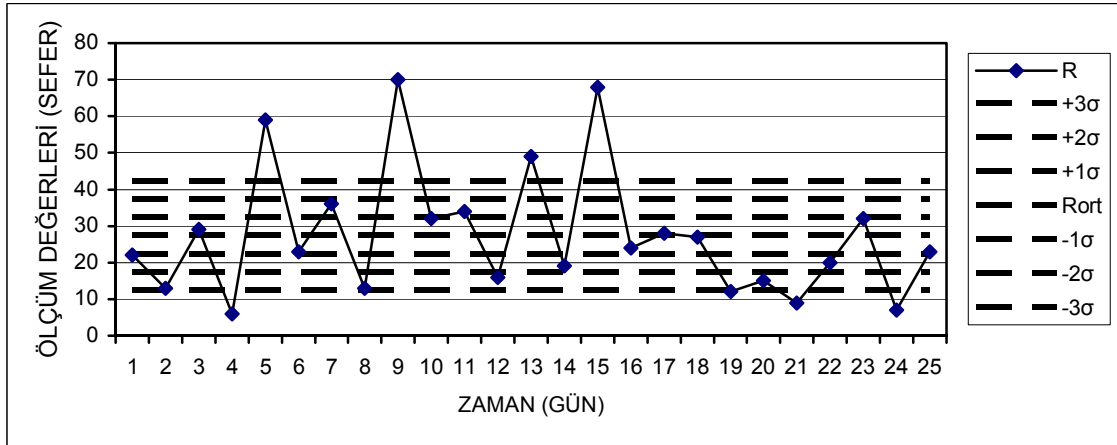


R Kontrol Grafiği

EK- 24: Mayıs Ayı Günlük Sefer \bar{X} ve R Shewhart Normal Dışı Davranış Testleri



\bar{X} Shewhart Normal Dışı Davranış Testi



R Shewhart Normal Dışı Davranış Testi

E K-25 : Kontrol Grafikleri Sabit Değerleri

| N | A ₂ | A ₃ | A ₆ | B ₃ | B ₄ | c ₄ | d ₂ | d ₃ | d ₄ | D ₃ | D ₄ | D ₅ | D ₆ | E ₂ |
|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 2 | 1.880 | 2.659 | | 0.000 | 3.267 | 0.7979 | 1.128 | 0.853 | 0.954 | 0.000 | 3.267 | 0.000 | 3.865 | 2.660 |
| 3 | 1.023 | 1.954 | 1.187 | 0.000 | 2.658 | 0.8862 | 1.693 | 0.888 | 1.588 | 0.000 | 2.574 | 0.000 | 2.745 | 1.772 |
| 4 | 0.729 | 1.628 | | 0.000 | 2.666 | 0.9213 | 2.059 | 0.880 | 1.978 | 0.000 | 2.282 | 0.000 | 2.375 | 1.457 |
| 5 | 0.577 | 1.427 | 0.691 | 0.000 | 2.089 | 0.9400 | 2.326 | 0.864 | 2.257 | 0.000 | 2.114 | 0.000 | 2.179 | 1.290 |
| 6 | 0.483 | 1.287 | | 0.030 | 1.970 | 0.9515 | 2.534 | 0.848 | 2.472 | 0.000 | 2.004 | 0.000 | 2.055 | 1.184 |
| 7 | 0.419 | 1.182 | 0.509 | 0.118 | 1.882 | 0.9594 | 2.704 | 0.833 | 2.645 | 0.076 | 1.924 | 0.078 | 1.967 | 1.109 |
| 8 | 0.373 | 1.099 | | 0.185 | 1.815 | 0.9650 | 2.847 | 0.820 | 2.791 | 0.136 | 1.864 | 0.139 | 1.901 | 1.054 |
| 9 | 0.337 | 1.032 | 0.412 | 0.239 | 1.761 | 0.9693 | 2.970 | 0.808 | 2.915 | 0.184 | 1.816 | 0.187 | 1.850 | 1.010 |
| 10 | 0.308 | 0.975 | | 0.284 | 1.716 | 0.9727 | 3.078 | 0.797 | 3.024 | 0.223 | 1.777 | 0.227 | 1.809 | 0.975 |
| 11 | 0.285 | 0.927 | 0.350 | 0.321 | 1.679 | 0.9754 | 3.173 | 0.787 | 3.121 | 0.256 | 1.747 | | | |
| 12 | 0.266 | 0.886 | | 0.354 | 1.646 | 0.9776 | 3.258 | 0.778 | 3.207 | 0.283 | 1.717 | | | |
| 13 | 0.249 | 0.850 | | 0.382 | 1.618 | 0.9794 | 3.336 | 0.770 | 3.285 | 0.307 | 1.693 | | | |
| 14 | 0.235 | 0.817 | | 0.406 | 1.594 | 0.9810 | 3.407 | 0.762 | 3.356 | 0.328 | 1.672 | | | |
| 15 | 0.223 | 0.789 | | 0.428 | 1.572 | 0.9823 | 3.472 | 0.755 | 3.422 | 0.347 | 1.653 | | | |
| 16 | 0.212 | 0.763 | | 0.448 | 1.552 | 0.9835 | 3.532 | 0.749 | 3.482 | 0.363 | 1.637 | | | |
| 17 | 0.203 | 0.739 | | 0.466 | 1.534 | 0.9845 | 3.588 | 0.743 | 3.538 | 0.378 | 1.534 | | | |
| 18 | 0.194 | 0.718 | | 0.482 | 1.518 | 0.9854 | 3.640 | 0.738 | 3.591 | 0.391 | 1.608 | | | |
| 19 | 0.187 | 0.698 | | 0.497 | 1.503 | 0.9862 | 3.689 | 0.733 | 3.640 | 0.403 | 1.597 | | | |
| 20 | 0.180 | 0.680 | | 0.510 | 1.490 | 0.9869 | 3.735 | 0.729 | 3.686 | 0.415 | 1.585 | | | |
| 21 | 0.173 | 0.663 | | 0.523 | 1.477 | 0.9876 | 3.778 | 0.724 | 3.730 | 0.425 | 1.575 | | | |
| 22 | 0.167 | 0.647 | | 0.535 | 1.466 | 0.9882 | 3.819 | 0.720 | 3.771 | 0.434 | 1.566 | | | |
| 23 | 0.162 | 0.633 | | 0.545 | 1.455 | 0.9887 | 3.858 | 0.716 | 3.811 | 0.443 | 1.557 | | | |
| 24 | 0.157 | 0.619 | | 0.555 | 1.445 | 0.9892 | 3.895 | 0.712 | 3.847 | 0.451 | 1.548 | | | |
| 25 | 0.153 | 0.606 | | 0.565 | 1.435 | 0.9896 | 3.931 | 0.709 | 3.883 | 0.459 | 1.541 | | | |
| n>25 | 3/√n | | | 1-3/√2n | 1+3/√2n | | | | | | | | | |

EK-26: Volvo FM Model Kamyonların Teknik Özellikleri (İnt.Kyn.19)

| |
|---|
| <p style="text-align: center;">ŞASI</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Yaklaşık şasi yüksekliği 1150 mm▪ 8 mm kalınlığında şasi |
| <p style="text-align: center;">KABİN</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Dış hava sıcaklığı ölçüm göstergesi▪ Geri vites alarmı▪ 1 günlük EC onaylı takoğraf▪ 90 km/hr. Yol hız limitörü |
| <p style="text-align: center;">ELEKTRİK SİSTEMİ</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Akümülatör 2*225 Ah▪ Yüksek kapasiteli alternatör, 80A |
| <p style="text-align: center;">SÜSPANSİYON VE AKSLAR</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Ön aks yükü 16.0 ton▪ Arka aks yükü 19.0 ton▪ Ön yaprak parabolik makas yaylar▪ 8 körüklü arka hava süspansiyon▪ Arka cerli aks, GCW 70 ton▪ Tahvil oranı 3.61 |
| <p style="text-align: center;">DEBRİYAJ</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Çift disk debriyaj, Çapı 394 mm |
| <p style="text-align: center;">FRENLER</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Volvo disk frenler▪ EBS standart paket▪ Yardımcı park freni▪ Kilitlemesiz/elektronik fren sistemi▪ Volvo motor freni |
| <p style="text-align: center;">JANTLAR VE LASTİKLER</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Standart jantlar▪ Stepne ön teker ile aynı▪ Off road tipi ön lastikler▪ Off road tipi arka lastikler▪ Off road tipi avare lastikler |
| <p style="text-align: center;">YAKIT TANKI</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Sağ tarafta alüminyum▪ D şeklinde yakıt tankı, 445 lt |
| <p style="text-align: center;">PTO</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Bağlantılı yüksek hızlı PTO |
| <p style="text-align: center;">MUHTELİF</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Çelik ön tampon▪ Motor altı muhafazası▪ Üst yapı için elektrik tesisatı▪ Ön göğüste tesisatı döşenmiş gadet anahtar▪ Tek lastikli avare dingil |