



Orijinal Araştırma / Original Research

DOĞAL TAŞ PARLATMA SÜRECİNDE KALINLIK VE PARLAKLIK DEĞİŞİMİNİN SHEWHART KONTROL GRAFİKLERİ İLE İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THICKNESS AND BRIGHTNESS CHANGE WITH SHEWHART CONTROL CHARTS IN NATURAL STONE POLISHING PROCESS

Sevgi Çetintaş^{a,*}, İbrahim Nazlı^{b,**}

^a Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Çevre Koruma Teknolojileri, Antalya, TÜRKİYE

^b Şenler Mermer, Afyonkarahisar, TÜRKİYE

Geliş Tarihi / Received : 21 Eylül / September 2017

Kabul Tarihi / Accepted : 16 Şubat / February 2018

ÖZ

Anahtar Sözcükler:

Shewhart,
Kalite,
Kontrol grafiği,
Doğal taş.

Son yıllarda gelişen teknoloji ve rekabet koşullarında, piyasaya sunulan ürünlerin istenilen kalite şartlarına uygunluğunu sağlamak için üretim aşamasında oluşabilecek hataları azaltmak amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Üretim aşamasının geliştirilmesi, iyileştirilmesi ve kontrolünün sağlanması sürecinde istatistiksel kalite kontrol büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Afyonkarahisar/ Türkiye doğal taş fabrikasında üretimi yapılan iki farklı doğal taş örneklerinin süreç içerisinde hedeflenen kalınlık ve parlaklık değerlerinde meydana gelebilecek değişimlerin tespiti amacıyla Shewhart (Değişken nicelikler için kontrol grafikleri) kontrol grafikleri elde edilmiştir. İstatistiksel proses kontrol teknikleri, üretim süreçlerinin iyileştirilmesi, geliştirilmesi ve kontrolünü sağlama konusunda işletmelere yardımcı olmaktadır. İstatistiksel proses kontrol teknikleri sayesinde üretim süreçlerinde yaşanan sorunlar tespit edilebilmekte ve nedenleri araştırılarak aynı olumsuzlukların yaşanmaması için önlemler alınabilmektedir.

ABSTRACT

Keywords:

Shewhart,
Quality,
Control chart,
Natural stone.

In recent years, several studies have been conducted to reduce the defects that may occur during the production phase with a view to ensure that the products introduced to the market under developing technology and competitive conditions meet the desired quality requirements. Statistical quality control is vital for the process of enhancing, improving and controlling the production phase. In this study, Shewhart control charts (the control charts for variables) are obtained for the purpose of identifying any potential change in the thickness and brightness values for two different natural stone samples produced in the natural stone plant in Afyonkarahisar / Turkey. Statistical process control techniques, which play a key role in those quality studies, help businesses improve, enhance and control the production processes. Thanks to statistical process control techniques, the problems experienced during the production processes could be identified and the causes of those problems could be analysed to take action in order to prevent recurrence of the situation..

* Sorumlu yazar: scetintas@akdeniz.edu.tr • <https://orcid.org/0000-0002-4180-4895>

** yahyali39@hotmail.com • <https://orcid.org/0000-0003-4812-6158>

GİRİŞ

Kalite (Qualites) Latince. “nasıl oluştuğu” anlamına gelen “qualis” kelimesinden türemiştir ve bir ürünün, istenen görevi daha iyi yapabilme (müşteri beklentilerini azami düzeyde sağlayan) veya her zaman aynı şekilde yapabilmesi (sürekli iyileştirme) için sahip olması gereken özellik olarak tanımlanmıştır (Özdemir, 2000). Kalite Kontrol ise bir organizasyondaki değişik grupların kalite geliştirme, kaliteyi koruma ve kalite iyileştirme çabalarını, müşteri tatminini de göz önünde tutarak üretim ve hizmeti en ekonomik düzeyde gerçekleştirebilmek için birleştiren etkili bir sistem olarak tanımlanmaktadır (Ayhan, 2007).

Bir ürünün kaliteli olup olmadığının belirlenebilmesi için bu ürünün belirli özellikler bakımından önceden belirlenmiş olan standart değerlere sahip olması ve üründen elde edilen değerlerin, bu standart değerlerle karşılaştırılabilmesi gerekir. Bu bağlamda; kalite kontrolü herhangi bir ürünlerdeki kaliteyi korumak, geliştirmek ve bu ürünün üretimini tüketicinin tatmin olabileceği en ekonomik düzeyde sürdürebilmek için uygulanan bir dizi işlemleri kapsar (Kartal 1999).

Günümüzde kalite araçları, çeşitli alanlara göre aralarında tanımlamaya ve farklılaştırmaya çalışmıştır. Kalite araçları genelde bir değişikliği gerçekleştirmek anlamına gelir ve yedi temel kalite aracından bahsedilmektedir. Bunlar;

- Süreç akış şeması,
- Pareto diyagramı,
- Çetele diyagramı,
- Kontrol grafiği,
- Histogram,
- Serpilme diyagramı
- Neden - sonuç diyagramıdır.

Problemi belirlemek amacıyla kullanılan kalite araçları ise;

- Süreç akış şeması,
- Neden - sonuç diyagramı,
- Çetele diyagramı,
- Pareto analizi, histogram
- Kontrol grafikleridir.

Problemi analiz etmek amacıyla kullanılan kalite araçları beşe ayrılır. Bunlar;

- Neden - sonuç diyagramı,
- Çetele diyagramı,
- Pareto analizi,
- Serpilme diyagramı
- Kontrol grafikleridir.

Analiz edilen problemlere çözüm geliştirmek için süreç akış şeması ve serpilme diyagramı faydalı sonuçlar verebilir. Kalite araçlarının uygulamasının sonuçları değerlendirilirken çetele diyagramı, pareto analizi, histogram, serpilme diyagramı ve kontrol grafikleri kullanılabilir (Paliska vd., 2007). Kontrol grafiklerinin gücü, süreçte meydana gelen ve kaliteyi etkileyen belirlenebilir nedenleri ayırabilmesindedir. Böylece birçok üretim sorununun teşhisi ve düzeltilmesi mümkün olur (Burnak 1997).

Günümüzde yaygın olarak kullanılan bazı kontrol grafiği türleri; Shewart, Ewma ve Cusum kontrol grafiğidir. Shewart kontrol grafikleri istatistiksel kalite kontrolün temel araçlarındandır. Bu grafikler hem süreçlerin hassasiyetini ölçmede hem de endüstriyel süreçlerde devredilebilir nedenlerin oluşumunu tespit etmede yararlıdır (Topalidou and Stelios, 2009). CUSUM kontrol grafiği, Shewart kontrol grafiklerinin örneklem ortalamalarındaki küçük ancak sürekli kaymalara karşı duyarsızlığı nedeniyle, bu grafiklere alternatif olarak geliştirilen dört grafik türünden birisidir. Cusum kontrol grafiği örneklem değerlerinin hedef değerden cebirsel sapmalarının kümülatif toplamını (Si) grafik üzerine işaretleyerek örneklem verilerindeki bütün bilgiyi dikkate almaktadır. Ewma kontrol grafikleri ise; yaklaşık olarak Cusum kontrol grafikleri ile eşdeğer etkiye sahiptir. Zaman serileri tahmini için yaygın olarak aynı teknolojiyi kullanmalarına rağmen her ikisi de henüz çok popüler değildir (Trietsch, 1999: 218).

Kalite kontrolü, yapılan işin doğru yapılıp yapılmadığının belirlenebilmesi, işlem sırasında cihazların optimum kullanılabilmesi, üretim sırasında oluşan hatalı ürünlerin tespit edilip, bu hataların düzeltilmesi ve ekonomik kayıpların önlenmesi açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle kalite kontrolünün doğru ve güvenilir

yapılması gerekmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda; tekstil (Ala ve İkiz 2015), gıda (Başaran 2010, Çakırkaya ve Acar 2016), elektronik (Yıldırım ve Karaca 2013), metal (Zeyveli 2010) ve maden (Vapur vd., 2005, Elevli ve Behdioğlu 2006, Akçil 2014) gibi farklı sektörlerde istatistiksel kalite kontrol grafikleri kullanılarak süreçler kontrol edilmiştir.

Doğal taş sektöründe de kalite kontrol ile ilgili farklı araştırmacılar tarafından çalışmalar yapılmıştır. Saraç ve Özdemir (2003) mermer fayanslarının boyutlandırılmasında istatistiksel kalite kontrolü üzerinde çalışmış olup, düzenli olarak yapılan istatistiksel çalışmaların ve formların düzenlenmesinin kaliteyi etkilediğini belirlemişlerdir. Akçakoca ve diğ. (2006) mermer traverten fabrikalarında ürün kalitesinde oluşan problemler konusunu irdelenmişlerdir. Akkoyun (2006), kalite kontrol grafikleri oluşturmak için bir bilgisayar yazılımının geliştirilmesi ve mermer sektöründe denenmesi ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Ankara ve diğ., 2006, diskli blok kesme makinası ile kesilen Muğla Beyaz ve Sivrihisar beji mermer bloklarındaki levha kayıplarını Shewhart kontrol grafikleri ile belirlenmesini incelemişlerdir. Ankara ve Yerel (2008) çalışmalarında; doğaltaş levhalarının yüzey paralelliğini değişim kontrol grafikleri yardımıyla incelemiştir. Gürcan (2012) doğal taş standartlarındaki fabrika üretim kontrol sürecini incelemiş kalite kontrol süreçlerinin geliştirilmesi ve üretim sistemlerinin kontrol edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Bu çalışmada kalite kontrol grafiklerinden; Shewhart kontrol grafikleri kullanılarak, Afyonkarahisar' da faaliyet gösteren bir fabrikada iki farklı doğal taşın parlatma işlemi sonrası kalınlık ve parlaklık parametreleri dikkate alınarak, kalite kontrol grafikleri incelenmiştir. Elde edilen grafikler sayesinde doğal taşların kalınlık ve parlaklık ölçümlerindeki süreç kontrolü yapılmış ve kalitedeki olası sapmalar değerlendirilmiştir.

1. MALZEME VE YÖNTEM

Deneysel çalışmalarda, iki adet doğal taş örneği kullanılmıştır. Bunun için Afyonkarahisar'da faaliyet gösteren bir mermer fabrikasında

30x60x2 cm boyutundaki parlatma işlemine tabi tutulmuş plakalarda kalınlık ölçümleri yapılmıştır. Doğal taş örneklerinin kalınlık değerleri dijital kumpas yardımıyla 25 adet doğal taş örneğinde ölçüm yapılmıştır (Nazlı 2014). Her doğal taş örneğinde 5 noktadan ölçüm yapılmış ve kalınlık değerlerinin ortalamaları alınmıştır (Şekil 1).

Parlaklık ölçümünde Novo Gloss Trio marka Glossmetre kullanılmıştır (Şekil 2). Ebatlanmış doğal taş örneklerinin ortalama parlaklık değerinin belirlenmesi amacıyla, her bir plaka yüzeyinde 5 noktadan yapılan ölçümler kullanılmıştır.



Şekil 1. Kalınlık ölçümü görüntüsü



Şekil 2. Glosmetre cihazı ile ölçüm görüntüsü

Shewhart kontrol grafiğinde, hem örnek ortalamasının dağılımı hem de standart sapma veya değişim aralığına ait dağılımlar izlenir. Ortalama (\bar{x}) kontrol grafikleri; örnek ortalamalarının istenilen ortalamaya ya da genel

ortalamaya göre nasıl karşılaştırılacağını gösterir. Değişim aralığı (R) kontrol grafikleri; örnek içindeki bireysel gözlemlerin farklılığını belirler. Standart sapma (S) kontrol grafikleri; örnek standart sapmalarının ortalamaları ile ilişkili olduğu için bu grafikler alt grup dağılımlarının değişimini belirlemektedir (Demir ve Mirtagioğlu 2016). Shewhart kontrol grafiklerinde (\bar{x})-(R) veya (\bar{x})-(S) kontrol grafiği kullanılır (Ledolter ve Burrill 1999). Bunun nedeni ise örnek ortalamaları aynı olsa bile standart sapmalar veya değişim aralıkları büyük olursa süreç kontrol dışı olabilir.

\bar{x} - R Kontrol Grafikleri; \bar{x} -R grafik çifti istatistik kontrol durumunu ve süreçte meydana gelebilecek kaymanın büyüklüğünü belirlemek için kullanılabilir. Bu grafiklerin tasarımında maliyeti azaltmak için üretimden gelen tüm ürünlerin kontrolü yerine, belirli bir üretim miktarına ulaşıldıktan sonra belli bir miktar örnek alınmasına göre veya belirli zaman aralıklarında belli bir miktar örnek alınmasına göre yapılır (Demir ve Mirtakioğlu 2016).

\bar{x} -S Kontrol Grafikleri ise; \bar{x} ve R kontrol grafikleri en çok kullanılan kontrol grafikleridir. Ancak $n \geq 10$ olduğu durumda değişim aralığının etkinliği ve güvenilirliği azaldığından dolayı R kontrol grafiği yerine S kontrol grafiği kullanılır. Sınır çizgileri çizilirken kullanılan sabit faktör (A_2, D_3, D_4, B_3, B_4 vb.) değerleri Ek 1'de verilen "Kalite Kontrol Grafikleri Değişkenlikleri Çiziminde Kullanılan Faktörler" tablo yardımıyla elde edilmiştir. Ana kütle ortalaması ve standart sapması bilinmediği durumlarda \bar{x} kontrol grafiğinin kontrol sınırı; S kontrol grafiği kullanılır (Kartal 1999).

$$\text{Üst Kontrol Sınırı (ÜKS)} = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} \quad (1)$$

$$\text{Orta Çizgi (OÇ)} = \bar{\bar{x}} \quad (2)$$

$$\text{Alt Kontrol Sınırı (AKS)} = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} \quad (3)$$

Eşitlikleri kullanılarak düzenlenir (Burliskowska 2005).

Ana kütle veya örneklem içerisinde yer alan minimum ve maksimum değer arasındaki farka değişim aralığı denir ve R harfi ile gösterilir;

$$R = R_{max} - R_{min} \quad (4)$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır (Montgomery 2005). Her biri n birimden oluşan m tane örnek alındığında, R_1, R_2, \dots, R_m bu örneklerin değişim aralıkları olmak üzere değişim aralıkları ortalaması (\bar{R}) olarak hesaplanmaktadır (Şentürk 2002). Ana kütle standart sapması bilinmediği durumlardan R grafiğinin kontrol sınırları;

$$\text{ÜKS} = \bar{R} D_4 \quad (5)$$

$$\text{OÇ} = \bar{R} \quad (6)$$

$$\text{AKS} = \bar{R} D_3 \quad (7)$$

eşitlikleri ile belirlenir.

S kontrol grafiği; ana kütle standart sapmasının bilinmemesi durumunda, kontrol sınırları;

$$\text{ÜKS} = B_4 \bar{S} \quad (8)$$

$$\text{OÇ} = \bar{S} \quad (9)$$

$$\text{AKS} = B_3 \bar{S} \quad (10)$$

eşitlikleri yardımıyla hesaplanır (Kan 2005).

2. BULGULAR

2.1. Kalınlık Değerine Bağlı Kontrol Grafiklerinin İncelenmesi

Silim hattı sonrası plakalardan alınan her bir kalınlık ölçüm değerleri ile bu ölçüm değerlerinden elde edilen ortalama (\bar{x}), standart sapma (S) ve değişim aralığı (R) Çizelge 1'de verilmiştir. Örnekler için kontrol sınır değerleri verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır. Hesaplamalarda Ek-1'de verilen tablo yardımı ile $A_2:0,577$; $B_3:0$; $B_4:2,08$; $D_3:0$; $D_4:2,115$ olarak alınmıştır ve elde edilen kontrol sınır değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

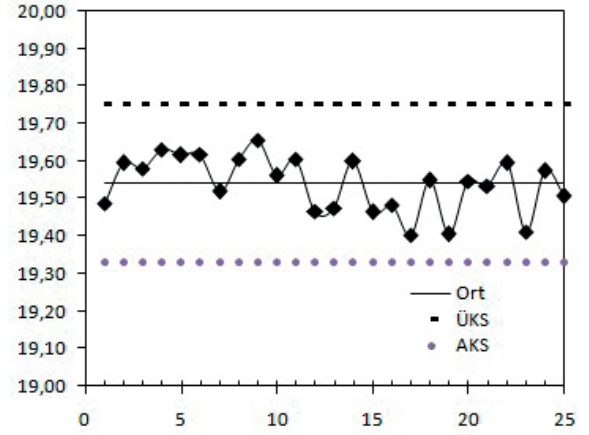
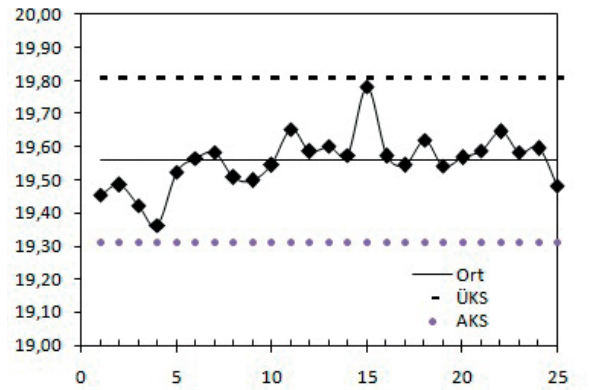
Çizelge 1. Kalınlık ölçümlerine (mm) ait ortalama \bar{X} , değişim aralığı R ve standart sapma S değerleri.

Afyon Şeker Örneği			Antalya Bej Örneği		
\bar{x}_i	R_i	S_i	\bar{x}_i	R_i	S_i
19,49	0,13	0,34	19,45	0,16	0,38
19,59	0,17	0,40	19,48	0,14	0,36
19,58	0,03	0,07	19,42	0,26	0,58
19,63	0,21	0,49	19,36	0,23	0,64
19,62	0,09	0,20	19,52	0,13	0,36
19,62	0,20	0,55	19,56	0,15	0,38
19,52	0,24	0,65	19,58	0,11	0,26
19,61	0,18	0,48	19,51	0,27	0,65
19,66	0,20	0,56	19,50	0,17	0,42
19,56	0,25	0,56	19,54	0,17	0,43
19,61	0,09	0,22	19,65	0,12	0,33
19,47	0,16	0,40	19,59	0,20	0,52
19,47	0,05	0,13	19,60	0,19	0,45
19,60	0,04	0,09	19,58	0,29	0,77
19,46	0,10	0,26	19,78	0,06	0,13
19,48	0,19	0,50	19,57	0,22	0,59
19,40	0,15	0,40	19,54	0,10	0,27
19,55	0,11	0,26	19,62	0,10	0,27
19,40	0,25	0,60	19,54	0,20	0,48
19,55	0,14	0,35	19,57	0,24	0,58
19,53	0,07	0,17	19,59	0,17	0,41
19,59	0,10	0,24	19,65	0,14	0,34
19,41	0,20	0,50	19,58	0,17	0,41
19,57	0,15	0,37	19,60	0,14	0,34
19,51	0,17	0,40	19,48	0,14	0,32

Çizelge 2. Kalınlığa ait kontrol grafiği sınır değerleri

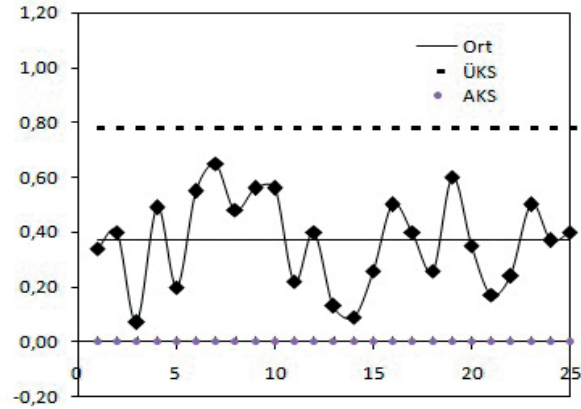
	Kontrol Sınırı	\bar{x}_i	R_i	S_i
	ÜKS	19,75	0,78	0,30
Afyon Şeker	OÇ	19,54	0,37	0,15
	AKS	19,33	0,00	0,00
	ÜKS	19,81	0,91	0,91
Antalya Bej	OÇ	19,56	0,43	0,43
	AKS	19,31	0,00	0,00

Çalışmada kalınlık değerlerine ait Shewhart kontrol grafiği standart kullanım yöntemi ile hesaplanmıştır. Tüm ölçüm değerleri \bar{x} kontrol grafikleri üzerinde işaretlenmiştir. Şekil 3'deki noktalar incelendiğinde, ölçümlerin kontrol sınırı içerisinde kaldığı görülmektedir. Antalya bej örneğine ait \bar{x} kontrol grafiği incelendiğinde 4. ile 15. örneklerin kontrol sınırlarına yaklaştıkları ve bu örneklerin ileriki süreçlerde kontrol dışına çıkabilme olasılıklarının olduğu söylenebilir (Şekil 4). \bar{x} kontrol grafiği sonucu olarak, kalınlık değerine ilişkin üretim sürecinin genel olarak kontrol altında olduğu gözlemlenmiştir. 25 örneklem değerinden hiçbirinin üst ve alt kontrol limitleri dışında olmadığı tespit edilmiştir.

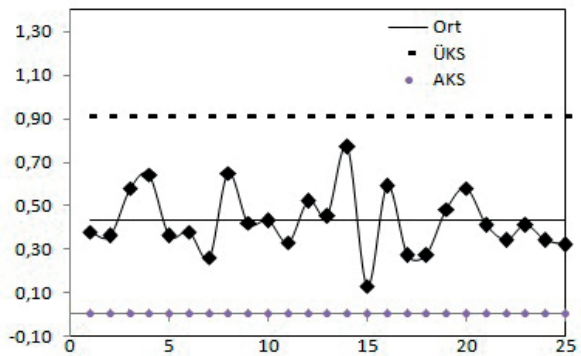
Şekil 3. Afyon Şeker ait \bar{x} kontrol grafiğiŞekil 4. Antalya Bej ait \bar{x} kontrol grafiği

Shewhart kontrol grafiği türünün değişim aralığı için hesaplanan kontrol grafiği Şekil 5 ve Şekil 6'da gösterilmiştir. Değişim aralığı (R) kontrol grafiklerinde dalgalanmaların yoğun olduğu

görülmektedir. Grafikler incelendiğinde, Afyon Şekere ait 3. ve 14. örneklerin alt sınıra yaklaştığı görülmektedir (Şekil 5). Şekil 6 incelendiğinde, Antalya bej örneğinin 14 ile 15 örneklerinde değişim aralığı değeri yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kalınlık değişimindeki bu dalgalanmaların, doğal taşların silim hattındaki kalibrasyon kafalarındaki ayardan ya da doğal taşın bünyesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kalibrasyon aşamasındaki kalınlık değerindeki değişimin daha önceki çalışmalarda belirtildiği gibi, önceki kesim işlemleri sırasında oluşan derin çizik ve yarıkların tam olarak uzaklaştırılmaması, kayaç özelliklerinin ve mineralojik özelliklerinin etkili olduğu belirtilmiştir (Kulaksız 2007, Gürcan 2011). Ayrıca; bu fabrikada her bir doğal taş türü için farklı soket ve abrasiv kullanılmaktadır. Bu tür faktörlerin dalgalanmalara neden olmasına rağmen, kontrol sınırlarını aşan bir durum olmadığı ve Shewhart kontrol grafiği sonucu üretim sürecinin kontrol altında olduğu tespit edilmiştir.

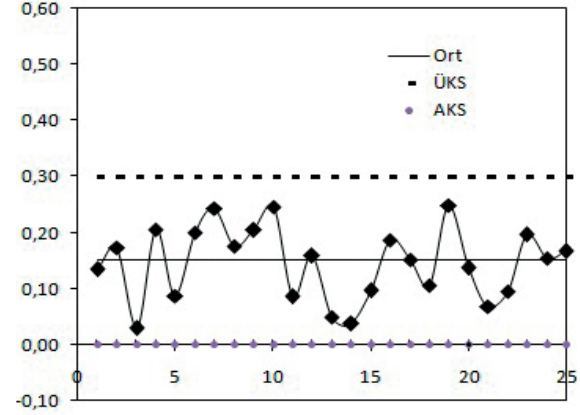


Şekil 5. Afyon şeker ait R kontrol grafiği

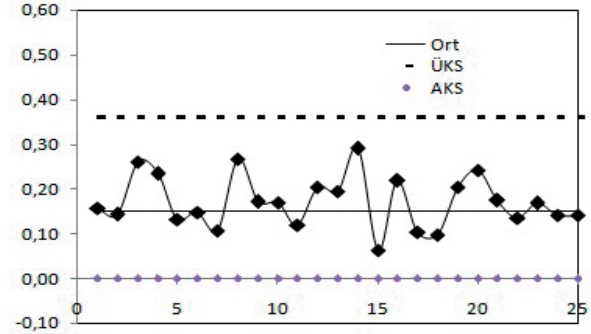


Şekil 6. Antalya bej ait R kontrol grafiği

Çalışmada kullanılan örneklerin standart sapma kontrol grafikleri incelendiğinde, değişim aralığı kontrol grafiklerindeki benzer şekilde dalgalanmaların olduğu görülmektedir. Ancak, standart sapma kontrol grafiklerindeki örneklerde kontrol sınırlarını aşmadığı tespit edilmiştir (Şekil 7 – Şekil 8).



Şekil 7. Afyon şeker ait S kontrol grafiği



Şekil 8. Antalya bej ait S kontrol grafiği

Kalınlık değerlerine bağlı Shewhart standart sapma kontrol grafiklerine göre sürecin kontrol altında olduğu belirlenmiştir. Ancak Afyon Şeker ve Antalya Bej örneklerindeki ölçüm değerlerindeki aşırı dalgalanma mevcuttur. Bu nedenle parlatma hattındaki kalınlık ayarlaması tekrar gözden geçirilmeli ve ölçüm için tekrarlı çalışmalar yapılmalıdır. Çünkü Antalya Bej örneği sedimanter kökenli bir kayaç olmasından dolayı ve silim hattında yer alan kalibrasyon kafalarında kullanılan doğal taşın göre farklı soketlerin kullanılması kalınlık sapmalarına neden olmaktadır.

2.2. Parlaklık Değerine Bağlı Kontrol Grafiklerinin İncelenmesi

Doğal taşların parlatılmasında yüzey kalitesi oldukça önemlidir. Parlatma işleminde yüzeyinde gözle görülebilecek yüzey bozuklukları da abrasivlerin taş yüzeyine homojen olarak temasını engellemektedir. Ayrıca, oksilit asit ($C_2H_5O_2$) içeren cila taşları, kalsiyum karbonatla ($CaCO_3$) reaksiyona girerek taşın yüzeyinde parlak bir film tabakasının oluşmasını sağlamaktadır. Bu nedenle daha iyi bir cila için parlatma işleminin titizlikle yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada, silim hattı sonrası plakaların parlaklık değerlerinden elde edilen ortalama (\bar{x}_i), standart sapma (S) ve *değişim aralığı* (R) Çizelge 3’de, kontrol sınır değerleri ise Çizelge 4’de verilmiştir. Çizelge 4’de ter alan kontrol sınırları hesaplanırlan Ek1’de verilen tablo yardımı ile $A_2:0,577$; $B_3:0$; $B_4:2,08$; $D_3:0$; $D_4:2,115$ olarak alınmıştır.

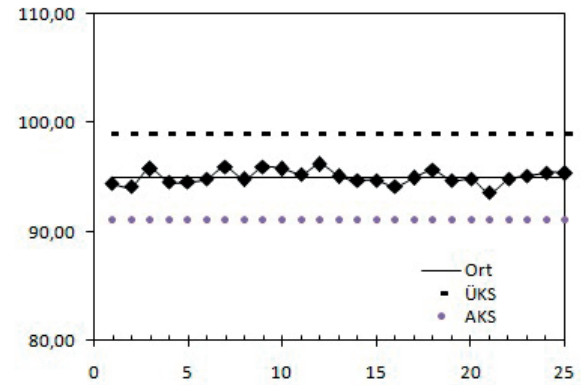
Çizelge 3. Parlaklık ölçümlerine (Gloss) ait ortalama \bar{x} , değişim aralığı R ve standart sapma S değerleri.

Afyon Şeker Örneği			Antalya Bej Örneği		
\bar{x}	R_i	S_i	\bar{x}	R_i	S_i
94,41	2,90	6,90	90,29	4,50	12,38
94,14	2,53	6,02	90,98	4,14	9,82
95,78	1,45	3,74	87,50	5,91	14,96
94,58	1,73	4,28	89,88	4,76	13,20
94,54	2,09	5,20	89,56	4,43	12,30
94,82	1,63	3,76	85,50	9,66	19,16
95,95	3,03	7,32	86,84	7,93	19,84
94,78	2,97	7,80	89,78	3,81	9,80
95,92	1,97	5,04	87,34	6,81	16,82
95,77	2,81	6,96	89,73	4,34	11,28
95,27	3,32	8,04	89,92	4,35	9,70
96,16	2,73	6,90	89,76	2,60	6,08
95,07	3,44	8,94	90,50	3,49	7,24
94,74	3,52	8,66	90,64	4,46	10,92
94,76	3,86	9,90	90,67	2,20	4,24
94,15	3,61	8,72	89,34	3,77	10,39
94,94	3,55	9,04	89,58	4,06	9,92
95,65	1,89	4,50	89,64	2,59	6,84
94,69	4,48	9,36	86,72	9,27	24,58
94,84	2,34	5,90	90,79	6,33	13,64
93,64	3,05	7,72	91,07	3,65	9,24
94,88	3,36	8,02	91,90	2,87	7,02
95,16	2,43	6,30	91,76	3,67	8,10
95,44	3,04	7,58	90,11	4,96	11,92
95,33	2,37	5,74	90,54	3,30	8,02

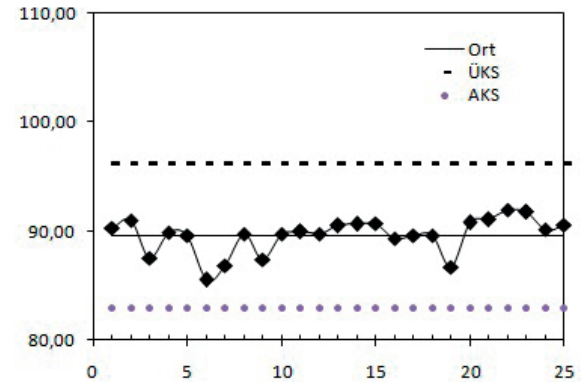
Shewhart kontrol grafiğine göre hesaplanan parlaklık değerlerine ait \bar{x} kontrol grafikleri incelendiğinde, ölçümlerin kontrol sınırı içerisinde kaldığı görülmektedir. Antalya bej örneğine ait x kontrol grafiğinde orta çizgiden sapmaların daha fazla olduğu gözlemlense de üretim sisteminde kontrol dışı bir durumun gerçekleşmediği tespit edilmiştir (Şekil 9-Şekil 10).

Çizelge 4. Parlaklığa ait kontrol grafiği sınır değerleri.

	Kontrol Sınırı	\bar{x}_i	R_i	S_i
Afyon Şeker	ÜKS	99,00	14,57	5,86
	OÇ	95,02	6,89	2,80
	AKS	91,04	0,00	0,00
Antalya Bej	ÜKS	96,25	24,31	9,85
	OÇ	89,61	11,50	4,71
	AKS	82,97	0,00	0,00

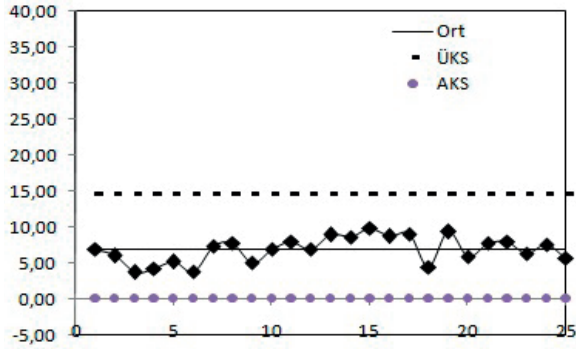


Şekil 9. Afyon şeker ait \bar{x} kontrol grafiği (Parlaklık)

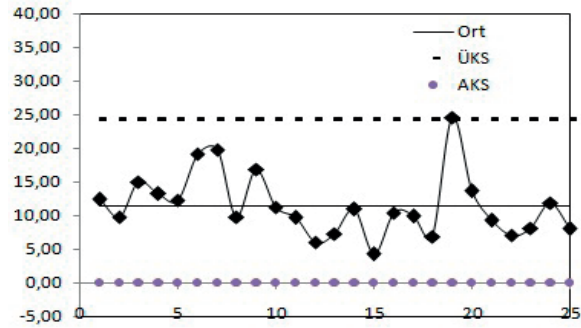


Şekil 10. Antalya bej ait \bar{x} kontrol grafiği (Parlaklık).

Shewart kontrol grafiği türünün değişim aralığı (R) kontrol grafiklerinde, \bar{x} ortalama grafiklerine görece daha fazla dalgalanmanın olduğu görülmektedir. Bu dalgalanmanın özellikle Antalya Bej örneklemesine ait 6. ve 7. örnek ile 18. ve 19. örneklerde değişim aralığı değerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu noktalardan 19 üst kontrol sınırını aşmıştır. Bu yüzden sürecin kontrolden çıkmasına neden olmaktadır (Şekil 11 ve Şekil 12).

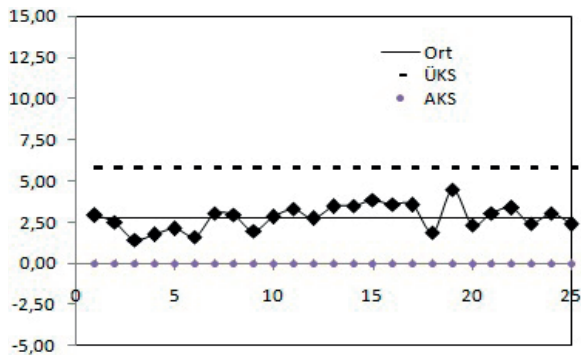


Şekil 11. Afyon şeker ait R kontrol grafiği (Parlaklık)



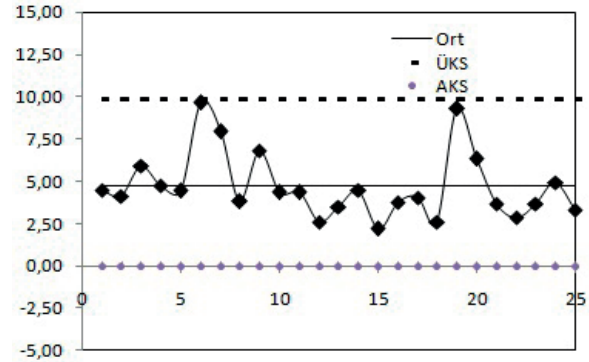
Şekil 12. Antalya bej ait R kontrol grafiği (Parlaklık)

Parlaklığa ait standart sapma kontrol grafiği üzerinde işaretlenen ölçüm değerlerine dayanarak sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir (Şekil 13).



Şekil 13. Afyon şeker ait S kontrol grafiği (Parlaklık)

Şekil 14'te parlaklığa ait standart sapma ölçüm değerleri grafik üzerinde işaretlenmiş ve bu değerlere göre sürecin kontrol altında olmadığı görülmüştür. Grafik üzerinde 6. ve 19. noktaların dışındaki tüm noktalar kontrol sınırları içerisinde yer almaktadır. Üst kontrol sınırı ile aynı noktada bulunan 6. ve 19. noktalar ise sürecin kontrolden çıkmasına neden olmaktadır.



Şekil 14. Antalya bej ait S kontrol grafiği (Parlaklık)

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türk doğal taş sektöründe artan ihracatın sürekliliğinin sağlanması için doğal taş işletmelerinin gerek ulusal gerekse uluslararası alanlarda yüksek rekabet yarışında yer almaları ile gerçekleşecektir. Bu yüzden, mevcut pazarları korumak ve geliştirmenin en sağlıklı yolu hammadde kalitesinin yanı sıra; fabrika üretim kontrollerinin yapılması ile sağlanacaktır. Günümüz koşullarında doğal taş işletmeleri varlıklarını ve karlılıklarını sürdürebilmek ve rekabet avantajı sağlayabilmek için kalite konusuna gereken önemi vermek zorundadırlar. Böylece, kaliteyi etkin ve verimli kullanarak gelişimlerini sürdürebileceklerdir.

Shewart kontrol grafiklerine göre, ortalama kontrol grafiğinin kontrol altında olması kalite özelliği açısından oldukça önemlidir. Ancak, bununla birlikte uygulamada çoğu kez standart sapma veya değişim aralığı kontrol grafiğine de ihtiyaç duyulur. Çünkü üretimde hem kararlılık hem de değişim durumunun kontrol altında olması gerekir (Başar ve Oktay 1999). Bu çalışmada, Shewart ortalama kontrol grafiklerinden elde edilen bulgulara göre üretim süreci, parlatma

sonrası kalınlık ve parlaklık değerleri bakımından bazı dalgalanmalara rağmen kontrol altındadır.

Shewhart kontrol değişim grafiği iki farklı doğal taş örneği dikkate alınarak incelenmiştir. Tüm örnek gruplarında değerler kontrol sınırları içerisinde. Kalınlık değerlerine bağlı Shewhart standart sapma kontrol grafiklerinin değişim aralığı kontrol grafiklerindeki benzer bir şekilde dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Ancak, standart sapma kontrol grafiklerindeki örneklerin kontrol sınırlarını aşmadığı tespit edilmiştir.

Parlaklık ölçüm değerlerine göre elde edilen kontrol grafikleri incelendiğinde, Antalya bej örneğinin değişim aralığı ve standart sapma kontrol grafiklerinde dalgalanmanın fazla olduğu ve sürecin kontrolden çıktığı görülmektedir. Antalya bej örneğinin parlatılması sırasında, silim hattındaki kalibrasyon kafalarında farklı soketler kullanılmıştır. Ayrıca, kayaç özelliklerine göre silim kafalarındaki abrasiv serisi de değiştirilmektedir. Antalya Bej örneği mikritik kökenli olup, yer yer silis katkılı ve kırık ve çatlak yapıya sahip bir kayadır. Bu yüzden kalite kontrol grafiklerinde dalgalanma fazla olmuştur. Bu tür değişimler heterojen bir yapıda olan doğal taşlar için tolere edilebilse de, süreçteki aksamalar (vardiya değişimi, makine arıza ve bakım süreçleri vb.) not edilmeli ve daha sonraki süreç kontrolüne bilgiler sunması sağlanmalıdır.

Her ne kadar çalışmada kullanılan doğal taşlar farklı kökene sahip olması ve dokusal farklılıklar nedeni ile belirli bir değişim beklenmesine rağmen, bu işletme için özellikle silim hattı üretim aşamasının kontrol edebildiği ve bazı dalgalanmalara rağmen etkili bir şekilde uygulandığı anlaşılmıştır. Tüm bu değerlendirmeler sonucunda kalınlık ve parlaklık değerinde görülen bu dalgalanmaların, üretim aşamasındaki kalibre, parlatma-cila işlemi, abrasiv türü, bant hızı gibi parametrelerdeki değişimler sonucu gerçekleştiği düşünülmektedir. Ayrıca, doğal taş örneklerinin fiziksel ve mineralojik özelliklerinden dolayı farklılıklar sergilemesi doğal karşılanmaktadır. Bu yüzden, doğal taş işletmelerinde üretimin başlangıcından nihai ürün eldesine kadar ki geçen süredeki her aşamada kalite kontrol grafikleri hazırlanarak, hataların nereden kaynaklandığının tespitinin yapılması üretim ve nihai ürünün kaliteli olmasını sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar çalışmada kullanılan doğal taş örneklerini sağlayan ÜMİT Mermer firmasına katkılarından dolayı teşekkür eder.

KAYNAKLAR

Akçakoca, H., Kaya, S. ve Ören Ö., 2006. Mermer-Traverten Fabrikalarında Ürün Kalitesinde Oluşan Problemler. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11, 132-140.

Akçil, A., 2014. Shewart, Cusum Ve Ewma Kontrol Grafiklerinin Bir Üretim İşletmesinde Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli, 141.

Akkoyun, Ö., 2006. Kalite Kontrol Grafikleri Oluşturmak İçin Bir Bilgisayar Yazılımının Geliştirilmesi ve Mermer Sektöründe Denenmesi. Geosound Yer Bilimleri Dergisi, 48-49.

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

Ankara, H., Yerel, S., 2008. Use of Range Control Charts in Determination of Variability in Surface Parallelisms of Plates. Journal of Scientific&Industrial Research. 67, 1078-1082.

Ankara, H., Yersel S., Ersoy, A. H., Konuk A., ve Yavuz, M., 2006. Diskli Blok Kesme Makinalarındaki Kayıpların Shewhart Kontrol Grafikleri ile Belirlenmesi. Türkiye V. Mermer ve Doğaltaş Sempozyumu, 421-430.

Ayhan, F., 2007. ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi ve Bir Alan Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Malatya, 155.

Başar, A., Oktay, E. 1999. Üretimde Kalite Kontrolü. 12. Bölüm. Uygulamalı İstatistik 1, 2., Aktif Yayınevi, Erzurum.

Başaran, N., 2010. Kalite İyileştirmede İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi ve Gıda Sektöründe Bir Uygulama. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, 76.

- Burliskowska, M.D., 2005. Quality Estimation Of Process With Usage Control Charts Type X-R And Quality Capability of Process Cp, Cpk. Journal of Materials Processing Technology, 162-163, 736-743.
- Burnak N., 1997. Toplam Kalite Yönetimi İstatistiksel Süreç Kontrolü. Osmangazi Üniversitesi Yayını, 222.
- Çakırkaya M., Acar Ö. E., 2016. Bir Üretim Hattında Meydana Gelen Hataların Önem Derecelerinin İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi ile Belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 13(36), 272-288.
- Demir, Y., Mirtağoğlu, H., 2016. Shewhart CUSUM ve EWMA Kontrol Grafiklerinin Makine Sanayine Uygulanması. YYÜ TAR BİL DERG (YYU J AGR SCI). 26(2): 254- 265.
- Elevli S., Behdioğlu S., 2006. İstatistiksel Proses Kontrolü Teknikleri İle Kömür Kalitesindeki Değişkenliğin Belirlenmesi. Madencilik, 4(3), 19-26.
- Gürcan, S., 2011. Metamorfik Kökenli Mermerlerin Parlatılmasında Mineralojik ve Petrografik Özelliklerin Etkisi. Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Gürcan, S., 2012. Doğaltaş Standartlarındaki Fabrika Üretim Kontrol Sürecinin İncelenmesi. 8. Ulusal Mermer Ve Doğaltaş Kongresi, Ed: B. Ersoy, A. Sarıışık, E. Özkan, G. Sarıışık, İ.C. Engin ve G.E. Güraksın , 559-564.
- Ledolter, J. Burrill, C.V., 1999. Statistical Quality Control Strategies and Tools for Continual Improvement. John Wiley & Sons. New York. 544.
- Kan, B., 2005. Verilerin Normal Dağılıma Sahip Olmaması Durumunda Kontrol Grafiklerinin Oluşturulması. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir. 105.
- Kartal M (1999). İstatistiksel Kalite Kontrolü. Şafak Yayınevi, Sivas.
- Kulaksız, S. 2007. Doğaltaş (Mermer) Maden İşletmeciliği ve İşletme Teknolojileri. TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını. Ankara,634 sf.
- Montgomery, D.C., 2005. Introduction To Statistical Quality Control. Fifth Edition, John Wiley And Sons Inc., United States of America, 392.
- Nazlı İ., 2014. Ebatlanmış Doğaltaşlarda Kalite Kontrol Grafiklerinin Oluşturulması. Bitirme Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon, 75.
- Özdemir, T., 2000. İstatistiksel Kalite Kontrol. A.Ü.F.F. Döner Sermaye İşletmesi Yayınları, Ankara, 300 sf.
- Paliska, G., Pavletic, D. And Sokovic, M., 2007. Quality Tools – Systematic Use In Process Industry. Journal Of Achievements In Materials And Manufacturing Engineering, 25, (1), 79-82.
- Saraç, S., ve Özdemir, G., 2003. Mermer Fayanslarının Boyutlandırılmasında İstatistiksel Kalite Kontrolü. 4. Mermer ve Doğaltaş Sempozyumu, Ed: M. Ersoy, 26 sf.
- Şentürk, S., 2002. Niceliksel Kalite Kontrol Grafiklerinin Varsayımlarının Sınanması ve Bir Uygulama. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,99.
- Topalidou, E. and Stelios, P. 2009. Review of Multinomial and Multiattribute Quality Control Charts. Quality And Reliability Engineering International, Volume: 25, 773 – 804.
- Trietsch, D. 1999. Statistical Quality Control - A Loss Minimization Approach, Series On Applied Mathematics. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Volume 10, Singapore.
- Vapur H. Bayat, O., Akyol F., 2005. Eti Gümüş A.Ş. Liç Prosesinde İstatistiksel Proses Kontrolü Uygulanması. Türkiye 19 Uluslararası Madencilik Kongresi ve Fuarı, 347-355.
- Yıldırım, H., Karaca, E., 2013. Üretim Sürecinde İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) Uygulamaları ve Elektronik Sektöründe Bir İnceleme. Öneri Dergisi, 10 (39), 77-87.
- Zeyveli, M., 2010. AISI H13 Sıcak İş Takım Çeliğinin İşlenmesinde Yüzey Pürüzlülüğünün Araştırılması ve İstatistiksel Proses Kontrol Metodunun Uygulanması. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26 (4), 379-386.

Ek 1: Kalite Kontrol Grafikleri Değişkenlikleri Çiziminde Kullanılan Faktörler (Burnak 1997)

n	A	A ₂	A ₃	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	C ₄	d ₂
2	2,121	1,880	2,659	0,000	3,267	0,000	2,606	0,000	3,686	0,000	3,267	0,798	1,128
3	1,732	1,023	1,194	0,000	2,568	0,000	2,276	0,000	4,358	0,000	2,575	0,8862	1,693
4	1,500	0,729	1,628	0,000	2,266	0,000	2,088	0,000	4,698	0,000	2,282	0,9213	2,059
5	1,342	0,577	1,427	0,000	2,089	0,000	1,964	0,000	4,918	0,000	2,115	0,9400	2,326
6	1,225	0,483	1,287	0,030	1,970	0,029	1,874	0,000	5,078	0,000	2,004	0,9515	2,534
7	1,134	0,419	1,187	0,118	1,882	0,113	1,806	0,204	5,204	0,076	1,924	0,9594	2,704
8	1,061	0,373	1,099	0,185	1,815	0,179	1,751	0,388	5,306	0,136	1,864	0,9650	2,847
9	1,000	0,337	1,032	0,239	1,761	0,232	1,707	0,547	5,393	0,184	1,816	0,9693	2,970
10	0,949	0,308	0,975	0,284	1,716	0,276	1,669	0,687	5,469	0,223	1,777	0,9727	3,078
11	0,905	0,285	0,927	0,321	1,679	0,313	1,637	0,811	5,535	0,256	1,744	0,9754	3,173
12	0,866	0,266	0,886	0,354	1,646	0,346	1,610	0,922	5,594	0,283	1,717	0,9776	3,258
13	0,832	0,249	0,850	0,382	1,618	0,374	1,585	1,025	5,647	0,307	1,693	0,9794	3,336
14	0,802	0,235	0,817	0,406	1,594	0,399	1,563	1,118	5,696	0,328	1,672	0,9810	3,407
15	0,775	0,223	0,789	0,428	1,572	0,421	1,544	1,203	5,741	0,347	1,653	0,9823	3,472
16	0,750	0,212	0,763	0,448	1,552	0,440	1,526	1,282	5,782	0,363	1,637	0,9835	3,532
17	0,728	0,203	0,739	0,466	1,534	0,458	1,511	1,356	5,820	0,378	1,622	0,9845	3,588
18	0,707	0,194	0,718	0,482	1,518	0,475	1,496	1,424	5,856	0,391	1,608	0,9854	3,640
19	0,688	0,187	0,698	0,497	1,503	0,490	1,483	1,487	5,891	0,403	1,597	0,9862	3,689
20	0,671	0,180	0,680	0,510	1,490	0,504	1,470	1,549	5,921	0,415	1,585	0,9869	3,735
21	0,655	0,173	0,663	0,523	1,477	0,516	1,459	1,605	5,951	0,425	1,575	0,9876	3,778
22	0,640	0,167	0,647	0,534	1,466	0,528	1,448	1,659	5,979	0,434	1,566	0,9882	3,819
23	0,626	0,162	0,633	0,545	1,455	0,539	1,438	1,710	6,006	0,443	1,557	0,9887	3,858
24	0,612	0,157	0,619	0,555	1,445	0,549	1,429	1,759	6,031	0,451	1,548	0,9892	3,895
25	0,600	0,153	0,606	0,565	1,435	0,559	1,420	1,806	6,056	0,459	1,541	0,9896	3,931

