



TR000036

## NÜKLEER YAKIT TEDARİK VE ÜRETİMİNDE KALİTE GÜVENCESİ SİSTEMLERİ

Şevket CAN

Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, İSTANBUL

### ÖZET

Kalite, bir ürünün veya hizmetin ifade edilen veya beklenen ihtiyaçları karşılayabilme yeteneğini oluşturan özellik ve karakteristiklerin tamamıdır. Kalite güvencesi, “bir ürün veya servisin istenen kalite şartlarını karşılamak üzere yeterli güveni veren planlanmış ve sistematik hareketlerin tamamı” olarak tarif edilir. Kalite kontrol ise kalite şartlarının yerine gelip gelmediğini test eden faaliyet ve tekniklerdir.

Kalite güvencesi bir sistemdir ve şu ana bileşenlerden oluşur: a) Şartnameler, müşteri istekleri ve kontratlar, b) kalite güvencesi programı, c) organizasyon ve sorumluluklar, d) tasarım ve tasarımın doğrulanması, e) malzeme özellikleri, malzeme kontrolü, belgeleme ve izlenebilirlik, f) üretim ve proses kontrol, g) kalite kontrol testleri, h) depolama, teslim, servise verme, yok etme, i) denetleme, doğrulama, düzeltici işlem, j) dokümanlar (kalite güvencesi elkitabı, ilgili prosedürler, spesifikasyonlar, talimatnameler), k) istatistik tekniklerin kullanımı.

Kalite Güvencesi sistemleri arasında Uluslararası Standardlar Örgütü'nün ISO-9000 serisi önemli bir yer tutar. ISO-9000 serisi TSE tarafından TS-ISO 9000 adıyla yayınlanarak uygulamaya konmuştur. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı da güvenlik klavuzları serisinden 50-SG-QA11 “Nükleer Yakıt Demetlerinin Tedarik, Tasarım ve Üretiminde Kalite Güvencesi” klavuzunu yayınlamıştır.

### ABSTRACT

Quality is the totality of features and characteristics of a product or service that bear on its ability to satisfy stated or implied needs. Quality control is activities and techniques used to fulfill the requirements of quality. Quality assurance is a system and its main components are requirements, QA program, organization and responsibilities, design and verification, material and its control, manufacturing and process control, inspections, audits, and documents: manuals, specifications, instructions.

Quality assurance systems are largely based on ISO 9000 series of the International Standards Organization. ISO 9000 series has been adopted and published by Turkish Standards Institute as TS-ISO 9000. International Atomic Energy Agency also published a guide (50-SG-QA11) “Quality Assurance in the Procurement, Design and Manufacture of Nuclear Fuel Assemblies” in safety guide series.

In this study the role of quality control in quality assurance systems, inspection and test plans and acceptance and nonconformance quality levels will be explained in relation to nuclear fuel procurement and production. Examples of applications in quality assurance systems based on ISO 9000 will be given.

## GİRİŞ

Bu bildirinin amacı nükleer yakıt tedarik işleminin aşağıdaki kısımlarında kullanılan Kalite Güvencesi sistemlerini izah etmek ve bu sistemlerle ilgili oluşturulmuş standartları tanıtmaktır:

- Nükleer Yakıt malzemeleri tedariki,
- Üretim prosesleri ve ürünleri:
  - UO<sub>2</sub> peleti,
  - Yakıt elemanı zarfı,
  - Yakıt elemanı,
  - Yakıt demeti

Kalite güvencesinin genel prensipleri ve nükleer yakıt tasarım ve üretimine uygulamaları, bir çok yayında ve özellikle IAEA yayınlarında anlatılmıştır [1-3]. Burada önce bazı tanımlarla başlayabiliriz:

**Kalite**, bir ürünün veya hizmetin ifade edilen veya beklenen ihtiyaçları karşılayabilme yeteneğini oluşturan özellik ve karakteristiklerin tamamıdır. Bu tanım kullanıma uygunluk, amaca uygunluk, müşteri tatmini, ihtiyaca uygunluk gibi kavramları da kapsar. **Kalite güvencesi**, “bir ürün veya servisin istenen kalite şartlarını karşılamak üzere yeterli güveni veren planlanmış ve sistematik hareketlerin tamamı” olarak tarif edilir. **Kalite kontrol** ise kalite şartlarının yerine gelip gelmediğini test eden faaliyet ve tekniklerdir.

Kalite kontrol veya inspeksiyon, vasıfları, değişkenleri, kalitatif ve kantitatif karakteristikleri tayin eder. İstatistik kalite kontrolde bir yığın içinde özelliklerin dağılımı, numune alma yöntemleri, ihtimaliyetler, doğrulama testleri, güvenilirlik dereceleri ve sınırları hesaplanıp belirlenir.

Kalite güvencesi bir sistemdir ve programın ana bileşenleri şunlardır:

- a) Şartnameler, müşteri istekleri ve kontratlar,
- b) kalite güvencesi programı,
- c) organizasyon ve sorumluluklar,
- d) tasarım ve tasarımın doğrulanması,
- e) malzeme özellikleri, malzeme kontrolü, belgeleme ve izlenebilirlik,
- f) üretim ve proses kontrolü,
- g) kalite kontrol testleri,
- h) depolama, teslim, servise verme, yok etme,
- i) denetleme, doğrulama, düzeltici işlem,
- j) dökümanlar:
  - kalite güvencesi elkitabı,
  - ilgili prosedürler,
  - spesifikasyonlar,
  - talimatnameler,
- k) istatistik tekniklerin kullanımı.

## KALİTE GÜVENCESİ SİSTEMLERİ

Kalite Güvencesi sistemleri arasında Uluslararası Standardlar Örgütü'nün ISO-9000 serisi, ABD'nin ANSI/ASQC90 serisi, ABD Savunma Bakanlığı'nın MIL-Q-9858, ABD Nükleer Düzenleme Komisyonu'nun (USNRC) 10-CFR-50 Ek.B'si, Kanada'nın CSA/N286 ve CSA/Z299 serisi sayılabilir. ISO-9000 serisi Türk Standardları Enstitüsü tarafından benimsenmiş ve TS-ISO 9000 adıyla yayınlanarak uygulamaya konmuştur. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı da güvenlik klavuzları serisinden 50-SG-QA11 “Nükleer Yakıt Demetlerinin Tedarik, Tasarım ve Üretiminde Kalite Güvencesi” klavuzunu yayınlamıştır.

ISO-9000 serisi standartlarda ve diğerlerinde kategori seçimi önemlidir. Hangi kategorideki programın uygulanacağı puanlama sistemi ile belirlenir. ISO-9000 standardının başlığı "Kalite Yönetimi ve Kalite Güvencesi Standartları - Seçim ve Kullanım Kılavuzu"dur. Adından da anlaşılacağı gibi ISO-9000 kendisi aslında bir tanımlama ve seçim kılavuzudur. Bu standardın amacı, a) temel kalite kavramları arasındaki farklılık ve ilişkilere açıklık kazandırmak ve b) kuruluş içi kalite yönetimi (ISO-9004) ve kuruluş dışı kalite güvencesi (ISO-9001, ISO-9002, ISO-9003) amaçları ile kullanılabilen kalite sistemleri ile ilgili standart serisinin seçim ve kullanım kurallarını belirlemek üzere yol göstermektir.

Kalite politikası bir kuruluşta, üst yönetim tarafından resmi olarak belirlenen kalite amaç ve yönüdür. Kalite politikası üst yönetim tarafından kabul edilen toplu politikanın bir parçasıdır. Kalite yönetimi genel yönetim fonksiyonunun kalite politikasını tesbit eden ve uygulayan bölümüdür. Kalite sistemi ise kalite yönetiminin uygulanması için gerekli olan kuruluş yapısı, sorumluluklar, prosedürler, prosesler ve kaynaklardır.

ISO-9004 kalite yönetimi amaçları için kuruluşlara yol gösterir. Tamamen kuruluş içi faaliyetler için kullanılır, sözleşmeli işlerde referans alınmaz. ISO-9001, ISO-9002 ve ISO-9003 sözleşmeli durumlarda kuruluş dışı kalite güvencesi amaçları için kullanılmaktadır. Müşteri ve tedarikçi ISO-9000 standardında tanımlanan seçim kriterlerini inceleyerek kalite standartlarından hangisinin sözleşmeye daha uygun olduğunu ve eğer varsa özel değişikliklerin neler olabileceğini belirleyebilirler.

Üç standart belirli kalite sistemi elemanları, ürün ve hizmet için tedarikçiden istenilen fonksiyon ve kuruluş yeterliliğine göre üç farklı model olarak gruplandırılmıştır.

- a) ISO-9001, belirlenen isteklere uygunluğun tedarikçi tarafından, tasarım ve geliştirme, üretim, tesis ve hizmet gibi aşamalarda sağlanması gerektiği durumlarda kullanılır.
- b) ISO-9002, belirlenen isteklere uygunluğun tedarikçi tarafından, üretim ve tesis sırasında sağlanması gerektiği durumlarda kullanılır.
- c) ISO-9003, belirlenen isteklere uygunluğun tedarikçi tarafından, sadece son muayene ve deneylerde sağlanması gerektiği durumlarda kullanılır.

Hangi kategorinin seçileceği aşağıdaki faktörlere 0-4 arasında puan verilerek belirlenir:

- 1) Tasarım proses karmaşıklığı,
- 2) Tasarım doygunluğu,
- 3) Üretim proses karmaşıklığı,
- 4) Ürün veya hizmet özellikleri,
- 5) Ürün veya hizmet güvenliği,
- 6) Ekonomi

Toplam puan	0-3 arasında ise	standart gerekmez.
	4-7	ISO-9004
	8-12	ISO-9003
	13-17	ISO-9002
	18-24	ISO-9001

Nükleer yakıt ile ilgili durumlarda eğer yakıt tasarımı yeni değilse veya reaktörün ilk yüklemesi değilse yada prototip bir yakıt test reaktöründe kullanılıyorsa ISO-9002, diğer bütün hallerde ISO-9001 kullanılması gerekir.

ISO-9000 serisi standartların diğer kalite güvencesi standartlarıyla karşılaştırması Tablo-1'de verilmiştir.

## KALİTE SİSTEMİ ELEMANLARINDAN BAZILARI

Başarılı bir Kalite Güvencesi programı için başlangıcından itibaren bir sisteme ihtiyaç vardır. Bir endüstriyel şirkette kesinlikle hiç bir sistem, üst yönetimi şirketin politika ve amaçlarını açıklıkla ortaya koymadıkça ve bu organizasyondaki herkes tanımlanan amaçlara göre kişisel sorumluluk ve yetki taşımadıkça, başarılı olamaz. Kısaca *Kalite Güvencesi üst yönetimden başlar*.

En düşük kategori dışındaki Kalite Güvencesi programları iyi dökümanite edilmişlerdir. Üst yönetimin rolünün ve niyetlerinin tanımlandığı doküman Kalite Güvencesi elkitabıdır.

### A) KALİTE GÜVENCESİ ELKİTABI

ISO-9001, ISO-9002 ve ISO-9003 standartları ve eşdeğerleri, aşağıdaki 3 temel konuyu kapsayan Kalite Güvencesi elkitabı hazırlanmasını zorunlu kılar:

- \* Yönetimin sorumlulukları,
- \* Program Prosedürleri (ISO-9001 ve ISO-9002)  
veya Program Tanımlamaları (ISO-9003),
- \* Elkitabı tetkiki.

Elkitabı ya bir tesise özel ya da bir ürüne veya ürün grubuna özel olarak hazırlanır. Elkitabı sözleşmeye temel bir dokümandır ve ciddi olarak dikkate alınmalıdır. Eğer ISO-9001 veya ISO-9002 uygulanıyorsa, elkitabı müşteriye sunulup tetkik ve kabul edilmedikçe, sözleşme imzalanamaz. Elkitabından önemli sapmalar, tedarikçiye karşı yasal işlemlerin yolunu açar.

### Yönetimin Sorumluluğu ve Organizasyon

Yönetimin sorumluluğu bir çok alanda açıklıkla tanımlanmıştır. Aşağıdakiler en önemlilerini oluşturur:

Yönetim politikaları: Üst yönetim, Kalite Güvencesi elkitabında, kaliteye ait işlerde kendi pozisyonunu tanımlamak ve ifade etmek zorundadır, yani kalite konularında genel stratejiyi ve amaçları.

Yönetim tetkiki: Üst yönetim, Kalite Güvencesi programının durumunu ve ulaştığı noktaları düzenli olarak tetkik eder. Bu tetkik daha alt yönetim kademelerine göçerilemez.

Eğitim ve bilinçlendirme: Kuruluşlar her zaman kurs, işbaşı eğitimi, seminer, vb düzenlerler. *Eğitim* çalışanların işini doğru yapmasına yardımcı olmak üzere teknik bilgi ve tecrübelerinin artırılması faaliyetidir. *Bilinçlendirme*, sorumluluğu, amaçların kavranmasını ve motivasyonu ifade eder.

Organization: Her ne kadar *mükemmel organizasyon* yoksa da kalite ve kalite güvencesi için uygulanan bazı prensipler vardır. Şunlar zorunludur:

- \* Organizasyonda belirgin idari ve teknik bağlılık ve sorumluluk hatları çizilir.
- \* Kalite ile ilgili personelin yetki ve sorumlulukları tanımlanır. Bu personel
  - işi yöneten ve yapan,
  - ürünün şartnameye uygunluğunu belirleyendir.Yani kalite sadece bir grubun (Kalite Güvencesi şubesinin) sorumluluğu değildir, *kalite herkesin sorumluluğudur*.
- \* İlgili ve yetki çakışmaları ortadan kaldırılır:
  - Kalite Güvencesinden sorumlu olan personel maliyet ve üretim baskısı altında olmamalıdır.
  - Muayeneler bağımsız olmalıdır. Bu genel olarak şunu ifade eder: İnspektör ve operatör farklı kişilerdir ve inspektör operatörün amirine bağlanamaz. Eğer bu

fonksiyonel ilişki ve kombinasyon mevcutsa bazı özel şartların da karşılanması zorunludur.

\* Atanan yönetim temsilcisi, kalite ile ilgili işleri çözmekle yetkilendirilir; temsilci üst yönetime bağlıdır; tasarım, geliştirme, tedarik, üretim ve satışlardan bağımsızdır. Tedarikçi, ifade edilen politika ve amaçlar ile ilgili bu grupların herbirinin etkinliğini düzenli olarak tetkik etmelidir. Özellikle kalite organizasyonu içinde tedarikçinin aşağıdaki kategorilerde personel sağlaması gereklidir:

- (a) Muayene ve test elemanı, değişik testleri yapar;
- (b) Teknik eleman, satınalma, üretim, denetleme muayene ve testlerine ve enstrüman ve ölçü aleti kalibrasyonlarına teknik destek sağlar;
- (c) Kalite mühendisi, kalite sisteminin ve bu sistemi destekleyen donanım ve yazılımın tasarımını yapar;
- (d) Denetim elemanı, kalite sisteminin bütün kısımlarında uygulamanın etkinliğini güvenceye almak için düzenli ve belirlenmiş denetimleri yapar.

## ***B) PROSEDÜRLER ELKİTABI***

Genel tedarik planında tanımlanan her bir kalem mal ve hizmet takip edilecek detaylı prosedürleri içerir.

## ***C) MUAYENE ve TEST PLANI***

Bütün malzemeler için gelişte, proses sırasında ve paketlenmeden önce son yapılan muayene prosedürlerini tanımlar.

Üretimin her kademesinde gerekli olan muayene ve testler için çok detaylı bir yol haritasıdır. Plan muayene tiplerini, kabul kriterlerini ve gerekli dokümanları tanımlar.

Bütün bu dokümanlar, üretim başlamadan önce tedarikçinin kalifikasyonu işleminin bir parçası olarak müşterinin tetkikine ve kabulüne tabidir.

## ***D) SİSTEM FONKSİYONLARI***

Prosedürler elkitabı, sistem fonksiyonlarını detaylı olarak dokümanlandırır. Örnek sistem fonksiyonları:

Sözleşme tetkiki,

Doküman kontrolü,

Ölçüm ve test cihazları,

Satınalma,

Proses sırasında muayene,

Kalite kayıtları,

Uygunsuzluk,

Düzeltilici işlem,

.... ve benzerleri

## ***E) KALİTE VERİFİKASYONU***

Kalite güvencesi sisteminde, kalite mühendisliği veya kalite planlama, müşterinin şartnamelerinin karşılanacağını güvenceye almak üzere sistem ve prosedürleri sağlar; muayene ve kalite kontrol ise müşterinin kalite şartnamelerinin karşılandığını kanıtlanmasını sağlar. Muayene kalite güvencesinin önemli bir aletidir. Muayene kaliteyi güvenceye alamaz, fakat kaliteye erişilip erişilmediğini kanıtlar.

Kalite verifikasyon sistemi şu durumlar için gereklidir:

\* Ölçüm ve test cihazları,

\* Kalifiye muayene personeli.

Malzeme ve ürünün kalite verifikasyonu şu durumlarda gereklidir:

- \* Belirlenen şartların karşılandığını kanıtlamak üzere giriş, proses sırasında ve son montajda muayene,
- \* Muayene durumunun korunması,
- \* Uygunsuzlukların belirlenmesi ve kontrolü,
- \* Tanımlama ve izlenebilirliğin kanıtlanması ve sürdürülmesi.

Bu belgelerin ortaya koyduğu esas ve tanımlarda, Kalite Güvencesi sistemi olmadıkça teknolojiden bahsedilemez, hassas yüksek teknoloji gerektiren nükleer yakıt teknolojisi ise Kalite Güvencesi olmadan hiç düşünülemez.

## KALİTE GÜVENCESİNDE İSTATİSTİK KULLANIMI

Bu kısımda proses kalifikasyonu, inspeksiyon ve test planları, kabul edilebilir ve reddedilir kalite seviyeleri anlatılacaktır.

Muayenede değişkenler - vasıflar, kantitatif değerler - kalitatif karakterler, örnekleme - %100 muayene gibi karşıt durumlar gözönünde bulundurulur.

Bir partinin tamamının kontrolü yerine pratik ve ekonomik sebeplerle bütünü temsil eden numuneler ile çalışılır. Burada muayenenin istatistik karakteri ortaya çıkar.

Bir dağılıma ait elde bulunan birçok veriyi belli bir şekilde yorumlamaya ihtiyaç duyulur. Bunlar istatistik araçlar kullanarak yorumlanabilir. Başlıca araçlar:

Veri özetleme yöntemleri: frekans dağılımı, histogram, merkezi eğilim ölçüleri (ortalama, medyan, mod), dağılım ölçüleri (standart sapma, varyasyon katsayısı)

İhtimaliyet dağılımları: Karakteristiğin gerçek değerinin belli limitler arasında bulunma ihtimalini ifade edenler (normal dağılım, Poission dağılımı); veri analiz güvenilirliği ile ilgili faktörler ( $t$ ,  $F$ ,  $\chi^2$ )

İstatistik hesap bir numunenin dağılım parametresi içindeki değerini tahmin etmek için analizleme prosedir [4]. Güvenilirlik aralığı bir dağılım parametresinin doğru değerini de içeren değerler aralığıdır. Güvenilirlik seviyesi ise dağılım parametresinin değerinin doğru olma ihtimaliyetidir. Şekil-1'de normal dağılım ile standart sapma ( $\sigma$ ) ve güvenilirlik seviyesi ( $\gamma$ ) ilişkileri gösterilmiştir.

Bir yığını temsil etmek üzere alınacak numunenin büyüklüğü işletme karakteristikleri eğrisi dikkate alınarak belirlenmelidir (Şekil-2). Bu şekillerde  $y$  eksenini  **Kabul ihtimali**  ve  $x$  eksenini de  **kusur ihtimali** dir.  $p_1$  kabul edilebilir kusur ihtimali ni ( $\alpha$  üreticinin riski),  $p_2$  reddedilebilir kusur ihtimalini ( $\beta$  tüketicinin riski) ifade eder.

**Lot Kabulü**, numune alma planı ve muayene test planına göre yapılır. Kullanılan en önemli standartlar MIL-STD 414 ve MIL-STD 105D (sivil versiyonları, sırayla, ANSI/ASQC Z1.9 ve Z1.4) standartlarıdır. Lot büyüklüğüne göre muayene için alınacak numune büyüklüğü (iki karaktere göre: vasıflar ve değişkenler) Şekil-3'de gösterilmiştir.

Kabul edilebilirlik sabiti ( $k$ ) önemli bir parametredir. İki taraflı ve tek taraflı analize göre ifade edilmektedir. Bir ihtimaliyet olan  $k$  faktörü, verilen bir güvenilirlik seviyesinde ( $\gamma$ ) normal dağılımın en az  $P$  oranı kadarı  $\mu+k\sigma$  değerinden az (veya  $\mu-k\sigma$  değerinden çok) olacaktır. Burada  $\mu$  ve  $\sigma$ , sırasıyla, numune büyüklüğüne ( $n$ ) göre hesaplanan ortalama ve standart sapmadır. İki taraflı faktör  $\mu\pm k\sigma$  değerini kapsar.  $k$  faktörü eğrileri Şekil-4'de gösterilmiştir, ilgili tablolar Ref[7] Ek II sayfa 36-37'dedir.

Bir üretim prosesinde kalite güvencesinin diğer önemli bir elemanı proses yetenek ve

kalifikasyon planı ve testidir. İstatistik proses kontrolde *proses yeteneği*  $6\sigma$  almır. Eğer bir proses nominal spesifikasyonda merkezlenmiş ve normal ihtimaliyet dağılımına uyuyorsa, ürünlerin %99.73'ü nominal spesifikasyonun  $\pm 3\sigma$  içinde kalır. Böyle bir prosese istatistik kontrol halinde çalışmaktadır denir.

## NÜKLEER YAKIT TEDARİK VE ÜRETİMİNDE KALİTE GÜVENCESİ

Yakıt tedariki ISO-9001 veya ISO-9002'de anlatılan aşağıdaki program elemanları gruplarına göre işleme tabi tutulur:

- Tedarik (seçim, altsözleşme şartnameleri, tetkikler, alttedarikçi incelemeleri, altsözleşme düzeltmeleri),
- Tanımlama ve izlenebilirlik,
- Taşıma ve depolama,
- Uygunsuzluk.

Tedarikçi (yakıt üreticisi), son ürün için malzeme ve parçaların bir kısmını alttedarikçilerden temin edebilir. Tedarikçi/alttedarikçi ilişkisi tedarikçi/müşteri ilişkisine benzerdir.

Tedarik için malzeme özelliklerini önceden tanımlayan dokümanlar spesifikasyonlardır. Tasarım prosesinden gelen (malzeme özellikleri hakkında sınırlı değerler) şartnameler Teknik Spesifikasyonları oluşturur. Yakıt üreticisi (tedarikçi) malzeme tedariki maksadıyla ilgili teknik spesifikasyonlardan türeterek Satınalma Spesifikasyonlarını çıkarır ve burada malzeme özelliklerinin gereken uyumuna dikkat eder.

Her kategorideki standart, malzemenin tanımlanmasını (kodlanmasını) gerekli kılar: Malzemenin her parça veya miktarı, bir spesifikasyona veya bir çizime göre adlandırılmalıdır. Adlandırma sisteminin bir parçası olarak tedarik edilen bütün malzemeler "malzeme kontrol alanı"ndan geçer, burada muayene edilir ve depolanır.

Kalite güvencesi aynı zamanda izlenebilirliği zorunlu kılar. Malzemenin her parça veya miktarı bir lot olarak izlenebilmelidir. Lot aynı tanımlamaya ve aynı geçmişe sahip malzemeyi ifade eder (ısıtım işlem fırınının bir yüklenmesi olan zirkaloy, bir indirgeme fırını ürünü  $UO_2$  tozu, bir kampanyada üretilen peletler).

Eğer bir reaktörde bir yakıt demetinde bir problem çıkarsa, dokümanların geriye doğru izlenmesi ile bu demetlerin üretildiği  $UO_2$  tozuna kadar gidilebilir.

Nükleer yakıt tedarik çevrimine dahil her kademedeki giren, proses edilen ve son ürün olan malzemelere ait detaylı spesifikasyon ve test prosedürü gereklidir. Örnek olarak bir Zirkaloy boru spesifikasyon şartnameleri özeti Tablo-2'de verilmiştir. Şekil-5'de tıpa kaynak prosesinin istatistiksel derecelendirilmesi şematik olarak gösterilmiştir, x kaynaktaki boşlukları ifade etmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] IAEA, "Quality Assurance and Control in-the Manufacturing of Metal-Clad  $UO_2$  Reactor Fuels", Technical Report Series No.173, IAEA, Viyana, 1976.
- [2] IAEA, "Guidebook on Quality Control of Water Reactor Fuels", Technical Report Series No.221, IAEA, Viyana, 1983.
- [3] IAEA, "Quality Assurance in the Procurement, Design and Manufacture of Nuclear Fuels Assemblies - A safety Guide", Safety Series No. 50-SG-QA11, IAEA, Viyana, 1983.
- [4] JURAN, J. M., "Quality Control Handbook", 3rd ed., 1979.

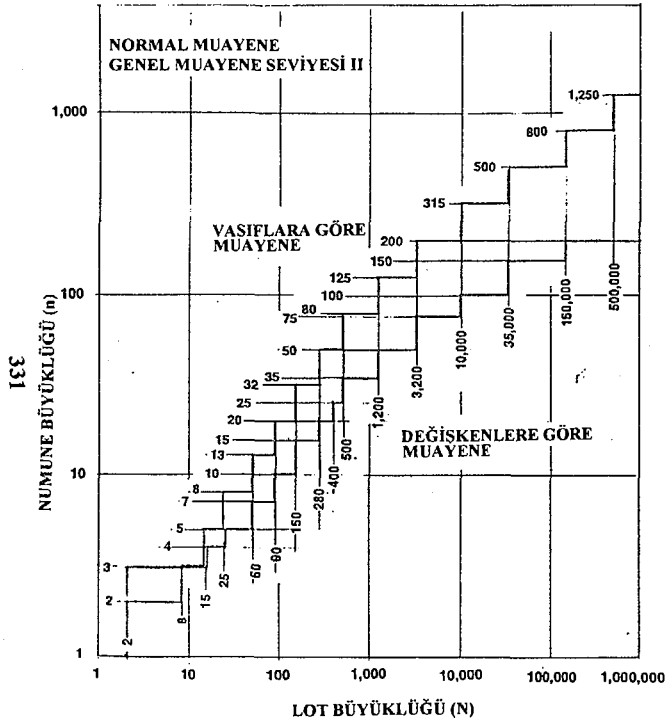
**Tablo-1. ISO-9000 serisinin diğer kalite güvencesi standartlarıyla karşılaştırması**

ISO-9001	BS-5750P.1 CSA/Z299.1	Kalite Sistemleri. Kısım 1: Tasarım, Üretim Ve Kuruluş için Spesifikasyon Kalite Güvencesi Programı - Kategori 1
ISO-9002	BS-5750,P.2 CSA/Z299.2	Kalite Sistemleri. Kısım 2: Üretim ve Kuruluş için Spesifikasyon Kalite Güvencesi Programı - Kategori 2
ISO-9003	ANSI/ASQC C1 BS-5750,P.3 CSA/Z299.3	Kalite Programı Genel Spesifikasyonları Kalite Sistemleri. Kısım 3: Son Muayene ve Test için Spesifikasyon Kalite Güvencesi Programı - Kategori 3

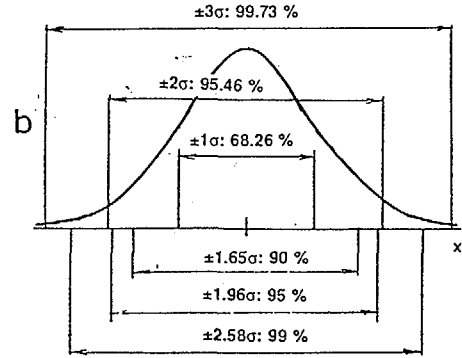
**Tablo-2. Zirkaloy Boru Spesifikasyon Şartnamesi Özeti**

Şartname		Gerekçe ve dikkat noktaları
Kimyasal bileşim		Fiziksel ve fizikokimyasal temel özellikler, yanma, bor eşdeğeri
Mukavemet		Zarf mukavemeti, fisyon ürünü muhafazası
Uzama		Kusur olmadan zarf uzaması, zarf mukavemeti
Korrozyon direnci		Kalan kalınlık (mukavemet, bütünlük)
Tane büyüklüğü		Mekanik özellikler ve üniformluk
Hidrür yönelmesi		İç yapı, çatlama direnci
Malzeme kusuru		Zarf mukavemeti, zarf bütünlüğü
Boyutlar	Dış Çap	Toplam eleman boyutları
	t	mukavemet, ısı transferi, yanma
	OD+t, ovallik	Zarf/pelet radyal açıklığı, Uzun bombeleşmeler, U içeriği
Doğruluk		Demet geometrisi, ısı transferi
Bitiş yüzeyi		Isı transferi, basınç düşüşü, yerel uzamalar

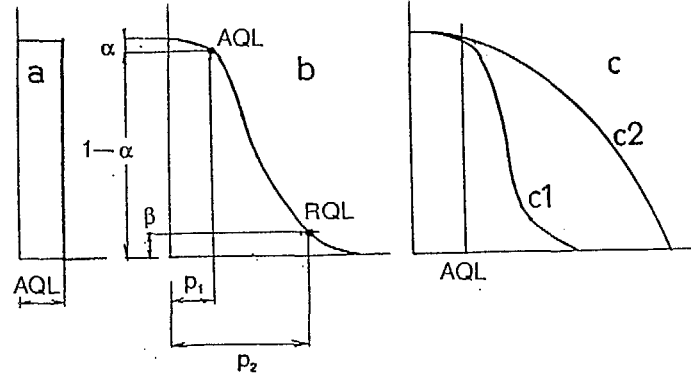




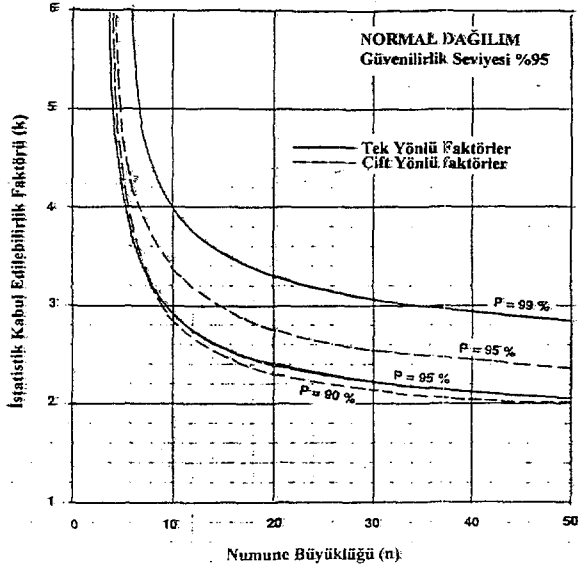
Şekil 3. MUAYENE İÇİN NUMUNE BÜYÜKLÜĞÜ



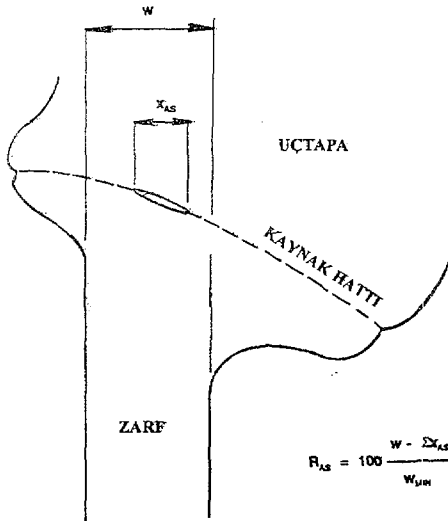
Şekil 1. NORMAL DAĞILIM  
(standart sapma ve güvenilirlik seviyeleri)



Şekil 2. İŞLETME KARAKTERİSTİK EĞRİLERİ  
a) İdeal şekil, b) üretici ve tüketici riskleri  
c1) iyi dengelenmiş, c2) kötü dengelenmiş



Şekil 4. İSTATİSTİK KABUL EDİLEBİLİRLİK FAKTÖRÜ



Şekil 5. ZARF/UÇTAPA KAYNAĞI DERECELENDİRİLMESİ