

## CNC TEZGAHLARININ BAKIM VERİLERİNİN İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRMESİ

Arş. Grv. Erkan ÖZTÜRK  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
erkan.ozturk@omu.edu.tr

Doç. Dr. Sermin ELEVİLİ  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
sermin.elevli@omu.edu.tr

### Özet

Rekabetin arttığı günümüz dünyasında, tüm çabaların mümkün olan en düşük maliyetle üretim hedeflerinin karşılanmasına odaklanması, mevcut makine/ekipmanlardan maksimum faydanın sağlanmasına dönük ihtiyacı belirginleştirmiştir. Bu kapsamda hazır bulunma (availability), güvenilirlik (reliability) ve bakım kolaylığı (maintainability) analizleri söz konusu ihtiyacın karşılanmasında yararlanılacak temel araçlar durumuna gelmiştir. Bu çalışmada traktör ve iş makineleri kabini üreten bir işletmede kullanılmakta olan 4 adet CNC tezgahı için güvenilirlik, bakım kolaylığı ve hazır bulunma değerleri hesaplanmıştır. İstatistiksel analiz aşamasında öncelikle arıza ve tamir verilerinin olasılık dağılımlarından (Üstel, Lognormal, Normal, Weibull) hangisine uyduğu tespit edilmiştir. Daha sonra verilere uyan dağılımın parametreleri kullanılmak suretiyle tezgahlar için ayrı ayrı güvenilirlik ve bakım kolaylığı fonksiyonları elde edilmiştir. Son olarak hazır bulunma oranları hesaplanmış ve tezgahlar bu üç kriter bazında karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre arıza ve tamir verilerinin Weibull ve Lognormal dağılıma uygunluk gösterdiği anlaşılmıştır. Bu dağılımlara göre yapılan hesaplamalar neticesinde CNC-3'ün hem güvenilirlik hem de bakım kolaylığı açısından en iyi durumdaki tezgah olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca tezgahların tamamının %99'un üzerinde hazır bulunmaya sahip olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Güvenilirlik, Bakım Kolaylığı, Hazır Bulunma, Olasılık Dağılımları

### STATISTICAL EVALUATION OF MAINTENANCE DATA FOR CNC LATHES

### Abstract

In today's competitive world, the need to maximum utilization of available machines/equipments became more important due to the goal of achieving as possible as lowest production cost. In this scope, the analysis of availability, reliability and maintainability became essential tools in order to reach at this goal. In this study, reliability, maintainability and availability calculations were accomplished for four CNC machines used in the factory of tractor cabins. At the statistical

analysis stage, failure and repair data were examined to find the suitable probability distributions (exponential, lognormal, normal, weibull). Reliability and maintainability functions for each CNC machine were then obtained based on the best fitted probability distribution. Finally, availability values were calculated and machines were compared based on these three criteria. According to results of analysis, failure and repair data best fits to Weibull and Lognormal distributions respectively. Based on these distributions, CNC-3 was found as having best operation characteristics among the CNC machines in terms of reliability and maintainability. Besides, all of the CNC machines have availability values over 99%.

**Keywords:** Reliability, Maintainability, Availability, Probability distributions

## 1. Giriş

Bakım ve üretim faaliyetlerinin planlanmasında yaygın olarak kullanılan bir ölçüt olan hazır bulunma (availability), bir makinenin gerektiği zaman memnun edici düzeyde çalışma olasılığını ifade etmektedir. Hazır bulunmanın artması ile birlikte makinenin üretimde geçirdiği süre artacak ve buna bağlı olarak kayıp zaman maliyeti azalacaktır. Kullanım oranı olarak ta adlandırılmakta olan hazır bulunma, hem güvenilirliği (reliability) hem de bakım kolaylığını (maintainability) birleştiren bir kavramdır. Güvenilirlik, bir makinenin belirli bir zaman aralığında çalışma olasılığı iken, bakım kolaylığı arızalanan bir makinenin belirli bir zaman aralığında tekrar çalışabilir hale getirilme olasılığını ifade etmektedir (Jolly ve Wadhwa.,2004).

Bir makinenin güvenilirliği yüksek olmayabilir ancak arızalandığında hızlı bir şekilde tamir edilebiliyor ise hazır bulunma oranı yüksek olacaktır. Bu nedenle, bir makinenin çalışır kalabilmesinin önemli olmasının yanı sıra, makinenin bakımının da kolay, hızlı ve makul bir maliyet aralığında olması arzu edilen bir durumdur.

Bir üretim faaliyeti, her biri özel faaliyetleri gerçekleştirmekte kullanılan farklı tip makine-ekipmanlardan oluşmakta ve çoğunlukla seri bağlı bir sistem şeklinde çalışmaktadır. Böyle bir sistemin güvenilirliği bütün alt sistemlerinin fonksiyonlarını yerine getiriyor olmasına bağlıdır. Bakım, beklenmeyen arızaları ve olası duruşları mümkün olduğu kadar önlemek veya kontrol altına almak amacıyla yapılan işlem ve faaliyetlerin tümü olarak tanımlanmaktadır (Elevli., 1996). Bu haliyle sistem güvenilirliğini artırmak suretiyle üretimin planlara göre yürütülebilmesindeki etkisi nedeniyle üretim faaliyetlerinde anahtar bir rol oynamaktadır.

Her biri kendine ait farklı arıza davranışı ve servis gereksinimi gösteren makinelerin arıza sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi, bakım fonksiyonun gerektiği şekilde yerine getirilmesi aşamasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu aşamada bir makinenin hangi sıklıkta

arızalandığı ve ne kadar sürede yeniden çalışır hale geldiğinin “*Güvenilirlik (Reliability), Hazır Bulunma (Availability) ve Bakım Kolaylığı (Maintainability)- RAM*” ölçütlerine göre değerlendirilmesi gerekmektedir. Böylece her bir makine için kendi şartlarına uygun olan bakım planlarının oluşturulması mümkün olabilecektir.

Üretim faaliyetleri üzerinde hazır bulunmanın olumlu katkısının anlaşılması, bu alanda yapılan çalışmaların artmasına neden olmuştur. Bu kapsamda güvenilirlik, hazır bulunma ve bakım kolaylığını hesaplamak üzere bakım verilerinin toplanması ve analiz edilmesi yönündeki çabalar son yıllarda belirgin bir şekilde artmıştır. Örneğin, Wang, Yam, Zuo ve Tse (2001) CNC tezgahlarının güvenilirliklerini belirlemek için 7 adet kriteri (arıza frekansı, arızanın kritikliği, bakım kolaylığı, alt sistemlerin karmaşıklığı, üretim teknolojisi, çalışma koşulları, maliyet) dikkate alarak sistemin güvenilirliğini alt sistemlerin güvenilirliklerine dönüştüren kapsamlı bir metot üzerine çalışmışlardır. Duruş zamanı tüm madencilik faaliyetini olumsuz yönde etkileyen bir elektrikli ekskavatörün mekanik alt sistemi için bakım kolaylığı analizi Eleveli, Uzgören ve Taksuk (2008) tarafından yapılmıştır. Bir başka çalışmada ise Tsaroushas, Arvanitoyannis ve Ampatzis (2009), istatistiksel teknikleri kullanarak meyve suyu dolumu yapan bir tesis için üretim ve çalışma hatlarının güvenilirlik ve bakım kolaylığı analizini yapmışlardır. Eleveli, Uzgören ve Uysal (2009), bir kömür madeninde kullanılmakta olan draglaynın elektrik alt sistemi için hazır bulunma analizleri yapmışlar ve ortalama tamir süresini azaltmanın hazır bulunma üzerinde daha fazla etkili olduğunu bulmuşlardır. Mahdavi ve Mahdavi (2009) ise güvenilirlik esaslı bir yenileme zamanı optimizasyonu çalışması yapmıştır. Uzun ve Özdoğan (2011) çalışmalarında güvenilirlik analizini temel alan bir önleyici bakım uygulamasına yer vermişler ve ekipmanların optimum bakım zamanlarını belirlemişlerdir. Bu örnekleri daha fazla artırmak mümkündür.

Bu çalışmada, traktör ve iş makineleri kabini üreten bir işletmede kullanılmakta olan 4 adet CNC tezgahı için RAM analizleri yapılmıştır. Bu kapsamda Minitab 16 istatistiksel paket programından yararlanılmıştır. Böyle bir çalışma, makinelerinin performansının ve bakım ihtiyacının işletme yöneticileri tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlayacak bir nitelik taşımaktadır.

## 2. Temel Kavramlar

Bir makinenin arıza karakteristiklerini anlamak ve tahmin edebilmek için *Güvenilirlik (Reliability), Hazır Bulunma (Availability) ve Bakım Kolaylığı (Maintainability)- RAM* analizi yapmak gerekmektedir. Söz konusu ölçütlerle ilgili temel eşitlikler Tablo 1’ de sıralanmaktadır.

**Tablo 1.** Temel Eşitlikler

	$R(t) = P(T > t) = 1 - P(T \leq t)$ $R(t) = 1 - \int_0^t f(t).dt \rightarrow R(t) = \int_t^{\infty} f(t).dt$ $AAOS = \int_0^{\infty} t.f(t).dt = \int_0^{\infty} [1 - F(t)].dt = \int_0^{\infty} R(t).dt$
<b>Güvenilirlik</b>	<p>T= Arızaya Kadar Geçen Süre (sürekli rassal değişken)</p> <p>f(t)= Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu</p> <p>R(t)= Güvenilirlik Olasılığı</p> <p>F(t)= Arızalanma Olasılığı</p> <p>AAOS= Arızalar Arası Ortalama Süre</p>
<b>Bakım Kolaylığı</b>	$M(t) = P(T \leq t) = \int_0^t f(t).dt$ $TİOS = \int_0^{\infty} t.f(t).dt = \int_0^{\infty} [1 - M(t)].dt$ <p>T= Tamir Süresi (sürekli rassal değişken)</p> <p>M(t)= Bakım Kolaylığı</p> <p>TİOS= Tamir İçin Ortalama Süre</p>
<b>Hazır Bulunma</b>	$A(t) = P\{X(t) = 1\}; t > 0$ $A = \frac{AAOS}{AAOS + TİOS}$ <p>X(t)= Bir sistemin t anındaki durumu (Çalışma durumunda X(t)=1) (Arıza durumunda X(t)=0)</p>

Çeşitli faktörlerin arızaya kadar geçen süre ve aksaklık/arıza süresi üzerindeki etkisi nedeniyle, bu süreler rastgele bir değer alabilmekte olup, sürekli rassal değişken niteliğini taşımaktadır. Arıza dağılımları bir sistemin arızalanıncaya kadar geçirdiği süreyi, tamir dağılımları ise arızalanan bir sistemin tamiri için gereken süreyi tanımlar. Dağılımlar arasındaki tek fark, bu metotların nasıl kullanıldığı ile ilişkilidir. Örneğin bozulma olasılığı belirli bir zamanda arızanın oluşma olasılığını verirken, güvenilirlik ise arızanın oluşmama olasılığını vermektedir. Tamir dağılımları durumunda, bozulma olasılığında olduğu gibi bir olayın olması olasılığı (parçanın tamir edilmesi) ile ilgilenilir.

RAM analizlerinde hesaplamaları yaparken arıza ve tamir sürelerinin hangi olasılık dağılımına uygunluk gösterdiğini belirlemek önemlidir. Arıza ve tamir süreleri için sık karşılaşılan

dağılımlar Weibull, Lognormal, normal ve üstel dağılımları olup, bu dağılımlarla ilgili temel eşitlikler Tablo 2’de verilmektedir.

**Tablo 2.** Arıza ve Tamir Dağılımları (Uzgören, Eevli, Eevli ve Uysal., 2010)

	Üstel	Lognormal	Normal	Weibull
f(t)*	$= \lambda e^{-\lambda t}$	$= \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln t - \mu)^2}{2\sigma^2}}$	$= \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t - \mu)^2}{2\sigma^2}}$	$= \beta\alpha^{-\beta} t^{\beta-1} e^{-(t/\alpha)^\beta}$
AAOS	$= 1/\lambda$	$= e^{(\mu + \sigma^2/2)}$	$= \mu$	$= \alpha\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$
TİOS	$= 1/\lambda$	$= e^{(\mu + \sigma^2/2)}$	$= \mu$	$= \alpha\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)^{**}$
R(t)	$= e^{-\lambda t}$	$= 1 - \Phi\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right)$	$= 1 - \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right)^{***}$	$= e^{-(t/\alpha)^\beta}$
M(t)	$= 1 - e^{-\lambda t}$	$= \Phi\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right)$	$= \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right)$	$= 1 - e^{-(t/\alpha)^\beta}$

\* Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

\*\*  $\Gamma$  = Gamma Fonksiyonu

\*\*\*  $\Phi(z)$  : Kümülatif Dağılım Fonksiyonu

### 3. Analiz

Bu çalışmanın verileri; ekskavatör şaseleri ve taşıyıcıları, iş makinaları ve otobüs şaseleri, traktör kabinleri üreten bir işletmenin sahip olduğu CNC tezgahlarına aittir. İşletmenin yönetim sisteminin süreklilik, sürdürülebilirlik ve müşteri memnuniyetine dayanmasından dolayı, işletmede üretimin ara vermeksizin devam etmesi istenmektedir. Bu hususta işletmede kullanılmakta olan CNC tezgahlarının mümkün olduğunca en yüksek kullanım oranında çalıştırılmasını gerektirmektedir. Aksi takdirde işletme, maliyette artış, prestij kaybı gibi olumsuz durumlarla karşı karşıya kalacaktır.

İşletmede kullanılmakta olan 4 adet CNC tezgahı için arıza tarihleri, arıza nedenleri ve tamir sürelerini içeren veriler bakım kayıtlarından çıkarılmıştır. Verilere ilişkin özet bilgiler Tablo 3’de gösterilmektedir. Tezgahların Arızalar Arası Süreleri (AAS), günde 18 saat çalıştıkları dikkate alınarak hesaplanmıştır.

**Tablo 3.** Verilerin Özet Bilgileri

	CNC 1	CNC 2	CNC 3	CNC 4
<b>Veri Aralığı</b>	11.03.2008- 06.11.2012	18.02.2008- 31.10.2012	18.08.2008- 05.11.2012	26.08.2009- 17.10.2012
<b>Toplam Arıza Adeti</b>	22	30	13	13
<b>Toplam Tamir Süresi</b>	110	155	54	71

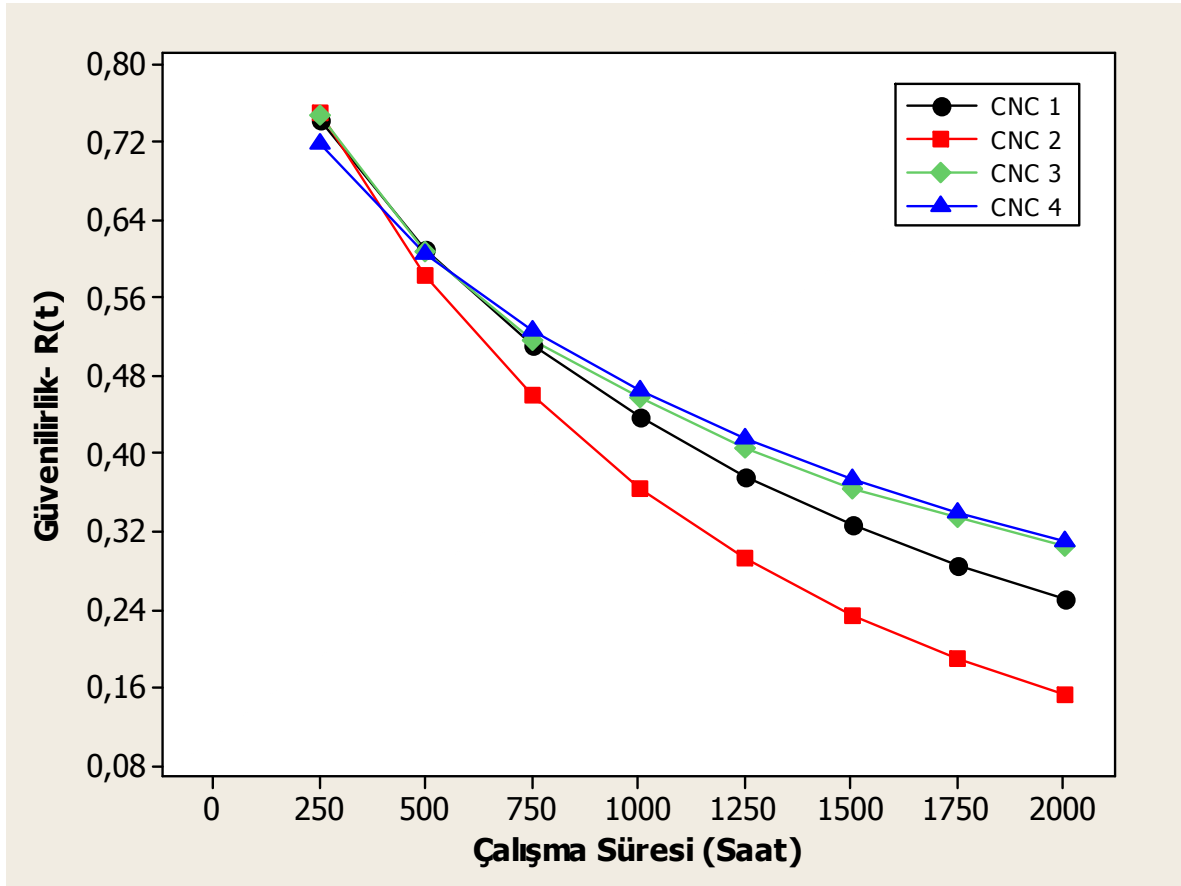
Verilerin temini ve düzenlenmesi aşamasından sonra, verilerin bağımsız ve benzer şekilde (*independent and identically distributed*) dağılım gösterdiği varsayılarak tamir süreleri ve arıza sürelerinin hangi olasılık dağılımına uygunluk gösterdiği araştırılmıştır (Ek 1-8). Bu aşamada korelasyon katsayısı en yüksek olan dağılımlar seçilmiştir. Daha sonra verilerin uygunluk gösterdikleri olasılık dağılımlarına ilişkin parametreler belirlenmiştir. Bu parametrelerden yola çıkılarak R(t) ve M(t) fonksiyonları oluşturulmuş, AAOS ve TİOS değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca her bir CNC tezgahları için hazır bulunma oranları bulunmuştur (Tablo 4).

**Tablo 4.** Verilere Uyan Dağılımlar ve İlgili Parametreler

	CNC-1	CNC-2	CNC-3	CNC-4	
<b>Arıza Verileri</b>	<b>Dağılım</b>	Weibull	Weibull	Lognormal	Weibull
	<b>Parametre</b>	$\alpha=1289,57$	$\alpha=989,91$	$\mu=6,70$	$\alpha=1540,73$
		$\beta=0,74$	$\beta=0,90$	$\sigma=1,75$	$\beta=0,61$
	<b>AAOS(saatt)</b>	1541,78	1043,26	3737,40	2264,46
	<b>R(t)</b>	$= e^{-\left(\frac{t}{1289,27}\right)^{0,74}}$	$= e^{-\left(\frac{t}{989,91}\right)^{0,90}}$	$= 1 - \phi\left(\frac{\ln t - 6,70}{1,75}\right)$	$= e^{-\left(\frac{t}{1540,73}\right)^{0,61}}$
<b>Tamir Verileri</b>	<b>Dağılım</b>	Lognormal	Lognormal	Weibull	Weibull
	<b>Parametre</b>	$\mu=1,31$	$\mu=1,48$	$\alpha=5,07$	$\alpha=6,18$
		$\sigma=0,74$	$\sigma=0,54$	$\beta=1,54$	$\beta=0,98$
	<b>TİOS(saatt)</b>	4,88	5,07	4,55	6,26
	<b>M(t)</b>	$= \phi\left(\frac{\ln t - 1,31}{0,74}\right)$	$= \phi\left(\frac{\ln t - 1,31}{0,74}\right)$	$= 1 - e^{-\left(\frac{t}{5,07}\right)^{1,54}}$	$= 1 - e^{-\left(\frac{t}{6,18}\right)^{0,98}}$
<b>Hazır Bulunma (A)</b>	0,99684	0,99517	0,99878	0,99724	

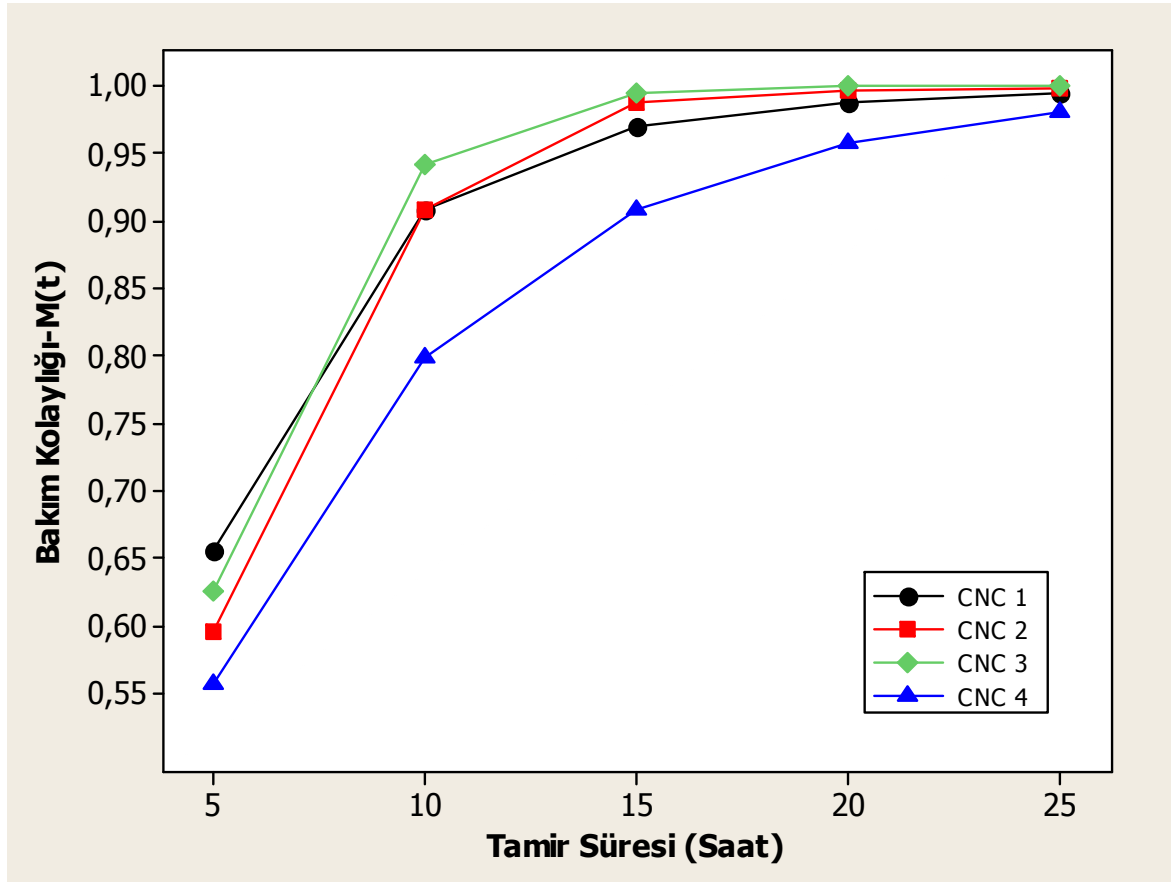
Yapılan hesaplamalara göre tezgahların tamamının %99'un üzerinde bir hazır bulunma oranına sahip oldukları anlaşılmaktadır. Değerlerin yüksek olmasındaki en önemli etken, AAOS değerlerinin TİOS değerlerine oranla daha yüksek olmasıdır.

Tezgahların güvenilirliklerinin zamana bağlı değişimleri Şekil 1' de görülmektedir. Bu grafiğe göre en yüksek güvenilirliğe sahip olan CNC-3 ve CNC-4 tezgahlarını sırasıyla CNC-1 ve CNC-2 takip etmektedir.



Şekil 1. CNC Tezgahlarının Güvenilirlik Davranışları

Şekil 2’de bakım kolaylığının zamana bağlı değişimi gösterilmektedir. Buna göre 1, 2 ve 3 nolu tezgahlar benzer bir davranış gösterirken, CNC-4’ün bakım kolaylığı diğer tezgahlara göre düşük kalmıştır. İlk üç tezgah için tamire ayrılan süre 15 saat olduğunda 0,95’in üzerinde bakım kolaylığına ulaşılırken, CNC-4 tezgahı için bu değer 20 saat mertebesindedir.



Şekil 2. CNC Tezgahlarının Bakım Kolaylığı Davranışları

#### 4. Sonuç

Gelişen teknoloji ile birlikte sistemlerin daha karmaşık hale gelmeleriyle, ortaya çıkan arızaların tüm sistem üzerindeki olumsuz etkileri artmıştır. Bu nedenle bakım verilerinin toplanması ve karar verme amacına dönük olarak bu verilerden bilgi elde edilmesi daha da önem kazanmıştır. Tamir edilebilir sistemler için başarılı operasyonun ölçütü olan güvenilirlik, bakım kolaylığı ve hazır bulunma bu kapsamda kullanılan bilgilerdendir. Sistemler için güvenilirliğin mümkün olduğunca yüksek, bakımın da olabildiğince kolay olması istenmektedir. Bu yüzden işletmelerde üretimin sürekliliğinin korunması için kritik olan ekipmanlarda RAM analizi yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada da 4 adet CNC tezgahı için RAM analizi yapılmıştır.

Güvenilirlik analizleri sonucunda CNC 3 ve CNC 4'ün çok benzer bir eğilim gösterdikleri anlaşılmış olup, CNC 2'nin ise diğer tezgahlara kıyasla daha düşük güvenilirliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. CNC 2'nin daha az güvenilir olmasının nedeni ise, diğer tezgahlara göre çok daha sık arızalanması, bir başka ifade ile en düşük arızalar arası ortalama süreye sahip olmasıdır. CNC 2'nin arıza nedenleri incelendiğinde hassas bir parça olan spindle kaynaklı arızaların sayıca çokluğu dikkati çekmektedir.



Bakım kolaylığı analizinde ise CNC 1, 2 ve 3'ün benzer bir eğilim gösterdiği, CNC 4'ün ise diğerlerine göre daha düşük değer aldığı anlaşılmıştır. Kronik karakterli bir başka deyişle tamiri uzun zaman alan arızalar yaşanması, CNC 4'ün bakım kolaylığının düşmesine neden olmuştur. Nitekim arıza kayıtları incelendiğinde CNC 4'ün takım tutucu kısmında ve hidrolik pompa motorunda meydana gelen arızalar dikkati çekmektedir. Özellikle takım tutucu kısmında oluşan arızalar CNC tezgahının hassas işleme görevini sağlıklı bir şekilde yerine getirememesine neden olduğundan, bu bölgenin tamir ve montaj işlemi son derece dikkat ve özveri isteyen dolayısıyla zaman alan bir işlemdir.

Güvenilirlik ve bakım kolaylığı hesaplamalarının ardından tezgahların tamamının %99'un üzerinde hazır bulunma oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. CNC tezgahları için hazır bulunma oranlarının yüksek çıkması, bu tezgahların hazırlık ve ayar zamanlarının kısa olması ile insan faktöründen kaynaklı operatör hatalarını ortadan kaldırılması gibi sebeplerden kaynaklanmaktadır.

Yürütülen RAM analizi çalışması sonucunda kullanılmakta olan CNC tezgahlarının arasından performans sürekliliği ve bakım ihtiyacı açısından en iyi durumdaki tezgahın CNC 3 olduğu anlaşılmıştır.

## **KAYNAKÇA**

Elevli, S. (1996). Maden işletmelerinde ekipmanların etkinliğini ve verimliliğini artırmaya yönelik bilgisayar destekli bir tamir-bakım programının hazırlanması. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Türkiye.

Elevli, S., Uzgören, N., Taksuk, M. (2008). Maintainability analysis of mechanical systems of electric cable shovels. *Journal of Scientific & Industrial Research*. 67, 267-271.

Elevli, S., Uzgören, N., Uysal, Ö. (2009). *Availability analysis of mining machines: a case study of a dragline*. 3rd Balkan Mining Congress, October 1-3. İzmir-TURKEY.

Jolly, S. S. & Wadhwa, S S. (2004). Reliability, availability and maintainability study of high precision special purpose manufacturing machines. *Journal of Scientific & Industrial Research*. 63, 512-517.

Mahdavi, M. & Mahdavi, M. (2009). Optimization of age replacement policy using reliability based heuristic model. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 68, 668-673.

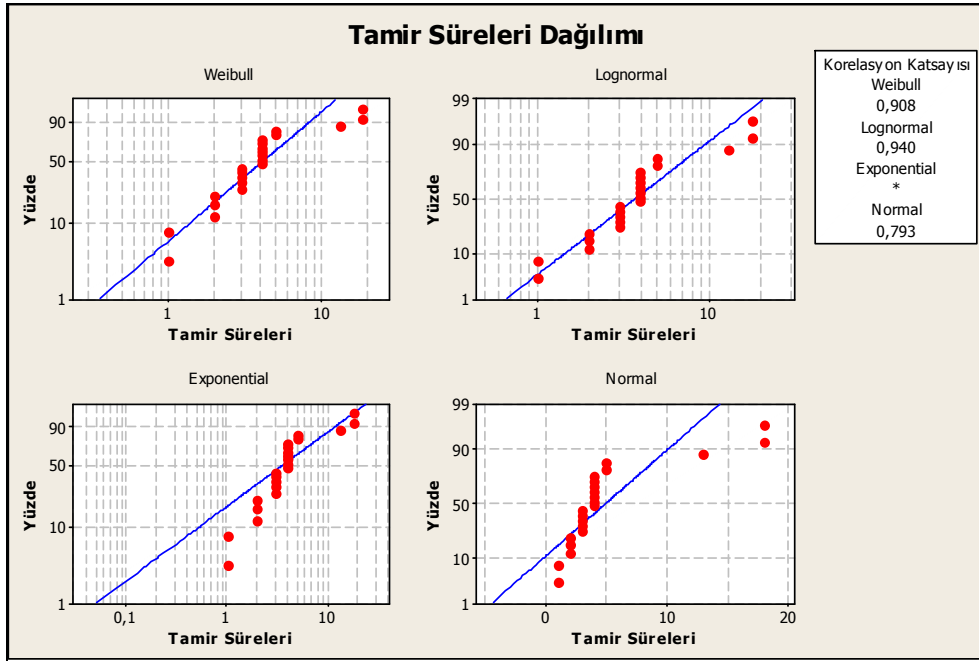
Tsarouhas, P. H., Arvanitoyannis, I.S. & Ampatzis, Z. D. (2009). A case study of investigating reliability and maintainability in a greek juice bottling medium size enterprise(mse). *Journal of Food Engineering*. 479-488.

Uzgören, N., Eevli, S., Eevli, B. & Uysal, Ö. (2010). Reliability analysis of draglines' mechanical failures. *Maintenance and Reliability*, 4.

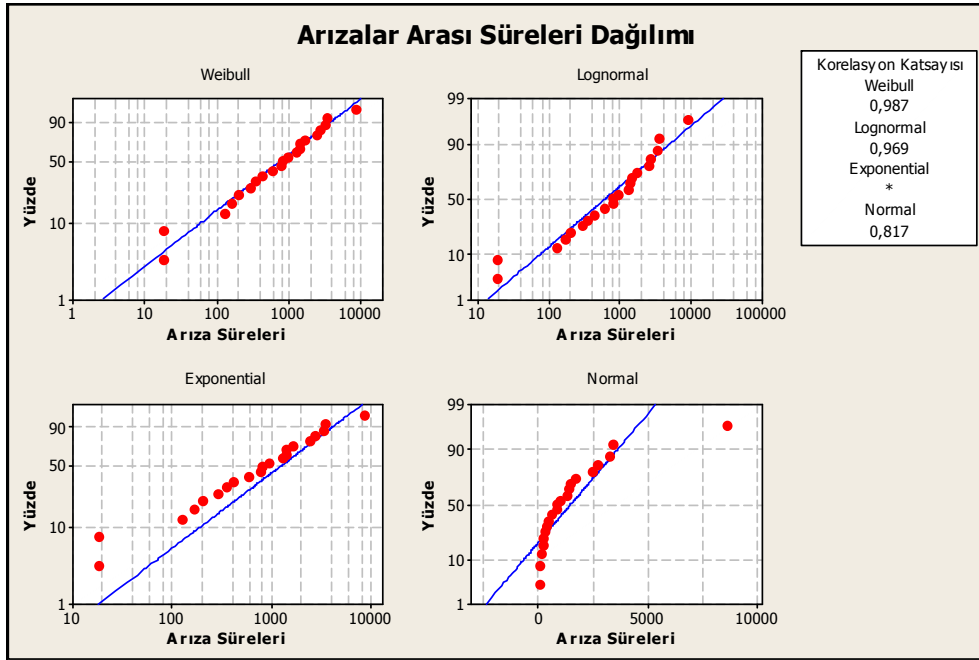
Uzun, A., & Özdoğan, A. (2011). Güvenilirlik Analizlerine Dayalı Önleyici Bakım Planlaması. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 303-320.

Wang, Y., Yam, R.C.M., Zuo, M.J. & Tse P. (2001). A Comprehensive Reliability Allocation Method for Design of CNC Lathes. *Reliability Engineering and System Safety*. 72, 247-252.

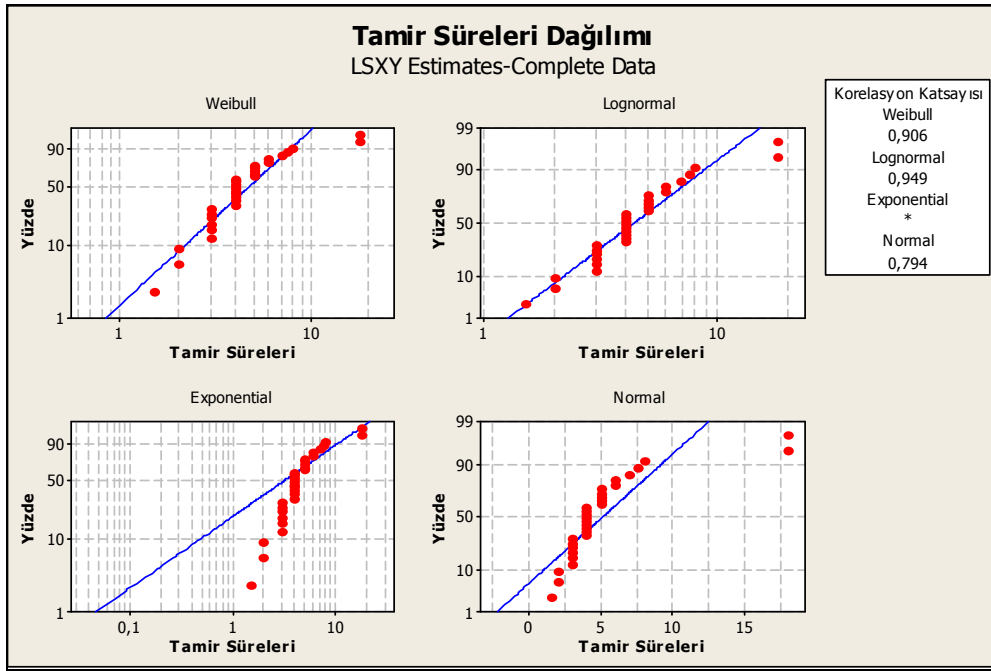
6. EKLER



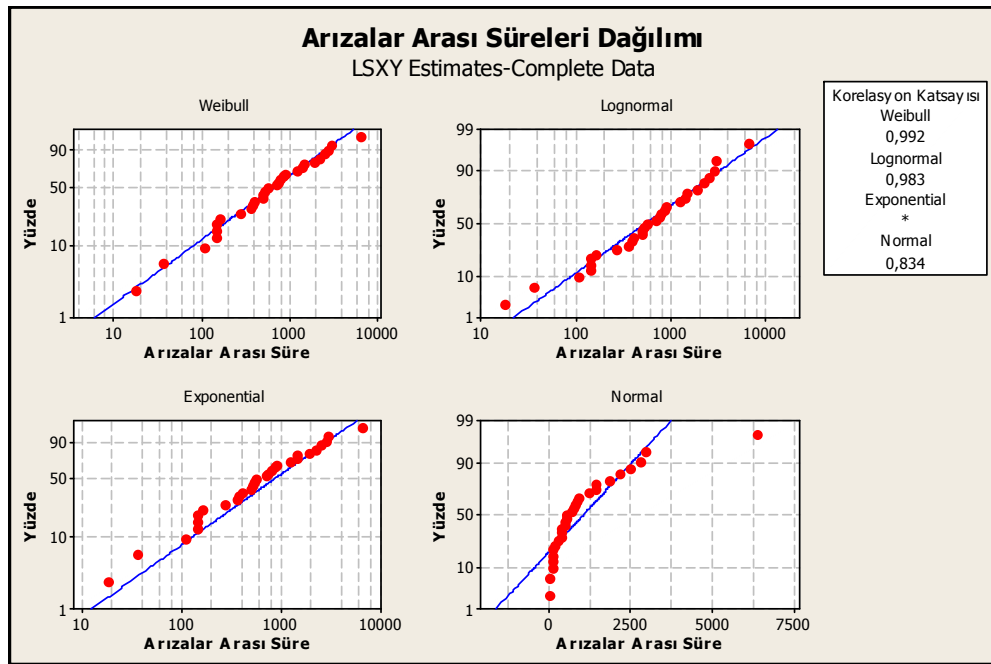
Ek 1. CNC-1 Tezgahına Ait Tamir Verileri Dağılımı



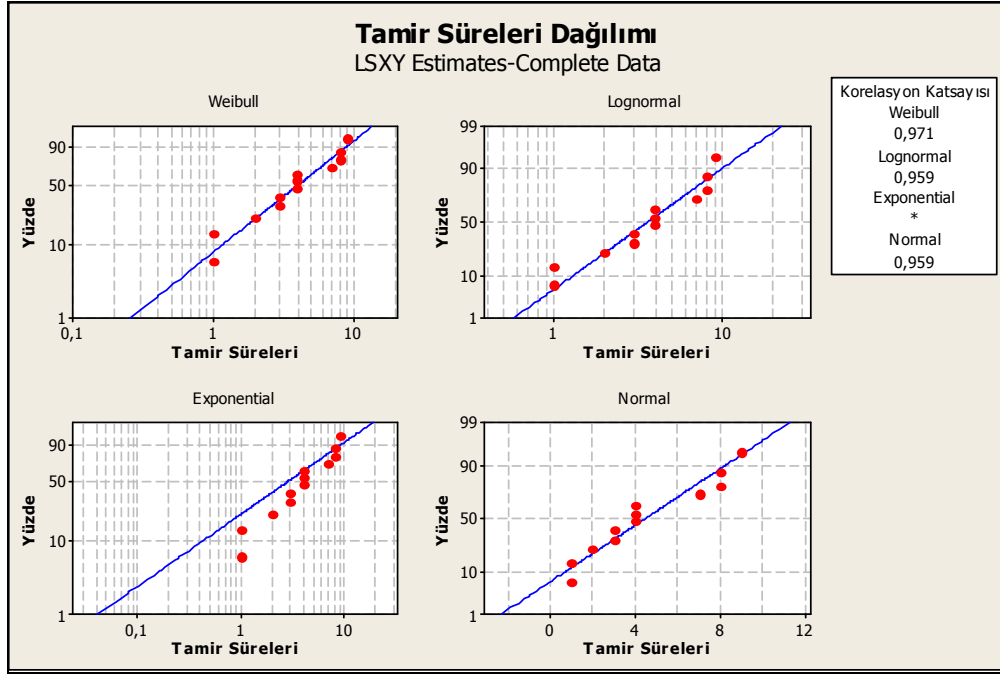
Ek 2. CNC-1 Tezgahına Ait Arıza Verileri Dağılımı



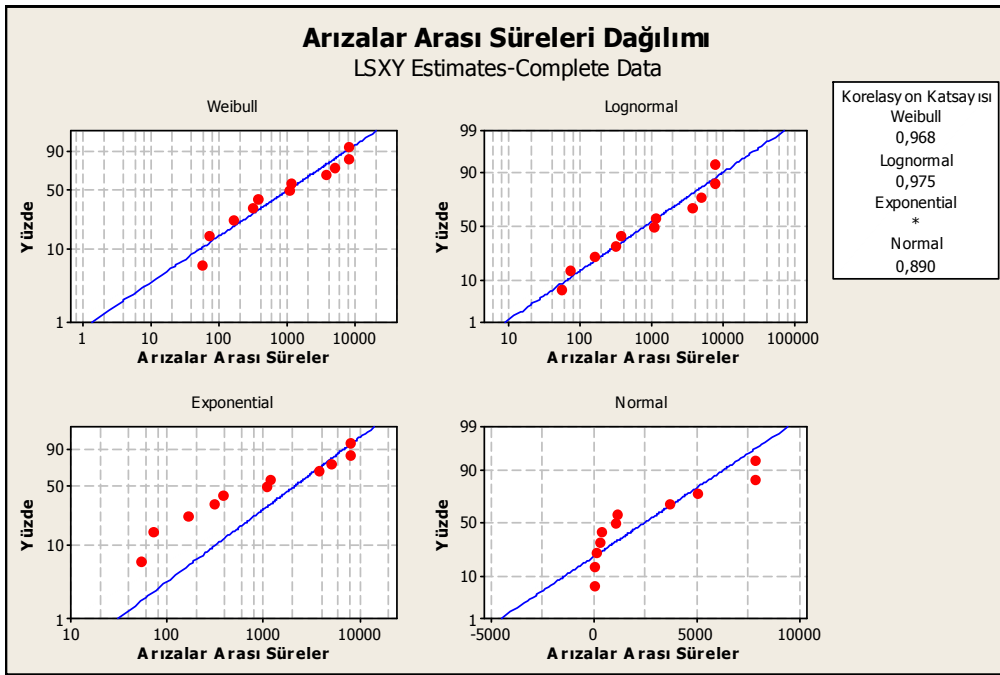
**Ek 3. CNC-2 Tezgahına Ait Tamir Verileri Dağılımı**



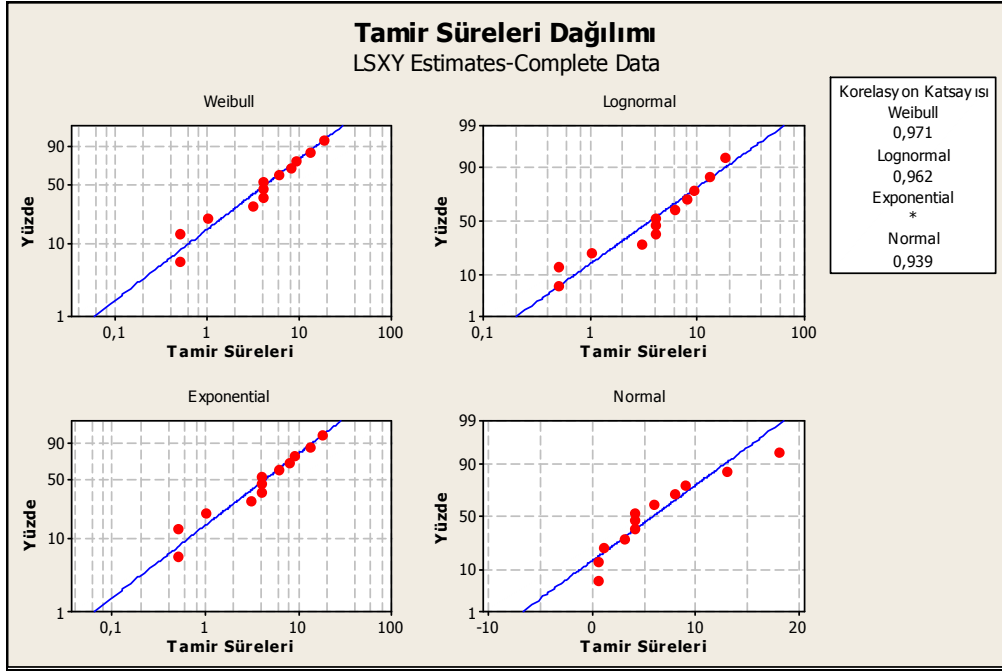
**Ek 4. CNC- 2 Tezgahına Ait Arıza Verileri Dağılımı**



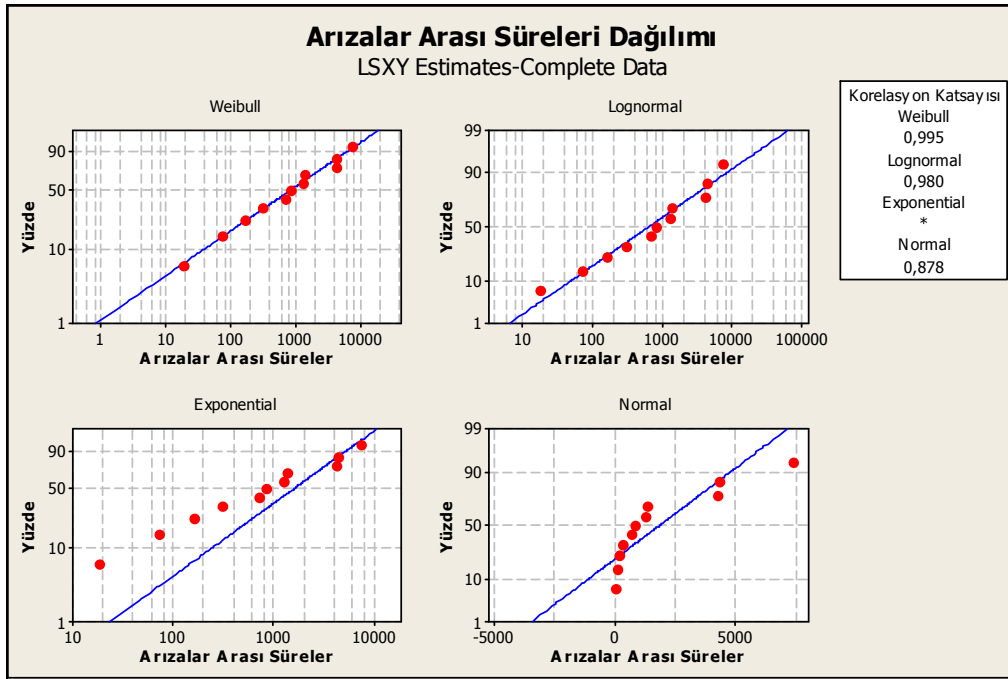
**Ek 5. CNC-3 Tezgahına Ait Tamir Verileri Dağılımı**



**Ek 6. CNC-3 Tezgahına Ait Arıza Verileri Dağılımı**



Ek 7. CNC-4 Tezgahına Ait Tamir Verileri Dağılımı



Ek 8. CNC-4 Tezgahına Ait Arıza Verileri Dağılımı