

CNC Tezgahlarından MT Connect Verileri ile Duruş ve Çalışma Analizi

Metin Yılmaz¹, Dr. Öğr. Üyesi Uğur GÜREL¹

¹Bilgisayar Mühendisliği, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye

Özet – Bu çalışmada CNC tezgahlardan MT Connect standardında oluşturulan, tezgah çalışma verileri alınıp kullanılarak duruş ve çalışma analizi yapılması hedeflenmiştir. Günümüzde CNC bazında üretim planlaması yapmak imalat fabrikalarının en önemli sorunlarından bir tanesidir. Planlama yapmanın öncelikli amacı cihazları verimli kullanarak üretim kapasitesini arttırmaktır. Kararlı ve üretken bir planlama yapabilmek için tezgah ile ilgili çalışma verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada verimlilik analizi yapabilmek amacıyla tezgahtan gelen çalışma verileri üzerinde inceleme yapılarak, tezgahın yüzde kaç kapasitede çalıştığı ve ne kadar süre kapalı kaldığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Gelen zaman ve durum bilgileri çerçevesinde tezgahın çalışma durumu ile ilgili verilere ulaşılmıştır. Sayısal veriler zaman bazlı incelenmiş olup çalışma ve durma durumları, kontrol parametreleri ve uygulama durumları ile ilgili bilgileri karşılaştırılarak, cihazın o andaki durumuna karar verilmiştir. Bu sayede cihazın boşa çalıştığı durumlar göz önüne alınarak çalışmadığı zamanların tespiti sağlanmıştır, bu süreyi en aza indirmek için üretim planlaması yapılması hedeflenmektedir. Bu çalışma bu soruna çözüm aramak için bir sonuç göstermektedir.

Abstract – In this paper, bench working data were obtained from CNC machines using MT Connect standard and posture and working analysis were performed. Nowadays, production planning in CNC is one of the most important problems of manufacturing factories. The primary objective of planning is to increase the production capacity by using the equipment efficiently. In order to be able to make a stable and productive planning, working data related to the machine is needed. In order to perform efficiency analysis in this study, the results of the study on the working data of the machine were examined and the results of how long the machine was working and how long it was closed. The data regarding the working status of the machine has been reached within the framework of the incoming time and status information. Numerical data were analyzed based on time and the current status of the device was decided by comparing the information about the operation and stop conditions, control parameters and application status. In this way, when the device is idle, it is determined that it is not working, and it is aimed to make production planning to minimize this period. This study shows a result to look for a solution to this problem.

Keywords – MT Connect, CNC, Analiz, verimlilik, üretim, hadoop,pig script

I. GİRİŞ

Günümüzde CNC tezgahları üretimin her alanında kullanılarak insanlara kolaylık sağlamaktadır. Bir parça belirli standartlarda insan hatasını en aza indirerek üretilmek istenirse, CNC tezgahları bir numaralı tercih olmaktadır.

Tezgahların çalışması hem enerji ve diğer kaynaklar hem de iş gücü açısından oldukça maliyetli araçlardır. Bu durumda tezgahların kullanımında verimlilik gündeme gelmektedir. Bir tezgah ne kadar verimli kullanılırsa üretime o kadar fazla katkısı olmaktadır ve daha düşük maliyetle daha fazla üretim yapabilmektedir. Bunun yanında, çizelgeleme fabrikalar için ciddi sorun teşkil etmektedir. Hangi makineye ne kadar iş verilebilir, bir makinenin iş yoğunluğuna göre farklı makinelere iş verme üretim planlama açısından önem arz etmektedir.

Üretim planlama işlemlerine çözüm üretmek amacıyla, tezgahtan alınan veriler ile bir çok analiz yapmak mümkündür. Bu verilerle gerçek zamanlı arıza alarmları ve ekranlama yapılabilmektedir. Geçmişe yönelik veri analizi ile vardiyalar arasında çalışma farkları ile personel takibi yapılabilir. Günlük aylık bazlı çalışma analizleri yapılabilir. Makine kendi kapasitesinin ne kadarını kullanmış (OEE - Overall Equipment Effectiveness) olduğunun cevabı

verilebilir. Üretim Planlamaya göre ne kadar üretim yapılacaktı, ne kadar üretilirdi? Uzun süre çalışmayan cihazların arızalı parçası var mı? Bu sorulara yanıt verilebilir. Planlı plansız duruş analizi, kapalı durum analizi ile cihazın neden çalışmadığı gibi durumlar da tespit edilebilir.

Ayrıca makine öğrenmesi ile önleyici bakım ve anomali tespiti yapılabilir. Titreşim sıcaklık amper bilgileri ile hangi ucun ne zaman bozulacağı tahmini yapılabilir. Yüzeyin pürüzlü olma durumu gelen veriler ile tahmin edilebilir. Geçmiş datalara bakılarak ileride bu cihazla ne kadar parça üretilbileceği analizi yapılabilir. MT connect asset değerleri olarak üzerinde takılı ucun ne kadar aşındığını bu aşınmanın parça üzerinde etkileri tespit edilebilir.

Bu çalışma içinde verileri yorumlanarak duruş analizi, cihazın kapalı olduğu zamanlar ve sistem boşa (idle) durumları tespit edilmiştir.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde kullanılan teknolojiler ve yöntemler anlatılmıştır.

A. CNC

Bilgisayarlı Sayısal Denetim (Computer Numerical Control - CNC); makine, mini bilgisayar veya makinenin kontrol birimi olarak işlev gören mikrobilgisayardan oluşur. NC makinesinde program delme kartlarına girerken, CNC makinelerinde talimat programı doğrudan geleneksel klavyeye benzer küçük bir kartla bilgisayara beslenir.

CNC makinede program bilgisayarın hafızasında saklanır. Programcı, kodları kolayca yazabilir ve gerekliliklere göre programları düzenleyebilir. Bu programlar farklı parçalar için kullanılabilir ve tekrar tekrar yazılmaları gerekmez.

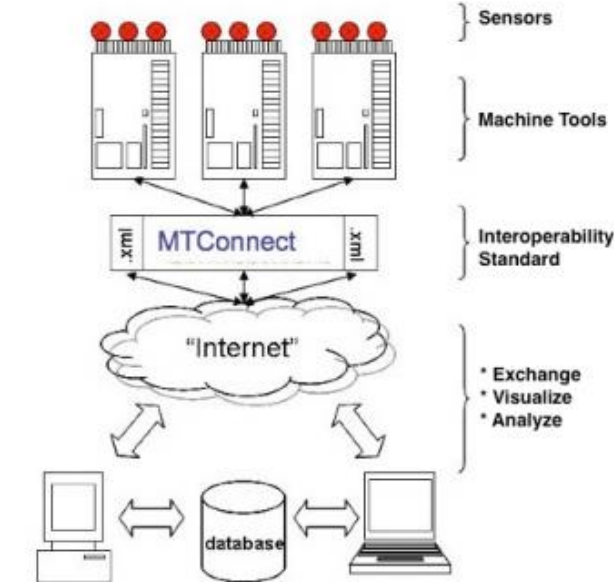
Karşılaştırıldığında NC makineye göre CNC makine daha fazla esneklik ve hesaplama yeteneği sunar. Yeni sistemleri, üniteyi yeniden programlayarak CNC kontrol ünitesine dahil edebilirsiniz.

B. MT Connect

MT Connect, Association for Manufacturing Technology tarafından üretimde iletişim standardına olan ihtiyacı gidermek amacıyla geliştirilen, veri alış verişi için kullanılan bir standarttır.[1]

“MTConnect, imalat ve yazılım endüstrisindeki en yaygın standartlara dayanan, uygulanması için mevcut olan araç sayısını en üst düzeye çıkaran ve bu sektörlerdeki diğer standart ve araçlarla makul bir maliyetle en yüksek düzeyde birlikte çalışabilirliği sağlayan bir açık ve telifsiz standarttır.” [2].

MTConnect özellikleri, takım tezgahlarında bulunan gelişmiş kontrol özelliklerinden git gide daha fazla yararlanarak gelişecektir.



Şekil 1. MTConnect ile Üretim Sisteminin Entegrasyonu[2]

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<MTConnectStreams xmlns="urn:mtconnect.com:MTConnectStreams:1.0" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:urn="urn:mtconnect.com:MTConnectStreams:1.0"
xsi:schemaLocation="urn:mtconnect.com:MTConnectStreams:1.0 /schemas/MTConnectStreams.xsd">
<Header creationTime="2010-03-21T15:36:59+00:00" sender="localhost" instanceId="1269156890" bufferSize="131072" version="1.0"
nextSequence="5776005" firstSequence="5644933" lastSequence="5776004" />
<Streams>
<DeviceStream name="LinuxCNC" uuid="000">
<ComponentStream component="Device" name="LinuxCNC" componentId="4">
<Events>
<Alarm code="ESTOP" dataItemid="3" name="alarm" nativeCode="ESTOP" sequence="5774277" severity="CRITICAL"
state="CLEARED" timestamp="2010-03-21T15:36:51.925906">Spindle Jam</Alarm>
</Events>
</ComponentStream>
<ComponentStream component="Axes" name="Axes" componentId="5">
<Samples>
<PathFeedrate dataItemid="6" name="path_feedrate" sequence="5776004" subType="ACTUAL" timestamp="2010-03-
21T15:36:59.202221"-0.277909">PathFeedrate<
<PathFeedrate dataItemid="25" name="Feed_ovr" sequence="5596312" subType="OVERRIDE" timestamp="2010-03-
21T15:22:59.150449">100</PathFeedrate>
</Samples>
</ComponentStream>
<ComponentStream component="Spindle" name="S" componentId="10">
<ComponentStream component="Linear" name="X" componentId="7">
<ComponentStream component="Linear" name="Y" componentId="8">
<ComponentStream component="Linear" name="Z" componentId="9">
<ComponentStream component="Controller" name="Controller" componentId="11">
<Events>
<Block dataItemid="20" name="block" sequence="5775961" timestamp="2010-03-21T15:36:59.014310">X-0.328893
Y0.583664</Block>
<ControlMode dataItemid="21" name="mode" sequence="5596313" timestamp="2010-03-
21T15:22:59.150449">AUTOMATIC</ControlMode>
<Line dataItemid="22" name="line" sequence="5775955" timestamp="2010-03-21T15:36:59.014310">672</Line>
<Program dataItemid="23" name="program" sequence="5596312" timestamp="2010-03-
21T15:22:59.150449">FLANGE_CAM_NGC</Program>
<Execution dataItemid="24" name="execution" sequence="5774273" timestamp="2010-03-
21T15:36:51.953908">ACTIVE</Execution>
</Events>
</ComponentStream>
<ComponentStream component="Power" name="power" componentId="2">
</DeviceStream>
</Streams>
</MTConnectStreams>
```

Şekil 2. MTConnect XML Cevabı[2]

MTConnect verilerini toplamak için MTConnect'in sağladığı sorgu tipi aşağıda verilmiştir.

MT Connect sorgu yapısı ve parametreleri :
http:ip:port/sample?interval=1000&count=100&heartbeat=2000

Yukarıda gösterilen parametrelerin tanımları aşağıda verilmiştir:

interval: Agent'ın hangi aralıklarla veriyi yollayacağını belirler. (Tipi: Long)

count: Alınan bir XML dökümanında en fazla kaç veri olabilir. (Tipi: Integer)

heartbeat: Eğer veri yoksa, açılan connection'ın kapatılmaması için Agent her heartbeat süresi içerisinde bir boş döküman atmaktadır. (Tipi: Long)

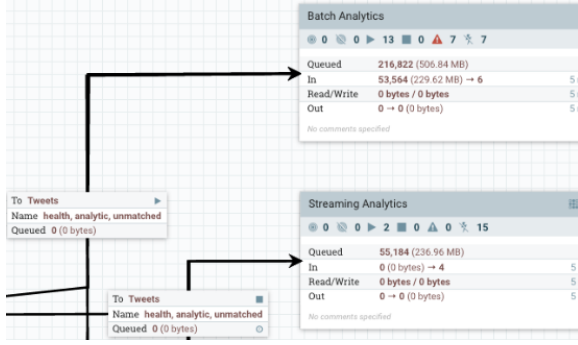
Bu sorgu sayesinde, gelen MTConnect dökümanında "sequence" kontrolü yapılmamaktadır. Yani bu durumda, Agent verileri belirtilen aralıkta, sıralı olarak client'a atmaktadır. Ayrıca, heartbeat süresinin 10 saniyeden fazla olması tavsiye edilmemektedir. Çünkü aradaki bağlantı kopabilmektedir. interval değerinin 0 olması, verinin geldiği an client'a gönderilmesi demektir.

C. Apache NiFi

“Apache NiFi, veri yönlendirme, dönüşüm ve sistem aracılık mantığının güçlü ve ölçeklenebilir yönlendirilmiş grafiklerini destekler” [3] şeklinde tanımlanmıştır.

Web tabanlı kullanıcı arayüzü ile tasarım, kontrol, geri bildirim ve izleme arasında kesintisiz deneyim sağlar. Yüksek yapılandırılabilirliği ile kayıp toleransı düşüktür ve teslim garantisi sağlar. Gecikmesi düşük ve verimi yüksektir. Dinamik olarak önceliklendirebilir, çalışma zamanında akış değiştirilebilir ve geri basınç sağlar. Veri akışını baştan sona izleyerek veri kanıtını destekler. Genişleme için tasarlanmıştır. Hızlı gelişim ve etkili testler sağlar

SSL, SSH, HTTPS, şifreli içerik gibi yetkinlikleri ile güvenli bir sistemdir. Çok kiracılı yetkilendirme ve dahili yetkilendirme / politika yönetimi etkili bir araçtır.



Şekil 3. NiFi data akışı[3]

Şekil 3'te anlatılan NiFi data akışı;

- 1-Veri JSON formatına dönüştürülmektedir.
- 2-Her verinin içerisindeki tüm komponentler cihaz id'si ile birlikte ayrıştırılmaktadır.
- 3-Komponent'ler içerisinde örnek (Samples), olay (Events) veya koşul (Condition) değerlerine ait veriler olabilir. Bu nedenle her bir veri ayrılmıştır. Yani veriler örnek (Samples), olay (Events) veya koşul (Condition) olarak gruplandırılmıştır. Bu veri tipleri için HBase'de toplamda 3 tablo bulunmaktadır. Bu tabloların adları samples, events, condition olarak verilmiştir. Her bir veri kendine ait tabloya eklenmektedir. Bu sayede daha sonra yapılacak analizler için çok daha kolay erişim imkanı sunabilmektedir. Çünkü "samples" verileri sürekli verilerdir, fakat "events ve condition" veriler sürekli veriler değildir. Bu nedenle bu veriler "samples" verilerine göre çok daha az gelmektedir. Eğer "events veya condition" verileri üzerinde bir analiz yapılacaksa, çok daha az veri içerisinde arama yapılacak ve çok daha hızlı sonuç dönecektir.
- 4- Her bir verideki String türündeki timestamp, long türüne çevirmektedir.
- 5- Daha sonra veri HBase'de tutulacağı formatta (yukarıdaki gibi. mesela "rowKey") hazırlanmaktadır.
- 6- Son olarak veri HBase'e kaydedilmektedir.

HBase içerisinde veriler daha sonra machine learning veya duruş analizleri gibi konularda kullanılmak üzere saklanmaktadır. Bu veriler üzerinde çalışmak için veriler yine NiFi kullanılarak CSV formatına dönüştürülmektedir.

Nifi içerisinde sorgu yapılabilmesi için öncelikle;

- 1- Nifi içerisinde HBase'e "scan" sorgusu gönderilmektedir. Bu kısımda, istenilen cihazın istenilen data item'ı için tarih bazlı sorgulama gönderilir. Örneğin, bir cihazın kapalı kalma süreleri analiz edilmek istenirse, cihazın "availability" item'ına şöyle bir sorgu atılmalıdır;

```
StartRow => "scan 001,d1,avail,1558764124964"
```

```
EndRow => "scan 001,d1,avail,1564654217393"
```

Bu sayede, bu tarih aralıklarındaki "availability" verileri çok hızlı bir şekilde alınabilmektedir.

- 2- HBase'den alınan veriler JSON formatındadır. Bu formattaki veriler, CSV formatına dönüştürülmektedir. CSV formatına dönüştürülen veri şu şekilde görülmektedir; "deviceId", "componentId", "dataItemId", "timestamp", "type", "value".

- 3- CSV formatına dönüştürülen veriler daha sonra kullanılmak üzere HDFS'e kaydedilmektedir. Bu sayede, gerektiğinde HDFS üzerinden CSV verisi direkt olarak alınabilir ve kullanılabilir.

D. Apache HBase

Apache HBase™, dağıtılmış, ölçeklendirilebilir, büyük bir veri deposu olan Hadoop veritabanıdır. Büyük Verilere rastgele, gerçek zamanlı okuma / yazma erişimini için Apache HBase™ kullanmak mantıklı bir yaklaşım olmaktadır.

Bu projenin hedefi, çok büyük tabloların - milyarlarca satır X milyon sütununun - meta donanım kümelerinin tepesinde barındırılmasıdır. Apache HBase, Google'ın Bigtable'ından sonra modellenen açık kaynaklı, dağıtılmış, sürümlü, ilişkisel olmayan bir veritabanıdır: Bigtable, Google Dosya Sistemi tarafından sağlanan dağıtılmış veri depolamasından yararlandığı gibi, Apache HBase de Hadoop ve HDFS üzerine Bigtable benzeri özellikler sunar.[4]

E. Hadoop

Apache™ Hadoop® projesi güvenilir, ölçeklenebilir, dağıtılmış bilgi işlem için açık kaynaklı yazılım geliştirmektedir.

Apache Hadoop yazılım kütüphanesi, büyük veri kümelerinin basit programlama modelleri kullanarak bilgisayar kümeleri arasında dağıtılmış işlemlerine olanak sağlayan bir çerçevedir. Her biri yerel hesaplama ve depolama sağlayan tekli sunuculardan binlerce makineye kadar ölçeklendirmek için tasarlanmıştır. Yüksek kullanılabilirlik sağlamak için donanıma güvenmek yerine, kütüphanenin kendisi uygulama katmanındaki hataları saptamak ve ele almak için tasarlanmıştır, bu nedenle her biri arızalara açık olabilecek bir bilgisayar kümesinin üzerine yüksek düzeyde kullanılabilir bir hizmet sunmaktadır.[5]

F. Ambari

Apache Ambari projesi, Apache Hadoop kümelerinin hazırlanması, yönetimi ve izlenmesi için yazılım geliştirerek Hadoop yönetimini basitleştirmeyi amaçlamaktadır. Ambari, RESTful API'leri ile desteklenen sezgisel, kullanımı kolay bir Hadoop yönetimi web kullanıcı arayüzü sağlar. Ambari, Sistemi Hadoop Kümesi Sağlar, Hadoop servislerini herhangi bir sayıda ana bilgisayara kurmak için adım adım sihirbaz sunar. Küme için Hadoop servislerinin yapılandırmasını işler.

Ambari, Hadoop hizmetlerinin tüm küme boyunca başlatılması, durdurulması ve yeniden yapılandırılması için merkezi yönetim sağlar. Hadoop kümesinin sağlığını ve durumunu izlemek için bir gösterge paneli sunar. Ambari, metriklerin toplanması için Ambari Metrics System'den yararlanmaktadır.

Ambari, sistem uyarısı için Ambari Alert Framework'ü kullanır ve dikkatiniz gerektiğinde size haber verir (örneğin, bir düğüm aşağı iner, kalan disk alanı az vb.). Ambari, Uygulama Geliştiricilerinin ve Sistem Entegratörlerinin şunları yapmasını sağlar: Ambari REST API'leri ile Hadoop sağlama, yönetim ve izleme yeteneklerini kendi uygulamalarına kolayca entegre edin.[6]

G. Apache Pig Script

Pig, çok büyük miktarda büyük veriyi analiz etmek için kullanılan bir araçtır. "Görevlerin büyük ölçüde paralelleştirilmesi, devasa veri kümelerini yönetmelerini sağlayan Pig programlarının çok önemli bir özelliğidir"[7].

Veriler adım adım toplandığında, önce Pig tarafından sağlanan araçlar kullanılarak temizlenip sonra depolanır. Çalışma sırasında, bir veri ambarının artımlı oluşumu

mümkün değildir ve hem veri hazırlama hem de sorgulama Pig kullanılarak gerçekleştirilir.[8]

H. Veri Setleri

Duruş üzerinde analiz yapabilmek için 3 farklı veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Controller'ın manuel ya da otomatik olduğunu anlamak için Controller_Mode, uygulama durumu için Execution (PROGRAM_COMPLETED, ACTIVE, PROGRAM_STOPPED, INTERRUPTED, READY, STOPPED, FEED_HOLD) bilgisi ve cihazın erişilebilirlik bilgisi için de Availability bilgileri alınmıştır. Veri setleri bir Siemens tezgahından 10 Ağustos 2018 05:35:08.601 -- 15 Mart 2019 19:52:34.810 tarihleri aralığında yaklaşık 10.000 satır data üzerinden oluşturulmuştur.

Tezgahtan alınan veriler Tablo 1-2-3'de gösterilen örneklerdeki gibidir.

Tablo 1. 10460-controller1-controller1_mode.csv

type	timestamp	value
ControllerMode	1552668754810	MANUAL
ControllerMode	1552667580403	AUTOMATIC
ControllerMode	1552664871327	MANUAL
ControllerMode	1552663184321	AUTOMATIC
ControllerMode	1552662020123	MANUAL
ControllerMode	1552661562065	AUTOMATIC
ControllerMode	1552661538680	MANUAL
ControllerMode	1552661484544	AUTOMATIC
ControllerMode	1552659941777	MANUAL
ControllerMode	1552656894317	AUTOMATIC
:	:	:

Tablo 1'de Cihaz Controller'ından alınan Controller mod bilgileri örnek olarak gösterilmiştir. Otomatik ve manuel olmak üzere iki durumu vardır.

Tablo 2. 10460-path1-path1_execution.csv

type	timestamp	value
Execution	1552668754810	PROGRAM_COMPLETED
Execution	1552667580403	ACTIVE
Execution	1552664871327	PROGRAM_COMPLETED
Execution	1552663184321	PROGRAM_STOPPED
Execution	1552662020123	INTERRUPTED
Execution	1552661562065	READY
Execution	1552661538680	STOPPED
Execution	1552661484544	PROGRAM_COMPLETED
Execution	1552659941777	STOPPED
Execution	1552656894317	PROGRAM_COMPLETED
:	:	:

Tablo 2'te Cihazın Uygulama (Execution) bilgileri örnek olarak gösterilmiştir.

Tablo 3. 10460-availability.csv

type	timestamp	value
Availability	1552668754810	UNAVAILABLE
Availability	1552667580403	AVAILABLE
Availability	1552664871327	UNAVAILABLE
Availability	1552663184321	AVAILABLE
Availability	1552662020123	UNAVAILABLE
Availability	1552661562065	AVAILABLE
Availability	1552661538680	UNAVAILABLE

Availability	1552661484544	AVAILABLE
Availability	1552659941777	UNAVAILABLE
:	:	:

Tablo 3.'te ise cihazın erişilebilirlik durumlarının nasıl görüntülediği görülmektedir.

I. Analiz

Veriler MTConnect Agent'tan zaman aralığı kullanarak alınmaktadır. Bu sayede hangi veride kaldığını, hangi sıradan itibaren data alınacağını Agent kendisi ayarlamaktadır. Verinin akış durumu ise; Device Adaptörü varsa adaptor üzerinden MTConnect Agent'a, adaptor yoksa doğrudan MTConnect Agent'a aktarılır. Agent verileri XML formatına çevirmekte ve yayınlamaktadır. Interval ile Agent'a bağlanılarak Nifi ile alınmaktadır. Nifi verileri JSON formatına çevirerek HBase'e iletmektedir. Hbase'den veriler .csv formatında alınarak analiz işlemine başlanıyor. Analiz için 3 adet veri seti kullanılıyor. Cihazın erişilebilirlik durumu için Availability bilgileri (Tablo 3), uygulama durumu için Execution bilgileri (Tablo 2), çalışma durumunu belirlemek için ControllerMode (Tablo 1) bilgileri kullanılmıştır. Analiz için de Pig Script kullanılmıştır. Pig script Hadoop ortamında ambarı üzerinden yönetilmiştir.

J. Cihaz Durumları

Aktif : Cihazda parça var ve işlem yapılıyor. Bu durumun karar verilmesi için; Availability durumunun AVAILABLE, Execution durumunun ACTIVE ve ControllerMode durumunun AUTOMATIC olması gerekmektedir.

Cihaz Kapalı : Cihazda enerji yok, çalışmıyor anlamına gelmektedir. Availability durumunun UNAVAILABLE olduğu andan, bir sonraki AVAILABLE bilgisi gelene kadar cihaz kapalı kalmış demektir.

Idle: Sistem boşta çalışıyor. Bu duruma karar verilmesi için; Availability durumunun AVAILABLE ve Execution durumunu ACTIVE dışında bir statü olması gerekmektedir.

Bu bilgiler ölçüsünde, elde veri setleri kullanılarak, cihazın kapalı kalma süresi, aktif olma süresi, idle kalma süresi ve idle geçme sayısı tespit edilmiştir.

III. SONUÇLAR

Tablo 4. CNC Analizi Aktif Durum Sorgu Sonuçları

Execution value	Availability value	Controller value	Time cost
ACTIVE	AVAILABLE	AUTOMATIC	2709076
ACTIVE	AVAILABLE	AUTOMATIC	2435399
ACTIVE	AVAILABLE	AUTOMATIC	824474
ACTIVE	AVAILABLE	AUTOMATIC	1289053
ACTIVE	AVAILABLE	AUTOMATIC	1535424
ACTIVE	AVAILABLE	AUTOMATIC	3355143
ACTIVE	AVAILABLE	AUTOMATIC	1429084
ACTIVE	AVAILABLE	AUTOMATIC	205143
ACTIVE	AVAILABLE	AUTOMATIC	1906896
ACTIVE	AVAILABLE	AUTOMATIC	711625
:	:	:	:

Tablo 4'te Cihazın aktif durumu için elde edilen örnek sonuçlar görünmektedir. Bu durumların toplam zamanları alınarak, toplam çalışma zamanı bulunmuştur.

Tablo 5. CNC Analizi Kapalı Durum Sorgu Sonuçları

Availability value	Next availability value	Time cost
UNAVAILABLE	AVAILABLE	1174407
UNAVAILABLE	AVAILABLE	1687006
UNAVAILABLE	AVAILABLE	458058
UNAVAILABLE	AVAILABLE	54136
UNAVAILABLE	AVAILABLE	3047460
UNAVAILABLE	AVAILABLE	728208
UNAVAILABLE	AVAILABLE	206619
UNAVAILABLE	AVAILABLE	814103
UNAVAILABLE	AVAILABLE	2245437
UNAVAILABLE	AVAILABLE	2325218
UNAVAILABLE	AVAILABLE	102364
UNAVAILABLE	AVAILABLE	2498328
UNAVAILABLE	AVAILABLE	2904037
UNAVAILABLE	AVAILABLE	2574794
.	:	.

Tablo 5’de availability value bilgisinin Unavailable olduğu andan bir sonraki durum değişimine kadar kapalı olduğu gözlenen örnek sonuçlar görülmektedir. Buradaki zaman toplamları ile ne kadar süre cihazın kapalı kaldığı hesaplanmıştır.

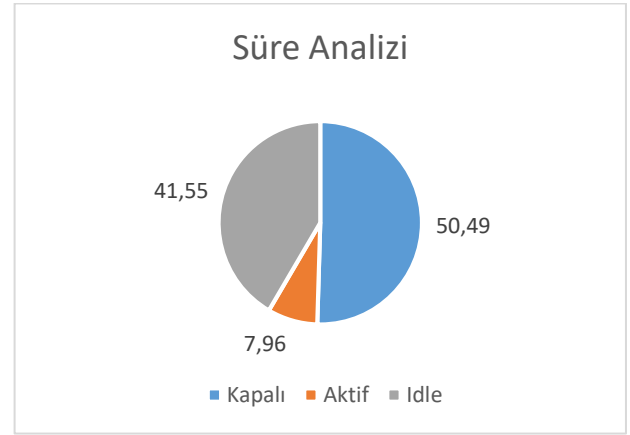
Tablo 6. CNC Analizi Cihaz Idle Durum Sorgu Sonuçları

Execution value	Availability value	Time Cost
PROGRAM_STOPPED	AVAILABLE	1164198
READY	AVAILABLE	23385
PROGRAM_COMPLETED	AVAILABLE	1542767
PROGRAM_COMPLETED	AVAILABLE	2450343
STOPPED	AVAILABLE	323234
INTERRUPTED	AVAILABLE	49539
STOPPED	AVAILABLE	1550930
READY	AVAILABLE	1353986
INTERRUPTED	AVAILABLE	3334554
READY	AVAILABLE	600902
READY	AVAILABLE	3068071
READY	AVAILABLE	2365083
STOPPED	AVAILABLE	3418256
:	:	:

Tablo 6’de Execution ve Availability bilgilerine göre idle analizi örnek sonuçları görülmektedir. Buradan yola çıkarak toplam zaman ve kaç defa idle durumuna geçtiği analizleri yapılmıştır.

Alınan örnekte toplamda 313.337,43 dk geçmiştir. Bu sürenin 158.163,81 dk’sında cihaz kapalı durumdadır. 130.211,91 dk’sında cihaz boş (idle) durumdadır. 24.961,70 dk’da ise cihaz aktif durumdadır.

Bu analizi gösteren grafik aşağıda verilmiştir.



Şekil 4. Cihaz toplam süre yüzde analizi

IV. TARTIŞMA

Yapılan analiz bir sonraki aşamada makine öğrenmesi ile otomatik hale gelebilir. Tüm cihazlar merkezi olarak izlenebilir ve planlı plansız duruşlar gözlenebilir. Geçmiş datalardan yola çıkılarak öğrenme neticesinde üretimle ilgili tahminlerde bulunulabilir. Bu tahminlere göre cihazın bozulma zamanının tespit edilerek teknik destek işleminin hızlandırılarak zaman kaybının önüne geçilebilir. Operator bazlı daha verimli üretim planı yapılarak aynı sürede daha fazla üretim yapılabilir.

V. SONUÇ

Toplanan veriler ışığında tezgahdaki duruş analizleri, cihaz kapalı durumları ve idle durumları tespit edilmiştir. Görüntülenen grafik neticesinde cihaz verimliliği oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Cihazın daha aktif ve daha az maliyetle daha çok üretim yapılabilmesi için öncelikle cihazın kapalı olduğu durumlar göz önüne alınarak, daha iyi bir planlama yapılmalı, cihaz kapasitesine uygun çalıştırılmadığı idle durumlarında ise boşta çalışma durumunun kök sebepleri bulunarak bu sürelerin operator ve teknik alt yapı desteği ile minimumuna indirilmesi sağlanabilir. Tüm bunlar gerçekleştiğinde cihaz tam kapasite üretim moduna geçerek verimliliği üst düzeye çıkarılabilir.

REFERANSLAR

- [1] Lee, B.E., Michaloski, J., Proctor, F., Venkatesh, S. and Bengtsson, N., 2008, "MTCONNECT-BASED KAIZEN FOR MACHINE TOOL PROCESSES", Proceedings of ASME 2010 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference
- [2] Vijayaraghavan, A., Sobel, W., Fox, A., Warndorf, P., and Dornfeld, D., 2008. "Improving machine tool interoperability using standardized interface protocols: MT connect". Proceedings of 2008 International Symposium on Flexible Automation, ISFA.
- [3] Apache NiFi, 2019, nifi.apache.org.
- [4] Apache HBase, 2019, hbase.apache.org.
- [5] Apache Hadoop, 2019, hadoop.apache.org.
- [6] Apache Ambari, 2019, ambari.apache.org
- [7] Mark Hoover, 2013, Do you know big data's top 9 challenges?, Washington Technology.
- [8] Shoro, A.G., Soomro, T.R., 2015, "Big Data Analysis: Ap Spark Perspective", Global Journal of Computer Science and Technology: CSOFTWARE & DATA ENGINEERING Volume 15 Issue 1 Version 1.0 Year 2015.