

# İstanbul Sanayi Odası İstanbul Bölgesi Sanayide Dijital Dönüşüm Analizi Raporu

## Genel Rapor

İstanbul Sanayi Odası tarafından yürütülen, İSO-Sanayide Dijital Dönüşüm Ofisi Projesi İstanbul Kalkınma Ajansı tarafından 2018 yılı Yaratıcı ve Yenilikçi İstanbul Mali Destek Programı kapsamında desteklenmektedir.

İstanbul Kalkınma Ajansı tarafından desteklenen İSO-Sanayide Dijital Dönüşüm Ofisi Projesi kapsamında hazırlanan bu yayının içeriği İstanbul Kalkınma Ajansı veya T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın görüşlerini yansıtmamakta olup, içerik ile ilgili tek sorumluluk İstanbul Sanayi Odası'na aittir.

# İçindekiler

GİRİŞ .....	3
YÖNETİCİ ÖZETİ .....	5
Sanayi Şirketlerinin Genel Durumu .....	5
Dijital Dönüşüm Seviyelerini Yükseltmek için Sanayi Şirketleri Ne Yapmalı? .....	7
SANAYİDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM .....	14
Dijital Dönüşüm Seviyesi .....	14
1. Teknoloji ve Veri Analitiği .....	16
2. Üretim Süreçleri.....	21
3. Kalite Süreçleri.....	23
4. Bakım Süreçleri.....	26
Gruplar: Başlangıç – Orta- İleri .....	28
1. Teknoloji ve Veri Analitiği .....	28
2. Üretim Süreçleri.....	29
3. Kalite Süreçleri.....	30
4. Bakım Süreçleri.....	32
TESPİT ve ÖNERİLER .....	34
Genel Durum .....	34
Odaklanılacak Konular .....	35
1. Teknoloji ve Veri Analitiği .....	35
2. Üretim Süreçleri.....	37
3. Kalite Süreçleri.....	39
4. Bakım Süreçleri.....	40
SONUÇ .....	41
EKLER .....	43
Ek : 1 Çalışma Metodolojisi.....	43
Ek : 2 Analiz Yöntemi .....	45
Ek : 3 Analiz Sonuçları.....	46

# GİRİŞ

Sanayide verimlilik ve uluslararası düzeyde rekabetin anahtarı “Dijital Dönüşüm” seviyesinin yükseltilmesidir. İstanbul Kalkınma Ajansı Yenilikçi ve Yaratıcı İstanbul Mali Destek Programı kapsamında İstanbul Sanayi Odası tarafından gerçekleştirilen İSO – Sanayide Dijital Dönüşüm Projesi ile İSO üyelerinin Dijital Dönüşüm yol haritalarını çıkararak sanayinin rekabet gücünü arttırmak ve ülke ekonomisine daha fazla değer yaratmak amaçlanmıştır. Kurulan Dijital Dönüşüm Ofisi aracılığı ile şirketlerin Dijital Dönüşüm seviyeleri belirlenmiş, dijital dönüşüm yol haritası danışmanlığı yapılmış, Dijital Dönüşüm mini MBA’leri, nesnelerin interneti, yapay zeka, büyük veri analizi gibi dikey teknik eğitimler ve seminerler verilmiştir.

İstanbul bölgesinin Dijital Dönüşüm seviyesini belirlemek için dört değişik sektörden 48 şirkette teknoloji ve veri analitiği, üretim, kalite ve bakım süreçleri başlıkları altında dijital uygulamalar derinlemesine sorgulanmıştır. Her bir başlık için bir dijitalleşme skoru hesaplanmış, bunların ortalaması ile de şirketlerin dijital dönüşüm seviyesi belirlenmiştir.

Dijital Dönüşüm seviyesinin belirlenmesinde bu çalışma için tasarlanan Dijital Olgunluk Analizi Endeksi kullanılmıştır. Dijital Olgunluk Analizi Endeksi bir işletmenin Dijital Dönüşüm yolculuğunda dijital olgunluğunun ne düzeyde olduğunu belirlemektedir. Bu amaçla çalışmaya katılan şirketlerin cevapları değerlendirme ölçeği kullanılarak 1-4 arasında puanlanmış, şirketlerin genel

ve her bir başlık altındaki Dijitalleşme Skorları hesaplanmış ve şirketler Dijital Dönüşüm Ölçeğinde dört seviyede konumlandırılmıştır.

Birinci seviye “Reaktif Verimsizlik” olarak adlandırılmaktadır. Bu seviyedeki şirketlerde yürütme ve karar alma genelde acil durumlara yönelik müdahaleler tarafından yönlendirilir. Sorunlar ortaya çıktıkça ele alınır. Performans ölçüleri yoktur veya yetersizdir. Üretim sahasından veri toplanmaz ve analiz edilmez.

“Kontrollü Yönetim” olarak adlandırılan ikinci seviyede yer alan şirketlerde yürütme ve karar alma süreç hedefleri tarafından yönlendirilmektedir. İş süreçleri ise büyük ölçüde önleyici sistemlerle ve koşul tanımlı karar mekanizmaları ile düzenlenmiştir. Bu şirketlerde sınırlı bir veri toplama altyapısı ile üretim sahasındaki kontrol sistemleri ve el terminalleri gibi noktalardan veri toplanır. Bu verilerin bir kısmı saklanır ve basit analizler yapılır.

Üçüncü seviye olan “Stratejik İlerleme” seviyesinde yürütme ve karar alma iş hedefleri tarafından yönlendirilir. Performans ölçütleri düzenli olarak gözden geçirilir ve geliştirilir. Kararlar yüksek kaliteli verilerin analizi ile alınır. Yüksek hızlı otomasyon ağı ile üretim sahasındaki makinelerden alınan verilere ek olarak hat kameraları gibi birçok noktadan çevresel veriler de toplanır; bu verilerin neredeyse tamamı saklanır, büyük veri platformu üzerinde veri bilimi yöntemleri ile analizler yapılır. Analiz çalışmalarına ihtiyaca göre akademik çevrelerden ve start-up'lardan da katılımcılar dahil edilir.

Dördüncü seviye “Sürekli Proaktif Gelişim” olarak adlandırılmaktadır. Bu seviyede yer alan şirketlerde yürütme ve karar alma elde edilecek değer kazanımına ve maksimum sürdürülebilirliğe göre yönlendirilir. Dünya standardındaki performans proaktif bir yaklaşımla sürekli geliştirilir. Yürütme ve karar alma sürekli olarak gelişmiş analitik sistemler ile belirlenir. Veri toplama için üretim sahasında yüksek hızlı bir altyapı oluşturulmuştur. Makineler, taşıma araçları, operatörler, IoT cihazları gibi noktalardan kapsamlı veri toplanır. Bu verilerin tamamı saklanır. Saklanan veriler yapay zeka ve dış danışmanlık ekipleri tarafından büyük veri platformları ile analiz edilir. Analizler kullanılarak proaktif kararlar alınır.

Dijital Olgunluk Analizi Endeksi ile hesaplanan skor şirketin bu dijital dönüşüm

ölçeğindeki konumu belirlemektedir. Örneğin, bu skorun 2,5 olması şirketin mevcut dijital dönüşüm seviyesinin kontrollü yönetim ile stratejik ilerleme arasında olduğunu göstermektedir. Şirket kontrollü yönetim aşamasının ilerisinde olmakla birlikte henüz stratejik ilerleme seviyesine ulaşmamıştır.

Dijital Dönüşüm Ofisi çalışmalarından elde edilen veriler ayrıca veri analitiği yöntemleri ile incelenmiş, İstanbul Bölgesinin genel ve sektör bazlı dijital dönüşüm analiz raporları oluşturulmuştur. Analiz raporları sektördeki dijital dönüşüm çalışmalarının kritik başarı ölçütlerini açıklamakta, önceliklerin ve stratejilerin belirlenmesine yol gösterici bir kılavuz niteliği taşımaktadır.

Sektör	Şirket Sayısı
Gıda	3
Makine	21
Plastik ve Kimya	16
Tekstil	8

# YÖNETİCİ ÖZETİ

## Sanayi Şirketlerinin Genel Durumu

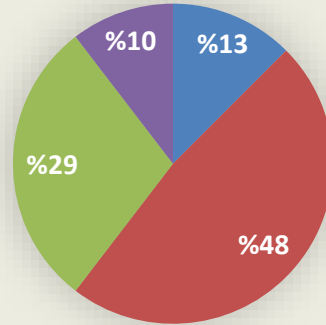
Hızla gelişen teknolojiler üretim sektöründe de etkisini göstermektedir. Üretim teknikleri ve tedarik zinciri yapısı bir dönüşümden geçerken, iş modelleri ve organizasyon yapıları da değişmektedir. Yeni teknolojilerle birlikte sanayide verimlilik artışları yaşanmaktadır. Rekabetin kuralları baştan yazılırken, sadece maliyette iyi olmak yetmemekte, pazar hız ve esneklik de istenmektedir. Bütün bunların anahtarı ise dijital dönüşüm seviyesinin yükseltilmesidir.

Sanayi şirketlerinin dijital dönüşüm seviyesinin belirlenmesi için yapılan bu çalışmaya katılan şirketlerin ortalama

Genel Dijitalleşme Skoru 1,9 olarak belirlenmiştir. Şirketlerin çoğunun skoru bu ortalamaya yakındır. En yüksek skor 2,9 ve en düşük skor 1,3 olarak hesaplanmıştır. Skoru 3 ve üzerinde şirket bulunmamaktadır.

Sonuçlar ağırlıklı olarak “Reaktif Verimsizlik” seviyesinde yer almakta olup şirketlerin büyük bir kısmında “Kontrollü Yönetim” seviyesine geçiş için çalışmalar olduğu görülmektedir. Günlük kararlarla veya acil durumlara göre işlerini yöneten şirketler hedeflere göre yönetilen süreçler ve önleyici sistemler geliştirmek yönünde çalışmalar yapmaktadırlar.

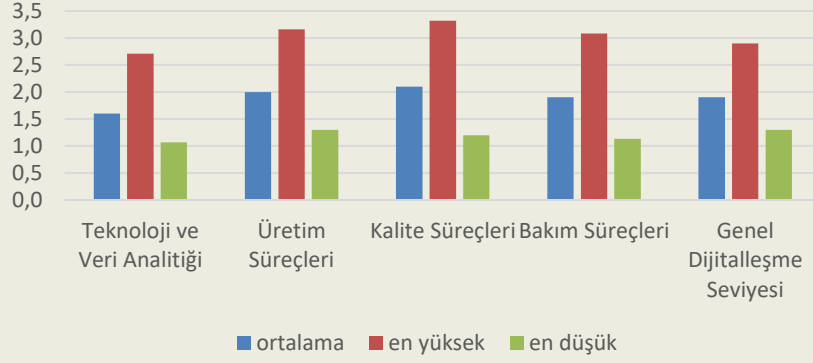
Tüm Şirketler



■ 1,0 - 1,4 ■ 1,5 - 1,9 ■ 2,0 - 2,4 ■ 2,5 - 2,9 ■ 3,0 ve üstü

*Şirketlerin en yüksek ortalama skoru Kalite Süreçleri (2,1) alanında, en düşük ortalama skoru ise Teknoloji ve Veri Analitiği (1,6) alanındadır.*

## Dijitalleşme Skorları



En yüksek skorun alındığı Kalite Süreçleri alanında uygulamada farklı yapılar gözlenmiştir. Müşterilerin taleplerine ve uluslararası standartlara bağlı olarak gerekli kalite organizasyonunu, kalite alt yapısını, kalite kontrol laboratuvarlarını kurmuş ve bu alanda yatırım yapan şirketlerin yanı sıra üretimde kontrol edemedikleri ve çözemedikleri problemleri kontrol edebilmek için kalite kontrol faaliyetlerine ağırlık vermiş, görsel kontrol ve %100 kontrol gibi oldukça pahalı, hataya açık ve kontrol altına alınması güç yöntemlere başvurmuş şirketler de bulunmaktadır. Özellikle Orijinal Ürün Üreticisi (OEM) ile çalışan veya kendi Orijinal Ürün Üreticisi (OEM) olan şirketlerde iyi uygulama açısından belirgin bir fark görülmektedir. Sektörlerinde öncü

ve dijitalleşmede ileri seviyede olan ana şirketler tedarikçi denetleme ve iyileştirme çalışmalarıyla tedarikçilerinin iş süreçlerinin standartlaştırılmasında ve dijitalleştirilmesinde etkili olmaktadır.

Teknoloji ve Veri Analitiği boyutunda ise şirketler benzer özelliklerde olup altyapı eksikleri genel bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Şirketlerinin büyük bir kısmının makinelerinde kontrol sistemi bulunmakla birlikte bunlar ortak bir otomasyon ağına bağlı değildir. Toplanan veriler analiz ve karar alma amaçlı değil, daha çok anlık kontrol için kullanılmaktadır. Kontrol sistemi bulunmayan makinelerin ise çoğu oldukça eski ve veri toplamaya uygun olmayan makinelerdir.

	Dijitalleşme Skoru	Varyans	En Yüksek Skor	En Düşük Skor
Teknoloji ve Veri Analitiği	1,6	0,11	2,7	1,1
Üretim Süreçleri	2,0	0,20	3,2	1,3
Kalite Süreçleri	2,1	0,26	3,3	1,2
Bakım Süreçleri	1,9	0,28	3,1	1,1
<b>Genel Dijitalleşme Seviyesi</b>	<b>1,9</b>	<b>0,17</b>	<b>2,9</b>	<b>1,3</b>

Sanayi Şirketleri Ortalama Dijitalleşme Skorları

Şirketler üretim süreçleri konusunda benzer bir yapı göstermekte olup genel olarak israf yoğun bir yapıya sahiptirler. Planlama, optimizasyon, verimlilik, stok, lojistik süreçlerinde dijital teknolojilerden ve veriden gerektiği şekilde yararlanılmamaktadır.

Bakım organizasyonu ise çoğunlukla arıza odaklı reaksiyon gösteren bir yapıdadır.

Kestirimci bakım çalışmaları için makine altyapısı uygun değildir. Makine parkurları büyük ve çok adette makineden oluşan şirketlerde ağırlıklı olarak reaktif bakım çalışmaları yürütülürken makine parkuru nispeten yeni ve makine sayısı az olan şirketlerde ise bakım organizasyonu henüz kurulmamıştır; bakım süreçlerinde standartlaşma yoktur.

## Dijital Dönüşüm Seviyelerini Yükseltmek için Sanayi Şirketleri Ne Yapmalı?

Dijital dönüşüm uzun soluklu bir yolculuktur. Bu dönüşümün sağlayacağı faydalardan yararlanabilmek için dijitalleşmeyi bir strateji olarak ele almak ve şirket içinde farkındalık yaratarak herkesin bu dönüşümü sahiplenmesini sağlamak gerekir. Dijital dönüşüm stratejik bir yaklaşım ve çalışan desteği olmadan gerçekleştirilemez.

Şirketlerin en büyük korkularından biri siber saldırıya uğramak ve kendileri için çok kritik olan bilgilerin başkasının eline geçmesi, yok olması veya üretimin

durmasıdır. Bu nedenle bazı kritik bilgilerini dijital ortama taşımayan, uzaktan erişime izin vermeyen şirket sayısı azımsanamayacak seviyededir. Korku nedeni ile yapmama yerine doğru politika ve yöntemlerle sistemi korumak daha doğru olacaktır.

*Endüstri 4.0 yaklaşımları sorgulandığında şirketlerin yarısından fazlasında farkındalık olduğu, ancak konu ile ilgili bir stratejileri olmadığı görülmektedir. Şirketlerin ancak beşte birinde strateji mevcuttur veya oluşturulmaya başlamıştır.*

## Endüstri 4.0 yaklaşımınız nedir?



Şirketlerin büyük çoğunluğunun herhangi bir endüstri 4.0 uygulaması kullanmadığı tespit edilmiştir. Dijitalleşme analizi sonuçları şirketlerin henüz bu tür uygulamaları kullanacak olgunluk ve / veya

farkındalık düzeyinde olmadıklarını göstermektedir. Şirketlerin bu uygulamalardan fayda elde edebilmek için önce sistemsel alt yapılarını güçlendirmeleri gerekmektedir.





Teknoloji ve Veri Analitiği dijital dönüşümün en zayıf olduğu alandır. Bu alanda öncelikli çalışma konuları veri toplama, saklama ve analiz, uçtan uca entegrasyon ve siber güvenlidir.

Teknoloji ve Veri Analitiği	
Genel	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verilerin sadece anlık kontrol için değil analiz ve planlama için de kullanılması için gerekli sistemlerin geliştirilmesi</li> <li>• Veri analizinin ayrı bir uzmanlık olarak ele alınarak analiz ve sonuç yorumlama becerisinin geliştirilmesi</li> <li>• Ortak bir raporlama sistemi oluşturulması</li> <li>• Yazılı formların dijital ortama taşınması ve dijital olarak kullanılması için gerekli altyapının kurulması</li> <li>• Uçtan uca kesintisiz veri akışı için müşteri ve tedarikçi entegrasyonu ile ilgili çalışmaların gündeme alınması</li> <li>• Siber güvenlik yatırımı ve farkındalığı konusunun bir plan dahilinde ve risk yönetimi yaklaşımı ile ele alınması</li> </ul>	
Başlangıç seviyesindeki şirketler	Orta seviyedeki şirketler
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sahadan veri toplama ile ilgili eksiklerin tamamlanması</li> <li>• Bakım ile ilgili oluşan verilerin kayıt altına alınarak analizlerde ve stratejik kararlarda kullanılması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verilerin merkezi bir sistemde saklanması ve analizinin sağlanması</li> <li>• Yapay zeka alanına sadece iyileştirme çalışmaları için değil, geleceği öngörmek ve planlama yapmak için de yatırım yapılması</li> <li>• Müşteri entegrasyonu konusunda eksiklerin saptanması, geliştirme aksiyon planının hazırlanması ve uygulamaya alınması</li> </ul>
İleri seviyedeki şirketler	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontrol sistemlerinden toplanan her verinin uzaktan anlık olarak görüntülenebilmesi</li> <li>• Üretim sırasında ürünün yerinin veya hangi üretimin hangi aşamasında olduğunun dijital teknolojilerle otomatik tespit edilebilmesi</li> <li>• Depoda ürünlerin yerinin IoT teknolojileri ile otomatik tespit edilebilmesi</li> <li>• Sadece makine ve çevresel sensörlerden değil tesis içindeki operatörler, araç ve ekipmanlar ile ilgili veri toplamasının ve bu verilerin de analizlerde kullanılmasının sağlanması</li> </ul>	

Şirketler Teknoloji ve Veri Analitiği Dijitalleşme Seviyelerini Arttırmak için Nelere Odaklanmalı?

Üretim süreçlerinde yalın üretim tekniklerini kullanma, verimlilik takibi, üretim planlama yöntemi, depo yönetimi öncelikli olarak çalışılması gereken konulardır.

Üretim Süreçleri	
Genel	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Yalın üretim tekniklerini kullanma ve süreç iyileştirme konularında çalışmalar yapılması</li><li>• Üretimde anlık izlenebilirliğin sağlanması için gerekli dijital sistemlerin devreye alınması</li><li>• Depo yönetiminin dijitalleştirilmesi için ihtiyaç analizlerinin yapılarak Depo Yönetim Sisteminin devreye alınması</li></ul>	
Başlangıç seviyesindeki şirketler	Orta seviyedeki şirketler
<ul style="list-style-type: none"><li>• Üretim performansının takibinde kullanılacak parametrelerin belirlenmesi, ilgili verileri toplama ve saklama sisteminin kurgulanması</li><li>• Verimlilik takibinin kaba verimlilik hesaplamaları ile değil modern metodolojilerle otomatik hesaplanarak yapılabilmesi için gerekli sistematığın geliştirilmesi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Üretim takip ve kontrol ekranlarını kapsayacak şekilde kurulacak Andon ekranları ile görsel yönetimin güçlendirilmesi</li><li>• Andon ekranlarından alınacak verilerin analizi ile kayıplara sebep olan problemler için Kök Neden Analizlerini başlatacak sistemlerin kurulması</li><li>• Sadece üretim verilerinin değil üretim ile ilişkili bütün parametrelerin (sıcaklık, nem, basınç vb.) kaydedilmesi ve analizlerde kullanılması</li></ul>
İleri seviyedeki şirketler	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Üretim öncesi oluşturulacak ve güncelliği devamlı kontrol edilecek ürün ağacı yapısı sistemleri ile üretimden alınacak anlık üretim ve kullanım miktarlarına bağlı olarak tedarik miktarlarının çıkarılması</li><li>• Malzeme tedarik ve talep süreçlerinde malzeme ihtiyaçlarının otomatik olarak oluşturulduğu satınalma talep ve sipariş yapısına geçilmesi</li><li>• Hat ekibinin çalışma bilgilerinin MES sistemine kart okutarak veya parmak basarak kayıt edilmesi</li><li>• Alt parça ve hammadde tüketimlerinin anlık kaydına ek olarak sarf malzemeleri gibi endirekt maliyet kalemlerinin de anlık olarak görülüp maliyet muhasebesine dahil edilebileceği yapının oluşturulması</li><li>• Maliyet muhasebesi sistemlerinde güncel maliyet analizlerinin yapılabilmesi</li></ul>	

[Şirketler Üretim Süreçleri Dijitalleşme Seviyelerini Arttırmak İçin Nelere Odaklanmalı?](#)

Kalite Süreçleri boyutlar arasında ortalama dijitalleşme skoru en yüksek olan boyut olmakla birlikte uygulamada farklı seviyede örnekler görülmektedir. Şirketler öncelikli olarak kalite süreçlerindeki standartlaşma

eksiklerini tamamlamalıdır. Kalite Yönetim Sistemi kullanılması veri analizi ve veriye dayalı karar alma açısından tüm şirketlerde fark yaratacaktır.

Kalite Süreçleri	
Genel	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalite biriminin fonksiyonlarını tam anlamı ile yerine getirebilmesi için üst yönetime bağlı bağımsız bir birim olarak konumlandırılması</li> <li>• Müşteri standartları ve iç standartlardan oluşan bütünleşik bir kalite standartları altyapısının kurulması</li> <li>• Kalite Yönetiminin bir yazılım üzerinden yapılması</li> </ul>	
Başlangıç seviyesindeki şirketler	Orta seviyedeki şirketler
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yeni projelerde kalite biriminin de sürece dahil edilmesinin sağlanması</li> <li>• Tedarikçi kalite standartlarının belirlenmesi ve tedarikçilerle birlikte iyileştirme çalışmaları yapılması</li> <li>• Test laboratuvarı yetkinliklerinin geliştirilmesi</li> <li>• On adımda kaizen (sürekli iyileştirme) çalışmaları ile Kobetsu Kaizen projelerinin (basit ve hemen akla gelen fikirlerden çok bir ekip çalışmasının ürünü olan detaylı iyileştirme faaliyetleri) geliştirilmesi</li> <li>• Kalite problemlerinin çözümünde altı sigma, neden-neden analizleri vb. analitik yöntemlerin ve problem çözme tekniklerinin kullanılması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sadece üretim standartlarının değil seriye geçiş standartlarının da tanımlanması ve seride olduğu gibi kalite incelemesi yapılması</li> <li>• İstatistiksel Süreç Kontrol (SPC) kullanımının Proses Hata ve Etkileri (PFMEA) kapsamında sürekli olarak yapılması</li> </ul>
İleri seviye şirketler	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Üretim süreçlerinin niteliğini arttırmak ve süreçleri kolaylaştırmak için öngörülen değişikliklerin, müşteri ve alt tedarikçileri de etkileyen unsurlar içermesi durumunda bunların ilgili paydaşlarla beraber değerlendirilmesi gereğinin Kalite Proses Değişikliği Standardında yer alması</li> <li>• Süreç yeterlilik (CpK) değerlerinin kalite yönetim sisteminde tanımlanarak sürekli takip edilmesi</li> </ul>	

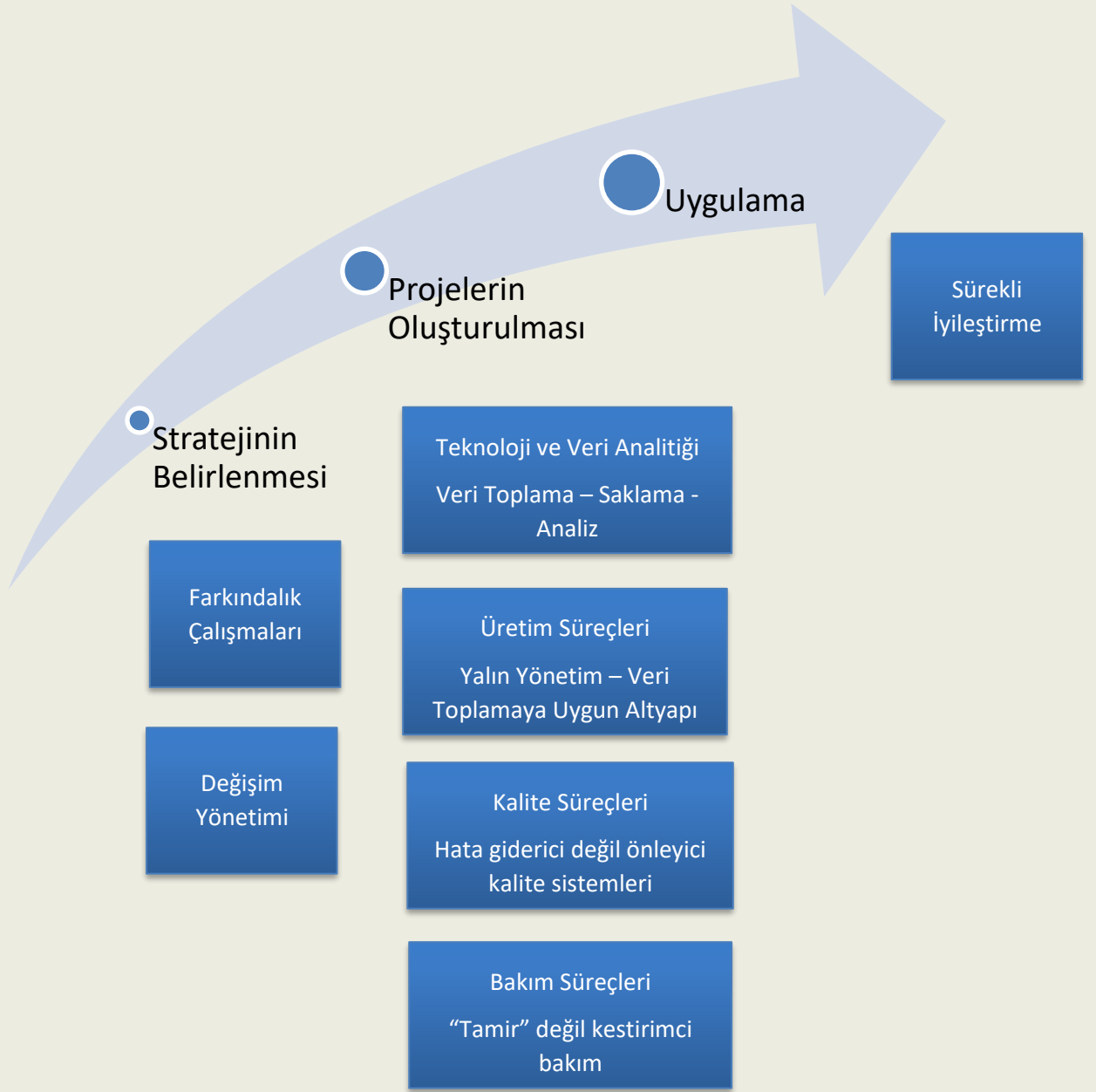
**Şirketler Kalite Süreçleri Dijitalleşme Seviyelerini Arttırmak için Nelere Odaklanmalı?**

Şirketlerin çoğunda, “bakım” ihtiyaç oldukça yerine getirilen bir fonksiyon olarak görülmektedir. Dijitalleşme ile birlikte bakım fonksiyonu da değişim

göstermektedir. Kestirimci bakım ve bakım verilerinin takibi öncelikle ele alınması gereken konulardır.

Bakım Süreçleri	
Genel	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Reaktif bakımdan kestirimci bakıma geçmek için gerekli sistemin kurgulanması ve uygulamaya alınması</li><li>• Bakım için performans hedefleri belirlenmesi ve gerçekleştirmelerin izlenmesi</li><li>• Bakım Yönetim Sistemi kullanımının yaygınlaştırılması</li><li>• Enerji tüketiminin maliyet, sürdürülebilirlik ve kestirimci bakım açısından takip edilmesi</li></ul>	
Başlangıç seviyesindeki şirketler	Orta seviyedeki şirketler
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bakım organizasyonunun ve sorumluluklarının tanımlanması</li><li>• Bakım performans kriterlerinin belirlenmesi ve takip edilmesi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kestirimci bakım için veri toplama sistematığının kurulması</li><li>• Bakım başlama ve bitirme zamanları konusunda tüm paydaşların bilgilendirilmesi için bir sistem oluşturulması</li><li>• Yeni makinelerin devreye alınmasının bir prosedür dahilinde yapılması</li></ul>
İleri seviyedeki şirketler	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bakım Erken Uyarı Sistemi parametrelerinin tek sistemde toplanmasının tamamlanarak sistemin devreye alınması</li><li>• Önleyici bakım için operatörlere küçük onarımları makine başında yapacak yetkinliğin kazandırılması</li></ul>	

Şirketleri bakım Süreçleri Dijitalleşme Seviyelerini Arttırmak için Nelere Odaklanmalı?



Dijital Dönüşümde İzlenmesi Gereken Yol Önerisi

# SANAYİDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Akıllı üretim ve dijital teknolojilerdeki gelişmeler ile dünyada üretim dinamikleri yeniden şekillenmektedir. Üretim teknikleri ve tedarik zinciri yapısı bir dönüşümden geçerken, iş modelleri ve organizasyon yapıları da değişmektedir. Yeni teknolojilerle birlikte sanayide verimlilik artışları yaşanmaktadır. Rekabetin kuralları baştan yazılırken, sadece maliyette iyi olmak yetmemekte, pazar hız ve esneklik de istenmektedir. Yenilikçi tedarik zincirleri, karanlık fabrikalar, teknolojik ürünler, büyük veri, yapay zeka bu oyunda yerlerini almaktadır. Bu değişim karşısında ülkelerin de bu dönüşümden faydalanmak için nasıl hazırlanmaları gerektiğini belirlemeleri gerekmektedir.

2014-2018 yıllarını kapsayan onuncu kalkınma planında [Kalkınma10], imalat sanayisinin dönüşümü öncelikli bir hedef olarak yer almıştır. Dijital teknolojilerin getireceği dönüşüm ile üretim sistemlerinin genelde yüzde otuz daha hızlı ve yüzde yirmi beş daha verimli olması beklenmektedir.

## Dijital Dönüşüm Seviyesi

Dijital Olgunluk Analizi Endeksi kullanılarak hesaplanan skorlar şirketlerin dijital dönüşüm seviyelerini göstermektedir.

2019-2023 dönemini kapsayan On Birinci Kalkınma Planı [Kalkınma11], her alanda rekabetçiliği ve verimlilik artışını sağlamaya odaklanmıştır. Planın beş temel ekseninden biri olan rekabetçi üretim ve verimlilik, her sektöre uygulanacak yatay politika alanları açısından ele alınmış, dijital dönüşüm, hızlandırıcı bir politika olarak belirlenmiştir.

*Sanayinin dijital dönüşümü, Sanayi Bakanlığı tarafından Eylül 2019'da açıklanan 2023 Sanayi ve Teknoloji Strateji Belgesinin [Strateji2023] de ana öncelikleri arasındadır. İmalat sanayisinde Türkiye'nin fiyat avantajı olduğu ancak dijital dönüşümle bu fiyat avantajının ortadan kalkacağına dikkat çekilmekte ve dijital dönüşümün öncelikli bir hedef olduğu vurgulanmaktadır.*

Türkiye'de imalat sanayisi İstanbul ve Marmara Bölgesinde yoğunlaşmıştır. İmalat sanayisi işyerlerinin ve istihdamın ortalama yüzde ellisi bu bölgededir. Bu nedenle bölge şirketlerinin Dijital Dönüşümü ülke açısından büyük önem taşımaktadır.

*Çalışmaya katılan tüm şirketlerin ortalama Genel Dijitalleşme Skoru 1,9 olarak hesaplanmıştır. En yüksek skor 2,9 ve en düşük skor 1,3'dür.*

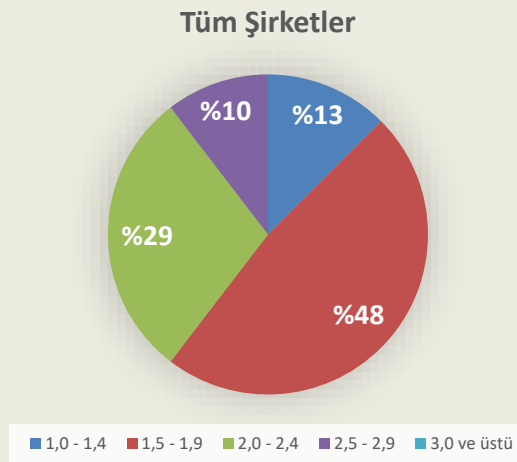
	Dijitalleşme Skoru Ortalaması	En Yüksek Değer	En Düşük Değer
Tüm Sektörler	1,9	2,9	1,3

Tablo 1: Dijital Olgunluk Seviyesi - Genel

Şirketlerin yarısından fazlası “Reaktif Verimsizlik” seviyesinde yer almakla birlikte “Kontrollü Yönetim” seviyesine geçiş için çalışmalar yapıldığı da görülmektedir. Bu şirketlerde yürütme ve karar almanın süreç hedefleri tarafından yönlendirilebilmesi, iş süreçlerinin ise önleyici sistemlerle ve koşul tanımlı karar mekanizmaları ile düzenlenebilmesi için gerekli düzenleme ve iyileştirme çalışmaları sürmektedir.

“Kontrollü Yönetim” seviyesindeki şirketlerin büyük çoğunluğu ise henüz bu seviyenin başındadırlar. Süreç hedefleri ve önleyici sistemler konularında belli bir seviyeye gelmiş olsalar da kaliteli verinin analizi ile karar alınabilmesi için eksiklerini tespit etmeleri ve bu eksiklerin giderilmesi yönünde çalışmalar yapmaları gerekmektedir.

“Stratejik İlerleme” seviyesinde şirket ise bulunmamaktadır. Bu seviyeye en yakın şirketin Dijitalleşme Skoru 2,9’dur.



**Şekil 1: Şirketlerin Dijitalleşme Skor Ortalamaları ve Dağılımları - Genel**

Şirketlerin sağlıklı bir dijital dönüşüm süreci kurgulayabilmelerinin anahtarı bunu bir strateji olarak ele almalarından geçmektedir. Şirketlerinin dijital dönüşüm konusunda genelde bir stratejileri olmadığı görülmektedir. Öncelik dijital dönüşümü stratejik bir yaklaşım ile ele almak ve dijitalleşmeyi stratejik hedefler arasına almak olmalıdır.

Dijital dönüşüm projelerinin yönetimini sağlayacak bir lider atanmış şirket sayısı da çok azdır. Şirketler dijital dönüşümü ufak iyileştirmeler olarak görmektedir. Dijital Dönüşüm projelerini proje yönetim metotları ile ele almak önemlidir. Dijital dönüşüm liderinin atanması dijital dönüşümü stratejik bir yaklaşımla ele almanın bir parçasıdır.

Dijital Dönüşümün önemli bir boyutu da insandır. Dijital çalışan profili konusunda tüm şirketlerde eksiklik göze çarpmaktadır. Dijital dönüşüm ve özellikle de değişim yönetimi kültürü firmalarda oluşturulamamıştır. Dijital Dönüşüm ve Endüstri 4.0 farkındalığı için şirketlerin sıklıkla kullandığı yöntem düzenli olmayan farkındalık eğitimleridir. Pilot çalışmalar ve düzenli farkındalık çalışmaları yapan şirket sayısı sınırlıdır. Çalışanların dijital yetkinlik matrislerini çıkartıp eğitimler ile eksikleri giderme yolunda çalışan şirkete rastlanmamıştır. Dijital farkındalık ve yetkinlik konusunda şirketlerin gerekli yatırımları yapmadıkları görülmektedir.

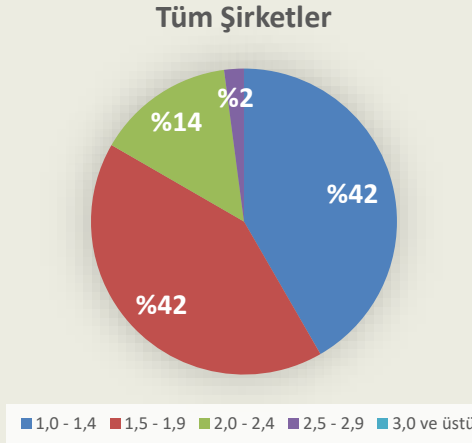
## 1. Teknoloji ve Veri Analitiği

Çalışmaya katılan tüm şirketlerin Teknoloji ve Veri Analitiği Dijitalleşme Skoru ortalama değeri 1,6'dır. En yüksek skor 2,7 ve en düşük skor 1,1 olarak hesaplanmıştır.

Teknoloji ve Veri Analitiği	Dijitalleşme Skoru Ortalaması	En Yüksek Değer	En Düşük Değer
Tüm Sektörler	1,6	2,7	1,1

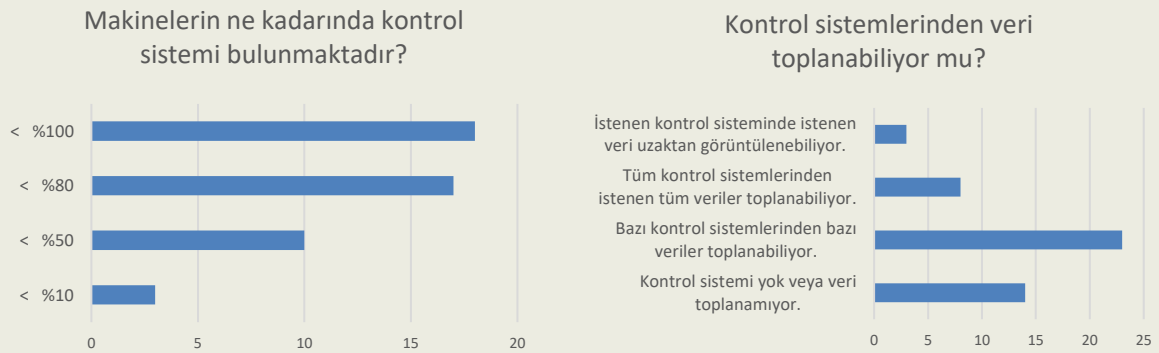
Tablo 2: Dijital Olgunluk Seviyesi – Teknoloji ve Veri Analitiği

Şirketlerin büyük çoğunluğu (%84) Teknoloji ve Veri Analitiği Dijitalleşme alanında “Reaktif Verimsizlik” seviyesinde yer almaktadır. Bu şirketlerin yarısı henüz bu seviyenin de başındadır.



Şekil 2: Şirketlerin Dijitalleşme Skor Ortalamaları ve Dağılımları – Teknoloji ve Veri Analitiği

*Teknoloji ve Veri Analitiği boyutu şirketlerin en zayıf olduğu boyuttur. Toplanan veriler incelendiğinde en önemli konunun veri toplama, saklama ve kullanma olduğu görülmektedir.*





Çalışmaya katılan şirketlerin büyük bir kısmının makinelerinde kontrol sistemi bulunmakla birlikte bunların ortak bir otomasyon ağına bağlı olmadıkları, ayrı ayrı Merkezi Denetleme Kontrol ve Veri Toplama sistemleri olduğu görülmüştür. Merkezi bir veri toplama ve analiz altyapısı

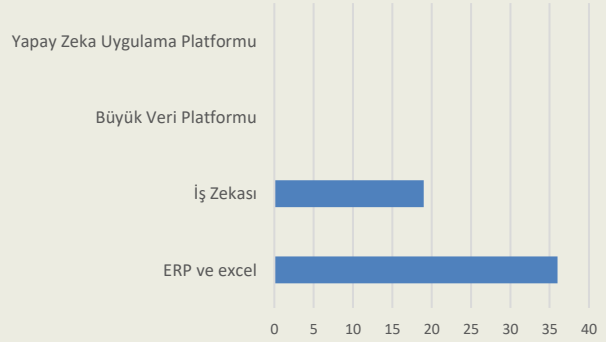
olan şirket sayısı çok azdır. Şirketlerin büyük çoğunluğunda ise kontrol sistemi olmakla birlikte veri toplanmamakta veya kısmi veri toplanabilmektedir. Makineler arası haberleşme sağlanarak kontrolün insandan alınıp algoritmalara bırakıldığı sistemler neredeyse hiçbir şirkette yoktur.



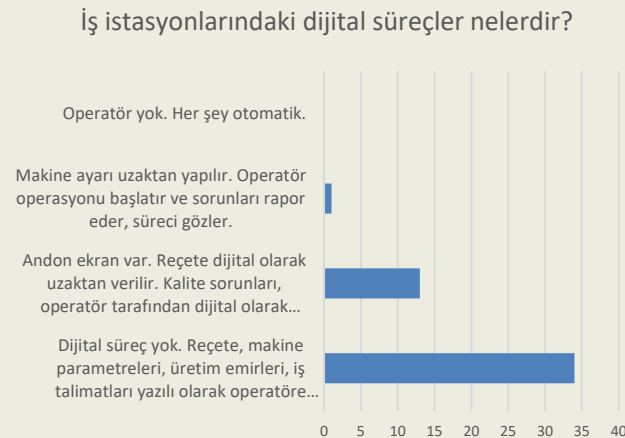
*Şirketlerin birçoğunda veriler saklanmamakta, topladıkları verilerin yüzde 80-100'ünü saklayan şirketlerin büyük bir çoğunluğunda bile veriler elle kağıda ve ERP'ye aktarılmaktadır. Verilerini ortak bir veri tabanında tutan, verileri zaman damgası ile saklamaya ve trend analizleri yapmaya yarayan historian veri tabanı kullanan çok az şirket vardır.*

Toplanan veriler ise analiz ve karar alma amaçlı değil, daha çok anlık kontrol için kullanılmaktadır. Satış tahminleme, fiyat tahminleme, kestirimci bakım analizi yapan şirket çok azdır.

Veri analizinde hangi araçları kullanıyorsunuz?



Üretim sahasından veri toplamada şirketler genelde yalnızca üretim makinelerini bu kapsama dahil etmektedir. Enerji tüketimleri, çevresel veriler, kalite kontrol cihazları gibi diğer noktalardan veri toplama oldukça zayıftır.



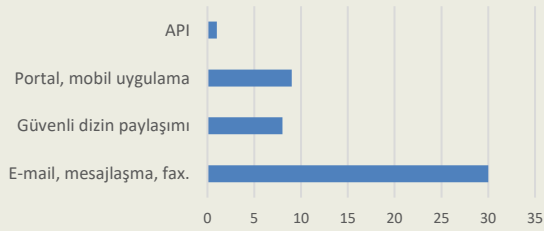
Şirketler veri analizinde yaygın olarak ERP ve excel kullanmaktadırlar. ERP ve excel kullanan şirketlerin yaklaşık beşte birinde İş Zekası uygulamaları kullanma yönünde çalışmaların başlatıldığı görülmüştür. Şirketlerin hemen hemen hepsinde analiz, çalışanların kendi ihtiyaçlarına göre ürettikleri ve/veya Bilgi Teknolojileri biriminden talep ettikleri raporlarla yapılmaktadır. Veri analizinden sorumlu bir kişi atamış olan veya dışardan danışmanlık alan şirket sayısı çok azdır.

Şirketlerin çoğunun iş istasyonlarında dijital süreç bulunmamaktadır. Üretim planları sahaya yazılı olarak iletilmektedir. Şirketlerin ancak üçte birinde üretim planları ERP veya MES tarafından otomatik oluşturulmaktadır. Öngörücü senaryolara göre planın adapte edildiği, maliyet

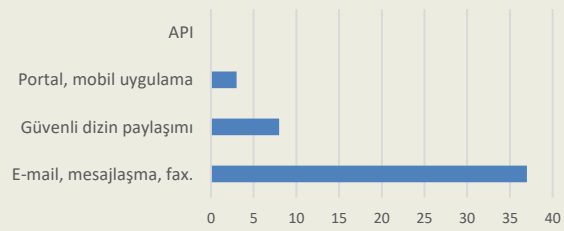
optimizasyonu, fiyat tahminlemesi gibi yapay zeka uygulamalarının dikkate alındığı sistemlere rastlanmamıştır.

Şirketlerde müşteri ve tedarikçi ile iletişim ve entegrasyonu ağırlıklı olarak e-posta, mesajlaşma ve faks ile yürütülmektedir.

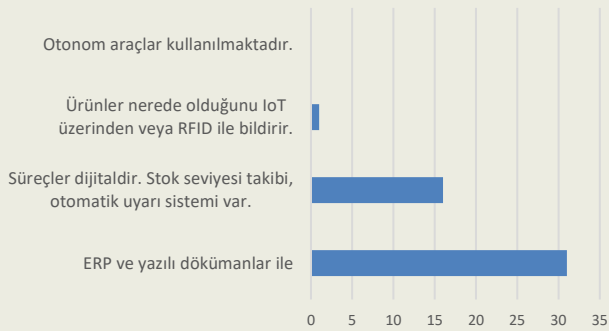
Müşteri ile iletişim ve entegrasyonu nasıl yönetiyorsunuz?



Tedarikçiler ile iletişim ve entegrasyonu nasıl yönetiyorsunuz?



Depo yönetimini nasıl yapılmaktadır?



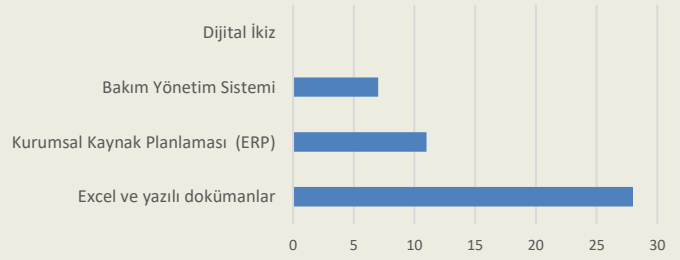
İhtiyaç olduğunda tedarikçilerden e-posta, faks, telefon ile talepte bulunmak yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Şirketlerin ancak yaklaşık yüzde kırkında ERP sistemi üzerinden otomatik talep ve satınalma üretilebilmektedir. Tedarikçi portalı üzerinden sistemi işleten, veri analizi ile satınalma optimizasyonu yapan çok az sayıda şirket bulunmaktadır. Müşteri ve tedarikçi ile entegrasyon konusunda şirketlerin zayıf olduğu görülmektedir.

Şirketlerin çoğunda depo yönetimi yazılı dokümanlar ve ERP üzerinden yapılmaktadır. Depo yönetim süreçlerini dijitalleştiren şirketlerde girişler el terminalleri ile yapılmakta, stok seviyesi takibi gibi konularda otomatik uyarı sistemleri kullanılmaktadır. Ürünlerin nerede olduğunu IoT ve RFID ile takip eden çok az sayıda şirket vardır. Özellikle üretim içerisinde malzeme besleme, yarı mamullerin taşınması, paketleme hatları

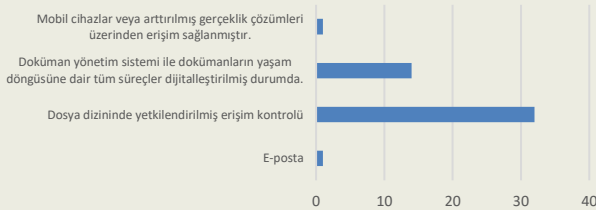
gibi yerlerde otomasyon eksiklikleri tüm şirketlerde mevcuttur. Üretimdeki çalışanların ve elleçleme araçlarının takibi neredeyse hiçbir şirkette yoktur. Aktif olarak otonom araç kullanımına hiçbir şirkette rastlanmamıştır. Depo yönetim sistemleri gibi otomasyona daha çabuk geçilecek alanlar da ne yazık ki yatırım maliyetleri nedeniyle ötelenen aksiyonların başında yer almaktadır.

Bakım Yönetimi şirketlerde ağırlıklı olarak yazılı dokümanlar ve excel üzerinden yapılmaktadır. Bakım Yönetim Sistemi kullanımı henüz yaygınlaşmamıştır. Bakım süreçleri ile ilgili standartlar bulunmamaktadır. Bakım yönetimi bir varlık yönetimi olarak ele alınmamakta, tüm bakım faaliyetlerinin kayda alındığı, bu verilerin analizi ile önleyici bakım faaliyetleri yürütülen az sayıda şirket bulunmaktadır.

Bakım yönetiminde hangi araçları kullanıyorsunuz?



Kritik dokümanları nasıl yönetiyorsunuz?



Şirketlerin sadece üçte biri kritik dokümanlarını doküman yönetim sistemi ile yönetmektedirler. Şirketlerin büyük bir çoğunluğu kritik dokümanları dosya dizininde yetkilendirilmiş erişim kontrolü ile yönetmektedir. Mobil cihazlar üzerinden erişilebilirliğe çok az sayıda şirkette rastlanmıştır.

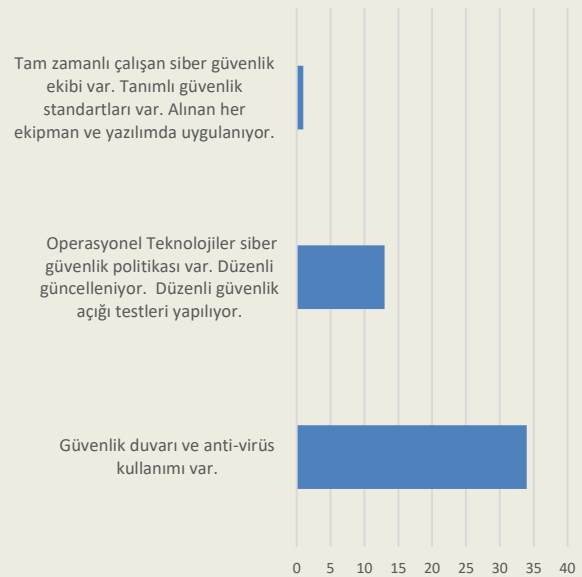
Şirketlerin büyük çoğunluğunun herhangi bir endüstri 4.0 uygulaması kullanmadığı tespit edilmiştir. Şirketlerin bir kısmı bulut, yapay zeka – kök sebep analizi ve kestirimci bakım uygulamalarını kısmen kullandıklarını belirtmişlerdir. Arttırılmış ve sanal gerçeklik uygulamalarının kullanımı neredeyse hiçbir firmada yoktur. Katmanlı

yazıcının sadece birkaç şirkette ürün geliştirmede şablon hazırlamak için kullanıldığı görülmüştür. Hazırlanan şablonlar ise sadece ön fikir için kullanılmaktadır. Seri üretimde kullanımı gözlenmemiştir. Dijital ikiz ve blok zinciri teknolojisinin kullanımına ise hiçbir firmada rastlanmamıştır.

Üretim sahasında endüstriyel kontrol sistemleri için siber güvenlik yaklaşımı nedir?



BT ve veriler için güvenlik yaklaşımı nedir?



Dijital Dönüşümün gündeme taşıdığı konulardan biri de siber güvenlidir. Bilgi teknolojileri (BT) ve operasyonel teknolojiler (OT) alanlarında alınan önlemler ile ilgili ortalama puan 2 seviyelerinde iken farkındalık konusunda bu puan 1,5'e düşmektedir. Şirketler makine – ekipman tarafında yaptıkları yatırımı insana yapmamaktadırlar. Şirketlerin yaklaşık yarısında siber güvenlik farkındalığı ile ilgili aktif bir çalışma yapılmaması dikkat çekicidir. Siber güvenlik konusunda çalışma yaptığını belirten şirketlerde ise genelde düzenli veya düzensiz farkındalık eğitimleri yapıldığı görülmektedir. Bu konuda hedef koymaya

başlayan şirketlerin oranı ise yüzde 10 civarındadır.

Şirketlerin büyük çoğunluğunda veri güvenliği için güvenlik duvarı ve antivirüs uygulamaları kullanılmaktadır. Üretim sahasındaki endüstriyel kontrol sistemlerinde ise ya herhangi bir uygulama yoktur ya da sahadaki ekipman ve sistemlere erişim kısıtlanmış ve yetkilendirilmiştir. BT ile OT arasında güvenlik ağı, operasyonel teknolojiler için siber güvenlik politikası ve düzenli güvenlik açığı testleri de şirketlerin dörtte birinde uygulamaya alınmıştır. Tam zamanlı siber güvenlik ekibine ise çok az sayıda şirkette rastlanmıştır.



## 2. Üretim Süreçleri

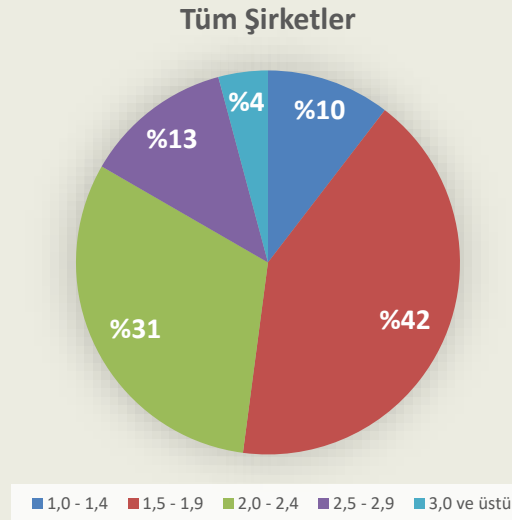
Çalışmaya katılan tüm şirketlerin Üretim Süreçleri Dijitalleşme Skoru ortalama değeri 2,0'dır. Bu kategorideki en yüksek skor 3,2 ve en düşük skor 1,3 olarak hesaplanmıştır.

Üretim Süreçleri	Dijitalleşme Skoru Ortalaması	En Yüksek Değer	En Düşük Değer
Tüm Sektörler	2,0	3,2	1,3

Tablo 3: Dijital Olgunluk Seviyesi – Üretim Süreçleri

Şirketlerin çoğu “Reaktif Verimsizlik” kategorisinde yer almakla birlikte büyük kısmının skoru “Kontrollü Yönetim” seviyesine yakındır. Bu şirketlerde günlük ve anlık karar almadan süreç hedeflerine

yönelik karar alma yaklaşımına geçiş başlamıştır. “Kontrollü Yönetim” seviyesindeki şirketlerin büyük çoğunluğu ise henüz bu seviyenin başındadır.



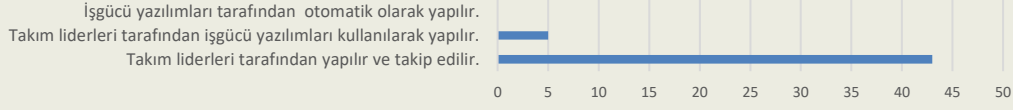
Şekil 3: Şirketlerin Dijitalleşme Skor Ortalamaları ve Dağılımları – Üretim Süreçleri

Üretimde genel olarak israf yoğun bir yapı dikkati çekmektedir. Üretim teknolojisine yatırım yapan, üretim ve teknoloji altyapısı üst seviyede olan şirketlerde dahi bu yapı gözlenmektedir. Şirketler ERP gibi programlar ile üretimi ve akışı takip etseler de üretim sistemlerinin modernize edilmesi yerine emek yoğun bir yapı tercih etmektedirler. Üretim yerleşimi akışa müsaade etmeyen, ara stoklara sebep olan, 5S yaklaşımından uzak ve içinde İSG risklerini de barındıran bir yapıya sahiptir.

Müşteri talebi ve zorlamasına bağlı satış baskısına sahip olan şirketlerde biraz da mecburiyetten yapılmış olan makine, ekipman ve personel yatırımlarının aslında kendileri için avantaj sağladığı görülmüştür.

*Üretim sahasında pek çok süreç veri ve analiz ile değil, tecrübe ile yönetilmektedir. Sistemler birbiri ile entegre olmadığından veri tutulsa da bunlar birbirleri arasında dijital olarak aktarılamamakta ve analiz edilememektedir.*

## Üretim işgücü planlaması nasıl yapılır?



Operatörlerin çalışma planları için işgücü yazılımı kullanan şirket çok azdır. Operatörlerin günlük çalışma planları şirketlerin yüzde doksandında takım

liderlerinin / vardiya amirlerinin sorumluluğunda olup bunların ancak yarısında Gantt tipi formlar kullanılmaktadır.

## Üretim iş emri yaratılması nasıl yapılır?

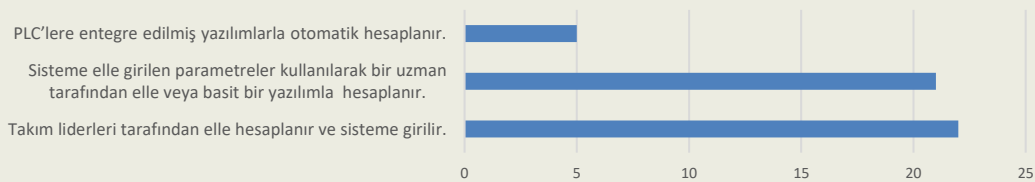


Yazılımlarla otomatik olarak yaratılan ve üretim hatlarına yansıtılan iş emirlerine çok az şirkette rastlanmıştır. Üretim planlama uzmanları tarafından yaratılan iş emirleri çoğunlukla takım liderleri tarafından hatlara dağıtılmaktadır.

Şirketlerde bitmiş parça stok seviyeleri de genelde ilgili birimler tarafından tecrübe ile

belirlenmektedir. Tanımlanan parametreler doğrultusunda bir yazılım ile bitmiş ürün stok seviyesi belirlenen şirketlerde de yazılım tarafından belirlenen stok seviyesi uzmanlar tarafından onaylanmaktadır. Güvenlik stok seviyesini bir uzman onayı gerektirmeyecek şekilde belirleyen gelişmiş yazılım alt yapısı olan şirkete rastlanmamıştır.

## OEE kim tarafından, hangi metotlarla hesaplanır?



Makine verimlilikleri (OEE) ve hat verimlilikleri genelde modern metodolojilerden uzak, çok kaba verimlilik hesaplamaları üzerinden takip

edilmektedir. Şirketlerin çoğunda hesaplama düzgün yapılmamakta ve otomatik takip edilememektedir.

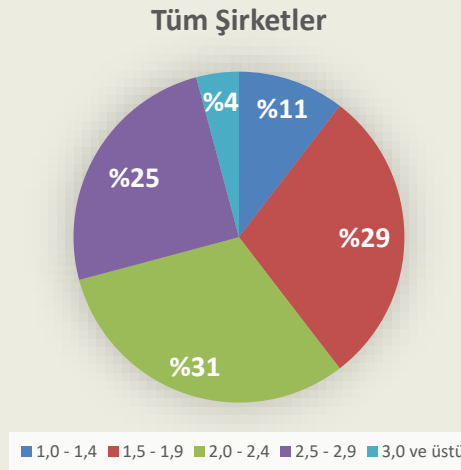
### 3. Kalite Süreçleri

Çalışmaya katılan tüm şirketlerin Kalite Süreçleri Dijitalleşme Skoru ortalama değeri 2,1'dir. Bu kategorideki en yüksek skor 3,3 ve en düşük skor ise 1,2 olarak hesaplanmıştır.

Kalite Süreçleri	Dijitalleşme Skoru Ortalaması	En Yüksek Değer	En Düşük Değer
Tüm Sektörler	2,1	3,3	1,2

Tablo 4: Dijital Olgunluk Seviyesi – Kalite Süreçleri

Şirketlerin büyük çoğunluğu “Kontrollü Yönetim” kategorisindedir. “Reaktif Verimsizlik” kategorisinde yer alan şirketlerin de büyük çoğunluğunun skoru “Kontrollü Yönetim” seviyesine yakındır.



Şekil 4: Şirketlerin Dijitalleşme Skor Ortalamaları ve Dağılımları – Kalite Süreçleri

*Kalite Süreçleri boyutlar arasında ortalama dijitalleşme skoru en yüksek olan boyuttur. Şirketlerin önemli bir kısmında müşterilerin ve uluslararası standartların taleplerine bağlı olarak gerekli kalite organizasyonu, kalite alt yapısı, kalite kontrol laboratuvarları kurulmuş ve bu alanda yatırım yapılmıştır. Yalın üretim tekniklerini kullanan ve bunun altyapısını kuran şirketlerde problem çözme teknikleri, kök neden çalışmaları ve kaizen çalışmaları etkili olarak kullanılmaktadır.*

Bu sistemlerden uzak olan şirketlerde ise üretimdeki emek yoğun yapı kalite organizasyonunda ve aşamalarında da kendini göstermektedir. Bu şirketlerde genelde üretimde kontrol edilemeyen ve çözülemeyen problemleri kontrol edebilmek için kalite kontrol faaliyetlerine ağırlık verilmiş ve bu aşamada da görsel kontrol ve %100 kontrol gibi oldukça pahalı, hataya açık ve kontrol altına alınması zor yöntemlere başvurulmuştur.

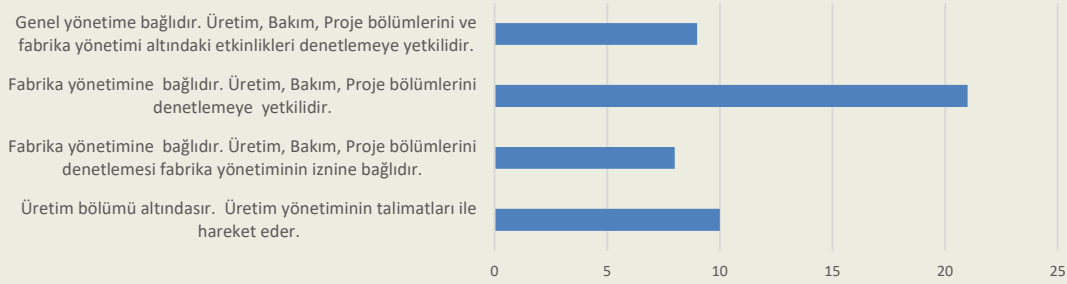


Kalite problemlerine yönelik kök neden çalışmaları için gerekli istatistiksel proses kontrol metotları, dijital kontrol metotları ve Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) nadiren kullanılmaktadır. Kalite problemlerinin çözümü için kaizen çalışmaları ve bireysel öneri sistemleri gibi

çalışanların direk katılımıyla yapılacak iyileştirme faaliyetlerine de çok rastlanmamaktadır.

Kestirimci kalite şirketlerin çoğunda yapılmamaktadır. Yapılanlarda ise henüz başlangıç safhasındadır.

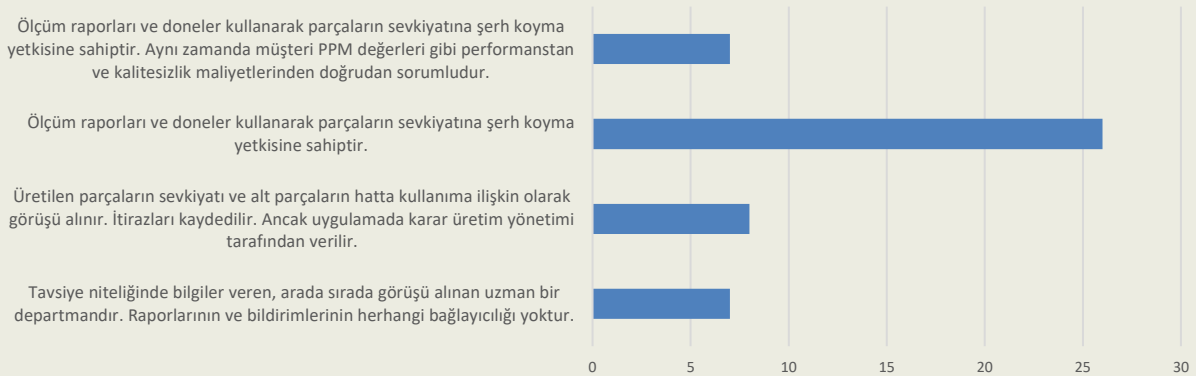
#### Kalite organizasyonu nasıldır?



*Kalite Süreçlerinde dijital dönüşümün sağlanabilmesi için öncelikle kalite biriminin altyapısının doğru kurgulanması gerekir. Bunun birinci adımı kalite birimi organizasyon yapısıdır. Kalite birimi üretim*

*ile hiyerarşik ilişkisi olmayan, bağımsız bir birim olmalıdır. Müşteri hata performansından ve kalitesizlik maliyetlerinden doğrudan sorumlu olmalıdır.*

#### Kalite Bölümü görev kapsamı ve yetkileri nelerdir?



Uygulamada ağırlıklı olarak fabrika yönetimine bağlı kalite birimleri görülmektedir. Bu birimlerin parçaların sevkiyatına şerh koyma yetkileri olsa da kalite performansından ve kalitesizlik maliyetinden doğrudan sorumlu değildir. Oysa gerçek bağımsızlık ancak sonuçlardan sorumlu olmakla, yani hesap verme sorumluluğunu almakla mümkündür.

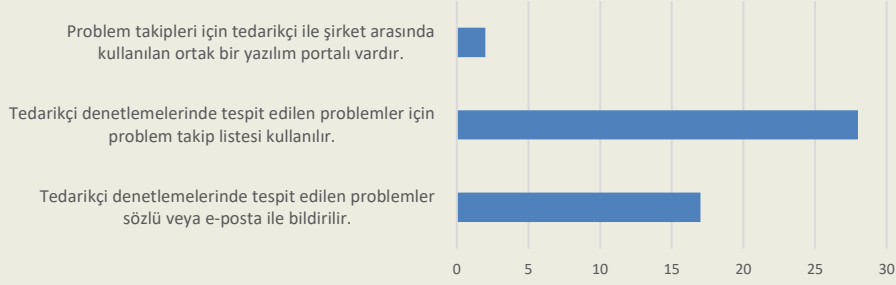
Önemli diğer bir konu kalite standartlarının tanımlanması, herkes tarafından bilinmesinin ve uygulanmasının sağlanmasıdır. Kalite müşteri standartları pek çok şirkette tanımlı iken proses değişikliği, seriye geçiş gibi alanlarda kalitenin sadece bilgilendirildiği, başından itibaren sürece dahil edilmediği sıkça görülmektedir.



Proses Performans (PpK) ve Süreç Yeterlilik (CpK) değerleri için şirketlerin büyük çoğunluğunda standart bir yaklaşım yoktur. Bu değerlerdeki revizyon verileri ilgili mühendisler tarafından saklanır. Veriler kalite birimi tarafından derlenir ve

raporlanır. PpK ve CpK değerlerinin sürekli azalması için iyileştirme çalışmaları yapma ve verileri kalite yönetim sisteminde de tanımlama konularında şirketlerin yeterli düzeyde olmadıkları gözlenmiştir.

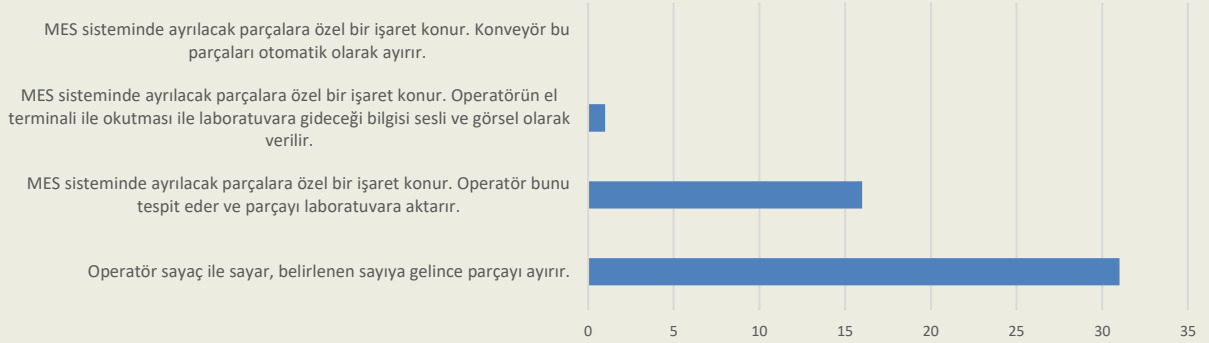
#### Tedarikçi denetlemelerinde açılan Problem Takip Formu takibi nasıl yapılır?



Pek çok şirketin tedarikçiler üzerindeki kontrolü son derece sınırlıdır. Genelde tedarikçilere güvenilmekte ve ilişkiler bu güven çerçevesinde yürütülmektedir. Sertifikasyon kontrolü yapan çok az firma vardır. Tedarikçilerle ilgili kalite

problemlerinin de bir sistem dahilinde ele alınması ve veri analizine dayalı tedarikçi iyileştirme çalışmaları yapılması şirketlerde gelişime açık konular olarak öne çıkmaktadır.

#### Kalite test laboratuvarına gidecek parça nasıl seçilmektedir?



Test laboratuvarlarının büyük bir çoğunluğu ileri seviyede testleri yapabilecek yetkinliktedir. Ancak laboratuvara gidecek parçaların seçiminde

ağırlıklı olarak operatörlerin parçayı ayırdığı görülmektedir. Bu alanda dijital teknoloji kullanımı sınırlıdır.

#### 4. Bakım Süreçleri

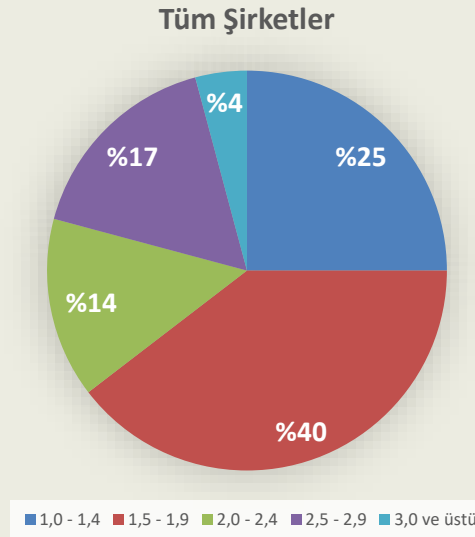
Çalışmaya katılan tüm şirketlerin Bakım Süreçleri Dijitalleşme Skoru ortalama değeri 1,9'dur. Bu kategorideki en yüksek skor 3,1 ve en düşük skor 1,1 olarak hesaplanmıştır.

Bakım Süreçleri	Dijitalleşme Skoru Ortalaması	En Yüksek Değer	En Düşük Değer
Tüm Sektörler	1,9	3,1	1,1

Tablo 6: Dijital Olgunluk Seviyesi – Bakım Süreçleri

Şirketlerin büyük çoğunluğu “Reaktif Verimsizlik” seviyesindedir. Bakım Süreçleri şirketlerin bu kategorideki dağılımlarına bakıldığında farklı uygulama örneklerine rastlanmaktadır. Şirketlerin büyük çoğunluğu “Reaktif Verimsizlik” seviyesinde olsalar da önemli bir kısmı

“Kontrollü Yönetim” seviyesine yakındır. Benzer şekilde “Kontrollü Yönetim” seviyesindeki şirketlerde de “Stratejik Yönetim” seviyesine yakın şirketler görülmektedir. “Stratejik Yönetim” seviyesinde ise az sayıda da olsa şirket bulunmaktadır.



Şekil 5: Şirketlerin Dijitalleşme Skor Ortalamaları ve Dağılımları – Bakım Süreçleri

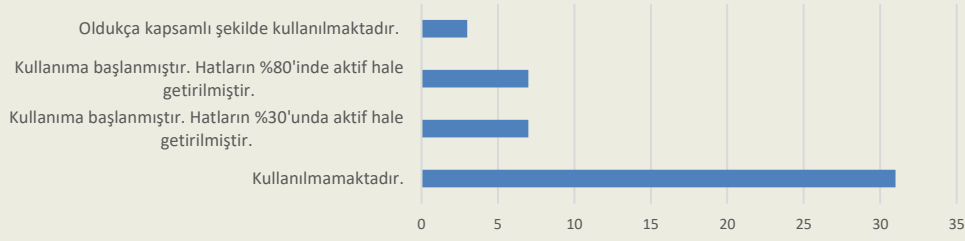
Bakım fonksiyonu ve organizasyonu yönetimler tarafından masraf kalemi olarak görülmekte ve gerekli yatırım yapılmamaktadır. Şirketler arasında farklı uygulamalar olsa da modern bakım organizasyonu ve yönetimi genellikle gözlenmemektedir. Planlı bakım, kestirimci

ve önleyici bakım, bakım koruma faaliyetleri çoğu şirkette göz ardı edilmekte olup arızaya müdahale odaklı bakım işleyişleri görülmektedir. Bakım aktivitesi bazında görsel çalışma talimatlarının ve İSG risk analizlerinin eksikliği de göze çarpmaktadır.

Otonom bakım aktiviteleri de aynı şekilde çok zayıftır. Bu da bakım ekibi üzerine oldukça fazla yük bindirmekte ve bakım iyileştirme çalışmaları için vakit bulunamamasına neden olmaktadır. Bu konu şirketlerin bakım skorlarına dolaylı yoldan da olsa ciddi şekilde etki etmektedir.

Oldukça karmaşık süreçler içeren bakım süreçlerinde yeni personelin eğitimi ve mevcut personelin gelişimi için Dojo (Eğitim) Odası kullanımı neredeyse hiçbir şirkette yoktur. Olan şirketlerde ise oldukça kısıtlı uygulamalar mevcuttur.

Bakım desteği için Bakım Yönetim Sistemi yazılımı kullanılıyor mu?



*Şirketlerin büyük çoğunluğunda bakım desteği için yazılım kullanımı, bakım erken uyarı sistemi ve kestirimci bakım için veri toplama sistematiği yoktur. Bakım zamanına üretim durumuna bakarak karar verilir. Makinelerin üzerinde manuel veya makine içinde entegre sayaç bulunan*

*şirketlerde sayaç rakamları takım liderleri tarafından okunarak bakım ekibine iletilir. Makinelerin internete bağlı olduğu, sayaç bilgilerinin otomatik aktarıldığı, kestirimci bakım için otomatik iş emri yaratılan sistemlere ise rastlanmamıştır.*



## Gruplar: Başlangıç – Orta- İleri

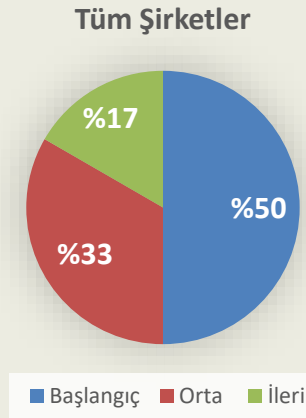
Dijitalleşme Skoru ortalaması ve şirketlerin ortalamaya göre pozisyonları genel durumu göstermekle birlikte, sektörde şirketlerin neleri iyi yaptıklarını, hangi konuların gelişime açık olduğunu, fark yaratan unsurları göstermekte yetersizdir.

Şirketler arasında fark yaratan unsurları incelemek için dört başlık altında kümeleme

analizi yapılmıştır. Kümeleme analizi ile çalışmaya katılan tüm şirketler ortak yönlerine göre her başlık altında kendi aralarındaki başlangıç, orta ve ileri seviyeleri temsil eden üç kümeye gruplanmıştır. Bu kümeler arasında fark yaratan unsurlar incelenmiş ve her bir başlık altında seviyeler arası geçiş için önemli olan konular vurgulanmıştır.

### 1. Teknoloji ve Veri Analitiği

Teknoloji ve Veri Analitiği boyutunda şirketlerin yarısının henüz başlangıç seviyesinde oldukları görülmektedir.



Şekil 6: Teknoloji ve Veri Analitiği Kümeleri ve Küme Dağılımı

#### Başlangıçtan Ortaya Neler Değişiyor?

Başlangıç seviyesindeki şirketlerle orta seviyedeki şirketler arasındaki en önemli fark veri toplama ve veri saklama alanlarıdır. Başlangıç seviyesindeki pek çok şirketin üretim makinelerinde kontrol sistemi olmakla birlikte bu kontrol sistemlerinden veri alınamamakta, alınan veriler ise saklanmamaktadır. Orta seviyedeki şirketlerde ise toplanan verilerin büyük çoğunluğu saklanmakta, saklanan bu veriler bazı hazır raporlarda kullanılmaktadır.

Diğer bir fark ise bakım yönetiminde kullanılan yöntemler ve daha önce yapılmış bakımlar ile ilgili bilgilerin nasıl değerlendirildiği ile ilgilidir. Başlangıç seviyesindeki şirketlerde bakım yönetimi excel ve yazılı dokümanlar ile yapılmakta, daha önceden yapılmış bakımların bilgileri ekipman sicili oluşturmada kullanılmaktadır. Orta seviyedeki şirketlerde ise bakım yönetimi ERP üzerinden yapılmakta, daha önceden yapılan bakımların bilgileri ekipman siciline göre özel bakım stratejileri uygulamakta kullanılmaktadır.

## Ortadan İleriye Neler Değişiyor?

Üretimde veri kullanımı ve analizi fark yaratan alanlardan biridir. Orta seviyedeki şirketlerde toplanan veriler ayrı ayrı yerlerde tutulup bazı hazır raporlarda kullanılırken, ileri seviyedeki şirketlerde veriler merkezi bir sistemde saklanmakta ve analizlerde kullanılmaktadır.

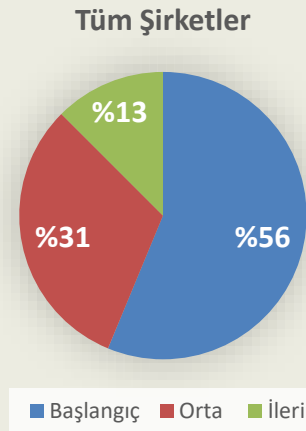
Diğer bir konu yapay zeka yatırım alanı planlaması ile ilgilidir. Orta seviyedeki şirketler yapay zeka alanlarına yatırım yapmayı kök sebep analizlerinde kullanmak için düşünürken, ileri seviyedeki şirketler satış ve talep tahminleme konularına da

yatırım yapmayı da planlamaktadırlar. Kök sebep analizleri iyileştirme çalışmaları için önemlidir. İleri seviyedeki şirketler bu yatırımı sadece iyileştirme çalışmaları için değil geleceği öngörmek ve planlama yapmak için de kullanmak istemektedirler.

Fark yaratan bir alan da müşteri iletişimi ve entegrasyonudur. Müşteri iletişimi ve entegrasyonu, ileri seviyedeki şirketlerde güvenli dizin paylaşımı üzerinden sağlanırken, orta seviyedeki şirketlerde e-posta ve mesajlaşma ile yürütülmektedir.

## 2. Üretim Süreçleri

Üretim Süreçleri boyutunda şirketlerin ağırlıklı olarak başlangıç seviyesinde oldukları görülmektedir.



Şekil 7: Tüm Şirketlerin Üretim Süreçleri Kümeleri ve Küme Dağılımı

## Başlangıçtan Ortaya Neler Değişiyor?

Başlangıç seviyesinden orta seviyeye geçişte Toplam Ekipman Verimliliği (OEE) hesaplama yöntemi önemli bir fark olarak karşımıza çıkmaktadır. Orta seviyedeki şirketlerde OEE otomatik hesaplanacak şekilde raporlama alt yapısı oluşturulmuştur. Başlangıç seviyesindeki şirketlerde ise OEE takım liderleri

tarafından elle hesaplanarak sisteme girilmektedir.

Bir diğer fark ise çevrim süreleri ile ilgilidir. Orta seviyedeki şirketlerde bütün parçalar için çevrim süreleri istasyon düzeyinde tanımlıyken başlangıç seviyesindeki şirketlerde üretim süreleri bitmiş ürün seviyesinde bilinmektedir.

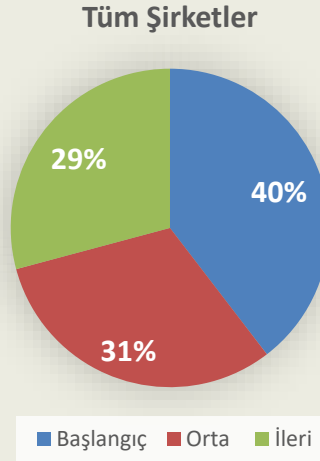
### Ortadan İleriye Neler Değişiyor?

Bu geçişte önemli bir fark üretim görsel yönetim aracı olan Üretim Kontrol Ekranı (Andon) kullanımınıdır. İleri seviyedeki şirketlerde kurulu bir andon alt yapısı vardır ve tüm hatlarda yaygınlaştırılmıştır. Orta seviyedeki şirketlerde ise andon hat bazında anlık olarak çalıştırılır ve geçmiş kayıtlar tutulmaz.

*Diğer bir fark da üretim ile ilişkili bütün ilgili parametrelerin (sıcaklık, nem, basınç vb.) kayıt altına alınması ve kullanılması ile ilgilidir. Orta seviyedeki şirketlerde üretime ilişkin bütün ilgili parametreler (ısı, nem, basınç, jig pozisyonları vb.) zamana bağlı olarak manuel kayıt altına alınmaktadır. İleri seviyedeki şirketlerde ise üretime ilişkin bu parametreler makine sistemlerinde kayıtlıdır.*

### 3. Kalite Süreçleri

Kalite Süreçleri boyutu şirketlerin en iyi olduğu boyuttur. İleri seviyede şirkete en çok bu boyutta rastlanmaktadır.



Şekil 8: Kalite Süreçleri Kümeleri ve Küme Dağılımı

### Başlangıçtan Ortaya Neler Değişiyor?

İlk göze çarpan fark hammadde sertifikasyon yönetimi ile ilgilidir. Sertifikasyon şartı istenebilecek malzemelerde bu konunun üzerinde titizlikle durmak sonradan yaşanabilecek kalite problemlerini önlemek açısından önemlidir. Şirketlerde genel olarak sac vb. malzemelerin üretim kalite testlerini

geçtiğine dair sertifika şartı aranmakla birlikte başlangıç seviyesindeki şirketlerde üretimin bu sertifikalar gelmeden başlatılmama kuralı esnetilebilmektedir. Orta seviyedeki şirketlerde ise bu sertifikalar gelmeden başlatılmama kuralı sıkı şekilde uygulanır.



*Diğer bir fark yeni proje yönetimi ile ilgilidir. Başlangıç seviyesindeki şirketlerde yeni projelerle ilgili olarak tanımlanmış yazılı bir iş akışı yoktur. Bütün birimler kendi işlerini yaparlar. Yeri geldikçe departmanlar arası iş birliği yapılarak süreçler ilerletilir. Silo yönetim anlayışı aktiftir. Orta seviyedeki şirketlerde ise yeni projelerle ilgili tanımlanmış yazılı bir iş akışı için bir yapının kurulması için çalışmalar başlatılmıştır. Birimler arası iş birliği sürekli yapılarak süreçler ilerletilir. Silo yönetimden çapraz yönetim anlayışına geçiş devam etmektedir.*

*Alt tedarikçiler ile ortak kalite çalışmaları anlayışı geliştirilmiş olması diğer fark yaratan unsurdur. Başlangıç seviyesindeki şirketlerde alt tedarikçilere ellerinden gelenin en iyisini yapmaları için yönlendirmede bulunulur. Orta seviyedeki şirketlerde ise alt tedarikçi parça üretim süreçlerine sınırlı seviyede destek verilir. Sınırlı seviyede de olsa tedarikçi ile birlikte çalışmalar yapılır.*

### Ortadan İleriye Neler Değişiyor?

Fark yaratan konulardan biri kalite süreçlerinde İstatistiksel Süreç Kontrolü (SPC) kullanımudur. Orta seviyedeki şirketlerde SPC çalışmaları uzmanlar tarafından proje hazırlık süreçlerinde excel kullanılarak yapılır. İleri seviyede şirketlerde ise SPC çalışmaları proje öncesinde ve sonrasında PFMEA çalışmaları çerçevesinde sürekli olarak yapılmakta veya bu yönde çalışmalar devam etmektedir.

Standartları ve takvimi belli olan proses denetlemeleri sonrası orta seviyedeki

Parça kalite süreçlerince hata türleri ve etkileri analizi (FMEA) uygulaması başlangıç seviyesindeki çoğu şirkette yoktur veya uygulama ile ilgili deneyim sınırlıdır. Orta seviyedeki şirketlerde deneyim orta seviyede olup az sayıda revizyonla parça seriye alınabilmektedir.

Başlangıç seviyesindeki şirketlerin kalite laboratuvarlarında daha çok temel ve orta seviyede testler yapılabilmektedir. Orta seviye şirketlerin test laboratuvarlarında ise ileri seviyede testler de yapılabilmekte ve müşterinin hemen hemen bütün beklentisi karşılanabilmektedir.

Kalite organizasyonunun denetleme yetkisi olup olmaması öne çıkan başka bir konudur. Fabrika yönetimine bağlı olan kalitenin üretim, bakım, proje bölümleri ile hiyerarşik ilişkisi her iki grupta da yoktur. Ancak başlangıç seviyesindeki şirketlerde kalite biriminin bu bölümleri denetlemesi izne bağlı iken orta seviyedeki şirketlerde kalite birimi bu bölümleri denetlemeye yetkilidir.

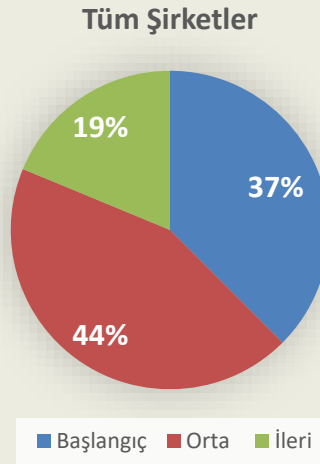
şirketlerde raporlar ofis programları ile hazırlanırken ileri seviyedeki şirketlerde raporlama için özelleştirilmiş yazılımlar kullanılır.

Seriye geçiş standartlarının tanımlı olması ve seride olduğu gibi kalite incelemesi yapılabiliyor olması seriye geçiş sürecini etkin yönetmek açısından gereklidir. Orta seviyedeki şirketlerde seriye geçiş için uygulamada alışılmış olan kalite standartları vardır. Yazılı tanımlar henüz yapılmamıştır. İleri seviyede şirketlerde bu standartlar büyük ölçüde tanımlıdır.



#### 4. Bakım Süreçleri

Bakım süreçleri boyutunda şirketlerin ağırlıklı olarak orta seviyede olduğu görülmektedir.



Şekil 9: Bakım Süreçleri Kümeleri ve Küme Dağılımı



### Başlangıçtan Ortaya Neler Değişiyor?

Başlangıç seviyesindeki şirketlerle orta seviyedeki şirketler arasında göze çarpan ilk fark makine ve tesis bazında tanımlı sorumlu mühendis/teknisyen ve organizasyon ağacı/matrisi olup olmamasıdır. Başlangıç seviyesindeki şirketlerde organizasyonun tamamını gösteren bir şema mevcut olmakla birlikte bu şema güncel değildir. Orta seviyedeki şirketlerde ise organizasyonun tamamını gösteren bir şema mevcuttur ve günceldir. Ancak bu şema takımlara göre detaylandırılmamıştır.

Fark yaratan başka bir konu ise bakım için gereken malzeme ve ekipmanların nasıl

saklandığıdır. Orta seviyedeki şirketlerde bunun için bir malzeme odası varken, başlangıç seviyesindeki şirketlerde ise bakım malzemeleri için belirlenmiş bir alan vardır. Malzemelerin yerini sadece bakımçılar bilir.

Orta seviyedeki şirketlerde tesis ve makine bazında arızalar arası ortalama süreler ve ortalama arıza giderme süreleri ve teknik çalışma yüzdesi (Arızasız süre / Toplam Çalışma süresi \* 100) hatların yarısından fazlasında takip edilirken başlangıç seviyesindeki şirketlerde bu süre takip edilmemektedir.

### Ortadan İleriye Neler Değişiyor?

Yeni makine ve tesisin devreye alınmasında devreye alma prosedürü olup olmaması fark yaratan konulardan biridir. İleri seviyedeki şirketlerde ise yeni makine devreye alma kontrol listesi vardır. Orta seviyedeki şirketlerde ise çalışmalar yönetici deneyimi doğrultusunda koordine edilir.

Bakım başlama ve bitiş zamanları ileri seviyedeki şirketlerde gerekli paydaşlara

anlık olarak bildirilebilirken orta seviyedeki şirketlerde özel bir bilgilendirme standardı yoktur.

*Kestirimci bakım verilerinin toplanma şekli fark yaratan başka bir unsurdur. İleri seviyedeki şirketlerde makinelere entegre edilmiş sayaçlar olup belirli periyotlarda bu sayaçlardan veri toplanmaktadır. Orta seviyedeki şirketlerde ise veri toplama sistemi yoktur.*

# TESPİT ve ÖNERİLER

## Genel Durum

*Çalışmaya katılan tüm şirketlerin incelenen dört boyut skorlarının ortalamasından oluşan Dijitalleşme Seviyesi skoru 1,9'dur.*

*Mevcut dijital dönüşüm seviyesi "Reaktif Verimsizlik" seviyesidir.*

	Skor				
	Teknoloji ve Veri Analitiği	Üretim Süreçleri	Kalite Süreçleri	Bakım Süreçleri	Genel Dijitalleşme Seviyesi
<b>Ortalama</b>	1,6	2,0	2,1	1,9	1,9
<b>Varyans</b>	0,11	0,20	0,26	0,28	0,17

Tablo 6: Teknoloji ve Veri Analitiği, Üretim Süreçleri, Kalite Süreçleri ve Bakım Süreçleri Açısından Tüm Şirketlerin Skorları

*Şirketler en yüksek ortalama dijitalleşme skorunu Kalite Süreçleri (2,1) alanında almıştır. Bununla birlikte bu alandaki yüksek varyans, farklı uygulama örneklerine işaret etmektedir. Sektörde kalite konusuna yatırım yapan şirketlerin yanı sıra kalite sürecini üretimde çözülemeyen problemlerin çözülmesi olarak gören şirketler de bulunmaktadır.*

En düşük ortalama skor ise Teknoloji ve Veri Analitiği başlığındadır. (1,6). Burada varyans da çok düşüktür. Şirketlerin hemen

hepsinin dijitalleşme seviyesi 1 ile 2 arasındadır.

Şirketler üretim süreçleri konusunda ise benzer bir yapı göstermektedirler. Üretim sahasında pek çok süreç veri ve analiz ile değil, tecrübe ile yönetilmekte, kullanılan sistemlerin ise birbiri ile entegre olmadığı görülmektedir.

Bakım Süreçleri varyansın en yüksek olduğu boyuttur. Şirketler arasında farklı uygulamalar ve yaklaşımlar gözlenmektedir.



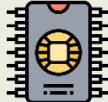

## Odaklanılacak Konular

Şirketlerinin dijital dönüşüm konusunda genelde bir stratejileri olmadığı görülmektedir. Öncelik dijital dönüşümü stratejik bir yaklaşım ile ele almak ve dijitalleşmeyi stratejik hedefler arasına almak olmalıdır.

Dijital Dönüşüm ile ilgili çalışmaların koordine bir şekilde yürütülmesi çok önemlidir. Bu konu için bir lider atanması, tüm şirketin ihtiyaçlarının saptanarak çalışmaların birimler arası proje ekipleri ile yönetilmesi başarı açısından kritik öneme sahiptir.

*Dijital dönüşümün başarılı olabilmesi için şirketlerin insan kaynaklarına da yatırım yapmaları gerekmektedir. Sadece farkındalık eğitimleri vermek bu noktada yeterli olmayacaktır. İnsan kaynağının veri okuryazarlığının geliştirilmesi ve bunun kurum kültürünün bir parçası haline getirilmesi önemlidir. Çalışanların veri odaklı olmasını sağlamaya yönelik destekleyici çalışmalar tüm şirket içinde yaygınlaştırılmalı, herkesin veri okuryazarı olması sağlanmalıdır.*

### 1. Teknoloji ve Veri Analitiği

<p>Veri Toplama, Saklama ve Kullanma</p> 	<p>Dokümanlara Dijital Ortamda Erişim</p> 	<p>Uçtan Uca Entegrasyon</p> 	<p>Siber Güvenlik</p> 
--	---	--	---

Veri toplamak tek başına yeterli değildir. Toplanan verilerin saklanması ve daha önemlisi analiz edilmesi, analiz sonuçlarının da kullanılması gerekir. Konu sadece makine ve sisteme yatırım yapma konusu değildir. Veri analizinin artan önemi fark edildikçe bunun ayrı bir uzmanlık olduğu da şirketler tarafından anlaşılacaktır. Analizi yapmak ve onu yorumlamak iki farklı şeydir. Şirketlerin her iki konuda da yetkinliklerini geliştirmeleri gerekmektedir.

Çalışanların kendi ihtiyaçlarına göre rapor üretmeleri şirketlerde rapor kirliliği yaratmakta, aynı konularda farklı sonuçlar gösteren raporlara da sebep olabilmektedir. Raporların ortak veri

havuzundan oluşturulması bu nedenle önemlidir. Raporlama yöntem ve sistematigi şirketlerin üzerine eğilmeleri gereken bir konudur. Bu amaçla, otomasyon ile ilgili eksikler tamamlandıktan sonra, üretim sahasından alınan tüm verilerin zaman damgası ile kaydedilebileceği bir endüstriyel veri tabanının kurulması veri analizi için gerekli altyapıyı sağlayacaktır. Endüstriyel veri tabanı da dahil olmak üzere, tüm veri tabanlarına bağlanıp, merkezi bir raporlama çözümü sunan iş zekası yazılımları ile ise tüm çalışanların doğru bilgilere anlık olarak ulaşmaları ve veri analizini hazır araçlar ile kolayca yapmaları sağlanabilir.

Yazılı formlar şirketlerin büyük çoğunluğunda hala yaygın olarak kullanılmaktadır. Hatta dijital ortamda olan formların da çıktısı alınmaktadır. Yazılı form olan ortamlarda mutlaka elle yapılan işlemler vardır ve sistem elle müdahalelere açıktır. Veri kalitesi ve takibi açısından sistemlerin kağıt ortamlarından uzaklaşması, her tür iletişimin dijital ortama taşınması önemlidir.

*Uçtan uca entegrasyon dijital dönüşümün en önemli konularından biridir. Bunun sağlanabilmesi için öncelikle şirket içindeki tüm sistemlerin birbiri ile entegre olması gerekmektedir. Gelişen teknolojiler pek çok kolaylık sağlamakla birlikte süreçlerin artan ihtiyaçları nedeni ile farklı uzmanlıkta yazılımlara da ihtiyaç duyulmakta, tüm sistem tek yazılım altında yönetilememektedir. Tüm bu yazılımların entegre edilmesi ve uçtan uca kesintisiz veri akışının sağlanması üzerinde titizlikle durulması gereken bir konudur.*

Dijitalleşmenin en önemli uygulama alanlarından biri de tedarik zincirinin uçtan uca entegrasyonudur. Uçtan uca entegrasyon konusu sistemin verimliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu

#### Başlangıçtan Ortaya

Orta seviyedeki şirketler veri toplama ve toplanan verileri kullanma açısından başlangıç seviyesindeki şirketlerden daha iyidirler. Başlangıç seviyesindeki şirketler öncelikli olarak sahadan veri toplama ile ilgili eksiklerini tamamlamalıdır. Sadece üretim alanından veri toplamakla kalmamalı, bakım ve kalite ile ilgili verileri

nedenle tedarikçiler ve müşteri ile her türlü iletişimin de dijital ortama taşınması, hatta güvenli platformlar üzerinden yönetilmesi gündemde olması gereken bir konudur. Şirketler başarılı bir dijital dönüşüm için sadece kendi içlerinde değil müşteri ve tedarikçileri ile olan süreçlerinde de dijitalleşmeyi sağlamak durumundadırlar.

Siber güvenlik, bağlantı halindeki bir dünyanın en önemli konularından biridir. Şirketler açısından siber güvenlik, işin durmaması, operasyon ve bilgi güvenliği sayesinde gizli verilerin korunması açısından önemlidir. Şirketler bu konuyu bir plan dahilinde risk yönetimi yaklaşımı ile ele almalıdırlar. Siber güvenlik politika ve standartları oluşturmalı, bu konuda bir sorumlu atamalı, bilgi teknolojileri (BT) ve operasyonel teknolojiler (OT) arasında bir güvenlik ağı oluşturmalı, düzenli güvenlik açığı testleri yapmalıdırlar.

Siber güvenlik konusunda alınan önlemler, kurulan sistemler tek başına yeterli değildir. Sadece sistemlere değil insana da yatırım yapılmalıdır. Kullanıcıların da bu konuda bilgilendirilmesi, farkındalıklarının artırılması gereklidir.

de sisteme girerek kayıt altına almalı, erişilebilir olmalarını sağlamalıdırlar. Fabrika sahasından toplanan verilerin ve bakım ve kalite bilgilerinin analiz için kullanılması, veriye dayalı karar verme açısından şirketlere önemli girdiler sağlayacaktır.

## Ortadan İleriye

Orta seviyedeki şirketler veri toplama ve veri kullanma açısından belli bir seviyeye gelmiş olsalar da verileri merkezi bir sistemde saklama, analiz etme ve karar mekanizmalarında kullanma, müşteri ile entegrasyon konularında ileri seviyedeki şirketlerin gerisinde kalmaktadırlar.

Merkezi bir veri saklama sistemi, yapay zeka alanına sadece iyileştirme çalışmaları için değil, geleceği öngörmek ve planlama yapmak için de yatırım yapma, müşteri ile entegrasyon için gerekli çalışmalar öncelikli olarak ele almaları gereken konulardır.

## 2. Üretim Süreçleri



*Üretim Süreçlerini dijitalleştirmenin ilk adımı üretim altyapısını buna uygun hale getirmektir. Yalın yönetim prensipleri bu aşamada çok önemlidir. Üretim süreçleri iyileştirme bakış açısı ile ele alınmalı, bu konuda farkındalık ve geleneksel üretimden çağdaş üretime geçiş için gerekli aksiyonlar belirlenmeli ve devreye alınmalıdır.*

*Üretim Süreçlerinin dijital dönüşümü ile ilgili önemli diğer bir konu da üretimde izlenebilirliğin sağlanmasıdır. Bu ise ancak uçtan uca entegrasyon ile mümkündür.*

Fabrika sahasında kullanılan sistemlerin şirketin diğer sistemleri ile, hatta kendi içlerinde entegre olmaması pek çok bilginin sahaya yazılı olarak iletilmesine ve sahadan yazılı olarak alınmasına veya hiç alınamamasına neden olmaktadır. İş emirlerinin otomatik yaratılması ve üretim ekranlarına yansıtılması, sevkiyat planının

müşteriden gelen bilgilerle sürekli güncellenmesi, planlanan ve gerçekleşenin sahadaki ekranlara yansıtılarak takip edilmesi, üretim takibinin gelişmiş yazılımlarla anlık yapılması üzerinde çalışılması gereken konulardır.

Depo yönetimi tarafında ise stok izlenebilirliği sağlanmalıdır. Hem malzeme hem de bitmiş ürün stok seviyeleri tanımlanan parametreler doğrultusunda bir yazılım ile belirlenmelidir. Tedarikçilerden gelen malzeme ve alt parçaların kabulünün hataya fırsat vermeyecek şekilde sistem üzerinden yapılması, stoklar için dinamik adresleme ve rota optimizasyonu diğer üzerinde durulması gereken konulardır. Depo Yönetim Sistemleri ile ilgili ihtiyaç analiz edilmeli, otomasyona geçiş ile ilgili ihtiyaç belirlenmeli ve aksiyon planı hazırlanmalıdır.



### Başlangıçtan Ortaya

Orta seviyedeki şirketler verimlilik takibi ve iyileştirme çalışmaları için veri kullanma konularında başlangıç seviyesindeki şirketlerden daha iyidirler.

Başlangıç seviyesindeki şirketler öncelikli olarak mevcut durumlarını izlemek için kullanacakları parametreleri takip edebilecekleri bir sistem oluşturmalarıdır. Bunun için ise önce parametrelerin

tanımlanması, verilerin istenen kırımda toplanması ve saklanması gerekecektir. Sonraki adım ise verimlilik göstergelerinin modern metodolojiler ile otomatik hesaplanacağı bir raporlama sistemi oluşturmaktır. Bu parametrelerin güncel, hatta anlık takibi problemlerin anlık çözümü ve iyileştirme fırsatlarının izlenmesi konusunda da fark yaratacaktır.

### Ortadan İleriye

*İleri seviyedeki şirketler üretim kontrol ekranı kullanımı, dolayısı ile fabrika sahasında dijitalleşme konusunda orta seviyedeki şirketlerden daha ileridedirler. Orta seviyedeki şirketler öncelikle andon yapılarını yaygınlaştırmalı ve alınan*

*verilerin saklanabileceği bir altyapı oluşturmalarıdır. Üretim ile ilişkili bütün ilgili parametrelerin (sıcaklık, nem, basınç vb.) de makine sistemlerinde kayıtlı olmasını ve verilerin de analizlerde kullanılabilmesini sağlamalıdır.*



### 3. Kalite Süreçleri



*Kalite süreçlerinde dijitalleşme seviyelerini yükseltmek isteyen şirketlerin öncelikle kalite süreçlerindeki standartlaşma eksiklerine odaklanmaları gerekmektedir. Standartların yazılı olması, sadece müşteri standartlarının değil iç standartların da oluşturularak bütünleşik bir kalite standartları altyapısının oluşturulması öncelikle odaklanılması gereken alandır.*

Kalite biriminin bağımsız olması fonksiyonunu doğru yerine getirebilmesi açısından çok önemlidir. Kalite biriminin organizasyon içindeki yeri şirketin kaliteye bakışı ile ilgili de fikir vermektedir. Şirketler

#### Başlangıçtan Ortaya

Orta seviyedeki şirketler kalite organizasyon yapısı, tedarikçi yönetimi, test laboratuvarları ve problem çözme yaklaşımları ile başlangıç seviyesindeki şirketlerden farklılaşmaktadırlar. Başlangıç seviyesindeki şirketler öncelikli olarak kalite biriminin bağımsız bir yapıda olmasını sağlamalı, özellikle yeni projelerde diğer birimlerin kalite birimi ile işbirliğini

#### Ortadan İleriye

*İleri seviyedeki şirketler standartlar, kalite problemlerinin tespiti ve çözümü konularında orta seviyedeki şirketlerden daha gelişmiş ve kapsamlı uygulamalar kullanmaktadırlar. Orta seviyedeki şirketlerin sadece üretim standartlarını değil seriye geçiş standartlarını da tanımlamaları ve seriye geçişte de seride*

kalite biriminin yapılanmasını gözden geçirmelidirler.

Tedarikçi kalite performansının izlenebilmesi için bir sistem olması ve ilgili verilerin kayıt altına alınması önemlidir. Tedarikçiyi iş ortağı olarak kabul edip kalite performansını geliştirmek için birlikte çalışmalar yapılmalıdır. Ancak bunun için önce ilgili verilerin kayıt altına alınması gereklidir.

Kalite Yönetiminin bir yazılım üzerinden yapılması hem verilerin saklanması hem analiz hem de takip açısından önemli fark yaratacaktır.

güçlendirmeli, tedarikçi yönetimi için standartlar belirlemeli ve bunlara uyulmasını sağlamalı, tedarikçiler ile birlikte iyileştirme çalışmaları yapmalı, test laboratuvarlarının yetkinliklerini geliştirmeli, kalite problemleri için kök neden analizi yapmalı, Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) uygulamalarını yaygınlaştırmalıdır.

*olduğu gibi kalite incelemesi yapması, İstatistiksel Süreç Kontrol (SPC) kullanımının Proses Hata ve Etkileri (PFMEA) kapsamında sürekli olarak yapılması odaklanmaları gereken konulardır. Her tür raporlama için yazılım kullanımının da devreye alınması dijital dönüşüm açısından önemlidir.*

## 4. Bakım Süreçleri



Şirketlerin çoğunda, bakım ihtiyaç oldukça yerine getirilen bir fonksiyon olarak görülmektedir. Dijitalleşme ile birlikte bakım fonksiyonu da değişim göstermektedir. Yeni dönemde veri ile konuşmanın uzantısı olarak bakımda yazılım kullanımı artacaktır.

Bakım yönetiminin ihtiyaca ve tecrübeye göre değil planlı ve sistemli yapılması için sorumlulukların tanımlanmış olması ve performansın izlenmesi gerekmektedir.

Bakım performansının izlemek için arıza giderme süresi, arızalar arası ortalama süre, bakım masrafları gibi kriterler belirlenmeli ve hedefler konarak planlanan ve gerçekleşen takip edilmelidir.

Enerji tüketimi gittikçe önemi artan bir konu olup tüketimin detaylı takibine önem

verilmelidir. Konu sadece maliyet açısından değil sürdürülebilirlik açısından da ele alınmalıdır.

*Kestirimci bakım yaklaşımı tüm şirketler tarafından benimsenmesi gereken diğer bir konudur. Bunun için bakım faaliyetlerden elde edilen verilerin ve makinelerden alınacak dijital verilerin (sıcaklık, basınç, titreşim, enerji) analizini sağlayacak destek programlar ile kestirimci bakım altyapısının kurulması sağlanmalıdır.*

*Planlı, kestirimci ve önleyici bakımın temelini oluşturan otonom bakım faaliyetlerine de önem verilmelidir. Bu faaliyetlerin etkinliğini arttırmak ve yaygınlaştırmak için hem bakım hem de üretim operatörleri için eğitim odaları devreye alınmalıdır.*

### Başlangıçtan Ortaya

Orta seviyedeki şirketler bakımın bir fonksiyon olarak ele alınması ve performansının takip edilmesi ile başlangıç seviyesindeki şirketlerden farklılaşmaktadırlar. Başlangıç

seviyesindeki şirketler öncelikli olarak bakım organizasyonunu ve sorumluluklarını tanımlamalı, performans kriterlerini belirlemeli ve takip etmelidirler.

### Ortadan İleriye

İleri seviyedeki şirketler bakıma orta seviyedeki şirketlerden daha sistematik yaklaşmaktadırlar. Orta seviyedeki şirketler kestirimci bakım verilerinin toplanması, başlama – bitirme zamanları konusunda

paydaşların bilgilendirilmesi ve yeni makinelerin devreye alınması konularının bir sistem dahilinde yapılması için çalışmalar yapmalıdırlar.

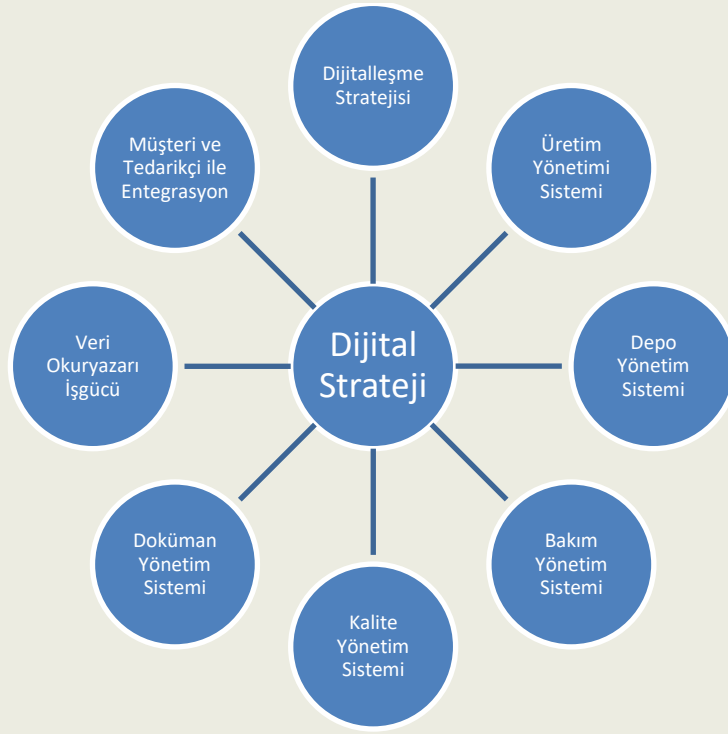


## SONUÇ

Hızla gelişen teknolojiler üretim sektöründe de etkisini göstermektedir. Bu değişim karşısında şirketlerin bu dönüşümden faydalanmak için nasıl hazırlanmaları gerektiğini belirlemeleri gerekmektedir.

Sanayi şirketlerinin dijital dönüşüm olgunluklarını analiz etmek için yapılmış

olan bu çalışmada şirketler ERP kullanan şirketler arasından seçilmiş olsa da uygulamada alt yapı eksiklikleri saptanmıştır. Şirketlerin dijitalleşebilmek için öncelikli olarak bu eksiklerini gidermeleri, süreçlerini iyileştirme bakış açısı ile gözden geçirerek yalınlaştırmaları gerekmektedir.



Dijitalleşme için atılması gereken adımlar

Sonraki adım verinin toplanması, saklanması, analizi ve değerlendirmesi için sistemler oluşturmaktır. Bu sistemler birbirleri ile entegre olmalı, uçtan uca kesintisiz veri ve bilgi akışı sağlanmalıdır.

Sanayide dijitalleşmenin daha çok verimlilik odaklı uygulama alanı bulunduğu görülmektedir. Ürünün dijitalleşmesi, üründen veri toplama gibi doğrudan ürün ile ilişkili uygulamalar da ayrıca değerlendirilmelidir. Bu noktada AR-GE

çalışmaları büyük önem kazanmaktadır. Katma değerli üretimin yolu AR-GE çalışmalarından geçmektedir. Şirketler bu konuda sadece kendi iç kaynakları ile sınırlı kalmamalı farklı paydaşlarla iş birliğine açık olmalıdırlar.

*Dijital Dönüşüm şirketlerin varlıklarını sürdürebilmeleri için bir zorunluluktur. Verinin en önemli güç olduğu günümüz dünyasında şirketler ellerindeki bu gücü en iyi şekilde değerlendirmelidirler.*

İstanbul Sanayi Odası tarafından yürütölen, İSO-Sanayide Dijital Dönüşüm Ofisi Projesi İstanbul Kalkınma Ajansı tarafından 2018 yılı Yaratıcı ve Yenilikçi İstanbul Mali Destek Programı kapsamında desteklenmektedir.

İstanbul Kalkınma Ajansı tarafından desteklenen İSO-Sanayide Dijital Dönüşüm Ofisi Projesi kapsamında hazırlanan bu yayının içeriği İstanbul Kalkınma Ajansı veya T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın görüşlerini yansıtmamakta olup, içerik ile ilgili tek sorumluluk İstanbul Sanayi Odası'na aittir.



# EKLER

## Ek : 1 Çalışma Metodolojisi

Proje temel olarak fabrika sahasındaki süreçlerin incelenerek dijital kabiliyetlerle süreçlerin iyileştirilmesine ve verimsizliklerin giderilmesine odaklanmaktadır. Buna göre dört temel çalışma alanı belirlenmiş, şirketlerin dijital olgunluk seviyeleri bu dört başlık altında değerlendirilmiş ve dijitalleşme analizi de bu dört başlık üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Teknoloji ve Veri Analitiği

Üretim Süreçleri

Kalite Süreçleri

Bakım Süreçleri

Yalın süreç yönetimi yaklaşımıyla uyumlu en iyi uygulamalar, tecrübeler, ANSI/ISA-95 otomasyon referans mimarisi ve gelişmekte olan Endüstri 4.0 uygulamaları baz alınarak, en temel süreçleri ve potansiyel verimsizlik üreten alanların tespitine yönelik olarak sorular hazırlanmış ve dijital olgunluk analizi endeksi oluşturulmuştur.

Teknoloji ve Veri Analitiği fabrika sahasından toplanan veriler ve otomasyonu temel almaktadır. Bu başlık altında toplam 43 soru ile endüstriyel otomasyon sistemlerinin kullanımı, dijital uygulamalar, siber güvenlik, endüstri 4.0 stratejileri ve farkındalık, dijital süreçler ve uygulamalar sorgulanmıştır.

Üretim Süreçleri alanında toplam 40 soru ile iç lojistik, stok kontrol, üretim planlama, üretim, dış lojistik, maliyet yönetimi, fire yönetimi konuları detaylandırılmıştır.

Kalite Süreçleri başlığı altında toplam 40 soru ile organizasyon yapısı, alt parça ve hammadde kalite kontrolleri, proses kalite kontrol süreçleri, seri lot takibi, müşteri ret ve iade süreçlerinin yönetimini ele alınmıştır.

Bakım Süreçleri başlığı altında ise toplam 40 soru ile bakım departmanının organizasyon yapısı, reaktif, önleyici, kestirimci bakım stratejilerinin kullanımı, bakım süreçlerindeki KPI takibi, yedek parça stok yönetimi konuları detaylandırılmıştır.

Veriler dijital dönüşüm çalıştayında sırasında sahada yapılan birebir gözlem ve şirket yetkilerinden alınan bilgiler ile toplanmıştır. Ayrıca kapsamlı oturumlar yapılarak toplanan bilgiler detaylandırılmıştır.

Dijital Olgunluk Analizi Endeksi bir işletmenin Endüstri 4.0 yolculuğunda dijital olgunluğunun ne düzeyde olduğunu belirlemektedir. Her şirket, yapılan dijital olgunluk anketine göre belirlenmiş dört alanın ayrı ayrı değerlendirmesinden ortaya çıkan sonuç skoru ile bu ölçekte 1 ile 4 arasında konumlandırılmıştır. Dijital Dönüşüm Ölçeğine göre şirketin skorunun 2,5 olması şirketin mevcut dijital dönüşüm seviyesinin kontrollü yönetim ile stratejik ilerleme arasında olduğunu göstermektedir. Şirket kontrollü yönetim aşamasının ilerisinde olmakla birlikte henüz stratejik ilerleme seviyesine ulaşmamıştır.

Reaktif Verimsizlik	Kontrollü Yönetim	Stratejik İlerleme	Sürekli Proaktif Gelişim
Yürütme ve karar alma acil durumlara yönelik müdahaleler tarafından yönlendirilir.	Yürütme ve karar alma süreç hedefleri (KPI'lar) tarafından yönlendirilir.	Yürütme ve karar alma iş hedefleri tarafından yönlendirilir.	Yürütme ve karar alma elde edilecek değer kazanımına ve maksimum sürdürülebilirliğe göre yönlendirilir.
Güncel ve ortak bir vizyon veya verimlilik tanımı mevcut değildir.	Kurum vizyonu vardır, ortaktır ve herkes tarafından bilinir.	Çalışanları motive eden ve harekete geçiren etkili, ortak bir vizyon vardır.	Vizyon rakipler tarafından kopyalanır.
Performans ölçüleri yoktur, yetersiz veya tutarsızdır.	Süreci yöneten performans ölçüleri belirlenmiştir ve tutarlıdır.	Performans ölçütleri düzenli olarak gözden geçirilir ve geliştirilir.	Dünya standardındaki performans proaktif ve sürekli geliştirilir.
Süreç ve uygulamalar tutarsızdır veya mevcut değildir.	Süreç ve uygulamalar belgelenmiştir ve takip edilmektedir.	Süreçler ve uygulamalar etkilidir; düzenli olarak gözden geçirilir.	Süreçler ve uygulamalar, dünya standartlarında kriter olarak kabul edilir.
Sorunlar ortaya çıktıkça ele alınır.	İş süreçleri büyük ölçüde önleyici sistemlerle ve koşul tanımlı karar mekanizmaları ile düzenlenmiştir.	Kararlar yüksek kaliteli verilerin analizi ile alınır.	Yürütme ve karar alma sürekli olarak gelişmiş analitik sistemler ile belirlenir.
Şirket genelinde yürütmede zaman zaman sapmalar olabilir.	Yürütme etkindir, şirket genelinde sonuçlar tutarlıdır.	Yürütme ve sonuçlar endüstri ortalamasından belirgin şekilde iyidir.	Yürütme ve sonuçlar, dünya standartlarında kriter olarak kabul edilir.
1	2	3	4

**Tablo 8: Değerlendirme Ölçeği**

Çalışmaya çalışan sayısı genel olarak 80 ve üstü olan ve ERP kullanan şirketler davet edilmiş, yapılan telefon mülakatı ile şirketlerin dijital dönüşüm konusunda farkındalık ve isteklilikleri değerlendirilmiş ve çalışma bu kriterlere uyan 48 şirket ile gerçekleştirilmiştir.

## Ek : 2 Analiz Yöntemi

Bu çalışma ile dört başlık altında, toplam 163 soru üzerinden 40 şirketin değerlendirmesi yapılmıştır. Soru sayısının fazla olması ve aynı hususun farklı sorularla, değişik açılardan sorgulanması, genelleme yapmayı güçleştirse de veriden belli vargılara ulaşılmıştır.

### Puan hesaplama ve sonuçların görselleştirilmesi

Her bölümde yer alan sorular, seviyelere karşılık gelen cevaplara göre 1-4 arası puanlandırılmıştır. Her bölümün puanı, o bölümdeki puanların ortalamasına eşittir. İncelenen tüm şirketlerin her başlık altındaki puanları ortalamayla birlikte görselleştirilmiştir.

### Kümeleme Analizi

Çok değişkenli analiz tekniklerinden biri olan kümeleme analizinin öncelikli amacı, araştırmada gözlenen birimlerin temel özelliklerini dikkate alarak onları gruplamaktır. Kümeleme analizi, araştırmada gözlenen birimlerin, ölçülen tüm değişkenler üzerindeki değerlerini hesaplayarak birbirine benzeyen birimleri aynı küme içinde sınıflandırır. Elde edilen kümelerin kendi içlerinde homojen, kendi aralarında ise heterojen bir yapıda olmaları beklenir.

Bu raporda, teknoloji ve veri analitiği, üretim, kalite ve bakım süreçleri başlıkları altında, şirketler kümeleme analizinden geçirilerek, üç küme altında gruplanmıştır. Bu üç küme, *başlangıç*, *orta* ve *ileri* kümeler olarak adlandırılmışlardır. Bu kümeler bir küme haritası aracılığı ile görselleştirilmiştir.

Kümeleme için K-Ortalama modeli yöntemleri kullanılmış, her iki durumda da küme sayısı üç seçilmiştir.

Bu üç kümenin merkezlerini temsil eden temsili şirketler bulmak için, her kümenin merkezi bulunmuştur. Küme merkezi temsili şirketler arasındaki farklara bakarak başlangıç ve orta, orta ve ileri gruplar arası farklar, bu farkların ne gibi faktörlerden kaynaklandığı analiz edilmiş ve başlangıç seviyesinden orta seviyeye, orta seviyeden ileri seviyeye geçmek isteyen şirketlere yönelik tavsiyeler oluşturulmuştur.

## Ek : 3 Analiz Sonuçları

Bu çalışmada Dijitalleşme Seviyesi dört başlık altında incelenmiştir: Teknoloji ve Veri Analitiği, Üretim Süreçleri, Kalite Süreçleri ve Bakım Süreçleri. Tüm başlıklarda toplanan verilerin analizi yapılmış, her bir başlık altında sorulan sorulara verilen yanıtların puanlamaları kullanılarak genel ortalama hesaplanmış ve şirketlerin bu ortalamaya göre konumları belirlenmiştir.

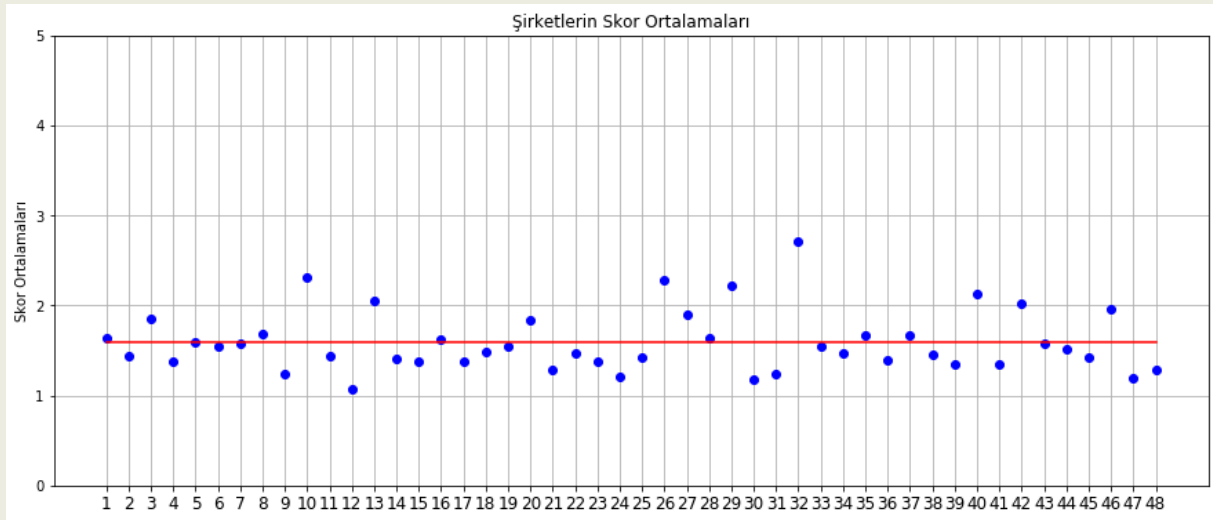
Dijitalleşme Skoru ortalaması ve şirketlerin ortalamaya göre pozisyonları genel durumu göstermekle birlikte, şirketlerin neleri iyi yaptıklarını, hangi konuların gelişime açık olduğunu, fark yaratan unsurları göstermekte yetersizdir.

Fark yaratan unsurları belirlemek için ise kümeleme analizi yapılmıştır. Kümeleme analizi ile şirketlerin ortak yönleri bulunmuş, çalışmaya katılan tüm şirketler, başlangıç, orta ve ileri seviyeleri temsil eden üç kümeye gruplanmıştır. Kümeler arasında fark yaratan unsurlar incelenmiş ve gelişime açık olan konular belirlenmiştir.

### 1. Teknoloji ve Veri Analitiği

Teknoloji ve Veri Analitiği başlığı 43 soru ile değerlendirilmiş, çalışmaya katılan 48 şirketin cevapları değerlendirme ölçeği kullanılarak 1-4 arasında puanlanmış ve şirketlerin Teknoloji ve Veri Analitiği Dijitalleşme Skorları hesaplanmıştır. Şirketlerin Dijitalleşme Skorları Şekil 10'da toplu olarak gösterilmiştir.

Şekil 10'da yer alan kırmızı çizgi tüm şirket skorlarının ortalamasını, her bir nokta ise bir şirketi temsil etmektedir.



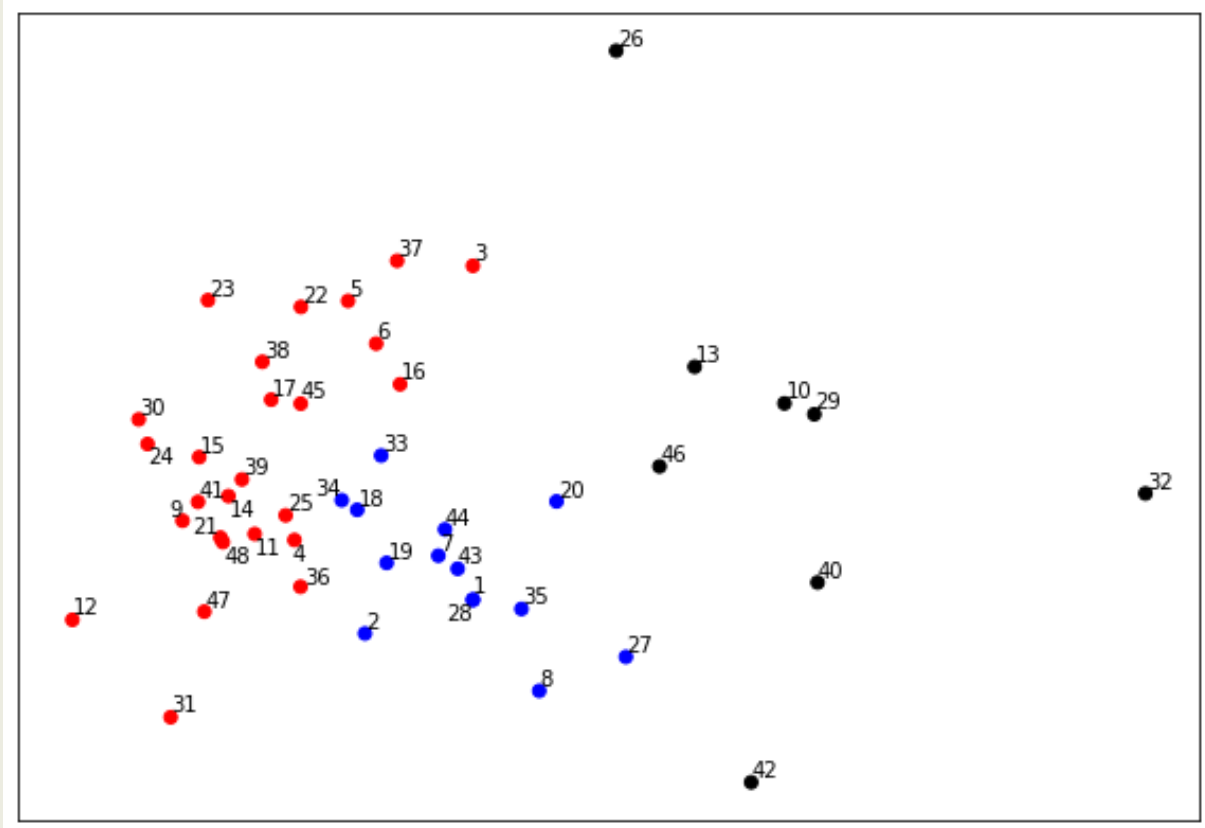
Şekil 10: Teknoloji ve Veri Analitiği Dijitalleşme Skorları

Teknoloji ve Veri Analitiği Dijitalleşme Skoru ortalama değeri 1,6'dır. Şirketlerin çoğunun bu kategori skoru ortalamaya yakındır. Skoru 2 üstünde az sayıda şirket bulunmaktadır. Grafikten en yüksek skorun 2,7 ve en düşük skorun 1,1 olduğu görülmektedir.

Şirketler ağırlıklı olarak reaktif verimsizlik kategorisinde yer almakta olup sonuçlar kontrollü yönetime geçiş için çalışmalar olduğunu göstermektedir. Şirketlerin %16'sı kontrollü yönetim kategorisindedir. Bu şirketlerden sadece biri stratejik ilerlemeye yakın gözükmetedir.

### Kümeleme Analizi

Çalışma kapsamındaki şirketlerin %50'si başlangıç, %33'ü orta, %17'si ise ileri kümede yer almaktadır. Şekil 11'de kırmızı noktalar başlangıç kümesini, mavi noktalar orta kümeyi, siyah noktalar ise ileri kümeyi temsil etmektedir.



Şekil 11: Teknoloji ve Veri Analitiği Kümeleri

### Küme Merkezi Farkları Analizi

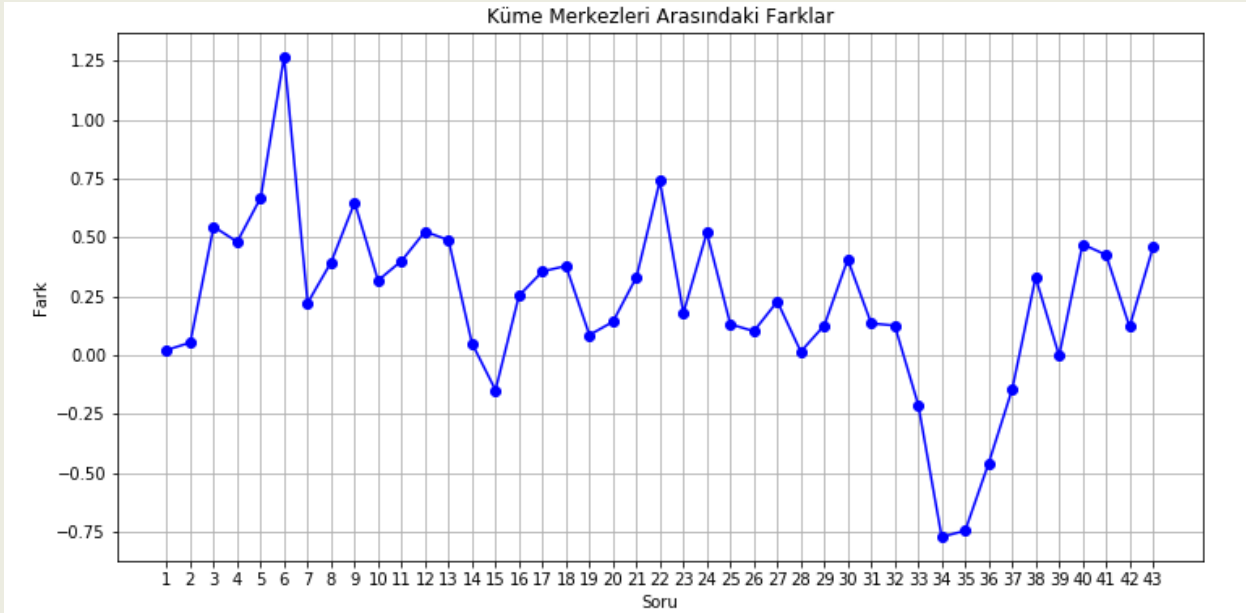
#### Başlangıçtan Ortaya Neler Değişiyor?

Şekil 12, 43 soru üzerinden, başlangıç küme merkezi ile orta küme merkezi arasındaki farkın hangi sorulardan kaynaklandığını ve her sorunun bu farktaki ağırlığını temsil etmektedir.

Başlangıç seviyesindeki şirketlerle orta seviyedeki şirketler arasındaki en önemli fark veri toplama ve veri saklama alanlarındadır. Başlangıç seviyesindeki pek çok şirketin üretim makinelerinde kontrol sistemi olmakla birlikte bu kontrol sistemlerinden veri alınamamakta, alınan veriler ise saklanmamaktadır. Orta seviyedeki şirketlerde ise toplanan verilerin büyük çoğunluğu saklanmakta, saklanan bu veriler bazı hazır raporlarda kullanılmaktadır.

Diğer bir fark ise bakım yönetiminde kullanılan yöntemler ve daha önce yapılmış bakımlar ile ilgili bilgilerin nasıl değerlendirildiği ile ilgilidir. Başlangıç seviyesindeki şirketlerde bakım

yönetimi excel ve yazılı dokümanlar ile yapılmakta, daha önceden yapılmış bakımların bilgileri ekipman sicili oluşturmada kullanılmaktadır. Orta seviyedeki şirketlerde ise bakım yönetimi ERP üzerinden yapılmakta, daha önceden yapılan bakımların bilgileri ekipman siciline göre özel bakım stratejileri uygulamakta kullanılmaktadır.



Şekil 12: Teknoloji ve Veri Analitiği Küme Merkezi Farkları: Başlangıçtan Ortaya

### Ortadan İleriye Neler Değişiyor?

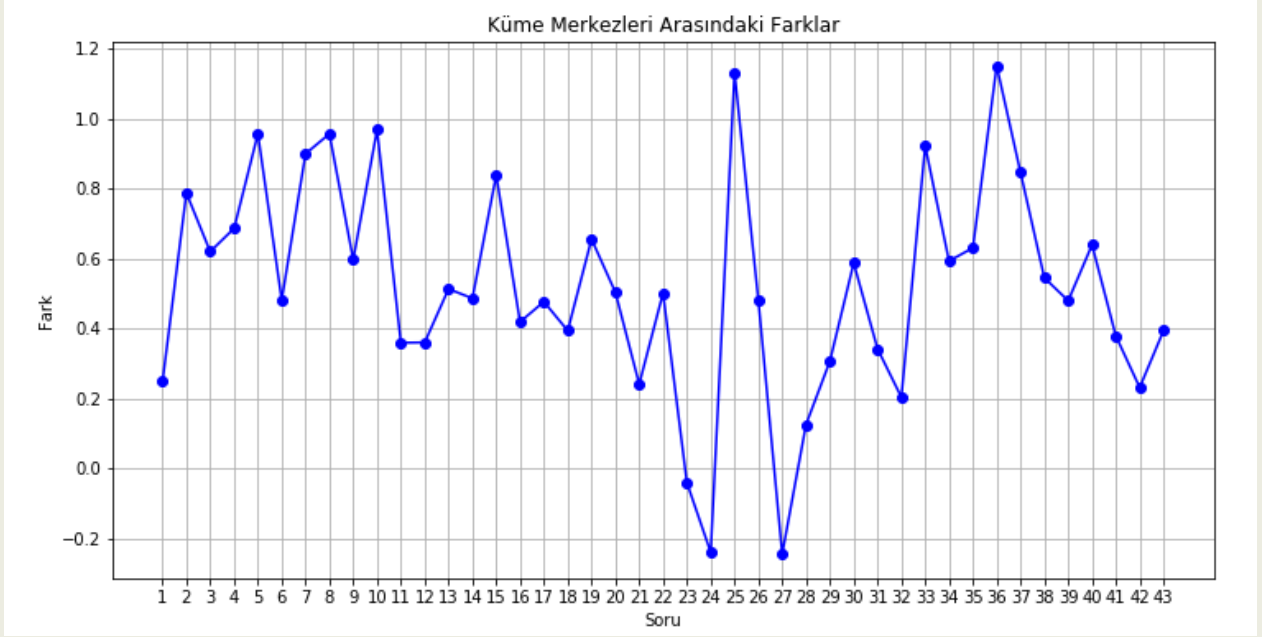
Şekil 13, 43 soru üzerinden, orta küme merkezi ile ileri küme merkezi arasındaki farkın hangi sorulardan kaynaklandığını ve her sorunun bu farktaki ağırlığını temsil etmektedir.

Üretimde veri kullanımı ve analizi fark yaratan alanlardan biridir. Orta seviyedeki şirketlerde toplanan veriler ayrı ayrı yerlerde tutulup bazı hazır raporlarda kullanılırken, ileri seviyedeki şirketlerde veriler merkezi bir sistemde saklanmakta ve analizlerde kullanılmaktadır.

Diğer bir konu yapay zeka yatırım alanı planlaması ile ilgilidir. Orta seviyedeki şirketler yapay zeka alanlarına yatırım yapmayı fire, kalite, dönen ürün analizlerinde kullanmak için düşünürken, ileri seviyedeki şirketler satış ve talep tahminleme konularına yatırım yapmayı planlamaktadırlar. Fire, kalite, dönen ürün analizleri iyileştirme çalışmaları için önemlidir. İleri seviyedeki şirketler bu yatırımı sadece iyileştirme çalışmaları için değil geleceği öngörmek ve planlama yapmak için de kullanmak istemektedirler.

Fark yaratan bir alan da müşteri iletişimi ve entegrasyonudur. Müşteri iletişimi ve entegrasyonu, ileri seviyedeki şirketlerde güvenli dizin paylaşımı üzerinden sağlanırken, orta seviyedeki şirketlerde e-posta ve mesajlaşma ile yürütülmektedir.



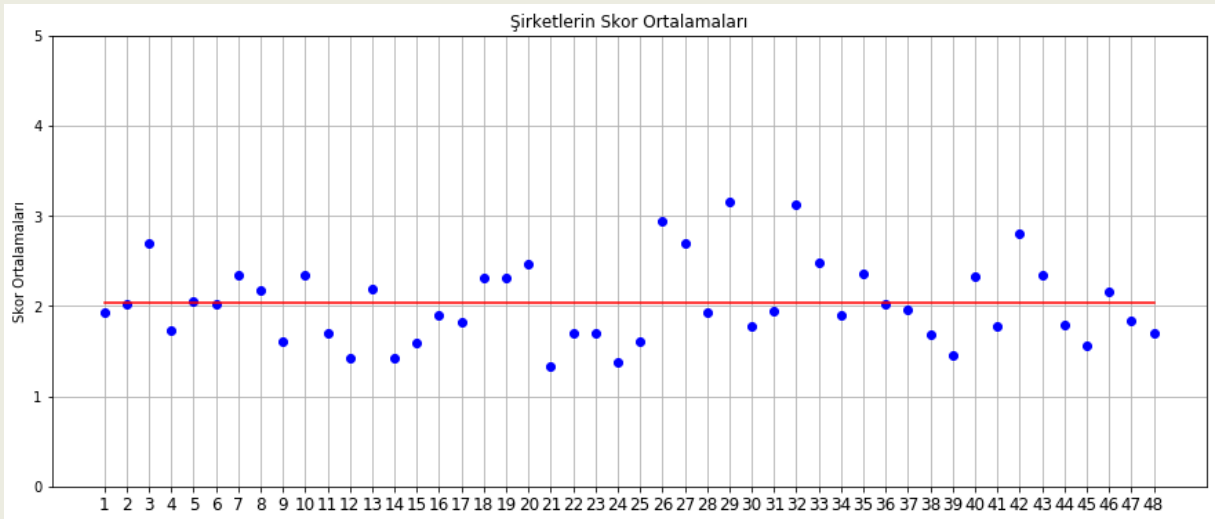


Şekil 13: Teknoloji ve Veri Analitiği Küme Merkezi Farkları: Ortadan İleriye

## 2. Üretim Süreçleri

Üretim Süreçleri başlığı 40 soru ile değerlendirilmiş, çalışmaya katılan 48 şirketin cevapları değerlendirme ölçeği kullanılarak 1-4 arasında puanlanmış ve şirketlerin Üretim Süreçleri Dijitalleşme Skorları hesaplanmıştır. Şirketlerin Dijitalleşme Skorları Şekil 14'te toplu olarak gösterilmiştir.

Şekil 14'te yer alan kırmızı çizgi tüm şirket skorlarının ortalamasını, her bir nokta ise bir şirketi temsil etmektedir.



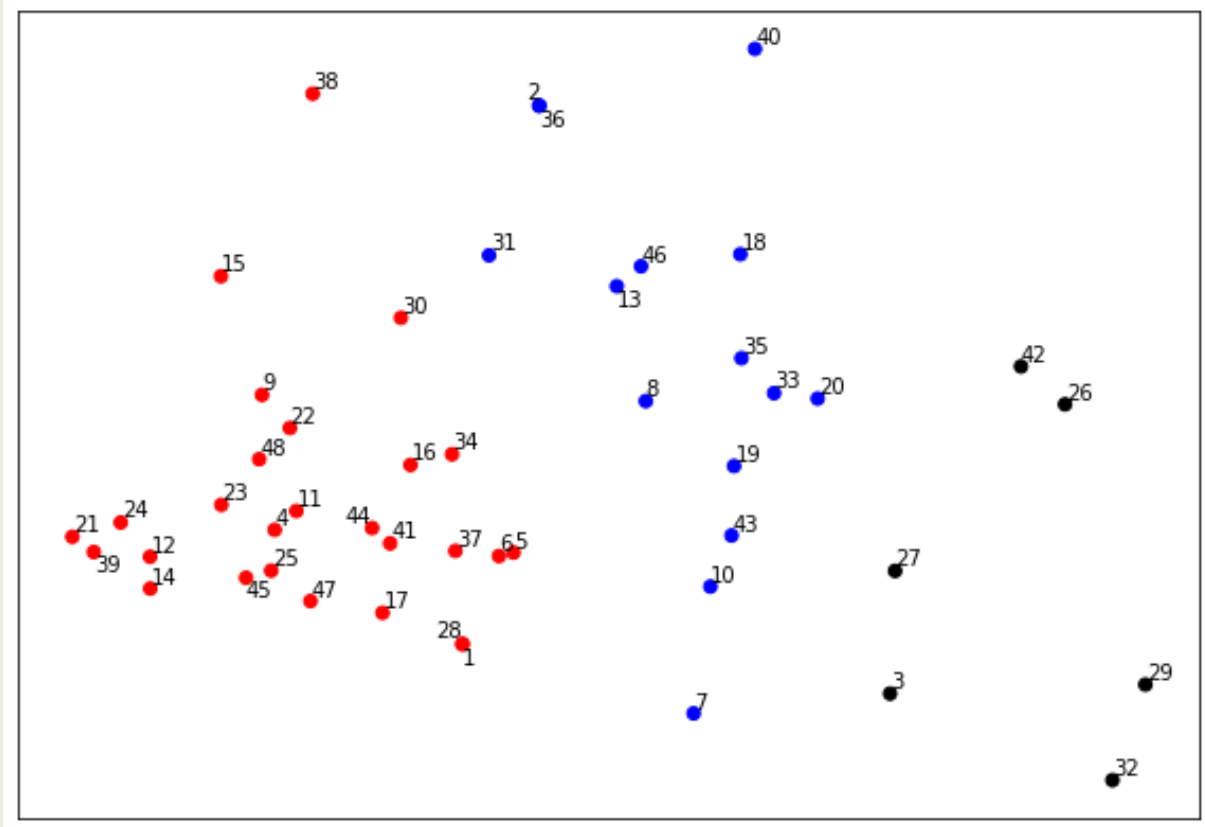
Şekil 14: Üretim Süreçleri Dijitalleşme Skorları

Üretim Süreçleri Dijitalleşme Skoru ortalama değeri 2,0'dır. Skoru 3 üstünde az sayıda şirket bulunmaktadır. Grafikten en yüksek skorun 3,2 ve en düşük skorun 1,3 olduğu görülmektedir.

Sonuçlar ağırlıklı olarak kontrollü yönetime geçiş ve kontrollü yönetim başlangıç kategorisinde yer almakta olup stratejik ilerleme kategorilerine geçiş için çalışmalar olduğu da görülmektedir. Şirketlerin %4'ü stratejik ilerleme kategorisinde, %13'ü ise stratejik ilerleme kategorisine yakındır.

### Kümeleme Analizi

Çalışma kapsamındaki şirketlerin %56'sı başlangıç, %31'i orta, %13'ü ise ileri kümede yer almaktadır. Şekil 15'de kırmızı noktalar başlangıç kümesini, mavi noktalar orta kümeyi, siyah noktalar ise ileri kümeyi temsil etmektedir.



Şekil 15: Üretim Süreçleri Kümeleri

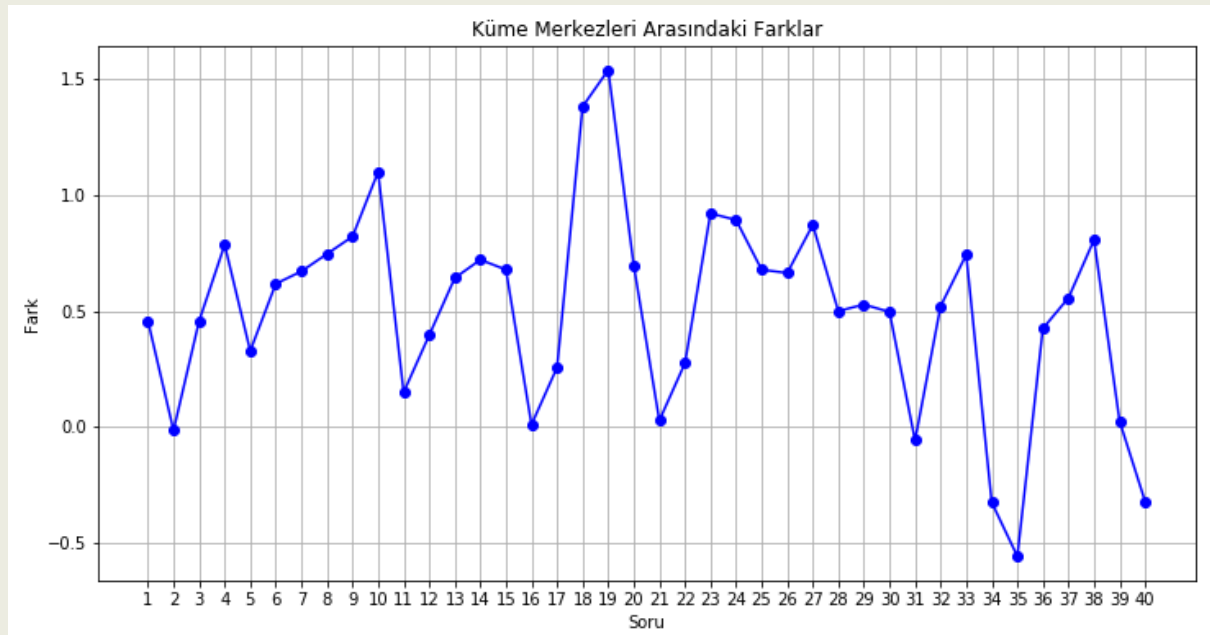
### Küme Merkezi Farkları Analizi

#### Başlangıçtan Ortaya Neler Değişiyor?

Şekil 16, 40 soru üzerinden, başlangıç küme merkezi ile orta küme merkezi arasındaki farkın hangi sorulardan kaynaklandığını ve her sorunun bu farktaki ağırlığını temsil etmektedir.

Başlangıç seviyesinden orta seviyeye geçişte Toplam Ekipman Verimliliği (OEE) hesaplama yöntemi önemli bir fark olarak karşımıza çıkmaktadır. Orta seviyedeki şirketlerde OEE otomatik hesaplanacak şekilde raporlama alt yapısı oluşturulmuştur. Başlangıç seviyesindeki şirketlerde ise OEE takım liderleri tarafından elle hesaplanarak sisteme girilmektedir.

Bir diğ er fark ise çevrim süreleri ile ilgilidir. Orta seviyedeki şirketlerde bütün parçalar için çevrim süreleri istasyon düzeyinde tanımlıyken başlangıç seviyesindeki şirketlerde üretim süreleri bitmiş ürün seviyesinde bilinmektedir.



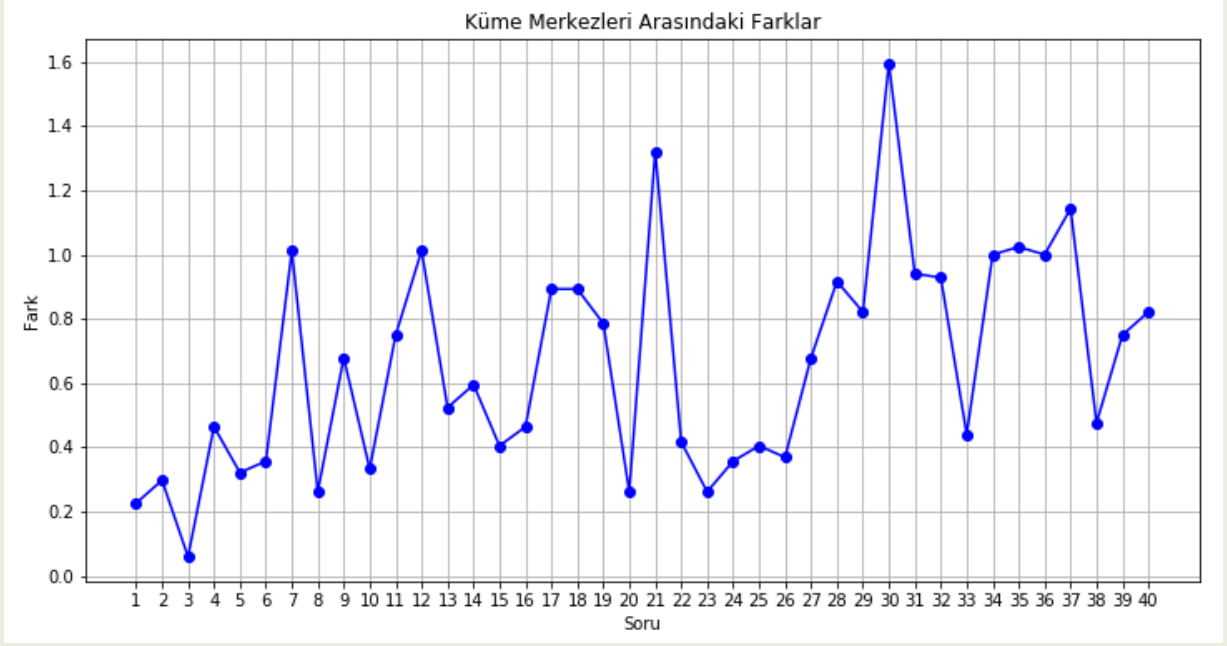
Şekil 16: Üretim Süreçleri Küme Merkezi Farkları: Başlangıçtan Ortaya

### Ortadan İleriye Neler Değişiyor?

Şekil 17, 40 soru üzerinden, orta küme merkezi ile ileri küme merkezi arasındaki farkın hangi sorulardan kaynaklandığını ve her sorunun bu farktaki ağırlığını temsil etmektedir.

Bu geçişte önemli bir fark üretim görsel yönetim aracı olan Üretim Kontrol Ekranı (Andon) kullanımınıdır. İleri seviyedeki şirketlerde kurulu bir andon alt yapısı vardır ve tüm hatlarda yaygınlaştırılmıştır. Orta seviyedeki şirketlerde ise andon hat bazında anlık olarak çalıştırılır ve geçmiş kayıtlar tutulmaz.

Diğ er bir fark da üretim ile ilişkili bütün ilgili parametrelerin (sıcaklık, nem, basınç vb.) kayıt altına alınması ve kullanılması ile ilgilidir. Orta seviyedeki şirketlerde üretime ilişkin bütün ilgili parametreler (ısı, nem, basınç, jig pozisyonları vb.) zamana bağlı olarak manuel kayıt altına alınmaktadır. İleri seviyedeki şirketlerde ise üretime ilişkin bu parametreler makine sistemlerinde kayıtlıdır.

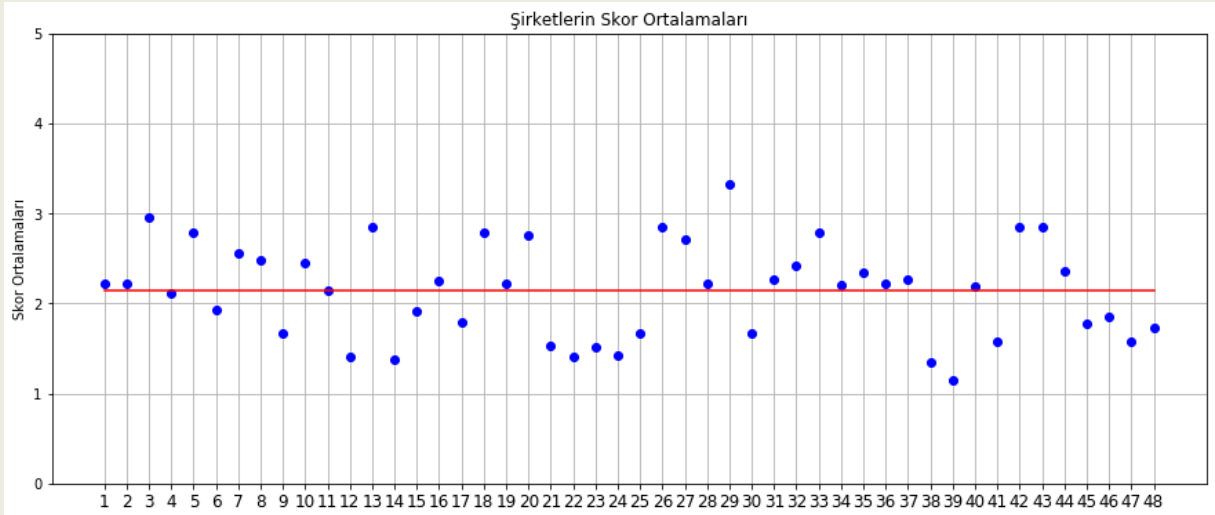


Şekil 17: Üretim Süreçleri Küme Merkezi Farkları: Ortadan İleriye

### 3. Kalite Süreçleri

Kalite Süreçleri başlığı 40 soru ile değerlendirilmiş, çalışmaya katılan 48 şirketin cevapları değerlendirme ölçeği kullanılarak 1-4 arasında puanlanmış ve şirketlerin Kalite Süreçleri Dijitalleşme skorları hesaplanmıştır. Şirketlerin dijitalleşme skorları Şekil 18’de toplu olarak gösterilmiştir.

Şekil 18’de yer alan kırmızı çizgi tüm şirket skorlarının ortalamasını, her bir nokta ise bir şirketi temsil etmektedir.



Şekil 18: Kalite Süreçleri Dijitalleşme Skorları

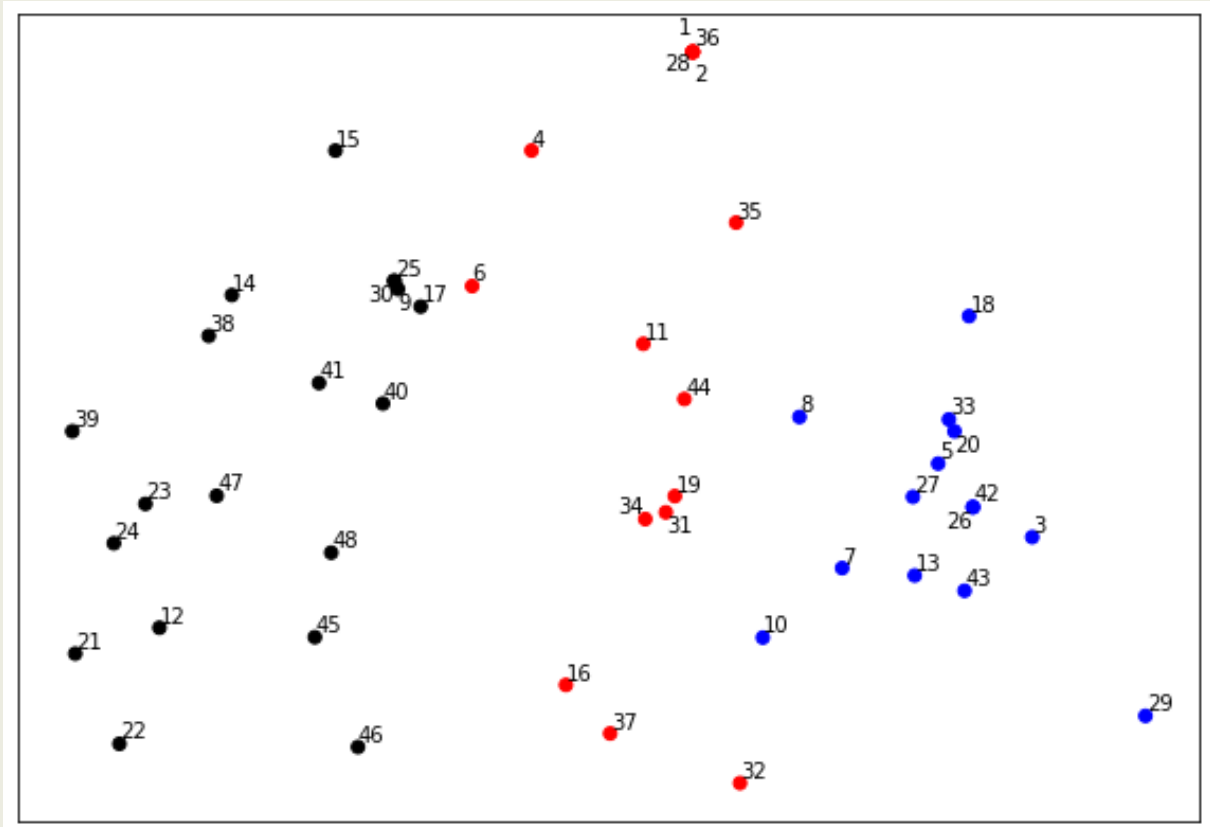
Kalite Süreçleri Dijitalleşme Skoru ortalama değeri 2,1’dir. Skoru 3 üstünde tek şirket bulunmaktadır. Grafikten en yüksek skorun 3,3 ve en düşük skorun 1,2 olduğu görülmektedir.

Şirketler ağırlıklı olarak kontrollü yönetim kategorisinde yer almakta olup stratejik ilerleme kategorilerine geçiş için çalışmalar olduğu görülmektedir. Şirketlerin %25'i stratejik ilerleme kategorisine yakındır.

Kalite süreçleri başlıklar arasında ortalama dijitalleşme skoru en yüksek olan başlıktır.

### Kümeleme Analizi

Çalışma kapsamındaki şirketlerin %40'ı başlangıç, %31'i orta, %29'u ileri kümede yer almaktadır. Şekil 19'da siyah noktalar başlangıç kümesini, kırmızı noktalar orta kümeyi, mavi noktalar ise ileri kümeyi temsil etmektedir.



Şekil 19: Kalite Süreçleri Kümeleri

### Küme Merkezi Farkları Analizi

#### Başlangıçtan Ortaya Neler Değişiyor?

Şekil 20, 40 soru üzerinden, başlangıç küme merkezi ile orta küme merkezi arasındaki farkın hangi sorulardan kaynaklandığını ve her sorunun bu farktaki ağırlığını temsil etmektedir.

İlk göze çarpan fark hammadde sertifikasyon yönetimi ile ilgilidir. Sertifikasyon şartı istenebilecek malzemelerde bu konunun üzerinde titizlikle durmak sonradan yaşanabilecek kalite problemlerini önlemek açısından önemlidir. Şirketlerde genel olarak sac vb. malzemelerin üretim kalite testlerini geçtiğine dair sertifika şartı aranmakla birlikte başlangıç seviyesindeki şirketlerde üretimin bu sertifikalar gelmeden başlatılmama kuralı

esnetilebilmektedir. Orta seviyedeki şirketlerde ise bu sertifikalar gelmeden başlatılmama kuralı sıkı şekilde uygulanır.

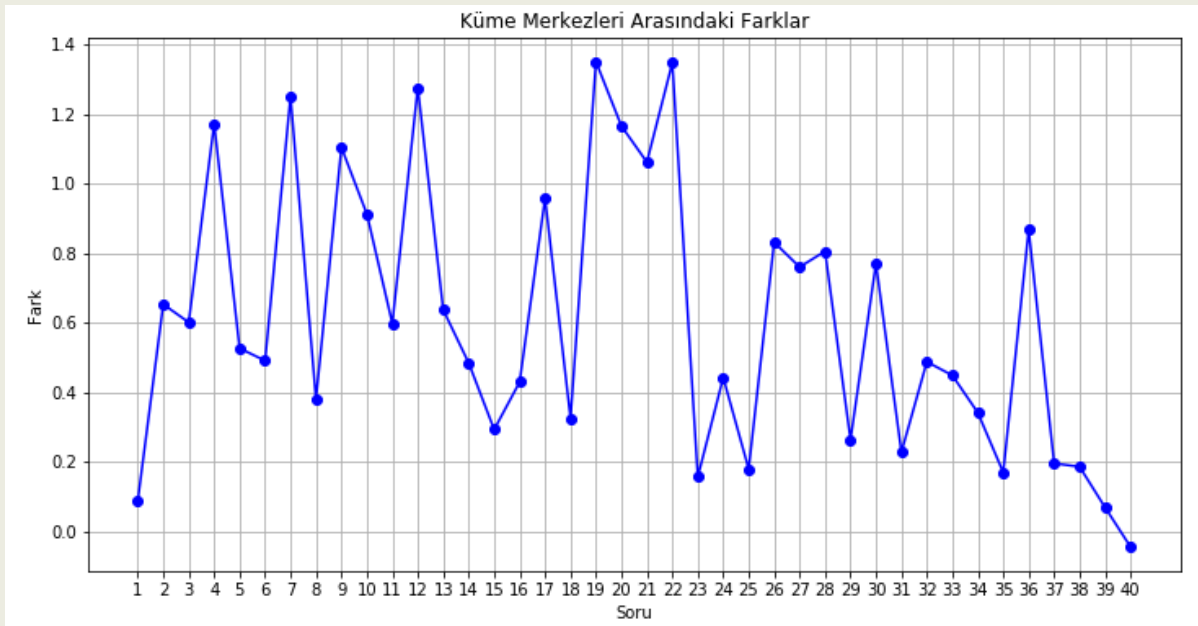
Diğer bir fark yeni proje yönetimi ile ilgilidir. Başlangıç seviyesindeki şirketlerde yeni projelerle ilgili olarak tanımlanmış yazılı bir iş akışı yoktur. Bütün birimler kendi işlerini yaparlar. Yeri geldikçe departmanlar arası iş birliği yapılarak süreçler ilerletilir. Silo yönetim anlayışı aktiftir. Orta seviyedeki şirketlerde ise yeni projelerle ilgili tanımlanmış yazılı bir iş akışı için bir yapının kurulması için çalışmalar başlatılmıştır. Birimler arası iş birliği sürekli yapılarak süreçler ilerletilir. Silo yönetimden çapraz yönetim anlayışına geçiş devam etmektedir.

Alt tedarikçiler ile ortak kalite çalışmaları anlayışı geliştirilmiş olması diğer fark yaratan unsurdur. Başlangıç seviyesindeki şirketlerde alt tedarikçilere ellerinden gelenin en iyisini yapmaları için yönlendirmede bulunulur. Orta seviyedeki şirketlerde ise alt tedarikçi parça üretim süreçlerine sınırlı seviyede destek verilir. Sınırlı seviyede de olsa tedarikçi ile birlikte çalışmalar yapılır.

Parça kalite süreçlerince hata türleri ve etkileri analizi (FMEA) uygulaması başlangıç seviyesindeki çoğu şirkette yoktur veya uygulama ile ilgili deneyim sınırlıdır. Orta seviyedeki şirketlerde deneyim orta seviyede olup az sayıda revizyonla parça seriye alınabilmektedir.

Başlangıç seviyesindeki şirketlerin kalite laboratuvarları daha çok temel ve orta seviyede testleri yapabilirken orta seviye şirketlerin test laboratuvarlarında ileri seviyede testleri yapılabilmekte, müşterinin testlerle ilgili hemen hemen bütün beklentisi karşılanabilmektedir.

Kalite organizasyonunun denetleme yetkisi olup olmaması öne çıkan başka bir konudur. Fabrika yönetimine bağlı olan kalitenin üretim, bakım, proje bölümleri ile hiyerarşik ilişkisi her iki grupta da yoktur. Ancak başlangıç seviyesindeki şirketlerde kalite biriminin bu bölümleri denetlemesi izne bağlı iken orta seviyedeki şirketlerde kalite birimi bu bölümleri denetlemeye yetkilidir.



Şekil20: Kalite süreçleri küme merkezi farkları: Başlangıçtan ortaya

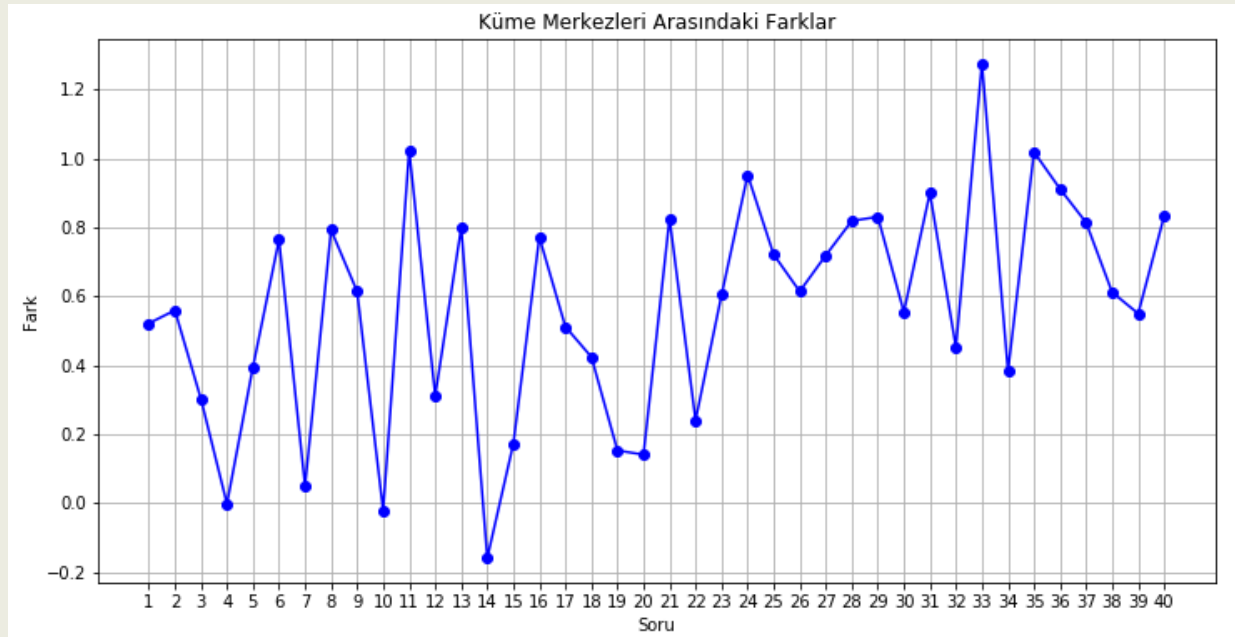
## Ortadan İleriye Neler Değişiyor?

Şekil 21, 40 soru üzerinden, orta küme merkezi ile ileri küme merkezi arasındaki farkın hangi sorulardan kaynaklandığını ve her sorunun bu farktaki ağırlığını temsil etmektedir.

Fark yaratan konulardan biri kalite süreçlerinde İstatistiksel Süreç Kontrolü (SPC) kullanımınıdır. Orta seviyedeki şirketlerde SPC çalışmaları uzmanlar tarafından proje hazırlık süreçlerinde excel kullanılarak yapılır. İleri seviyede şirketlerde ise SPC çalışmaları proje öncesinde ve sonrasında Proses Hata Türleri ve Etkileri (PFMEA) çalışmaları çerçevesinde sürekli olarak yapılmakta veya bu yönde çalışmalar devam etmektedir.

Standartları ve takvimi belli olan proses denetlemeleri sonrası orta seviyedeki şirketlerde rapor elle hazırlanıp yayımlanırken ileri seviyedeki şirketlerde raporlama için yazılımlar kullanılır.

Seriye geçiş standartlarının tanımlı olması ve seride olduğu gibi kalite incelemesi yapılabilmesi olması seriye geçiş sürecini etkin yönetmek açısından gereklidir. Orta seviyedeki şirketlerde seriye geçiş için uygulamada alışılmış olan kalite standartları vardır. Yazılı tanımlar henüz yapılmamıştır. İleri seviyede şirketlerde bu standartlar büyük ölçüde tanımlıdır.

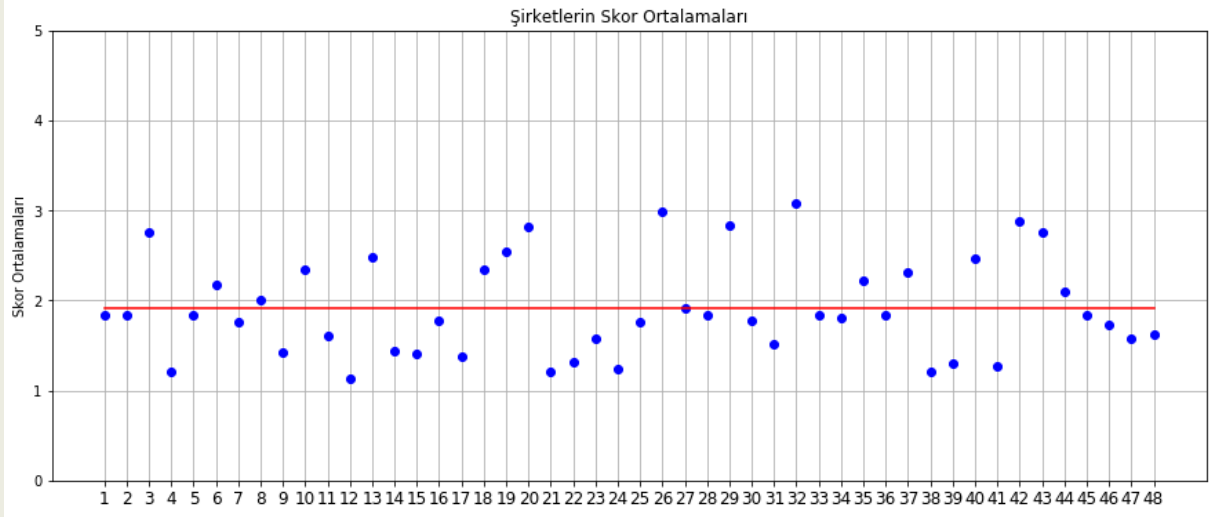


Şekil 21: Kalite Süreçleri Küme Merkezi Farkları: Ortadan İleriye

## 4. Bakım Süreçleri

Bakım Süreçleri başlığı 40 soru ile değerlendirilmiş, çalışmaya katılan 48 şirketin cevapları değerlendirme ölçeği kullanılarak 1-4 arasında puanlanmış ve şirketlerin Bakım Süreçleri Dijitalleşme Skorları hesaplanmıştır. Şirketlerin Dijitalleşme Skorları Şekil 22’de toplu olarak gösterilmiştir.

Şekil 22’de yer alan kırmızı çizgi tüm şirket skorlarının ortalamasını, her bir nokta ise bir şirketi temsil etmektedir.



Şekil 22: Bakım Süreçleri Dijitalleşme Skorları

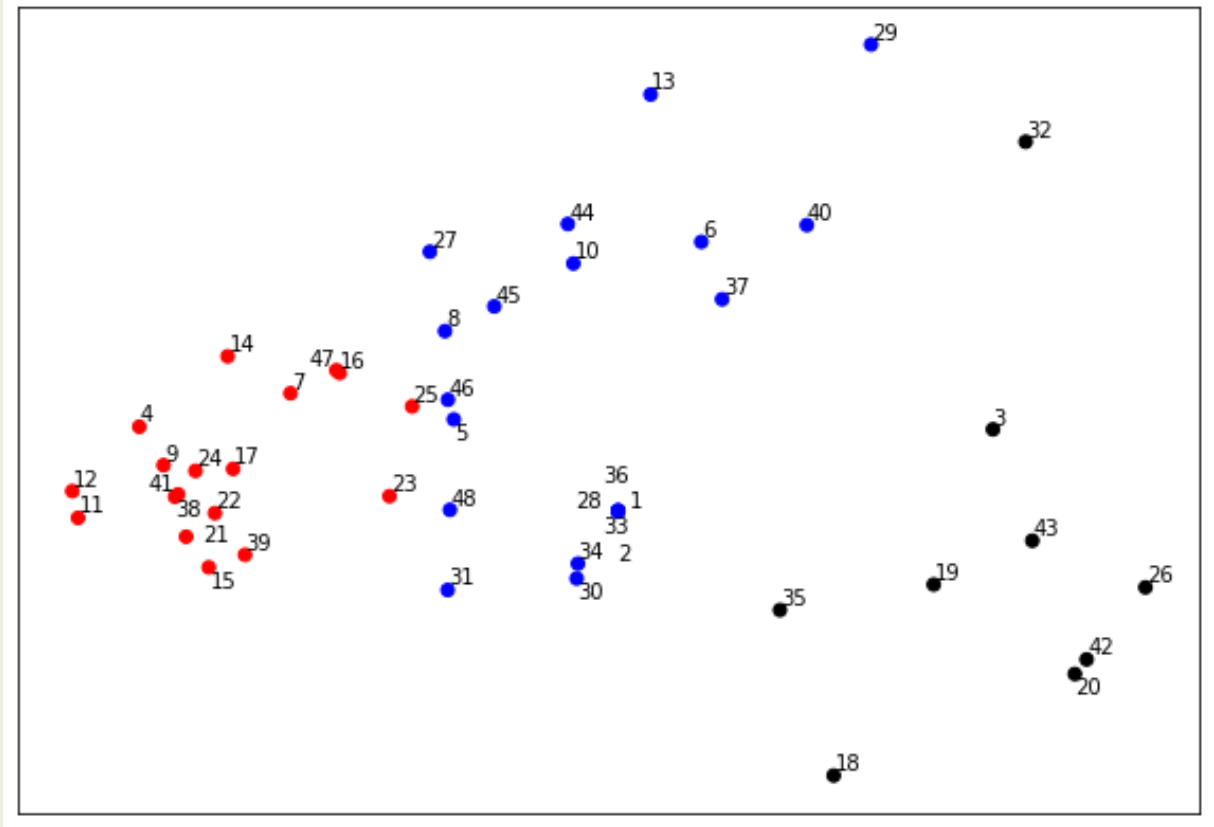
Bakım Süreçleri Dijitalleşme Skoru ortalama değeri 1,9'dur. Skoru 3 ve üzerinde iki şirket bulunmaktadır. Grafikten en yüksek skorun 3,1 ve en düşük skorun 1,1 olduğu görülmektedir.

Sonuçlar ağırlıklı olarak reaktif verimsizlik ve kontrollü yönetime geçiş kategorisinde yer almakta olup stratejik ilerleme kategorilerine geçiş için çalışmalar olduğu görülmektedir.



## Kümeleme Analizi

Çalışma kapsamındaki şirketlerin %37'si başlangıç, %44'ü orta, %19'u ise ileri kümede yer almaktadır. Şekil 23'te kırmızı noktalar başlangıç kümesini, mavi noktalar orta kümeyi, siyah noktalar ise ileri kümeyi temsil etmektedir.



Şekil 23: Bakım Süreçleri Kümeleri

## Küme Merkezi Farkları Analizi

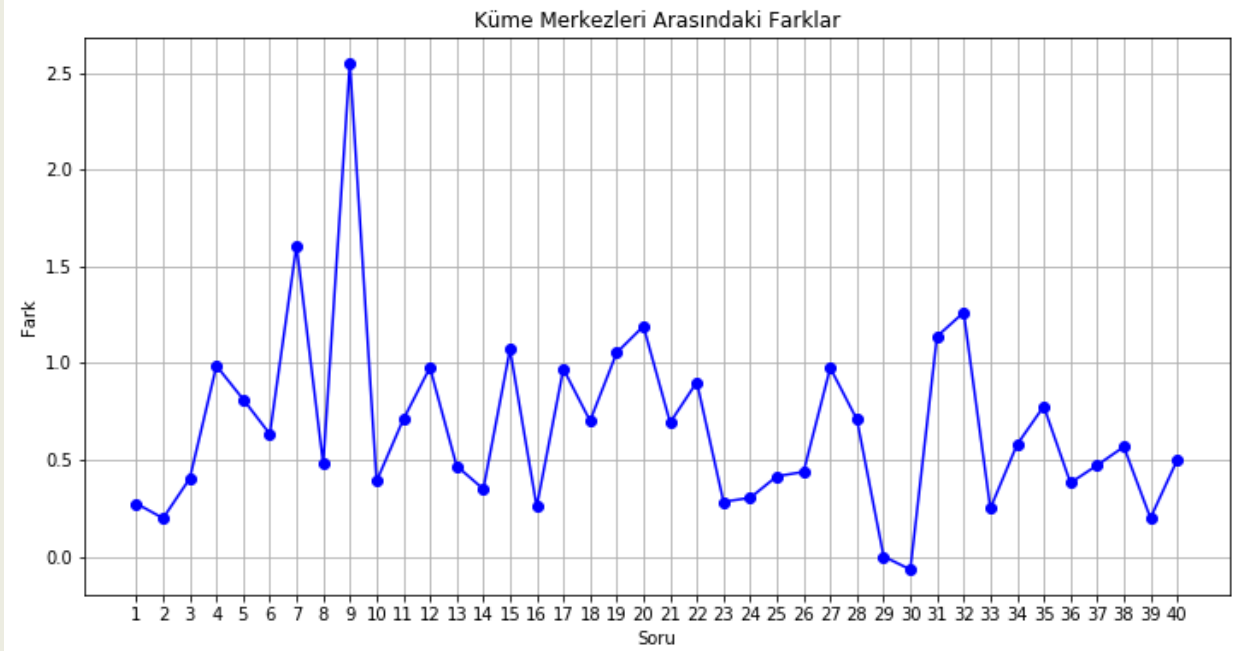
### Başlangıçtan Ortaya Neler Değişiyor?

Şekil 24, 40 soru üzerinden, başlangıç küme merkezi ile orta küme merkezi arasındaki farkın hangi sorulardan kaynaklandığını ve her sorunun bu farktaki ağırlığını temsil etmektedir.

Başlangıç seviyesindeki şirketlerle orta seviyedeki şirketler arasında göze çarpan ilk fark makine ve tesis bazında sorumlu mühendis ve teknisyenler tanımlanmış ve organizasyon ağacı/matrisi olup olmamasıdır. Başlangıç seviyesindeki şirketlerde organizasyonun tamamını gösteren bir şema mevcut olmakla birlikte güncel değildir. Orta seviyedeki şirketlerde ise organizasyonun tamamını gösteren bir şema mevcuttur ve günceldir. Ancak takımlara göre detaylandırılmamıştır.

Fark yaratan başka bir konu ise bakım için gereken malzeme ve ekipmanların nasıl saklandığıdır. Orta seviyedeki şirketlerde bunun için bir malzeme odası varken, başlangıç seviyesindeki şirketlerde bakım malzemeleri için belirlenmiş bir alan vardır. Malzemelerin yerini sadece bakımcılar bilir.

Orta seviyedeki şirketlerde tesis ve makine bazında arızalar arası ortalama süreler ve ortalama arıza giderme süreleri ve teknik çalışma yüzdesi (Arızasız süre / Toplam Çalışma süresi \* 100) hatların yarısından fazlasında takip edilirken başlangıç seviyesindeki şirketlerde bu süre takip edilmemektedir.



Şekil 24: Bakım Süreçleri Küme Merkezi Farkları: Başlangıçtan Ortaya

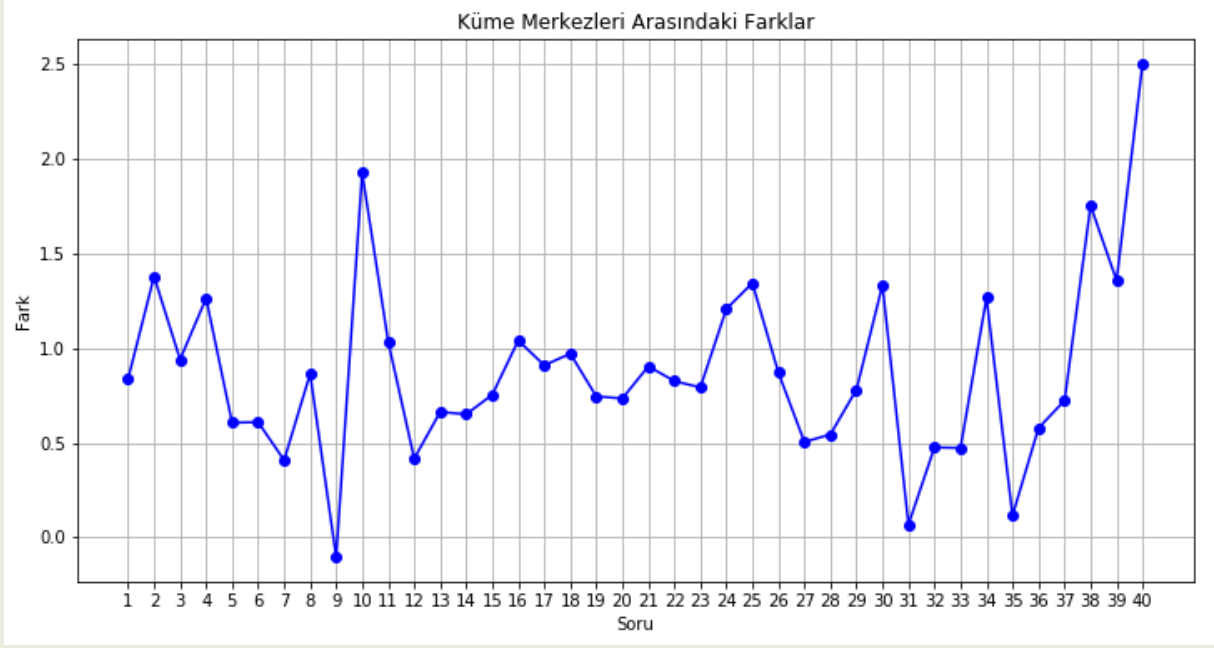
### Ortadan İleriye Neler Değişiyor?

Şekil 25, 40 soru üzerinden, orta küme merkezi ile ileri küme merkezi arasındaki farkın hangi sorulardan kaynaklandığını ve her sorunun bu farktaki ağırlığını temsil etmektedir.

Yeni makine ve tesisin devreye alınmasında devreye alma prosedürü olup olmaması fark yaratan konulardan biridir. İleri seviyedeki şirketlerde ise yeni makine devreye alma kontrol listesi vardır. Orta seviyedeki şirketlerde ise çalışmalar yönetici deneyimi doğrultusunda koordine edilir.

Bakım başlama ve bitiş zamanları ileri seviyedeki şirketlerde gerekli paydaşlara anlık olarak bildirilebilirken orta seviyedeki şirketlerde özel bir bilgilendirme standardı yoktur.

Kestirimci bakım verilerinin toplanma şekli fark yaratan başka bir unsurdur. İleri seviyedeki şirketlerde makinelere entegre edilmiş sayaçlar olup belirli periyotlarda bu sayaçlardan veri toplanmaktadır. Orta seviyedeki şirketlerde ise veri toplama sistematığı yoktur.



**Şekil 25: Bakım Süreçleri Küme Merkezi Farkları: Ortadan İleriye**

İstanbul Sanayi Odası tarafından yürütülen, İSO-Sanayide Dijital Dönüşüm Ofisi Projesi İstanbul Kalkınma Ajansı tarafından 2018 yılı Yaratıcı ve Yenilikçi İstanbul Mali Destek Programı kapsamında desteklenmektedir.

İstanbul Kalkınma Ajansı tarafından desteklenen İSO-Sanayide Dijital Dönüşüm Ofisi Projesi kapsamında hazırlanan bu yayının içeriği İstanbul Kalkınma Ajansı veya T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın görüşlerini yansıtmamakta olup, içerik ile ilgili tek sorumluluk İstanbul Sanayi Odası'na aittir.