

Teknoloji, Verimlilik ve Mühendislik: Yenilikçi Yöntemler, Modern Çözümler ve Stratejiler-I

Editör
Hüseyin ŞANLI

BİDGE Yayınları

Teknoloji, Verimlilik Ve Mühendislik: Yenilikçi Yöntemler,
Modern Çözümler Ve Stratejiler I

Editör: Doç. Dr. Hüseyin Şanlı

ISBN: 978-625-372-415-3

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 25.12.2024

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



İçindekiler

Günümüz Savunma Sanayii Sektöründe Lojistik Destek: ELD Yaklaşımının Etkinliği ve Stratejik Katkıları.....	5
Burak KEPME.....	5
Savunma Sanayii İçin Entegre Lojistik Destek:Stratejiler, Zorluklar ve Gelecek Vizyonu	26
Burak KEPME.....	26
Sürdürülebilir Kalkınmada Ar-Ge Merkezi'nin Önemi-Türkiye İncelemesi	47
Müge IŞIK.....	47
Üretim Tesislerinde Verimlilik ve Verimlilik Artışına Yönelik Uygulamalar.....	83
N.Bera CERAN DİNAR	83
Verimlilik ve Sürekliliğin Anahtarı Toplam Üretken Bakım (Tpm)	114
N. Bera CERAN DİNAR	114
Esra BOZDEMİR.....	114
Aden GÜNSÜREN.....	114
Yalın Üretim Tekniklerinin Bir Hizmet Sektörü Olan Hastanelerde Uygulanabilirliği: Kocaeli Üniversitesi Araştırma Ve Uygulama Hastanesi Örneği.....	142
Abdulsamet ŞİMŞEK	142
Gülsena KURT	142
Gülşen AKMAN.....	142
Endüstriyel Tasarımda Grafik ve Animasyonun Önemi.....	179
Fatih AYKURT	179

Tüketici Güven Endeksi, Ekonomik Güven Endeksi ve Müşteri Memnuniyeti Endeks Verilerinin Kendi Aralarındaki Dinamik İlişkilerin Yapay Zekâ Uzman Sistemlerle Analizi	197
Görkem YATİN	197
Adnan AKTEPE	197
Mobilya Sektöründe Kalite Önceliklendirme: Qfd ile Birlikte Bulanık Ahp Uygulaması.....	221
İrem Nur ERKALAN	221
Adnan AKTEPE	221

BÖLÜM I

Günümüz Savunma Sanayii Sektöründe Lojistik Destek: ELD Yaklaşımının Etkinliği ve Stratejik Katkıları

Burak KEPME¹

1. Giriş

Savunma sanayii geldiğimiz noktada, teknolojik gelişimler ve ekonomik kısıtlar sebebiyle dinamik bir yapıya sahiptir. Savunma sanayii sektöründe kullanılan askeri silah sistemlerinin en önemli özelliği caydırıcılık olmakla birlikte caydırıcılık sadece sistemin barındırdığı teknik özellikleri ile değil, aynı zamanda sistemlerin ne kadar uzun ömürlü, ne kadar desteklenebilir ve ne kadar sürdürülebilir olması ile doğru orantılıdır. (T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı, 2022)

¹ Entegre Lojistik Destek Uzmanı, Koluman Otomotiv Endüstri A.Ş., Mersin/TÜRKİYE ORCID ID: 0009-0002-0456-288X, Burak.Kepme@koluman.com, +90 536 985 0520

Savunma sanayi sektöründe hizmet veren bir askeri silah sisteminin sadece geliştirilmesi değil, aynı zamanda maliyet etkin bir idame işletme yapısının olması, yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilir olması savunma stratejisinin temelini oluşturmaktadır. ELD yaklaşımı askeri operasyonların başarısını sağlamanın yanı sıra, kısıtlı kaynakların optimizasyonu anlamında da önemli bir rol oynar.

Entegre Lojistik Destek (ELD) günümüz savunma sanayii projelerinin yönetilmesinde vazgeçilmez bir unsur olmaktadır. Savunma sanayiindeki sistemlerin karmaşık ve çok disiplinli yapıları ve bu sistemlerin etkin bir şekilde kullanılabilmesi güçlü bir lojistik destek ağı ile mümkün olabilmektedir. (Blanchard & Fabrycky, 2010). Bu noktada Entegre Lojistik Destek anlayışı, karmaşık sistemlerin yönetimine bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır.

ELD yaklaşımı; envanterde bulunan sistemlerin kullanılabilirliğini ömrü boyunca en üst seviyede tutmayı hedeflerken lojistik destek ihtiyaçlarını optimize etmeyi ve maliyet etkinliğe ulaşmayı amaçlamaktadır.

ELD yaklaşımı ile beraber ürün destek yönetimi, tasarıma etki/etkileşim, sürdürülebilirlik, bakımın planlanması ve yönetilmesi, paketleme/elleçleme/depolama/ulaşım süreçleri, teknik dokümantasyon, eğitim, yedek parça, tesis ve altyapı gibi lojistik disiplinler arasında entegrasyon sağlanabilmiştir. (STM, 2016)

2. ELD Yaklaşımının Oluşumu

ELD yaklaşımının önemi II. Dünya Savaşı'nda anlaşılmaya başlanmış, savaş esnasında ve sonrasında öğrenilmiş dersler ve tecrübeler ışığında geliştirilmiştir.

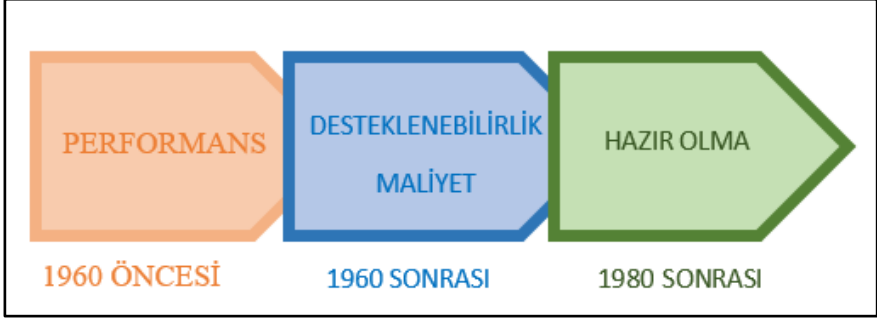
II. Dünya Savaşı sırasında amaçlara uygun üretilen silah sistemlerinin lojistik gereksinimleri karşılayamaması sebebiyle savaşta etkin olarak kullanılamamıştır. Bununla birlikte sistemlerin desteklenememesi askeri ve lojistik açısından idari/ekonomik aksaklıkların yaşanmasına neden olmuştur. Sistemlerin daha tasarım aşamasında iken desteklenebilirliği yani lojistiği de dikkate alarak tasarlanması ve bu sayede ileride oluşması muhtemel sorunların daha tasarım aşamasında iken önüne geçilmesi anlayışı ELD yaklaşımının temelini oluşturmuştur. (Keskin, 2019)

ELD ana faktörleri arasında yer alan kodlandırma çalışmaları bu doğrultuda yürütülmüş, 1954 yılında NATO üyesi ülkeler tarafından kabul edilen ve bugünkü askeri lojistiğin temelini oluşturulan NATO Kodlandırma Sistemi oluşturulmuştur. (T.C. Millî Savunma Bakanlığı, 2020a, 2020b)

Günümüzdeki ELD yaklaşımının oluşumu ise 1980’li yılları bulmuştur. İlk lojistik kitap yazarı olan Bowersox, 1980 sonrasını yazdığı kitapta “Lojistik Rönesans” olarak tariflemiştir. (Keskin, 2019) ABD Savunma Bakanlığı tarafından tedarik programlarının etkin ve verimli bir şekilde yürütülebilmesi için MIL-STD-1388 gibi standartlar oluşturulmuştur. (Kablan, 2024)

ELD; kullanılması öngörülen bir sistemin tasarımından başlayarak geliştirilmesi, üretilmesi, envantere alınması ve elden çıkarılması süreçlerinin tamamını maliyet etkin olarak yürütülmesini hedefleyen bütüncül bir yaklaşımdır. ELD yaklaşımında sistemin performansı, desteklenebilirliği, maliyeti ve hazır bulunuşluğu bir bütün olarak ele alınmakta, bu unsurların birbirini tamamlaması gerekmektedir. ELD yaklaşımında önemli olan husus, sistemin

kullanım esnasında sürdürülebilirlik performanslarını karşılamasını hedeflemesidir. ELD yaklaşımının gelişimi Şekil-1’de gösterilmiştir.



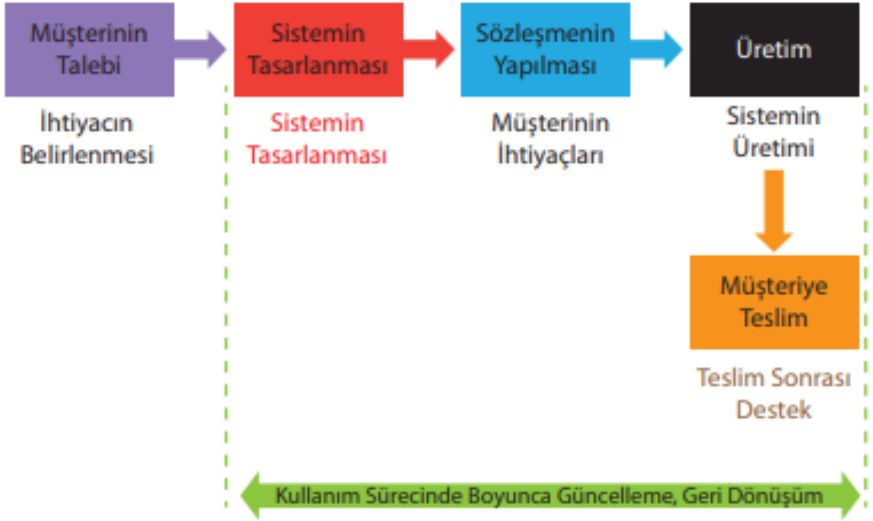
Şekil 1: ELD Yaklaşımının Gelişimi

Kaynak: (Keskin, 2019)

3. ELD ve Unsurları

ELD’nin amacı; sistemin ömür devri boyunca hazır bulunuşluluk süresini artırmak, lojistik destek ihtiyacını optimize etmek bu sayede sistemin envanterde bulunduğu süre boyunca maliyet etkin olarak kullanılabilmesi, muhtemel aksaklıkların daha tasarım aşamasında iken çözüme kavuşturulmasını sağlamaktır. Bununla birlikte ELD yaklaşımı finansal yükün azaltılmasını da hedeflemektedir.

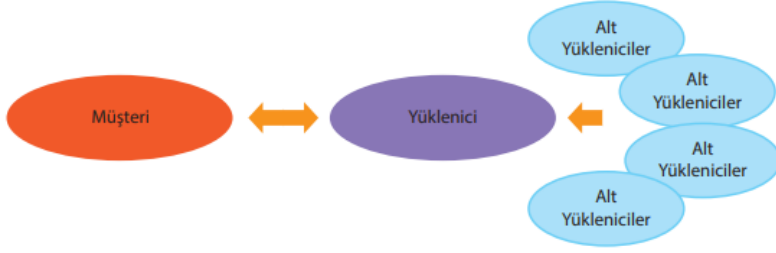
ELD süreçleri dinamik süreçler olup kullanım esnasında kazanılan tecrübeler, sistemin daha iyiye gitmesi, iyileştirilmesi için bir sonraki projelere girdi olarak yansıtılmaktadır. ELD süreçlerinin genel yapısı Şekil-2’de gösterilmiştir. (Keskin, 2019)



Şekil 2: ELD Süreçleri Genel Yapısı

Kaynak: (Keskin, 2019)

ELD çok kapsamlı, büyük ve kompleks bir oluşum olsa da ELD süreçlerinde müşteri ve yüklenici olmak üzere 2 temel aktör bulunmaktadır. ELD yaklaşımında; yüklenici birden fazla alt yüklenici ile sorumluluklarını yerine getirmeyi amaçlarken müşteri o ülkenin kamu kurum kuruluşları olabileceği gibi başka bir özel oluşum da olabilmektedir. ELD aktörleri arasındaki ilişki Şekil-3'te gösterilmektedir. (Keskin, 2019)



Şekil 3: ELD Aktörleri Arasındaki İlişki

Kaynak: (Keskin, 2019)

ELD aktörlerinin süreçten beklentileri birbirinden farklılıklar göstermektedir. ELD aktörlerinin beklentileri aşağıda belirtilmiştir:

Müşterinin beklentileri:

- Maliyeti düşük olan sisteme sahip olabilmek,
- Desteklenebilirlik ve lojistik destek etkinliğinin artması için tasarım süreçlerine etki edebilmek,
- Maliyet ve desteklenebilirlik içim kriterleri ve sınırları belirlemek,
- Lojistik destek kaynaklarının geliştirilmesini ve tanımlanmasını sağlamak.

Yüklenicinin beklentileri:

- Kârın maksimize edilmesini sağlamak,
- Gelirin maksimizasyonunu sağlamak,
- Kapasitenin teknik anlamda artırılmasını sağlamak,
- Sektördeki pazar payının artırılmasını sağlamak,

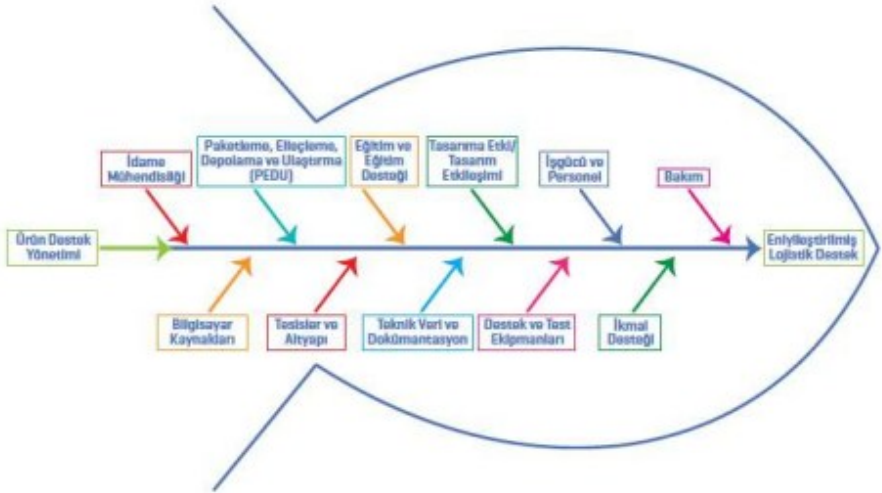
- Müşterinin beklentilerini tam anlamıyla karşılayabilmek,
- Sektördeki itibarın yükselmesini hedeflemek.

ELD, aşağıda verilen tüm unsurları kapsayacak şekilde tasarım ve üretime paralel olarak yürütülen, ürün envantere girdikten sonra garanti ve garanti sonrası dönemi içeren bütüncül bir yaklaşımdır. ELD yaklaşımının temel unsurları:

1. Bakım
2. İkmal Desteği
3. İş Gücü ve Personel
4. Destek ve Test Ekipmanları
5. Tasarıma Etki / Tasarım Etkileşimi
6. Teknik Veri ve Dokümantasyon
7. Eğitim ve Eğitim Desteği
8. Tesisler ve Altyapı
9. Paketleme, Elleçleme, Depolama ve Ulaştırma (PEDU)
10. Bilgisayar Kaynakları
11. İdame Mühendisliği
12. Ürün Destek Yönetimi

ELD; her bir unsuru ile sistemin lojistik destek yapısının tümünü kapsayan bütüncül bir yaklaşım sergilemektedir. ELD yaklaşımında her bir unsurun girdisi ve çıktıları bir diğer unsuru bütünlemelidir.

ELD unsurları ile lojistik destek arasındaki ilişki Şekil-4'te gösterilmiştir. (T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı, 2021)

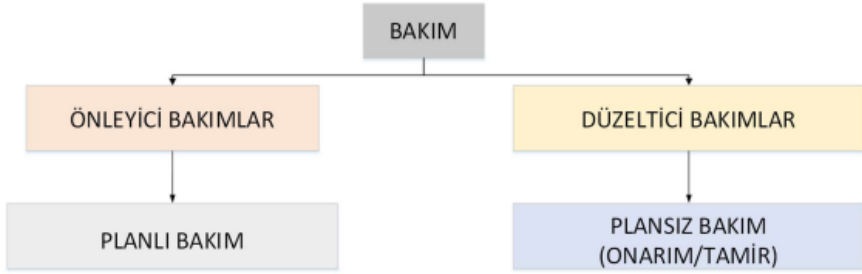


Şekil 4: ELD Unsurları ile Lojistik Destek Arasındaki İlişki

Kaynak: (T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı, 2021)

3.1 Bakım

Bakım, bir sistemin ömür devri süresince kendinden beklenen görevi eksiksiz yerine getirebilmesi için yapılan işlemlerdir. Bakım tipleri Şekil-5'de gösterilmiştir. (T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı, 2021)



Şekil 5: Bakım Tipleri

Kaynak: (T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı, 2021)

3.1.1 Önleyici Bakım

Planlı bir şekilde yapılan, sistemin çalışmasını olumsuz etkileyecek sorunların oluşmasını çıkmadan engellemek ve sistemin hazır bulunuşluluğunu en üst seviyeye çıkarmak amacıyla yapılan bakım ve kontrol işlemlerdir. Bu bakım tipi, sistemde arıza veya problem olmadan yapılan bakımlardır.

Önleyici bakım kapsamında bakım ve onarım yetki seviyeleri belirlenmektedir. Bakımlar, müşterinin talebi veya kabiliyeti göz önünde bulundurularak Kullanıcı, Birlik ve Fabrika seviyesi olmak üzere 3 farklı seviyede tanımlanabilmektedir.

Bu bakım tipindeki faaliyetler; sistemin tasarım ve geliştirme aşamasında belirlenen, üretim ve testler ile doğrulanan periyotlarda yapılan bakım faaliyetleri olduğu gibi arıza meydana gelmeden kullanım öncesi veya kullanım sonrası yapılan bakım faaliyetleri de olabilmektedir.

3.1.2 Düzeltici Bakım

Sistemin kullanı dışı kalması durumunda arızalı parçanın / ünitenin tamir edilmesi veya değiştirilmesi suretiyle yapılan

bakımlardır. Bu bakımı yapabilmek için sistemde bir arıza olması gerekmektedir.

3.2 İkmal Desteği

En düşük ömür devri maliyeti ile en iyi performansın ve kabiliyetin elde edilebilmesi için gereken onarım malzemeleri, başlangıç, işletme yedeklerinin ve bütün ikmal malzemelerinin veya hizmetlerinin tedarik edilmesine yönelik yönetimsel faaliyetlerin belirlenmesi ve planlanması, akabinde de icra edilmesinin sağlanmasıdır. Bu sayede tam zamanı tam yeri prensibi ile doğru malzemenin, doğru miktarda, doğru yerde ve doğru zamanda olması sağlanmaktadır. Bu destek, sistemin/ürünün envantere girmesi ile başlayıp elden çıkarılmasına kadar devam etmektedir.

3.3 İş Gücü ve Personel

İnsan faktörü, ELD unsurların arasında en önemli unsurlardan birisidir. Savunma sanayii gibi yüksek teknoloji ve maliyetin olduğu sektörde sistemlerin maliyet etkin olarak sürdürülebilmesi için iyi yetişmiş, deneyimli personel ve iş gücüne ihtiyaç bulunmaktadır. ELD uygulamaları çerçevesinde, sistemin kullanılabilmesi, bakımının yapılabilmesi ve yönetilebilmesi için iyi yetişmiş personel olmazsa olmazdır. (T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı, 2021)

Bununla birlikte; sistemler daha tasarım aşamasında iken insan faktörünün göz önünde bulundurulması, sistemin kullanımı esnasında insanın hata yapmasını minimize edecek tasarımlar ortaya konulması, kullanıcı dostu ve ergonomik çözümler sunulması sistemin ömür devri boyunca kendinden bekleneni tam anlamıyla karşılamasına büyük katkı sunmaktadır.

Öte yandan; sistemin kullanımı esnasında iş gücünün optimize edilmesi, çalışma düzeninin ve personel sayısının bu anlamda ayarlanması hazır bulunuşluluk için vazgeçilmezdir.

3.4 Destek ve Test Ekipmanları

Sistemin hazır bulunuşluluğunun en üst seviyede tutulması amacıyla kullanım, destek ve ikmal faaliyetlerinin sürdürülebilmesi için gerekli hareketli veya sabit ekipmanların tedariki ve desteklenmesine yönelik yönetsel faaliyetlerin belirlenmesi, planlanması ve uygulanmasıdır.

Destek ve Test Ekipmanı unsuru, sistemin desteklenebilirliğine ilişkin gerekli olan tüm ekipmanı/malzemeyi kapsayan bir yaklaşımdır.

3.5 Tasarıma Etki / Tasarım Etkileşimi

Kullanımda olan benzer bir sistemden yola çıkılarak ELD hedeflerinin projenin başlangıcında son kullanıcı ile beraber belirlenmesi, tasarım aşamasından itibaren bu hedeflere ulaşılması için gerekli girdilerin sağlanması gerekmektedir.

Bir ürünü başarılı olarak niteleyebilmemiz için üç kriter tarifleyebiliriz. Bunlar; tasarımsal performans hedeflerini karşılayan, maliyet etkin ve desteklenebilir olarak ifade edebiliriz. (Korkmaz, 2023)

Örnek verecek olursak; performans hedefini sağlamak amacıyla geliştirilip üretilen bir sistemin kullanımı esnasında kritik bir arıza yaşamaması beklenmektedir. Şayet arızanın meydana gelmesi durumunda ise, eğitimli personel, eğitim dokümanları,

yedek parça, destek ekipmanları gibi unsurlar sayesinde maliyet etkin bir şekilde arızanın giderilebiliyor olması gerekmektedir.

3.6 Teknik Veri ve Dokümantasyon

Teknik Veri ve Dokümantasyon unsurunun başlıca hedefi;

- Bilgiye erişme ve bakım faaliyetlerinin planlanması, doğrulanması, kaynakların tespit edilmesi ve yürütülmesi,
- Teknik dokümantasyonların planı, geliştirilmesi, üretilmesi ve bakımı olarak ifade edebiliriz.

Bu kapsamda yürütölen faaliyetler neticesinde, Teknik Veri Paketi'nin (TVP) üretilmesi ve Teknik Yayınların üretilmesi ve sunulması olarak iki farklı faaliyet yürütölmektedir.

3.6.1 Teknik Veri Paketi'nin (TVP) Üretilmesi

TVP, bir sistemin tasarım, geliştirme, üretim, mühendislik ve lojistik aktivitelerin desteklenebileceği teknik olarak üretilmiş bir dokümandır.

TVP'nin oluşturulma süreci, ELD fonksiyonlarını destekleyebilecek şekilde organize edilmesi ve yürütölmesi gerekmektedir.

3.6.2 Teknik Yayınlar'ın Üretilmesi

Teknik Yayınlar, sistemin mimarisi ve fonksiyonlarını tarif eden dokümandır. Kullanım ve bakım dokümanlarını, parça listelerini, teknik bilgi ve prosedürleri kapsamaktadır. (T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı, 2021)

3.7 Eğitim ve Eğitim Desteği

En düşük ömür devri maliyeti ile en iyi performansın ve kabiliyetin elde edilebilmesi için gereken onarım malzemeleri, başlangıç, işletme yedeklerinin ve bütün ikmal malzemelerinin veya hizmetlerinin tedarik edilmesine yönelik yönetimsel faaliyetlerin belirlenmesi ve planlanması, akabinde de icra edilmesinin sağlanmasıdır. Bu sayede tam zamanı tam yeri prensibi ile doğru malzemenin, doğru miktarda, doğru yerde ve doğru zamanda olması sağlanmaktadır. Bu destek, sistemin/ürünün envantere girmesi ile başlayıp elden çıkarılmasına kadar devam etmektedir. (Jones, 2006)

3.8 Tesisler ve Altyapı

Tesisler ve Altyapı; bir sistemin geliştirilmesine, entegre edilmesine, kullanılmasına ve desteklenebilmesine yönelik ihtiyaç duyulan sabit veya hareketli tüm altyapı / üstyapı tesislerden oluşmaktadır. Bu ELD unsuru; yeni tesislerin türlerine veya mevcut tesislerin iyileştirilmesine, idamesine, çevre ve güvenlik ihtiyaçlarına yönelik tüm faaliyetleri içermektedir.

3.9 Paketleme, Elleçleme, Depolama ve Ulaştırma (PEDU)

PEDU; sistemin doğrudan kullanımı veya bakımı ile ilgili olmayan ancak, sistemin uygun bir şekilde kullanılabilmesi açısından önem arz eden tüm lojistik görevlerden oluşmaktadır. Bu görevleri tanımlayabilmek ve planlayabilmek için PEDU analizleri gerçekleştirilmektedir.

PEDU analizleri; PEDU görevlerine ilişkin personel, malzeme, tesis, veri ihtiyaçlarının tanımlanmasını kapsamaktadır.

3.10 Bilgisayar Kaynakları

Bilgisayar kaynakları; kritik görev bilgisayarı yazılımı veya donanımının kullanılabilmesine yönelik ihtiyaç duyulan tüm tesis, donanım/yazılım, veri, personel ihtiyaçlarını içermektedir. Sistemlerin tasarlanması, geliştirilmesi, üretilmesi, envantere alınması ve idame işletmesi kapsamında kullanılacak kritik görev bilgisayarlarının tespit, tahsis ve tedarik faaliyetlerinin yerine getirilmesidir.

3.11 İdame Mühendisliği

İdame mühendisliği; geliştirilip envantere verilen sistemin ömür devri boyunca kullanım esnasında operasyon sahasındaki zorlu koşullarda bile destekleyebilmektedir. Bu ELD unsuru; sistemin ömrü boyunca kusurlarının belirlenmesine, değerlendirilmesine ve çözüme kavuşturulmasına yönelik faaliyetleri kapsamaktadır. İdame mühendisliği; sistemi hem konfigürasyon ayarlarına geri çevirmek hem de performansını iyileştirmek için faaliyetleri yürütür.

3.12 Ürün Destek Yönetimi (ÜDY)

Ürün Destek Yönetimi (ÜDY); ELD unsurlarının tamamını içerecek şekilde ürün desteğinin planlanmasına, yönetilmesine ve finanse edilmesine yönelik faaliyetleri kapsamaktadır. (T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı, 2021) Bu doğrultuda;

- Ürün destek gereksinimlerinin elde edilmesi,
- Entegre Lojistik Destek Planı'nın (ELDP) hazırlanması,
- Demodelik yönetiminin yapılması,

- Lojistik destek sözleşmesinin yönetilmesi faaliyetleri gerçekleştirilmektedir.

Sürdürülebilir, desteklenebilir, maliyet etkin bir sistemin geliştirilebilmesi için tasarım aşamasından ürün envanterden çıkana kadarki tüm süreçte ELD yaklaşımı kritik bir rol oynamaktadır. Bir sistemin tasarımından kullanımına kadar geçen süreçte ELD süreçleri/işlevleri ve kriterleri Tablo-1’de gösterilmektedir. (Keskin, 2019)

Tablo 1: Sistemin Aşaması ve ELD Kriterleri

Kavramsal Tasarım Aşamasında Belirlenen Kriterler	Kritik Tasarım Aşamasında Belirlenen Kriterler
• Elde edilebilirlik, • Ömür devri maliyeti, • Bakım planı, • Lojistik destek, • İş gücü ve insan faktörü, • Güvenilirlik tespiti, • Test edilebilirlik, • Standartlaşma, • Erişebilirlik, • Sorunun teşhisi ve çözümü, • Müştereklik.	• Operasyonel kullanım, • Ömür devri maliyeti, • Bakım yapılabilirlik, • Lojistik destek ihtiyaçların tanımlanması, • Personel gereksinimleri, • Bakım yapılabilirlik öngörülleri, • Test edilebilirlik öngörülleri, • Standartlaşma, • Erişebilirlik, • Sorun teşhisi ve çözümü.
Geliştirme ve Üretim Aşamasında Belirlenen Kriterler	Kullanım Aşamasında Belirlenen Kriterler
• Kaynakların yönetilmesi, • Öngörülerin güncellenmesi, • Ömür devri maliyeti, • Tasarımın değerlendirilmesi, • Teslim sonrası değerlendirme planının oluşturulması.	• Teslimat sonrası değerlendirmenin yapılması, • Kullanıcıdan geri dönüşlerin toplanması, • Sisteme ilişkin trend tahmin ve analizleri, • Tasarımsal/üretimsel iyileştirmelerin değerlendirilmesi, • Modifikasyon planının oluşturulması.

Kaynak: (Keskin, 2019)

4. ELD'nin Savunma Sanayiindeki Temel Rolü

ELD; savunma sanayii gibi çok multidisipliner, yüksek teknolojiye sahip ve yüksek maliyetli sistemlerin yer aldığı bir sektörün her aşamasında kritik bir rol oynamaktadır. ELD, bu sistemlerin sürekliliğini ve hazır bulunuşluluğunu artırmak için bir yapı inşa etmektedir. Bu yapı sadece operasyonel etkinliği artırmaz, aynı zamanda lojistik hususların verimliliğini artırır. (Jones & Smith, 2019).

ELD'nin savunma sanayii projelerindeki temel rolü aşağıda genel olarak verilmiştir.

4.1 Güvenilirlik ve Operasyonel Hazırlık

Savunma sanayiindeki en kritik hususlardan birisi de her zaman her koşulda askeri unsurların görev için hazır bulunmasıdır. Askeri operasyonlarda; unsurların herhangi birinin görevini icra edememesi veya başarısız olması veya gecikmeli çalışması sadece askeri operasyonun başarısını olumsuz etkilemekle kalmaz ulusal güvenliği de tehlikeye atabilmektedir. İşte ELD bu tür olumsuzlukları minimize etmek, sistemlerin, unsurların güvenilirliğini ve hazır bulunuşluk seviyesini artırmak için gerekli faaliyetleri optimize eder. (U.S. Department of Defense, 2015)

ELD'nin zamanında müdahale ve bakım fonksiyonu sayesinde, yüksek teknoloji gerektiren savunma sanayii sistemlerinin arızalanması durumunda hızlı müdahale ile operasyonun etkinliği devam ettirilebilmektedir. Bu durumun sağlanabilmesi için ELD kapsamında bakım planlaması ve yedek parça temini, teslimi optimize edilmektedir.

Öte yandan; ELD'nin güvenilirlik ve hızlı tepki süresi fonksiyonu sayesinde askeri sistemlerin her an çalışır ve işlevsel olması sağlanmaktadır. Bu etkiyi yaratabilmek için ELD kapsamında gerekli testler, değerlendirmeler ve periyodik bakım faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, olası bir arıza durumunda hızlı müdahale sağlayabilmek için gerekli altyapı kurulmaktadır.

4.2 Yaşam Döngüsü Yönetimi

Savunma sanayii projeleri çoğu zaman uzun ömürlü yaşam döngüsüne sahip sistemlerden oluşmaktadır. Bu kapsamda ELD, sadece tasarım ve üretim aşamaları ile sınırlı kalmaz aynı zamanda sistemlerin ömürleri boyunca sürdürülebilirliğine yönelik faaliyetleri yürütmektedir.

Bu doğrultuda ELD'nin yaşam döngüsü maliyet yönetimi fonksiyonu sayesinde sistemin her aşamasında toplam maliyeti analiz ve hesap edilir, projenin ve sistemin maliyet etkinliği artırılır. Bunun için ELD kapsamında bakım maliyetleri, onarım süre ve süreçleri, yedek parça seçimi ve temini gibi hususlar titizlikle yönetilir. Bunun yanında tedarik zinciri ve yedek parça yönetimi için stratejiler geliştirilmektedir. (Eski & Özaslan, 2022)

4.3 Maliyet Verimliliği ve Kaynak Yönetimi

Savunma sanayii projelerinin yüksek maliyetli olması sebebiyle her bir projenin maliyet etkin olarak yürütülmesi kritik önem arz etmektedir. Bu doğrultuda ELD kapsamında sistemlerin maliyet etkin bir şekilde geliştirilmesi ve idame edilmesi için farklı stratejiler geliştirilmektedir. Bu durum ise kısıtlı kaynakların verimli kullanılmasına olanak sağlamaktadır. (Kalay, 2005)

ELD'nin optimizasyon ve kaynak yönetimi fonksiyonu sayesinde kaynakların doğru bir şekilde tahsis edilmesi sağlanır, tedarik zincirinin ve envanter yönetimi optimize edilir. Böylelikle zaman, maliyet ve iş gücü yönünde önemli avantajlar sağlanır. Aynı zamanda yedek parça tedariki dahil her aşamanın sağlıklı yürütmesi için lojistik destek planı ELD kapsamında oluşturulmakta ve uygulanmaktadır. (Candan, 2003)

4.4 Stratejik Bağımsızlık ve Ulusal Güvenlik

ELD; yerli ve millî sistemlerin geliştirilmesi ve üretilmesi amacıyla savunma sanayii projelerinde kritik bir rol alır, dışa bağımlılığı azaltır ve stratejik bir bağımsızlık sağlar.

ELD'nin yerli üretim ve tedarik zinciri güçlendirme misyonu ile; yerli savunma sanayii üreticileriyle olan işbirliği güçlendirilir, kritik sistem/alt sistem/komponentlerin yerli imkan ve kabiliyetlerle üretimi desteklenir. Bu sayede dışa bağımlılık azaltılırken, millî savunma sanayii kalkındırılmış olur. (T.C. Savunma Sanayii Başkanlığı, 2022)

5. Sonuç

Entegre Lojistik Destek (ELD); savunma sanayii gibi karmaşık, çok disiplinli, yüksek maliyetli sektörlerde sistemlerin ömür devri boyunca maliyet etkin şekilde kullanılabilmesi için vazgeçilmez, önemli bir yaklaşım olarak ön plana çıkmaktadır.

II. Dünya Savaşı'ndan buyana edinilen tecrübe ve bilgi birikimi ile temelleri atılan ELD yaklaşımı; lojistik desteği yalnızca tasarım ve/veya üretim olarak değil, aynı zamanda sistemlerin envantere alınması, kullanılması ve envanterden çıkarılması da dâhil olacak şekilde, yani tüm yaşamı boyunca sürdürülebilirliği,

desteklenebilirliği maliyet etkin bir şekilde sağlamayı ana hedef olarak tutmaktadır.

Savunma sanayiindeki ELD yaklaşımı; operasyonel hazır bulunuşluluğu, maliyet etkinlik durumunu ve kaynakların verimli kullanımı gibi hususları bütüncül bir yaklaşımla sunmakta ve önemli katkılar sağlamaktadır.

Bununla birlikte ELD yaklaşımı; savunma sanayiinde yalnızca operasyonel etkinliği, desteklenebilirliği ve sürdürülebilirliği artırmakla kalmamakta, aynı zamanda ülke güvenliği ile stratejik seviyedeki bağımsızlık hedeflerine de önemli katkılar sağlamaktadır.

Kaynakça

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı. (2022). *2023-2027 savunma sanayi sektörel strateji dokümanı*. Ankara: Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı Yayınları.

Blanchard, B. S., & Fabrycky, W. J. (2010). *Systems engineering and analysis* (5th ed.). Pearson Prentice Hall.

Thinktech. (2016). *Performansa dayalı lojistik sektör değerlendirme raporu*. Ankara: STM Future Technology Institute

Jones, A., & Smith, B. (2019). Integrated logistics support challenges in defense projects. *Defense Logistics Journal*, 45(2).

Keskin, M. H. (2019). *Entegre lojistik destek*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını.

Türkiye Cumhuriyeti Millî Savunma Bakanlığı. (2020). *Kodlama süreci ve uygulamaları*. Ankara: Millî Savunma Bakanlığı Yayınları.

Türkiye Cumhuriyeti Millî Savunma Bakanlığı. (2020). *Millî kodlandırma hizmetleri yönergesi*. Ankara: Millî Savunma Bakanlığı Yayınları.

Kablan, E. (2024). Entegre lojistik destek ürün destek: Sistem ömür devri maliyeti. *Mühendis ve Makine Dergisi*, Haziran 2024.

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı. (2021). *Entegre lojistik destek rehberi (TSSÖDYP-04/01)*. Ankara: Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı Yayınları.

Korkmaz, G. (2023). Savunma projelerinin başarısında teknoloji hazırlık seviyesinin rolü: Vaka analiz çalışması. *Savunma Bilimleri Dergisi*.

Jones, V. J. (2006). *Integrated logistics support handbook* (3rd ed.). McGraw-Hill.

U.S. Department of Defense. (2015). *Integrated product support handbook*. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.

Eski, S., & Özaslan, İ. H. (2022). The effect of integrated logistics support system on life cycle management. Journal of Mehmet Akif Ersoy University Economics and Administrative Sciences Faculty.

Kalay K. B. (2005). Uygun yöntemlerle maliyet tahmini. *OYTEP Eğitimleri*. Genelkurmay Başkanlığı.

Candan, A. (2003). *Savunma sistemleri tedarikinde ömür devri maliyet sürecinin maliyet - risk analizi*. (Yüksek lisans tezi) Savunma Bilimleri Enstitüsü

BÖLÜM II

Savunma Sanayii İçin Entegre Lojistik Destek:Stratejiler, Zorluklar ve Gelecek Vizyonu

Burak KEPME¹

1. Giriş

İnsanlık varoluşundan beri yaşam gayesi olarak hep daha iyiye gitmeyi hedeflemiş, mevcut durumu iyileştirmek, yeni şeyler geliştirmek için çalışmış, çabalamıştır. İnsanlığın yerleşik düzene geçmesi ile birlikte tarım alanında yenilikçi yaklaşımlar, yeni alet, araç, gereçlerin geliştirilmesine yol açmıştır. Bu yenilikçi yaklaşıma endüstride ilk endüstri devrimi diyecek olursak geldiğimiz aşamada bilgi/bilişim/iletişim teknolojileriyle entegrasyonun, araçların/nesnelerin akıllı hale dönüştürülmesi ile bağımsız hareket

¹ Entegre Lojistik Destek Uzmanı, Koluman Otomotiv Endüstri A.Ş., Mersin/TÜRKİYE, ORCID ID: 0009-0002-0456-288X, Burak.Kepme@koluman.com, +90 536 985 0520

kabiliyeti çalışmalarına son endüstri devrimi diyebiliriz. (şekkeli & Bakan, 2018)

Savunma sanayii sektöründeki teknolojik gelişmeler ve operasyonel isterler, sadece teknik özelliği üstün olan, performansı daha iyi olan sistemin geliştirilmesi ile kısıtlı kalmayıp bu sistemlerin daha uzun ömürlü, daha sürdürülebilir/desteklenebilir ve daha ekonomik olarak maliyet etkin bir şekilde yönetilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu kapsamda, Entegre Lojistik Destek (ELD) yaklaşımı, sistemlerin/ürünlerin yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilir, desteklenebilir ve maliyet etkin olmasını hedefleyen bir disiplin olarak ön plana çıkmaktadır.

ELD temelleri, II. Dünya Savaşı sırasında ortaya çıkan lojistik aksaklıklardan/problemlerden alınan dersler, edinilen tecrübelerle şekillenmiş ve gün geçtikçe günümüz savunma projelerinin vazgeçilmez bir parçası haline dönüşmüştür. Özellikle savaş esnasında veya operasyon sahasında silah sistemlerinin lojistik ihtiyaçlarının karşılanamaması, operasyonel etkinliğin üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Bu doğrultuda ELD; sistemin tasarımından operasyon sahasındaki kullanımına kadarki tüm süreçlerin içinde bulunan ve tümünü kapsayan bütüncül bir yaklaşım olduğu anlaşılmıştır. (Keskin, 2019)

Günümüzün savunma sanayii projelerinde ELD, güvenilirlik, operasyonel hazırlık, yaşam döngüsü maliyet yönetimi ve stratejik bağımsızlık gibi kritik hedeflerin başarılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte; dijital dönüşüm ve teknolojik uyum süreçleriyle entegre bir hale gelmesi, ELD'nin günümüz savaş

alanında önemli bir katkı sağlama noktasındaki önemini artırmaktadır.

Bu makalede, ELD'nin tarihsel gelişimi, savunma sanayiindeki temel rolü, dijital dönüşüm ile entegrasyonu ve karşılaşılan zorluklar ele alarak, bu yaklaşımın savunma sanayiine katkılarına değinilmektedir. Ayrıca, teknolojik gelişmeler ve yenilikçi lojistik çözümler kapsamında ELD'nin gelecekteki uygulama alanlarına yönelik önerilere yer verilmektedir.

2. Endüstri Devrimi ve ELD Yaklaşımı

İnsanlık varoluşundan bugüne sürekli yenilikçi yaklaşımı ile yeni gelişmeler ortaya koymuş ve bu gelişmeler endüstri devrimleri olarak nitelendirilmiştir. Günümüzde bilgi, bilişim teknolojilerinden yapay zekâ, robotik, otonom sistemlerin geliştirilmesi ve üretilmesi ile endüstri devrimi sürdürülmektedir. (Şekkeli, 2022) Endüstri devrimlerinin tarihçesine ve kapsamına ilişkin bilgiler Şekil-1'de gösterilmektedir.

	Yıllar	Konum	Teknoloji	Tema	Süreç	Avantajlar	Yönetim biçimi
Endüstri 1.0	1750-1815	İngiltere	Makineleşme	Su ve Buhar	Emek	Uzmanlık	Pazara yönelik uzmanlaşma
Endüstri 2.0	1870-1914	Almanya ABD	Kimya	Elektrik ve petrol	Sermaye	İç bütünleşme	Hiyerarşik modlarda dâhili entegrasyon
Endüstri 3.0	1973-2000	ABD Doğu Asya	Bilişim ve Biyoteknoloji	Nükleer ve yenilenebilir enerji	Bilgi	Dış bütünleşme	Ağ modlarında harici entegrasyon
Endüstri 4.0	2011- ...	Almanya	Akıllı sistemler, (Yapay zekâ, Artırılmış gerçeklik, Bulut bilişim, Otonom araçlar, Robotlar)	Dijitalleşme	Teknoloji	Sanallaşma, İzlenebilirlik	Küresel değer zincirlerinde entegrasyon, dijital yönetim

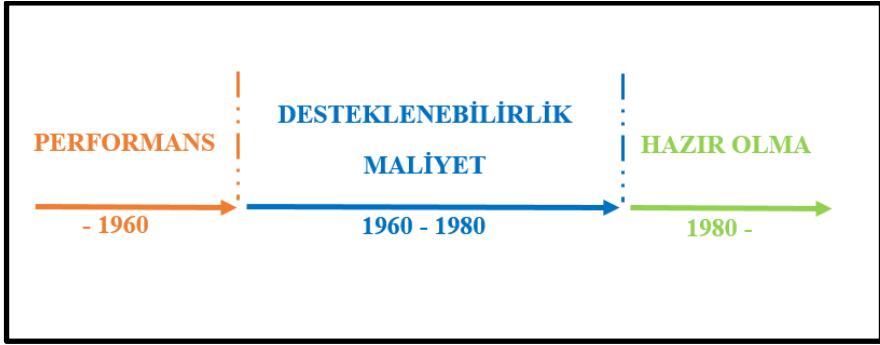
Şekil 6: Endüstri Devrimi Tarihsel Gelişimi

Kaynak: (Şekkeli, 2022)

ELD kavramı ise; 2. Dünya Savaşı sırasında ve sonrasında yaşanan soğuk savaş yıllarında askeri alanda doğmuş ve türetilmiş bir kavramdır. Yüksek teknolojiye sahip, yüksek maliyetli sistemlerin envanterde hazır bulunuşluğunun üst seviyede tutulması için ihtiyaç duyulan bütçenin büyüklüğü 1960’lı yıllarda tecrübe edilmiş, bu sebeple bu durumun çözüm yolları aranmıştır. Bu direktif ile ELD, sistemin tüm bakım seviyelerinde desteklenmesi olarak tanımlanmıştır. Elbette zaman içerisinde ELD’nin çok daha komplike çok daha kritik bir rol oynadığı anlaşılmıştır.

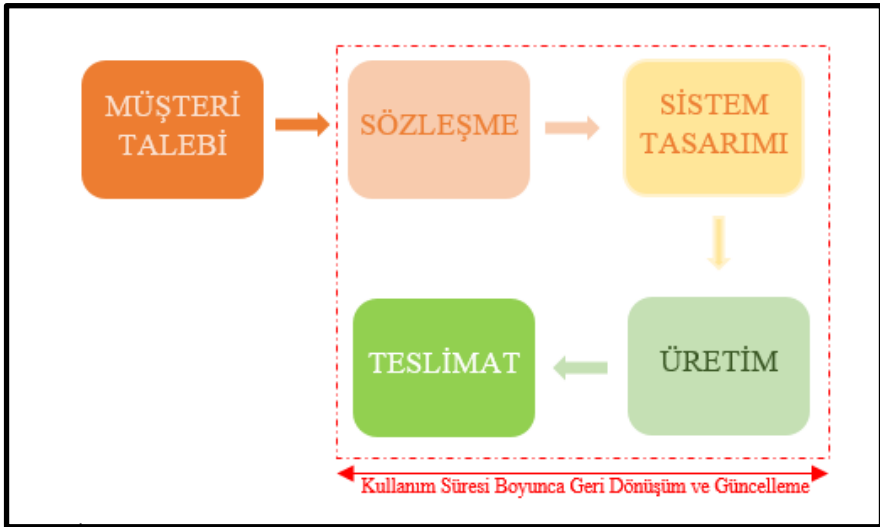
Bu anlamda ELD ile ilgili ilk çalışmalar ABD Savunma Bakanlığı tarafından hazırlanan “Sistem ve Teçhizat için ELD Geliştirilme Direktifi” ile başlamıştır. (T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı, 2021)

ELD, kullanılması öngörülen bir sistemin tasarımından başlayarak geliştirilmesi, üretilmesi, envantere alınması ve elden çıkarılması süreçlerinin tamamını maliyet etkin olarak yürütülmesini hedefleyen bütüncül bir yaklaşımdır. ELD yaklaşımında sistemin performansı, desteklenebilirliği, maliyeti ve hazır bulunuşluğu bir bütün olarak ele alınmakta, bu unsurların birbirini tamamlaması gerekmektedir. ELD yaklaşımında önemli olan husus, sistemin kullanım esnasında sürdürülebilirlik performanslarını karşılamasını hedeflemesidir. ELD yaklaşımının gelişim süreci Şekil-2’de, genel yapısı Şekil-3’te gösterilmiştir. (Keskin, 2019)



Şekil 7: ELD Gelişim Süreci

Kaynak: (Keskin, 2019)



Şekil 8: ELD Genel Yapısı

Kaynak: (Keskin, 2019)

ELD; çok disiplinli, karmaşık yüksek maliyetli savunma sanayii sistemlerini elde etmenin getirdiği temelde lojistik kaynaklı aksaklıkların/sorunların çözülebilmesi için türetilmiş bir yaklaşımdır. Yüksek/ileri teknolojiye sahip, performans ve

kabiliyeti yüksek seviyede olan sistemlerin geliştirilmesinde geçen uzun süreler, hareket kabiliyetinin tam anlamıyla kazanılması için geçen zaman ve harcanan bütçe sistemlerin sürdürülebilir ve desteklenebilir olması zorunluğunu getirmektedir.

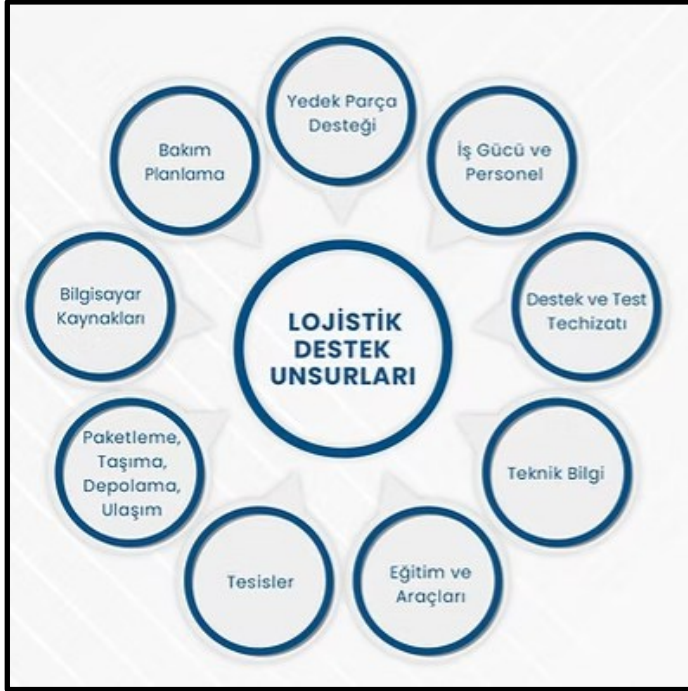
ELD'nin başlangıçtaki hedefleri:

- Bakım faaliyetlerinin maliyet etkin bir şekilde yürütülmesi ile hazır bulunuşluluğun artırılması,
- Sistem tasarımının güvenilir ve idame edilebilir olması,
- Sistem envantere alınmadan/kullanılmadan önce ihtiyaç duyulabilecek destek unsurlarının hazır bulundurulması,
- Lojistik desteklenebilirliğin sağlanabilmesi için ihtiyaç duyulacak kaynağın/bütçenin planlanması olarak belirtilmektedir.

1980'li yıllara gelindiğinde ise gerek ihtiyaçların tam olarak anlaşılmaya başlanması gerekse alınan dersler/tecrübeler ışığında yapılan güncellemeler ile ELD'nin hedefleri:

- Lojistik unsurların/hususların daha tasarım aşamasında iken dikkate alınması, tasarımın lojistik girdiler ile şekillendirilmesi, tasarıma etki edilerek sistemin desteklenebilir seviyesinin artırılması,
- Lojistik unsurların tamamını kapsayan bütüncül bir anlayış ile daha maliyet-etkin daha desteklenebilir bir lojistik yaklaşım sağlanması şeklinde evrilmiştir.

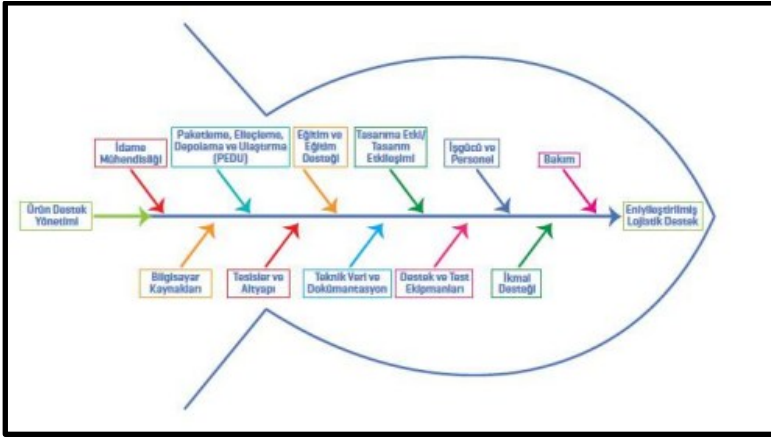
Bütüncül ELD yaklaşımı ile birlikte lojistik disiplin olarak belirtilecek ELD elemanları arasındaki entegrasyon sağlanmıştır. Entegrasyonu sağlanan ELD elemanları Şekil-4'te gösterilmiştir.



Şekil 9: ELD Elemanları

Kaynak: (Gelişimpark, 2024)

ELD elemanları ile lojistik destek arasındaki ilişki Şekil-5'te gösterilmiştir. (T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı, 2021)



Şekil 10: ELD Unsurları ile Lojistik Destek Arasındaki İlişki

Savunma sanayii sektörüne yön verebilmek, standardın oluşmasını sağlamak ve ELD çıktılarının aynı seviyede olmasına katkıda bulunmak amacıyla ABD Savunma Bakanlığı tarafından standartlar belirlenmektedir. ELD süreçlerinin daha etkin/etkili, daha efektif yürütülebilmesine yönelik olarak MIL-STD-1388 “Lojistik Destek Analizleri” standardı oluşturulmuştur. (Kablan, 2024) Böylelikle bu ve benzeri standartlaşmış yapılar sayesinde ELD unsurlarının yönetilmesi ve uygulanması daha kolay sağlanabilmektedir.

3. ELD’nin Savunma Sanayiindeki Temel Rolü

ELD; çok disiplinli, ileri teknolojik ve yüksek maliyetli sistemlerin yer aldığı savunma sanayii sektöründe tasarımdan elden çıkarmaya kadar her aşamada kritik bir rol oynamaktadır. ELD, sistemlerin/araçların süreklilik, desteklenebilirlik ve hazır bulunuşluluk unsurlarını artırılabilir için oluşturulmuş bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım operasyonel etkinliği artırmakla kalmaz,

bununla birlikte tüm lojistik hususların verimliliğini de artırır. (Jones & Smith, 2019).

ELD'nin savunma sanayii projelerindeki temel rolü aşağıda genel olarak verilmiştir.

1. Güvenilirlik ve Operasyonel Hazırlık
2. Yaşam Döngüsü Yönetimi
3. Maliyet Verimliliği ve Kaynak Yönetimi
4. Stratejik Bağımsızlık ve Ulusal Güvenlik

ELD yaklaşımı; savunma sanayiinin çıktısı olan yüksek teknoloji ve kapasiteli sistemlerin güvenilir, maliyet etkin yaşam döngüsüne sahip olması, kısıtlı kaynakların optimize edilmesi, yerli ve millî imkân, kabiliyet, kapasitenin artırılması için vazgeçilemez bir konumdadır.

4. ELD'nin Teknolojik Entegrasyonu ile Dijitalleşmeye Uyumluluğu

Dijital dönüşüm; teknolojik gelişme ve çözümlerin operasyonel/taktiksel süreçlere entegrasyonu olarak tanımlanmaktadır. Yüksek güvenilirliği gerektiren günümüzün savunma sanayii projeleri, sürekli ve artan hızda gelişen teknoloji ve dijital dünyaya ayak uydurmak durumundadır. Bu sebeple ELD ve işlevlerinin bu yeni teknolojik ve dijital çözümlere uyumu ve entegrasyonu kaçınılmazdır. (Korkmaz, 2023)

Bu uyum ve entegrasyon sayesinde savunma sanayiinde yer alan sistemlerin performansı ve etkinliği artırılmakla kalmaz aynı zamanda süreçler optimize edilebilir, daha güvenilir/sürdürülebilir sistemler geliştirilebilir. (U.S. Department of Defense, 2015).

ELD'nin günümüzde yaşadığımız dijital dönüşüme entegrasyonundaki uygulama yöntemleri aşağıda belirtilmiştir.

4.1 ELD ve Dijital İkiz Teknolojisi

Dijital ikizi; fiziksel bir malzemenin veya işlemin sanal modelinin oluşturulması olarak tanımlayabiliriz. Bu dijital teknoloji sistemlerin gerçek zamanlı verilerinin elde edilmesinde, analizinde ve değerlendirmesinde büyük fırsatlar sunmaktadır. Savunma sanayii gibi çok disiplinli ve karmaşık sistemleri düşündüğümüzde dijital ikiz teknolojisi ile sistemlerin anlık takip edebilmek, olası sorunları önceden tespit edebilmek ve önlemleri alabilmek mümkün olacaktır. Dijital İkiz teknolojisine ilişkin görsel Şekil-6'da gösterilmektedir.



Şekil 11: Dijital İkiz Teknolojisi Temsili Görseli

Kaynak: (Donanım Haber, 2022)

Dijital ikiz teknolojisi; sistemlerin sanal ortamda yaratılan ikizlerini takip ederek onların performansını, sistemin çalışma durumunu, verdiği komutları ve tepkileri ölçebilir, analiz edip değerlendirebilir. ELD ise bu verileri/değerlendirmeleri kullanarak araçların bakım periyotlarının ve sürelerinin optimizasyonunu

sağlayabilir, olası arızalar/aksaklıklar gerçekleşmeden önce çözüme kavuşturulabilir.

4.2 ELD ve Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin interneti teknolojisi; internet üzerinden sistemlerin haberleşmesine, bilgi alış verişi yapmasına olanak tanıyan bir teknolojidir. Sistemler üzerine yerleştirilecek bu teknolojiye sahip sensörler sayesinde her bir sistem/alt sistemin anlık durumu (sıcaklık, basınç, yakıt, vb.) takip edilebilir. ELD bu verileri kullanarak bakım planlarını ve işlemlerini oluşturabilir, bakım periyotlarını ve sürelerini optimize edebilir, lojistik desteğin verimliliğini artırabilir.

Bununla birlikte; proaktif bir yaklaşım sayesinde elde edilen veriler doğrultusunda arızalar oluşmadan önlenabilir veya çözüme kavuşturulabilir. Böylece sistemlerin sürdürülebilirliği ve desteklenebilirliği artırılırken askeri operasyonların başarısına katkı sunulmuş olur. Nesnelerin interneti teknolojisine ilişkin görsel Şekil-7’de gösterilmiştir.



Şekil 12: Nesnelerin İnterneti Temsili Görseli

Kaynak: (Webrazzi, 2019)

4.3 ELD ve Yapay Zekâ ile İleri Seviye Karar Destek Sistemi

Yapay zekâ teknolojisi; yüksek boyutlu verilerin yüksek hızda ve güvenilir bir şekilde analiz edilmesine olanak sağlamaktadır. Savunma sanayiindeki multidisipliner, karmaşık ve yüksek maliyetli projelerde yapay zekâ destekli veri analitiği sayesinde lojistik ve bakım süreçleri optimize edilebilirken daha hızlı ve daha doğru karar alınmasına olanak sağlanacaktır. Bununla birlikte; yapay zekâ ile geçmiş veriler doğrultusunda tahminsel analizler yapılması mümkün olmaktadır.

ELD; elde ettiği verileri değerlendirmede ve analiz etmede yapay zekâ destekli veri analitiği ile bir karar alabilir, bu karar doğrultusunda yine yapay zekâ ile tahminler yaparak bir sistemin bakım periyodunu, yedek parça listesini ve miktarını belirleyebilir, var olanları ise optimize edebilir.

4.4 ELD ve Simülasyon Eğitim Teknolojileri

Simülasyon teknolojileri; sistem/alt sistemler üzerinde sanal ortamda çalışılmasına, onlar hakkında bilgi ve fikir sahibi olunmasına, onların montaj, demontaj, tamir gibi el becerileri gerektiren işlemlerin simüle olarak yapılmasına olanak sağlayan sistemlerdir. Söz konusu simülasyon sistemleri; sadece bir ekran olabildiği gibi ses, grafik, hatta 3 boyutlu gerçeğe yakın hologram görüntüsünü de barındırabilmektedir. (Örneğin; VR – Virtual Reality veya AR – Augmented Reality) Simülasyon teknolojilerine ilişkin görseller Şekil-8 ve Şekil-9’da gösterilmektedir.



Şekil 13: Artırılmış Gerçeklik (AR) Teknolojisi Temsili Görseli

Kaynak: (Sunsavunma, 2016)



Şekil 14: Sanal Gerçeklik (VR) Teknolojisi Temsili Görseli

Kaynak: (SavunmaSanayiSt, 2019)

ELD bu VR, AR gibi simülasyon teknolojilerini kullanarak; personelin operasyon sahasında yaşadığı zorlu koşulların simüle edilmesini ve o koşulların deneyimlemesini, personelin eğitimi için gereken ve araç/sistem üzerinde fiziki olarak yapması gereken kullanım ve bakım eğitimlerinin simüle ortamda yapılmasını sağlayarak personelin bilgi, beceri ve kabiliyetinin artırılmasını sağlayabilir.

5. ELD'nin Zorlukları ve İyileştirme Alanları

ELD uygulamaları savunma sanayii sektöründe önemli bir rol oynamasıyla birlikte birçok zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu zorluklar; lojistik unsurların etkin olarak yönetilememesine, bakım faaliyetlerinin zamanında yapılamamasına, malzemenin doğru zamanda doğru yerde olamamasına, kalifiye ve iyi eğitilmiş personelin yetişememesine sebep olabilmektedir. (Jones & Smith, 2019). Bu sebeple; daha sürdürülebilir, daha güvenilir, daha maliyet etkin bir sistem geliştirmek istiyorsak ELD'nin karşılaştığı bu zorlukları çözüme kavuşturmamız gerekmektedir.

ELD yaklaşımının karşılaştığı zorluklar ve olası iyileştirme alanları aşağıda belirtilmiştir. (Blanchard & Fabrycky, 2010).

5.1 Lojistik Zorluklar ve İyileşme Alanları

Lojistik; savunma sanayiinin en önemli unsurlarından biri olduğu gibi ELD yaklaşımının en çok zorlandığı alanlardan birisidir. Savunma sanayiinin karmaşıklığı ve yüksek güvenilirlik ve güvenlik isteri lojistik süreçlerdeki zorlukları bir kat daha artırmaktadır. Özellikle savaş veya büyük askeri operasyon zamanlarında tedarik zincirinde yaşanan aksaklıklar savaşın operasyonel başarısını doğrudan etkilemektedir. Tedarik sürelerinin uzun olması, tedarik

zincirinin uğradığı kesinti ELD'nin lojistik unsurlarını doğrudan etkilemektedir. Bunun sonucunda ise sahadaki sistemlerin sürdürülebilirliği sağlanamayabilir, hazır bulunuşluk seviyesi düşebilir. (Ballou, 2004)

ELD yaklaşımının lojistik alanında yaşadığı zorlukları çözebilmek için; yapay zekâ gibi dijital teknolojilerin kullanılması tedarik zincirinin daha şeffaf, daha izlenebilir, daha iyi analiz edip değerlendirilebilir hale getirilmesi ile yaşanması muhtemel tedarik zinciri aksaklıklarının önüne geçilmiş olur. Ayrıca; yerli ve millî üretimlerin artırılması, tedarikçi çeşitliliğinin sağlanması ile tedariklerde dışa bağımlılık en aza indirilerek lojistiğin amacına ulaşması sağlanabilir. (T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı, 2021)

5.2 Teknolojik Zorluklar ve İyileşme Alanları

Savunma sanayiinde kullanılan yüksek teknoloji ve karmaşık sistemlerin bakımı, lojistik desteği ve yönetimi ile birlikte yeni teknolojilere uyumu ve entegrasyonu hususunda da zorluklar yaşanabilmektedir. Örneğin; bir sistemin yazılımının yeni güncellemeleri alamaması o sistemin çalışma performansını doğrudan etkileyebilir, hatta çalışmamasına sebep olabilir. Yada, dışarıdan tedarik edilen bir bileşende üretici firmanın yeni bir sürüme veya yeni bir teknolojiye geçmesi elinizdeki mevcut sistemlerin demode olmasına yol açabilir.

Eski sistem ile yeni sistemin entegrasyonunda yaşanan zorluklar ELD'nin lojistik, desteklenebilirlik ve sürdürülebilirlik alanlarında aksaklıklara sebep olmaktadır. Bu durum savaş veya operasyon esnasında başarıyı doğrudan etkilediği gibi, barış zamanı

envanterinizde bulunan sistemlerin faal oranını düşürmesi ile birlikte caydırıcılığınızın kaybolmasına sebep olabilmektedir.

Ayrıca; gelişen teknolojiye ayak uyduran, dijital dönüşüme entegre olan bir sistem, siber saldırılara karşı daha savunmasız, daha açık bir hale dönüşmektedir. Bu durum, sistemin kullanılamamasına, yanlış kullanılmasına veya dost birliklere karşı kullanılmasına sebep olabilmektedir. (Jones & Smith, 2019)

ELD yaklaşımında yaşanan teknolojik zorlukların aşılabilmesi için; sistemi tasarlayan, geliştiren, üreten ve kullanan personelin eğitim ve kabiliyet seviyesinin en üst düzeyde tutulması ile yeni teknolojilere ayak uydurma süresinin düşürülmesi ve verimliliğin artırılması sağlanabilir. Öte yandan; sistemlerin modüler ve esnek bir yapıda tasarlanması ve geliştirilmesi, ileride yaşanması muhtemel demode malzeme yönetimini büyük ölçüde kolaylaştıracaktır. Bu tür sistem/alt sistemler ileride yaşanacak değişimlere daha çabuk adapte olabilecektir.

Sistemlerin yerli ve millî yazılım ile donatılması, bileşenlerinin yerli olarak üretilmesi sayesinde siber tehditlere karşı savunması güçlendirilebilir, siber saldırılardan etkilenmemesi sağlanabilir. Böylelikle sistem, tasarım amacına hizmet edebilir.

5.3 İnsan Kaynağı, İşgücü Zorlukları ve İyileşme Alanları

ELD süreçlerinin etkin ve etkili bir şekilde işletilebilmesi iyi eğitilmiş, iyi kalife olmuş ve yeteri sayıda personel ile mümkün olmaktadır.

Savunma sanayiindeki yüksek teknoloji gerektiren sistemlerin kullanılması, bakımının yapılması özel bilgi ve beceri gerektirmektedir. Personelin eğitim eksikliği, beceri yetersizliği söz

konusu sistemlerin layıkıyla kullanılamamasına, hazır bulunuşluk seviyesinin düşmesine sebep olabilmektedir. Ayrıca, nitelikli personel sayısındaki yetersizlik, ELD süreçlerinin maliyet etkin olarak yürütülmesine engel olabilmektedir.

ELD yaklaşımında yaşanan insan kaynağı ve işgücü zorluklarını; personele uygulanacak sürekli ve/veya simülasyon tabanlı eğitim programları ile bilgi, beceri ve kabiliyet seviyesi artırılabilir. Bu sayede yeni teknolojilere adaptasyonu sağlanabilir, yüksek teknolojiye sahip sistemlerin tasarım amacı doğrultusunda kullanılabilmesi sağlanabilir. ELD süreçlerini yöneten ve uygulayan personelin sayısal ve niteliksel olarak doğru planlanması, teşvik sistemleri ile personelin tercih etmesi sağlanarak ELD süreçlerinin kesintisiz ve aksaksız uygulanması sağlanabilir.

5.4 Finansal, Mali Zorluklar ve İyileşme Alanları

Savunma sanayiinin yüksek maliyetli sistemleri barındırması, bu sistemlerin özel ve nadir komponentler içermesi birim maliyeti artırmakla birlikte üretim kapasitesini sınırlamaktadır. Bu sebeple sistemlerin/alt sistemlerin birim maliyetleri yüksek, tedarik süreleri uzun, üretim miktarları kısıtlıdır. Bu durum ise bütçe yönetimini zorlaştırmaktadır. (Kalay, 2005)

ELD yaklaşımında finansal zorlukların çözülebilmesi için; ELD süreçlerinde yapılan maliyet analizinin daha doğru, gerçeğe yakın bir sonuç vermesinin sağlanması, sistemlerde kullanılan bileşenlerin mümkün mertebede ortaklanması ile birim maliyetlerin ve tedarik süresinin düşürülmesi, yerli üretimin desteklenerek dışa bağımlılığın ve üretim ve lojistik maliyetlerin azaltılması ile sağlanabilmektedir.

6. Sonuç

Entegre Lojistik Destek (ELD), savunma sanayi sektöründe çok disiplinli, karmaşık ve yüksek maliyetli sistemlerin sürdürülebilirliğini, güvenilirliğini ve maliyet etkinliğini sağlayabilmek için göz ardı edilemez, vazgeçilemez bir unsurdur. Öte yandan ELD; sadece lojistik desteğin iyileştirilmesi için bir araç değil, bununla birlikte savunma sanayii projeleri için stratejik avantaj yaratan bir yaklaşımdır. II. Dünya Savaşı esnasında ve sonrasında alınan dersler, edinilen tecrübeler ışığında ELD, zamanla teknolojik gelişmeler ve operasyonel isterler doğrultusunda gelişmiş/evrilmiş ve günümüzdeki bütüncül yapısına kavuşmuştur. (Keskin, 2019)

Makale kapsamında ele alınan teknolojik unsurlar ve onların entegrasyonu, dijital dönüşümün ELD süreçlerinde sağladığı katkılar ve bu sürecin savunma sanayiine sunduğu avantajları, sağladığı yararları gözler önüne sermektedir. Dijital ikiz teknolojisi, nesnelerin interneti (IoT), yapay zekâ ve simülasyon tabanlı eğitim teknolojileri gibi teknolojiler ELD'nin yalnızca lojistik bir çerçevede sınırlı kalmayıp daha geniş bir yelpazede uygulanabilir olduğunu göstermektedir. Bu teknolojiler; lojistik destek süreçlerinin optimizasyonunu yapmakla kalmayıp, operasyon alanında karar destek/alma süreçlerini ciddi anlamda hızlandırmakta ve gelecekteki projelerde daha etkin/etkili araçlar/sistemler geliştirilmesine fırsat tanımaktadır.

Öte yandan, ELD süreçlerinin tam anlamıyla verimli bir şekilde uygulanabilmesi için karşılaşılması olası aksaklıkların/zorlukların çözülmesi kritiktir. Çünkü lojistik süreçlerdeki aksaklıklar, teknoloji entegrasyonu sorunları,

personel/insan gücü kaynağındaki eksiklikleri ve mali kısıtlamalar, savunma sanayiindeki projelerin başarısını doğrudan etkileyebilecek potansiyelde hususlarıdır. Bu manada; yerli ve millî ürün çeşitliliğinin artırılması, modülerite ve esneklik anlayışını benimseyen bir tasarım, nitelikli insan kaynağı oluşturulması ve teknolojik altyapının iyileştirilmesi/güçlendirilmesi gibi önlemler, ELD'nin başarısını artıracak stratejik adımlar olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak ELD; savunma sanayii projelerinde operasyonel etkinliğin, maliyet verimliliğinin ve stratejik bağımsızlığın sağlanmasında anahtar bir rol oynamaktadır. Dijital dönüşüm, teknolojik uyum ile birlikte şekillenecek bu yaklaşım, gelecekteki savunma sistemlerinde/projelerinde bugünden daha büyük bir etki yaratacak ve ülke güvenliğinin sürdürülebilirliğine ilişkin önemli katkılar sunacaktır. (Jones & Smith, 2019) Bu kapsamda, ELD'nin gelişimi ve uygulama alanlarının genişletilmesi, sadece savunma sanayii için değil, aynı zamanda teknolojik kalkınma ve ekonomik büyüme için de kritik bir önem taşımaktadır. (T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı, 2022)

7. Kaynakça

Şekkeli, Z.H & Bakan, İ. (2018). *Akıllı fabrikalar*. Journal of Life Economics, 5,4.

Keskin, M. H. (2019). *Entegre lojistik destek*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını.

Şekkeli, Z.H. (2022). *Sosyal, beşeri ve idari bilimler alanında uluslararası araştırmalar xv*. Konya: Eğitim Yayınevi (Editör: Doç.Dr. Filiz Tufan Emni)

T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı. (2021). *Entegre lojistik destek rehberi (TSSÖDYP-04/01)*. Ankara: Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı Yayınları.

Gelişimpark (2024). *Entegre Lojistik Destek*. (27/11/2024 tarihinde <https://www.gelisimpark.com.tr/entegre-lojistik-destek> adresinden ulaşılmıştır.)

Kablan, E. (2024). Entegre lojistik destek ürün destek: Sistem ömür devri maliyeti. *Mühendis ve Makine Dergisi, Haziran 2024*.

Jones, A., & Smith, B. (2019). Integrated logistics support challenges in defense projects. *Defense Logistics Journal*, 45(2).

Korkmaz, G. (2023). Savunma projelerinin başarısında teknoloji hazırlık seviyesinin rolü: Vaka analiz çalışması. *Savunma Bilimleri Dergisi*.

U.S. Department of Defense. (2015). *Integrated product support handbook*. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.

Donanim Haber (2022). *Dijital ikiz nedir?* (26/11/2024 tarihinde <https://www.donanimhaber.com/dijital-ikiz-nedir-uygulama-ve-ornekleri--156255> adresinden ulaşılmıştır).

Webrazzi (2019). *Nesnelerin İnterneti, önümüzdeki 10 yılda neleri değiştirecek?* (26/11/2024 tarihinde <https://webrazzi.com/2019/10/24/nesnelerin-interneti-onumuzdeki-10-yilda-neleri-degistirecek/> adresinden ulaşılmıştır).

Sunsavunma (2016). *Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Teknolojilerinin Endüstride Kullanımı*. (26/11/2024 tarihinde <https://www.sunsavunma.net/sanal-artirilmis-gerceklik-teknolojilerinin-endustride-kullanimi/> adresinden ulaşılmıştır).

SavunmaSanayiST (2019). *HAVELSAN, H-ARF Artırılmış Gerçeklik Platformu'nu ilk kez IDEF-2019'da sergileyecek*. (26/11/2024 tarihinde <https://www.savunmasanayist.com/havelsan-h-arf-artirilmis-gerceklik-platformunu-ilk-kez-idef-2019da-sergileyecek/> adresinden ulaşılmıştır).

Blanchard, B. S., & Fabrycky, W. J. (2010). *Systems engineering and analysis* (5th ed.). Pearson Prentice Hall.

Ballou, R. H. (2004). *Business logistics/supply chain management* (5th ed.). Pearson Prentice Hall.

Kalay K. B. (2005). Uygun yöntemlerle maliyet tahmini. *OYTEP Eğitimleri*. Ankara: Genelkurmay Başkanlığı.

T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı. (2022). *2023-2027 savunma sanayi sektörel strateji dokümanı*. Ankara: Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı Yayınları.

BÖLÜM III

Sürdürülebilir Kalkınmada Ar-Ge Merkezi'nin Önemi-Türkiye İncelemesi

Müge IŞIK¹

Giriş

Sürdürülebilirlik, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutların birbirine entegre edilerek, hem mevcut nesillerin ihtiyaçlarını karşılamak hem de gelecekteki nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan kalkınmayı sağlama amacı taşıyan bir yaklaşımdır. Bu kavram, yalnızca doğal kaynakların korunmasına yönelik bir strateji olarak başlamış olsa da, zamanla toplumsal eşitlik, ekonomik gelişim ve çevresel denetim arasında bir denge kurmayı amaçlayan bir paradigma haline gelmiştir.

Sürdürülebilirlik, "sürdürülebilir kalkınma" kavramı ile daha geniş bir anlam kazanmıştır. 1987 yılında yayımlanan Brundtland

¹ Ar-Ge Merkezi Koordinatörü, Koluman Otomotiv Endüstri A.Ş., Orcid: 0009-0000-8006-0385, muge.isik@koluman.com

Raporu (World Commission on Environment and Development), bu kavramı şu şekilde tanımlamıştır: "Sürdürülebilir kalkınma, bugünün ihtiyaçlarını karşılayarak, gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini tehlikeye atmadan kalkınmayı sağlamak" WCED, S. W. S. (1987). Bu tanım, sürdürülebilirliği yalnızca çevresel bir koruma değil, aynı zamanda ekonomik büyüme ve toplumsal gelişme ile bütünleşmiş bir anlayış olarak ortaya koymaktadır.

1.Sürdürülebilirliğin üç temel boyutu

Çevresel Sürdürülebilirlik: Doğal kaynakların verimli ve sürdürülebilir şekilde yönetilmesi, biyoçeşitliliğin korunması ve ekosistemlerin dengede tutulması gerekir. Bu, doğal kaynakların tükenmesini engellemeyi ve çevresel bozulmanın önüne geçmeyi amaçlar.

Ekonomik Sürdürülebilirlik: Ekonomik büyüme, kaynakların verimli kullanılması ve ekonomik eşitsizliklerin giderilmesi yönünde bir yaklaşım gerektirir. Bu boyut, kalkınmanın uzun vadede sürdürülebilir olmasını sağlamak için üretim ve tüketim modellerinin değiştirilmesini içerir.

Sosyal Sürdürülebilirlik: Toplumsal eşitlik, adalet ve insan hakları gibi unsurların güçlendirilmesi, sürdürülebilirliğin sosyal boyutunu oluşturur. Bu, tüm bireylerin refahını artırmayı ve sosyal dışlanmayı engellemeyi amaçlar.

Resim 1’de sürdürülebilirliğin boyutları ve hedefleri gösterilmektedir.



Resim 1 Sürdürülebilirliğin Boyutları ve Hedefleri

Kaynak: (Soubbotina, 2004) Karaboğa, F. Sürdürülebilirliğin Üç Temel Boyutu: On Birinci Kalkınma Planı İçerik Analizi. Sürdürülebilir Çevre Dergisi, 2(2), 76-84.

2.Küresel sürdürülebilirlik gündemi

Sürdürülebilirlik, Birleşmiş Milletler tarafından 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi (SDGs) ile küresel ölçekte benimsenmiştir. SDG'ler, 17 ana hedef ve 169 alt hedefle, dünya çapında sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmeyi amaçlar. Bu hedefler, yoksulluk, açlık, sağlık, eğitim, eşitsizlik, iklim değişikliği, su ve enerji gibi pek çok alanda somut adımlar atmayı öngörmektedir Cf, O. D. D. S. (2015).

Sürdürülebilir Kalkınma İçin
KÜRESEL AMAÇLAR



Resim 2 Sürdürülebilir Kalkınma İçin Küresel Amaçlar

Kaynak: United Nations - <https://www.kureselamaclar.org/>

Resim 2’de belirtilen Sürdürülebilir Kalkınma amaçlarının hedefleri kısaca Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1 Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ve Hedefleri

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları	Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri
1. Yoksulluğa Son	2030 yılına kadar yoksulluğun tüm şekilleriyle sona erdirilmesi.
2. Açlığa Son	Açlığın sonlandırılması, gıda güvenliğinin sağlanması, beslenmenin geliştirilmesi ve sürdürülebilir tarımın teşvik edilmesi.
3. Sağlıklı ve Kaliteli Yaşam	Sağlıklı yaşamların güvence altına alınması ve mutluğun her yaşta desteklenmesi.
4. Nitelikli Eğitim	Herkes için kapsayıcı ve nitelikli eğitimin sağlanması ve yaşam boyu öğrenimin desteklenmesi.
5. Toplumsal Cinsiyet Eşitliği	Toplumsal cinsiyet eşitliğinin sağlanması ve kadınların ve kız çocuklarının konumlarının güçlendirilmesi.
6. Temiz Su ve Sanitasyon	Herkes için suyun ve sıhhi koşulların erişilebilirliği ve sürdürülebilir yönetiminin güvence altına alınması.
7. Erişilebilir ve Temiz Enerji	Herkesin uygun fiyatlı, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişiminin güvence altına alınması.
8. İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme	Kesintisiz, kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin, tam ve üretken istihdamın ve herkes için insana yakışır işlerin desteklenmesi.
9. Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı	Dayanıklı altyapıların inşası, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmenin desteklenmesi ve yenilikçiliğin güçlendirilmesi.
10. Eşitsizliklerin Azaltılması	Ülkeler içinde ve arasında eşitsizliklerin azaltılması.
11. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar	Şehirlerin ve insan yerleşimlerinin kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılınması
12. Sorumlu Üretim ve Tüketim	Sürdürülebilir tüketim ve üretim kalıplarının güvence altına alınması.
13. İklim Eylemi	İklim değişikliği ve etkileri ile mücadele konusunda acilen eyleme geçilmesi.
14. Sudaki Yaşam	Sürdürülebilir kalkınma için okyanuslar, denizler ve deniz kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı.
15. Karasal Yaşam	Ormanların sürdürülebilir kullanımı, çölleşme ile mücadele, karasal bozulmanın durdurulması ve iyileştirilmesi ve biyoçeşitlilik kaybının engellenmesi.
16. Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar	Sürdürülebilir kalkınma için barışçıl ve kapsayıcı toplumların desteklenmesi, herkes için adalete erişimin sağlanması ve her düzeyde etkili, hesap verebilir ve kapsayıcı kurumların inşası.
17. Amaçlar İçin Ortaklıklar	Uygulama araçlarının güçlendirilmesi ve Sürdürülebilir Kalkınma için Küresel Ortaklığın canlandırılması.

Kaynak: Tiltay, M. A., Öz, M., & Tepe, M. E. (2021.)

Sürdürülebilirlik, sadece çevresel koruma değil, ekonomik büyüme ve toplumsal eşitlik gibi boyutları da kapsayan geniş bir kavramdır. Hem bugünkü ihtiyaçları karşılamayı hem de gelecek

nesillerin yaşam kalitesini güvence altına almayı amaçlayan bu kavram, küresel işbirliği ve yerel eylemler gerektiren bir süreçtir. Gelecek kuşaklara yaşanabilir bir dünya bırakmak, sürdürülebilirliğin temel amacıdır.

3. Sürdürülebilir Kalkınma Milatları

Sürdürülebilir kalkınma, çevresel, ekonomik ve sosyal faktörlerin dengede tutulduğu bir kalkınma modelidir. Bu kavram, 20. yüzyılın sonlarına doğru giderek önem kazandı ve dünya genelinde kalkınma politikalarının şekillendirilmesinde önemli bir yer edindi. Ancak sürdürülebilir kalkınmanın kökleri daha eskiye dayanır ve bu kavramın tarihsel gelişimi, insanlık tarihindeki toplumsal, ekonomik ve çevresel değişimlerle iç içe bir şekilde ilerlemiştir.

3.1. Erken Dönem: Doğa ile Uyumlu Yaşam

İnsanlık tarihinin ilk dönemlerinde, toplumlar doğayla uyum içinde yaşamayı başarmışlardı. Tarım toplumlarının temel ihtiyaçları, çevrenin sağladığı doğal kaynaklarla karşılanıyordu. İnsanlar, doğal kaynakları sürdürülebilir bir şekilde kullanmaya, daha çok hayatta kalmaya yönelik bir yaşam tarzı geliştirmişti. Ancak bu dönemde çevresel bozulma ya da kaynakların tükenmesi gibi sorunlar henüz büyük çapta bir tehdit oluşturacak seviyeye gelmemişti.

3.2. Sanayi Devrimi ve Çevresel Zararlar

Sanayi Devrimi, 18. yüzyılın sonlarından itibaren Avrupa'da başladığında, ekonomik büyüme hız kazandı ve hızla yayılmaya başladı. Bu süreç, hammaddeye olan talebin artması ve fosil yakıtların yoğun şekilde kullanılmaya başlanması gibi faktörlerle

Çevresel zararları da beraberinde getirdi. Ormanlar kesilmeye, su kaynakları kirlenmeye, hava kirliliği artmaya başladı. Ancak bu dönemde çevresel etkiler pek de toplumsal bir sorun olarak algılanmıyordu; aksine ekonomik büyüme ve sanayileşme, dönemin en önemli hedefleriydi.

3.3. 20. Yüzyılın Ortaları: Çevresel Bilinçlenmenin Artışı

Sürdürülebilir kalkınmanın temelleri 20. yüzyılın ortalarında atılmaya başlandı. İkinci Dünya Savaşı'nın ardından dünya genelinde sanayileşme hızlandı ve bununla birlikte çevresel sorunlar da daha belirgin hale geldi. 1960'lı yılların sonlarına doğru, çevreye duyarlı hareketler ve sivil toplum kuruluşları, doğal kaynakların tükenmesi, hava ve su kirliliği gibi sorunlara dikkat çekmeye başladı. Bu dönemde evre bilincinin artması, dünya çapında çevresel sorunların politik gündeme gelmesini sağladı. Örneğin, 1970'lerde evre hareketlerinin yükselişiyile birlikte, "Yeşil Hareket" evresel farkındalık oluşturmuş ve bu durum, 1972'de İsveç'in başkenti Stockholm'de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İnsan evresi Konferansı'na (Stockholm Konferansı) yol açmıştır (United Nations, 1972).

3.4. 1972: Stockholm Konferansı ve evreye Duyarlılığın Artışı

Sürdürülebilir kalkınma düşüncesinin küresel ölçekte şekillenmeye başladığı en önemli dönüm noktalarından biri, 1972'de İsveç'in başkenti Stockholm'de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İnsan evresi Konferansı (Stockholm Konferansı) oldu. Bu konferans, çevresel sorunların küresel ölçekte ele alınması gerektiğini vurgulayan ilk büyük uluslararası toplantıydı. Konferans, evre kirliliği ve ekosistemlerin tahrip edilmesi gibi sorunlara dikkat

çekerek, çevre dostu politikaların geliştirilmesi için küresel işbirliğini teşvik etti (United Nations, 1972).

3.5. 1987: Brundtland Raporu – Sürdürülebilir Kalkınmanın Tanımı

1987 yılında, Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED) tarafından yayımlanan "Our Common Future" (Bizim Ortak Geleceğimiz) adlı rapor, sürdürülebilir kalkınma kavramını resmen tanımladı. Rapor, sürdürülebilir kalkınmayı "bugünün ihtiyaçlarını, gelecekteki nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan karşılama" olarak tanımladı (WCED, 1987). Bu tanım, hem çevresel koruma hem de ekonomik ve sosyal gelişmeyi bir arada değerlendiren bir kalkınma modelinin gerekliliğini vurguladı. Rapor, çevre ile kalkınma arasındaki ilişkiyi sağlamlaştırmak, bu konuda global bir farkındalık yarattı.

3.6. 1992: Rio Zirvesi ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin Belirlenmesi

1992 yılında, Brezilya'nın Rio de Janeiro şehrinde düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (Rio Zirvesi), sürdürülebilir kalkınma konusunda küresel düzeyde önemli bir dönüm noktasıydı. Zirvede, çevre ve kalkınma ilişkisini merkeze alan "Agenda 21" adlı bir eylem planı kabul edildi (United Nations, 1992). Bu plan, devletlere, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda bir dizi eylem ve politikayı hayata geçirmeleri çağrısında bulundu. Ayrıca, "Rio Deklarasyonu" adı verilen prensipler, çevre dostu kalkınma için etik kurallar belirledi.

3.7. 2000'ler: Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve Küresel İşbirliği

2000 yılında, Birleşmiş Milletler, "Milenyum Kalkınma Hedefleri"ni (MDG'ler) belirleyerek, yoksullukla mücadele, eğitim, sağlık ve çevre koruma gibi konularda küresel işbirliğini teşvik etti. Bu hedefler, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki sosyal ve ekonomik kalkınmayı amaçlıyordu. Ancak bu hedeflerin çevresel sürdürülebilirliği yeterince kapsamlı bir şekilde ele almadığı görülmeye başladı.

3.8. 2015: Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG'ler)

2015 yılında Birleşmiş Milletler, daha kapsayıcı ve çevresel sürdürülebilirliği de içine alan Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG'ler) adlı yeni bir çerçeve belirledi. 2030'a kadar gerçekleştirilmesi gereken 17 hedef ve 169 alt hedefi içeren bu anlaşma, sosyal, ekonomik ve çevresel boyutları bir arada ele alarak, tüm dünyada kalkınma politikalarının yönünü değiştirdi (United Nations, 2015). SDG'ler, yoksulluk, açlık, eşitsizlik, çevre kirliliği ve iklim değişikliği gibi küresel sorunları ele almayı amaçlıyor.

3.9. 2016: Paris İklim Anlaşması

Paris İklim Anlaşması, 2016 yılında yürürlüğe girdi ve tüm ülkeler arasında küresel iklim değişikliği ile mücadelede ortak bir çerçeve sağladı. Küresel sıcaklık artışını 2°C'nin altında tutma, ideal olarak 1.5°C ile sınırlama hedefi belirlendi. Ülkeler, iklim değişikliğiyle mücadele için Ulusal Katkı Beyanları (NDC) sundu. Paris Anlaşması, küresel iklim hedeflerinin hukuki olarak bağlayıcı olduğu ilk uluslararası iklim anlaşmasıydı.

3.10. 2020: SDG'ler İçin Eylem Dekadı

Birleşmiş Milletler, 2030'a Kadar SDG'leri Hızlandırma Eylem Dekadı'nı başlattı. SDG'lerin uygulanmasında hız kazanılması, finansman, yenilikçilik ve ortaklıkların artırılması gerektiği vurgulandı. 2020'ler, SDG'lerin gerçekleştirilmesi için kritik bir dönüm noktasıydı ve bu süreçte işbirliği ve yenilik ön plana çıktı.

3.11. 2023: SDG'lerin Ara Değerlendirmesi

Birleşmiş Milletler SDG Zirvesi 2023, 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi'ne yönelik ara bir değerlendirme toplantısıydı. Çeşitli alanlarda (özellikle iklim değişikliği ve eşitsizliklerde) ilerlemenin yavaş olduğu kabul edildi. Yeniden taahhüt edilmesi ve daha fazla aksiyon alınması gerektiği vurgulandı. Bu zirve, SDG'lerin daha hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi için bir uyarı işlevi gördü.

1972 itibarıyla artık sürdürülebilirlik çalışmaları yeni bir boyut kazanarak çeşitli oluşumları beraberinde getirmiştir. Tablo 2 bu oluşumları, kısa açıklamaları ile göstermektedir.

Tablo 2 Sürdürülebilir kalkınma oluşumları

Yıl	Oluşum	Açıklama
1972	Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı (United Nations Conference on Human Environment)	Birleşmiş Milletler tarafından düzenlenen bu konferansta insan çevresinin korunması ve geliştirilmesi için dünya insanlarına ilham verecek ve yol gösterecek ortak bir bakış açısı ve ortak ilkeler geliştirilmesi ihtiyacı üzerinde durulmuştur. Bu

		bağlamda, kaynak kullanımında kuşaklararası hakkaniyet, ekonomik ve sosyal gelişme ile çevre ilişkisini vurgulayan çeşitli ilkeler geliştirilmiştir. Bu ilkeler, sürdürülebilir gelişmenin temel dayanaklarına vurgu yapmıştır
1977	Uluslararası Çalışma Örgütü Çokuluslu Şirketler ve Sosyal Politika ile İlgili İlkeler Üçlü Bildirgesi.	Mart 2000 yılında revize edilmiştir. Bu uluslar arası belgede yer alan ilkeler çokuluslu şirketlere, hükümetlere, işçi ve işveren kuruluşlarına, istihdam, eğitim, çalışma ve yaşam koşulları ve işçi-işveren ilişkileri gibi alanlarda yol gösterici tavsiyeler içermektedir.
1987	Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu (The World Commission on Environment and Development_WCED)	Bu komisyon tarafından yürütülen çalışmaların sonucunda “Ortak Geleceğimiz Raporu (Our Common Future)” yayımlanmıştır. Bu rapor daha sonra Brundtland Raporu olarak anılmıştır. Bu raporda sürdürülebilir gelişmenin yaygın olarak bilinen ve pek çok atıf alan ve genel kabul gören tanımı yer almıştır. Çevre ve gelişme konuları birlikte ele alınarak sürdürülebilir gelişme için küresel bir eylem planı oluşturulmasına zemin hazırlamıştır.
1989	CERES ilkeleri	Çevrenin korunması ve kirliliğin azaltılması ile ilgili etik ilkeleri içermektedir.
1992	Yeryüzü Zirvesi (Earth Summit)	179 ülkenin Devlet ve hükümet başkanları ile birlikte binlerce resmi temsilcinin ve 35.000’inüzerinde sivil toplum

		kuruluşu temsilcisinin katılımıyla gerçekleşen bu zirvede beş önemli uluslararası belge kabul edilmiştir. Bu belgelerden birisi olan “Gündem 21”, gelişme ve çevre konularının küresel düzeyde işbirliği yapılarak çözülebileceğini ve politika yapıcılarına büyük sorumluluk düştüğünü ortaya koymuştur. Stockholm Konferansında daha çok çevre konularına sorun odaklı bir yaklaşım benimsenmişken Rio’da doğal kaynaklara dayalı sürdürülebilir ekonomik büyüme ile insan kaynaklarının geliştirilmesini benimseyen entegre bir yaklaşım seçilmiştir (ErdemYanmaz-Ertem-Karakaya, 2005). Sürdürülebilir gelişme kavramı ayrıntılı ve kapsamlı bir şekilde ortaya konmuş ve katılımcı mekanizmaların ve süreçlerin Birleşmiş Milletler, hükümetler ve diğer tüm kuruluş ve kurumlarca benimsenmesini sağlamıştır.
1992	BM Çevre Programı (UNEP) ve Finans Girişimi	Mayıs 1997’de revize edilmiştir. Bu bildiri, dünya finans hizmetleri sektörünün önde gelen kuruluşları tarafından imzalanmış ve çevrenin korunması yönünde sorumluluk ve işbirliği önermektedir.

1994	Üçlü Sorumluluk. (Triple Bottom Line)	Bu kavram ilk kez 1994 yılında John Elkington tarafından önerilmiştir. Üçlü performans
------	---------------------------------------	--

		veya üçlü sorumluluk kavramı, işletmelerin finansal sonuçlarının yanı sıra çevresel ve sosyal sonuçlarını da raporlamasını gerektirir.
1997	Kyoto Protokolü.	Küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda mücadeleyi sağlamaya yönelik uluslararası bir çerçevedir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında imzalanmıştır. Kyoto Protokolünün amacı, atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun, iklime tehlikeli etki yapmayacak seviyelerde dengede kalmasını sağlamaktır
2000	OECD Uluslar arası yatırımlar ve Çokuluslu İşletmeler Bildirgesi.	Bu uluslararası belgede çokuluslu işletmelerin yatırım yaptıkları ülkeye ve bu ülkede yaşayan topluma karşı sorumlulukları ortaya konulmuştur.
2001	Sürdürülebilir Gelişme Dünya İş Konseyi (World Business Council for Sustainable Development).	İşletmelerin dünyaya katkı ve etkisinin bir ölçüm yolu olarak sebep oldukları sosyal ve çevresel maliyetlerini işletme hesaplarına dahil etmeleri gerektiği öne sürülmüştür.
2002	Dünya Sürdürülebilir Gelişme Zirvesi (World Summit on Sustainable Development).	1992 yılında Rio de Janerio’da yapılan konferansta alınan kararların uygulanma sürecinin değerlendirilmesi ve ortaya çıkan sorunların tartışılması ve çözümler bulunması bu toplantının temel amacı olmuştur.

2002	OECD Çevre Parlamento Komisyonu(Parliamentary Commissioner for the Environment)	Gündem 21'in 27 ilkesi geliştirilmiştir. Dünyayı daha iyi hale getirmek için ekonomik gelişmede işletmelere bir rol ve önem atfedilmiştir
2009	Sürdürülebilir Borsalar Girişimi (Sustainable Stock Exchanges Initiative)	Borsaların yatırımcılar, düzenleyiciler ve şirketlerle işbirliği içerisinde çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim konularında kurumsal şeffaflığın sağlanmasının, performansın artırılmasının ve sürdürülebilir yatırımların gelişmesinin yollarını arayan, BM destekli bir girişimdir. Borsa İstanbul, piyasalarında sürdürülebilir kalkınmaya yönelik farkındalığı artıracığına dair gönüllü taahhütte bulunmuştur.
2012	Rio+20 Zirvesi	Rio+20 BM Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı, 1992 yılında Rio'da yapılan konferansın 20.yılında yine Rio'da düzenlenmiştir. Konferansa üst düzey katılım sağlanmış ve İstedğimiz Gelecek (The Future We Want) başlıklı sonuç bildirgesi kabul edilmiştir.
2013	Sürdürülebilir Kalkınma Konusunda Yüksek Düzeyli Siyasi Forumun Kurulması (HLPF)	Birleşmiş Milletler tarafından 2013 yılında kurulan ve 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi çerçevesinde küresel sürdürülebilir kalkınmayı izlemek, değerlendirmek ve teşvik etmek amacıyla oluşturulan ana platformdur. Forum, sürdürülebilir kalkınmanın tüm boyutlarını ele almak için

		hükümetler, uluslararası kuruluşlar, sivil toplum, özel sektör ve diğer paydaşlar arasında yüksek düzeyde siyasi diyalog ve işbirliğini sağlamak için kritik bir rol oynamaktadır.
2014	BM Raporu: 2030'a Kadar Onurlu Yaşama Giden Yol: Yoksulluğun Sonlandırılması, Tüm Yaşamların Dönüştürülmesi ve Gezegenin Korunması	Sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda küresel toplumun karşı karşıya olduğu temel zorluklara dikkat çekmek ve bu zorlukların üstesinden gelmek için kapsamlı bir yol haritası sunmaktır. Genel Sekreteri Ban Ki-moon tarafından 2014 yılında sunulmuş olup, 2030 yılına kadar küresel sürdürülebilir kalkınma için ortak bir çerçeve oluşturmayı hedeflemiştir. Rapor, özellikle yoksulluğun sonlandırılması, çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal eşitlik gibi ana temalar etrafında şekillenir

2015	Dünyamızı Dönüştürmek: 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi	Küresel sürdürülebilir kalkınmanın her boyutunu kapsayan bir çerçeve sunmak ve tüm toplumların bu hedeflere ulaşmasını sağlamaktır. Gündem, sosyal, ekonomik ve çevresel unsurları bir araya getirerek, insan refahını artırmayı ve gezegenin kaynaklarını korumayı hedefler.
------	---	---

2016	Paris İklim Anlaşması	Paris İklim Anlaşması, iklim değişikliği ile mücadelede tarihi bir adımdır. Küresel ısınmayı sınırlamayı ve çevresel, ekonomik, sosyal alanlarda uzun vadeli sürdürülebilirliği teşvik etmeyi amaçlayan bu anlaşma, iklim değişikliğinin tüm insanlık için ortak bir sorumluluk olduğunu kabul eder. Ancak, anlaşmanın tam anlamıyla başarılı olabilmesi için ülkeler arasında daha fazla işbirliği, finansal kaynakların etkin kullanımı ve güçlü uygulama mekanizmaları gereklidir. Paris Anlaşması'nın başarısı, küresel toplumun bu hedeflere ulaşmak için ne kadar kararlı ve uyumlu hareket edeceğine bağlıdır.
2020	SDG'ler İçin Eylem Dekadı	Özellikle COVID-19 pandemisinin dünyadaki eşitsizlikleri derinleştirdiği ve kalkınma hedeflerine ulaşmayı daha da zorlaştırdığı bir dönemde başlatılmıştır. Bu nedenle, sürdürülebilir kalkınmanın yeniden inşa edilmesi ve daha sağlam temeller üzerine yerleştirilmesi gerekliliği vurgulanmaktadır.
2023	SDG'lerin Değerlendirmesi	Ara 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi'nin ilerleyişini gözden geçiren ve hedeflere ulaşma yolundaki durumu analiz eden bir değerlendirmedir. Bu değerlendirme, dünya çapında sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada kaydedilen

		ilerlemeleri, karşılaşılan zorlukları ve gerektiğinde alınması gereken önlemleri vurgulamaktadır.
--	--	---

Kaynak: Tokgöz, N., & Önce, S. (2009).

Sürdürülebilir kalkınmanın tarihçesi, insanlık tarihinin değişen ihtiyaçlarına ve çevresel koşullarına bağlı olarak şekillenmiştir. Sanayi devriminin yarattığı çevresel yıkım, 20. yüzyılın ortalarında çevre bilincinin artmasına yol açmış, zamanla küresel ölçekte sürdürülebilir kalkınma anlayışı benimsenmiştir. Günümüzde, sürdürülebilir kalkınma sadece bir kavram değil, aynı zamanda dünya genelinde uygulanması gereken bir politika çerçevesi haline gelmiştir. 2030 hedeflerine doğru ilerlerken, tüm dünyanın bu amaca ulaşmak için ortak bir çaba harcaması gerekliliği giderek daha fazla hissedilmektedir.

Metot ve yöntem

Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge); yeni üretim ve ürün süreçlerinin geliştirilmesine ilişkin yapılan sistematik, özgün, yenilikçi ve bilimsel çalışmalardır (Barutçugil, 1981: 17). Ar-Ge, işletmelerde bilim ve teknolojinin yeni ürün ve hizmetlerin ya da mevcut olanların geliştirilmesinde kullanılması durumunda yapılan uygulamaların anlatımında kullanılan bir terimdir (Kocamış ve Güngör, 2014: 128).

Ar-Ge faaliyetleri, ülkelerin ekonomik ve sosyal ihtiyaçlarının karşılanmasında ihtiyaç duydukları hizmet, uygulama ve sorunların çözümüyle ilgili yeni teknik ya da bakış açısı olarak nitelendirilmektedir.

Son dönemlerde üretim kapasitesindeki artışlar, bilişim teknolojilerindeki gelişmeler, bireysel ve toplumsal beklentilerdeki varyasyon ile yeni teknolojik temelli üretim proseslerinin uygulanabilirliği tüm sahalarda dönüşümün hızlı bir ivme kazanmasına sebep olmuştur. Ülkeler bu dönüşüme uyum sağlamak amacıyla Ar-Ge faaliyetlerine yönelmeye başlamıştır (Dereli ve Uğur, 2019: 347). Araştırma faaliyetleri, teknolojik gelişmelerden yararlanarak; bilimsel bilginin geliştirilmesi ve fizibilitesinin değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalardır. Geliştirme faaliyetleri ise teknolojik gelişmelerin yeni bir ürünün üretimi ya da sürecin geliştirilmesinde kullanılmasıdır (Leifer ve Triscari, 1987: 71). Araştırma ve geliştirme faaliyetleri, bilimsel ve teknolojik gelişmelere katkı sağlamakta, teknolojik gelişme ise medeniyetin inşasında önemli bir etken olarak toplumun sosyal, kültürel ve ekonomik gelişmelerine sebep olmaktadır. (Meriç, A., & Karaca, H., (2023)).

Sürdürülebilir kalkınma da bu gelişmelerden biridir. Sürdürülebilir kalkınma, modern iş dünyasında yalnızca ekonomik büyüme değil, aynı zamanda çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği de kapsayan bir anlayış olarak kabul edilmektedir. Bu kapsamda, Ar-Ge merkezleri, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için kritik bir rol oynamaktadır. Bu merkezler, çevresel etkileri en aza indirecek, toplumsal fayda sağlayacak ve ekonomik verimliliği artıracak yenilikçi çözümler geliştirme kapasitesine sahiptir. Bu makale, küresel ve yerel düzeyde sürdürülebilir kalkınmanın Ar-Ge Merkezleri ile ilgili hedeflerini incelemeyi ve Türkiye'deki Ar-Ge merkezlerinin uygulamalarına odaklanmaktadır.

1. Küresel eğilimler

Dünya genelinde Ar-Ge Merkezleri, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için yenilikçi ve çevreci çözümler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA'lar), enerji verimliliği, karbon azaltımı ve sosyal sorumluluk projeleri gibi konuları ön plana çıkarmıştır. Örneğin, Avrupa Birliği, yeşil enerji ve çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesini teşvik eden politikalarla Ar-Ge merkezlerini desteklemektedir. ABD ve Asya'da da benzer eğilimler görülmektedir; enerji verimliliğini artıran ve karbon emisyonlarını azaltan teknolojiler üzerine yapılan Ar-Ge çalışmaları ön plana çıkmaktadır.

2. Sürdürülebilir kalkınmanın önemi ve Ar-Ge'nin rolü

Sürdürülebilir kalkınma, çevresel koruma, sosyal sorumluluk ve ekonomik büyümeyi dengeleyen bir kalkınma yaklaşımı olarak öne çıkar. Bu bağlamda Ar-Ge merkezlerinin rolü, sadece yeni ürünler geliştirmek değil, aynı zamanda bu ürünlerin çevre dostu, enerji verimli ve toplumsal fayda sağlayan özellikler taşımasını sağlamaktır. Enerji verimliliği, geri dönüşüm teknolojileri ve yenilenebilir enerji alanlarındaki yenilikler, Ar-Ge'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada nasıl etkili bir araç olduğunu göstermektedir. Örneğin, yenilenebilir enerji projeleri, enerji verimliliğini artıran teknolojiler ve düşük karbon ayak izine sahip üretim metotları Ar-Ge Merkezlerinin öncelikli alanlarından bazılarıdır.

3. Türkiye’de Ar-Ge Merkezleri’nde sürdürülebilir kalkınma uygulamaları

Türkiye’de sürdürülebilirlik uygulamaları, çevre ve ekolojik duyarlılık anlayışları halihazırda başlangıç seviyesindedir.

Türkiye’nin beş yıllık kalkınma planlarında çevrenin ayrı bir başlıkta ele alınması, oldukça önemli bir kazanımdır. Ülkemizde çevresel sorunlar ilk defa III. Beş Yıllık Kalkınma Planı (1973–1977) döneminde ele alınmıştır (Salihoğlu, 2020: 8). Bu planda çevre ile insan arasındaki ilişkiyi rasyonel bir dengede sürdürebilecek bir toplum yapısına ulaşılabilmenin yolunun sosyoekonomik kalkınma olduğu belirtilmiş, çevre sorunlarının kalkınmaya ayrılan fonları azaltmaksızın çözülmesi esası kabul edilmiştir (Yıkmaz, 2011: 28). Bolayır, S., & Eroğlu, İ. (2024).

1978 yılında Başbakanlık Çevre Müsteşarlığı’nın, çevre ile ilgili ulusal ve uluslararası faaliyetlerle ilgilenmek üzere kurulmasıyla sürdürülebilir kalkınma devlet politikasında yerini almıştır. (Ozmehmet, E. (2008).)

Yerel yönetimlerin çevre konularında yetkilendirilmesi mevzuu, IV. Beş Yıllık Kalkınma Planı’nda (1979-1983) gündeme getirilmiştir. Planda önem arz eden diğer bir husus da, çevre sorunlarının henüz oluşmadan önüne geçilmesine ilişkin politikaların ilk defa ortaya konmuş olmasıdır (Yıkmaz, 2011: 28). Anayasanın kabulünden bir yıl sonra yani 1983’te, 2872 sayılı “Çevre Kanunu” yürürlüğe girmiştir (Salihoğlu, 2020: 9). Kanunda yer alan çevreyi koruma, iyileştirme ve kirliliği önleme ilkesi ile atık oluşumunu önleme ilkesi; sürdürülebilir kalkınma bağlamında önemli ilkeler arasında yer almaktadır (Divrik, 2022: 33). V. Beş

Yıllık Kalkınma Planı (1985–1989) ile birlikte doğal kaynakların aktif kullanımı ve gelecek nesillere aktarımı amacıyla, yeni politikalar oluşturma yönünde değerlendirmeler yapılmıştır (Altun Ada, 2011). Bu planda çevre kavramı ve kirliliğinin önlenmesi daha detaylı bir şekilde ele alınmış, çevre konusundaki uygulamaların ilgili yönetmeliklerle şekillendirilmesi sağlanmıştır (Salihoğlu, 2020: 8). Bolayır, S., & Eroğlu, İ. (2024).

VI. Beş Yıllık Kalkınma Planı’nda (1990–1994), çevre konusu başka sektör politikalarında da göz önünde bulundurulmuş ve daha ziyade sürdürülebilir kalkınma odaklı bir yaklaşım benimsenmiştir (Altun Ada, 2011). Çevreyle ilgili konulara “çevre ve yerleşme” adı altında ayrı bir alt bölümde yer verilmiştir. Bu planın önemli özelliklerinden biri de, çevre kirliliğini önleme konusunda yatırım yapacaklara teşvik vermeyi öngörmesidir (Yıkılmaz, 2011: 29). VII. ve VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planları dönemlerinde, çevre sorunlarının gerek sosyoekonomik politikalara gerekse sektörlerle uyumu üzerine çalışılmıştır (Altun Ada, 2011). Türkiye’nin son 10 yılda sürdürülebilir kalkınma anlayışını büyük ölçüde benimsediğini ve bunu kalkınma planlarının bir parçası haline getirdiğini söylemek mümkündür (Sezer, 2007: 772–773). Türkiye’de asıl sorunun sosyoekonomik ve çevresel politikaların oluşturulmasında değil, bunların birlikte uygulamaya konulmasında olduğunu söylemek mümkündür (Salihoğlu, 2020: 9). Bolayır, S., & Eroğlu, İ. (2024).

Türkiye AB’ye aday bir ülke olarak, birliğin sürdürülebilir kalkınma stratejilerini benimsemek ve diğer sektörlerle bütünleştirmek durumundadır. Ülkemizde IX. Kalkınma Planı (2007–2013) ile birlikte, AB sürdürülebilir kalkınma stratejisi uygulamayla bütünleştirilmiştir (Altun Ada, 2011). X. Kalkınma

Planı'nın (2014–2018) temel amaçlarından biri yüksek, istikrarlı ve sürdürülebilir büyüme yapısı, hedeflerinden biri ise yaşanabilir mekânlar ve sürdürülebilir çevredir. Bolayır, S., & Eroğlu, İ. (2024). TÜRKİYE'DE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA. Sakarya İktisat Dergisi, 13(1), 1-22.

Türkiye’de Ar-Ge Merkezleri, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlama sürecinde önemli bir potansiyele sahiptir. Çeşitli sektörlerdeki Ar-Ge Merkezleri, özellikle enerji, otomotiv, inşaat ve kimya alanlarında sürdürülebilirlik odaklı projeler yürütmektedir. Türkiye’deki birçok büyük sanayi kuruluşu, Ar-Ge Merkezlerinde yeşil teknolojiler ve çevre dostu üretim yöntemleri geliştirmeye yönelik yatırımlar yapmaktadır. Bu alandaki çalışmalar, Türkiye’nin hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasına katkı sağlamaktadır. Bu çalışmaların başlıklarından bazıları: sektöre dayalı sürdürülebilir projeler, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği projeleri, karbon emisyonlarının azaltılması, elektrikli ve hibrit araç teknolojileri, fosil yakıt tüketiminin azalması, inşaat geri dönüşüm ve çevre dostu malzeme kullanımı, doğal kaynak tüketiminin azaltılmasıdır.

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji Ve Bütçe Başkanlığı tarafından en son yayımlanan XI. Kalkınma Planı’nda (2019–2023) ise şu ibare yer almaktadır: *“Sürdürülebilir kalkınma ve kapsayıcı büyüme, istikrarlı bir ekonomiyi hedefleyen etkin ekonomi politikaları ile huzurlu bir topluma yönelik sosyal politikaların bir arada ve koordine bir şekilde yürütülmesi yoluyla mümkündür.”* Planın hedef ve politikalarından biri, yaşanabilir şehirler ve sürdürülebilir çevredir. Ayrıca bu son planda “sürdürülebilir kalkınma amaçları” da ayrı bir alt başlık halinde ele

alınmış, amaçları öncelikler doğrultusunda politikalara yansıtmak ve etkili bir takip ve gözden geçirme mekanizması kurmak hedeflenmiştir. Rekabetçi Üretim ve Verimlilik ‘in Sanayi Politikaları içerisinde yer alan Yatay Politika Alanları başlığında Ar-Ge özelinde de aşağıdaki maddeler bulunmaktadır. (<http://www.surdurulebilirlikalkinma.gov.tr/wp-content/uploads/2020/10/On-Birinci-Kalkinma-Plani.pdf>)

2.2.1.1.7. Ar-Ge ve Yenilik

a. Amaç

347. İmalat sanayiinin katma değerli üretim yapabilmesi ve yenilikçi ürün geliştirme kapasitesinin artırılması yönünde Ar-Ge ve yenilik kabiliyetinin güçlendirilmesi ve yeniliği esas alan bir yapıya kavuşturulması temel amaçtır.

b. Politika ve Tedbirler

348.Ar-Ge ve yenilik destek sistemi; odaklı, araştırmadan ticarileştirmeye tüm süreci kapsayan, orta-yüksek ve yüksek teknoloji sektörlerine yönelik olarak farklılaşan ve sektörlerin ihtiyaçlarını ve gelişme potansiyellerini dikkate alan bir yapıya dönüştürülecektir.

348.1. Desteklere ilişkin çıktı ve etki odaklı izleme ve değerlendirme sistemleri geliştirilecek ve Ar-Ge, yenilik ve girişimcilik destek programlarına ilişkin etki analizleri yapılacaktır.

348.2. Ar-Ge ve yenilik destekleri, hazırlanacak teknoloji yol haritaları doğrultusunda öncelikli sektör ve kritik teknoloji alanları kesişimine yoğunlaşacaktır.

349.Özel sektörde araştırmacı insan gücünün sayısı ve niteliği artırılacaktır.

349.1. Sanayide ihtiyaç duyulan doktora derecesine sahip nitelikli insan kaynağının üniversite sanayi işbirliği ile yetiştirilmesi sağlanacak ve sanayide doktoralı araştırmacı istihdamı teşvik edilecektir.

349.2. Özel sektör Ar-Ge merkezlerinde sektöre ve ölçeğe göre farklılaşan oranlarda doktoralı araştırmacı istihdam etme şartı getirilecektir.

349.3. Üniversite ve sanayi işbirliğinde, öncelikli sektörler başta olmak üzere sanayinin ihtiyaına yönelik lisansüstü programlar oluşturulacak, bu programları aan üniversiteler teşvik edilecektir.

350.Üniversiteler, araştırma altyapıları ve özel sektör arasında işbirlikleri ile bilgi ve teknoloji transferinin artırılmasına yönelik destek mekanizmaları uygulanacak ve arayüz yapıların kurumsal kapasiteleri geliştirilerek etkinliği artırılacaktır.

350.1. Araştırma üniversiteleri yetkinlikleri dikkate alınarak öncelikli sektörlerle eşleştirilecek, belirlenen hedeflere ulaşmak için oluşturulan projelere dayalı iş modelleri uygulamaya konulacak ve bu işbirlikleri desteklenecektir.

350.2. TÜBİTAK bünyesindeki araştırma merkezlerinin kapasiteleri artırılarak öncelikli sektörlerdeki firmalarla işbirliği içinde yeni teknoloji ve ürünler geliştirilmesine yönelik projeler yürütülecektir.

350.3. Öncelikli sektörlerde yetkinliği olan araştırma altyapılarının 6550 sayılı Kanun kapsamına alınması sağlanacaktır.

350.4. Araştırma altyapılarının, özel sektör Ar-Ge merkezleri ve kamu Ar-Ge birimleri ile işbirliği içinde oluşturduğu yüksek teknoloji platformlarının ticarileşme potansiyeli yüksek araştırma projeleri, Mükemmeliyet Merkezleri Programı kapsamında desteklenecektir.

350.5. Teknoloji Transfer Ofislerinin (TTO) etkinliği analiz edilecek, yurt içi ve yurt dışı iyi uygulamalar tespit edilerek yaygınlaştırılacaktır.

350.6. TTO'ların kurumsal yapısı ve insan kaynağı kapasitesi geliştirilerek performans odaklı olarak desteklenecektir.

350.7. Yükseköğretim kurumları adına tescil edilmiş fikri hakların farklı statüdeki TTO'lar aracılığıyla ticarileştirilmesi, elde edilen gelirin üniversiteye dönüşü ve buluş sahibine ödeme yapılabilmesi ve TTO'ların finansal sürdürülebilirliğinin sağlanması konularında mevzuatta iyileştirmeler yapılacaktır.

350.8. Araştırma altyapılarından Ar-Ge ve yenilik proje hizmeti alan KOBİ'lere finansman desteği sağlamak üzere Yenilik Destek Kuponu programı uygulamaya konulacaktır.

350.9. Akademik teşvik sistemi, bilgi ve teknoloji transfer faaliyetlerini dikkate alan kriterler ilave edilerek yapılandırılacaktır.

350.10.Öncelikli sektörler başta olmak üzere araştırma altyapılarının, alanlarına göre kendi aralarında ve sanayi ile ulusal ve bölgesel düzeyde işbirliği yapmasına imkân verecek Ar-Ge platformlarının oluşturulması sağlanacaktır.

351. Yeni teknolojik ürünlerin ticarileştirilmesine hız kazandırmaya yönelik destek miktarı ve çeşitliliği artırılacak, desteklerin kamu alımları mekanizmalarıyla tamamlayıcılığı sağlanacaktır.

351.1. Sanayi Yenilik Ağ Mekanizması Programı kapsamında öncelikli sektörlerle özel önem verilerek firma konsorsiyumlarının yüksek teknolojili ürün geliştirme ve ticarileştirmesi desteklenecektir.

351.2. Ar-Ge sonuçlarının ticarileştirilmesi için prototip geliştirme, ölçeklendirme ve teknoloji doğrulama çalışmalarının yürütülebilmesine yönelik teknoloji uygulama merkezleri ve destek mekanizmaları oluşturulacaktır.

351.3. Ar-Ge ve yenilik projeleri sonucunda ortaya çıkan ve patent ile korunan teknolojilerin lisanslama veya devir yolu ile Türkiye’de yerleşik firmalara aktarılması sağlanacaktır.

351.4. Özel sektör Ar-Ge ve tasarım merkezleri ile TGB'lere uygulanan desteklerin süresi uzatılacak ve desteklerin performans odaklı sunulmasına yönelik çalışmalar yürütülecektir.

351.5. Öncelikli sektörlerde ihtiyaç duyulan kritik bileşenlerin, cihazların ve malzemelerin ihtiyaç makamı kamu kurumlarının eş finansmanı ile geliştirilmesi sağlanacaktır.

352. Yenilikçi girişimcilik desteklenecek ve büyük işletmeler ile girişimciler arasındaki Ar-Ge işbirlikleri geliştirilecektir. Bu çerçevede, büyük firmaların, sektörlerindeki Ar-Ge ve yenilik ekosisteminin gelişiminde öncü rol oynayarak yeni girişimlerin kurulma ve büyüme aşamalarında destek olması sağlanacaktır.

352.1. Büyük firmaların sektörlerindeki girişimleri desteklemesine yönelik girişim sermayesi benzeri fonlar kurması teşvik edilecektir.

352.2. Büyük firmaların; tedarikçisi konumundaki KOBİ'lerin, Ar-Ge projelerini yönlendirdiği ve eş-finansman sağladığı bir destek programı oluşturulacaktır.

352.3. Yenilikçi, teknoloji düzeyi yüksek ürün ve hizmetleri geliştirebilen başlangıç firmaları ilk aşaması mentörlük desteği olacak şekilde aşamalı bir program çerçevesinde desteklenecektir.

353. Küresel değer zincirinde daha yüksek katma değerli bir pay elde edilebilmesi amacıyla öncül araştırmaların ülkemizde gerçekleştirilmesi sağlanacaktır.

353.1. Alanında öncül bilimsel ve teknolojik bilgi üreten ulusal veya uluslararası firmaların Türkiye'de kuracağı öncül Ar-Ge laboratuvarları desteklenecektir.

353.2. İmalat sanayiinde hızlandırıcı ve ısıtım teknolojilerinin kullanımının artırılması amacıyla yurt dışı ve yurt içi araştırma merkezlerindeki çalışmalara katılım sağlanacak ve sanayicilerin bu alanda etkinliğinin artırılması desteklenecektir.

4. TÜİK verileri

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2007-2014 yılları arasında Avrupa İstatistik Ofisinin (Eurostat) belirlediği sürdürülebilir kalkınma göstergelerinin Türkiye için derlenmesi ve yayımlanmasına yönelik çalışmalar yürütmüştür. Bu çerçevede her iki yılda bir, Eurostat tarafından yayımlanan Sürdürülebilir Kalkınma Raporu'nda yer alan göstergelerden ülkemiz için

hesaplanabilenler Sürdürülebilir Kalkınma Göstergeleri Haber Bülteni ile kamuoyuna duyurulmuştur. Bu kapsamda 2000-2013 dönemine ilişkin verileri içerecek şekilde TÜİK tarafından hazırlanan son haber bülteni 2014 yılında yayımlanmıştır. Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi'nin kabul edilmesini takiben, tüm dünyada olduğu gibi Avrupa Birliği bölgesinde de Gündem'in amaç ve hedefleriyle uyumlu yeni bir gösterge seti hazırlık çalışmaları yürütülmüştür.

TÜİK'nin 2010-2018 yılları arasındaki analize yer veren sürdürülebilirlik raporunda, sürdürülebilir kalkınma amaçlarının 9. maddesi olan “Dayanıklı altyapılar tesis etmek, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmeyi desteklemek ve yenilikçiliği güçlendirmek” başlığında Ar-Ge Merkezi için Araştırma ve Geliştirme harcamalarının gayrisafi yurt içi hasıla (GSYH) içindeki, imalat sanayi katma değerinin gayrisafi yurt içi hasıla (GSYH) içindeki ve toplam imalat sanayi katma değeri içinde mikro ölçekli girişimlerin payına yer verilmiştir. Yıllara sari dağılım Tablo 3’de belirtilmiştir:

Tablo 3 Sürdürülebilir Kalkınma Göstergeleri 2010-2018

Amaçlar ve göstergeler - Goals and indicators		Birim Unit	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Amaç 9 - Dayanıklı altyapılar tesis etmek, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmeyi desteklemek ve yenilikçiliği güçlendirmek Goal 9 - Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation											
9.5.1	Araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) harcamalarının gayrisafi yurt içi hasıla (GSYH) içindeki payı	(%)	0,80	0,80	0,83	0,82	0,86	0,88	0,94	0,96	1,03
9.2.2 ^(a)	İmalat sanayi istihdamının toplam istihdam içindeki oranı	(%)	18,70	18,10	17,80	18,10	19,00	18,60	18,10	17,6	18,2
9.3.1	Toplam imalat sanayi katma değeri içinde mikro ölçekli girişimlerin payı	(%)	7,76	7,00	7,56	7,08	6,94	6,15	6,51	5,89	4,93
	Share of micro-scale enterprises in total										

Kaynak: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Surdurulebilir-Kalkinma-Gostergeleri-2010-2018-33847>

Aşağıdaki grafikler de araştırmacı ve istihdam konularının bu kapsamlardaki karşılaştırmalarına yer vermektedir.

Grafik 1'e göre araştırma ve geliştirme harcamalarının gayrisafi yurt içi hasıla (GSYH) içindeki payı 2010 yılında %0,80 iken, 2018 yılında %1,03 olarak gerçekleşmiştir. Bir milyon nüfus başına düşen araştırmacı sayısı ise 2010 yılında 880 iken 2018 yılında bu sayı 1.551 olarak gerçekleşmiştir.

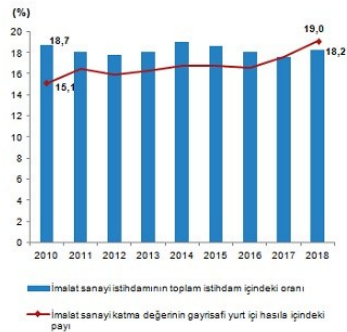
Grafik 2'ye göre imalat sanayi katma değerinin gayrisafi yurt içi hasıla (GSYH) içindeki payı 2010 yılında %15,1 iken 3,9 puan artışla 2018 yılında %19,0 olarak gerçekleşmiştir. İmalat sanayi istihdamının toplam istihdam içindeki payı ise 2010 yılında %18,7 iken 2018 yılında %18,2 olmuştur.

Toplam imalat sanayi katma değeri içinde mikro ölçekli girişimlerin payı 2010 yılında %7,8 iken, 2018 yılında bu oran %4,9 olmuştur.

Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payı ve araştırmacı sayısı, 2010-2018



İmalat sanayinin toplam istihdam ve gayrisafi yurt içi hasıla içindeki payı, 2010-2018



Grafik 1 Araştırma ve geliştirme harcamalarının gayrisafi yurt içi hasıla (GSYH) içindeki payı & Araştırmacı sayısı

Grafik 2 İmalat sanayi katma değerinin gayrisafi yurt içi hasıla (GSYH) & Toplam istihdam

Kaynak: Sürdürülebilir Kalkınma Göstergeleri, 2010-2019

<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Surdurulebilir-Kalkinma-Gostergeleri-2010-2019-37194>

5. Öncelikli sektörler

Türkiye’de otomotiv sektöründe faaliyet gösteren Ar-Ge merkezleri, karbon emisyonlarını azaltmak amacıyla elektrikli araç teknolojilerine odaklanmaktadır. Özellikle büyük otomotiv firmaları, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine uygun olarak hibrit ve elektrikli araç modelleri geliştirmekte ve enerji verimliliği yüksek motor teknolojileri üzerine çalışmalar yürütmektedir. İnşaat sektörü Ar-Ge merkezleri ise geri dönüşüm malzemelerinin kullanımı ve enerji verimliliği üzerine projeler geliştirmektedir. İnşaat malzemelerinde çevre dostu ürünlerin geliştirilmesi, doğal kaynak tüketimini azaltmaya yönelik önemli bir adımdır. Ar-Ge Merkezleri Kimya sektöründe ise, atık yönetimi ve geri dönüşüm konuları üzerine yapılan Ar-Ge çalışmaları öne çıkmaktadır. Bu örnekler, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için farklı sektörlerdeki Ar-Ge merkezlerinin stratejik yaklaşımlarını yansıtmaktadır.

Yine Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji Ve Bütçe Başkanlığı tarafından en son 11.si yayımlanan kalkınma planında Rekabetçi Üretim ve Verimlilik ‘in Sanayi Politikaları içerisinde yer alan Öncelikli Sektörler başlığında da aşağıdaki alanlar öne çıkmaktadır.

(<http://www.surdurulebilirkalkinma.gov.tr/wp-content/uploads/2020/10/On-Birinci-Kalkinma-Plani.pdf>)

- Kimya
- İlaç ve Tıbbi Cihaz
- Elektronik
- Makine-Elektrikli Teçhizat

- Otomotiv
- Raylı Sistem Araçları

Buna göre kimya alanında, kimya sektöründe katma değeri yüksek, çevre dostu ve rekabetçi ürünlerin üretilebildiği, sürdürülebilir, ileri teknoloji kullanan, koordineli yatırımların yapılması ve böylece ülkemizin ithalat bağımlılığının azaltılması, sektörün dünya üretim ve ihracatındaki payının artırılması; ilaç ve tıbbi cihaz alanında, ilaç ve tıbbi cihaz sektöründe küresel pazardaki rekabet gücünün artırılması ve değer zincirinde ülkemizi daha üst konuma taşımak; elektronik alanında elektronik sektörde Ar-Ge'ye dayalı rekabetçi üretim ve ihracatın artırılması; makine-elektrikli teçhizat alanında makine ve elektrikli teçhizat sektörlerinde rekabetçi ve verimli yerli üretim altyapısının geliştirilerek küresel pazardaki rekabet gücümüzü artırmak ve değer zincirinde ülkemizi daha üst konuma taşımak; Otomotiv alanında Yüksek teknolojiye dayalı yerli marka araç üretimi ile rekabet gücü yüksek tedarik sanayiinin geliştirilerek uluslararası pazar payının artırılması; raylı sistem araçları alanında raylı sistem araçları ile kritik bileşenlerinin yerli imkânlarla üretilmesine yönelik yerli sanayinin Ar-Ge, tasarım ve üretim kabiliyetlerinin geliştirilmesi ve bu alanda milli markanın oluşturulması temel amaçlar olarak belirtilmiştir.

Ülkemizde sürdürülebilirlik raporunu açıklayan şirketler sektörlerine göre Tablo 4'te belirtilmiştir.

Tablo 4 Sürdürülebilirlik Raporu Yayınlayan Kuruluşlar ve Sektörler

<u>İmalat</u>	<u>Bilgi ve İletişim</u>	<u>İnşaat</u>
Abdi İbrahim	Avea	Akçansa
Akkim	İndeks İletişim	Çimsa
Aksa Akrilik	Koç Sistem	Doğuş İnşaat
Anadolu Efes	N'PR İletişim Danışmanlığı	
Arçelik	Turkcell	<u>Kamu Yönetimi ve Savunma</u>
Bilim İlaç	Vodafone Türkiye	Aselsan
CMS	<u>Elektrik, Gaz, Buhar</u>	İETT
Coca-Cola İçecek	Akenerji	Nilüfer Belediyesi
Doğuş Otomotiv	Aygaz	
Erdemir	Bursagaz	<u>Ulaştırma ve Depolama</u>
İçdaş	OPET	Havaş
Mc Donalds Türkiye	Tüpraş	Mars Logistics
Memteks	Zorlu Enerji	TAV
Milteks	<u>Finans ve Sigorta Faaliyetleri</u>	<u>Diğer</u>
Mustafa Nevzat	Akbank	Brisa
Orta Anadolu	Garanti Bankası	ISS Türkiye
Otokar	Şekerbank	Şişecam
Pharmavision	TSKB	Steppen
Roche Türkiye	Türkiye Finans	Türkiye İMSAD
Sandoz Türkiye	Türkiye İş Bankası	
Sanofi Türkiye	Yapı Kredi	
Santa Farma	Ziraat Bankası	
SLN Tekstil	<u>Eğitim</u>	
Tofaş	Kadir Has Üniversitesi	
Tübaş		

Kaynak: Once, S., Onay, A., & Yesilcelebi, G. (2015).

Sonuç

Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için Türkiye’de Ar-Ge Merkezleri’nin hatırı sayılır öneme sahip olduğunu hem istatistiki raporlamalarda hem kalkınma planlarında geniş bir yer ayrılması ile hem de çeşitli raporlamalar yapılarak farkındalık oluşturulmasından analiz edebiliriz.

Ar-Ge Merkezleri'ndeki sürdürülebilirlik kalkınma kavramı, sürdürülebilir kalkınma planında belirtilen 17 maddenin büyük çoğunluğunu içermektedir. Örneğin; otomotiv sektöründe üretim yapan bir Ar-Ge Merkezi öncelikle insana yaptığı yatırımdan başlayarak kullandığı ekipman ve altyapıdan ürettiği ürünlere, proses çıktılarından kullandığı enerjiye kadar oldukça fazla adımlarda yer almaktadır.

Bakanlıkların yayınladığı planlarda şirketlerden ve kurumlardan sürdürülebilir kalkınma alanındaki isterler, denetleme maddeleri ve süreç beklentileri de özellikle sürdürülebilir kalkınma uygulamalarının artmasına ve ciddiye alınmasına katkı sağlamaktadır

Devlet beklentilerinin göz önüne alınarak, sürdürülebilirlik raporu açıklayan şirketlerin ön plana çıkartılması da sürdürülebilir kalkınmanın farkındalığını arttırmaktadır.

Dolayısı ile özellikle Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından her yıl faaliyet raporları talep edilen Ar-Ge Merkezleri'nden sürdürülebilirlik raporu istenerek hali hazırda 2024 itibariyle 1.327 şirket verisi ile yıllara sari güzel bir araştırma elde edilebilir.

Kaynakça

WCED, S. W. S. (1987). World commission on environment and development. *Our common future*, 17(1), 1-91.

(UN, 2015). United Nations (UN). (2015). Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations

Cf, O. D. D. S. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. *United Nations: New York, NY, USA*.

Sürdürülebilir Kalkınma İçin Küresel Amaçlar [United Nations](https://www.kureselamaclar.org/) - <https://www.kureselamaclar.org/>

Tiltay, M. A., Öz, M., & Tepe, M. E. (2021). Sürdürülebilir kalkınma amaçları bağlamında kurumsal sosyal sorumluluk uygulamaları: Türkiye’de mevcut durum ve eğilimler. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 351-372.

<https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>

WCED, S. W. S. (1987). World commission on environment and development. *Our common future*, 17(1), 1-91.

<https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>

Tokgöz, N., & Önce, S. (2009). Şirket sürdürülebilirliği: Geleneksel yönetim anlayışına alternatif. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 249-275.

Barutçugil, İ. S. (1981). Sistem analizi ve işletme yönetiminde sistem yaklaşımı. *Bursa Üniversitesi İktisadi ve Sosyal Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(1), 71-86.

Ünal, T., & Seçilmiş, N. (2013). Ar-Ge göstergeleri açısından Türkiye ve gelişmiş ülkelerle kıyaslaması. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 1(1), 12-25.

KOCAMIŞ, T. U., & Güngör, A. (2014). Türkiye’de Ar-Ge Harcamaları ve Teknoloji Sektöründe Ar-Ge Giderlerinin Karlılık Üzerine Etkisi: Borsa İstanbul Uygulaması. *Maliye Dergisi, Haziran*, 166, 127-138.

Dereli, D. D., & Salğar, U. (2019). AR-GE HARCAMALARI İLE BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ: TÜRKİYE ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME. *Journal of Life Economics*, 6(3), 345-360.

Leifer, R., & Triscari, T. (1987). Research versus development: differences and similarities. *IEEE Transactions on Engineering Management*, (2), 71-78.

Meriç, A. R. Z. U., & Karaca, H. A. L. İ. M. E. (2023). Ar-Ge Harcamalarının Muhasebeleştirilmesi Sanayi İşletmesi Örneği.

Bolayır, S., & Eroğlu, İ. (2024). TÜRKİYE’DE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA. *Sakarya İktisat Dergisi*, 13(1), 1-22.

Salihoğlu, E. (2020). Sürdürülebilir Kalkınma. Ş. Karaca (Ed.), *Farklı Disiplinlerde Sürdürülebilirlik içinde* (s. 1–21). Nobel Akademik Yayıncılık.

Yılmaz, R. F. (2011). Sürdürülebilir Kalkınmanın Ölçülmesi ve Türkiye İçin Yöntem Geliştirilmesi. (DPT Uzmanlık Tezi). Ankara.

Ozmehmet, E. (2008). Dünyada ve Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 3(12), 1853-1876.

Ada, A. A. (2011). Kümeleme Analizi İle AB Ülkeleri Ve Türkiye'nin Sürdürülebilir Kalkınma Açısından Değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (29).

Sezer, Ö. (2007). Küresel Konferanslar ve Çevre Sorunları: Çevre Kalkınma ve Etik Açısından Eleştirel Bir Değerlendirme.

TÜRKİYE CUMHURİYETİ CUMHURBAŞKANLIĞI STRATEJİ VE BÜTÇE BAŞKANLIĞI ON BİRİNCİ KALKINMA PLANI (2019-2023) <http://www.surdurulebilirkalkinma.gov.tr/wp-content/uploads/2020/10/On-Birinci-Kalkinma-Plani.pdf>

TÜİK Sürdürülebilir Kalkınma Göstergeleri, 2010-2018 <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Surdurulebilir-Kalkinma-Gostergeleri-2010-2018-33847>

TÜİK Sürdürülebilir Kalkınma Göstergeleri, 2010-2019 <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Surdurulebilir-Kalkinma-Gostergeleri-2010-2019-37194>

Once, S., Onay, A., & Yesilcelebi, G. (2015). Corporate sustainability reporting and situation in Turkey. *Journal of Economics Finance and Accounting*, 2(2).

BÖLÜM IV

Üretim Tesislerinde Verimlilik ve Verimlilik Artışına Yönelik Uygulamalar

N.Bera CERAN DİNAR

Giriş

Üretim tesislerinde verimlilik, işletmelerin rekabet gücünü artıran en önemli faktörlerden biridir. Verimlilik, kaynakların etkin bir şekilde kullanılarak maksimum çıktı elde edilmesi olarak tanımlanabilir. Gelişen teknoloji, artan rekabet ve değişen pazar koşulları, üretim tesislerinin verimliliğini artırmak için yenilikçi uygulamalara yönelmesini zorunlu kılmaktadır.

Verimliliği arttırmaya yönelik teknikler ise; teknoloji esaslı teknikler, makine esaslı teknikler, iş esaslı teknikler, kalite esaslı teknikler, personel esaslı teknikler ve yönetim esaslı tekniklerden oluşmaktadır.

Verimlilik tüm alanlarda vazgeçilmez bir olgudur, verimlilik artışını sağlayamayan işletmeler rakiplerine karşı rekabet olanakları

tamamen yitirirler. Verimlilik önündeki engellerin kaldırılması için üretim tesisindeki verimlilik önündeki engellerin doğru tespit edilmesi ve en uygun yöntem/yöntemlerin belirlenmesi gerekmektedir.

Verimliliği engelleyen çeşitli etmenler vardır. Bu etmenler genellikle; düşük teknolojik yapı, kötü üretim planlaması, Ar-Ge'ye ayrılan kaynakların azlığı, yetersiz beşeri sermaye düzeyi, eğitim ve mesleki eğitim sisteminin yetersizliği, bürokratik engeller, kişi başına sabit sermaye stokunun azlığı, teknolojiye dışa bağımlılık, kaynakların yanlış koordinasyonu ve üretim sistemindeki esnekliğin zayıf olması olarak belirtilmiştir.

Günümüz koşullarında üretim tesislerinin verimliliğini engelleyen sebeplere karşı geliştirilen yöntemler ve bu yöntemlerin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Bu makalede, üretim tesislerinde verimliliği artırmaya yönelik çeşitli uygulamalar ve stratejiler ele alınacak olup verimlilik etmenleri çok Kriterli karar verme yöntemiyle incelenmiştir.

İşletmeler Açısından Verimliliğin Önemi

İşletmelerde verimliliğe, üretim sürecinde kullanılan sermaye, hammadde ve malzeme, işgücü, arazi, bina, makine, donanım ve enerji gibi kaynakların ne ölçüde etken kullanıldığını belirleyen bir gösterge olarak bakılmaktadır. Her girdinin tek başına ya da diğer girdilerle artırılıp azaltılması üretim düzeyi üzerinde etkili olmaktadır. Bu amaçla bir yandan üretim süreçleri geliştirilirken, diğer yandan verimlilik oranları işletmeler arası karşılaştırmalarda önemli bir araç olmaktadır.

Kurosavva'ya göre yönetimin diğer faaliyetleri, örneğin üretim yönetimi, personel yönetimi, finansal yönetim, pazarlama vb. gibi özel verimlilik kavramları yoktur. İşletme düzeyinde verimlilik kavramı tüm yönetsel faaliyetlerin temeli olan bir ilkedir ve işletme faaliyetlerini verimli olarak nasıl yönetmek gerektiğine ilişkin bir felsefe olarak anlaşılmalıdır. (Krosavva, 1991; 70)

Verimliliğin işletme boyutu açısından taşıdığı önemi şöyle gruplandırabiliriz:

- **Stratejik Amaç:** İşletmenin genel performansını ölçmek, bunu rakip ve benzer işletmelerle karşılatırmak ve işletme stratejisini saptamak için.
- **Taktik Amaç:** İşletme performansını işletme birimleri düzeyinde kontrol etmek ve geliştirmek için.
- **Planlama Amacı:** eşitli girdilerin veya aynı girdinin değişik oranlarda kullanımı ile sağlanacak göreli yararların karşılaştırılması için (girdi kaynaklarının yüksek verimini sağlamak için). Ölçümlerde sağlanan bilgilerle, üretim kapasitesinin, çıktı tahminlerinin, kaynak gereksinimlerinin dolayısıyla maliyet tahminlerinin ve bütçelerin işletme amaçlarına uygun olarak yapılabilmesi sağlanmış olur.
- **İ Yönetim Amaçları:** İşçi-İşveren ilişkilerini düzenlemek, çalışma yaşamını iyileştirmek için.

Verimlilik artışları, işletme düzeyinde daha iyi kalite, daha düşük maliyetle, daha çok üretim ve daha çok gelir ve kar demektir. Verimli bir yönetim ve çalışma ile sağlanacak olan bu yararların,

yönetim ve çalışanlar tarafından paylaşılacak olması doğaldır. Yöneticiler ve çalışanlar verimlilik artışlarından kaynaklanan maliyet azalmalarının karşılığını, kar ve ücret artışları olarak dengeli bir biçimde paylaştıklarında ve bu paydan sabit yada daha düşük fiyatlarla müşterilerde yararlandıklarında verimliliğin olumlu sonuçları tüm ülke düzeyinde hissedilmektedir.

Verimliliği arttırmak demek girdileri tam, doğru ve etkin kullanmak demektir. Doğru işleri doğru zaman ve zeminde, doğru biçimde yapmak demektir. Bu yapılmadığında üretim, istihdam, verim ve verimlilik kayıpları büyük olmakta, bu da firmaların toplumların, ülkelerin gelişme yarışında daha gerilerde kalmasına neden olmaktadır. (Suiçmez, 2002)

Üretim Tesislerinde Verimlilik Ölçümleri Ve Karşılaşılan Sorunlar

Verimliliğin ölçülmesi, verimliliği iyileştirmenin temelidir. Verimlilik ölçümü üretim tesisinin mevcut durumunu görmek için yapılabileceği gibi, aynı iş kolundaki benzer işletmelere göre durumunu kıyaslamak üzere de yapılabilir.

Verimlilik ölçümlerini yapmadan önce üretim tesislerinde süreç analizleri yapılarak mevcut durumun gözlenmesi ve kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir.

Hangi düzeyde ve hangi amaçla olursa olsun verimliliği ölçmek, verimlilik yönetiminin ilk adımıdır. Verimliliği ölçmeden yönetmek ve iyileştirmek olanaklı değildir. (Atan, 2005;6)

Waini'ye göre işletmenin durumunu ortaya koymak için, Ortalama işgücü maliyeti, işgücü verimliliği, katma değer marjı, sermaye verimliliği, sermaye yoğunluğu, varlıklar devir hızı, katma

değerde işgücünün payı, sermaye payı ve karlılık gibi iç içe geçmiş birbirini etkileyen göstergelere bakmak gerekir.(Verimliliği artırıcı Teknikler ve Yaklaşımlar Dizisi, 2005, MPM 7.kitap;11) Verimlilik ölçümünün işletme yönetiminde özel bir rolü vardır. Genel olarak verimlilik ölçümü, işletme ve yönetimin çeşitli faaliyetlerinin toplu değerlendirme indekslerini üretmek için tasarımılanmış bir işlemdir. Bu nedenle üretim tesislerinde verimlilik ölçümlerinden şu roller beklenir:

- Üretimin faaliyetlerinin performansının değerlendirilmesi
- Sistemin tüm davranışlarının ve nedenlerinin analizi
- Üretim tesisinin stratejik faktörlerinin tahmini ve planlaması(Örneğin, işgücü talebi, teknik gelişme, operasyon hızı, birim maliyet ve fiyat, ücret oranları ve karlar gibi işletmenin toplam verimliliğini oluşturan tüm faktörler.)

Verimlilik ölçümleri ile bir üretim tesisinde işlerin ne kadar iyi yapıldığını, beklenen sonuçlara ne düzeyde ulaşıldığı, gerçekleştirilen işlerin amaçlara katkısının olup olmadığı, temel ilkelerden sapma olup olmadığı, doğru yönde ve iyiye gidip gitmediği öğrenilebilir. Ölçümlerden sağlanan bu bilgiler tüm çalışanların davranışını yönlendiren ve yöneten araçlardır.

Klasik anlayışa göre verimlilik ölçümünün en belirgin amacı kontroldür. Verimlilik ölçümü üretim tesisinde planlama karar verme, sorun çözme, geliştirme güdüleme ve hatta liderlik alanlarında yönetime bilgi sağlayan önemli bir destek hizmetidir.

Günümüzde yönetimin temel dayanağı işletmede mevcut bilgi kaynağıdır. Yönetim tüm yönetsel karar verme ve uygulamaları denetleme görevlerini yürütürken bilgilere dolayısıyla ölçümlere bağımlıdır. Sağlıklı ölçümler karar ve uygulamalarla ilgili neden-sonuçları ortaya koyabildiği için kararların uygunluğu ve doğruluğunu önemli düzeyde etkileyebilmektedir. Ancak ölçümler tek başına yeterli değildir, ölçüm sonuçları bilgiye dönüştürülmeli ve bu bilgiler sürekli ve düzenli olarak yönetime sunulmalıdır. Verimlilik ölçümü üretim tesislerinde sorunlu, ilgi gerektiren alanları ve verimliliğin önündeki engelleri ortaya koyar, buralarda gelişme olanaklarına dikkat çeker.

Verimlilik önündeki engeller;

- **Düşük Teknolojik Yapı:** Üretimde kullanılacak olan düşük teknoloji yapısını ifade etmektedir.
- **Kötü Üretim Planlaması:** Genel olarak kötü kalite ve uzun imalat süresini ifade eder.
- **Ar-Ge'ye Ayrılan Kaynakların Azlığı:** Araştırma-geliştirme faaliyetlerine ayrılan kaynakların azlığını ifade eder.
- **Yetersiz Beşeri Sermaye Düzeyi:** Genel olarak bir toplumun sahip olduğu nitelikli işgücüdür.
- **Eğitim ve Mesleki Eğitim Sisteminin Yetersizliği:** Ülke genelindeki eğitim ve mesleki eğitim sisteminin düzeyini belirtir.
- **Kaynakların Yanlış Koordinasyonu:** İşletme içerisindeki kaynakların yanlış koordine edilmesidir.

- **Kişi Başına Sabit Sermaye Stoğunun Azlığı:** İşletmenin sahip olduğu toplam fiziki sermaye miktarıdır.
- **Teknolojide Dışa Bağımlılık:** Ülkenin teknolojide dışa bağımlılığını ifade eden bir kavramdır.
- **Üretim Sistemlerindeki Esnekliğin Zayıf Olması:** Gerçekleşen talep ve çevre şartlarına üretim sistemlerinin uyabilme yeteneğini ifade eder.
- **Bürokratik Engeller:** Genel olarak ülkedeki hiyerarşik düzen hatası olarak tanımlanabilir.

Bu engeller, iyileştirme yapılacak süreç analizini yaparken verimliliğin arttırılacağı noktayı tespit etmek ve kriter ağırlığına göre uygulamaya başlamak için önem taşımaktadır.

Verimlilik Önündeki Engellerin Değerlendirilmesi Ve Verimlilik Arttırıcı Tekniklerin Sıralanmasına Yönelik Bir Uygulama

Bu bölümde iki aşamalı Çok Kriterli Karar Verme Yönetimi Kullanılmıştır. Kriter ağırlıkları AHP ile belirlenmiş ve belirlenen ağırlıklar kullanılarak kriter sıralamasının elde edildiği ikinci aşamada ise TOPSIS tekniğinden yararlanılmıştır. Bu bölümde verimlilik önündeki engellerin değerlendirilmesi ve verimlilik arttırıcı tekniklerin sıralanmasında kullanılan AHP ve TOPSIS Yöntemleri anlatılmıştır.

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Thomas L. Saaty tarafından 1977 yılında geliştirilen AHP; karmaşık problemlerin çözümünde yaygın olarak kullanılan Çok

Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemidir. Bu yöntem birçok seçenek içerisinde karar vericinin belirlediği ölçütler çerçevesinde karar seçeneklerini önem sırasına göre sıralayan bir yöntemdir (Özbek ve Eren, 2012).

AHP yönteminin adımları ise aşağıda verilmiştir.

Adım 1: Karar probleminin tanımlandığı aşamadır. Karar için gerekli olan ölçütler belirlenerek, ölçüt öncelikleri tespit edilir.

Adım 2: Hiyerarşik yapı oluşturulur.

En üstte ulaşılması gereken temel hedef yer alır. Onun altında ise temel ölçütler ve alt ölçütler bulunur. Hiyerarşinin en altında ise alternatifler yer almaktadır. Hiyerarşinin aşama sayısı, problemin karmaşıklığına ve detay derecesine bağlıdır. Hiyerarşi oluşturulurken, aynı düzlemde yer alan seçeneklerin birbirlerinden tamamen bağımsız olduğu kabul edilir.

Adım 3: Kriterler arası karşılaştırma matrisi oluşturulur.

1 ile 9 arasında değerler alan bir önem derecesi ölçeği kullanılarak, önce temel ölçütler, varsa

alt ölçütler ve son olarak tüm ölçütlerin dikkate alınarak ölçütlere göre karar seçeneklerinin karşılaştırıldığı matrisler oluşturulur. Karşılaştırma matrisleri köşegen elemanları 1 olan bir kare matristir.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} = 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} = 1/a_{1n} & a_{n2} = 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

a_{ij} , i. ölçüt ile j. ölçütün ikili karşılaştırma değeri olup, a_{ij} değeri $1/a_{ij}$ den elde edilir. Bu özelliğe, karşılık olma özelliği denir. a_{ij} değeri, “Ölçüt i değeri bir başka ölçüt j ye göre ne oranda tercih edilmelidir?” sorusunun cevabıdır. Karar seçenekleri her bir ölçüte göre ayrı ayrı karşılaştırılır. Karar matrisleri, aşağıda Saaty tarafından önerilmiş olan 1-9 karşılaştırma ölçeği kullanılarak oluşturulur.

İkili karşılaştırmalar, ise AHP Yönteminin en önemli aşamasıdır. İkili karşılaştırmaları elde etmek için göreceli ölçüm değerleri kullanılır. Bu kapsamda AHP ölçeği önem dereceleri çizelgesi aşağıda verilmiştir (Vaidya ve Kumar, 2006).

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	Her iki faktör aynı öneme sahiptir.
3	Orta derece önemli	Tecrübe ve yargılara göre bir faktör diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli derecede önemli	Bir faktör diğerinden kuvvetle daha önemlidir.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle daha önemlidir.
9	Mutlak derecede önemli	Faktörlerden biri diğerine göre çok yüksek derecede önemlidir.
2, 4, 6, 8	Ara değerler	İki faktör arasındaki tercihte yukarıdaki açıklamalarda bulunan derecelerin ara değerleridir.

Çizelge 1. AHP Ölçeği Önem Dereceleri Çizelgesi

*Selçuk KORUCUK, Dr. Öğr. Üyesi, Giresun Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler
Yüksekokulu. ORCID: 0000-0003-2471-1950*

Adım 4: Kriterlerin yüzde önem dağılımları belirlenir.

Kriterlerin yüzde önem dağılımlarını belirlemek için, karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılır ve n sayıda ve n bileşenli B sütun vektörü oluşturulur. B sütun vektörlerinin hesaplanmasında Denklem (1)'den yararlanılır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (1)$$

n sayıda B sütun vektörü, bir matris formatında bir araya getirildiğinde ise aşağıda gösterilen C matrisi elde edilir.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix}$$

C matrisinden yararlanılarak, kriterlerin birbirlerine göre önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları elde edilebilir. Bunun için Denklem (2)'de gösterildiği gibi C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınır ve Öncelik Vektörü olarak adlandırılan W sütun vektörü elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (2)$$

Adım 5: Kriter karşılaştırmalarındaki tutarlılık ölçülür.

AHP kendi içinde her ne kadar tutarlı bir sistematığe sahip olsa da, sonuçların gerçekçiliği, doğal olarak, karar vericinin kriterler arasında yaptığı birebir karşılaştırmalardaki tutarlılığa bağlı

olacaktır. AHP, elde edilen Tutarlılık Oranı (CR) ile bulunan öncelik vektörünün ve dolayısıyla kriterler arasında yapılan birebir karşılaştırmaların tutarlılığının test edilebilmesi imkânını sağlamaktadır. Sadece AHP'nin kullanıldığı bir çalışmada hem kriterler, hem de alternatifler 7 ± 2 kuralına (bu kural Saaty ve Özdemir (2003) tarafından ayrıntılı olarak açıklanmıştır) uygun olmak zorundadır. Aksi takdirde tutarsızlığa yol açar ve kurulan AHP modelinin nihai tutarsızlık oranları 0,10'dan büyük sonuçlar verir. CR hesaplamasının özünü, kriter sayısı ile Temel Değer adı verilen (λ) bir katsayının karşılaştırılması oluşturur. λ 'nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü elde edilir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix}$$

Denklem (3)'de tanımlandığı gibi, bulunan D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme kriterine ilişkin temel değer (E) elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması Denklem (4) ise karşılaştırmaya ilişkin temel değeri (λ) verir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (4)$$

λ hesaplandıktan sonra Tutarlılık Göstergesi (CI), Denklem (5)'den yararlanılarak hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (5)$$

Son aşamada ise CI, Random Gösterge (RI) olarak adlandırılan Standart Düzeltme Değerine bölünerek (Denklem (6)) CR değeri elde edilir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (6)$$

Hesaplanan CR değerinin 0,10'dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. CR değerinin 0,10'dan büyük olması ya AHP'deki bir hesaplama hatasını ya da karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını gösterir.

TOPSIS

Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen yöntem, çözüm seçeneğinin ideal çözüme en yakın mesafe ve negatif-ideal çözüme en uzak mesafe düşüncesinden hareketle oluşturulmuştur (Monjezi vd., 2010). Bu yöntemin uygulama aşamaları ise aşağıda verilmiştir (Peters ve Zelewski, 2007; Timor, 2011; Monjezi vd., 2012; Sarı ve Timor, 2015).

Adım 1: Karar Matrisinin oluşturulması

Karar matrisinde satırlar alternatifleri, sütunlar ise kriterleri gösterir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Adım 2: Standart Karar Matrisinin oluşturulması

Standart Karar Matrisi, A matrisinin elemanlarından yararlanarak ve aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}}$$

R matrisi aşağıdaki gibi elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r'_{11} & r'_{12} & \dots & r'_{1n} \\ r'_{21} & r'_{22} & \dots & r'_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ r'_{m1} & r'_{m2} & \dots & r'_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 3. Ağırlıklandırılmış Standart Karar Matrisinin oluşturulması

Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) oluşturulması

Öncelikle değerlendirme faktörlerine ilişkin ağırlık değerleri (w_i) belirlenir ($\sum_{i=1}^n w_i = 1$).

Daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili w_i değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulur. V Matrisi aşağıda gösterilmiştir:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 4: İdeal (A^+) ve Negatif İdeal (A^-) çözümlerinin oluşturulması

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} \mid j \in J), (\min_i v_{ij} \mid j \in J') \right\} \quad (9)$$

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} \mid j \in J), (\max_i v_{ij} \mid j \in J') \right\} \quad (10)$$

Adım 5: Ayrım ölçülerinin hesaplanması

TOPSIS’de her bir seçenek A_i için ideal ayrım Si^+ ve negatif ideal ayrımı Si^- olarak iki ayrı ölçü ortaya çıkmaktadır. J seçeneğinin ideal ayrıma uzaklığı Si^+ (11) numaralı ve negatif ideal ayrıma uzaklığı Si^- (12) numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanır. Bu hesaplamada Öklid Uzaklık Yaklaşımından yararlanılmaktadır.

Adım 6: Her bir alternatifin göreceli puanı yakınlık katsayılarının hesaplanması ile bulunur.

$$C_j^+ = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}, \quad 1 \geq C_i^+ \geq (13)$$

Elde edilen yakınlık katsayılarının (C_i^+) değerlerine göre alternatifler sıralanır. Yakınlık katsayısı 0 ile 1 arasında değer alır. Değerlendirilen alternatifler arasında yakınlık katsayısı en yüksek olan en iyi olarak kabul edilir.

Şekil.1. AHP-TOPSIS Uygulama Aşamaları



İki Aşamalı Çok Kriterli Karar Modeli Uygulaması

Şekil 1’de verilen modelde AHP-TOPSIS Değerlendirme Modeli adımları uygulanmıştır. Modele göre; öncelikle uzman görüşleri ve literatür taramasından faydalanılarak verimliliğin önündeki engellere ilişkin kriterler belirlenmiştir.

Belirlenen kriterler eşit öneme sahip olmadığından kriterlerin ağırlıklandırılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu kapsamda AHP tekniği ile üretim işletmelerinde verimliliğin önündeki engeller ağırlıklandırılmıştır. Ağırlıklandırılmış kriterler kullanılarak da TOPSIS Yöntemi ile en iyi verimlilik sağlayan teknikler sıralanmıştır.

Çizelge 2’de karar kriterleri belirtilmiştir. (Korucuk, 2008).

Çizelge 2. Karar Kriterleri

Kriterler	Kaynak	Açıklama
Düşük Teknolojik Yapı (K ₁)	Uzman Görüşleri	Üretimde kullanılacak olan düşük teknoloji yapısını ifade etmektedir.
Kötü Üretim Planlaması (K ₂)	Tanrıtanır (1992); Hadjimanolis (2003); Sanna-Randoccip ve Savona (2006); Kobu (2008)	Genel olarak kötü kalite ve uzun imalat süresini ifade eder.
Ar-Ge'ye Ayrılan Kaynakların Azlığı (K ₃)	Rogers, (1998); Niyaz ve Demirbaş, (2011); Özücü vd, (2011); Cordeiro ve Vieira, (2012); Dinçer ve Demir, (2016).	Araştırma-geliştirme faaliyetlerine ayrılan kaynakların azlığını ifade eder.
Yetersiz Beşeri Sermaye Düzeyi (K ₄)	Athanassopoulos vd. (1999); Gruca ve Narth (2001); Kaufman ve Tödtling (2002); Tavstiga ve Birscholl, (2007); Nassar ve Faloye, (2015)	Genel olarak bir toplumun sahip olduğu nitelikli işgücüdür.
Eğitim ve Mesleki Eğitim Sisteminin Yetersizliği (K ₅)	Golia,ve Legros, (2004); Tiwari, ve Buse, (2007); Nassar, ve Faloye, (2015).	Ülke genelindeki eğitim ve mesleki eğitim sisteminin düzeyini belirtir.
Kaynakların Yanlış Koordinasyonu (K ₆)	Hadjimanolis, (2003); Uzman Görüşleri	İşletme içerisindeki kaynakların yanlış koordine edilmesidir.
Kişi Başına Sabit Sermaye Stoğunun Azlığı (K ₇)	Acs, ve Auresh, (1990); Comtesse, Hadkinson, Krug, (2002); Golia ve Legros, (2004); Cordeiro ve Vieira, (2012)	İşletmenin sahip olduğu toplam fiziki sermaye miktarıdır.
Teknolojide Dışa Bağımlılık (K ₈)	Kamalian, Rashki, Arbabi, (2011); Demirel ve Tohum, (2017)	Ülkenin teknolojiye dışa bağımlılığını ifade eden bir kavramdır.
Üretim Sistemlerindeki Esnekliğin Zayıf Olması (K ₉)	Uzman Görüşleri	Gerçekleşen talep ve çevre şartlarına üretim sistemlerinin uyabilme yeteneğini ifade eder.
Bürokratik Engeller (K ₁₀)	Piatier, (1984); Alinaitwe, vd., (2007)	Genel olarak ülkedeki hiyerarşik düzen hatası olarak tanımlanabilir.

*Selçuk KORUCUK, Dr. Öğr. Üyesi, Giresun Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler
Yüksekokulu. ORCID: 0000-0003-2471-1950*

Çizelge 3’de ise verim artırıcı yöntemlere ilişkin alternatifler verilmiştir (Karacaer, 1998; Hensher; 2001; Kanat ve Güner, 2007; Caballer, vd., 2010; Krajevski, 2014).

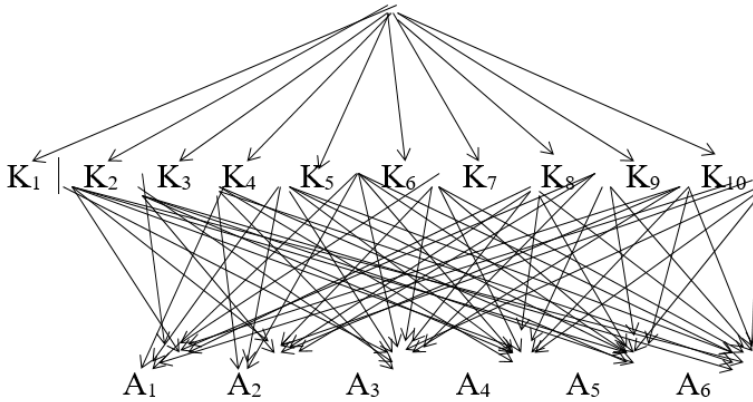
Çizelge 3. Verim Artırıcı Teknikler

Alternatifler	Verim Artırıcı Teknikler	Açıklama
A ₁	Teknoloji Esaslı Teknikler	Üretim süreçlerinde teknolojik yöntemler kullanılarak problem ve gereksinimlerin tanımlanması ile üretim süreçlerindeki verimliliğin artırılmasındaki tekniklerdir.
A ₂	Malzeme Esaslı Teknikler	Fiziksel ve mekanik özelliklerde üretim süreçlerinde kullanılan malzemelerin verimliliğini ve etkinliğini artıracak koşulda ve şartta olmaları olarak ifade edilebilir.
A ₃	Personel Esaslı Teknikler	Personelin uzmanlaşmasının sağlanması ve sürekli eğitim çalışmaları ile en üst düzeyde üretim süreçlerinde verim alınması için uygulanan çalışmalardır.
A ₄	İş Esaslı Teknikler	Alınan iş emirleri doğrultusunda üretim süreçlerindeki verimliliğin sağlanması ve müşteri memnuniyetini artırmaya yönelik uygulamalar olarak ifade edilebilir.
A ₅	Kalite Esaslı Teknikler	Üretim süreçlerinde daha yüksek üretim kalitesini sağlamaya yönelik çalışmalar ve uygulamalara yönelik geliştirilen verim artırıcı tekniklerdir.
A ₆	Yönetim Esaslı Teknikler	Yönetim sistemleri uygulamaları ile üretim süreçlerinin bütünleştirilmesi için yapılan çalışmalar, uygulamalar ve değerlendirmelere yönelik geliştirilen verim artırıcı teknikler olarak tanımlanabilir.

Kriterlerin Ağırlıklandırılması

AHP tekniğinden yararlanılarak yapılan bu aşamada kriterlerin değerlendirilmesi için İkili Karşılaştırma Anketi oluşturulmuştur. Konunun paydaşları olan üretim işletmelerinde 17 uzmana anket sunulmuştur. Çizelge 1’de verilen AHP Önem Ölçeğine göre İkili Karşılaştırma Matrisi oluşturulmuş, bu matrisler yardımıyla kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış ve Çizelge 4’de sunulmuştur. Bu doğrultuda ikili karşılaştırma matrisinin Tutarlılık Analizi yapılmış, CR değeri 0,096 olarak tespit edilmiştir. CR ’nin 0,10’dan küçük olması ise matris karşılaştırmalar sonucunun tutarlı olduğunun göstergesidir.

En İyi Verimlilik Artırıcı Yöntemin Seçilmesi



Şekil 2. Hiyerarşik Yapı

Ai	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀
K ₁	1	3	3	5	5	5	5	5	7	7
K ₂	1/3	1	3	3	5	3	3	1/3	5	5
K ₃	1/3	1/3	1	3	3	3	3	1/3	3	5
K ₄	1/5	1/3	1/3	1	3	1/3	3	1/3	3	3
K ₅	1/5	1/5	1/3	1/3	1	1/3	3	1/5	3	3
K ₆	1/5	1/3	1/3	3	3	1	3	1/5	3	5
K ₇	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1/5	1/3	3
K ₈	1/5	3	3	3	5	5	5	1	3	9
K ₉	1/7	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3	1	3
K ₁₀	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1/5	1/3	1/9	1/3	1

Çizelge 4. Kriterlere Ait Ağırlık Değerleri

Karar matrisi Çizelge 4'te verilmiştir ve $A_{21} \rightarrow 1/A_{12}$ hesabıyla matris tamamlanmıştır.

Örn: A_{81} değeri $1/A_{18}$, A_{61} değeri $1/A_{16}$, A_{32} değeri $1/A_{23}$ şeklinde matris oluşturdu.

Çizelge 5. Standart Karar Matrisinin Hesaplanması

Sütun Toplam	2,95	8,9	11,8	19,3	26,00	18,53	29,33	8,04	28,67	44,00			
Ai'	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	Satır Toplam	W	Kriter Önemi
K ₁	1/3	1/3	1/4	1/4	1/5	1/4	1/6	5/8	1/4	1/6	2,84	0,28	28%
K ₂	1/9	1/9	1/4	1/6	1/5	1/6	1/9	0	1/6	1/9	1,42	0,14	14%
K ₃	1/9	0	0	1/6	1/9	1/6	1/9	0	1/9	1/9	1,03	0,10	10%
K ₄	0	0	0	0	1/9	0	1/9	0	1/9	0	0,63	0,06	6%
K ₅	0	0	0	0	0	0	1/9	0	1/9	0	0,49	0,05	5%
K ₆	0	0	0	1/6	1/9	0	1/9	0	1/9	1/9	0,80	0,08	8%
K ₇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	0,03	3%
K ₈	0	1/3	1/4	1/6	1/5	1/4	1/6	1/8	1/9	1/5	1,88	0,19	19%
K ₉	0	0	0	0	0	0	1/9	0	0	0	0,39	0,04	4%
K ₁₀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	0,02	2%

Görsel 1. Standart Karar Matrisi Gösterim

Ai	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀
1 K ₁	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1
2 K ₂	1/3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 K ₃	1/3	1/3	1	1	1	1	1	1	1	1
4 K ₄	1/3	1/3	1/3	1	1	1	1	1	1	1
5 K ₅	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1	1	1	1
6 K ₆	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1	1	1
7 K ₇	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1	1
8 K ₈	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1
9 K ₉	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1
10 K ₁₀	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1
11 Sütun Toplamı	2,91	8,91	11,87	18,31	26,09	18,31	29,31	8,04	28,67	44,01
W	0,28	0,14	0,10	0,06	0,05	0,08	0,03	0,19	0,04	0,02

Ai	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	Sütun Toplamı	W	Kriter Önem
K ₁	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2,91	0,28	28%
K ₂	1/3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8,91	0,14	14%
K ₃	1/3	1/3	1	1	1	1	1	1	1	1	11,87	0,10	10%
K ₄	1/3	1/3	1/3	1	1	1	1	1	1	1	18,31	0,06	6%
K ₅	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1	1	1	1	26,09	0,05	5%
K ₆	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1	1	1	18,31	0,08	8%
K ₇	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1	1	29,31	0,03	3%
K ₈	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1	8,04	0,19	19%
K ₉	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	28,67	0,04	4%
K ₁₀	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	44,01	0,02	2%

A'_{11} değeri “ A_{11} /Sütun Toplamından” bulunur.

W (Ağırlık Matrisi) A'_i matrisindeki satır toplamlarının n değerine bölünmesiyle elde edilir.

Kriter	W	Kriter Önemi
K ₁	0,28	28%
K ₂	0,14	14%
K ₃	0,10	10%
K ₄	0,06	6%
K ₅	0,05	5%
K ₆	0,08	8%
K ₇	0,03	3%
K ₈	0,19	19%
K ₉	0,04	4%
K ₁₀	0,02	2%

Çizelge 6. Ağırlık Matrisi

Kriterlerin Önem Sırası= K1 > K8 > K2 > K3 > K6 > K4 > K5 > K9 > K7 > K10 dur.

Yani en önemli kriterin Düşük Teknolojik Yapı olduğu belirlenmiştir.

W' matrisi A_i matrisinin W ağırlık matrisiyle çarpımından elde edilir.

Görsel 2. Sütun Matrisinin Hesaplanması

[illegible]

Görsel 3. λ_{max} Değerinin Hesaplanması

[illegible]

Tutarlık İndeksinin (Consistency Index-CI) değeri 0,147 bulunmuştur.

Random İndeks (Random Index-RI) değeri Çizelge 7'ye göre belirlenir.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,53	1,56	1,57	1,59

Çizelge 7. Random İndeks

RI= 1,49'dur

CI ve RI değerleri belirlendikten sonra Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio-CR) değeri 0,098425394 olarak bulunmuştur.

CR'nin 0.10'dan küçük çıkması durumunda karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğunu ifade eder.

Alternatiflerin Sıralanması

Bu bölümde alternatiflerin sıralanması için TOPSIS Tekniğinden yararlanılmıştır. AHP ile elde edilen kriterlerin ağırlıkları kullanılarak TOPSIS Tekniği ile verimliliği artırma yöntemlerinin yani alternatiflerin sıralanması yapılmıştır. Daha önceden belirlenen karar kriterleri çerçevesinde her bir alternatifin değerlendirilmesi TOPSIS Anketi ile yapılmıştır. Değerlendirme esnasında katılımcılardan her bir alternatife 1-5 (1-en kötü, 5 en iyi) arasında puan vermeleri istenmiştir. Bu kapsamda Karar Matrisi oluşturulmuş ve sonrasında Karar Matrisi normalleştirilmiştir. Daha sonraki aşamada ise AHP ile belirlenen ağırlıklar ile ağırlıklandırılmış normalizasyon matrisi oluşturulmuştur. Ağırlıklandırılmış normalizasyon matrisi ile belirlenen ideal ve negatif ideal çözüm değerleri ise aşağıda sunulmuştur.

$$A^+ = \{0,0139; 0,078; 0,056; 0,028; 0,022; 0,035; 0,016; 0,088; 0,015; 0,010 \}$$

$$A^- = \{0,004; 0,039; 0,034; 0,014; 0,011; 0,017; 0,004; 0,070; 0,007; 0,003 \}$$

Maksimum (Si^+) , minimum (Si^-) ideal noktaya olan uzaklıklar ve yakınlık katsayıları (Ci^+) aşağıda verilmiştir.

$$Si^+ = \{0,333; 0,337; 0,585; 0,453; 0,501; 0,681\}$$

$$Si^- = \{0,542; 0,501; 0,288; 0,386; 0,424; 0,272\}$$

$$Ci^+ = \{0,619; 0,597; 0,329; 0,460; 0,458; 0,285\}$$

Buna göre; verimliliği artırma yöntemleri A1, A2, A4, A5, A3, A6 şeklinde sıralanmıştır.

Verimlilik Göstergeleri

Verimlilik, genellikle çıktı ile girdi arasındaki oran olarak ölçülür. Temel verimlilik göstergeleri arasında;

- **Toplam Ekipman Verimliliği (OEE):** Üretim ekipmanının etkin kullanımını ölçer.
- **Hammadde Kullanım Oranı:** Kullanılan hammadde miktarının üretime katkısını değerlendirir.
- **Çalışan Verimliliği:** Çalışan başına düşen üretim miktarını gösterir.

Bu göstergeler, tesislerin mevcut durumunu anlamak ve iyileştirme alanlarını belirlemek için kritik öneme sahiptir.

Bir üretim sürecinde girdilerin ve ürünlerin çeşitliliğinin çok rastlanan bir durum olması, verimlilik ölçümlerinde çıktı-girdi bileşenlerinin çeşitliliğine dayalı göstergelerin geliştirilmesini gerektirmiştir. Buna göre verimlilik göstergeleri üç grupta toplanmaktadır.

- Toplam verimlilik oranı
- Kısmi (Faktör) verimlilik oranı
- Çok Faktörlü verimlilik oranı

Toplam verimlilik oranı kullanılan tüm üretim kaynaklarının birim miktarına düşen üretim miktarını gösterir. Toplam çıktının toplam girdiye oranıdır. Toplam verimlilik oranı örgütün etkenliğinin en iyi göstergelerindendir. İşgücü verimliliğini arttırmak için ülke ayrıca toplam faktör verimliliğini arttırmak durumundadır.

Toplam Verimlik Oranı

$$= \frac{\text{Toplam Çıktı}}{\text{Toplam Girdi (İşgücü, Sermaye, Enerji, diğer)}}$$

Üretim faaliyeti sonunda elde edilen çıktının bu üretimde kullanılan girdilerden herhangi birine oranlanmasıyla kısmi verimlilik hesaplanmaktadır. Verimlilik analizine konu olan girdiler emek, arazi ve sermaye verimliliği olarak adlandırılmaktadır. Toplam çıktı miktarı net veya brüt olarak anılır ve herhangi bir üretim faktörü ile ilişkilendirildikten sonra elde edilen kısmi verimlilik oranı net veya brüt olarak bir anlam ifade eder. Kısmi verimlilik zaman içerisinde çıktı ünitesi başına belirli girdilerde meydana gelen tasarrufları ölçer. Buna göre zamanla çıktı miktarı başına belirli girdiler kullanılmak suretiyle elde edilen tasarruflar ölçülebilmektedir. (Büyükkılıç, 2007)

Çok Faktörlü verimlilik oranları toplam çıktı ya da çıktının bir bölümü ile girdilerin bir türü yada birkaç çeşit girdi türü arasındaki ilişkileri ölçen oranlardır.

$$\text{Çoklu Verimlik Oranı} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{İşgücü, Malzeme, Enerji}}$$

$$\text{Çoklu Verimlik Oranı} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{İşgücü, Malzeme, Sermaye}}$$

olarak bulunabilir.

Üretim Tesislerinde Verim Arttırma Yöntemleri

Süreç Geliştirme

Üretim süreçlerinin sürekli olarak gözden geçirilmesi ve iyileştirilmesi, verimlilik artışının sağlanmasında önemli bir rol

oynamaktadır. Lean üretim felsefesi, israfı azaltarak değer yaratmaya odaklanır. Bu kapsamda, "değer akışı haritalama" gibi araçlar kullanılarak süreçlerdeki israflar tespit edilip, ortadan kaldırılabilir.

Otomasyon ve Teknoloji Kullanımı

Otomasyon, üretim tesislerinde verimliliği artırmanın en etkili yollarından biridir. Robot teknolojileri, yapay zeka ve nesnelerin interneti (IoT) gibi yenilikçi teknolojiler, üretim süreçlerinin hızını ve doğruluğunu artırarak, insan hatalarını azaltmaktadır. Bu teknolojilerin entegrasyonu, üretim süreçlerinin daha esnek ve daha hızlı hale gelmesini sağlamaktadır.

Çalışan Eğitimi ve Katılımı

Çalışanların eğitimi, verimliliğin artırılması açısından kritik bir unsurdur. Eğitim programları, çalışanların becerilerini geliştirmeye ve süreçlere olan katkılarını artırmaya yönelik olmalıdır. Ayrıca, çalışanların sürece katılımlarını teşvik eden bir kültür oluşturmak, motivasyonu artırarak verimliliği olumlu yönde etkileyebilir.

Bakım Yönetimi

Üretim tesislerinde makinelerin düzenli bakımı, arıza sürelerini minimize eder ve üretim verimliliğini artırır. Toplam ürün bakım (TPM) uygulamaları, ekipmanların ömrünü uzatırken, arızaların önlenmesine yönelik sistematik yaklaşımlar sunar. Bu sayede, üretim sürekliliği sağlanır.

Veri Analizi ve Karar Destek Sistemleri

Büyük veri analitiği, üretim süreçlerinin daha iyi yönetilmesine olanak tanır. Verilerin toplanması, analizi ve yorumlanması, yöneticilere daha bilinçli kararlar alma imkanı sunar. Bu tür sistemler, üretim süreçlerinin optimize edilmesine ve verimliliğin artırılmasına katkı sağlar.

Sonuç

İşletmelerde verimlilik önündeki engellerin belirlenmesi ve en iyi verimlilik artırıcı tekniklerin sıralanması maliyet, performans ve rekabet avantajı gibi faktörler bakımından önemli bir yere sahiptir.

Bu çerçevede çalışmanın amacı; üretim tesislerinde verimlilik önündeki engellerin belirlenmesi ve en iyi verimlilik artırıcı yöntemin sıralanmasıdır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda verimlilik önündeki en önemli engellerin; düşük teknolojik yapı ile teknolojiye dışa bağımlılık ve kötü üretim planlaması en yüksek ağırlığa sahip olan kriterler olurken, bürokratik engeller, kişi başına sabit sermaye stokunun azlığı ile kaynakların yanlış koordinasyonu en düşük ağırlığa sahip kriterler olmuştur. İkinci aşamada verimlilik önündeki engeller için; teknoloji esaslı teknikler (A1), malzeme esaslı teknikler (A2), personel esaslı teknikler (A3), iş esaslı teknikler (A4), kalite esaslı teknikler (A5) ve yönetim esaslı tekniklerden (A6) alternatifler oluşturulmuştur. Ardından TOPSIS Yöntemi ile yapılan sıralamada en iyi verim artırıcı tekniğin teknoloji esaslı teknikler (A1) olduğu tespit edilmiştir. Bu sonucu sırası ile malzeme esaslı teknikler (A2), iş esaslı teknikler (A4), kalite esaslı teknikler (A5), personel esaslı teknikler (A3) ve yönetim esaslı teknikler (A6) izlemiştir.

Bu incelemenin önemli bir bileşeni alternatiflerin sıralanmasının ve nihai karar verici olan uzman değerlendirmelerindeki değişikliklere karşı ne kadar duyarlı olduğunun saptanmasıdır. Bu sebeple bu çalışmada karar vericilerin değerlendirmelerindeki değişikliklere karşı karar kriterlerinin ağırlıklarında oluşabilecek değişikliklere göre alternatiflerin sıralanmasında meydana gelen değişikliklerin ortaya konulması için Duyarlılık Analizi yapılmıştır. Duyarlılık Analizi için çalışmada kullanılan kriterlerin ilk olarak hepsinin aynı ağırlıkta olduğu durum için senaryo kurulmuş ilerleyen aşamalarda ise kriter ağırlık değerleri birbirleri ile yer değiştirerek senaryolar oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen değişim sonucunda elde edilen altı senaryoya göre meydana gelen değişim Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5. Duyarlılık Analizi Sonuçları

Alternatifler	A₁	A₂	A₃	A₄	A₅	A₆
Mevcut Durum	1	2	5	3	4	6
Senaryo 1. Tüm Kriter Ağırlıklarının Eşit Olduğu Durum						
Senaryo Sıralaması	2	5	1	3	4	6
Senaryo 2. En Yüksek Ağırlığa Sahip Kriter İle En Düşük Ağırlığa Sahip Kriterin Yer Değiştirdiği Durum						
Senaryo Sıralaması	6	1	5	3	4	2
Senaryo 3. En Yüksek Ağırlığa Sahip İkinci Kriter İle En Düşük Ağırlığa Sahip İkinci Kriterin Yer Değiştirdiği Durum						

Senaryo Sıralaması	1	2	4	3	4	6
Senaryo 4. En Yüksek Ağırlığa Sahip Üçüncü Kriter İle En Düşük Ağırlığa Sahip Üçüncü Kriterin Yer Değiştirdiği Durum						
Senaryo Sıralaması	1	3	2	5	4	6
Senaryo 5. En Yüksek Ağırlığa Sahip Dördüncü Kriter İle En Düşük Ağırlığa Sahip Dördüncü Kriterin Yer Değiştirdiği Durum						
Senaryo Sıralaması	1	2	5	4	3	6
Senaryo 6. En Yüksek Ağırlığa Sahip Beşinci Kriter İle En Düşük Ağırlığa Sahip Beşinci Kriterin Yer Değiştirdiği Durum						
Senaryo Sıralaması	1	2	4	3	5	6

Yapılan Duyarlılık Analizi ile mevcut durum karşılaştırıldığında; A₁ alternatifinin yapılan 6 senaryonun ikisinde 2. sırada (Senaryo 1 ve Senaryo 2) olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan A₆ alternatifinin tek bir senaryo (Senaryo 2) dışında diğer tüm senaryolarda son sırada yer aldığı belirlenmiştir. Oluşan farklılıkların sebebi olarak nihai karar vericilerin subjektif yargıları gösterilebilir. Ayrıca Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin de bir kısıtı olarak çıkan sonuçların farklılaşması düşünülebilir.

Bu çalışmada konunun tarafları olduğu düşünülen uzmanlar ile görüşülmüş ancak zaman kısıtı nedeniyle bu sayı artırılmamıştır. Öte yandan bu çalışmada ele alınan problem başka alanlarda uygulanabilir.

Kaynakça

Kuruüzüm, A., Atsan, N., (2001), Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları, Akdeniz Üniversitesi İİBF Dergisi, 1, 83-105.

Korucuk S., (2018), Üretim İşletmelerinde Verimliliğin Önündeki Engellerin Ve Verim Artırıcı Tekniklerin Bütünleşik Ahp-Topsis İle Sıralanması: Erzurum İli Örneği, Giresun Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler

Çoban O., (2007), Türk Otomotiv Sanayiinde Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 29, 7-36

Gerşil, M., (2007), APC (Amerikan Verimlilik Merkezi) Çok Faktörlü Verimlilik Ölçme Modeli ve Bir Uygulama, Ege Akademik Bakış 7 (2), 527-542.

Womack, J.P., & Jones, D.T. (2003). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Free Press.

Ohno, T. (1988). Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Productivity Press.

Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Productivity Press.

Bamber, C.J., & Dale, B.G. (2000). "The role of Total Productive Maintenance in improving manufacturing performance," International Journal of Production Research, 38(17), 4081-4092.

Harry, M.J., & Schroeder, R. (2000). Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations. Doubleday.

Pande, P.S., Neuman, R.P., & Cavanagh, R.R. (2000). The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies Are Honing Their Performance. McGraw-Hill.

Westkämper, E. (2015). "Smart manufacturing and Industry 4.0: concepts and applications," Fachhochschule Aalen, Germany.

Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.A. (2015). "A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4

Suiçmez, H. (2002), Verimlilik ve Etkinlik Terimleri (Tarihsel Bakış) , Mülkiye Cilt 26, Sayı 234, sayfa 169-183

BÖLÜM V

Verimlilik ve Sürekliliğin Anahtarı Toplam Üretken Bakım (Tpm)

N. Bera CERAN DİNAR
Esra BOZDEMİR
Aden GÜNSÜREN

Giriş

İlk olarak Japonya’da, özellikle Toyota Motor Company tarafından 1970’lerde uygulanmaya başlanmıştır. TPM, işletmelerde tüm çalışanların bakım süreçlerine aktif katılımını teşvik eder ve makinelerin bakımından operatörlerin sorumlu olmasını sağlar.

TPM’in temel ilkeleri arasında kendi kendine bakım, önleyici bakım, çalışan eğitimi, sürekli iyileştirme ve kapsayıcı bakım yer alır. Bu ilkeler, işletmelerin verimliliğini artırmanın yanı sıra maliyetleri düşürme, kaliteyi iyileştirme ve çalışan memnuniyetini artırma gibi önemli avantajlar sunar.

TPM'in etkin kullanımı, arıza sürelerini azaltarak, üretim hızını artırır. Örneklerle gösterildiği gibi, TPM uygulamaları sayesinde birçok şirket, üretim süreçlerinde önemli iyileşmeler elde etmiştir. Örneğin, bir üretim tesisinde duruş sürelerinin azaltılması, günlük üretimde %7.2 gibi bir artış sağlamıştır.

TPM, modern üretim sistemlerinin vazgeçilmez bir unsuru olarak, sürdürülebilir bir büyüme ve rekabet avantajı elde etmek isteyen işletmeler için kritik bir yaklaşımdır.

Toplam Üretken Bakım (TPM), üretim süreçlerinin etkinliğini artırmak ve makine arızalarını minimize etmek amacıyla geliştirilen bir yönetim felsefesidir. Toplam Üretken Bakım (TPM), üretim süreçlerinde verimliliği artırmak için sistematik bir yaklaşım sunar. TPM uygulamaları, makinelerin performansını artırarak, üretim süreçlerini daha etkin hale getirir. Bu makalede TPM'in tanımı, ilkeleri, uygulama aşamaları ve avantajları ve verimlilik üzerine olan etkisi matematiksel bir örnekle ele alınacaktır.

Araştırma ve Bulgular

TPM'in Tanımı ve Tarihçesi

TPM, toplam verimliliği artırmak amacıyla bakım süreçlerinin optimize edilmesini hedefleyen bir yönetim yaklaşımıdır. TPM'in temelleri, makine bakımını sadece arıza sonrası onarım olarak değil, süreçlerin başlangıcından itibaren makine verimliliğini artırmak için sürekli bir faaliyet olarak ele alır. Japon otomotiv devi Toyota ve Nissan, TPM ilkelerini başarıyla uygulayan ve üretim hatlarında dikkat çekici iyileşmeler sağlayan erken örneklerdir.

TPM ve Endüstriyel Performans

Literatür, TPM'in endüstriyel işletmelerde uygulandığında üretim süreçlerinin hızlandığını, makine arıza oranlarının düştüğünü ve dolayısıyla işletme karlılığının arttığını ortaya koymaktadır. TPM uygulamaları, işletmelerde yüksek seviyede ekipman etkinliği, düşük arıza oranları ve artan iş gücü memnuniyeti gibi olumlu sonuçlar doğurmuştur.

TPM'in İlkeleri

TPM, sekiz ana ilkeye dayanır:

1. **Kapsayıcı Bakım:** Tüm çalışanlar bakım sürecine katılmalıdır.
2. **Hedef Belirleme:** Bakım hedefleri net bir şekilde tanımlanmalı ve izlenmelidir.
3. **Kendi Kendine Bakım:** Operatörler, makinelerinin bakımından sorumlu olmalıdır.
4. **Eğitim ve Gelişim:** Çalışanlara bakım konusunda sürekli eğitim verilmelidir.
5. **Önleyici Bakım:** Arızaların önlenmesi amacıyla düzenli bakım faaliyetleri yapılmalıdır.
6. **Verimlilik Artışı:** Üretim süreçlerinin sürekli olarak iyileştirilmesi gereklidir.
7. **Kalite Kontrol:** Ürün kalitesinin korunması için makinelerin düzgün çalışması sağlanmalıdır.
8. **Takım Çalışması:** Tüm departmanlar arasında işbirliği ve iletişim artırılmalıdır.

TPM'in Uygulama Aşamaları ve Avantajları

TPM Uygulama Aşamaları

TPM uygulamaları genellikle beş aşamadan oluşur:

1. **Hazırlık Aşaması:** TPM hakkında bilgi edinme ve hedeflerin belirlenmesi.
2. **Temel Eğitim:** Çalışanlara temel TPM kavramları ve yöntemleri hakkında eğitim verilmesi.
3. **Uygulama Aşaması:** TPM'in iş süreçlerine entegre edilmesi.
4. **Sürekli İyileştirme:** Uygulama sonrasında elde edilen verilerin analiz edilmesi ve iyileştirmelerin yapılması.
5. **Standartlaşma:** Başarıların kalıcı hale getirilmesi için standartların oluşturulması.

TPM'in Avantajları

TPM uygulamalarının birçok avantajı vardır:

- **Arıza Sürelerinin Azalması:** Önleyici bakım sayesinde makine arızaları en aza indirilir.
- **Verimlilik Artışı:** Üretim süreçlerinde zaman kaybı azalır ve verimlilik artar.
- **Maliyet Tasarrufu:** Bakım maliyetleri düşer ve üretim maliyetleri azalır.
- **Çalışan Memnuniyeti:** Çalışanların sürece katılımı, motivasyon ve memnuniyet artırır.

- **Kalite İyileşmesi:** Makine verimliliği arttıkça ürün kalitesi de yükselir.

TPM'in Üretim Tesislerine Sağladığı Avantajlar

Arıza Sürelerinin Azalması

TPM uygulamaları, önleyici bakım ve kendi kendine bakım yöntemleri sayesinde makinelerdeki arızaların sıklığını azaltır. Bu, üretim sürecinin kesintiye uğramadan devam etmesini sağlar. Makinelerin düzenli olarak bakımının yapılması, potansiyel sorunların erken tespit edilmesini ve çözülmesini sağlar.

Verimlilik Artışı

TPM, makinelerin ve ekipmanların verimliliğini artırmak için sistematik bir yaklaşım sunar. Çalışanların makineleri daha iyi tanınması ve bakım süreçlerine aktif katılımları, üretim süreçlerinin daha akıcı hale gelmesini sağlar. Bu da üretim hızını ve kapasitesini artırır.

Maliyet Tasarrufu

Düzenli bakım ve önleyici tedbirler, acil durum bakım maliyetlerini azaltır. Arızalar sırasında yaşanan duruş süreleri, üretim kaybı ve buna bağlı olarak oluşan maliyetler, TPM sayesinde minimize edilir. Ayrıca, ekipman ömrü uzar, bu da uzun vadede daha düşük yatırım maliyetleri anlamına gelir.

Çalışan Memnuniyeti ve Katılımı

TPM, tüm çalışanların sürece dahil olmasını teşvik eder. Çalışanlar, makinelerinin bakımında aktif rol aldıklarında, işlerine olan bağlılıkları ve memnuniyetleri artar. Bu durum, iş yerinde daha pozitif bir atmosfer yaratır ve çalışanların motivasyonunu artırır.

Kalite İyileşmesi

Makine verimliliği ve düzenli bakım, ürün kalitesinin artırılmasına katkıda bulunur. Makineler doğru çalıştığında, hata oranı düşer ve ürünlerin standartlara uygunluğu artar. Bu da müşteri memnuniyetini ve marka güvenilirliğini artırır.

Sürekli İyileştirme Kültürü

TPM uygulamaları, işletmelerde sürekli iyileştirme kültürünün yerleşmesine yardımcı olur. Çalışanlar, süreçlerin nasıl daha iyi hale getirileceği konusunda fikirler geliştirmeye teşvik edilir. Bu, yenilikçi çözümlerin ortaya çıkmasına ve iş süreçlerinin sürekli olarak geliştirilmesine olanak tanır.

Güvenlik Artışı

Bakım süreçlerinin sistematik bir şekilde yürütülmesi, makinelerin güvenliğini artırır. Arızalı veya düzgün çalışmayan ekipmanlar, iş kazalarına neden olabilir. TPM ile düzenli bakım yapılması, çalışanların güvenliğini sağlar ve iş yerindeki riskleri azaltır.

Veri Analizi ve Karar Verme

TPM uygulamaları, makinelerin performansını takip etmek için veri toplar. Bu veriler, yöneticilere üretim süreçlerini daha iyi anlamaları ve iyileştirmeleri için gerekli bilgiler sunar. Veri analizi, daha bilinçli kararlar alınmasına ve stratejik planlamaya katkı sağlar.

TPM'in Etkin Kullanım Örnekleri

Toyota Motor Corporation

Toyota, TPM'in en başarılı uygulayıcılarından biridir. Şirket, kendi kendine bakım prensibi ile operatörlerin makineleri hakkında

bilgi sahibi olmasını ve küçük bakım işlemlerini gerçekleştirmesini sağlamıştır. Bu yaklaşım, makine arızalarını %70 oranında azaltmış ve üretim hattındaki verimliliği artırmıştır. Ayrıca, Toyota'nın "Just-In-Time" üretim sistemi ile TPM entegrasyonu, atıkların azaltılmasına ve kaynakların daha verimli kullanılmasına yardımcı olmuştur.

Procter & Gamble

Procter & Gamble, TPM'i fabrikalarında uygulayarak büyük başarılar elde etmiştir. Şirket, makinelerin performansını izlemek için özel yazılımlar geliştirmiştir. Bu yazılımlar, makinelerin durumunu sürekli olarak izleyerek, önleyici bakım faaliyetlerini optimize eder. Procter & Gamble, bu uygulama sayesinde bakım maliyetlerini %30 oranında düşürmeyi başarmıştır.

Nestlé

Nestlé, TPM'in etkin kullanımıyla üretim süreçlerinde önemli iyileşmeler sağlamıştır. Şirket, çalışanlarına düzenli eğitimler vererek kendi kendine bakım becerilerini geliştirmiştir. Bu sayede, makinelerin daha etkin bir şekilde kullanılması sağlanmış ve üretim sürecindeki duruş süreleri %50 oranında azaltılmıştır. Ayrıca, Nestlé, verimlilik artırıcı projeler ile birlikte sürdürülebilirlik hedeflerine de ulaşmıştır.

Coca-Cola

Coca-Cola, TPM uygulamaları ile makinelerinin performansını artırmayı başarmıştır. Şirket, üretim süreçlerini sürekli olarak gözlemleyerek, herhangi bir aksaklık durumunda hızlıca müdahale etmektedir. Coca-Cola, bakım süreçlerini dijitalleştirerek, veri analizi ile önleyici bakım stratejilerini

geliştirmiştir. Bu sayede, bakım sürelerini %25 oranında azaltmış ve üretim verimliliğini artırmıştır.

Ford Motor Company

Ford, TPM uygulamalarını entegre ederek üretim süreçlerinde önemli değişiklikler yapmıştır. Şirket, çalışanları süreçlerin her aşamasında dahil ederek, bakım ve üretim sorumluluklarını paylaşmıştır. Bu yaklaşım, ekipman verimliliğini artırarak üretim süresini %15 oranında kısaltmıştır. Ford, ayrıca TPM ile birlikte kalite kontrol süreçlerini de güçlendirerek, müşteri memnuniyetini artırmıştır.

TPM Uygulamasına Göre İşletmelerdeki 16 Büyük Kayıp

TPM'in ana hedefi kayıpları ortadan kaldırarak verimliliği en üst seviyelere taşımaktır.

İşletme kayıpları incelendiğinde, 3 ana başlık altında toplam 16 adet konu üzerinde kayıpların yoğunlaştığı görülmüştür. Tablo 1'de kayıpların olduğu 3 ana konu:

Ekipman kayıpları, iş gücü kayıpları ve malzeme ve enerji kayıplarıdır.

TPM uygulaması öncelikle tüm çalışanlar ve yönetim kademesinde, işletmede verim kaybına neden olan ana konuların belirli başlıklar altında toplanmasını amaçlamaktadır.

Farklı sektörler olsa dahi ana kayıp konularının aynı başlıklar altında toplanması algılamayı, analizi ve çözüm üretmeyi kolaylaştıracaktır. İşletmede fark edilen ana kayıplar, TPM uygulamaları kapsamında oluşturulacak olan ekipler tarafından ele alınarak önlenmeye çalışılır.

Ekipman Kayıpları

Ekipman kayıpları 8 ana başlıkta ifade edilmektedir. Bu 8 kayıp: kapatma kaybı, arıza kayıpları, ayar kayıpları, kesici-aparat değişim kaybı, başlangıç kayıpları, hız kayıpları, küçük duruşlar, hata ve tamir kayıplarıdır.

Kayıpları en aza indirmek için bir dizi çalışma yapılması gerekmektedir. Bu çalışmalar: düzenli temizlik, yağlama, sıkma, ekipman kullanım koşullarına uygun çalıştırma, özelliğini kaybeden parçaların yenilenmesi, tasarım yetersizliklerinin ilgili birimlere raporlanması ve bakım becerilerinin geliştirilmesidir (Baracli, Coşkun, & Eser, pp. 337-339).

Başlangıç Kayıpları

Üretim çalışmalarına başlarken, ekipmanların ve makinelerin ısınması ya da düzene girmesi için belli bir süre geçer. Çalışma başlangıcından itibaren istenilen standartlardaki ilk ürünü üretinceye kadar geçen süre işletmeler için kayıp süre olarak kabul edilir. Makinelerin hazırlanması için geçen bekleme sürelerinin yanı sıra, mesai başlangıçlarında makinalardan ilk kaliteli ürünü elde edinceye kadar geçen tüm ilave zaman bu kapsamda değerlendirilir. Kullanılan ekipmanların ve makinelerin kalitesi başlangıç kayıplarının en aza indirilmesi için önemlidir. Kullanılan ekipmanlar üretime ne kadar hızlı başlamaya izin veriyorsa, başlangıç kayıpları da o derece az olacaktır. Ekipman ve makinelerin yanı sıra iş gücü planlamasının doğru yapılması sonucunda da kayıplar en aza indirilebilecektir. Örneğin tüm çalışanların mesaiye başlamasından önce birkaç çalışanın erken gelerek cihazların ısınmasını sağlaması ve böylece diğer çalışanlar geldiğinde üretim hatlarının hazır olması

ya da planlama görevlilerinin iş başlangıç saatinden önce gelerek planlama çalışmasını tamamlaması gibi. İş zamanı başladığı andan itibaren tam hız kapasitesi ile üretime geçinceye kadar devam eden süre de başlangıç kaybı kabul edilir. Makineler beklenen performansta çalışıncaya kadar belirli bir zaman geçer ve bu zaman içinde kimi hatalı ürünler de üretilebilir. İlk aşamada üretilen hatalı ürünler ve tam randımanda çalışıncaya kadar geçen zaman başlangıç kaybı olarak isimlendirilir. Tüm kaynakların hazır olarak iş ortamında bulunmasına rağmen üretime başlamak için geçen süre işletmeler için ciddi kaynak israfına neden olmaktadır. Üretime başlamak için geçen sürenin nedenleri analiz edilerek ortadan kaldırılmalıdır. Bekleyiş süreleri kimi zaman hatalı ekip planlaması kaynaklı, kimi zaman da kullanılan ekipmanın ya da makinaların yeterli kalitede olmaması kaynaklı olabilmektedir.

Ayar ve Model Değişimi Kayıpları

Üretilen bir modelin ardından yeni model üretimine geçmek için tezgâhta yeni modele uygun ayar değişikliği yapılması gerekecektir. Model değişikliği amacıyla yapılan çalışmalar ve ilk kaliteli ürün elde edilinceye kadar geçen süre ayar ve model değişimi kaybı olarak isimlendirilmektedir. Bir üründen bir başka ürün tipine dönerken 10 makinenin durmasını gerektiren her tür hazırlık, taşıma, ayar işleminden kaynaklanan duruşları içerir (Tekin, 2009, p. 29). Bir model ya da ayar değişikliğindeki kayıpların sifıra indirilmesi mümkün olmayacaktır. Ancak ayar ve model değişim işlemleri ve kayıpları yakından takip edilerek analiz edilirse ve etkin zaman planlaması ile üretimin minimum derecede kayıpla sürdürülmesi sağlanacaktır. Makineler üzerinde üretim aparatlarının ve tezgâhtaki kimi malzemelerin sık sık değiştirilmesi gerekmektedir. Model

değişikliği amacıyla yapılan parça ve ayar yenileme işlemi sırasında makinelerde üretim yapılamayacağından, donanım verimliliği azalmış olacaktır. Üretimin tüm aşamalarının detaylı takip edilmesi, süreç verimliliklerinin analiz edilmesi ve verimli planlama önemlidir. Bu amaçla üretimin bir nevi yeniden başlaması sayılan ayar ve model değişimi çalışmaları da detaylı olarak incelenmeli ve analiz edilmelidir. Ayar ve model değişim çalışmaları üretimin minimum etkileneceği zaman aralıklarında ve yetkin çalışanlar ile tamamlanması sağlanmalıdır.

Arıza Kayıpları

Makine ve üretim hattında plansız olarak karşılaşılan 10-20 dakika üzerindeki tüm duruşlar arıza kaybı olarak kabul edilir. Arıza kaynaklı kayıplar işletmelerde plansız olarak meydana gelen ve ıslah süresinin net olarak ön görülemediği kayıplardır. Arızanın büyüklüğüne göre işletme süreçlerine ve maliyetlerine ciddi anlamda olumsuz etki meydana getirebilir. İki tür arıza kaybı vardır. Bunlar: fonksiyon bozukluğu ve performans düşmesidir. İlk arıza kaybı fonksiyon bozukluğudur. Fonksiyon bozukluğu arızaları, nadiren ve aniden meydana gelir. Üretimin devamlılığını belirgin şekilde etkilediği için önemli arızalardır ve kolayca dikkat çekerler. İkinci arıza türü ise performans düşmesidir. Performans düşmesi, ekipmanların ya da makinelerin çalışmasını engellemediği için fark etmek için dikkat edilmesi ve ölçümler alınması gereken kayıp türüdür. Makinelerin ve üretim hatlarının çalışması 11 durmasa dahi düşen performans verimi olumsuz etkileyecek ve işletme kayıplarına neden olacaktır. Arızaların oluşumunu azaltmak için temizlik, yağlama ve kontrol son derece önemlidir. Bakım periyotlarının titizlikle takip edilmesi, fark edilen ilk performans kaybı ya da

Çalışma farklılığının detaylı nedenlerinin araştırılarak tespit edilen sorunların ıslah edilmesi daha önemli arızaların oluşumunu engelleyecektir. Kullanılan ekipmanın kullanım kılavuzlarında tarif edilen içeriğe uygun olarak kullanılması ve aşırı yüklenmelerden kaçınılması arıza oluşumuna karşı alınacak önemli tedbirler arasında sayılmaktadır. İşletme yöneticileri oluşan arızaları kayıt altına alarak hangi nedenlerle oluştuğuunun detaylı analizlerini yapmalıdır. Arızaların yeniden oluşmasını engellemek amacıyla ilgili tüm çalışanların katılımı ile kök neden analizleri yapılmalı ve alınacak aksiyonlar yine ilgili operatörler ve çalışanların bulunduğu ortamlarda geliştirilmelidir.

Takım, Bıçak, Aparat Değişimi Kayıpları

Kullanım yoğunluğu ya da eskime kaynaklı aşınmış bıçak, u veya aparatların değiştirilmesi esnasında üretim zaman kayıpları yaşanmaktadır. Takım, bıçak ya da aparat değişimlerinin plansız olarak, üretimi etkileyecek şekilde değiştirilmesi zorunluluğuunun doğması kayıp olarak kabul edilmektedir. Planlama dışındaki her tür parça değişikliği arızı bir durumdur ve işletme için kayıp zamanlar içerir. Aktif bir arızada üretimin kontrolsüz ve aniden durması muhtemel iken, aparat eskimesi ya da aşınması kaynaklı duruşlar nedeni kısmen daha belirgin duruşlardır. Bununla birlikte bu durum tespit edilinceye kadarki zamanda üretilen ürünlerin kalitesinden şüphe duyulmaktadır ve üretilen ürünler kalite standartlarını karşılayamayacağı için kaynak israfı olması muhtemeldir.

Küçük Duruşlar ve Boşta Bekleme Kayıpları

10 dakikadan ufak olmak üzere, makinenin ya da üretim hattının çalışmaz durumda olduğu zamandaki kayıplar küçük duruş

kayıplarını meydana getirir. Küçük duruşlar, toplandığında önemli büyük kayıpları meydana getirebilir. Bu nedenle küçük duruşların kayıt altına alınarak analiz edilmesi önemlidir. 12 Üretimde meydana gelen arızı durumların kimilerinin ıslahı çok kısa sürebilmektedir. İşletmeler 10-20 dakika gibi bir alt limitten daha kısa süren duruşları arıza olarak değerlendirmemektedir. Arıza durumunda ıslah süreleri tek tek not alınarak analiz edilirken, küçük duruş olarak ifade edilen kısa süreli duruşlarda, süre değil sayı kayıt altında tutulur. İşletmeler küçük süreli duruş sayısını azaltarak, toplamda verimlilik kazanmayı amaçlamaktadır. Otomatik çalışan üretim hatlarında, işlem görmekte olan bir parça, bir yere takılabilir ya da makinenin bir sensörü yanlış algılama yaparak üretimi sürecini durdurabilir. Operatör bu gibi duruşları fark edinceye kadar üretimde kısa kısa duruşlar yaşanabilir. Birim bazında kısa gibi görünen bu duruşlar gün boyu toplandığında büyük kayıpları meydana getirir.

Hatalı Üretim ve Tamir Kayıpları

İstenilen kapsamda üretilmeyen bir ürünün tamiri için zaman ve malzeme kayıpları meydana gelir. Çeşitli nedenlerle üründe ön görülmeeyen hatalı sonuçlar meydana geldiğinde, bu hataların düzeltilmesi için harcanan gerek insan kaynağı gerekse malzeme kaynaklarıdır. İşletmeler bu gibi durumları kayıt altına almalı ve tekrar eden hataların nedenlerini analiz ederek, kusurlu ürün oluşmasını sağlayan nedenler ortadan kaldırılmalıdır. Hatalı üretim kayıplarının azaltılması konusunda esas amaç hata kaynaklarını tamamen ortadan kaldırmaktır. Bunun yanı sıra, hatalı ürün oluştuğunda bunu üretim sürecinin mümkün olan en erken zamanında fark ederek ilgili üretim süreci durdurulmalı ve hata kaynağı ortadan kaldırılarak üretime devam edilmelidir.

Hız Kayıpları

Makinelerin gerek ilk üretim aşamasında gerekse fabrika üretim bandı planlamasında tespit edilen standart çalışma hız değerleri vardır. Makinenin belirlenmiş olan hız değerinden daha düşük hızlarda çalışmasına neden olan kayıplar hız kayıpları olarak adlandırılır. Hız kayıpları, yanlış ayar ya da fonksiyonel yavaşlama nedenleri ile oluşabilir. 13 Hız kayıplarının tespit edilerek kayıt altına alınması diğer kayıplara nazaran daha güçtür. Hız kayıplarının analiz edilebilmesi için standart hız değerlerinin belirgin ve operatörler tarafından bilinir olması gerekmektedir. Ayrıca üretimi etkileyen diğer tüm kayıplar sistematik olarak kayıt altına alınmalıdır. Böylece beklenen üretim hızı ile tüm kayıp değerleri değerlendirilerek hız kayıpları analiz edilecektir. Üretim bir birini takip eden süreçler halinde devam etmektedir. Üretim hızı en yavaş ilerleyen sürecin hızına bağlıdır. Bu nedenle hız kayıplarının tüm süreçler için etkin olarak ölçülerek kayıt altına alınması son derece önemlidir. Üretimdeki her sürecin tüm planlı ve plansız duruşları ile aktif çalışır olduğu zamandaki hızlarının kayıt altında olması beklenir. Tüm üretim süreçleri veya ürün için standart hız belirlenmelidir. Belirlenen standarda ulaşılmada güçlük yaşanmıyor ise ekipmanın izin verdiği teknik ölçülerde hız aşamalı olarak arttırılmaya çalışılmalıdır. Üretim hızının arttırılması amacıyla yapılan çalışmalar esnasında hızı olumsuz etkileyen nedenler tespit edilerek çalışanların katılımı ile çözüm üretilmeli ve işletme verimliliğinde sürekli artış amaçlanmalıdır (Alparslan, 2005, pp. 52-57).

Makine/Hat Kapama Kayıpları

Üretim hatlarında; istirahat molaları, periyodik bakım çalışmaları, satışların ve üretim kapasitesinin azalması gibi nedenlerle planlanmış duruşlar yaşanır. Önceden planlanan tüm makine kapatma kaynaklı kayıplar makine veya hat kapatma kaybı olarak isimlendirilir. Bu kayıplar ön görüler neticesinde planlı ve işletme yönetiminin kabul edilmiş kayıplardır.

İş Gücü Kayıpları

Yönetim Kayıpları

Yönetim işletmede planlama, karar ve icranın ana sorumluluğunu üstlenen merciidir. Üretim için gerekli olan malzeme, ekipman ve hammadde gecikmesi, arızalı ekipmanın tamir sürelerindeki gecikmeler ve talimat beklerken geçen zamanlar yönetim kaybını oluşturan zamanlardır. Stok fazlası gibi stokların etkin yönetilememesi nedeni ile oluşan kayıplar da yönetim kaybına örnek gösterilebilir. 14 Üretim için ihtiyaç duyulan makine ve ekipmanlar ile operatörlerin hazır olmasına karşın, üretimin gecikmesine neden olan etmenler yönetim kaybı içinde yer alır. Yönetimin kararsızlığı ya da kararların net olmaması ve planlamaların çalışanlara tebliğ edilememesi nedeni ile çalışanların ne yapacağını belli olmaması nedeni ile oluşan kayıplar yönetim kaybı olarak isimlendirilir. Çalışanların planlı işlerini tamamlamaları akabinde, ilave iş ile uğraşmaksızın talimat beklediği zaman dilimi işletmeler için verim kaybıdır. Üretime başlamak için ihtiyaç duyulan malzemelerin fabrikaya gelmemiş olması ya da karşılaşılan bir problemin çözüme kavuşmasının gecikmesi ve yönetim talimatı ve kararı nedeni ile oluşan tüm bekleme süreleri

yönetim kaynaklı kayıp olarak değerlendirilir (Alparslan, 2005, p. 59).

İş Gücü Kayıpları

Yönetim Kayıpları

Yönetim işletmede planlama, karar ve icranın ana sorumluluğunu üstlenen merciidir. Üretim için gerekli olan malzeme, ekipman ve hammadde'nin gecikmesi, arızalı ekipmanın tamir sürelerindeki gecikmeler ve talimat beklerken geçen zamanlar yönetim kaybını oluşturan zamanlardır. Stok fazlası gibi stokların etkin yönetilememesi nedeni ile oluşan kayıplar da yönetim kaybına örnek gösterilebilir. 14 Üretim için ihtiyaç duyulan makine ve ekipmanlar ile operatörlerin hazır olmasına karşın, üretimin gecikmesine neden olan etmenler yönetim kaybı içinde yer alır. Yönetimin kararsızlığı ya da kararların net olmaması ve planlamaların çalışanlara tebliğ edilememesi nedeni ile çalışanların ne yapacağını belli olmaması nedeni ile oluşan kayıplar yönetim kaybı olarak isimlendirilir. Çalışanların planlı işlerini tamamlamaları akabinde, ilave iş ile uğraşmaksızın talimat beklediği zaman dilimi işletmeler için verim kaybıdır. Üretime başlamak için ihtiyaç duyulan malzemelerin fabrikaya gelmemiş olması ya da karşılaşılan bir problemin çözüme kavuşmasının gecikmesi ve yönetim talimatı ve kararı nedeni ile oluşan tüm bekleme süreleri yönetim kaynaklı kayıp olarak değerlendirilir (Alparslan, 2005, p. 59).

Üretim İçi Hareket Kayıpları

Üretim alanındaki gereksiz ürün hareketleri, gereksiz istif ve istifin yeniden bozulması gibi karşılığı olmayan işçilikler iş gücü ve

zaman kaybını meydana getirir. Üretim içindeki gereksiz hareket kayıplarının nedenleri tespit edilerek ortadan kaldırılması verimliliği arttıracaktır. Operatörlerin kimi malzemeleri taşımak amacıyla üretim hattını terk etmesi üretim içi hareket kayıplarına örnek gösterilebilir. Kayıpların arka planında üretim hattı yerleşim plan hatalarının ya da üretim stok dengesizliğinin yer alması muhtemeldir.

Hat Organizasyonu Kayıpları

Üretim hattı peş peşe dizilmiş süreçlerden oluşur. Bir hat üzerindeki en yavaş süreç üretim hattının hızını belirler. Hattın optimize edilmemesi nedeni ile üretim hat kayıpları meydana gelir. Operatör eksikliği ya da fazlalığı, bir operatörün yetkinlik eksikliği ya da çalışma ortamındaki harici etkiler nedeni ile oluşan kayıplar hat organizasyonu kayıpları olarak isimlendirilir (Tekin, 2009, p. 32) Üretim hatlarının optimize edilmemesi nedeni ile hızlı ilerleyen tezgâhlar yavaş ilerleyen tezgâhlar yüzünden potansiyellerinin altında bir hızda üretim sergileyeceklerdir. Üretim akışında dar boğazın yaşandığı işlem hattın toplam temposunu belirler nitelikte olacaktır. Üretimdeki tüm hattın en verimli şekilde 15 optimize edilmesi ve üretimin yavaşlamasına neden olan işlemin tespit edilerek verim arttırıcı çözümler üretilmesi beklenmektedir.

Lojistik Konusundaki Kayıplar

Operatörün ana görevi makineleri hatasız ve en verimli şekilde çalıştırmaktır. Ana görevinin yanı sıra, lojistikten sorumlu kişilerin yapması gereken malzeme taşıma işlerini operatörlerin yapması nedeni ile asli görev olan makinenin verimli şekilde çalışma fonksiyonu sekteye uğrar. Operatörün asli işi dışında kalan lojistik

konularında görev alması nedeni ile oluşan kayıplar üretim için verimlilik kaybına neden olacaktır. Üretimi engelleyecek ya da geciktirecek her türlü malzeme taşıma işleminin operatörlerin sorumluluk alanı dışına çıkarılarak taşıma sorumluları belirlenmesi üretim verimine katkı sunacaktır.

Ölçme ve Ayar Kayıpları

Hatalı üretimi engellemek için makineler ve ürün üzerinden ölçümler alınmaktadır. Alınan bu ölçümler gereğinden fazla sayıda olursa işletme için ölçüm kaynaklı verim kayıpları oluşmaya başlar. Gerekli olmamasına karşın hatalı çıktı üretilmesi endişesi ile yapılan her ilave gereksiz ölçüm ve ayar kontrolleri işletmeler için kayba neden olacaktır. Planlı ya da plansız yapılan tüm ölçümler üretimde yavaşlama ya da durmalara yol açacaktır. Bununla birlikte eğer yapılan ölçüm standart olarak ihtiyaç duyulmayan fazladan bir ölçüm ise kayıp daha da artacaktır. Üretim veriminin artması için ölçüm faaliyetlerinin optimum sayıda ve sürede ayarlanması istenmektedir.

Malzeme ve Enerji Kayıpları

Ürün ve Malzeme Kayıpları

Kullanım fazlası olan ya da üretimde ihtiyaç duyulmaması nedeni ile atılan ya da hurdaya ayrılan malzemeler veya ürünler nedeni ile kayıplar meydana gelir. 16 Kullanım dışı kalan malzemeler nedeni ile yaşanan kayıplar ürün ve malzeme kaybı olarak sınıflandırılır. Bu kaybı engellemek amacıyla, öncelikle daha az malzeme ya da ekipmanın hurdaya ayrılması planlanmalıdır. Bu amaçla kullanılan ham madde, ekipman ve makine seçimleri önemlidir. İşletmeler tarafından hurdaya ayrılan malzemelerin

yeniden üretim döngüsüne katılması için çalışmalar yapılması verimliliği arttıracaktır.

Enerji Kayıpları

İşletmeler üretimin devamlılığı için ısı, ışık, elektrik ve suya ihtiyaç duymaktadır. Üretim ihtiyaçları ve diğer üretimi destekleyici zaruri ihtiyaçlar için kullanımı haricinde yapılan enerji ve su tüketimi verimlilik kaybı meydana getirecektir. Üretim hatlarının üretim planlamaları dışında ve üretimi desteklemeyecek şekilde çalışması, gereğinden fazla enerji tüketilmesi işletmeler için maddi kayıplara neden olacaktır. İşletme ortamındaki hava yalıtım sorunları, ısı kayıpları, ihtiyaçtan daha büyük elektrik motorlarının kullanılıyor olması, boşa çalışan motorlar ve lambalar kayıplara neden olmaktadır (Alparslan, 2005, pp. 60-61). İşletme içerisinde üretim için ihtiyaç duyulan optimum enerji, aydınlatma ve ısı değerleri belirlenerek, fark edilen gereksiz kaynak tüketimleri durdurulmalıdır.

Donanım Kayıpları

Üretimde aktif olarak kullanılmamasına karşılık stoklanan yedek parça, kalıp ve üretim aparatlarının bozulması ya da eskimesi kaynaklı kayıplar meydana gelmektedir. İşletmeler üretim hatlarında yaşanabilecek her türlü arıza ve ihtiyacı en hızlı şekilde çözüme kavuşturarak, üretimin en az sürelerde durmasını amaçlarlar. Bununla birlikte gereğinden fazla malzeme ve aparatın stoklarda tutuluyor olması, işletmeler için yeni kayıplar doğurabilecektir. Stok ihtiyaçlarının bu anlamda gözden geçirilmesi verimliliği arttıracaktır.

Toplam Ekipman Etkinliği

TPM uygulaması kapsamında ölçümü yapılan ekipman etkinliği, işletme verimliliği analizi için önemli araçlardan biridir. Kullanılan ekipmanlarının ne derece verimli kullanıldığının ölçülmesi için TEE hesaplamaları yapılır. TEE değeri ne kadar yüksek ise ölçümü yapılan ekipman o derece verimli kullanılıyor manasına gelmektedir. Üretimde kullanılan ekipmanların, üretim planlama süreleri içinde, optimum hızda ve istenilen kalitede, plansız duruşlar minimuma indirilerek kullanılıyor olması istenir ve bu anlamda ne derece başarılı olunduğu TEE ölçümleri ile kontrol edilir. Üretim süreçlerinde yaşanan plansız duruşlar, kalite ve hız kayıpları ölçümlenerek verimlilik analizleri yapılır. TPM uygulamalarının ana amaçlarından biri kullanılan ekipmanların ve teçhizatın verimliliğinin en üst düzeye taşınmasıdır. Özellikle üretim sektöründe çalışmakta olan firmalar için ekipman etkinliğinin analiz edilmesini sağlayan TEE ölçüm sonuçları çok önemlidir. Ekipman etkinlik sonuçları ölçümü değerlendirmesinde kullanılan ekipmanların faydalı kullanım oranları incelenmiş olmaktadır (Görener, 2012, s. 17). TPM uygulama aşamasında oluşturulacak olan TPM yönetim komitesi için toplam ekipman etkinliği ölçüm sonuçları son derece önemlidir. Çünkü TPM uygulamalarındaki ana amaçlardan biri ekipman verimliliğinin en üst düzeylere çıkarılmasıdır. TEE ölçümleri TPM sürecinin devamlılığının denetlendiği ve TPM faydalarının daha hızlı elde edilmesi ve korunması için kullanılan önemli bir araçtır. TEE değeri hesaplanırken, çalışılabilirlik, verimlilik ve kalite konusunda detaylı ölçümleme ve hesaplamalar yapılmaktadır (Jeon, Kim, & Lee, 2011, pp. 912-913). Toplam ekipman etkinliği; makine etkin çalışma

süresi, performans etkinliği ve kaliteli ürün oranı değerlerinin bir fonksiyonudur (Görener, 2012, s. 16). Toplam ekipman etkinliği; arızalar, ayar kayıpları, ufak duruşlar, hız kayıpları, kalite kayıpları ve onarım kayıpları gibi nedenlerle olumsuz etkilenir. Ekipmandan beklenen optimum etkinlik değerleri ile gerçekleşen etkinlik değerleri arasındaki fark kronik kayıplara neden olur ve kronik kayıplar Toplam Ekipman Etkinliğinin düşmesine neden olur. Hatalı hammadde, teknik sorunlar, şablon hataları, elektirik şebeke 18 kaynaklı sorunlar, sıcaklık, rutubet ve olumsuz hava akımı gibi nedenlerle kronik kayıplar oluşabilmektedir (Prabhuswamy, Nagesh, & Ravikumar, 2013, s. 9). Üretimde kullanılan ekipmanlar yakın gözetim altına alınarak detaylı ölçüm ve analizler ile TEE ölçümleri yapılmalıdır. Beklenen ideal değer %85'dir. Belirlenen optimum değerlerden daha düşük etkinlik ölçümleri ile karşılaşılıyorsa, gerekçeler analiz edilerek ekipmanın verimliliğinin artırılması için çalışmalar planlanmalıdır (Görener, 2012, s. 16).

Çalışılabilirlik / Kullanım Oranı

Çalışılabilirlik ya da Kullanım oranı hesaplaması yapılırken matematiksel olarak şu hesap yapılır: Kullanım Oranı (KO) = (Yükleme Süresi – Hat Duruşları)/Yükleme Süresi. Yükleme süresi, vardiya süresince planlanan üretim süresini ifade etmektedir. Bu süre hesaplanırken, planlı duruşlar (yemek, çay molaları vb.) süre dışında bırakılır. Beklenen net üretim süresinin ne oranda arıza, takım değişikliği, ayar işlemleri nedeni ile azaldığı hesaplanır. Örneğin: 5 gün ve günde 9 saat düzeninde çalışılan bir işletmenin iş süresince 60 dk. yemek ve toplam 30 dakika çay molası vermeyi planladığını kabul edelim. Bu şartlarda Yükleme süresi = (60 dk x 9 saat) – 60 – 30 = 450 dakika olacaktır. İlgili vardiyada arıza, takım

değişimi ve ayar işlemleri nedeni ile 150 dakika kaybedildiğini kabul edersek; Kullanım Oranı = $(450 - 150) / 450 = \% 67$ olacaktır.

Çalışma Verimi

Çalışma verimi, üretilen miktarın üretilmesi gereken miktara oranlanması sonucunda bulunur. Çalışma verimi = (üretilen miktar x teorik süre)/çalışma süresi formülü ile hesaplanabilir. Çalışma verimi hesabı ile üretim hattında yaşanan kısa süreli duruşlar ve hız kayıpları nedeni ile oluşan kayıplar daha iyi analiz edilebilmektedir. Az önce hesaplaması yapılan örnek üzerinden devam edilerek detaylar artırılabilir. Üretilen bir ürünün teorik süresi 5 dakika olsun, çalışma verimi ölçümlerinin yapıldığı zamanda yapılan ölçümleme ise ortalama 6 dakika olduğunu kabul edelim. Toplam 19 300 dakikalık net çalışma süresi (450-150) içerisinde 50 adet ürün üretildiği kabul edildiğinde; çalışma verimi = $(50 \times 5) / 300 = \%83$ olur. Diğer bir hesaplama mantığı şu şekilde işletilebilir. Teorik ölçümlemelerde 5 dakika belirlenen bir ürünün 300 dakikada (300/5) 60 adet üretilmesi beklenir. Gün sonunda üretilen ürün miktarının 50 olduğu ölçümlenmiş ise çalışma verimi (50/60) %83 olarak hesaplanır.

Kaliteli Ürün Oranı

Kaliteli ürün oranı hesaplanırken, üretilen ürün adedinden ıskartaya ayrılması gerekenler ve hatalı üretim nedeni ile tamir işlemi uygulanması gerekenler çıkarılarak oran alınır. Örnek devam ettirilirse; 50 adet üretilen ürünün 3 adedinin ıskartaya ve 1 adedinin de tamire ayrılması gerektiği kabul edilirse, Kaliteli ürün oranı = $(50-4) / 50 = \%92$ olarak ölçümlenir.

Toplam Ekipman Etkinliği Hesabı

Toplam ekipman etkinliği hesaplamasında şu formül uygulanır: Toplam Ekipman Etkinliği = Kullanım Oranı x Çalışma Verimi x Kaliteli Ürün Oranı Örnek işletme üzerinde toplam ekipman etkinliği hesabı yapıldığında; $0.67 \times 0.83 \times 0.92 = \%51$ olacaktır. Toplam Verimli Yönetim uygulamalarında; kullanım oranının %90'dan, çalışma veriminin %95'den ve kaliteli ürün oranının da %99'dan büyük olması beklenir. Böylece "Toplam Ekipman Etkinliğinin" de $0.90 \times 0.95 \times 0.99 = \%85$ ve üzerinde olması beklenmektedir (Alparslan, 2005, pp. 61-67).

TPM'in Verimliği Arttırmasına Yönelik Bir Örnek Ve Uygulama

Bir üretim tesisinde, belirli bir makinenin günlük üretim kapasitesi 1000 birimdir. Ancak, makine arızaları ve bakım nedenleriyle günlük ortalama 3 saat duruş süresi bulunmaktadır. Bu durumda, makinenin toplam çalışma süresi ve verimliliği hesaplanabilir.

Verimlilik Hesaplaması

- **Çalışma Süresi:**

Günlük çalışma süresi, 24 saat olarak varsayalım. Duruş süreleri dikkate alındığında, makinenin efektif çalışma süresi şöyle hesaplanır:

$$\text{Etkin Çalışma Süresi} = \text{Toplam Çalışma Süresi} - \text{Duruş Süresi}$$

Duruş süresi 3 saat olduğuna göre:

$$\text{Etkin Çalışma Süresi} = 24 \text{ Saat} - 3 \text{ Saat} = 21 \text{ Saat}$$

- **Günlük Üretim:**

Makinenin verimliliği, günlük üretim kapasitesi ve efektif çalışma süresine bağlıdır. Günlük üretim hesaplanırken, makinenin saatte ürettiği birim sayısı (üretim hızı) önemlidir.

$$\text{Üretim Hızı} = x = \frac{\text{Günlük Üretim Kapasitesi}}{24 \text{ Saat}} = \frac{1000 \text{ Birim}}{24 \text{ Saat}} = 41,67 \text{ Birim/Saat}$$

Daha sonra, günlük üretimi hesaplayalım:

$$\text{Günlük Üretim} = \text{Üretim Hızı} \times \text{Etkin Çalışma Süresi} = 41,67 \text{ Birim/Saat} \times 21 \text{ Saat} = 875 \text{ Birim}$$

- **TPM ile İyileştirme**

TPM uygulamaları sayesinde, duruş süreleri %50 oranında azaltılabiliyor. Duruş süresi 3 saatten 1.5 saate düşerse:

$$\text{Yeni Etkin Çalışma Süresi} = 24 \text{ Saat} - 1,5 \text{ Saat} = 22,5 \text{ Saat}$$

Yeni günlük üretimi hesaplayalım:

$$\text{Yeni Günlük Üretim} = \text{Üretim Hızı} \times \text{Yeni Etkin Çalışma Süresi} = 41,67 \text{ Birim / Saat} \times 22,5 \text{ Saat} = 938 \text{ Birim}$$

- **Verimlilik Artışı**

TPM ile sağlanan iyileşme sonrası günlük üretim:

Önce: 875 birim

Sonra: 938 birim

Verimlilik artışını hesaplamak için, yeni günlük üretim ile eski günlük üretim arasındaki fark bulunur:

$$\text{Verimlilik Artışı} = \frac{\text{Yeni Günlük Üretim} - \text{Eski Günlük Üretim}}{\text{Eski Günlük Üretim}} \times 100$$

$$\text{Verimlilik Artışı} = \frac{938-875}{875} \times 100 = \%7,2$$

Sonuç

Toplam Üretken Bakım, modern üretim sistemlerinin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Etkili bir TPM uygulaması, işletmelerin rekabet gücünü artırırken, aynı zamanda çalışan memnuniyetini de ön plana çıkarır. TPM'in başarılı bir şekilde uygulanması, sürekli iyileştirme kültürü oluşturulmasına ve sürdürülebilir bir üretim anlayışına katkı sağlar.

Üretim hatları çalıştığı sürece, yapılacak bakım masrafları kimi şirketler için gereksiz harcama gibi düşünülebilmektedir. Ancak çıkacak olan bir arızanın üretim planlarını aksatarak maddi zararlar oluşturduğu ve zaman planlamasına uyulmadığı için müşteri karşısında güven kaybı yaşandığı göz önüne alındığında bakım faaliyetlerinin önemi anlaşılmaktadır.

Yalnızca üretim hatlarında değil, üretime destek olan idari birimlerde de sürekli yapılmakta olan işlerin sabit maliyetleri vardır. Destek birimlerinde yapılacak iyileştirme çalışmaları sonucunda işletme için giderlerde azalma ve işletme verimliliğine katkı meydana gelecektir. İşletmeler verimliliklerini artırma konusunda isteklidirler. Ancak verim artış çabaları belirli disiplinler altında yürütülmezse, anlık iyileşmeler yakalansa dahi, uzun vadede bu iyileşmelerin korunması mümkün olmayacaktır. Toplam verimli yönetim uygulaması, işletmelerdeki verimliliği disipline edilmiş ve süreklilik içeren bir halde arttırmayı amaçlamaktadır. TPM

uygulamasý kapsamýnda iřletmenin tüm kısımlarýnda daha verimli, kaliteli ve daha hedef odaklı çalıřmalar yapılması amaçlanmaktadır

TPM'in etkin kullanımının verimliliği artırma potansiyelini göstermektedir. Duruş sürelerinin azalması, arıza oranlarının düşmesi ve çalışanların sürece dahil edilmesi gibi unsurlar, üretim tesislerinde önemli iyileşmelere yol açar. TPM, sadece verimliliği artırmakla kalmaz, aynı zamanda işletmenin genel performansını da iyileştirir.

Kaynakça

Nakajima, S. (1988). Total Productive Maintenance: The Japanese Way.

Gapp, R., & Burch, N. (2014). Implementing Total Productive Maintenance: A Practical Guide.

E. H. Smith (2003). TPM in Process Industries.

Chakrabarty, A., & Tan, K. C. (2007). "Total Productive Maintenance in manufacturing: A review." International Journal of Quality & Reliability Management, 24(5), 441-464.

Nakajima, S. (1988). Introduction to Total Productive Maintenance. Productivity Press.

Sundararajan, V., & Mathew, J. (2012). "Impact of Total Productive Maintenance on manufacturing performance." International Journal of Operations & Production Management, 32(3), 287-308.

Aktan, P. D. (Ocak 2011). Global Rekabet Gücü ve İşletmeler. Mercek Dergisi, 1 - 11.

Ertek, H. (2018) Toplam Verimli Yönetim (TPM) Uygulamasının İşletme Verimliliğine Etkileri Ve Örnek Bir İşletmede TPM Uygulamasının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Utaş, T. (2001). Yalın Üretimde Toplam Verimli Yönetim ve Bir Uygulama - Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Alparslan, D. (2005). Toplam Üretken Bakım Yönetimi ve Eti Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.'deki Uygulama - Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir : Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Baraçlı, H., Coşkun, S., & Eser, A. (tarih yok). Toplam Kalite Programlarının Başarılı Olarak Uygulanabilmesinde Toplam Üretken Bakım Tekniği. I. Demir-Çelik Sempozyum Bildirileri / 34 (s. 331-341). TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Metalürji Mühendisleri Odası

Görener, A. (2012, May). Toplam Verimli Bakım ve Ekipman Etkinliği: Bir İmalat İşletmesinde Uygulama. Electronic Journal of Vocational Colleges, s. 15-20.

Prabhuswamy, M. S., Nagesh, P., & Ravikumar, K. P. (2013). Statistical Analysis and Reliability Estimation of Total Productive Maintenance. The IUP Journal of Operation Managemenet, 1(XII), s. 7-20.

Görener, A., & Yenen, V. Z. (2007). İşletmelerde Toplam Verimli Bakım Çalışmaları Kapsamında Yapılan Faaliyetler ve Verimliliğe Katkıları. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 47-63.

Tekin, İ. (2009). Üretim Kayıp Maliyetlerinin Belirlenmesi ve Bir Uygulama. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kim J., W. Lee (2011) Integrating Suppliers Into Green Product Innovation Development: an Empirical Case Study in the Semiconductor Industry', Business Strategy and the Environment

BÖLÜM VI

Yalın Üretim Tekniklerinin Bir Hizmet Sektörü Olan Hastanelerde Uygulanabilirliği: Kocaeli Üniversitesi Araştırma Ve Uygulama Hastanesi Örneği

Abdulsamet ŞİMŞEK¹
Gülsena KURT²
Gülşen AKMAN³

1.Giriş

TDK 'ya göre; “Bireyin fiziksel, sosyal ve ruhsal yönden tam bir iyilik durumunda olması, vücut esenliği, keyif, sıhhat “olarak tanımlanan (TDK, 2023) sağlık; canlıların yaşamını sürdürebilmeleri için sürekli gelişerek büyüyen bir hizmet sektörüdür. (Sönmez & Yağmur, 2021). Bu sektör uzman hekim hemşire bakıcı ve birçok personelin çalıştığı emek yoğun bir

¹ Endüstr Mühendisii Mühendisi, Kocaeli Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orcid: 0009-0006-6737-2513

² Endüstri, Kocaeli Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orcid: 0009-0009-0890-9212

³ Prof.Dr., Kocaeli Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orcid: [0000-0002-5696-2423](https://orcid.org/0000-0002-5696-2423)

sektördür. Bu sektör temel amacı olan tanı ve tedavi hizmetinin yanında bir de eğitim ve araştırma hizmeti sunmaktadır. Sağlık sektöründe verilen hizmetler ise kayıt kabul, tanı, tedavi, sterilizasyon, malzeme, yemekhane, güvenlik, temizlik gibi hizmetlerdir.

Sağlık hizmeti alırken hastaların en önemli beklentileri bir an önce sağlığına kavuşmaktır. Bunun sağlanması için; hastaya konulan teşhis doğru olmalı, tedavi en kısa sürede yapılmalı, hasta taburcu olma işlemleri etkin olmalı, yeterli hastaya yeterli muayeneyi almalı ve hastanenin fiziksel koşulları hastalar için uygun olmalıdır. (Gül, 2021). Ancak sağlık hizmeti verilirken her zaman bu koşullar sağlanmamakta olup israflar, hizmete değer katmayan faaliyetler bulunur. Bu faaliyetlerden bazıları; yanlış işlemler, tekrarlanan ya da kesintiye uğrayan işlemler, fazladan ve gereksiz çalışma gerektiren işler, iş yapış şeklindeki değişkenlik standart olmayan ve değişkenlik gösteren iş yapma prosedürleri, gereksiz bekleme süreleri, çalışanlardaki bilgi eksiği, iletişim eksiklikleri iş yükü dengesizlikleri, geciken prosesler, fazladan çalışma gerektiren işler, israf niteliği taşıyan durumlardan bazılarıdır (Gül, 2021; Malkoç, 2019).

İyi sağlık hizmeti etkili, güvenli, kaliteli, kişisel ve kişisel olmayan bakım hizmetinin, hizmete gereksinimi olanlara zamanında ve en az israf ile sunulduğu sağlık hizmetidir. (WHO, 2010; Dağcı ve Aslan, 2020). Artan sağlık talebi dünya genelinde sağlık hizmetlerinde krizlere neden olmaktadır. Taleplerin artması beraberinde israfların da artması ile sonuçlanmaktadır. Hasta sayısındaki artış işlem sayısını da artırmıştır ve hasta güvenliğine sebep olan hatalara dikkat edilmelidir. Bu hizmet diğer hizmetlerden

farklı olarak talebi hesaplamamakta ve soyut bir hizmet olduğu için stoklanamaz. Hastaneler talepleri olduğu anda karşılamalıdır ancak bilindiği gibi sonsuz kaynağı da yoktur. Hastaneler tüm bu süreçleri güvenli ve sürdürülebilir hale getirmelidir (Tınaz, 2019)

Hasta sayısının artması, sağlık yönetiminin yetersiz oluşu, tek seferde doğru tedavi gerektirmesi, israfların oluşması, maliyetlerin artması, hasta beklentilerinin artması, çalışan personelin memnuniyet sorunları, küresel rekabet ve birçok sorun zamanla sağlık sektöründe gözükmiştir (Çelenk ve ark., 2019). Bu sorunların çözümü için israfı ortadan kaldıran, tam zamanında doğru tedavi gerektiren, çalışan ve müşteri memnuniyetini sağlayan, maliyetleri azaltmaya çalışan, yönetimin gelişmesini sağlayan ve küresel rekabette ayakta kalmayı sağlayacak bir yönetim hizmet felsefesini gerektirir. Bu felsefe yalınlaşma felsefesidir.

Yalın yönetim; üretim veya hizmetin mümkün olduğunca sadeleştirildiği hiyerarşinin mümkün olduğu kadar az olduğu, iş sürecinde herkesin katıldığı, tüm çalışanların uyguladığı üretim veya hizmet yönetimidir. Yalın yönetimin amacı tüm israflardan arınmış etkin bir sistemi oluşturmaktır. Bu kavramın doğuşu yalın üretim ile olmuştur. Yalın yönetimin temelini muri “aşırı yükler” mura “aşırı yük sonucu oluşan verimsizlik ve muda “israflar” oluşturmaktadır (Aslan ve Pekcan, 2020). Yalın yönetim tek seferde hatasız üretme, az girdi ile çok çıktı üretme ve böylece daha fazla kazanç sağlama, tasarruf yapma, israf önleme ve böylece verimi artırmaya çalışır. Yalın yönetime göre değer katmayan tüm işlemler israftır. Yalın yönetim amaçlarına ulaşmak için bu israfları ortadan kaldırmayı gerektirir. Ekonomik etkin ve kaliteli ürünü üretmeyi amaçlamaktadır. (Arıcan ve ark., 2022).

Sağlık sektöründe yalın üretim; operasyonel verimliliği artırmak, hasta memnuniyetini iyileştirmek ve maliyetleri azaltmak gibi amaçlarla kullanılmaktadır (Womack ve Jones, 1996). Yalın araçların (örneğin, değer akış haritalama ve 5S) kullanımıyla acil servislerde hasta akışı düzenlenmiş, bekleme süreleri %30-40 oranında azaltılmıştır (Smith ve ark., 2015). Yalın stok yönetimi yöntemleri, ilaç israfını azaltarak maliyet tasarrufu sağlamış ve envanter doğruluğunu artırmıştır (Chen ve ark., 2019). Değer akış haritalama kullanılarak poliklinik süreçlerinde iyileştirme yapılmış, birim başına düşen hasta sayısında %20 artış sağlanmıştır (Jones, 2020). Mazzocato ve ark. (2010), bekleme sürelerinin %30 oranında azaldığını ve hasta memnuniyetinin arttığını göstermektedir. Esimai ve ark. (2012), ameliyathane süreçlerinde yalın üretim prensiplerinin uygulanmasıyla, ameliyat başlangıç gecikmelerinin %40 oranında azaldığını rapor etmiştir. Ayrıca ameliyathane kullanım oranlarının %15 artırıldığı belirtilmiştir. Ben-Tovim ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, değer akış haritalama ile poliklinik süreçlerinde gereksiz işlemler ortadan kaldırılmış ve hastaların toplam bekleme süresi %25 azaltılmıştır. Abdulmalek ve Rajgopal (2007), yalın stok yönetiminin ilaç envanter doğruluğunu artırdığını ve israfı %20 oranında azalttığını ortaya koymuştur. Görüldüğü üzere yalın üretim uygulamaları hastanelerin verimliliğin artmasına ve sağlık hizmeti kalitesinin iyileşmesine önemli katkılar sağlamaktadır.

2000’li yıllarda ABD’de başlayan sağlık sektöründe yalın felsefe zamanla sağlık sektöründe bir zorunluluk haline gelmiştir (Rahelison, 2019). Gelişmekte olan birçok sağlık kuruluşu ve sağlık hizmeti veren ülkeler yalınlaşmaya gitmiştir. Ancak ülkemizde

özellikle sağlık alanında yalın düşüncenin uygulama örnekleri yok denecek kadar azdır (Bayraktar, 2020).

Bu çalışmanın amacı bu önyargıları yıkmak, yalın üretimin sağlık sektöründe uygulanmasının ne gibi faydalar sağladığını göstermektir. Bu amaçla, öncelikle sağlık hizmetlerinde yalın üretim uygulamalarını kapsayan Türkiye’de gerçekleştirilmiş literatürdeki çalışmalar incelenmiştir. Devamında bu çalışmada uygulanan metodoloji anlatılmıştır. Takip eden bölümde Kocaeli Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi’nde gerçekleştirilen yalın üretim uygulamaları açıklanmış, son olarak sonuç kısmı ile çalışma sonlandırılmıştır.

2. Literatür Çalışması

Sağlık sektöründe yalın yönetim uygulamalarıyla ilgili literatür, süreç iyileştirme, verimlilik artışı, sağlık profesyonellerinin davranışları ve yalın yönetim araçlarının uygulanabilirliği gibi konuları kapsamaktadır. Bu amaçla Türkiye’de yapılan çeşitli çalışmalar Tablo 3’de özetlenmiştir. Bu çalışmalar incelendiğinde çalışmaların çoğunlukla yoğun bakım, kadın doğum, kan alma, laboratuvar, genel cerrahi, çocuk acil, dahiliye polikliniği gibi hastane birimlerinde yapıldığı görülmektedir. Ayrıca bu çalışmalarda yalın yönetim tekniklerinin bir çoğunun sağlık alanında hastanelerde uygulandığı görülmektedir. Bu yöntemler arasında çoğunlukla değer akış haritalası, spaghetti diyagramları yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca, kaizen, 5S, kanban gibi diğer yalın üretim yöntemlerin sağlık alanında uygulama alanına sahiptirler.

Tablo 1 - Literatür Çalışması

Yazar	Kullanılan Teknik	Amaç	Yapıldığı sağlık birimi	Sonuç
Sönmez ve Yağmur (2021)	Spagetti Diyagramı Milk-Run	Kan numunelerinin personel tarafından hareketlerinden kaynaklı oluşan israfların tespit edilmesi ve önlenmesi	Kan alma	Pnomatik tüp sistemini önererek sürecin topla süresini 1 saatten 36 dk ya düşürülmüştür.
Türköz ve Toraman (2021)	Değer akış haritalama tekniği ve spagetti diyagramları	Kadın doğum polikliniğini yalın üretim yöntemleriyle değerlendirmek.	Kadın doğum	Hastanın hastanede geçirdiği hizmet süresinden olan toplam 31 işlem adımı 22 işlem adımına düşürülmüş ve %29,3 iyileşme sağlanmıştır.
Bulut ve Yıldız (2018)	Anket tekniği SPSS ,e faktör analiz, tanımlayıcı istatistiksel analiz, çıkarımsal istatistiksel analiz ve korelasyon analizi	Hastane personelinin yalın çalışmalara karşı direnç durumlarını tespit etmek amaçlanmıştır.		Yapılan analizler sonucunda hastane personelinin yalın uygulamalara karşı direnç durumlarının sosso-demografik özellikler

				arasında anlamlı farklar yoktur.
Çavmak (2018)	Değer akışı haritalaması Mevcut durum analizi,	Yoğun bakım servisini yalın uygulamalar nezdinde değerlendirmek	Yoğun bakım servisi	İsrafların önüne Kaizen grubunun oluşturulması ayrıca yalın yönetimin içinde barındırmış olduğu insan kaynağının iyi yönetilmesi ve şeffaflığın sağlanması şeklinde geçilebileceği sonucu çıkarılmıştır.
Aloğlu (2018)	Değer Akış Haritası A3 raporlama, 5S, beyin fırtınası, kök neden analizi, spagetti diyagramı, andon, kanban beş kaizen uygulaması	Hastanenin yoğun bakım biriminde yalın üretim tekniklerin uygulanabilirliğini test etmek	Yoğun bakım servisi	Yoğun bakım biriminde hasta bakımı zamanında % 33,3, adım sayısında % 82,10'luk ve hareket israfında %94,44'lük iyileştirme sağlanmıştır.
Durur (2018)	Değer akış haritaları gelecek durum haritası ve değer akış planı balık kılıcı	Patoloji laboratuvarında israfa neden olan israf kaynaklarını ortadan kaldırmak	Laboratuvar	Laboratuvarda gerekli teknik ve analizler sonucunda %4,6'luk bir

	diyagramı ve pareto analizi			iyileşme sağlanmıştır.
Tanyıldızı (2020)	Değer akış haritalama teknîği ve spagetti diyagramları	Değer akış teknîğini uygulayarak yönetime önerilerde bulunmak amaçlanmıştır.	Genel Cerrahi birimi	Genel cerrahi birimine gelen hastaların bu birime yardımcı olan MR, kan alma , Ultrason birimlerine hangi sırayla ve hangi 2 veya 3 'lü kombinasyon durumlarına göre oluşabilecek bekleme süreleri tespit edilmiş ve önerilerle birlikte önemli azalmalar sağlanmıştır.
Efe ve Engin (2012)	Değer Akışı Haritalama mevcut durum haritası	Sağlık kurumlarının mevcut ve gelecek durum haritalarına göre bu sistemlerde yalın üretimin tespiti		Sistemde getirilen Kaizenlerle birlikte %36,6'lık bir iyileşme sağlanmıştır.
Aslan ve Pekcan (2020)	Gözlem ve yüz yüze görüşme yöntemi kullanılmıştır	Sağlık kuruluşlarında yalın üretimin gerekli olup olmadığı incelemektir.		

Çelenk ve ark. (2019)	Değer akış haritalama	Çocuk acilde oluşan bekleme sürelerini azaltmak	Çocuk acil	Değer akış haritalama ve Kaizen çalışmalarıyla proseste %59,61 iyileşme sağlanmıştır.
Tınaz (2019)	Değer akış haritalama tekniği	Hemşirelerin hasta bakımına ayırdıkları süreleri arttırmayı hedeflemişlerdir.		Evrak hazırlama süresinde % 83 azalma, hasta oda bulma zamanda % 90 azalma, hasta odası temizlemede % 55 azalma ve toplam süreçte % 84'lük bir azalma gözlemlenmiştir.
Arıcan ve ark. (2022)	Değer akış haritalama tekniği ve spaghetti diyagramları	Laboratuvarda israf noktalarının tespit edilmesinden sonra bu alanlarda iyileşme yapmak	Laboratuvar	Laboratuvarda 2094 dakikalık bekleme süresi 1242 dakikaya düşürülmüş toplam proseste %40,6 iyileşme sağlanmıştır.

Doğan ve Saçlı (2019)	Değer Akış Haritası	Kadın doğum polikliniğinde değer katmayan faaliyetleri tespit ederek bu faaliyetleri azaltmak	Kadın doğum polikliniği	Kaizen çalışmaları sonucunda toplam işlem süresi 405 dk dan 85 dk düşürülmüştür.
Aytaç (2009)	Değer Akış Haritası ,Kaizen, 5s	Hastanede değer katmayan faaliyetler azaltılmak amaçlanmış	Dahiliye polikliniği	Dahiliye polikliniğinde kişi sayısı, toplam işlem süresinde ve bekleyen hasta sayılarında önemli azalmalar sağlanmıştır.

3.Yöntem

Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesinde yalın çalışmaların yapılacağı birimin, öncelikle dar boğaz olduğu bölümün seçimi için hastane yönetimi ile görüşülmüş ve hastane yönetimi ortak karar verilmiştir. Ayrıca çalışmanın özgünlüğü açısından diğer araştırma makalelerinden farklı bir birimde olması hem de hastane yönetimiyle konuşulduğunda onlardan gelen geribildirimle yoğun ve darboğaz yaşanan bir birim olması nedeniyle hematoloji bölümü pilot uygulama için seçilmiştir.

3.1 Temel Kavramlar

3.1.1 Hematoloji.

Tıbbın kan ve kan bozuklukları ile ilgili hastalıkları inceleyen hematoloji yunanca kökenli olup “hemota” kan ve “loji” bilim kelimelerin bir araya gelmesi ile oluşmuştur. Bu tıp dalı kanın bileşenlerinin yapısı, işlevi ve kanla ilgili olası hastalıkların teşhisi ve tedavisi ile ilgilenir. Hematoloji kemik iliği, lenf sistemi ve kan ile ilgili hastalıkları inceler (Zengi, 2018)..Bazı hematoloji hastalıkları şunlardır;Akut miyeloid lösemi (AML) ,Kansızlık (Anemi), Kronik Lenfositik Lösemi, Kronik Miyeloid Lösemi (KML), Lenf Kanseri (Lenfoma), Lösemi (Kan Kanseri).

3.1.2 Kemoterapi.

Kanser hastalarının tedavisinde kullanılan bu yöntem hızlı ve kontrolsüz çoğalan hücrelere karşı seçici öldürücü etkisi olan bir dizi ilaç kombinasyonu şeklinde belirli aralıklarla tekrarlanan seanslar halinde hastaya uygulanan bir tedavi yöntemidir. Kanser hücrelerini öldürmek veya büyümelerini durdurmak amaçlanır (Su ve Ecevit, 2020).

3.1.3 Dahiliye.

Hematoloji bölümünü de içine alan dahiliye iç organ sistemlerini inceleyen tıp dalıdır. Üst ve alt solunum yolu hastalıkları, mide ve bağırsak sistemi hastalıkları, karaciğer hastalıkları, hipertansiyon, böbrek hastalıkları, kalp ve damar sistemi hastalıkları, tiroit hastalıkları, kas ve iskelet sistemi hastalıkları, şeker hastalığı, kansızlık ve diğer kan hastalıkları, romatizma hastalıklar üzerine teşhisi ve tedavisi uygulanır (DAĞCI & ASLAN, 2020).

3.2 Kocaeli Üniversitesi Hastanesi ve Hematoloji Polikliniğine Dair Bilgiler

1994 yılında hizmete giren üniversitesi hastanesi 795 yatak kapasitelidir. Hastane verilerine göre günlük ortalama polikliniklere gelen hasta sayısı 4500 – 5000 olarak tespit edilmiştir.

Hematoloji Bölümü poliklinik ve yatan hasta servisi birimlerini kapsamaktadır. Hastanede hematoloji bölümü için hem poliklinik kısmı hem de servis kısmı yer almaktadır. Hematoloji bölümünde 3 poliklinik bulunmaktadır. POLIKLINİK 2 kemoterapi hastalarına hizmet verirken POLIKLINİK 1 ve POLIKLINİK 3 ise muayene amaçlı gelen hastalara hizmet vermektedir. Kocaeli üniversitesi hastanesi hematoloji polikliniğinde 2 asistan 1 uzman doktor olmak üzere 3 poliklinikte hastalara hizmet verilirken bir mikroskop odası ve birde kan girişi odası vardır. Poliklinik nefroloji polikliniği ile yan yanadır ve bu iki bölümü bir koridor ayırır. Bu iki bölüm için 2 sekreter bulunmakta ve bu sekreterler hasta kayıt işlemlerini yapmaktadırlar. Hematoloji Polikliniğine gelen hastalar bekleme alanındaki ekrandan isimlerini takip eder ve ilgili poliklinik numarasında muayene olurlar. Sekreter POLIKLINİK 2 hastaları için elden verilen randevuları oluşturur POLIKLINİK 1 ve POLIKLINİK 3 hastaları ise yalnızca <https://onlinerandevu.kocaeli.edu.tr> web adresi veya ilgili telefon numarası ile randevu alırlar. Ayrıca dahiliye bölümünden yönlendirilen ve aciliyeti olan o gün muayene olması gereken hastalar için kayıt oluşturur.

Kan girişi odası doktorların hastalar için istediği bazı kan testleri için sisteme girişlerin yapılması için kurulmuştur. Bekleme alanında hastalar bekler ve isimlerini ekrandan takip ederler. Polikliniklerin olduğu bölümde hastaların beklemesi istenmez.

3.2.1 Verilerin Alınması.

Hastanede kayıt, muayene, tetkik sonucu, servis gibi birçok prosedür için bir ERP program kullanılmaktadır. in u program ile yapılır. Hematoloji bölümünde hastane yönetiminin de izni dahilinde hematoloji 1 , hematoloji 2 ve hematoloji 3 polikliniklerinde muayene olan hastalara dair veriler bu ERP programından çekilmiştir. Bu veriler 12-16 şubat 2024, 18-22 mart 2024, ve 1-5 nisan 2024 tarihinde hastanede hematoloji biriminde hizmet gören tüm hastalara dair bilgiler olup toplam 1070 randevulu hastaya aittir.

3.3 Hasta Tedavi Süreçleri

Kastanın tedavi sürecinde kematoloji birimindeki önemli süreçler aşağıda açıklanmıştır.

3.3.1 Hasta Kayıt Kabul.

Hastanın hastaneye geldiği anda ilk olarak temasa geçtiği ve ilk işlemleri yaptırdığı birimdir. Kayıt işlemleri sekter veya kiosk cihazında hastalar tarafından yapılmaktadır. Kayıt işlemleri sonrasında hastalar muayene olmak için sıralarını beklemektedirler.

3.3.2 Poliklinik İşlemleri.

Her poliklinikte bir doktor görev almaktadır. Sırası gelen hasta polikliniğe alınıp muayene olmaktadır. Poliklinik hizmetleri 09.00 da başlamakta ve saat 16.00'da sona ermektedir.

3.3.3 Kan Alma Birimi.

Kan alma birimleri hastanenin her katında bulunmaktadır. Kan tahlili istemi yapılan hasta, bulunduğu kattaki kan alma biriminin yoğunluğuna göre bir üst kat veya bir alt kattaki kan alma birim gelmekte ve birimin önündeki kiosktan sıra almaktadır. Sırası gelen

hasta kan alma birimine girerek boş olan herhangi bir kan alma kabinine girerek kanını aldırılmaktadır. Kan alma biriminde 4 kan alma kabini ve işlem yapan 4 hemşire bulunmaktadır. Kan alma işlemi 1-2 dakika gibi bir sürede tamamlanmaktadır. Alınan kan, kan sepetlerinde biriktirilir. Burada kan tüplerinin laboratuvara transferi “ilk alınan ilk gönderilir” (fifo) yöntemiyle olmaz. Kanlar, sepetlerde biriktirilir ve bir görevli tarafından saatte bir kere hastanenin bütün katlarını gezerek tüm kanları toplar ve laboratuvara götürür. Görevli tarafından laboratuvara getirilen numuneler laboratuvar teknisyen/teknikeri tarafından analiz edilmektedir. Laboratuvara gönderilen tahlil sonuçlarının çıkma süresi hasta yoğunluğuna ve testin türüne bağlı olarak değişebilmektedir. Analiz edilen numuneler onaylandıktan sonra test sonuçları poliklinik bilgisayarlarına gönderilmektedir. Eğer hasta sonuçların çıktısını isterse poliklinik sekreterinden alabilmektedir.

3.3.4 Radyoloji Birimi.

Hematoloji hastalarından hasta şikayetine göre çeşitli testler istenmektedir. Doktor tarafından tetkik istemi yapılan hastalar ilk önce radyoloji sekreterine gelerek tetkik çekimi için randevu almaktadır. Daha sonra randevu aldığı tarih ve saate göre hastaneye gelen hastaya sekreter tarafından kayıt açılma işlemi yapılır. Hasta kayıt yaptırmaya sırasında kayıt yaptırmaya önceliğine göre bir çekilme sırası oluşturulur. Hastalar sekreterde kayıt yaptırdıktan sonra bekleme salonunda beklemektedir. Röntgen çekim işlemi, hasta odaya alındıktan sonra hastanın hazırlanması ve çekimin tamamlanması ortalama 6 dakika gibi bir sürede gerçekleşmektedir. Bu süre hastanın metal kıyafetle gelip gelmemesine ve yaşına göre kısalabilmekte veya uzayabilmektedir. Hastanın çekimi yapıldıktan

sonra bilgisayar ortamından 4 dakika gibi kısa bir sürede doktorunun bilgisayarına gönderilmektedir.

3.3.5 Ultrason.

Ultrason, yumuşak doku ve parankimal organların teşhis amacıyla incelenmesinde kullanılan bir görüntüleme tekniğidir. Hastanın ultrason çekimi için talepte bulunulduğunda, öncelikle radyoloji birimi sekreterine başvurulur ve buradan hastaya randevu verilir. Randevu gününde hasta, belirlenen birimde bulunarak çekimini gerçekleştirir. Çekim odasında genellikle bir doktor ve rapor yazmakla görevli bir sekreter bulunmaktadır. Çekim süresi genellikle 5 ila 10 dakika arasında değişmektedir. Çekim tamamlandığında hastaya hem raporu verilir hem de dijital ortamda doktoruna iletilir.

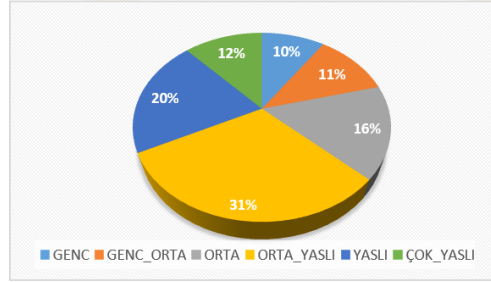
4 Bulgular

4.1 Hastalara İlişkin Demografik Bulgular.

Bu çalışma kapsamında 866 tanesi normal hasta, 203 tanesi kemoterapi hastası olmak üzere toplam 1070 randevulu hastanın bilgileri değerlendirilmiştir. Kempoterapi, yani POLIKINLIK2 hasta sayısı 203 olup tüm hastaların %19'unu temsil eder. Hematoloji polikliniğine muayene için gelen normal yani POLIKLINIK 1 ve POLIKLINIK 3'ün hasta sayısı 866 olup tüm hastaların %71'ini oluşturur.

Hasta yaşı gruplarına göre tüm hastalarının dağılımı Şekil 1'de görülmektedir. Analizde 18-30 yaş arası genç, 30-40 yaş arası genç-orta, 40-50 yaş arası orta yaş, 55-65 yaş orta-yaşlı, 65-75 yaş arası yaşlı ve 75 yaş üstü çok yaşlı olarak gruplanmıştır. Yapılan analizde 1069 hasta incelenmiş ve hastaların çoğunun 40-50 yaş arası orta-

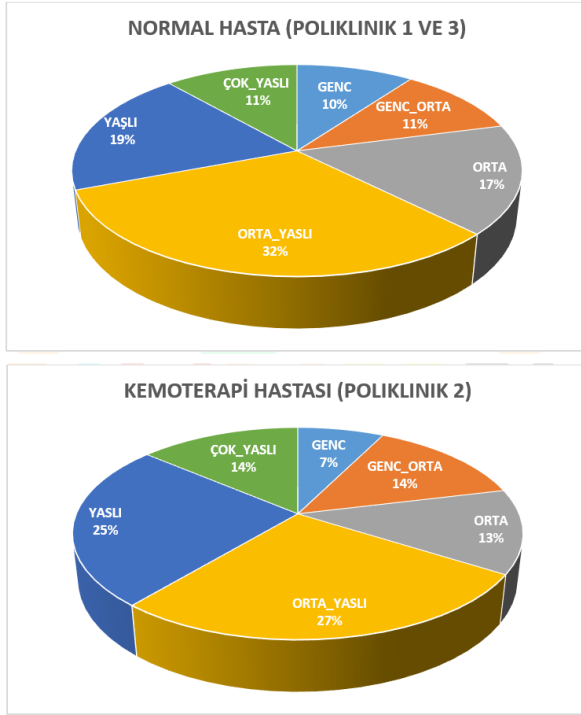
yaşlı kategorisindeki hastalar olduğu gözlemlenmiştir. Hastaların %50.2'si kadın ve %49.8'inin ise erkek olduğu gözlemlenmiştir. Toplam kadın hasta sayısı 557, toplam erkek sayısı ise 532'dir.



Grafik 1 – Hematoloji Bölümü Hastalarının Yaşa Göre Dağılımı

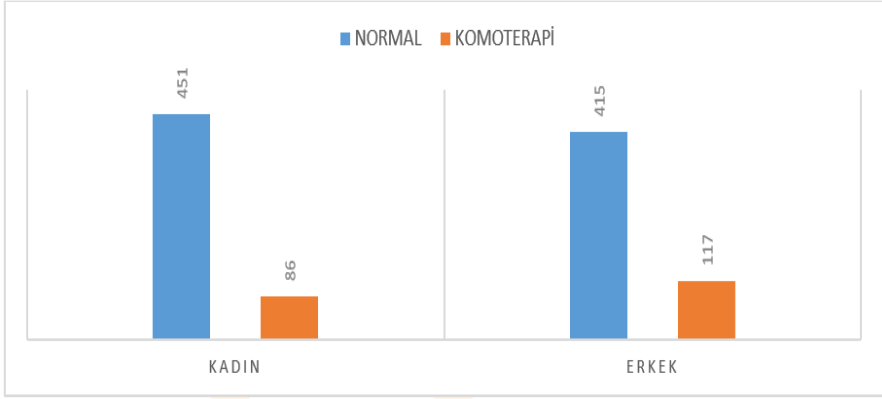
Hastaların ortalama yaşı 54.73'tür ve orta-yaşlı yaş kategorisine denk gelir. Yapılan testte standart sapma 16,88 standart hata ise 0,51'dir. En büyük hasta 94 yaşında en genç hasta ise 18 yaşında olup açıklık 76'dır.

Hasta gruplarına göre hastaların yaş dağılımı Şekil 2'de görülmektedir. Kemoterapi hastalarının çoğunluğu yaşlı olup 65-70 yaş arasındadır ve tüm hastaların %25,7'sidir. Normal gruptaki hastalarının çoğunluğu orta-yaşlı yaş kategorisinde bulunup 50-65 yaş arasındaki hastalardır ve tüm hastaların %31,6'sıdır.



Grafik 2 – Hastaların Hasta Grubu ve Yaş Gruplarına Göre Dağılımı

Hasta gruplarına göre hastaların cinsiyet dağılımı Şekil 3’de görülmektedir. Kemoterapi hastalarında bu oranlar; kadın %42.4 erkek %57.6’dır. Kadın hasta sayısı 86 erkek hasta sayısı ise 117’dir. Hematoloji bölümüne gelen muayene olan hastalarda ise bu oran; kadın %52,1 erkek %47.9’dur.kadın hasta sayısı 451 erkek hasta sayısı ise 415’dir.Kadınlarda kemoterapi hastası olma oranı %18 erkeklerde ise %22’dir



Grafik 3 – Hastaların Cinsiyet ve Hasta Gruplarına Göre Dağılımı

4.2 Değer Akışı Haritalama

Değer akışı haritasını oluşturmadan hizmet akışını daha iyi anlamak için hastanın tedavi sürecinde önemli süreçleri analiz edilmiştir.

Hematoloji birimine gelen ve muayenesi yapılan hastanın doktor tarafından istenen tetkikler sonucu hasta laboratuvar ve radyoloji birimlerine yönlendirilirler. Hastanın bu birimlerde geçirdiği ortalama süreleri Tablo 2’de verilmiştir

Tablo 2 - Hastane Birimleri ve Ortalama Geçirilen Süre ve Testlerin Sonuçlanma Süreleri

Birim	İşlemler		Ortalama Süre
Muayene			13 dakika
Röntgen			6 dakika
Ultrason			7 dakika
Laboratuvar	Biyokimya	50 dakika	70 dakika
	Hemogram	40 dakika	
	Hormon	70 dakika	
	İdrar	30 dakika	

4.3 Mevcut Durum Haritası.

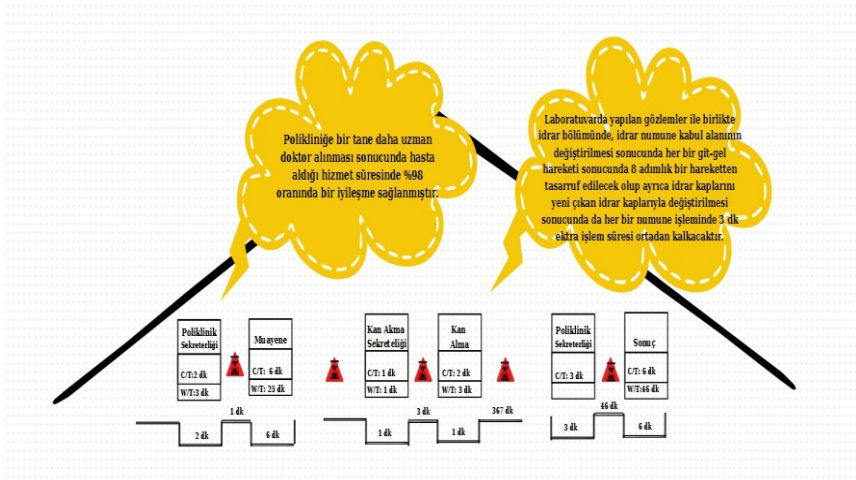
Hastanenin ilgili birimlerinden toplanan verilerle mevcut durumu göstermek için akış ve süreçleri semboller ve ikonlarla gösteren bir sistem kullanılıyor. Ayrıca belirli sistem ölçütleri de bulunuyor:

- W/T: Bekleme Zamanı. Değer katmayan zaman dilimi. (Mesafe, Uzman doktorun imza atması, Sekreter tarafından kayıt açma, beklemler vb.)

- L/T: Temin Zamanı. Hastaların sistemde geçirdikleri toplam süre.

- C/T: İşlem Zamanı. Değer katan zaman dilimi.

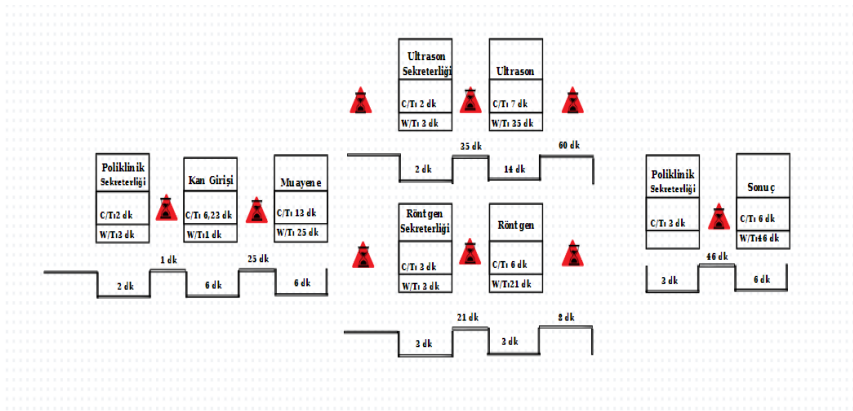
Hematoloji bölümünde iki tür hasta bulunmaktadır. Birinci gruptakiler normal poliklinik hastaları, ikincisi ise, kemoteratpi alan hematoloji hastaları. İki gruptaki akış birbirinden farklıdır. Birinci gruptakiler için değer akışı, Şekil 4 ile temsil edilen, muayene amaçlı ve muayene öncesinde herhangi bir tetkik yaptırmayan hastaların sürecidir. Bu süreçte doktor, muayene sonrası sadece kan tetkikleri yapılmasını istemektedir. Hasta, kan alma birimine gidip kan örneğini verdikten sonra, sonuçların çıkması için belirli bir süre bekleyerek doktoruna sonuçlarını gösterip hastaneden ayrılmaktadır.



Şekil 1 – Normal Hastalar İçin Mevcut Durum Değer Akış Haritası

İkinci gruptakiler için , yani kemoteratpi hastaları için değer akışı Şekil 5’de görülmektedir. Buna göre hastalar randevu gününden bir gün önce hastaneye gelerek kan giriş işlemlerini

tamamlar. Yani, muayene gününde kan vermek yerine, bir gün önceden kanlarını verip tetkik sonuçlarını beklerler. Randevu gününde hastaneye geldiklerinde gerekli tetkiklerini gösterirler. Doktorun istemesi üzerine, radyoloji ve ultrason birimlerine giderek gerekli işlemleri yaptırırlar.



Şekil 2 – Kemoterapi Hastaları İçin Mevcut Durum Değer Akış Haritası

Mevcut Durum analizinde öncelikli olarak israf kaynakları belirlendi. İsrarlar yalın üretimde tanımlanan 7 temel muda türü temel alındı. B amaçla gözlem ve yüzyüze görüşme yöntemleri kullanılmıştır. Mudalar Tablo 3’de görülmektedir.

Tablo 3 – Hematoloji Biriminde Tespit Edilen İsraflar

Muda Türleri	Gözlemlenen İsraflar
Fazla Üretim	• Doktor tarafından hastaya sekreterin elden randevu verebilmesi için yönlendirilen hastanın randevu bilgisini içeren kağıtlar • Doktorun hastadan gereksiz yere çok fazla test istemesi
Taşıma	• Hastaların kayıt yaptırdıktan sonra bilgilerinin ve yapılan işlemlerinin kayıt altında tutulduğu dosyaların doktorlara dağıtılması esnasında farklı polikliniklere gitmesi • Yazıcılar doktor odasında bulunmadığı için doktor tarafından çıkarılan belgelerin koridor girişindeki sekreter yazıcısından hasta tarafından alınması • Kemoterapi hastalarının ilaç almaları için servisle onkoloji binasına gitmeleri
Hareket	• Kiosk cihazlarının hematoloji biriminin önünde olmamasından kaynaklanan hasta hareketleri • Görüntüleme birimlerinin hematoloji birimine uzak olmasından dolayı kaynaklanan hasta hareketi • Hasta dosyalarının sekreter tarafından doktorlara dağıtılması
Bekleme	• Asistan doktorların bir vakanın tedavisi veya bir reçeteyi imzalatmak için uzman doktora danışması sonucunda uzman doktorunun müsaitliğini beklemleri • Doktor tarafından elden randevu verilmesi istenen hastaların poliklinik sekreterliği önünde beklemesi • Kontrol amaçlı gelen hastaların başka hastanede kan tahlillerini yaptırmadığı için sonuçlarını beklemesi • Kioska kayıt yapma bilgisi olmayan hastaların sekreterde kayıt yapmaları için beklemleri • Kan verilir sonucunu aynı gün çıkacak hastaların laboratuvarıda yaşanan aksaklık ve eksiklikten dolayı sonuçların geç çıkması

	• Görüntüleme birimlerindeki yetersizlik sonucunda hasta randevu alabilmek için beklemesi
Gereksiz İşlem	• Doktor tarafından hastaya sekreterin elden randevu verebilmesi için yönlendirilen hastanın sekreterden randevu alması • Yazıcılar doktor odasında bulunmadığı için doktor tarafından çıkarılan belgelerin koridor girişindeki sekreter yazıcısından hasta tarafından alınması • Doktor tarafından açılması gereken tahlil tetkik girişlerinin doktor tarafından unutulması sonucunda kan girişi biriminin bu işlemleri yapması
Stok	• Hematoloji ve Nefroloji birimlerinin aynı koridorda olmasından ve koridor kapısının sürekli açılmasından dolayı hastaların dış koridorda değil de doktor kapısının önünde beklemeleri sonucunda doktor kapısı önünde hasta kuyruklarının oluşması
Hatalar	• Kioskta kayıt yapma bilgisi olmayan hastaların kioskta hatalı giriş yapması • Onkoloji biriminden gelen numunelerin taşıma bilgisi olmayan bir kişi tarafından taşınması sonucunda numune içeriklerinin bozulması • Pnömotik sistemi tek yönlü bir taşıma gerçekleştirdiği için aynı ayna iki taraftan da numune gönderilimi sırasında kapsüllerin çarpışması ve tek bir tarafa düşmesi

4.4. Kök Neden Analizi

İsraflar tespit edildikten sonra hematoloji bölümünde tespit edilen 4 temel problem kök-neden analizi ile analiz edilmiştir. Bu amaçla 5 neden analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ortaya çıkan sorunları çözmede kullanılan bir yöntemdir. Yöntemin temel amacı neden? soruları sorarak sorunun kaynağına, köküne inerek kök nedeni bulmaktır. Sürekli sorulan neden? soruları sorun

saptanıncaya kadar devam eder. Dört temel problem için 5 neden analizi sonuçları Tablo 4’de gösterilmektedir.

Tablo 4- Hematoloji Bölümünde Terspit Edilen Temel Problemler İçin 5 Neden Analizi

1. SORUN	1.Sorun nedir?	Hastaların test sonuçlarının öğleden önce çıkmaması
	1.Neden hastaların test sonuçlarının öğleden önce çıkamıyor?	Çünkü test sonuçları öğleden sonra çıkıyor, sabah çıkmıyor.
	2.Neden hasta test sonuçlarını sabah alamıyor?	Test sonuçları öğleden sonra çıkıyor.
	• 3.Neden sabah yapılan test öğleden sonra çıkıyor?	Çünkü numunelere bakma işlemi 10 ‘da başlıyor.
	• 4.Neden numunelere 10’dan sonra bakılıyor?	Makinelerin hazırlık işlemine 8’de başlanıyor. Ve iki saat sürüyor.
	• 5.Neden hazırlık işlemine 8’de başlanıyor?	Çünkü hazırlık işlemini gündüz vardiyası başlatıyor. Ve saat 10’a kadar sürüyor
	Tespit: Hazırlık işlemine akşam vardiyasında çalışanlar vardiya süreleri sonlarında başlatıp makineleri sabah vardiyasındaki çalışanlara hazır hale getirebilir.	

2. SORUN	.Sorun nedir?	Hastaların bekleme alanında değil poliklinik koridorunda beklemesi
	1.Neden hastalar poliklinik koridorunda bekliyor?	Neden hastalar poliklinik koridorunda bekliyor?
	2.Neden hastalar doktorlara sürekli sorular sormaktadır?	Hastalar hastalıklarından endişe duymaktadır ve bilgi almak istemektedirler
	3.Neden hastalar neden endişe duymaktadır?	Hastalar hematoloji hastası olduğunda kanser olduğunu düşünmekte ve endişeye kapılmaktadır
	4.Neden hastalar hematoloji hastası olduğunda neden kendilerinin kanser hastası olduğunu düşünür?	Hastalar hastalıkları ile ilgili yeterince bilgi sahibi değildir bilgi edinmelidirler
	5.Neden hastalar neden yeteri kadar bilgi sahibi değildir?	Hastalar hastalıkları ile ilgili bilgileri kendileri araştırmakta ve internetten ulaştığı bilgiler ile endişeye kapılılar
	Tespit: koridorlarda beklemenin nedeninin hastaların duyduğu endişe olduğu gözlemlenmiş ve hastaların endişesinin kaldırılması ve onların bilgilendirilmesinin onların telaşlarını azaltacağı öngörülmüştür.	
	1.Sorun nedir?	Hasta sayılarının öğleden sonra artması

3. SORUN	2.Neden öğleden sonra hasta sayısında artış olmaktadır?	Çünkü hastalar gün içerisinde önce muayene oluyor sonra sonuçlarını gösteriyor ve gün boyu hastanede kalıyorlar
	3.Neden hastalar gün boyunca hastanede kalmaktadır?	Hastalar muayene ile beraber doktorun istediği testleri de çıkarmakla uğraşmakta ve test sonuçları hizmet sürelerini artırmaktadır.
	4.Neden hastalar test sonuçlarını uzun süre bekler?	Testler gün içerisinde uzun vakitlerde çıkmaktadır.
	5. Hastalar test sonuçlarına erken ulaşmak için ne yapmalıdır?	Hastalar muayene olmadan önce testlerini yaptırıp doktora hazır gelmelidirler
	Tespit: hastalar testlerini yaptırıp sonuçları ile muayeneye geldiğinde hastanede geçirecekleri sürelerin de azalacağını düşünülmekte ve öğleden sonra oluşan hasta kalabalıklığının azalacağı öngörülmektedir	
4. SORUN	1.Sorun nedir?	Numunelerin deforme olması
	2.Neden numuneler deforme oluyor?	Çünkü taşıma esnasında numuneler deforme oluyor
	3.Neden numuneler taşıma esnasında deforme oluyor?	Numuneler elde taşınıyor ve uzak mesafelerden laboratuvara geliyor

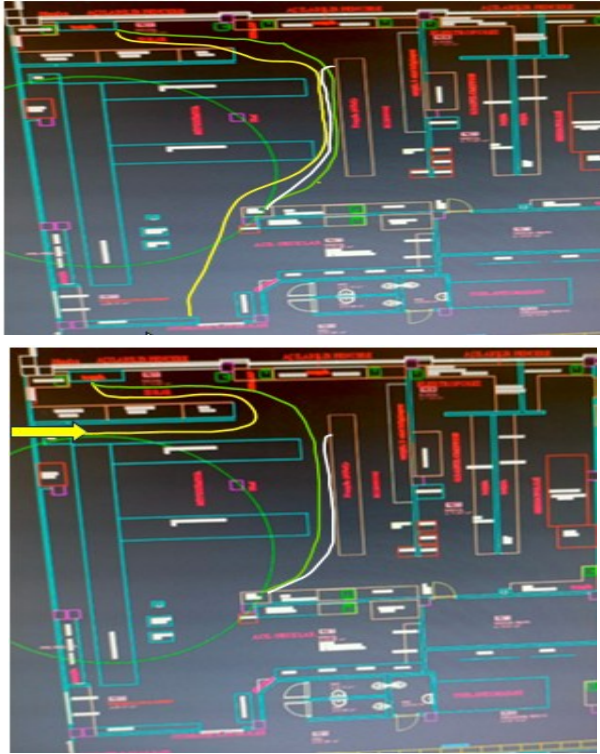
	4. Neden elde taşınıyor ve uzak mesafeler katediliyor?	• Uygun kaplarda ve pnömotik sistemi aktif kullanılamıyor. Ve laboratuvarın konumu merkezi değildir.
	5. Neden pnömotik sistemi aktif kullanılamıyor?	• Çünkü çift taraflı akış söz konusudur ve karşılıklı numuneler sıkışmaktadır.
	Tespit: laboratuvarın diğer birimlere uzak olduğu ve pnömotik sisteminin yeteri kadar verimli olmadığı gözlemlendi. Pnömotik sisteminin çift taraflı akış değil tek taraflı ve uzak mesafelere ulaşacak şekilde geliştirilmesinin, hastaların tekrar testler yapmasını engelleyeceğini gözlemlendi.	

4.5 Spagetti Diyagramları

İdrar tetkiklerin yapıldığı gündüz vardiyasında üç kişinin gece vardiyasında bir kişinin hizmet verdiği bir bölümdür. Numuneler numune kabul alanından alınır. Bu numunelerin kayıt işlemi yapılır ve bu numunelere özgü barkotlar çıkarılır. Çıkarılan barkotlar tüplere yapıştırılır. Ve idrar kaplarındaki idrarlar teknikerler tarafından uygun barkottaki küçük tüplere dökülür. Daha sonra bu tüpler barkot okutuculara okutulur ve test için makineye verilir. İdrar bölümünün mevcut işleyişiyle ilgili spagetti diyagramı Şekil 6 (a) 'da görülmektedir. İdrar numunesinin tekniker tarafından alınıp (sarı işaretli) sisteme girişlerinin yapılması ve numunelerin kaplardan tüplere dökülme işlemleri (yeşil işaretli) yapıldıktan sonra tetkikler için numunelerin makinelere götürülme işlemleri (beyaz işaretli) yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Spagetti diyagramından da görüleceği üzere tekniker bu işlemleri gerçekleştirmek için uzun

mesafeler katetmektedir. Bu katedilen gereksiz mesafeler israfa neden olmaktadır.

Daha yalın bir akışın sağlanması için idrar numune kabul alanının kan kabul alanından değil idrar bölümüne yakın olan bir alandan yapılması daha uygun olabilir. Eğer biyokimya makinelerinin bulunduğu kısmın arkasından bir kapı açılır ve sadece idrar kabulü bu alandan yapılırsa tekniker numune kabulü için daha az bir mesafe katetecektir. Önerilen model Şekil 6 (b)'de görülmektedir. Numune kabul alanı sarı ok ile gösterilen yerden olmaktadır.



Şekil 3- İdrar Bölümünün İşleyişiyle İlgili Spagetti Diyagramı

4.6 Kaizen Önerileri

Hastanede hematoloji bölümünde yapılan gözlemler sonucunda yapılabilecek olası kaizen önerileri Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5 - Hematoloji Bölümü İçin Kaizen Önerileri

	Sorun	Kaizen Önerisi
1	Kiosk cihazlarında kayıt yapılabileceği ile ilgili herhangi bir bilgilendirmenin olmaması sonucu hastaların ilk başta kiosklara gidip oralarda kayıt açtırabileceklerini bilmemesi sonucunda hem sekreter önlerinde uzun kuyruklar ve bekleme oluşuyor. Hem de tekrar sekreter tarafından bu durumun bu şekilde yapılması sonucunda hasta tekrar koridorun başına yürüyerek kiosktan tekrar baştan kayıt açmaya çalışıyor.	Kiosk cihazlarını sadece merdiven yanlarında değil polikliniklere eşit uzaklıkta olacak şekilde dağıtmak
2	Sadece koridorda hasta çağırılma ekranlarının olması hasta koridora girince içerideki hasta bazen çıkmamış oluyor. Ve hasta içeriye giremiyor. Durum böyle olunca da doktor tarafından tekrar bir çağırma işlemi gerçekleştiriliyor.	Her poliklinik için kapı önlerinde hasta çağırılma ekranlarının olması.

3	Okuma yazması olmayan veya görme yetisini kaybetmiş hastaların ekrandan randevusunu takip edememeleri	Hasta çağırılma ekranlarına ses özelliği kazandırılması
4	Poliklinikte sadece bir uzman doktorun olması ve imza yetkisi olmayan iki asistanın doktorun reçeteye imza atması için beklemesi değer katmayan faaliyet olarak değerlendirilmiştir.	Bir uzman doktor, bir asistan doktorla çalışması için hastaneye bir uzman doktor daha alınması gerektiği yaptığımız simülasyon sonucunda önerilmektedir. Bu sayede hizmet verilecek toplam hematoloji hasta sayısı %98 oranında artış göstereceği düşünülmektedir.
5	Görüntüleme merkezleri hematoloji polikliniğine uzak olduğu için hastaların gereksiz mesafeler katetmesi israfa neden olmaktadır.	Görüntüleme merkezinin, görüntüleme merkeziyle alakalı tüm birimlerin merkezi konumunda bulunması
6	Doktor odalarında yazıcı bulunmadığı için hastalar doktor çıktılarını koridor başında yer alan sekreter yazıcılarından alması	Doktor odalarına yazıcı koyulması
7	Doktorların hasta çağırma, hastaya dair bilgileri sisteme girme, kaşe basma, raporlar için çıktı alma işlemlerini yapması hastaya değer katmayan süreyi arttırmaya neden olmaktadır.	Doktorların sistem gerekliliği için yaptığı işleri kişisel sekreterinin yapması. Bu bağlamda her doktor için bir sekreterin görevlendirilmesi.
8	Kan girişi için ekstra bir odanın yapılması.	Kan girişi odasında bulunan personelin yaptığı işleri doktorun kişisel asistanının yapması

9	Görüntüleme birimlerinde ekran olmadığı için teknikerin hastaları isim isim seslenerek çağırması	Görüntüleme merkezine de polikliniklerde olduğu gibi bir ekranın koyulması
10	Hastalar muayene sıralarını yalnızca bekleme alanındaki ekrandan görmektedir. Bu da bekleme alanında hasta yoğunluğu oluşturmaktadır. Ayrıca hastalar diğer tedavi işlemlerini gerçekleştirememektedir.	Hastanın muayene sırasını takip edebilmek için QR kodlu takip sisteminin oluşturulması.
11	Dahiliye bölümüyle hematoloji bölümünün ortak hastalarının çok olmasına rağmen birbirlerine uzak konumlarda bulunmaları	Hematoloji bölümü nefroloji gibi alakasız bölümlerin yan yana olmasından ziyade bölümler arası hasta akışı olan birimlerin yakın olması
12	Doktorun hastaya elden randevu alabilmesi için kâğıt vermesi ve sekretere göndermesi sonucunda hem kâğıtların israf olması hem de hastanın gereksiz yere hareket etmesi	Doktorun bu bilgiyi sistem üzerinden sekretere ileti mesajı olarak göndermesi ve sekreterden onay alması yazılım sayesinde geliştirilebilir. Böylece hastanın gereksiz beklemesi ortadan kalkacak ve aldığı randevu kendisine sistem üzerinden mesaj olarak iletilecek.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada ürün ve hizmet üretim sisteminde en az kaynakla en kısa sürede en ucuza ve hatasız üretimi mükemmelliği hedefleyerek en büyük katkısı gereksiz stokları üretim sisteminden kaldırmak şeklinde olan ve müşteri isteklerini karşılayarak üretim sisteminin verimini optimize eden bir yönetim yaklaşım felsefesi

olarak tanımlanan yalın üretim yaklaşımının sağlık sektöründe /sağlık hizmetlerinde nasıl kullanıldığına yönelik derinlemesine bir araştırma gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada sağlık hizmeti veren kuruluşlarda sağlık hizmetinin hastaya ulaşma konusunda gecikmelere neden olan israf kaynaklarının nasıl belirlenip ortadan kaldırılması gerektiği konusunda Kocaeli Üniversitesi Araştırma Hastanesinde yalın yönetim yaklaşımı uygulanmıştır. Bu amaçla hastane yöneticileri ile yapılan görüşmeler sonucunda hematoloji polikliniği pilot uygulama alanı olarak seçilmiştir. Öncelikle hasta profili çıkarmak üzere hastaların yaşı, cinsiyeti, hastalığı, hizmet alma süreleri incelenmiştir. di. Daha yalın bir hastane için spagetti diyagramı ile akış basitleştirdik, 5s ile laboratuvarlarda düzenin artmasını sağladık, hastanede kullanılan andon sistemini açıkladık, değer akışı haritalama yaptık ve bu haritadan faydalanarak çeşitli Kaizen önerilerinde bulunuldu. Sorunların çözümü için israfı ortadan kaldıran, tam zamanında doğru tedavi gerektiren, çalışan ve müşteri memnuiyetini sağlayan, maliyetleri azaltmaya çalışan, yönetimin gelişmesini sağlayan ve rekabet gücünün artmasını sağlayan yalın yönetim felsefesinin hastaneler de uygulanması hastanelerde verilen hizmetlere değer katacaktır. Böylece iş akışındaki problemleri çözebilmek için yüksek bütçeli yatırım uygulamaları yerine yalın tekniklerin uygulanması ile küçük önlemler alınarak, doğru organizasyon neticesinde israfların önüne geçerek sağlık kuruluşunun en kısa zamanda hastaya sağlık hizmetini verilebilmesi mümkün olacaktır.

5.1 Bilgilendirme

Bu alışma 2209-A - niversite ğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 2023 Yılı 2.Dönem ağrisi kapsamında 1919B012335060 numaralı başvuru ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223-236.

Aloğlu, N. (2018). Sağlık sektöründe yalın yönetim uygulaması: Bir yoğun bakım ünitesi örneği (Doctoral disertation, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Türkiye).

Arıcan, G., Küçük, B., Arıkan, H., Deveci, S., & Aral, M. (2020). Mikrobiyoloji Laboratuvarında Yalın Üretim Sistemlerinin Uygulanabilirliği. *KSU Medical Journal*, 17(1), 94-100.

Aslan, S., & Pekcan, G. (2020). Hastanelerde yalın yönetim uygulamaları: Gümüşhane acil servisi değerlendirmesi. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 7(1), 1-12.

Aytaç, Z. (2009). Hastanelerde yalın yönetim sistemleri (Doctoral dissertation, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Bayraktar, B. (2020). Bir sağlık kuruluşunun fizik tedavi ve rehabilitasyon bölümünde hizmet performansının yalın tekniklerin kullanılmasıyla arttırılması (Master's thesis, Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Ben-Tovim, D. I., Bassham, J. E., Bennett, D. M., & Hughes, C. F. (2008). Redesigning care at the Flinders Medical Centre: Clinical process redesign using "lean thinking". *Medical Journal of Australia*, 188(6), S27-S31.

Bulut, F., & Yıldız, M. S. (2018). Sağlık Profesyonellerinin Yalın Uygulamalara Direncini Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma. *İşletme Bilimi Dergisi*, 6(3), 239-272.

Chen, L., & Green, R. (2019). Inventory management in hospitals: A lean approach. *Healthcare Operations Management*, 8(3), 200-215.

Çavmak, D. Ç. (2018). Sağlık Hizmetlerinde Yalın Yönetim: Bir Özel Hastane Koroner Yoğun Bakımı Değerlendirmesi. *Uluslararası Sağlık Yönetimi Ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, 4(1), 54-73.

Çelenk, O., Topoyan, M., & Kaynak, K. Ö. (2019). Yalın Düşünce Bakış Açısıyla Acil Servis İş Akışlarının Değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 585-604.

Dağcı, A., & Aslan, E. (2020). Sağlık Sektöründe Yalın Üretim Uygulaması: Tokat İlinde Bir Devlet Hastanesi Örneği. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 23(4), 623-638.

Doğan, N. Ö., & Saçlı, (2019). E. Sağlık Sektöründe Değer Akış Haritalama Uygulaması: Bir Özel Hastane Örneği.

Durur, F. (2018). Yalın Yönetimin Bir Kamu Hastanesi Patoloji Laboratuvarında Uygulanması (Master's Thesis, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Efe, Ö. F., & Engin, O. (2012). Yalın Hizmet-Değer Akış Haritalama Ve Bir Acil Serviste Uygulama. *Verimlilik Dergisi*, (4), 79-107.

Esimai, G., Shuman, C., & Young, P. (2012). Using Lean Tools to Improve the Surgery Process. *Journal of Healthcare Quality*, 34(2), 36-41.

Gül, D. (2021). Hastanelerde Hizmet Süreçlerinin Yalın Tekniklerle İyileştirilmesi: Bir Özel Hastanenin Ameliyathane Ünitesinde Uygulama (Master Thesis, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü)

Mazzocato, P., Savage, C., Brommels, M., Aronsson, H., & Thor, J. (2010). Lean thinking in healthcare: A realist review of the literature. *Quality & Safety in Health Care*, 19(5), 376-382.

Miller, D., Wang, L., & Patel, K. (2018). Optimizing operating room efficiency with lean tools. *Health Systems Research*, 12(2), 147-160.

Radnor, Z. J., & Osborne, S. P. (2013). Lean: A failed theory for public services? *Public Management Review*, 15(2), 265-287.

Rahelison, T. H. (2019). Sağlık Sektöründe (Yalın Düşüncenin) Uygulanması (Master's Thesis, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Serpil, S. U., & ALPAR, Ş. E. (2020). Leuven Kemoterapi Hasta Bilgi Ölçeğinin Türkçe Geçerlik ve Güvenirliğinin Değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 7(3), 232-239.

Smith, J., Brown, A., & Taylor, P. (2015). Lean implementation in emergency departments. *Journal of Healthcare Management*, 60(4), 273-288.

Sönmez, V., & Yağmur, C. (2021). Hastane Kan Toplama Merkezinde Yalın Üretim Uygulaması. *International Journal Of Engineering Research And Development*, 13(3), 172-187.

Tanyıldızı, İ. (2020). Sağlık Kurumlarında Yalın Yönetim: Fırat Üniversitesi Hastanesi Genel Cerrahi Anabilim Dalı Örneği (Doctoral Deissertation, Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü)

Tınaz, B. (2019). Yalın Yönetim Sistemlerinin Hastanelerde Uygulanabilirliği Üzerine Bir Çalışma. (Master Thesis, Trakya Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü)

Türk Dil Kurumu. (2023). Türk Dil Kurumu Sözlükleri.

Türkön, B. F., & Toraman, A. (2023). Sağlık Kurumlarında Yalın Yönetim: Bursa İlinde Bir Uygulama Örneği. *Verimlilik Dergisi*, 57(1), 211-238.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Schuster.

World Health Organization (Who). (2010).

BÖLÜM VII

Endüstriyel Tasarımda Grafik ve Animasyonun Önemi

Fatih AYKURT¹

Giriş

Grafik ve Animasyonun Endüstriyel Tasarımdaki Yeri Endüstriyel tasarım, işlevsel ve estetik açıdan mükemmel ürünler yaratmayı amaçlayan bir disiplindir.

Bu alandaki tasarımlar, kullanıcıların günlük yaşamlarını kolaylaştıran ve estetik zevklerine hitap eden nesneler, makineler, araçlar ve sistemler oluşturmayı hedefler. Grafik tasarım ve animasyon, endüstriyel tasarımın bu amaca ulaşmasına yardımcı olan önemli araçlardır. Grafik tasarım, görsel iletişimi etkin bir şekilde sağlayarak ürünlerin estetik ve işlevsellik yönlerini kullanıcıya sunarken;

¹ Öğr. Gör. Dr., Talia Yaşar Bakdur Ortaokulu, Ankara/Türkiye, Orcid: 0000-0002-7926-621X, fatihaykurt06@gmail.com

animasyon, ürünlerin nasıl çalıştığını, nasıl kullanılacağını ve tasarımın kullanıcıya nasıl fayda sağlayacağını görsel olarak açıklayarak tasarım sürecine derinlik katar.

Grafik ve Animasyonun Tanımı

Grafik Tasarım: Görsel iletişimi ifade eden bir sanat dalıdır ve temel amacı, bilgiyi veya fikri görsel unsurlar aracılığıyla etkili bir şekilde iletmektir. Grafik tasarım, renk, tipografi, şekil ve çizim gibi öğeleri bir araya getirerek kullanıcıların anlamasını kolaylaştırır. Endüstriyel tasarımda, ürünlerin görselleştirilmesinden, marka kimliği yaratımına kadar geniş bir yelpazede kullanılır.

Animasyon: Hareketli görüntüler yaratma sanatıdır ve genellikle bilgisayar teknolojileri ile üretilir. Animasyon, bir nesnenin zaman içinde değişimini veya hareketini görsel olarak gösteren bir tekniktir. Endüstriyel tasarımda, animasyon, ürünün fonksiyonel özelliklerinin ve kullanım talimatlarının anlaşılmasını kolaylaştırırken, aynı zamanda tasarıma özgün bir boyut katmaktadır.

Endüstriyel Tasarımın Amacı ve Kapsamı

Endüstriyel tasarım, yalnızca estetik bir yaklaşım değil, aynı zamanda kullanıcı ihtiyaçlarını ve ergonomiyi göz önünde bulunduran bir süreçtir. Bu süreç, ürünün formundan fonksiyonuna kadar her aşamada tasarımcıların kararlar almasını gerektirir. Endüstriyel tasarımcılar, kullanıcı deneyimini ve işlevselliği ön planda tutarak, ürünlerin hem estetik açıdan hoş hem de fonksiyonel olmasını sağlar.

Grafik tasarım ve animasyon bu süreçlerde önemli bir rol oynar. Endüstriyel tasarımcılar, görsel unsurlar aracılığıyla kullanıcılarla etkileşime geçmekte ve ürünlerini tanıtmaktadır. Animasyon ise özellikle karmaşık işleyişlerin, montaj süreçlerinin veya kullanım talimatlarının anlatılması için son derece yararlıdır. Bu sayede, ürünler sadece işlevsel değil, aynı zamanda daha anlaşılır ve kullanıcı dostu hale gelir.

Grafik ve Animasyonun Endüstriyel Tasarımdaki Rolü

Grafik ve animasyon, endüstriyel tasarımın çeşitli aşamalarında etkin bir şekilde kullanılır. Tasarım sürecinin başından sonuna kadar bu araçlar, tasarımcıların fikirlerini görselleştirmelerine yardımcı olur.

1. Prototiplerin Görselleştirilmesi: Tasarım sürecinde, ürünün ilk fikirleri ve prototipleri genellikle çizim veya 3D modellerle görselleştirilir. Grafik tasarım, bu prototiplerin daha gerçekçi ve anlaşılır hale gelmesine olanak sağlar. Aynı zamanda, animasyonlar aracılığıyla ürünün nasıl çalıştığı da detaylı bir şekilde sunulabilir.

2. Kullanıcı Arayüzü ve Deneyimi (UI/UX) Tasarımı: Modern endüstriyel ürünler, özellikle dijital ekranlar ve etkileşimli teknolojilerle donatılmıştır. Grafik tasarım, bu ürünlerin kullanıcı arayüzlerinin ve deneyimlerinin tasarımında önemli bir yer tutar. Animasyonlar ise kullanıcı etkileşimlerini dinamik ve görsel olarak anlamlandırmada yardımcı olur.

3. Ürün Tanıtımı ve Pazarlama: Endüstriyel tasarımda grafik ve animasyon, ürünlerin tanıtımında da büyük bir rol oynar. Ürünün özelliklerini tanıtmak ve kullanım alanlarını göstermek için

animasyonlu videolar ve grafikler sıklıkla kullanılır. Bu sayede, potansiyel müşteriler ürün hakkında daha iyi bir anlayışa sahip olur.

4. Simülasyon ve Eğitim: Endüstriyel tasarımda, animasyonlar karmaşık montaj süreçlerini veya ürünün işleyişini simüle edebilir. Bu simülasyonlar, kullanıcıların ürünü doğru bir şekilde nasıl kullanacaklarını öğrenmelerine yardımcı olur. Aynı zamanda, mühendisler veya tasarımcılar için ürünün tasarımını test etme ve olası hataları önceden görme imkanı sunar.

Sonuç olarak, grafik ve animasyon, endüstriyel tasarımın her aşamasında kritik bir rol oynar. Bu araçlar, sadece estetik değil, aynı zamanda işlevselliği ve kullanıcı deneyimini de geliştiren unsurlar olarak endüstriyel tasarımın olmazsa olmaz bileşenleri haline gelmiştir. Tasarımlar daha anlaşılır, etkileşimli ve kullanıcı dostu hale gelirken, pazarlama ve tanıtım alanında da önemli avantajlar sağlamaktadır.

Endüstriyel Tasarımda Animasyonun Kullanımı

Endüstriyel tasarımda animasyon, ürünün nasıl çalıştığını, özelliklerini ve kullanım şeklini daha anlaşılır hale getirmek için kullanılan güçlü bir araçtır. Animasyon, ürün geliştirme, pazarlama,

kullanıcı eğitimi ve tanıtım süreçlerinde çeşitli şekillerde katkı sağlar. İşte endüstriyel tasarımda animasyonun kullanımı ve önemi:

1. **Ürün Fonksiyonlarının Anlatımı:** Özellikle karmaşık veya teknik ürünlerde animasyon, ürünün işlevlerini göstermek için etkili bir araçtır. Ürünün iç yapısını, hareketli parçalarını veya montaj süreçlerini animasyonla göstererek kullanıcıların ürünü daha iyi anlamasını sağlar. Bu, hem tüketiciler hem de üretim sürecinde çalışan mühendis ve teknisyenler için faydalıdır.

2. Prototip ve Konsept Geliştirme: Animasyon, endüstriyel tasarım sürecinde ürünün prototipini veya konseptini sanal ortamda canlandırarak tasarımcıların fikirlerini daha net görselleştirmelerine

yardımcı olur. Tasarım ekibi ve müşteriler, animasyon sayesinde ürünü henüz üretim aşamasına geçmeden değerlendirebilir, olası tasarım değişikliklerini ve iyileştirmeleri daha erken fark edebilirler.

3. Kullanıcı Eğitimi ve Kılavuzlar: Animasyon, kullanıcıya ürünün nasıl kullanılacağını detaylı ve kolay anlaşılır bir şekilde öğretir. Fiziksel kılavuzların yanı sıra, interaktif animasyonlar veya adım adım talimat videoları ile kullanıcı eğitimi verilebilir. Özellikle teknik ürünlerde, bu tür animasyonlar, kullanıcıların ürünü doğru ve güvenli bir şekilde kullanmalarını sağlar.

4. Montaj ve Üretim Süreçlerinde Rehberlik: Animasyon, montaj sürecinde ürünün birleştirilme aşamalarını ve parçaların nasıl bir araya getirileceğini gösterebilir. Bu, üretim ve montaj süreçlerini hızlandırarak hata oranını düşürür. Fabrika çalışanları için hazırlanan montaj animasyonları, her bir parçanın doğru bir şekilde yerine oturtulmasını sağladığı için üretim kalitesini artırır.

5. Pazarlama ve Tanıtım: Animasyonlar, ürünün özelliklerini vurgulayan etkileyici tanıtım videolarında da kullanılır. Ürünün öne çıkan özelliklerini, kullanım alanlarını veya avantajlarını göstermek için dinamik ve dikkat çekici animasyonlar, müşterilerin ilgisini çekerek satın alma kararını olumlu yönde etkiler.

6. Sanal Gerçeklik (VR) ve Artırılmış Gerçeklik (AR) Uygulamaları: VR ve AR animasyonları, kullanıcıların ürünü sanal ortamda denemelerine olanak tanır. Bu, kullanıcıların ürünü satın

almadan önce deneyimlemesini sağlar. Özellikle büyük veya kompleks ürünlerde, AR animasyonları ile ürünün çalışma prensibi veya özellikleri hakkında interaktif bilgi sunulabilir.

Özetle, animasyon endüstriyel tasarımda ürünün tanıtımı, kullanıcıya anlatılması, montajı ve pazarlama süreçlerinde önemli katkılar sağlar. Ürünü görselleştirmenin ötesinde, kullanıcı etkileşimini kolaylaştırır, eğitim süreçlerini destekler ve ürün hakkında daha derinlemesine bilgi sunar.

Grafik ve Animasyonun Kullanıcı Üzerindeki Etkisi

Grafik ve animasyon, kullanıcı üzerinde güçlü bir etki bırakan görsel iletişim araçlarıdır. Doğru kullanıldığında, dikkat çekici, bilgilendirici ve duygusal bir etki yaratarak kullanıcıların bir ürün, hizmet veya marka hakkında algılarını olumlu yönde şekillendirebilir. İşte grafik ve animasyonun kullanıcı üzerindeki etkileri:

1. İlk İzlenim ve Dikkat Çekme: Grafik tasarım ve animasyon, kullanıcıların dikkatini çekmede etkilidir.

Canlı renkler, dikkat çekici görseller, hareketli animasyonlar ve estetik tasarım öğeleri, kullanıcıların ilgisini çekerek markaya veya ürüne yönelmelerini sağlar. İlk izlenimde oluşturulan bu etki, kullanıcının o ürün veya hizmetle daha fazla etkileşime girmesine yol açabilir.

2. Mesajın Kolay ve Etkili Bir Şekilde İletilmesi: Grafik tasarım ve animasyon, karmaşık bilgileri basit ve anlaşılır bir hale getirir. Grafikler, simgeler ve infografikler, kullanıcıların bilgiye hızlı bir şekilde ulaşmalarını sağlarken, animasyonlar adım adım süreçleri veya kavramları daha anlaşılır kılar. Örneğin, bir ürünü

kullanma talimatları animasyonla anlatıldığında, kullanıcılar daha hızlı öğrenir ve sürece daha kolay adapte olur.

3. Kullanıcı Deneyimi (UX) İyileştirme: Grafik tasarım ve animasyon, kullanıcı deneyimini doğrudan iyileştirir. Arayüz tasarımında kullanılan ikonlar, butonlar ve animasyonlu geri bildirimler, kullanıcıların sitede veya uygulamada daha rahat gezinmesini sağlar. Animasyonlar, bekleme süresi boyunca kullanıcıya bilgi vererek veya ilerleme durumunu göstererek kullanıcı deneyimini daha akıcı ve anlaşılır hale getirir.

4. Duygusal Bağ Kurma ve Hatırlanabilirlik: Grafik ve animasyon, kullanıcıların duygusal bir bağ kurmalarına yardımcı olur. Bir markanın belirli bir renk paleti, maskotu veya animasyon tarzı varsa, kullanıcılar markayı daha kolay hatırlar. Ayrıca, animasyonların hikaye anlatımı özelliği sayesinde, kullanıcılar markaya karşı daha güçlü bir duygusal bağ kurabilirler.

5. Kullanıcı Etkileşimini Artırma: Animasyonlar, kullanıcıların bir site veya uygulama ile daha uzun süre etkileşimde kalmasını sağlar. Örneğin, mikro animasyonlar (butonların üzerine gelindiğinde veya tıklandığında gerçekleşen hareketler) kullanıcı etkileşimini artırır. Aynı zamanda animasyon, kullanıcılara geri bildirim sağlayarak, yaptıkları işlemlerin gerçekleştiği konusunda onlara güven verir.

6. Güvenilirlik ve Profesyonellik Algısı Oluşturma: İyi tasarlanmış grafikler ve akıcı animasyonlar, kullanıcıya markanın veya ürünün profesyonel ve güvenilir olduğu hissini verir. Özellikle web siteleri

ve dijital uygulamalarda, kaliteli grafik ve animasyonlar kullanıcıya değerli bir deneyim sunduğu izlenimini yaratır ve markaya olan güveni artırır.

7. Karar Verme Sürecini Hızlandırma: Grafik ve animasyon, kullanıcılara ürünün avantajlarını veya işlevlerini net bir şekilde göstererek satın alma kararlarını olumlu yönde etkiler. Tanıtım animasyonları veya açıklayıcı grafikler, kullanıcıların ürün veya hizmeti daha hızlı anlamalarını sağlar ve böylece satın alma sürecini hızlandırır.

Özetle, grafik tasarım ve animasyon, kullanıcıların dikkatini çekme, bilgi sunma, duyuşal deneyim sağlama ve marka ile duyuşal bağ kurmalarına olanak tanıyan güçlü araçlardır. Kullanıcıların karar süreçlerine olumlu katkıda bulunur ve marka ile kullanıcı arasında daha güçlü, akılda kalıcı bir ilişki kurar.

Grafik ve Animasyonun Marka Algısı Üzerindeki Rolü

Grafik ve animasyon, marka algısının oluşturulmasında ve hedef kitlenin marka ile duyuşal bir bağ kurmasında önemli bir rol oynar. Etkili bir şekilde kullanıldığında, bir markanın kimliğini güçlendirebilir, mesajını netleştirebilir ve müşterilerin marka ile etkileşimini artırabilir. İşte grafik ve animasyonun marka algısı üzerindeki rolü:

1. Görsel Kimlik ve Tutarlılık Sağlama: Grafik tasarım, markanın görsel kimliğinin temelini oluşturur. Renk paleti, logo, tipografi ve grafik öğeler, markanın tanınmasını ve akılda kalıcılığını sağlar. Tutarlı bir görsel kimlik, markanın profesyonel, güvenilir ve tanınabilir görünmesine katkıda bulunur. Aynı

zamanda, belirli bir tarz veya tema ile hazırlanan animasyonlar da bu görsel kimliği pekiştirir ve marka algısını güçlendirir.

2. Duygusal Bağ ve Hikaye Anlatımı: Animasyon, hikaye anlatımı yoluyla marka ile hedef kitle arasında duygusal bir bağ kurar. Hikayeleştirilen animasyonlar, kullanıcının dikkatini çekip duygularına hitap ederek markanın daha akılda kalıcı olmasını sağlar. Örneğin, bir animasyon serisiyle anlatılan markanın kökeni, değerleri veya vizyonu, izleyicilere samimi ve güvenilir bir imaj sunar.

3. Karmaşık Bilgileri Basitleştirme ve Mesajın Etkili İletimi: Grafik tasarım ve animasyon, marka mesajlarını karmaşık olmadan iletmeye yardımcı olur. Özellikle teknik özellikleri veya yenilikçi yönleri olan ürünlerde, açıklayıcı grafikler ve animasyonlar, markanın mesajını kolayca iletir. Bu, markanın müşteri tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlar ve kullanıcılar üzerinde olumlu bir izlenim bırakır.

4. Profesyonellik ve Güvenilirlik Algısı: Kaliteli grafik tasarım ve animasyon, markanın profesyonel bir duruş sergilemesine katkıda bulunur. Tutarlı ve kaliteli görseller, markanın detaylara önem verdiğini ve profesyonel bir yaklaşım benimsediğini gösterir. Kullanıcılar, görsel olarak profesyonel bir marka algısına sahip olduklarında, bu markaya daha fazla güvenme eğiliminde olurlar.

5. Etkileyici ve Hatırlanabilir Bir İlk İzlenim: Grafik tasarım ve animasyon, kullanıcılarda güçlü ve unutulmaz bir ilk izlenim bırakmada önemli bir role sahiptir. Dikkat çekici animasyonlu bir açılış videosu veya yaratıcı bir logo tasarımı, kullanıcıların markaya dair ilgisini artırabilir ve markayı hatırlamalarını sağlar. Bu ilk

etkileşim, kullanıcıların markayla olan uzun vadeli ilişkisini şekillendirir.

6. Marka Farklılaştırma ve Rekabet Avantajı: Grafik tasarım ve animasyon, markanın kendini rakiplerinden farklı bir konumda konumlandırmasına yardımcı olur. Özellikle rekabetin yoğun olduğu

pazarlarda, özgün bir grafik dili veya animasyon tarzı, markayı öne çıkarabilir. Markanın kendine özgü görsel stilinin olması, kullanıcıların onu daha kolay ayırt etmesine ve tercih etmesine neden olabilir.

7. Sosyal Medya ve Dijital Platformlarda Etkileşim Artırma: Animasyon ve grafik tasarım, özellikle sosyal medya gibi görsel platformlarda markanın erişimini ve etkileşimini artırır. Hareketli ve dikkat çekici animasyonlar, kullanıcıların ilgisini çekerek paylaşımlarının yayılmasını sağlar. Bu durum, markanın dijital platformlarda daha fazla etkileşim almasına ve görünürlüğünü artırmasına katkıda bulunur.

8. Yenilikçi ve Yaratıcı Bir Marka İmajı Oluşturma: Animasyon ve grafik tasarım, markanın yenilikçi ve yaratıcı yönünü sergilemek için de kullanılır. Özellikle yeni nesil animasyon teknikleri ve interaktif tasarımlar, markayı çağdaş ve dinamik bir imajla kullanıcıların karşısına çıkarır. Bu, markanın modern ve trendleri takip eden bir yapıya sahip olduğunu gösterir.

Özetle, grafik ve animasyon, marka algısını olumlu yönde şekillendiren, markanın fark edilmesini ve akılda kalmasını sağlayan güçlü araçlardır. Doğru ve tutarlı bir kullanım, markanın güvenilirliğini artırır, kullanıcılarla arasında duygusal bir bağ kurar ve rekabette öne çıkmasını sağlar.

Özetle:

Yeni teknolojiler, endüstriyel tasarımda grafik ve animasyonun gelecekte daha dinamik, etkileşimli ve kullanıcı odaklı olmasını sağlayacaktır. Bu teknolojiler sayesinde, ürünlerin geliştirilme, test edilme ve pazarlanma süreçleri hızlanacak ve kullanıcılar markalarla daha kişisel ve etkileyici bir ilişki kurabilecek. Sonuç olarak, endüstriyel tasarımda grafik ve animasyon, sadece estetik değil aynı zamanda işlevsellik ve kullanıcı deneyimi açısından da önemli bir yere sahip olacak.

Sonuç

Grafik tasarım ve animasyon, endüstriyel tasarım sürecinde kullanıcı deneyimini iyileştiren, ürünleri daha çekici hale getiren ve marka algısını güçlendiren önemli araçlardır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, bu iki alanın endüstriyel tasarımdaki önemi giderek artmaktadır. Gelecekte grafik ve animasyon, endüstriyel tasarımın ayrılmaz bir parçası olmaya devam edecek ve kullanıcıların ürünlerle olan etkileşimlerini daha ilgi çekici hale getirecektir.

Evrimleşen Grafik ile İllüstrasyon ve Animasyon İlişkisi

Grafik tasarım, görsel iletişimi sağlamak amacıyla renk, şekil, tipografi ve diğer görsel unsurları bir araya getiren bir alandır. İlk başlarda basit afişler, broşürler ve logolar gibi sabit görsellerle sınırlı olan grafik tasarım, dijital teknolojilerin gelişimiyle birlikte daha dinamik ve interaktif bir yapıya kavuşmuştur. Bu dönüşüm, grafik tasarım ile illüstrasyon arasındaki ilişkiyi de değiştirmiştir.

Dijital araçlar, grafik tasarımcıların illüstrasyonlar üzerinde daha fazla kontrol sahibi olmasına olanak tanımıştır. Eskiden elle

Çizilen illüstrasyonlar, artık dijital ortamda kolayca düzenlenebilir ve farklı platformlarda kullanılabilir hale gelmiştir. Adobe Illustrator, Procreate ve CorelDRAW gibi yazılımlar sayesinde grafik tasarımcılar, hem geleneksel hem de dijital çizim tekniklerini bir araya getirerek daha özgün ve detaylı illüstrasyonlar oluşturabilmektedir.

Grafik, illüstrasyon ve animasyonun tam anlamıyla birleştiği bir alan olan hareketli grafik (motion graphics), özellikle dijital reklamcılık ve sosyal medya içeriklerinde yaygın olarak kullanılır. Hareketli grafikler, grafik tasarımın durağan unsurlarını animasyonla birleştirerek ilgi çekici ve bilgilendirici videolar oluşturur. Logo animasyonları, ürün tanıtım videoları ve bilgi grafikleri, motion graphics'in en bilinen örnekleridir. Hareketli grafikler, grafik tasarımın basit ve etkili yapısını animasyonla destekler, böylece izleyicinin dikkatini daha fazla eker.

Artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR), grafik, illüstrasyon ve animasyonun bir arada kullanıldığı en yenilikçi alanlardan biridir. Bu teknolojiler, izleyicinin gerçek dünyayla etkileşime girerek sanal nesneleri deneyimlemesini sağlar.

Örneğin, bir AR uygulaması, kullanıcıya bir mobilyanın nasıl görüneceğini göstermek için illüstrasyonları ve animasyonu kullanabilir. Bu da grafik ve animasyonun, kullanıcı deneyimini zenginleştiren bir arayüz olarak nasıl işlev gördüğünü gösterir.

Modern web tasarımı, grafik, illüstrasyon ve animasyonu bir arada kullanarak etkileşimli bir kullanıcı deneyimi sunar. Sayfa geçişleri, etkileşimli butonlar ve animasyonlu arka planlar, web sitelerine hareket kazandırır ve kullanıcıya daha akıcı bir deneyim

sunar. Bu tür animasyonlar, kullanıcıya rehberlik eder, geri bildirim sağlar ve web sitesinin estetik değerini artırır.

Endüstriyel Tasarımda Animasyonun Topluma Katkısı

Animasyon, endüstriyel tasarımda yalnızca ürünlerin estetik ve işlevsel özelliklerini geliştirmekle kalmaz; aynı zamanda toplumsal fayda sağlamada da önemli bir rol oynar. Tasarımın dinamik ve görsel iletişim boyutunu güçlendiren animasyon, toplumun bilgiye erişimini kolaylaştırır, günlük yaşamı daha verimli hale getirir ve çeşitli alanlarda bilinçlendirme sağlar. İşte animasyonun endüstriyel tasarım aracılığıyla topluma sağladığı başlıca katkılar:

1. Eğitim ve Bilgilendirme

Animasyon, karmaşık bilgilerin anlaşılır ve ilgi çekici bir şekilde sunulmasında büyük rol oynar. Özellikle eğitim ve sağlık alanlarında kullanılan animasyonlar, toplumun farklı kesimlerine bilgi sunarken öğrenmeyi kolaylaştırır.

Örnek: Sağlık sektöründe, animasyonlu eğitim videoları, hastalara tıbbi prosedürleri ve tedavi süreçlerini açıklamak için kullanılır. Bu, hem bireylerin sağlık hizmetlerinden daha bilinçli bir şekilde yararlanmasını sağlar hem de toplum genelinde sağlık bilincini artırır. Eğitimde Kullanım: Bilimsel kavramların veya teknolojik süreçlerin animasyonlarla açıklanması, özellikle çocuklar ve gençler arasında öğrenmeyi teşvik eder.

2. Erişilebilirlik ve Dahil Edicilik

Animasyon, farklı yaş gruplarından ve eğitim seviyelerinden bireyler için anlaşılması kolay bir görsel dil sunar. Durağan grafikler veya metinler herkes için yeterince açıklayıcı olmayabilir, ancak

animasyonlar hareket ve ses desteğiyle bilgiyi daha kapsayıcı bir şekilde sunar.

Örnek: Engelliler için hazırlanan animasyonlu rehberler veya açıklayıcı videolar, onların günlük yaşamlarında karşılaşılabilecekleri zorlukları aşmalarına yardımcı olabilir. Örneğin, görme engelli bireyler için sesli animasyonlar veya işitme engelli bireyler için işaret dili animasyonları kullanılabilir.

3. Kamu Hizmetlerinde İyileştirme

Kamu hizmetlerinin daha etkili bir şekilde sunulmasında animasyonlar önemli bir araçtır. Özellikle ulaşım, altyapı ve kamu güvenliği alanlarında, animasyonlar vatandaşlara hizmetlerin nasıl kullanılacağına dair bilgi sunar. Örnek: Toplu taşıma sistemlerinde animasyonlu yönlendirme ve bilgilendirme ekranları, yolcuların rotalarını daha kolay bulmalarına yardımcı olur. Ayrıca, acil durum prosedürlerini açıklayan animasyonlar, halkın kriz anlarında daha bilinçli hareket etmesini sağlar.

4. Tasarım ve İnovasyon Süreçlerine Katılım

Animasyon, tasarım süreçlerinin daha geniş kitlelere açık hale gelmesini sağlar. Toplumun farklı kesimlerinden bireyler, animasyonlar aracılığıyla yeni ürünler veya hizmetler hakkında bilgi alabilir ve bu süreçlere geri bildirimde bulunabilir.

Örnek: Kamu projelerinde veya kentsel dönüşüm çalışmalarında, projelerin animasyonlu tanıtımları halkla paylaşılabılır. Bu, toplumun projeye dair daha iyi bir fikir edinmesini ve tasarım sürecine katılımını teşvik eder.

5. Sosyal Bilinçlendirme ve Farkındalık Yaratma

Toplumda farkındalık yaratmak ve sosyal sorunlara dikkat çekmek için animasyon, güçlü bir araçtır. Kısa animasyon filmler veya sosyal medya kampanyaları, çevre koruma, trafik güvenliği veya toplumsal eşitlik gibi konularda toplumu bilinçlendirebilir.

Örnek: Trafik güvenliği için hazırlanan animasyonlar, sürücülerin ve yayaların daha dikkatli olmasını sağlayarak kazaların önlenmesine katkıda bulunabilir. Benzer şekilde, çevre bilinci yaratmak için hazırlanan animasyonlar, geri dönüşüm veya enerji tasarrufu gibi konularda toplumu bilgilendirir.

6. Ekonomik Katkı ve İstihdam

Endüstriyel tasarımda animasyon, yaratıcı endüstrilerin gelişimine katkıda bulunarak ekonomik büyümeyi destekler. Bu alanda animasyon projeleri üreten firmalar, çeşitli sektörler için yenilikçi çözümler sunar ve istihdam olanakları yaratır.

Örnek: Animasyon ve grafik tasarım, reklam, oyun geliştirme ve dijital medya gibi sektörlerde iş imkanları sunar. Bu, özellikle genç ve yaratıcı bireylerin istihdam edilmesine katkıda bulunur.

SONUÇ

Endüstriyel tasarımda grafik ve animasyonun önemi, yalnızca ürünlerin estetik ve işlevsel özelliklerini geliştirmekle sınırlı değildir. Bu disiplinler, tasarım süreçlerinin daha verimli hale gelmesini, topluma katkı sağlayan projelerin hayata geçirilmesini ve kullanıcı deneyiminin iyileştirilmesini mümkün kılar.

Günümüzde teknolojinin gelişimiyle birlikte grafik tasarım, illüstrasyon ve animasyon, dijital ve fiziksel dünya arasında köprü kurarak çok yönlü bir etki yaratmaktadır.

Grafik tasarım, bir ürünün veya hizmetin kimliğini oluştururken markaların hedef kitleleriyle güçlü bir bağ kurmasını sağlar. İyi tasarlanmış bir logo, etkileyici bir afiş ya da kullanıcı dostu bir arayüz, marka bilinirliğini artırmakla kalmaz; aynı zamanda tüketicilerin ürün veya hizmete olan güvenini de pekiştirir.

Grafik tasarımın sağladığı bu görsel dil, tüketicilerin marka ile duygusal bir bağ kurmasını sağlar.

Animasyon ise tasarımın statik boyutunu dinamik hale getirerek hem estetik hem de işlevsellik açısından yeni olanaklar sunar. Karmaşık süreçleri görselleştirmek, kullanıcıların bir ürünü daha kolay anlamasını sağlamak veya eğitici içeriklerle toplumsal bilinçlendirme yapmak gibi görevler, animasyonun topluma sağladığı katkılar arasında yer alır. Özellikle eğitim, sağlık ve kamu hizmetleri gibi alanlarda animasyonun bilgilendirici ve yönlendirici rolü, bireylerin yaşam kalitesini artırır.

Teknolojinin hızla ilerlemesiyle birlikte artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) gibi yenilikçi platformlar, grafik ve animasyonun potansiyelini daha da artırmıştır. Bu platformlar, kullanıcıların gerçek dünya ile sanal dünya arasında etkileşim kurmasını sağlayarak eğitimden eğlenceye, sağlıktan mimarlığa kadar birçok sektörde devrim niteliğinde yeniliklere imza atmıştır. Örneğin, AR tabanlı bir eğitim uygulaması, öğrencilerin karmaşık bilimsel kavramları daha somut bir şekilde öğrenmesine olanak

tanırken, VR destekli mimari projeler, müşterilere tasarımlarını daha gerçekçi bir biçimde deneyimleme fırsatı sunar.

Yaratıcı endüstrilerdeki büyümeyi destekleyen temel unsurlar arasında yer alır. Reklamcılık, film yapımı, video oyunları, dijital medya ve eğlence sektörleri, bu disiplinlerin sunduğu yenilikçi çözümler sayesinde hem büyük bir ekonomik değer yaratmakta hem de istihdam olanaklarını artırmaktadır. Özellikle genç yetenekler için grafik ve animasyon, kariyer fırsatları sunan dinamik bir alan haline gelmiştir. Endüstriyel tasarımda grafik ve animasyonun önemi, yalnızca tasarım süreçlerini değil, aynı zamanda toplumsal ve ekonomik yapıyı da etkileyen geniş bir yelpazeyi kapsar. Bu disiplinlerin sunduğu yenilikler, daha kapsayıcı, bilinçli ve estetik bir toplumun oluşmasına katkı sağlamaktadır. Gelecekte yapay zeka ve diğer teknolojilerin de bu alanlara entegre edilmesiyle grafik ve animasyonun potansiyeli daha da genişleyecek; toplumun her kesimine hitap eden yaratıcı çözümler sunmaya devam edecektir. Bu

doğrultuda, grafik ve animasyonun endüstriyel tasarım süreçlerindeki etkisi, hem bireysel hem de toplumsal düzeyde derin ve kalıcı bir iz bırakmaya devam edecektir.

KAYNAKÇA

1. https://tr.wikipedia.org/wiki/Grafik_tasar%C4%B1m
2. <https://99designs.com/blog/design-history-movements/history-graphic-design/>
3. <https://web.archive.org/web/20220813224831/https://ekitap.ktb.gov.tr/TR-80298/turkiyede-cagdas-grafik-tasarima-toplumbakis.html>
4. <https://www.goskills.com/Design/Resources/Graphic-design-tools>
5. <https://www.pcmag.com/picks/the-best-graphic-design-software>
6. <https://webbookstudio.com/articles/the-use-of-animation-in-modern-graphic-design/>
7. <https://www.anka3danimation.com/endustri-3d-animasyon-nedir/>
8. <https://webbookstudio.com/articles/the-use-of-animation-in-modern-graphic-design/>
9. <https://medium.com/asterman/the-role-of-ai-in-graphic-design-and-animation-98a89056e976>
10. <https://mapsystemsindia.com/resources/various-uses-of-animation.html>

BÖLÜM VIII

Tüketici Güven Endeksi, Ekonomik Güven Endeksi ve Müşteri Memnuniyeti Endeks Verilerinin Kendi Aralarındaki Dinamik İlişkilerin Yapay Zekâ Uzman Sistemlerle Analizi

Görkem YATIN¹
Adnan AKTEPE²

1.Giriş

Günümüz dünyasında ekonomik göstergelerin ve tüketici davranışlarının analiz edilmesi, işletmeler ve politika yapıcılar için kritik bir karar destek aracı haline gelmiştir. Tüketici Güven Endeksi (TGE), Ekonomik Güven Endeksi (EGE) ve Müşteri Memnuniyet Endeksi (MME) gibi göstergeler, ekonomik koşulları ve toplumsal eğilimleri anlamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu göstergeler

¹ Öğr., Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, ORCID NO: 0000-0003-3196-5513 gorkemyatin@gmail.com

² Doç.Dr., Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, ORCID NO: 0000-0002-3340-244X, aaktepe@gmail.com

hem bireysel hem de makroekonomik düzeyde çeşitli kararların alınmasında önemli birer rehberdir. Ekonomik verilerden elde edilen bilgiler ışığında, işletmeler pazar stratejilerini belirleyebilmekte, politika yapıcılar ise toplumsal refahı artırmayı hedefleyen politikalar geliştirebilmektedir.

Tüketici Güven Endeksi (TGE), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 2004 yılından itibaren aylık olarak yayınlanan bir göstergedir. Aylık Tüketici Eğilim Anketi'yle oluşturulan TGE'nin amacı, tüketicilerin kişisel mali durumları, genel ekonomiye dair mevcut durum değerlendirmeleri ve gelecek dönem beklentilerini ölçmektir. Ayrıca, yakın gelecekteki harcama ve tasarruf eğilimlerini belirlemeye yönelik olarak oluşturulan bu endeks, bireylerin ekonomik güvenini yansıtan önemli bir göstergedir (Beşel & Yardımcıoğlu, 2016; TÜİK, 2024). Tüketici güven endeksi, ekonomik büyüme, enflasyon, işsizlik gibi göstergelerden etkilenmekte ve tüketicilerin gelir beklentileri ile harcama tutumlarına yön vermektedir (Çancı & Alabayır, 2022). Bu bağlamda, TGE'nin ülkenin ekonomik gidişatı için bir yol haritası niteliğinde olduğu ve piyasalara güven duyulması halinde ekonomi üzerinde olumlu etkiler yaratacağı belirtilmektedir (Çilingir, 2021; Topçu, 2024).

Ekonomik Güven Endeksi (EGE), Avrupa Birliği uyum çerçevesinde oluşturulmuş, ekonomik durumu ve eğilimleri değerlendiren bir göstergedir. TÜİK tarafından 2007 yılından itibaren yayınlanan bu endeks, ekonominin genel durumu hakkında bilgi sağlayarak, iktisadi öngörüler geliştirmek için kullanılmaktadır (Güneş, 2021). EGE'nin amacı, ekonomik beklentilerin ölçülerek yatırımcı ve tüketici eğilimlerini anlamak ve bu eğilimlere yönelik

stratejik kararlar almaktır. EGE'nin hesaplanması ve yayınlanması, Türkiye ekonomisinin geleceği için önemli bir rehber niteliğindedir (Tunalı & Özkan, 2016; Zambak, Özgür, & Çiçek, 2022).

Müşteri Memnuniyet Endeksi (MME), satın alınan ürün ve hizmetlerin müşteri memnuniyet düzeyini ölçen ulusal, sektörel ve kurumsal bir göstergedir. Türkiye Müşteri Memnuniyet Endeksi (TMME), müşteri beklentileri, algılanan kalite ve algılanan değer arasındaki bağlantıyı inceleyerek müşteri memnuniyeti üzerindeki etkileri analiz eden bir sistemdir (Nazlı & Aktepe, 2018). Müşteri memnuniyeti modelleri, müşteri sadakati, müşteri şikayetleri gibi sonuçlarla ilişkilendirilerek ekonomiye katkı sağlayacak stratejilerin geliştirilmesine olanak tanır. Ayrıca, ürün ve hizmet sektörlerinde firmalar arasında karşılaştırma yapılmasını sağlayarak rekabeti artırmaktadır (Türkyılmaz & Özkan, 2008).

Bu çalışmada, TGE, EGE ve MME arasındaki dinamik ilişkiler yapay zekâ tabanlı uzman sistemler kullanılarak analiz edilmektedir. Özellikle, karar ağacı yöntemleri ve uzman görüşlerinden elde edilen ağırlıklı ortalamalar aracılığıyla bu endekslerin birbirleriyle olan ilişkileri değerlendirilmiştir. Bu yöntem, ekonomik stratejilerin tasarımında ve piyasa taleplerine uygun kararların alınmasında hayati bir rol oynayacak bir sistemin tasarlanmasına olanak sağlamaktadır.

Yapay zekâ ve uzman sistemlerin karar destek süreçlerinde kullanımı, özellikle karmaşık ve çok boyutlu analizlerin yönetilmesinde büyük bir avantaj sağlamaktadır. Uzman sistemler, karar ağacı modelleri ve ağırlıklandırılmış oran analizleri gibi teknikler sayesinde, ekonomik göstergelerin değişimlerinin

etkilerini belirleme ve bu doğrultuda uygun stratejiler geliştirme imkânı sunmaktadır. Çalışmada geliştirilen C# tabanlı arayüz, bu sistemin etkin bir şekilde uygulanmasını ve analizlerin kolaylıkla gerçekleştirilmesini sağlamaktadır.

Bu çalışmanın temel hedefleri şunlardır:

- Endeksler arasındaki ilişkilerin anlaşılması: TGE, EGE ve MME arasındaki dinamik ilişkilerin analiz edilmesi ve bu ilişkilerin ekonomik koşullara nasıl yansıdığının belirlenmesi.
- Karar destek süreçlerinin optimize edilmesi: Uzman sistemler kullanılarak ekonomik kararların daha hızlı, daha doğru ve veri odaklı bir şekilde alınmasını sağlamak.
- Ekonomik stratejilerin geliştirilmesi: Elde edilen veriler ışığında politika yapıcılar ve işletmeler için rehberlik edecek stratejilerin tasarlanması.

Sonuç olarak, TGE, EGE ve MME gibi ekonomik göstergeler ile tüketici davranışlarının analizi hem mikro hem de makro düzeyde karar alma süreçlerinde büyük bir öneme sahiptir. Çalışma, bu ilişkilerin yapay zekâ ve uzman sistemler aracılığıyla analiz edilmesinin, ekonomik koşullara duyarlılığı artırarak daha etkili stratejilerin geliştirilmesine olanak sağlayacağını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, gelecekteki çalışmaların farklı yapay zekâ tekniklerini ve daha geniş veri setlerini içerecek şekilde genişletilmesi önerilmektedir.

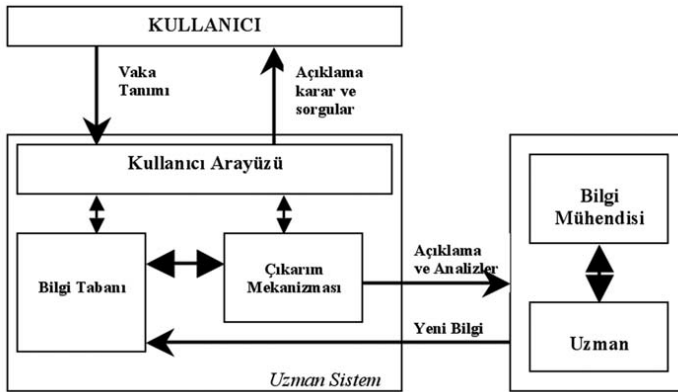
2. Araştırma Yöntemi

2.1. Yapay Zekâ ve Uzman Sistemler

Yapay zekâ teknikleri, uzman sistemlerin daha etkili ve doğru sonuçlar üretmesi için kullanılan yöntemlerdir. Uzman sistemler, belirli bir konuda uzman bilgi ve karar alma mekanizmalarını simüle eden bilgisayar tabanlı sistemlerdir. Bu sistemler, insan uzmanların karar alma sürecinde kullandıkları bilgiyi ve kuralları modelleyerek, belirli problemlere çözüm sunmak amacıyla geliştirilmiştir.

2.1.1. Uzman Sistemlerin Temel Bileşenleri

Günümüz gelişen teknoloji dünyasında yapay zekânın en önemli uygulama alanlarından bir tanesi, Uzman Sistemler (US) olmuştur. Uzman sistemler kendi alanında belli bir aşamayı geçmiş bir uzmanın, ilgili konu hakkında bilgisini bilgisayar ortamında hayata geçirmeyi amaçlayan bilgisayar yazılımlarıdır. Uzman sistemleri karakteristik olarak diğer karar destek sistemlerinden ayıran en önemli özellik Uzman Sistemlerdeki “Bilgi Tabanı” ve “Çıkarım Mekanizmasıdır. (Bilge, 2007)



Şekil-1. Uzman Sistemlerin Temel Yapısı (Bilge, 2007)

2.1.1.1. Bilgi Tabanı (Knowledge Base):

- Uzman bilgisi ve kuralların depolandığı alandır.
- Bu çalışmada, bilgi tabanı TGE, EGE ve MME oranlarının tanımları, ilişkileri ve karar ağacına dayalı kurallar içermektedir.
- Örneğin: "TGE/MME > μ ise, tüketici güveni müşteri memnuniyetine göre daha güçlüdür."

2.1.1.2. Çıkarım Motoru (Inference Engine):

- Bilgi tabanındaki kuralları kullanarak verilen problemin çözümü için mantıksal çıkarımlar yapar.
- Çalışmada kullanılan çıkarım motoru, oranların belirlenen eşik değerlerle karşılaştırılmasına dayalı bir karar ağacı yapısını takip etmektedir.

2.1.1.3. Kullanıcı Arayüzü (User Interface):

- Kullanıcıların sisteme veri girişi yapmasını ve sonuçları görmesini sağlar.
- Bu çalışmada C# ve Windows Forms kullanılarak geliştirilmiş bir kullanıcı arayüzü, kullanıcıların TGE, EGE ve MME verilerini girmesine, oranları hesaplamasına ve sonuçları analiz etmesine olanak tanımaktadır.

2.2. Karar Ağacı Modeli

- Karar ağacı, verilen durumlarda mantıksal kararlar almak için kullanılan bir algoritmadır.

- Çalışmada TGE, EGE ve MME arasındaki oranları analiz etmek için karar ağacı modeli geliştirilmiştir.
- Örneğin:
 - $TGE/MME > \mu$ ise $\rightarrow$ "Tüketici güveni baskındır, stratejik planlama yapılmalıdır."
 - $TGE/EGE < \mu$ ise $\rightarrow$ "Ekonomik güven zayıf, önlemler alınmalıdır."

Ağırlıklı Ortalama ve Eşik Değer Belirleme:

- Uzman görüşlerinden elde edilen puanlar, ağırlıklı ortalama yöntemiyle analiz edilmiştir.
- Oran analizlerinde belirlenen eşik değer (μ) kullanılarak oranların sınıflandırılması yapılmıştır:
 - $x > \mu$: Güçlü bir ilişki.
 - $x \leq \mu$: Zayıf bir ilişki.

Oran Analizleri:

- TGE, EGE ve MME arasındaki ilişkiler, oran hesaplamalarıyla değerlendirilmiştir.
- Kullanılan oranlar: TGE/MME, TGE/EGE, MME/TGE, MME/EGE, EGE/TGE, EGE/MME.
- Bu oranların karar ağacında nasıl yorumlandığı çıkarım motoru tarafından belirlenmiştir.

2.3. Çalışmada Kullanılan Araçlar ve Yazılımlar

Bu çalışmada, uzman sistemlerin uygulanması ve analizlerin gerçekleştirilmesi için aşağıdaki araçlar ve yazılımlar kullanılmıştır:

C# ve Windows Forms:

- Kullanıcı dostu bir arayüz oluşturmak için C# programlama dili ve Windows Forms kullanılmıştır.
- Arayüz, kullanıcıların TGE, EGE ve MME verilerini girmesine, oranları hesaplamasına ve sonuçları görselleştirmesine olanak tanımaktadır.
- Çalışma kapsamında, karar ağacı algoritmaları ve oran hesaplamaları bu arayüz üzerinde uygulanmıştır.

Veritabanı:

- TGE, EGE ve MME verilerinin saklanması ve analiz edilmesi için veritabanı kullanılmıştır.
- Veritabanı, hesaplanan oranlar ve uzman görüşlerinden elde edilen ağırlıklı ortalamaları depolamak için tasarlanmıştır.

Açıklama Sistemi:

- Kullanıcılara kararların arkasındaki mantığı açıklamak için bir açıklama sistemi entegre edilmiştir.
- Örneğin: "TGE/MME oranı belirlenen eşik değeri aştığı için tüketici güveninin güçlü olduğu sonucuna varılmıştır."

2.4. Ekonomik Endeksler

Çalışmada kullanılan üç temel ekonomik endeksin tanımları, bileşenleri ve analizdeki rolleri detaylı olarak ele alınmıştır. Ayrıca

bu endeksler arasındaki ilişkiler ve karşılaştırmalı analizler de açıklanmıştır.

2.4.1. Tüketici Güven Endeksi (TGE)

Tüketici Güven Endeksi (TGE), tüketicilerin kişisel iktisadi durumlarını, mikro ve makro ekonomiye yönelik analizlerini, gelecek dönem beklentilerini, harcama ve tasarruf trendlerini ölçmek amacıyla kullanılan bir endekstir. Endeksin amacı, tüketicilerin piyasaya duyduğu güveni ölçmek ve ekonomik eğilimleri tahmin etmeye yönelik veri sağlamaktır (Çilingir, 2021).

TGE'nin Bileşenleri:

- **Mevcut durum değerlendirmesi:** Tüketicilerin mevcut mali durumları.
- **Gelecek beklentiler:** Bireylerin önümüzdeki döneme dair ekonomik beklentileri.
- **Harcama ve tasarruf eğilimleri:** Hane halkının tüketim ve tasarruf kararları.

TGE'nin Analizdeki Rolü: TGE, piyasalardaki tüketici güvenini ölçen bir barometredir ve ekonomik büyüme, enflasyon ve işsizlik gibi göstergelerle doğrudan ilişkilidir (Çancı & Alabayır, 2022). TGE'nin artışı, tüketicilerin piyasaya olan güveninin arttığını ve ekonomide olumlu bir ivmenin olduğunu işaret eder. Buna karşın, düşük TGE değerleri, tüketicilerin harcama eğilimlerini azaltabilir ve ekonomik aktiviteyi yavaşlatabilir.

2.4.2. Müşteri Memnuniyet Endeksi (MME)

Müşteri Memnuniyet Endeksi (MME), satın alınan ürün ve hizmetlerin müşteri memnuniyeti açısından değerlendirilmesine

dayanan ulusal, sektörel ve kurumsal bir göstergedir. Türkiye Müşteri Memnuniyet Endeksi (TMME), müşteri beklentileri, algılanan kalite ve algılanan değer arasındaki ilişkileri analiz etmek için ileri istatistiksel ve ekonometrik yöntemler kullanılarak oluşturulmuştur (Nazlı & Aktepe, 2018).

MME'nin İşletme Düzeyindeki Önemi:

- **Karşılaştırılabilirlik:** İşletmeler, MME'yi kullanarak performanslarını sektörel veya ulusal düzeydeki rakipleriyle kıyaslayabilir.
- **Hizmet İyileştirme:** MME, işletmelere müşterilerinin memnuniyet düzeylerini anlamada rehberlik eder ve müşteri sadakatini ile şikayetlerini anlamalarına yardımcı olur.
- **Rekabet Avantajı:** Memnuniyet düzeyi yüksek işletmeler, müşteri sadakatini artırarak uzun vadeli gelir elde etme olasılığını artırır (Türkyılmaz & Özkan, 2008).

2.4.3. Ekonomik Güven Endeksi (EGE)

Ekonomik Güven Endeksi (EGE), bir ekonominin genel durumuna ilişkin beklentileri değerlendiren önemli bir göstergedir. Avrupa Birliği uyum çerçevesinde hazırlanan bu endeks, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından **2007 yılından itibaren** aylık olarak yayınlanmaktadır (Güneş, 2021).

EGE'nin Makroekonomik Koşullardaki Rolü: EGE, ekonomik faaliyetlerin genel görünümünü değerlendirir ve

yatırımcılar ile tüketiciler arasındaki ekonomik beklentileri ölçer. Bu endeks:

- İşsizlik, enflasyon ve büyüme oranları gibi makroekonomik göstergelerle ilişkilidir.
- Ekonominin genel performansını ve geleceğe dair beklentileri anlamada yol göstericidir (Tunalı & Özkan, 2016).

EGE'nin Hesaplanması: EGE, tüketici ve üretici güven endekslerinin yanı sıra reel kesim, hizmet sektörü ve perakende ticaret güven endeksleri gibi alt göstergeler kullanılarak hesaplanır (Zanbak, Özgür, & Çiçek, 2022). Bu kapsamda EGE, yalnızca tüketici değil, tüm ekonomik aktörlerin ekonomik eğilimlerini içeren bütünsel bir değerlendirme sunar.

2.5. Endeksler Arasındaki İlişkiler

Bu çalışmada, TGE, MME ve EGE arasındaki dinamik ilişkiler analiz edilmiştir. Endeksler arasındaki oranlar ve bu oranların sonuçları şu şekilde değerlendirilmektedir:

- **TGE/MME:**
 - Tüketici güveninin müşteri memnuniyetine göre güçlü olup olmadığını gösterir.
 - Örneğin, yüksek TGE/MME oranı, bireylerin ekonomik koşullara güveninin müşteri memnuniyetinden daha güçlü olduğunu ifade eder.
- **TGE/EGE:**
 - Tüketici güveninin genel ekonomik güvene kıyasla nasıl değiştiğini ölçer.
 - Düşük TGE/EGE oranı, tüketici güveninin ekonomik güvene göre zayıf olduğunu gösterir.

- **MME/EGE:**

- Müşteri memnuniyetinin ekonomik güvene kıyasla durumunu analiz eder.
- Yüksek MME/EGE oranı, bireylerin memnuniyet düzeyinin ekonomik güvene kıyasla daha yüksek olduğunu ifade eder.

Bu oranlar, karar destek süreçlerinde hangi alanların güçlendirilmesi gerektiğine dair içgörüler sağlar. Örneğin, düşük TGE/MME oranı, bireylerin harcama ve tasarruf eğilimlerinin ekonomik güvene paralel olarak düştüğünü gösterebilir ve bu durum politik müdahaleyi gerektirebilir. Çalışmada kullanılan üç temel endeksin işlevlerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini detaylandırarak, ekonomik göstergelerin analizdeki önemini ortaya koymaktadır.

3. Uygulama

Tüketici güven endeksi (TGE), ekonomik güven endeksi (EGE) ve müşteri memnuniyet endeksi (MME) arasındaki dinamik ilişkilerin analiz edilmesi amacıyla belirli yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemler, uzman görüşlerinden elde edilen verilerin işlenmesi, oran analizleri yapılması ve bir uzman sistem çerçevesinde karar ağacı oluşturulmasını kapsamaktadır.

3.1. Veri Toplama

TGE, EGE ve MME verileri uzmanlardan elde edilen görüşler, endekslerin alt bileşenlerine yönelik hazırlanmış toplam **42 soru** üzerinden toplanmıştır. Her bir alt endeks için 1 ile 10 arasında bir puanlama yapılmıştır.

Bu sorular:

- **Tüketici Güven Endeksi (TGE):** 14 alt endeks.
- **Ekonomik Güven Endeksi (EGE):** 14 alt endeks.

- **Müşteri Memnuniyet Endeksi (MME):** 14 alt endeks 'den oluşmaktadır.

Uzman görüşleri, her bir alt endeksin ana endeks üzerindeki etkisini anlamak için kullanılmıştır. Bu puanlamalar, **durum belirleme kuralları** oluşturulmasında temel veri setini sağlamıştır.

3.2. Oran Analizi

Endekslerin dinamik ilişkilerinin anlaşılabilmesi için oran analizleri yapılmıştır. Bu analizler, uzman görüşlerinden elde edilen puanların toplamına dayalı kümülatif puanlama sistemiyle gerçekleştirilmiştir.

Hesaplanan Oranlar:

- **TGE/MME:** Tüketici güveninin müşteri memnuniyetine kıyasla gücünü ölçer.
- **TGE/EGE:** Tüketici güveninin ekonomik güvene göre durumunu analiz eder.
- **MME/EGE:** Müşteri memnuniyetinin ekonomik güven üzerindeki etkisini gösterir.
- **EGE/TGE ve EGE/MME:** Ekonomik güvenin diğer iki endekse göre önemini değerlendirir.

İstatistiksel Yöntemler:

- **Aritmetik Ortalama (μ):** Oranların genel eğilimlerini anlamak için kullanılmıştır.

(Freedman, Pisani, & Roger , 2007) Burada x_{ix} , her bir oranı, n ise veri sayısını ifade eder.

- **Standart Sapma (σ):** Oranların ortalamadan sapma derecesini belirlemek için kullanılmıştır.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n-1}} \quad (\text{Freedman, Pisani, \& Roger, 2007})$$

Sınıflandırma:

Sınıflandırmalar, her oran için güçlü ya da zayıf bir ilişki olup olmadığını belirlemede kullanılmıştır. Oranlar, aritmetik ortalama ve standart sapma temel alınarak aşağıdaki tablodaki gibi sınıflandırılmıştır:

- Çok Düşük: $\text{Oran} \leq (\mu - 2\sigma)$
- Düşük: $(\mu - 2\sigma) < \text{Oran} \leq (\mu - \sigma)$
- Orta: $(\mu - \sigma) < \text{Oran} \leq (\mu + \sigma)$
- Yüksek: $(\mu + \sigma) < \text{Oran} \leq (\mu + 2\sigma)$
- Çok Yüksek: $\text{Oran} > (\mu + 2\sigma)$

Tablo-1. Standart Sapma ve Aritmetik Ortalamaya Göre Sınıflandırma Tablosu

3.3. Karar Ağacı

Çalışmada, uzman sistemin temel bileşenlerinden biri olan karar ağacı oluşturulmuştur. Karar ağacı, alt endekslerin ana endekslerle olan ilişkilerini analiz etmek ve sonuçları kategorize etmek amacıyla tasarlanmıştır. Karar ağacının oluşturulması:

3.3.1. Bilgi Tabanı:

- Uzman görüşlerinden elde edilen puanlar ve oran analizlerinden elde edilen sonuçlar bilgi tabanını oluşturmuştur.
- Karar ağacı, bu bilgi tabanındaki kuralları takip ederek dallanma yapmıştır.

3.3.2. Karar Kuralları:

3.3.3. Karar Kuralları olarak; her biri 14 adet alt endekse dayanan ve söz konusu üç endeksi kapsayan toplamda 42 adet soru hazırlanmıştır.

3.3.4. Bu sorular, uzmanlardan her bir endeks için 1 ile 10 arasında bir puanlama yapmaları istenerek ölçeklendirme yapılmıştır.

Soru / Uzman No
1. İşsizlik Oranının Etkisi (1 = Çok düşük etki, 10 = Çok yüksek etki)
İşsizlik oranındaki %1'lik bir artışın tüketici güveni üzerindeki etkisini 1 ile 10 arasında değerlendirebilir misiniz?
Aynı artışın müşteri memnuniyet endeksi üzerindeki etkisini 1 ile 10 arasında değerlendirebilir misiniz?
İşsizlik oranındaki artışın ekonomik güven endeksi üzerindeki etkisini 1 ile 10 arasında değerlendirebilir misiniz?
2. Enflasyon Oranının Etkisi (1 = Çok düşük etki, 10 = Çok yüksek etki)
Enflasyon oranındaki %1'lik artışın tüketici güveni üzerindeki etkisini 1 ile 10 arasında değerlendirebilir misiniz?
Bu artışın müşteri memnuniyet endeksi üzerindeki etkisini 1 ile 10 arasında puanlayabilir misiniz?
Enflasyon artışının ekonomik güven endeksi üzerindeki etkisini 1 ile 10 arasında değerlendirebilir misiniz?
3. Faiz Oranındaki Değişiklikler (1 = Çok düşük etki, 10 = Çok yüksek etki)
Faiz oranlarındaki %1'lik artışın tüketici güveni üzerindeki etkisini 1 ile 10 arasında nasıl değerlendirirsiniz?
Aynı artışın müşteri memnuniyet endeksi üzerindeki etkisini 1 ile 10 arasında puanlayabilir misiniz?
Faiz oranı artışının ekonomik güven endeksi üzerindeki etkisini 1 ile 10 arasında nasıl değerlendirirsiniz?

Şekil-2. Karar Kuralı Yapısı

3.3.3. Durum Belirleme Kuralları:

- Her ana endeksin alt endekslerle olan ilişkileri, kümülatif puanlar üzerinden ortalama değerleri alınarak bunların birbirleri ile oranlamaları bulunarak hesaplanmıştır.
- Çıkarım mekanizmasına, bu hesaplamalara dayalı olarak ulaşılmıştır.

S.N o	Alt Endeksle r	TG E	MM E	EG E	TGE/ MM E	TGE / EGE	MME / TGE	MME / EGE	EGE / TGE	EGE/ MM E
1	İşsizlik Oranı	6,2	5,3	7,3	1,17	0,849	0,855	0,726	1,177	1,377
2	Enflasyon Oranı	7,2	6,5	7,3	1,108	0,986	0,903	0,89	1,014	1,123
3	Faiz Oranı	5,3	4,5	6,6	1,178	0,803	0,849	0,682	1,245	1,467

Şekil-3. Durum Belirleme Kuralı Yapısı

3.4. Çıkarım Mekanizması:

- Karar ağacındaki kurallar, çıkarım mekanizması tarafından adım adım işlenmiş ve her adımda sonuçlar belirlenmiştir.

```
plaintext

Başlangıç: Hangi perspektifi analiz etmek istiyoruz?
|
|-- Tüketici Güveni (TGE)
| |
| | |-- TGE/MME > μ ?
| | | |-- Evet: TGE > MME --> TGE/EGE > μ ?
| | | | |-- Evet: TGE hem MME'den hem EGE'den güçlü
| | | | |-- Hayır: TGE, EGE'ye göre zayıf
| | | |-- Hayır: TGE < MME --> TGE/EGE > μ ?
| | | | |-- Evet: TGE, EGE'den güçlü
| | | | |-- Hayır: TGE, hem MME'den hem EGE'den zayıf
| |
| |-- Ekonomik Güven (EGE)
| |
| | |-- EGE/TGE > μ ?
| | | |-- Evet: EGE > TGE --> EGE/MME > μ ?
| | | | |-- Evet: EGE hem TGE'den hem MME'den güçlü
| | | | |-- Hayır: EGE, MME'ye göre zayıf
| | | |-- Hayır: EGE < TGE --> EGE/MME > μ ?
| | | | |-- Evet: EGE, MME'den güçlü
| | | | |-- Hayır: EGE, hem TGE'den hem MME'den zayıf
```

Şekil-2. Karar Ağacı Modeli

3.5. Araçlar ve Yazılımlar

Çalışmada kullanılan araçlar ve yazılımlar şunlardır:

1. Windows Forms:

- Kullanıcıların TGE, MME ve EGE verilerini girmesi ve oranları hesaplaması için grafiksel bir kullanıcı arayüzü tasarlanmıştır.

2. C# Programlama Dili:

- Uzman sistemin karar ağacı algoritması ve çıkarım motoru, C# kullanılarak programlanmıştır.

3. Veritabanı:

- Uzman puanlarının, alt endeks verilerinin ve oran analizlerinin saklanması için bir veritabanı oluşturulmuştur.

4. Grafik ve Görselleştirme:

- Karar süreci ve sonuçların görsel olarak açıklanabilmesi için grafik modülleri eklenmiştir.

C# Programlama Dili ile kullanıcıdan alınan verileri aşağıdaki arayüz programına girildiğinde arka planlamada kodları yazılmış hesaplamaları yaparak ana endekslerin birbirleri arasındaki ilişkileri yorumlamamızı sağlamaktadır.

Form1
Hangi perspektifi analiz etmek istiyorsunuz?

☐ A- Tüketici güvenine (TGE) odaklanılmak. ☒ B- Müşteri memnuniyetine (MME) odaklanılmak. ☐ C- Ekonomik güvene (EGE) odaklanılmak.

☐ A-2. Tüketici Güvenine (TGE) Odaklanıyorken: ☐ TGE-MME oranını değerlendir. TGE/MME > μ (Evet), Tüketici güveni müşteri memnuniyetine kıyasla daha güçlü. TGE/MME < μ (Hayır), Tüketici güveni müşteri memnuniyetine kıyasla zayıf. ☐ TGE-EGE oranını değerlendir (TGE/MME'den sonra). TGE/EGE > μ (Evet), Tüketici güveni ekonomik güvene kıyasla daha güçlü. TGE/EGE < μ (Hayır), Tüketici güveni ekonomik güvene kıyasla zayıf.

☒ B-3. Müşteri Memnuniyetine (MME) Odaklanıyorken: ☐ MME-TGE oranını değerlendir. MME/TGE > μ (Evet), Müşteri memnuniyeti tüketici güvenine kıyasla daha güçlü. MME/TGE < μ (Hayır), Müşteri memnuniyeti tüketici güveni tabiri11 a zayıf. ☐ MME-EGE oranını değerlendir (MME/TGE'den sonra). MME/EGE > μ (Evet), Müşteri memnuniyeti ekonomik güvene kıyasla daha güçlü. MME/EGE < μ (Hayır), Müşteri memnuniyeti ekonomik güvene kıyasla zayıf.

☐ Ekonomik Güven (EGE) Odaklanıyorken: ☐ EGE-TGE oranını değerlendir. EGE/TGE > μ (Evet), Ekonomik güven, tüketici güvenine kıyasla daha güçlü. EGE/TGE < μ (Hayır), Ekonomik güven, tüketici güvenine kıyasla daha zayıf. ☐ EGE-MME oranını değerlendir (EGE/TGE'den sonra). EGE/MME > μ (Evet), Ekonomik güven müşteri memnuniyetine kıyasla daha güçlü. EGE/MME < μ (Hayır), Ekonomik güven müşteri memnuniyetine kıyasla daha zayıf.

	MME	EGE	TGE
SORU1	6	7	5
SORU2	8	5	4
SORU3	5	6	7
SORU4	8	8	9
SORU5	5	5	6
SORU6	2	8	9
SORU7	4	4	5
SORU8	3	9	7
SORU9	7	5	3
SORU10	9	5	1
SORU11	7	5	3
SORU12	6	5	2
SORU13	9	5	6

Eğer her iki oran da yüksekse, müşteri memnuniyeti hem tüketici güvenine hem de ekonomik güvene baslır. Aksi durumda, hangisinin daha zayıf olduğuna karar verilmelidir.

Sonuç: Eğer her iki oran da yüksekse, ekonomik güven hem tüketici güvenine hem de müşteri memnuniyetine baslır. Aksi durumda, hangisinin d

Çık Dışla

Analiz Başlat

Şekil-3. C# Programı Arayüz Ekranı

Bu yöntemler, uzman görüşlerinden elde edilen verilerin sistematik bir şekilde analiz edilmesini ve endeksler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasını sağlamıştır.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu bölümde elde edilen bulgular, Tüketici Güven Endeksi (TGE), Müşteri Memnuniyet Endeksi (MME) ve Ekonomik Güven Endeksi (EGE) arasındaki dinamik ilişkiler incelenmiş ve uzman sistemler kullanılarak karar destek süreçlerine katkı sağlanmıştır. Uzman sistemin sağladığı analizler, bu üç endeksin birbirini nasıl etkilediği ve hangi stratejilerin uygulanması gerektiği konusunda önemli çıkarımlar sunmaktadır. Ayrıca, elde edilen sonuçlar literatürle karşılaştırıldığında, bu çalışma, ekonomi güveni, tüketici güveni ve müşteri memnuniyetinin birbirleriyle olan etkileşimini daha derinlemesine incelemekte ve mevcut literatüre katkı sağlamaktadır.

4.1. Sonuçlar

- **TGE, MME ve EGE** arasındaki oranlar, ekonomik göstergelerin birbirleriyle nasıl ilişkilendiğini ve bu ilişkilerin ekonomik stratejilere nasıl yansıdığını gösteren önemli bir araçtır. Bu oranlar, ekonomik güven ve tüketici güveninin dinamiklerini anlamamıza yardımcı olur.
- **TGE/MME oranı**, tüketici güveninin müşteri memnuniyetine göre baskın olduğunu ortaya koymuştur, bu da özellikle kriz zamanlarında tüketici güveninin ekonomi üzerindeki etkisini vurgular.
- **TGE/EGE oranı** düşük çıkmış, bu da ekonomik güvenin, tüketici güveninden daha güçlü olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, özellikle ekonomik belirsizliklerin ve

makroekonomik faktörlerin tüketici davranışlarını daha fazla etkileyebileceğini işaret etmektedir.

- **MME/EGE oranı** yüksek çıkmış, bu da müşteri memnuniyetinin ekonomik güvene kıyasla daha ön planda olduğunu ve işletmelerin müşteri odaklı stratejiler geliştirmelerinin önemini ortaya koymaktadır.
- Uzman sistemler, karar ağacı algoritmaları ve oran analizleri kullanarak, karmaşık ekonomik ilişkileri daha anlaşılır hale getirmiştir. Bu sistemler, uzman görüşlerini veriye dönüştürerek daha hızlı ve doğru kararlar alınmasını sağlar.
- Çalışmada kullanılan **uzman sistem**, ekonomi, müşteri memnuniyeti ve güven arasındaki ilişkileri anlamada kritik bir araç olarak kullanılmış ve karar alıcıların stratejik adımlar atmalarını kolaylaştırmıştır.
- Ayrıca, **görselleştirme araçları** ve **karar ağacı modelleri**, karar alıcıların hangi faktörlerin baskın olduğunu görsel olarak anlamalarına olanak tanımıştır. Bu, karar verme sürecini daha verimli ve kullanıcı dostu hale getirmiştir.

4.2. Öneriler

- Çalışmada elde edilen sonuçlar, ekonomik politika yapıcıları için önemli ipuçları sunmaktadır. Özellikle, TGE ve EGE arasındaki düşük oran ve TGE/MME oranının yüksekliği, tüketici güveni ve ekonomik güvenin paralel bir şekilde artırılması gerektiğini göstermektedir. Bu bulgulara dayanarak, ekonomi politikalarının sadece ekonomik güveni değil, aynı zamanda tüketici güvenini de güçlendirecek şekilde tasarlanması önemlidir.
- Tüketici güveninin yüksek olduğu dönemlerde, harcama eğilimlerinin arttığını göz önünde bulundurarak, tüketici destekleyici politikalar uygulanabilir. Ekonomik güvenin

düşük olduğu dönemlerde ise, devletin ekonomik güveni artırıcı önlemler alması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

- Bu çalışmada uzman sistemler ve karar ağacı algoritmaları kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Ancak, makine öğrenimi ve derin öğrenme gibi ileri düzey yapay zeka tekniklerinin entegrasyonu, sistemin daha dinamik ve öngörülebilir olmasını sağlayabilir.
- Makine öğrenimi teknikleri, daha geniş veri setleri üzerinde eğitilerek, endeksler arasındaki ilişkileri daha doğru bir şekilde tahmin edebilir.
- Derin öğrenme algoritmaları, çok katmanlı veri setlerini işleyerek daha karmaşık ilişkilere dair yeni bakış açıları sunabilir.
- Bu çalışmada kullanılan veriler, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve TMME raporlarından alınmıştır. Ancak, daha geniş veri setleri ve farklı uzman görüşlerinin entegrasyonu, sonuçların doğruluğunu artırabilir.
- Veri setinin genişletilmesi: Geçmiş yıllara ait daha fazla veri kullanılarak, ekonomik endekslerin daha uzun dönemli ilişkileri analiz edilebilir. Ayrıca, farklı sektörlerden alınan müşteri memnuniyetine dair veriler de bu sisteme dahil edilebilir.
- Uzman görüşleri: Çeşitli sektörlerden daha fazla uzmandan alınacak geri bildirimler, endekslerin daha doğru bir şekilde analiz edilmesini sağlayacaktır. Bunun yanı sıra, uzmanların farklı ekonomik koşullara ilişkin görüşleriyle, sistemin esnekliği artırılabilir.

Gelecekteki araştırmalar, yapay zeka tekniklerinin entegrasyonu ve daha geniş veri setlerinin kullanılmasıyla bu sistemlerin daha da geliştirilmesine olanak sağlayacaktır. Ekonomik

analizlerin ve karar destek sistemlerinin daha etkili bir şekilde kullanılabilmesi için bu tür metodolojilerin yaygınlaştırılması önemlidir.

Kaynaklar

Aydemir, B. (2024, Temmuz). 2004-2016 Yılları Arasında Türkiye'de Tüketici Güven Endeksi ve Tüketim Harcamaları Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Analizi. *Telakki Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(4), 47-63.

Beşel, F., & Yardımcıoğlu, F. (2016). Tüketici Güven Endeksi ile Makro Değişkenler Arasındaki İlişki. *Uluslararası Politik, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Kongresi* (s. 475-487). İstanbul: Politik, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Merkezi (PESA).

Bilge, U. (2007). Yapay Zekâ ve Uzman Sistemler Tıpta. *Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi AD, Antalya*.

Çancı, M., & Alabayır, A. (2022). İthalat Hacmi ve Tüketici Güven Endeksi Arasındaki İlişkilerin Ampirik Analizi: Türkiye Örneği (2004-2021). *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*.

Çelik, T. (1990). Uzman Sistemler (Expert Systems). *Doğu Akdeniz Üniversitesi*.

Çilingir, C. (2021). Hisse Senedi Endeksi ile Tüketici Güven Endeksi Arasındaki İlişkinin Granger Nedensellik Testi ile İncelenmesi. *Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Dergisi*.

Evcı, S. (2019). Ekonomik Güven Endeksi ile Yatırım Araçları Arasındaki Nedensellik İlişkisi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*.

Güneş, İ. (2021). Türkiye'de Ekonomi Güven Endeksi Üzerine Alternatif Bir Model Önerisi. *Doktora Tezi*. İzmir: İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.

Güzel, D., & Mutlu, M. (2022). GSM Operatör Kullanımının Müşteri Memnuniyet Endeksi ile Analiz Edilmesi: Üniversite Öğrencilerine Yönelik Uygulama. *Dergi Park*.

İçen, D., & Günay, S. (2014). Uzman sistemler ve istatistik. *İstatistikçiler Dergisi: İstatistik & Aktüerya*, 7, 37-45. Retrieved from www.istatistikciler.org

Nazlı, Z., & Aktepe, A. (2018, Ekim). Yapısal Eşitlik Modellemesi ile Müşteri Memnuniyet Analizi: Aydınlatma Sektöründe Bir Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi*. Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı.

Topçu, U. (2024). Tüketici Güven Endeksinin Belirleyicileri: Türkiye Örneği. *Parion Akademik Bakış Dergisi (PABD)*, 3(2), 67-83.

Tunalı, H., & Özkan, E. İ. (2016). Türkiye’de Tüketici Güven Endeksi ve Tüketici Fiyat Endeksi Arasındaki İlişkinin Ampirik Analizi. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 54-67.

Türkyılmaz, A., & Özkan, C. (2008). Müşteri Memnuniyet İndeks Modelinde Yapay Sinir Ağları. *İTÜ Mühendislik Dergisi*.

Zanbak, M., Özgür, R. Ö., & Çiçek, E. (2022). Tüketici Güven Endeksi ile Seçilmiş Makro Değişkenler Arasındaki İlişkinin Johansen Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi: Türkiye Örneği. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*.

Önderoğlu, M. Ö. (2018). Rota Seçimi Yapabilen Uzman Sistem Yaklaşımı. *Artificial Intelligence Studies*, 1(1), 30-38. <https://doi.org/10.30855/AIS.2018.01.01.04>

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu). (2024). Tüketici güven endeksi ve ekonomik göstergeler üzerine analizler. Ankara: TÜİK Yayınları.

BÖLÜM IX

Mobilya Sektöründe Kalite Önceliklendirme: Qfd ile Birlikte Bulanık Ahp Uygulaması

İrem Nur ERKALAN¹
Adnan AKTEPE²

1.Giriş

Mobilya sektörü, müşteri beklentilerinin hızla değiştiği ve rekabetin yoğun olduğu bir endüstri olarak öne çıkmaktadır. Müşterilerin hem estetik hem de işlevsellik açısından farklı taleplerini karşılamak, sektörde faaliyet gösteren firmalar için kritik bir gereklilik haline gelmiştir. Ürün kalitesi, müşteri memnuniyetini sağlamanın ve markanın piyasadaki yerini güçlendirmenin en önemli unsurlarından biridir. Bu bağlamda, kalite yönetimi süreçleri, müşteri gereksinimlerini anlamak, bu gereksinimleri karşılayacak ürünleri tasarlamak ve üretim süreçlerinde sürekli iyileştirmeyi

¹ Öğr., Kırıkkale Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 0000-0002-2934-577X:

² Doç. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 0000-0002-3340-244X:

sağlamak için stratejik bir araçtır. Özellikle müşteri odaklı tasarım ve üretim yaklaşımları, işletmelerin rekabet avantajını artırırken, uzun vadede sürdürülebilir bir büyüme sağlamalarına da olanak tanır. Günümüzün rekabetçi iş dünyasında, müşteri beklentilerini anlamak ve bu beklentilere uygun teknik gereksinimler geliştirmek, işletmelerin sürdürülebilir başarısı için kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, Kalite Fonksiyonu Göçerimi (QFD) yöntemi, müşteri gereksinimlerini teknik özelliklere dönüştürerek ürün ve hizmet kalitesini artırmak için etkili bir araç olarak kullanılmaktadır (Arıcan, 2006; Akbaş, 2014). QFD sürecinin etkinliğini artırmak amacıyla hipergraf ve ağ akışlarına dayalı yaklaşımlar gibi yenilikçi yöntemler geliştirilmiş ve karar verme süreçlerinde önemli iyileştirmeler sağlanmıştır (Abonyi & Czvetkó, 2022). Özellikle, QFD'nin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile entegre edilmesi, teknik gereksinimlerin önceliklendirilmesinde ve müşteri odaklı çözümler geliştirilmesinde stratejik bir yol haritası sunmaktadır (Abu Dabous, AL Ayoub, Alsharqawi & Hosny, 2024).

Bulanık AHP yönteminin genişletilmiş analiz metodu gibi uygulamalar, QFD süreçlerinde belirsizlikleri azaltarak daha güvenilir ve tutarlı sonuçlar elde edilmesine katkı sağlamaktadır (Chang, 1996). Özellikle mobilya sektörü gibi kalite yönetiminin rekabet avantajı sağlamak açısından büyük önem taşıdığı alanlarda, QFD ve AHP gibi entegre modeller, işletmelerin müşteri memnuniyetini artırırken stratejik karar alma süreçlerini iyileştirmelerine olanak tanımaktadır (Colak, Cetin, & Engin, 2015; Gozali et al., 2024).

Bu çalışma, mobilya sektöründe müşteri beklentilerinin kalite yönetimi süreçlerinde nasıl daha etkin bir şekilde karşılanabileceğini

araştırmak üzere tasarlanmıştır. Rekabetin yoğun olduğu bu sektörde, müşteri gereksinimlerini anlamak ve bu gereksinimleri karşılayan ürün ve süreçler geliştirmek, işletmelerin sürdürülebilir başarısı için kritik bir rol oynamaktadır. Çalışmada, müşteri taleplerinin sistematik bir şekilde analiz edilmesi ve teknik gereksinimlere dönüştürölmesi amacıyla Kalite Fonksiyonu Göçerimi (QFD) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, müşteri odaklı tasarım süreçlerinin stratejik önemini vurgulamakta ve müşteri memnuniyetinin artırılmasına yönelik çözümler sunmaktadır.

Ayrıca, belirsizlik ve muğlaklığın sıkça yaşandığı kalite yönetimi süreçlerini daha tutarlı hale getirmek için Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (Bulanık AHP) yöntemi uygulanmıştır. Bu entegre yaklaşım, müşteri taleplerinin önceliklendirilmesini ve kaynakların doğru alanlara yönlendirilmesini sağlamaktadır. Çalışmada, bu iki yöntemin birleşimiyle hem müşteri gereksinimlerini karşılama hem de işletme içi stratejik karar alma süreçlerini optimize etme hedeflenmiştir.

Araştırmanın uygulama aşamasında, gerçek bir mobilya fabrikasından elde edilen veriler kullanarak vaka analizi gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, müşteri şikayetlerinden hareketle ana kalite sorunları tespit edilmiş ve bu sorunların giderilmesine yönelik teknik gereksinimler belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, müşteri memnuniyetini artıran ve kalite iyileştirme süreçlerine katkıda bulunan öneriler sunarak sektörel rekabet gücüne katkı sağlamıştır.

Bu kapsamlı model, sadece mobilya sektörü için değıl, aynı zamanda diğeri endüstrilere de uyarlanabilecek bir kalite yönetimi

çerçevesi sunmaktadır. Çalışmanın bulguları, kalite yönetim süreçlerinde müşteri odaklı bir yaklaşımın önemini vurgulamakta ve stratejik karar süreçlerine yönelik değerli bir rehber oluşturmaktadır.

2.Literatür Araştırması

Gerçek bir mobilya fabrikasında gerçekleştirilen bu çalışmada, QFD ve Bulanık AHP yöntemlerinin uygulanması, sektöre özgü birçok güçlü yön ortaya koymuştur. Bu yöntemlerin güçlü yanları hem uygulamanın doğruluğunu hem de sektörün kalite yönetimi süreçlerine sağladığı katkıları içermektedir. Kalite Fonksiyon Göçerimi (QFD) ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (Bulanık AHP), müşteri odaklı karar verme süreçlerini iyileştirmek ve belirsizlikleri yönetmek için kullanılan etkili yöntemlerdir. Literatürde bu yöntemlerin farklı sektörlerdeki uygulamalarına sıklıkla rastlanmaktadır.

Haj Youssef, M., & Awada, H. (2024), CEO'ların popülaritesinin stratejik karar alma süreçleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırma, popüler CEO'ların karar verme süreçlerini nasıl etkilediğini ve bunun işletme performansına olan yansımalarını detaylandırmıştır. Stratejik yönetim teorileri ve sosyal bilimler alanında önemli bir katkı sunmaktadır. Gozali, L., vd. (2024), Ortopedik koltuk minderleri tasarımı için QFD yönteminin nasıl kullanılacağını incelemiştir. Rattan malzemesinden yapılan bu minderlerin ergonomik ve kullanışlı özelliklerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Araştırma, sağlık ekipmanlarının tasarımı ve kalite iyileştirme süreçleri açısından yenilikçi öneriler sunmaktadır. Psarommatis, K., & Azamfirei, M. (2024), Sıfır hata üretimi kavramı ve bu kavramın QFD süreçlerine entegrasyonu tartışılmıştır. Çalışma, sürdürülebilir kalite yönetimi için ileri düzey modeller

sunmuştur. Abu Dabous, S., vd. (2024), Bulanık AHP yönteminin QFD ile entegrasyonu ele alınmış ve teknik gereksinimlerin belirsizlikler içeren ortamlarda önceliklendirilmesi için bir model önerilmiştir. Model, hizmet sektöründeki karar alma süreçlerinde kullanılmış ve etkinliği gösterilmiştir. Rathinavel, S. vd. (2024), QFD ve AHP tekniklerini kullanarak Pokkali pirinç hasat makinesinin tasarım analizi üzerine odaklanmıştır. Araştırma, tarım mühendisliğinde yenilikçi ve verimli makinelerin tasarım süreçlerine dair değerli bilgiler sunmaktadır. Abonyi, J., & Czvetkó, S. (2022), hipergraf ve ağ akışlarına dayalı yöntemlerin kalite fonksiyonu göçerimi (QFD) süreçlerindeki uygulamalarını ele almıştır. Hipergrafların, müşteri gereksinimlerinin teknik gereksinimlere dönüştürülmesinde nasıl kullanılabileceği detaylandırılmış ve bu yöntemlerin karar verme süreçlerindeki etkinliği vurgulanmıştır. Moreno, J., vd. (2022), Teknolojik gelişmelerin kalite yönetimi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışma, hesaplama hızını artıran ve QFD süreçlerini geliştiren yeni algoritmaların pratik uygulamalarını ele almıştır. Chevallier, A., & Cazals, L. (2020), Wang–Landau algoritması ve bu algoritmanın rastgele yürüyüş yöntemlerine entegrasyonu incelenmiştir. QFD süreçlerindeki hesaplama zorluklarının üstesinden gelmek için önerilen bu yaklaşımın hesaplama süreçlerini optimize ettiği belirtilmiştir. Colak, H., vd. (2015), Mobilya sektöründe QFD'nin uygulanması incelenmiştir. Çalışma, uluslararası pazarlara girişte karşılaşılan kalite yönetimi sorunlarını analiz etmiş ve müşteri gereksinimlerini karşılamaya yönelik stratejik öneriler sunmuştur. Akbaş, N. (2014), Hizmet sektöründe QFD'nin uygulanması üzerinde durulmuştur. Çalışma, müşteri gereksinimlerinin sistematik

analizinin, hizmet kalitesini artırmada kritik bir rol oynadığını göstermiştir. Ersöz, S., & Aktepe, A. (2011), kalite fonksiyonu göçerimi (QFD) yöntemini, Veri Zarflama Analizi (DEA) ve Analitik Ağ Süreci (ANP) ile birleştirerek ele alır. DEANP yöntemi, müşteri taleplerinin teknik gereksinimlere dönüştürülmesinde kullanılan bir bütünleşmiş model sunar. Çalışma, bu birleşik yöntemin, karmaşık kalite yönetimi projelerinde nasıl etkili bir şekilde kullanılabileceğini ve QFD süreçlerinin doğruluğunu artırabileceğini incelemektedir. Araştırma, DEA ve ANP'nin, QFD uygulamalarında kullanılan geleneksel yöntemlere kıyasla daha verimli ve doğru sonuçlar sunduğunu vurgular. Bu yöntem, özellikle müşteri taleplerinin ve teknik gereksinimlerin analizinde büyük avantajlar sağlar. Sonuçlar, daha doğru önceliklendirme ve daha etkili karar alma süreçleri için bu entegrasyonun potansiyelini ortaya koymaktadır. Arıcan, F. (2006), Ürün pazarlama süreçlerinde QFD'nin kullanımı detaylandırılmıştır. Çalışmada, müşteri taleplerinin teknik gereksinimlere dönüştürülmesi süreçlerinde yaşanan zorluklar ve bu zorlukların nasıl aşılabileceği açıklanmıştır. Chang, D. (1996), AHP yönteminin QFD uygulamalarındaki rolü incelenmiştir. Teknik gereksinimlerin sıralanmasında AHP'nin nasıl bir yapı sunduğunu açıklayarak, müşteri odaklı kalite iyileştirme süreçlerine katkı sağlamıştır.

3.Yöntemler

3.1.Bulanık AHP (Liou ve Wang'ın Yöntemi)

Bulanık AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci), belirsizlik ve muğlaklık durumlarında karar verme süreçlerini daha hassas hale getiren çok kriterli bir karar verme yöntemidir. Bu yöntem, özellikle

karmaşık ve öznel değerlendirmelerin olduğu durumlarda etkili sonuçlar sunar.

Liou ve Wang'ın yöntemi, Bulanık AHP'nin bir varyasyonu olarak, bulanık sayıların kullanımıyla karar verme sürecini iyileştirir. Bu yöntemde:

- Karşılaştırma Matrisi: Karar kriterleri arasındaki ilişkiler, bulanık üçgen sayılar (örn. düşük, orta, yüksek) ile tanımlanır.
 - Bulanık Sayılarla Hesaplama: Ağırlıklar ve öncelikler, bulanık sayılar yardımıyla hesaplanır. Bu, belirsizliklerin etkisini en aza indirir.
 - Defuzzifikasyon (Keskinleştirme): Bulanık değerler, net (keskin) değerlere dönüştürülerek kararların uygulanabilirliği artırılır.
- Liou ve Wang'ın yöntemi, ağırlıkların daha doğru hesaplanması ve kararların daha güvenilir hale getirilmesi amacıyla geliştirilmiş bir teknik sunar. Özellikle kalite yönetimi gibi stratejik karar süreçlerinde bu yaklaşım, belirsizliklerin etkisini en aza indirerek daha kesin sonuçlar sağlar.

3.2.QFD (Quality Function Deployment- Kalite Fonksiyonu Yayılımı)

QFD, müşteri beklentilerinin ve gereksinimlerinin sistematik bir şekilde analiz edilerek tasarım ve üretim süreçlerine entegre edilmesini sağlayan bir yöntemdir. Yöntem, ürün veya hizmet kalitesini artırmayı ve müşteri memnuniyetini sağlamayı hedefler.

QFD'nin Aşamaları:

- Müşteri Gereksinimlerinin Belirlenmesi: Müşteri beklentileri ve talepleri toplanır. Bunlar genellikle anketler,

odak grup çalışmaları veya müşteri geri bildirimleriyle elde edilir.

- Teknik Gereksinimlerin Belirlenmesi: Müşteri gereksinimleri, mühendislik ve tasarım açısından teknik gereksinimlere dönüştürölür.
- İlişkilendirme Matrisi (House of Quality): Müşteri gereksinimleri ve teknik gereksinimler arasındaki ilişkiler bir matris üzerinde görselleştirilir. Bu matris, hangi teknik gereksinimlerin öncelikli olduğunu belirlemeyi sağlar.
- Analiz ve Önceliklendirme: Teknik gereksinimlerin önemi, müşteri taleplerine göre analiz edilerek sıralanır.

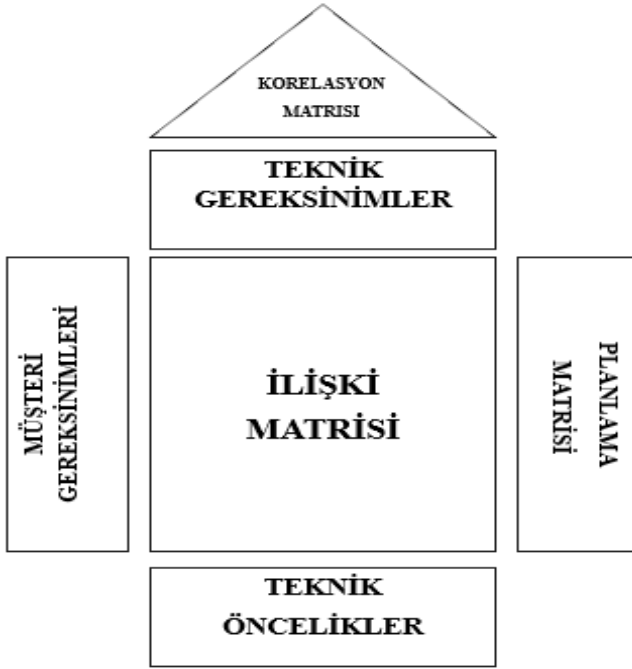
QFD yöntemi, kalite yönetim süreçlerinde müşteri taleplerinin en baştan itibaren ürün veya hizmet tasarımına dahil edilmesini sağlar. Böylece, müşteri memnuniyetini artırırken aynı zamanda işletmelere stratejik bir rekabet avantajı kazandırır.

3.2.1. Kalite İhtiyaçlarının Haritalanması: Kalite Evi

Kalite Evi (House of Quality), müşteri gereksinimlerini teknik gereksinimlerle eşleştirmek ve bu gereksinimlerin önceliklerini belirlemek için kullanılan bir araçtır. Bu yapı, şu bileşenlerden oluşur:

- Müşteri gereksinimleri (What's): Müşterilerin ifade ettiği ihtiyaçlar ve beklentiler.
- Teknik gereksinimler (How's): Bu ihtiyaçları karşlamak için gerekli mühendislik veya operasyonel özellikler.
- Önceliklendirme: Her bir müşteri gereksinimi için önem derecesinin belirlenmesi.
- Korelasyon matrisi: Teknik gereksinimlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin analizi.

Bu süreçte elde edilen bilgiler, müşteri memnuniyetini artırmak için hangi alanlara odaklanılması gerektiğini açıkça ortaya koyar.



Şekil 15. Kalite Evi

4.Çözüm Metodolojisi ve Bulgular

Bu çalışmada çözüm metodolojisi, QFD (Quality Function Deployment) ve Bulanık AHP yöntemlerinin bir arada kullanılmasıyla oluşturulmuştur. İlk aşamada, Bulanık AHP yöntemi ile müşteri gereksinimlerinin önceliklendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, bulanık üçgen sayılarla analiz ederek belirsizliklerin etkisini en aza indirmiştir. Liou ve Wang'ın yöntemi temel alınarak, uzman görüşleri ile oluşturulan karşılaştırma matrisleri kullanılmış, bulanık ağırlıklar hesaplanmış ve

defuzzifikasyon işlemiyle net sonuçlara ulaşılmıştır. Bu aşamada, müşteri gereksinimlerini en iyi karşılayacak teknik gereksinimlerin sıralaması yapılmış ve bu sıralamaya göre kalite iyileştirme süreci planlanmıştır.

İkinci aşamada, QFD yöntemi kullanılarak müşteri gereksinimleri detaylı bir şekilde analiz edilmiş ve bu gereksinimler teknik gereksinimlere dönüştürülmüştür. Bu süreçte, müşteri taleplerinin önceliklendirilmesi ve teknik gereksinimlerle olan ilişkilerinin belirlenmesi için Kalite Evi (House of Quality) matrisi oluşturulmuştur. Böylece, müşteri beklentilerinin ürün veya süreç tasarımına etkisi açıkça ortaya konmuştur.

Bu iki yöntemin bütünleşmiş kullanımı, müşteri odaklı bir yaklaşım sağlayarak hem müşteri memnuniyetini artırmayı hem de karar verme süreçlerini daha etkin ve güvenilir hale getirmeyi mümkün kılmıştır. Bu metodolojik yaklaşım, müşteri odaklı bir strateji sağlayarak kalite iyileştirme süreçlerinin hem etkinliğini hem de doğruluğunu artırmıştır.

4.1. Bulanık AHP (Liou ve Wang'ın Yöntemi)

Liou ve Wang Yöntemi Kullanılarak Bulunan Ağırlıklar Değerleri; ($\alpha = 0.6$) Sentetik değerler üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplanan ağırlıklar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 2. *Liou ve Wang Yöntemi Kullanılarak Bulunan Ağırlıklar Değerleri*

MÜŞTERİ GEREKSİNİMİ	AĞIRLIKLAR (ÖNEM DERECEİ) (w)
Kumaşta Defo	0,135
Kumaşta Renk	0,101
Atması/Solma	
Kumaşta Renk Tonu Farkı	0,08
Süngerde Çökme	0,079
Kumaşta Potlaşma	0,048
Mekanizma Hatası	0,1
Kasa ve İskelet Hatası	0,114
Ayakta Ölçü Hatası	0,104
Ayak Yüzeyinde İz	0,028
Bulunması	
Aksesuar Hatası	0,054
Düğme Hataları	0,057
Montaj Poşeti/İçeriği	0,065
Eksik/Hatalı	

Tablo 1’de önem derecesi ve ağırlıklandırmalar bulanık sentetik uzantı vektörlerinin her biri, tüm vektörlerin toplamına bölünerek normalizasyon sürecine tabi tutulur. Bu adım, her bir elemanın nispi önemini ifade eden normalize edilmiş ağırlık vektörünü oluşturur. Bulanık matematikte, bu işlem bulanık sayılar arasında gerçekleştirildiğinden, bölme işlemi için özel bulanık bölme teknikleri uygulanır.

4.2. Kalite Fonksiyon Yayılımı (QFD) Yaklaşımı

Bu çalışmada, kalite gereksinimlerinin sistematik bir şekilde analiz edilmesi ve müşteri beklentilerinin ürün ya da süreç tasarımına aktarılması amacıyla QFD yöntemi kullanılmıştır. QFD, müşteri taleplerini teknik gereksinimlerle ilişkilendirerek karar

süreçlerine önemli bir girdi sağlar. Aşağıdaki alt başlıklar, QFD yönteminin uygulanmasında kullanılan temel adımları detaylandırmaktadır.

4.2.1. Alınan Şikâyet Verilerine Göre Müşteri Gereksinimlerinin Belirlenmesi

Müşterilerden alınan şikâyet verilerinin analizi yoluyla müşteri gereksinimlerinin tanımlanması süreci ele alınır. Şikâyetler, müşterilerin beklentilerini ve karşılanamayan ihtiyaçlarını doğrudan ifade eden önemli bir veri kaynağıdır. Bu nedenle, şikâyet verileri dikkatlice incelenerek ortak temalar, sorun alanları ve iyileştirme gerektiren noktalar belirlenir. Şikâyetlerden elde edilen müşteri gereksinimlerinin doğru bir şekilde belirlenmesi, gelecekteki olası sorunların önlenmesine de katkı sağlar. Elde edilen verilere göre müşteri gereksinimleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 3. Müşteri Gereksinimleri

MÜŞTERİ İSTEKLERİ (GEREKSİNİMLERİ)	
HATA SINIFLARI	ŞİKÂyetİN KONUSU
Kumaşta Defo	Aşınma, yıpranma, tüylenme, yırtılma, deforme vb.
Süngerde Çökme	Oturumda çökme, yumuşama vb.
Kasa ve İskelet Hatası	Duralit kırığı, kasada kırık, klapada kırık, gıcırtı, kollarda kasa ile uyumsuzluk, iskelet kırığı, kasadan ses gelmesi vb.
Montaj Poşeti/İçeriği Eksik/Hatalı	Kırletin eksik gitmesi, montaj poşet içeriğinin yanlış olması (ayak, vida..), montaj poşetinin gitmemesi, renk hatası olması, farklı ürün gönderilmesi vb.
Döşeme Paketleme Hatası	Kolların paketten aynı yön çıkması, ayak renginin yanlış çıkması, paketten kırılentlerin çıkmaması, farklı renkte çıkması, farklı ürüne ait montaj poşeti ya da kırılentin müşteriye gitmesi, ürün renginde uyumsuzluk (kolların ya da sırtın farklı renk olması) vb.
Aksesuar Hatası	Aksesuar renginin yanlış olması (gold-gümüş..), süslerde klaplarda ya da ayaklarda çizik olması, boya kalıntısı olması, leke olması vb.
Mekanizma Hatası	Sırt makasının bozulması, döner mekanizmanın bozulması, ses ya da gıcırtı gelmesi, mekanizma-makas arızası (açılma-kapanma), yaslanınca geriye gitmesi vb.
Ayakta Ölçü Hatası	Ayaklarda sallanma topallama, ayak ya da gizli ayaklarda kırılma vb.
Düğme Hataları	Düğme atması, düğme kapaklarının düşmesi vb.
Ayak Yüzeyinde İz Bulunması	Ayaklarda leke, atık, çapak vb. olması
Kumaşta Renk Atması/Solma	Kumaşta yeşerme, renk atması, solma vb.
Kumaşta Potlaşma	Oturumda potlaşma vb.
Kumaşta Renk Tonu Farkı	Ürünlerde ton farkı olması vb.

Tablo 2 ‘de müşteri şikâyetleri farklı hata sınıflarına ayrılmış ve her bir hata sınıfına ilişkin şikâyet konuları detaylandırılmıştır.

Bu yapı, hem müşteri beklentilerini hem de ürünlerdeki zayıf noktaları analiz etmek için sistematik bir yaklaşım sunar. Şikâyetlerin içerikleri, üretimden montaja, ambalajlamadan aksesuar detaylarına kadar geniş bir yelpazeyi kapsamakta olup, kalite yönetiminde odaklanılması gereken alanları net bir şekilde ortaya koymaktadır.

4.2.2. Müşteri Taleplerini Teknik Gereksinimlere Bağlayan İlişki Matrisi

İlişki matrisi, müşteri gereksinimlerinin teknik gereksinimlerle olan bağlantılarını değerlendiren bir yapıdadır. Bu matris:

- Müşteri beklentilerinin her bir teknik gereksinim üzerindeki etkisini gösterir.
- İlişkiler, (0) İlişki Yok, (1) En Az, (2) Az, (3) Orta, (4) Yüksek, (5) En Yüksek gibi bir ölçekle puanlanır.
- Bu adım, müşteri taleplerinin önceliklendirilmesine olanak tanır.

Müşteri gereksinimlerine göre belirlenen teknik gereksinimler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Müşteri Gereksinimlerine Göre Belirlenen Teknik Gereksinimler

	MÜŞTERİ İSTEKLERİ (GEREKSİNİMLERİ)	TEKNİK GEREKSİNİMLER
GRUPLAR	HATA SINIFLARI	
1) KUMAŞ	Kumaşta Defo	Kaliteli ürün seçimi
	Kumaşta Renk Atması/Solma	Kaliteli ürün seçimi
	Kumaşta Renk Tonu Farkı	Aynı tedarikçi ile çalışmak, paketleme işleminin doğru yapılması
2) OTURUM	Süngerde Çökme	Sünger 32 DNS altında olmamalı
	Kumaşta Potlaşma	Kumaş kalitesi ve Süngerin kumaşa tam oturması
3) KOLTUK	Mekanizma Hatası	Montajın doğru yapılması, tedarikçi kaynaklı
	Kasa ve İskelet Hatası	Taşıma ve depolama, montajın sorunsuz yapılması
	Ayakta Ölçü Hatası	Arge verilerinin doğru olması, ürüne uygun sayıda gizli ayak belirlenmesi
4) AKSESUAR	Ayak Yüzeyinde İz Bulunması	Boyanın düzgün olması, girdi kontrol
	Aksesuar Hatası	Paketlemenin doğru yapılması, boyanın düzgün olması
	Düğme Hataları	Çakım işleminin tam yapılması, tedarikçinin ürüne uygun üretim yapması
5) PAKETLEM E	Montaj Poşeti/İçeriği Eksik/Hatalı	Poşet içeriğine dikkat edilmesi, ürünlerle doğru eşleştirilmesi
	Döşeme Paketleme Hatası	Ürünlerin doğru eşleştirilmesi, barkod ve etiketlere dikkat edilmesi

Tablo 3’te müşteri memnuniyetini artırmak için müşteri isteklerinin teknik gereksinimlere nasıl dönüştürülmesi gerektiğini açıkça ortaya koyuyor. Beş ana kategoriye ayrılan bu yapı, her hata

sınıfına yönelik çözüm önerilerini teknik detaylarla destekliyor. Özellikle kalite kontrol, malzeme seçimi, montaj ve paketleme gibi süreçlere odaklanılarak, müşteri şikâyetlerini minimize etme hedefi güdüyor.

Müşteri taleplerini teknik gereksinimlere bağlayan ilişki matrisi Tablo 4 ‘te verilmiştir.

Tablo 4. Müşteri Taleplerini Teknik Gereksinimlere Bağlayan İlişki Matrisi

			TEKNİK GEREKSİNİMLER ➡																				
			101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	
			Ölçün Birimi	Hammadde Seçimi	Ürünün Tam Kontrol Edilmesi	Tedarik	Doğru Paketleme	Sünger DNS'i	Kumaş Kalitesi	Sünger ve Kumaş Uyumu	Montajın Doğru Yapılması	Ürün Yayıncılık Çıpaat Olmaması	Tayama ve Depolama	Doğru Arka Versi	Uygun Sırtlıklar Göz Araya	Boyama İşlemi	Çelik Kontrol	Çelik İşlenmiş Tüm Yapıların Montajı Poşeti İçerisine Dikkat Edilmesi	Doğru Eyleştirme	Ürün İçine Montaj Poşetinin Eklenmesi Olması	Barkod ve Etiketleme Dikkat Edilmesi	İçerik	
KUMAŞ	Kumaşın Defo	1	0,100	3,370	3,754	4,315			3,369			4,100	4,800			3,143						4,100	
	Kumaşın Renk Açması/Çökmesi	2	0,101	4,384		4,360		4,100							4,800	2,100						4,100	
	Kumaşın Renk Yumuşaması	3	0,08	4,100	3,084	4,800	4,100	3,100							4,800	2,100			4,548			4,100	
SÜNGER	Süngerde Çökme	4	0,079	4,136	4,100	4,800								4,100								3,100	
	Kumaşın Poşetleme	5	0,048	3,007		4,800		4,100	3,433	3,100				4,429				3,544				3,084	
	Malzeme Hatanlar	6	0,1	2,547	4,100	4,648			3,727	3,754	1,00				3,100							3,084	
BARKOD	Kase ve İnciler Hatanlar	7	0,114	3,084	2,547	3,100	3,100		3,307	3,346	4,100	4,100			3,100							4,046	
	Ayırıcı Öpçü Hatanlar	8	0,104	3,100	4,800						4,429	3,044			4,429	3,100	4,800	3,100				4,100	
	Ayırıcı Yazdırma ve Bulunması	9	0,029	4,348	4,100	4,348			3,100	3,100					3,007	4,315						4,429	
KUMAŞ KALİTESİ	Aksesuar Hatanlar	10	0,054		4,100	4,315	4,800						4,100	3,100				4,800	4,800			3,084	
	Doğru Hatanlar	11	0,007	4,100	3,084	4,360							4,100				4,800	4,800				4,800	
	Montaj Poşeti İçerisinde Etiler Hatanlar	12	0,085		3,444	3,307								4,100					3,714	4,800	4,800	4,800	
SÜNGER KALİTESİ	Doğru Paketleme Hatanlar	13	0,028	4,800	4,100	3,100	4,302						4,429						4,300		4,800	2,100	
TEKNİK ÖNEMLİ DERECELERİ				2,963	2,751	3,999	1,353	0,379	1,397	0,165	1,056	1,014	1,523	1,952	0,867	1,146	1,969	1,120	1,010	1,419	0,312	0,173	3,635

Tablo 4 ‘te oluşturulan matris kalite evini oluşturmaktadır. Müşteri gereksinimlerini (örneğin kumaş defosu, süngerde çökme, montaj poşeti eksikliği) belirli teknik gereksinimlerle (örneğin doğru paketleme, kumaş kalitesi, sünger DNS’i) ilişkilendirmiştir. Her bir müşteri talebinin karşılanması için teknik gereksinimlerin önem dereceleri hesaplanmış ve bu sayısal sonuçlar net bir şekilde görselleştirilmiştir. Matriste, yapılan anketteki değerleri alınan değerlere göre karşılık gelen puanlamalar aşağıda Tablo 5’te verildiği gibidir.

Tablo 5. Anket Yanıtlarına Karşılık Gelen Puanlar

Verilen Anket Puanı	Karşılık Gelen Değerler		
1 puan	1	1	1
2 puan	1	2	3
3 puan	2	3	4
4 puan	3	4	5
5 puan	4	5	5

Tablo 5’te verilen değerler yapmış olduğumuz anketler için bulanık geometrik ortalama hesaplarırken kullanılmıştır.

Örnek Hesaplama; Kumaşta defo müşteri gereksinimi ile hammadde seçimi teknik gereksinimin hesaplanması bu şekilde yapılmış olup Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6. Örnek Anket Değerleri

Kişiler	Verilen Anket Puanı	Karşılık Gelen Değerler			Bulanık Geometrik Ortalama			Sonuç
1.kişi	5	4	5	5				
2.kişi	3	2	3	4				
3.kişi	3	2	3	4	2,5	3,5	4,4	3,570
4.kişi	3	2	3	4				
5.kişi	4	3	4	5				
<i>P</i>		<i>i</i>	<i>j</i>	<i>k</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>I</i>

Tablo 6’ da verilen Bulanık Geometrik Ortalama sonucunu hesaplanırken kullanılan formüller aşağıda gösterildiği gibidir. ($\alpha=0,6$)

$$a = (P_{1i} \cdot P_{2i} \cdot P_{3i} \cdot P_{4i} \cdot P_{5i})^{1/5}$$

$$b = (P_{1j} \cdot P_{2j} \cdot P_{3j} \cdot P_{4j} \cdot P_{5j})^{1/5}$$

$$c = (P_{1k} \cdot P_{2k} \cdot P_{3k} \cdot P_{4k} \cdot P_{5k})^{1/5}$$

$$I = \frac{1}{2} \cdot [\alpha \cdot c + b + (1 - \alpha) \cdot a]$$

Müşteri Gereksinimleri (MG), Müşteri Gereksinimleri Sayısı(m), Teknik Gereksinimler (TG), Teknik Gereksinimler Sayısı (t), Önem Derecesi (Ağırlıklar) (w), Önem Derecesi (Ağırlıklar) Sayısı (l), Teknik Önem Derecesi (TOD) olarak adlandırılmıştır

Teknik Önem Derecesi (TÖD): Teknik gereksinimin müşteri gereksinimlerini karşılama düzeyini gösteren bir puandır. Tablodaki ilk değerler bu puanlardır.

Tablo 4'te verilen teknik önem derecesini hesaplariken aşağıda verilen formül kullanılmıştır.

$$TOD = \sum_{l=1}^{20} w_l * TG_t \text{ (Gereksinim sayısı 20 olarak alınmıştır.)}$$

Normalize Edilmiş Önem Değeri: Teknik Önem Derecesinin toplam gereksinim sayısı (burada 20) çarpılmasıyla hesaplanır. Bu, teknik gereksinimlerin diğerlerine kıyasla ağırlığını daha net ortaya koyar.

Müşteri gereksinimlerinin teknik gereksinimlere göre ağırlıklandırılması sonucu teknik önem derecelerinin toplam gereksinim sayısı (20) ile çarpılmasından elde edilmiş normalize edilmiş toplam önem değerlerini temsil ediyor.

Bu değerler, her bir teknik gereksinimin, müşteri gereksinimlerini karşılamaadaki genel katkısını daha somut ve karşılaştırılabilir bir şekilde ifade etmek için kullanılır. Hesaplanan değerler aşağıdaki gibidir;

NORMALİZE EDİLMİŞ ÖNEM DEĞERLERİ									
TG1	TG2	TG3	TG4	TG5	TG6	TG7	TG8	TG9	TG10
59,264	55,012	79,977	27,065	7,584	27,947	3,296	21,120	20,274	30,452
TG11	TG12	TG13	TG14	TG15	TG16	TG17	TG18	TG19	TG20
39,048	17,344	22,923	39,389	22,409	20,204	28,389	6,240	3,456	72,696

Normalize Edilmiş Önem Değerleri için Yorumlama

- Örneğin, 72,696 değeri, 20 ile çarpıldığında yüksek öneme sahip olan teknik gereksinimlerden biri "İşçilik"tir. Bu, işçiliğin tüm müşteri gereksinimlerini karşılama sürecinde ne kadar kritik olduğunu vurgular.
- 59,264, 55,012, ve 79,977 gibi yüksek değerler diğer teknik gereksinimlerin de önemli olduğunu gösterir.
- Düşük değerler (örneğin 3,296 veya 3,456), müşteri gereksinimlerini daha az etkileyen veya daha sınırlı bir kapsama sahip teknik gereksinimleri ifade eder.

Bu sonuçlar, kaynakların hangi teknik gereksinimlere odaklanarak daha etkin bir şekilde tahsis edilmesi gerektiğini planlamak için kullanılabilir.

Genel Bulguların Önemi

- Müşteri beklentilerini teknik gereksinimlere dönüştürmek, ürün geliştirme süreçlerini optimize etmiştir.
- Teknik gereksinimlerin önceliklendirilmesi, sınırlı kaynakların doğru alanlara yönlendirilmesine olanak tanımıştır.
- Sonuçların diğer modellerle karşılaştırılması, yöntemin mobilya sektörü için uygulanabilirliğini ve etkinliğini güçlü yanlarını açıkça ortaya koymuştur.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada, mobilya sektöründe müşteri beklentilerinin karşılanmasını hedefleyen kalite yönetimi süreçlerine sistematik bir yaklaşım sunulmuştur. QFD yöntemi kullanılarak müşteri gereksinimleri teknik gereksinimlere dönüştürülmüş ve bu gereksinimler Bulanık AHP yöntemiyle önceliklendirilmiştir. Uygulama aşamasında bir mobilya fabrikasından elde edilen gerçek verilerle gerçekleştirilen vaka çalışması, bu yöntemlerin kalite yönetimi süreçlerinde etkin ve başarılı sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Araştırmanın bulguları, müşteri memnuniyetinin artırılmasında işçilik, paketleme ve hammadde seçimi gibi süreçlerin kritik önem taşıdığını göstermiştir. Gerçek bir fabrikanın verileriyle yapılan analizler, sınırlı kaynakların önceliklendirilmiş gereksinimlere yönlendirilmesinin üretim süreçlerini hem maliyet hem de verimlilik açısından optimize ettiğini ortaya koymuştur. Çalışma, mobilya sektörüne yönelik uygulanabilir bir kalite yönetimi modeli sunmakla kalmayıp diğer endüstrilere de uyarlanabilecek bir çerçeve önermektedir. Bu çalışmanın, mobilya sektöründe kalite yönetim süreçlerine önemli katkılar sunduğu sonucuna varılmıştır..

Geliştirilen model, müşteri gereksinimlerinin daha doğru bir şekilde belirlenmesini ve bunların teknik gereksinimlere dönüştürülmesini sağlayarak üretim süreçlerinin kalitesini artırmıştır.

QFD ve Bulanık AHP yöntemlerinin birleşimi, kalite iyileştirme süreçlerinde daha stratejik ve sistematik bir yaklaşım

sunmuş, böylece müşteri memnuniyetinin artırılmasına olanak tanımıştır.

Model, işletmelerin karar alma süreçlerinde belirsizlikleri azaltarak daha tutarlı ve güvenilir sonuçlar elde etmelerine yardımcı olmuştur.

İşletmelerin rekabet avantajı elde etmesine ve piyasada daha güçlü bir konumda olmalarına katkı sağlamıştır. Bu araştırma, QFD ve Bulanık AHP yöntemlerinin yalnızca mobilya sektöründe değil, diğer sektörlerde de geniş bir uygulama alanına sahip olabileceğini göstermektedir.

Gelecekteki çalışmalarda, yöntemin farklı sektörlerde uygulanması, daha geniş veri setleriyle desteklenmesi ve sürdürülebilirlik ile dijitalleşme gibi modern parametrelerin modele entegre edilmesi önerilmektedir. Bu tür ilerlemeler, yöntemlerin genellenebilirliğini ve etkinliğini artıracak, kalite yönetimi süreçlerinde daha kapsamlı çözümler sunacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma, mobilya sektöründe müşteri odaklı kalite yönetimi süreçlerini geliştirmek adına sağlam bir temel sunmuş ve işletmelerin rekabet avantajını güçlendirecek bir kalite yönetimi modeli oluşturmuştur.

Öneriler

1. İşçilik ve Eğitim: İşçilik, en yüksek önem derecesine sahip faktörlerden biri olarak dikkat çekmektedir. Çalışanların beceri ve yetkinliklerini artırmak için düzenli eğitim programları hayata geçirilmelidir.

2. Hammadde Tedarik Süreçleri: Hammadde seçimi ve tedarikçi ilişkilerinin iyileştirilmesi, üretim kalitesini artırmak için kritik öneme sahiptir. Güvenilir tedarikçilerle uzun vadeli işbirlikleri oluşturulmalıdır.
3. Paketleme Süreçlerinin Modernizasyonu: Doğru paketleme, hem lojistik maliyetleri düşürmek hem de müşteri deneyimini iyileştirmek adına otomasyon sistemleriyle desteklenmelidir.
4. Ar-Ge ve İnovasyon: Doğru Ar-Ge verilerinin kullanımı, inovasyon süreçlerini desteklemek ve müşteri odaklı ürün geliştirme faaliyetlerini artırmak için temel bir araç olarak kullanılmalıdır.
5. Veri Odaklı Yaklaşımlar: Normalize edilmiş önem derecelerine dayalı analizlerin farklı sektörlerde de uygulanabilirliği araştırılarak daha geniş bir kullanım alanı oluşturulabilir.
6. Müşteri Memnuniyeti İzleme: Kalite yönetimi süreçlerinin etkinliğini artırmak için müşteri memnuniyetinin sürekli izlenmesi ve geri bildirim mekanizmalarının güçlendirilmesi önerilmektedir.

Bu çalışma, mobilya sektöründe müşteri odaklı kalite yönetimi süreçlerini geliştirmek için pratik ve veri odaklı bir model sunmuştur. Normalize edilmiş teknik önem değerlerinin analizi, işletmelerin kaynaklarını en kritik alanlara yönlendirmesine olanak sağlamış ve kalite yönetiminde stratejik kararların daha sağlam bir temele dayanmasını mümkün kılmıştır.

Kaynaklar

Abonyi, J., & Czvetkó, T. (2022). *Hypergraph and network flow-based quality function deployment*. Heliyon, 8(12), e12263. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12263>

Abu Dabous, S., AL Ayoub, M., Alsharqawi, M., & Hosny, F. (2024). *An integrated model for selecting bridge structural systems using quality function deployment and analytical hierarchy process*. *Journal of Infrastructure Intelligence and Resilience*, 3, 100096. <https://doi.org/10.1016/j.iintel.2024.100096>

Akbaş, H. (2014). *Quality function deployment and its application in service sector* (Master's thesis). Dokuz Eylül University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, İzmir.

Arıcan, R. I. (2006). *Ürün pazarlamasında kalite geliştirme tekniklerinden kalite fonksiyon göçerimi – QFD tekniği* (Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Chang, D.-Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00312-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00312-8)

Chevallier, A., & Cazals, F. (2020). Wang-Landau algorithm: An adapted random walk to boost convergence. *Journal of Computational Physics*, 410, 109366. <https://doi.org/10.1016/j.jcp.2020.109366>

Chevallier, A., & Cazals, F. (2020). Wang-Landau algorithm: An adapted random walk to boost convergence. *Journal of Computational Physics*, 410, 109366. <https://doi.org/10.1016/j.jcp.2020.109366>

Colak, M., Cetin, T., & Engin, B. (2015). Reasons for the inability of organizations in the furniture industry to get into international markets. Proceedings of the 4th World Conference on Business, Economics and Management (WCBEM), 2212-5671. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00886-2](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00886-2)

Ersöz, S., & Aktepe, A. (2011). An application of data envelopment analytic network process (DEANP) in quality function deployment (QFD). Gazi University Journal of Engineering and Architecture, 1300-1884.

Gozali, L., Ukeng Watun, A. M. L., Widodo, L., Ismail, S., Gholamzadeh Chofreh, A., Herwindiati, D. E., Gunadi, A., Goni, F. A., Susanto, S., & Cheng, W. H. (2024). Designing orthopaedic seat cushion made of rattan using quality function deployment approach. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 102771. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2024.102771>

Haj Youssef, M., & Awada, H. (2024). CEO celebrity and strategic decision making. Reference Module in Social Sciences. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-13701-3.00366-2>

Moreno, F., Davis, S., & Peralta, J. (2022). A portable and flexible implementation of the Wang–Landau algorithm in order to determine the density of states. *Computer Physics Communications*, 274, 108283. <https://doi.org/10.1016/j.cpc.2022.108283>

Psarommatis, F., & Azamfirei, V. (2024). Zero defect manufacturing: A complete guide for advanced and sustainable quality management. *Journal of Manufacturing Systems*. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2024.10.022>

Rathinavel, S., Bhaskar, S., Mathew, M., & Jayan, P. R. (2024). Design analysis of pokkali paddy harvester using Quality Function Deployment (QFD) Technique and Analytical Hierarchy Process (AHP). *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 26(3), 148-154.

