

Kalite Kontrol Faaliyetlerinde Yapay Zekâ Kullanımı ve Bir Otomotiv Yan Sanayisinde Uygulanması

Buşra KESİCİ¹
Mehmet Selami YILDIZ²

Özet

Değişen ve globalleşen dünya koşullarında firmalar, artan rekabet koşulları sebebiyle maliyetlerini azaltmakta ve sıfır hata çalışmalarına ağırlık vermektedir. Son yıllarda bilimsel araştırmalarda ve işletmelerde, karmaşık problemlerin çözümü için yapay zekâ yöntemleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Süreçlerin sıfır hata çalışmaları kapsamında otomotiv sektöründe de kullanılmaya başlayan bu yöntemler, etkin problem çözme çalışmalarının yanında, süreçlerdeki kontrol mekanizmalarına etkili destekler sağlamaktadır. Bu çalışmada, bir otomotiv yan sanayisindeki üretim prosesinde, operatöre bağlı işlemleri elimine etmek için yapılan bir yapay zekâ çalışmasına yer verilmiştir. Üretim proseslerinde, operatörlerin karar verme mekanizmasındaki hataların minimuma indirilerek, daha stabil ve hatasız bir üretim süreci tasarlanması hedeflenmiştir. Yapılan çalışma ile oluşturulan yapay zekâ yöntemi kullanılarak müşteride memnuniyetsizliğe yol açan problem, üretim tesisinde tespit edilmiş ve müşteriye sevk edilmesi engellenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Kalite Kontrol, Sıfır hata

Usage of Artificial Intelligence in Quality Control Activities and Implementation in An Automotive Supplier

Abstract

Companies are concentrating on the zero defect practices and decreasing of costs due to the conditions of competition nowadays within the increasingly globalized world. Companies have used artificial intelligence methods in order to solve complex problems in recent years. These artificial intelligence techniques have significant opportunities such as efficient problem solving techniques and supporting the control mechanisms of processes. In this study, an artificial intelligence technique has been used in order to eliminate the processes allied to operator in an automotive supplier production process. In production processes, a stable and non-defect production process has been aimed with minimizing of operators' decision mechanisms. The nonconformity caused customer dissatisfaction has been trapped in the production site and prevented to deliver customer with the artificial intelligence method.

Key Words: Artificial Intelligence, Quality Control, Zero Defect

Giriş

Değişen ve globalleşen dünyada işletmeler, artan rekabet koşullarında daha fazla kazanç sağlamak için kaliteli ürünleri, düşük maliyetler ile müşterinin istediği zamanda üretme ya da satma amacıyla çalışmaya başlamışlardır. Bu hedef ile işletmeler kalite iyileştirme faaliyetlerinin sağlanması için çalışmalar yapmaktadırlar.

¹ Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Bölümü Doktora Öğrencisi, busrasahinn@hotmail.com.tr

² Prof. Dr. Düzce Üniversitesi İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, selamiyildiz@duzce.edu.tr

Her firmanın kendi kalite düzeyini belirleyip, bu düzeyi geliştirmesi gerekmektedir. Bu amaç ile işletmelerde kalite ve süreç iyileştirilmelerinin yapılması yararlı olacaktır. Kalite ve süreç iyileştirmede, istatistiksel yöntemlerin yanı sıra yapay zekâ sistemleri de kullanılmalıdır. Kalite kararlarının çıktıları oldukça karmaşık ve sorunludur. Müşteri memnuniyetinin net olarak sağlanması ile maliyetlerin en aza indirilmesi aynı anda gerçekleştirilmelidir. Her işletmenin kendi yöntemlerine göre kalite düzeyini belirlemesi gerekmektedir. Aşırı duyarlı olarak yapılan parça kontrolü, uygun ürünlerin de ıskarta olmasına neden olur ve ayıklama maliyetlerinin artışı ile müşteri güveninde azalışa neden olur.

Kalite, hayatın birçok noktasında kendisine aktif bir şekilde yer bulmaktadır. İşletmelerde sadece ürün üretmek yerine kaliteli, yani müşterinin beklentilerinin tam olarak karşılandığı ürünleri üretmek esas amaçtır. Kalitenin bu şekilde işletmelerin tüm fonksiyonlarında önemi artarken, kontrolü de esas faaliyetler içinde yerini almıştır. Ancak minimum maliyette maksimum kar hedefleyen işletmeler için kalite kontrol maliyetleri problemlere yol açmaktadır. Sürekli kontrol edilen bir sistemde kontrolü yapılan her bir parametre ayrı birer maliyet kalemi oluşmaktadır. Bu sorunu çözmek için işletmeler değişik yöntemler kullanmaya başlamışlardır. Tarih boyunca insan beyni ve bu beynin çalışma düzeni çeşitli tartışmalara yol açmıştır. Konuyla ilgili birçok bilim adamı tarafından araştırmalar yapılmış ve insan beyninin sınırları çözülmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalar ile birlikte insan beyni gibi çalışan makineler yapılması için uzun yıllardır devam eden araştırmalar ile uygun yöntemler üzerinde tartışmalar yapılmaktadır. Tüm bu çalışmalar sonucunda yapay zekâ kavramı ortaya çıkmıştır. Yapay zekâ teknikleri ile birlikte insan beyni modellenerek ve çeşitli zekâ sistemleri geliştirilmeye başlanmıştır.

Yapay zekâ çalışmalarındaki temel amaç, insan gibi düşünerek yorum yapabilen ve karar verebilen bilgisayar programları geliştirmektir. Çalışmaların tamamı bu amaca uygun olarak yapılmaktadır. Günümüzde optimum seviyedeki üretim koşullarını sağlayabilmek için bir çok yapay zekâ sistemi kullanılmaktadır. Uzman sistemler diye de adlandırılan istatistiksel yöntemler ve yapay zekâ yöntemleri bunlardan bazılarıdır. Yapay zekâ faaliyetlerinin en büyük avantajı işlemlerin daha kısa sürede gerçekleştirilmesini sağlamasıdır. Böylece işletmeler için aynı zamanda daha az gider anlamına gelen zaman kazancı sağlanmış olmaktadır. Bu sebeple de yöntem olarak çok rağbet gören çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan verilerin belirlenerek çözüm yönteminin çerçevesi çizilmelidir.

Doğru kalite, tüm bunların arasında ve en uygun olan kararın verilmesi ile sağlanabilir. Belirtilen tüm sebeplerden dolayı, çalışmanın amacı bilgisayar tabanlı bir kalite kontrol sistemi kurarak, müşteri memnuniyetini arttıracak, giderleri en aza indirgeyebilecek bir karar verme sistemi oluşturulmasıdır. Yapılan çalışma ile kontrol faaliyetlerinde insana bırakılan karar verme yöntemlerinin, standart hale getirilerek hata oranının sıfır seviyesine indirilmesi amaçlanmıştır. Üretim faaliyetlerinde kullanılan yapay zekâ yöntemleri, bu çalışma ile otomotiv sektöründeki kontrol faaliyetlerine uygulanmıştır. Aynı zamanda, kontrol faaliyetindeki insana dayalı karar verme sistemi devre dışı bırakılmasıyla daha stabil çalışan bir sistem kurulması hedeflenmiştir.

Bu çalışmanın yapılma nedeni ise, üretici firma için maliyetlerin azaltılması, kalite açısından güvenilirliğin artırılması, yeni bir hata önleme yönteminin (Poka Yoke) devreye alınması ve kalite konusundaki karar verme tekniklerinde operatör etkisinin minimuma indirilerek sıfır hata metodolojisinin geliştirilmesini sağlamaktır.

Yapılan çalışmalar ile birlikte tüm işletmelerde en iyi derecede kalite uygulamalarının optimum şekilde yapılması ile müşteri memnuniyetinin en üst seviyede tutulması hedef olarak görülmelidir.

1. Literatür İncelemesi

1.1 Yapay Zekâ Kavramı

Yapay zekâ terimi ilk defa 1955 yılında John McCarthy tarafından önerilmiş ve “Zeki makineler yapmanın bilim ve mühendisliğidir” şeklinde tanımlanmıştır. 1960 yılında, McCarthy’den 5 yıl sonra arkadaşı Marvin Minsky bu tanımlı geliştirerek: “Yapay zekâ, insanlar makineleri kullanırken makinelerin görevlerini yerine getirme bilimidir.” (Wawrzyński, 2014) şeklinde yeni bir tanımlama yapmıştır.

1960 yılından sonra literatürde çeşitli zaman dilimlerinde tüm dünyadaki yazarlar tarafından tanımlamalar yapılmış ve yapılmaya da devam etmektedir.

Zekice davranışları inceleme yollarından biri olan yapay zekâ, insan zekâsının sınırlı ölçüde bilgisayara aktarılmasıdır. (Firebaugh, 1989: 4).

Yapay Zekâ, muhakeme etme, öğrenme ve anlama işlemleri ile ilgili bilgi işlem teknolojisidir ve temel konuları, bilgi temsili, araştırma, anlama ve sonuç çıkarmadır (Tanimato, 1990: 6).

İnsanlar algılama ve sezinleme gerektiren durumlarda zekâsını kullanarak işlem yapmaktadır. Bilgisayarların insanların zekâ yeteneklerini taklit etmesini sağlayan çeşitli yapay zekâ yazılımları mevcuttur. Bilgisayarlara belirli ölçülerde, insanların sahip olduğu zekâ yeteneği kazandırılmasındaki temel amaç, insan ve makine zekâsının altında yatan ilkeleri anlayarak problem çözecek, insanlarla iletişim kuracak, fiziksel dünyayı algılayacak ve etkileşimde bulunacak bilgisayar tabanlı sistemler kurmak için yöntemler geliştirmektir (Baykal ve Beyan, 2004).

Yapay Zekâ (YZ); zekâ ve düşünme gerektiren işlemlerin bilgisayarlar tarafından yapılmasını sağlayacak araştırmaların ve yeni yöntemlerin geliştirilmesi hususunda çalışan bilim dalıdır. YZ; “düşünme, anlama, kavrama, yorumlama ve öğrenme yapılarının programlamayla taklit edilerek problemlerin çözümüne uygulanması” olarak da ifade edilebilir (Sağiroğlu vd., 2003).

Yapay Zekânın temel konularından olan bilgi temsili, anlama ve tasarım ile ilgilidir. Bilgi temsili, bilgilerin anlama işlemi için kullanılabilmesi, kolayca güncelleştirilip denenebileceği şekilde yapılmalıdır. Kullanılacak bilgiler, mantıksal ifadeler, anlamaya yarayan kurallar, istatistiksel korelasyon gibi bir çok yolla hazırlanabilir (Anderson, 1990: 21).

Yapay zekânın diğere temel konusu olan araştırma, problemin çözümünde kabaca bir algoritma çıkarmak için yapılan anahtar çalışmadır. Yapay Zekâ uygulamalarında, anlama içgüdüsel bir hareketten ziyade fikir üretmek hareket etmeye yönelen bir çalışma; sonuç ise, bilginin tam olarak tanımlanması işidir (Cohen, 1987: 25).

Problem çözümü çalışmalarında esas olan bilgi ve araştırma kısmı tamamlandıktan sonra, uygulamanın ilgili süreçlere entegrasyonu başlar. Üretim sistemine uygun olan yapay zekâ metodolojisinin geliştirilebilmesi için üretim sisteminin tasarlanması ve optimizasyonu gerekir.

Araştırmalar üretim sistemlerini tasarlarırken yerleşim, parça, makine ve ya malzemelere göre yaşanacak değişikliklerde sisteme hızlı uyarlanabilme gerekliliği olduğunu göstermektedir (Andrisano vd., 2012).

Üretim prosesi, ürünlerin üretimi ve dağıtımında fark edilebilir bir kar sağlamak için oluşturulmuş organizasyonel yapıdır (Karpinski, 2007).

Üretim ekipleri süreç yönetim sistemlerinin uygulanmasından sorumludur. Mevcut veri analizi ve yönetim kararlarının formülasyonu yapılarak kontrol sağlanır. Üretim parametreleri, talimatların içinde tanımlanır ve sisteme bireysel element olarak gönderilir. Yönetim parametreleri de bu veriler üzerinden, minimum sürede maksimum çıktıyı oluşturacak kriterleri seçer (Arora ve ark., 2014).

Üretim prosesleri, korelasyon ilişkilerine bağlı olarak çeşitli sinyaller oluşturur (güç, moment, sıcaklık, mekanik titreşim, akustik emisyon vb.). Alınan veriye göre farklı kontrol ve izleme algoritmaları oluşur. Bu eş zamanlı ve farklı sinyallerle kontrol ve izleme sistemlerinin performansının belirlenmesi beklenir (Monostori, 2003).

Optimizasyon, çeşitli kaynak kısıtlarıyla en iyi sonucun alınabileceği bir bilimdir. Üretim proseslerinin genetik algoritmaya bağlı olarak optimize edilmesini amaçlar. Genetik algoritma, doğal algoritma prensiplerine uyarlanabilir ve taklit edilebilir. Geleneksel araştırma ve optimize etme metodlarının kullanılamayacağı üretim problemlerinde uygulanır. Basit şekilde uygulanabilmeleri, çalışma kolaylığı, minimum gereklilikler ve global bakış açısı gibi özelliklerinden dolayı başarılı şekilde problemlerin çözümlerinde kullanılır (Rajendran, 2006).

Yapay Zekâ, bilgisayarlara zeki davranışlar yaptırarak insan gibi düşünülmesi ile ilgilenen bilim dalıdır. Bir bilgisayarın ya da bilgisayar denetimli bir makinenin, genellikle insana özgü nitelikler olduğu varsayılan akıl yürütme, anlam çıkartma, genelleme ve geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi yüksek zihinsel süreçlere ilişkin görevleri yerine getirme yeteneği olarak tanımlanmaktadır.

Yapay Zekâ, insanın düşünme yapısını anlamak ve bunun benzerini ortaya çıkartacak bilgisayar işlemlerini geliştirmeye çalışmak olarak tanımlanabilir. Yani programlanmış bir bilgisayarın düşünmesi işlemidir. Daha geniş bir kapsama göre ise Yapay Zekâ; bilgi edinme, algılama, görme, düşünme ve karar verme gibi insan zekâsına özgü kapasitelerle donatılmış bilgisayarlardır.

Üretim sistemlerini yönetmek için kullanılan ve yapay zekâ metodu adı verilen destek yönetim sistemi, kontrol sistemlerinin oluşturulmasını

sağlamaktadır. Öncelikle data üzerinde en iyi çözümü belirlemektedir. Sonrasında sağlanan belirgin sonuçlar üretim ve yönetim tarafından makineler için yeni bir girdi parametresi olarak kullanılmaktadır. Yapay zekâ süreci 3 temel bölümden oluşur: Veri toplama (Bilgi), Kontrol (Araştırma) ve Tavsiye.

1.2 Kalite Kontrolde Yapay Zekâ

Kalite geniş kapsamlı olarak Dr. Juran tarafından, kullanıma uygunluk olarak tanımlanmıştır. Kalite, bir ürün veya hizmetin kullanımında uygunluğunu belirleyen özelliklerinin tamamıdır. Kalitenin hedefi ise, kullanıcının istek ve ihtiyaçlarına farklı mal ve hizmet grupları için farklı zamanlarda, farklı kullanıcılar tarafından, farklı beklenti seviyelerinin karşılanması olarak ifade edilebilir (Özkan, 2000).

Tasarımda Kalite (Quality by Design (QbD)), kritik süreç ve ürünlerde gelişmiş bilimsel anlayış içeren, tasarım kontrollerini ve testleri, ilgili limitlere göre yapan bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır (Doro, 2009).

Kurniawan ve ark. (2004) ürün tasarım ve geliştirme işlemlerine müşterileri dâhil etmek amacıyla aksiyomatik tasarım tabanlı bir sistematik yaklaşım önermektedir. Bu nedenle müşterinin ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla farklı yöntemler kullanarak, farklı müşteri istekleri ürün özelliklerinin şekillendirilmesinde yararlanılması amacıyla aynı seviyede soyutlandırılmış ve ilgili ihtiyaçlar öncelik sıralamasına tabi tutulmuştur.

Khoo ve ark. (2002), oluşturulan müşteri merkezli bir ürün kavramı geliştirme bilgi sistemi ile ürünün yeniden ve müşteri merkezli oluşumu arasında bir bağ oluşturulmağa çalışmıştır.

Kaya ve Engin'in 2003 yılında yaptıkları Kalite İyileştirme sürecinde Yapay Zekâ tekniklerinin kullanımı çalışmasında dört farklı yapay zekâ tekniği tanımlanmıştır. Bunlar;

- Yapay Sinir Ağları,
- Uzman Sistemler,
- Bulanık Mantık,
- Genel Algoritmalar,

Kaya ve Engin'in çalışmasında yer alan Yapay Sinir Ağları bölümü, bu çalışmanın kapsamında yer almaktadır.

Kaya, Gözen ve Engin'in Kalite Kontrol Problemlerinin çözümünde uzman sistemlerin kullanımı ile ilgili yaptıkları çalışmada, yapay zekâ tekniklerinin uygulandığı belli başlı kontrol alanları;

- Kontrol Diyagramları,
- Deney Tasarımı,
- Kabul Örnekleme,
- Proses Kontrol,
- Kalite Güvence Sistemleri,
- Hata Türü ve Etkileri analizi olarak sıralanmıştır.

Yapılan yapay zekâ çalışmalarında yukarıdaki kalite kontrol alanlarında, yeterli veri sağlandığı durumda proses kontrolünde kullanılan uzman sistemin (yapay zekâ), adapte edilmiş proses kontrolünün avantajına sahip olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Zaremba'nın 2010 yılında yaptığı üretim sistemlerinde zekâ adlı çalışmada problemlerle karşılaşıldığında yapılması gereken üç adım şu şekilde tanımlanmış ve verileri projeksiyon yardımıyla görüntülemiştir;

- Boyutsal Planlama ve çoklu çözünürlüğü sağlayacak veri kaynakları,
- Doğrusal olmayan veri kullanımı,
- Verinin çok boyutlu analizi.

Bu çalışmada, boyutsal planlama ile ürünlere ait gereklilikler tespit edilerek uygun çözümlerin sağlanacağı verilerin analizi yapılmıştır. Doğrusal olmayan veriler ile farklı problem tipleri, aynı yöntemle incelenmiş ve elde edilen verilerin çok boyutlu analizi yapılmıştır.

Mupfıga ve Fohla 2015 yılında hizmet sektöründe uygulanmak üzere yaptıkları yapay zekâ çalışmasında, yapay zekâ ve uzman sistemlerin tüm gelişen ülke ekonomilerinin üretim endüstrilerinde önemli bir rol izlediğine değinmiştir. Yapay zekâ metodolojisini kullanarak Zimbabve'deki bir hizmet sektöründe, online telefon hizmeti ile telekomünikasyon sisteminde müşteri cevaplanmaya başlamıştır. Bu çalışma sayesinde, süreçteki insan kaynaklı hata etkisi sifıra indirilerek müşteri memnuniyetinin de artırılması sağlanmıştır. Müşteriler, arama hizmetleri sırasında yapay zekâ teknolojisiyle oluşturulan robot yardımıyla hizmet almaya başlamıştır.

Kalite, müşteri tarafından uygunluğu değerlendirilen ve müşterinin bildirdiği özel isteklere göre şekillenen bir yapı olması sebebiyle, yapay zekâ tekniklerinin aktif olarak kullanılabilmesi örnekleri barındırmaktadır. Ürünün tasarım aşamasından müşteriye sevkine kadar her aşamada kalite uygulamalarının yer alması sürekli iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu sebeple, yapılan çalışmada üretim prosesleri içindeki kalite faaliyetlerinde, problem olmasını önleyici bir yapay zekâ çalışmasına yer verilmiştir.

2. Bir Otomotiv Yan Sanayisi Uygulaması

Sürekli değişim gösteren dünya koşullarında üreticiler, kazançlarını en yüksek seviyede tutabilmek, süreçlerini iyileştirmek ve geliştirmek için farklı yöntemler denemektedir. Temeli 1950'li yıllara dayanan Yapay Zekâ metodolojisi de, bu yöntemlerden biri olarak literatürde yer almaktadır. Bu çalışmada, bir otomotiv yan sanayisinde operatör tarafından yapılan görsel kalite kontrol faaliyetinin yapay zekâ yöntemi ile yazılım tarafından yapılmasına yer verilmiştir.

Kaya, Oktay ve Engin'in (2005) Kalite Kontrol Problemlerinin Çözümünde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı isimli literatür çalışmasında Proses Kontrolünün uygulama alanları içinde yer alan Parametre Belirleme, Proses Değerlendirme ve Veri Analizi alt alanlarına bu çalışmada yer verilmiştir.

Çalışmanın yapıldığı yan sanayi, otomotiv üretimi yapan firmalara malzeme tedarik eden, tüm dünyada fabrikaları bulunan ve global pazarda büyük kar payına sahip olan bir şirkettir. Ayrıca, hızla değişen rekabet koşullarına daha iyi adapte olabilmek ve karlılığı arttırabilmek için yenilikçi yatırımlar yapılmasına öncüdür. Yenilikçi ve problem çözümünü sağlayacak yatırımlarda bulunan yan sanayide öncelikli konu Yapay Zekâ uygulamalarıdır. Satın alınan hammaddelerin mikser yardımıyla karıştırılması ile elde edilen hamura şekil verilmesi sonrasında oluşan bitmiş ürünlerin, müşteri hattındaki araçlara takılması ile son bulan süreçte kalite kontrol faaliyetlerinin etkinliği her aşamada değerlendirilmektedir.

Yan sanayide çalışmanın yapılma sebeplerinden olan maliyet araştırmasına göre, 2015 yılı için kalitesizlik maliyeti olarak bildirilen hataların % 31'inin görsel problem olduğu tespit edilmiştir. Bu durum da görsel hataların hem işletme için maliyet hem de müşteri tarafında memnuniyetsizliğin artmasına sebep olduğunun bir göstergesidir. Yapılacak bir yenilik çalışması ile bu %31'lik kısımda yer alan maliyetin mümkün olduğunda azaltılması, müşteri memnuniyetinin de arttırılması hedeflenmiştir. İnsana dayalı bir kalite kontrol faaliyetinin yapay zekâ yöntemi ile otomatik hale getirilmesi ve çözüme %31 oranında katkı sağlaması, kısa dönemde yan sanayinin karlılığında etkili bir iyileştirme sağlayacaktır.

Bitmiş bir ürünün son muayenesi sırasında, operatör tarafından görsel olarak incelenen ve müşteride memnuniyetsizlik, kalitesizlik maliyeti ve güven eksikliğini önleyecek bazı kontroller yapılmaktadır. Hammaddesi yoğunlukla kauçuk olan bitmiş ürünün yüzey kontrolünde önemli olan parametreler Kesim, Yüzey ve Kaynak olmak üzere aşağıda listelenmiştir:

- **Kesim ile ilgili,**
 - Kaba Kesim
 - Toz oluşumu
 - Çapak Oluşumu
- **Yüzey durumları,**
 - İz
 - Kabarcık
 - Zedelenme/Hasar
 - Düzgün olmayan yüzey
 - Çapak
- **Kaynak yüzeyi,**
 - Gözenek
 - Düzgün olmayan yüzey
 - Yüzey yanığı

Önemli parametrelerden en az birinde yaşanacak bir uygunsuz durum, müşteri tarafında fark edilerek şikâyet olarak bildirilmektedir. Bu sebeple de yapılacak yapay zekâ çalışmasında, yukarıdaki tüm parametrelerdeki problemlerin yakalanabileceği bir kalite kontrol sistemi tasarlanması gerekmektedir.

Kesim ile ilgili uygunsuz durumlarda bitmiş ürün yüzeyinde kesim bozukluğu, ürüne ait toz kalıntıları ve çapaklı yüzeyler oluşmaktadır.

Yüzey durumlarında, bitmiş ürün üzerinde iz, kabarcık, zedelenme, uygun olmayan şekilde kesilmiş yüzey ve çapak kalması görülmektedir.

Kaynak yüzeyinde ise gözenek oluşumu, pütürleşme ve yüzey yanağı problemlerine neden olmaktadır.

Chiang ve Su parametre belirleme çalışmaları için nitel ya da nicel cevaplar içeren bir çözüm optimizasyonu kullanmaktadır. Yukarıdaki nitel değerlendirmeler bu kapsamda yapılmıştır.

Çalışmanın planı, amacı ve kaynakları Müşterinin Sesi şeklinde açıklanmıştır.

Şekil 1: Müşterinin Sesi



Şekil 1’de belirlenen çalışmanın yapılmasından etkilenen bölümler “Kim?” başlığı altında toplanmıştır. Kim ve Neden bölümünde çalışmadan hangi bölümünün ne sebeplerle etkileneceği tanımlanmıştır. Kaynaklar, Aktif ve Pasif olmak üzere iki temel başlıkta belirlenmiştir. Çalışmanın iş planı da son aşamada tanımlanarak yapılması planlanan işlemler çerçeve şeklinde çıkarılmış olmaktadır.

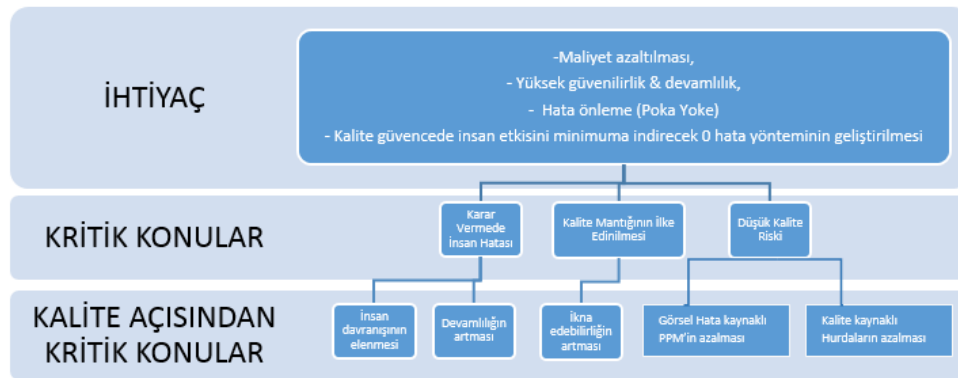
Kritik olarak belirlenen ve proses değerlendirme aşamaları olarak tanımlanan konular 3 temel başlıkta ele alınabilir;

- Karar vermede insan hatası: Görsel kontrol olması sebebiyle, çalışanın karar verme mekanizmasında yanlış bir değerlendirme yapması,

- Kalite mantığının ilke edinilmesi: Kar amacı güderek, müşterinin fark etmeyeceği düşünülerek, bitmiş ürüne onay verilmesi,
- Düşük kalite riski: Uygun olmayan ürünün müşteriye gönderilmesi ile düşük kaliteli ürünün pazarlanması riski gerçekleşmiş olur. Bu durum da müşteri tarafında ciddi olarak memnuniyetsizliğe ve sadakatin azalmasına yol açacak problemlere neden olmaktadır. Düşük kalite riski belirtilen sebeplerden ötürü değerlendirme aşamalarının üç grubu içinde nitelendirilmiştir.

Karar verme için kullanılan İhtiyaç Analizi Şekil 2 de gösterildiği gibidir:

Şekil 2: İhtiyaç Analizi



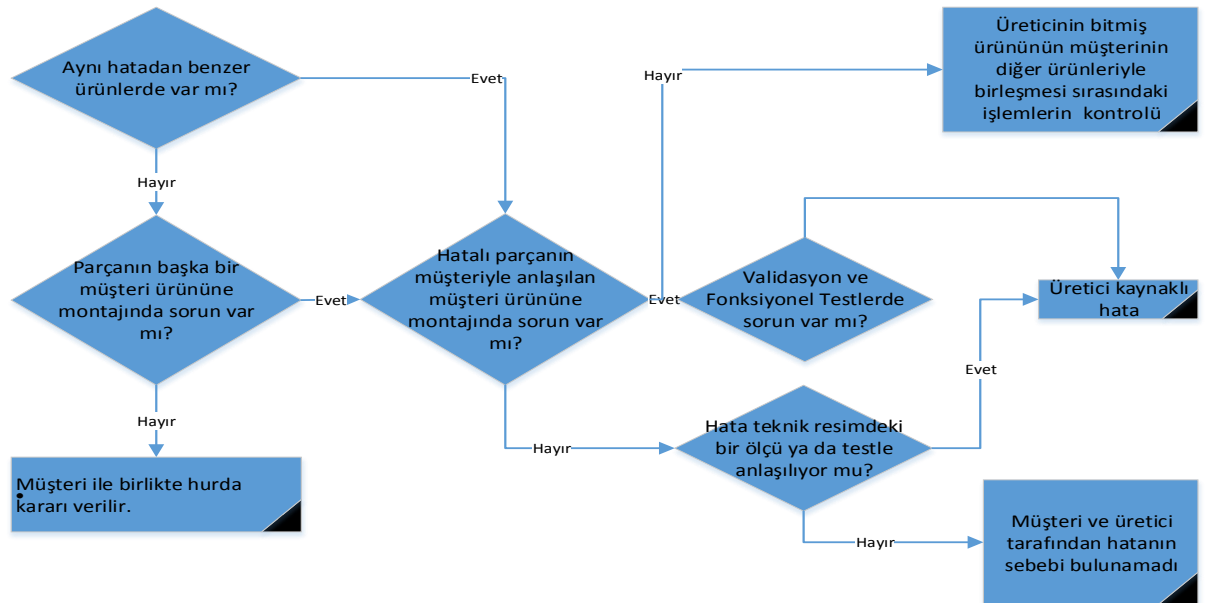
İhtiyaç Analizi ile öncelikle çalışmanın yapılış nedenleri netleştirilmiştir. Çalışmanın yapılmasına neden olan ihtiyaçlar sıralanmıştır. İhtiyaçların belirlenmesi sonrasında çalışmaya ait genel kritik konular ana başlıklar halinde belirlenmiştir. Temel kritik konular, karar vermede insan hatası, kalite mantığının ilke edinilmesi ve düşük kalite riski olarak belirlenmiştir. Son olarak ise kritik konuların kalite açısından kritiklik sebepleri belirlenerek İhtiyaç Analizi son haline ulaşmaktadır.

Çalışmanın gelişiminin izlenmesi için çeşitli ekipler ile periyodik takip toplantıları yapılmıştır. Yapay Zekâ faaliyetlerinin liderliğini yapan takım kendi içinde aylık olarak toplantılar yaparak değerlendirmelerde bulunurken, tasarımı yapan tedarikçi firma ile yine aylık periyotta gözden geçirme ve plana uyum toplantıları planlanmıştır. Kalite ekibi ile de aylık olarak geline noktalarla denemeler yapılarak test sonuçları değerlendirilmiştir.

Tablo 1: İletişim Stratejisi

KİM?	NEDEN?	NE ZAMAN?	NASIL?	NEREDE?
Takım	Genel Değerlendirme, Örnek Hazırlama	Aylık	Yüzyüze Toplantılar	Laboratuvar Toplantı Odası
Tedarikçi Firma	Plana uyum kontrolü	Aylık	Saha ziyaretiye	Tedarikçi Firma
Kalite Ekibi	Örnekleme	Aylık	Yüzyüze Toplantı Müşteri Ziyareti	Üretim Tesisi ve Müşteri Sahası

Uygun olmayan bir durum ile karşılaşıldığında, mevcut duruma karar verme mekanizması aşağıdaki şekilde ilerlemektedir:

Şekil 3: Karar Verme Mekanizması

Karar verme mekanizması ile bir uygunsuzlukla karşılaşıldığında yapılması gereken adımlar tanımlanmıştır. Örneğin eğer aynı hatadan benzer ürünlerde var ise, hatalı parçanın müşteriye anlaşılan müşteri ürününe montajında sorun var mı

sorusunun cevabı aranır. Şekilde çizilen oklar takip edilerek yapılması gereken işlemler tanımlanır.

Yapılan çalışma ile geçmişe dönük analiz sonuçları daha iyi irdelenecek ayrıca da, yukarıdaki çevrimin yaşanmasına sebep olacak müşteri şikayetlerinde azalma yaşanacaktır.

2.1 Veri Analizi Çalışması

Yapılması planlanan kutu şeklindeki mekanizmaya bitmiş ürün yerleştirilecek ve bilgisayar yazılımına tanımlanmış göstergelere göre yapay zekâ tarafından kontrol edilerek uygun, uygun değil, hurda, ya da yeniden değerlendirilmeli kararı verilecektir.

Şekil 4: Planlanan Zekâ Teknolojisi Prototipi



Tasarlanacak yazılımda önemli parametreler aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

- **Işık**
 - Ortam ışık yoğunluğu
 - Ortam ışık açısı
- **Dinamikler**
 - Mobil Sistem
 - Online Sistem
 - Tarama Sistemi
- **Kamera**
 - Lens Tipi
 - Resim İşlemcili

Çalışmanın yapıldığı ortam koşullarında önemli parametreler, ışık, dinamikler ve kamera olmak üzere üçe ayrılmıştır. Ortamdaki ışığın yoğunluğu ve

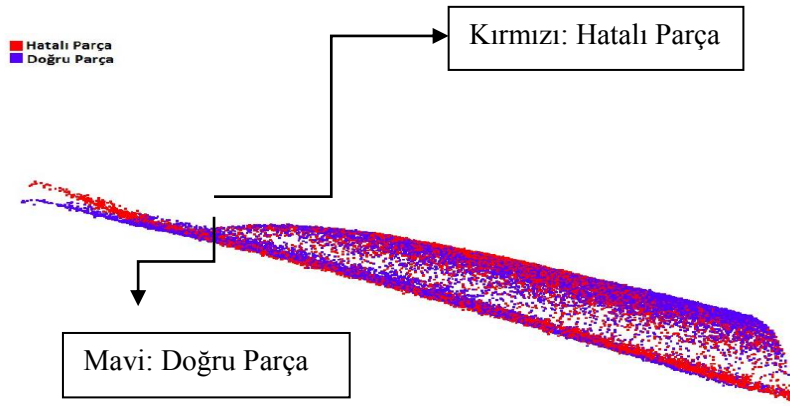
açısı otomatik ölçüm yapan cihazın etkin sonuçlar vermesini sağlayan koşullardan biridir.

Kontrolün yapılacağı sistemin dinamiği ise taşınabilen, sürekli üretim yapan ya da periyodik olarak tarama yapan sistemler olmak üzere 3 gruptur.

Yüzeysel kontrollerin yapılmasına doğrudan etki eden başka bir parametre de kameradır. Kontrolün yapılacağı kameranın lens tipi ve işlemcisi yeterli hassasiyette olmalıdır.

Kontrollerin yapılacağı ortamdaki önemli parametreler de belirlendikten sonra, çalışmanın üç boyutlu çizimi tamamlanır.

Şekil 5: Kontrol Yüzeyinin Üç Boyutlu Çizimi



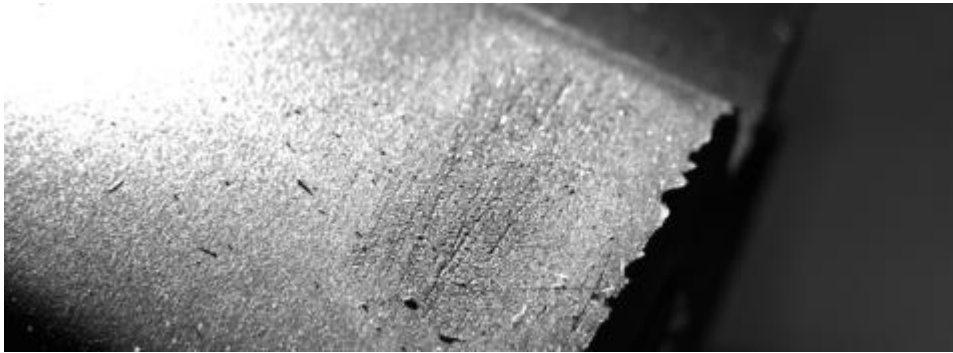
Yukarıdaki üç boyutlu çizimde, mavi olarak boyanan alan, yapay zekâ çalışmasının uygun kararı verdiği, kırmızı alanlar ise uygun olmayan kararı verdiği bölümlerdir. Bu kısımlar aynı zamanda uygun ve uygun olmayan bölümlerdir.

2.2 Tasarım Sonrası Deneme Parçaları

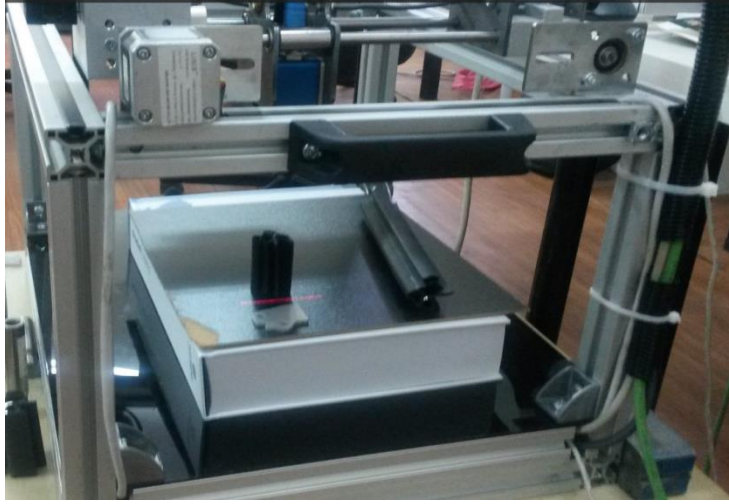
Tasarımda alınan uygun sonuçlardan sonra, deneme üretimi yapılmıştır. Yazılıma verilen uygun olmayan parçaların tamamındaki hataları tespit ettiği görülmüştür. Bitmiş ürün yüzeyinin çeşitli bölümlerindeki hataları tespit eden yazılım, parçalar için uygun değildir kararı vererek beklenen sonuçları göstermiştir. Uygun ürünler ile yapılan denemelerde çıkan sonuçların da uygun olduğu görülmüştür.

Şekil 6: Deneme Tasarımın Tespit Ettiği Yüzeyde Kabarcık Problemi

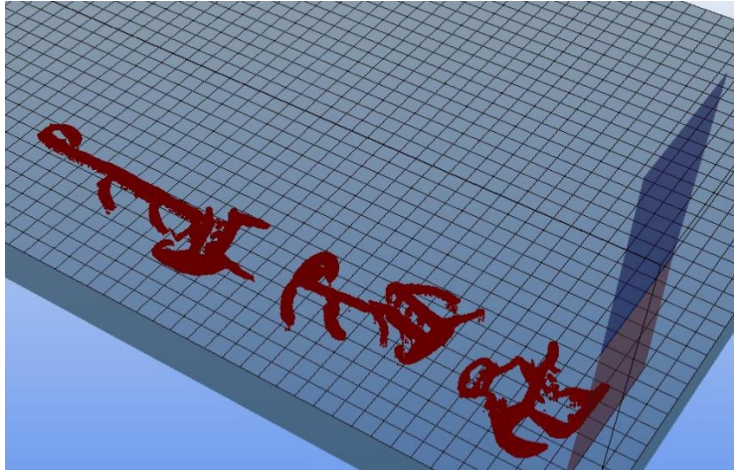
Yukarıdaki şekilde bitmiş ürün yüzeyindeki önemli parametrelerden biri olan kabarcık yapay zekâ tarafından tespit edilmiş ve uygun olmayan ürün olarak ayrılmıştır. Yüzeyin kabarcıklı olması, görsel olarak müşteri tarafından tespit edilmekte ve Şekil 3 deki karar verme mekanizması faaliyetleri başlamaktadır.

Şekil 7: Deneme Tasarımın Tespit Ettiği Kaba Kesim Problemi

Yukarıdaki şekilde ise, önemli parametrelerden kesim ile ilgili kaba kesim örneği bulunmaktadır. Kaba kesim, görsel bir uygunsuzluk olmakla birlikte fonksiyonel olarak müşterinin bitmiş ürününe montajı sırasında zorluğa sebep olmaktadır. Bu tarz durumlarda, fonksiyonel hataların müşteri tarafında maliyet olarak yaptırım gücü daha yüksek olduğundan daha çok prestij kaybına ve maliyete sebep olmaktadır.

Şekil 8: Kalite kontrol faaliyetini gerçekleştirmek için kurulan düzenek

Kurulan düzeneğin içine kontrolü yapılacak malzemeler yerleştirilerek boyutsal ve görsel kontrollerin yapay zekâ yazılımı ile tamamlanması sağlanmıştır.

Şekil 9: Boyutsal kontrol sonrası parçaların çizimleri

Boyutsal kontroller sırasında uygun olan ürünler için yapay zekâ tarafından bir çizim yapılarak hafızaya kaydedilmektedir. Bu sayede kontrolü yapılan parçaya ait kayıtlar yazılımın hafızasında bulunacak ve gerekir ise takibi yapılabilmektedir.

Yapay zekâ çalışması ile yapılan tüm denemelerde bu hata tipi de tespit edilmiş ve uygun olmayan ürün olarak ayrılmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Firmalar, artan rekabet koşullarında, kaliteli ürün üretebilmek, müşteri odaklı bir şekilde satış yapabilmek ve maliyetlerini minimuma indirebilmek için çeşitli yöntemler denemektedirler. Yapılan çalışmalardan biri de bilgisayar tabanlı destek sistemlerini üretim faaliyetlere entegre ederek çözümlere ortak olunmasını sağlamaktır.

1950'li yıllarda tanımlanan yapay zekâ, yıllar içinde endüstriyel pazarda yerini almıştır. Bilgi işlem teknolojisinin öğrenme, anlama ve kıyaslaması anlamına gelmektedir. Yapay zekâ çalışmalarının kritik özelliği, verilmek istenen bilginin ve çıkacak sonucun çok iyi analiz edilip tasarlanması gerekliliğidir.

İşletmelerde yapılan kontroller ürüne değer katmamaktadır. Yapılan kontroller sadece ürünün kalitesini garanti etmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte otomasyona dayalı üretimlerin önemi gittikçe artmaktadır. Buna benzer üretim sistemlerinde kontrol faaliyetleri de otomasyona dayalı hale gelmiştir. Otomasyon içeren kontrol sistemlerinde yapay zekâ teknikleri etkin ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Pek çok kalite kontrol probleminin çözümünde yapay zekâ yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Özellikle kontrol diyagramlarındaki şekillerin belirlenmesi, ürünlerdeki yabancı maddeler ve görsel problemlerin ortaya çıkarılması ve benzer problemlerde bu yöntemler kullanılmaktadır. Literatürdeki çalışmaların değerlendirilmesi ile yapay zekâ yöntemlerinin, kalite problemlerinde başarıyla uygulandığı, doğruluk ve etkinlik düzeylerinin yüksek olduğu, zaman açısından işletmeye pek maddi kazanç sağladığı, maliyetleri minimize ettiği görülmüştür.

Yapay zekâ çalışmalarının en önemli hedefi, çok defa karşılaşılan çıkan problemlere yazılım ile ya da sistematik olarak çözüm aranmasıdır. Bu çalışmalarla, insan zekâsını kullanarak yeni tasarımlar yapmanın yanı sıra, operatör kaynaklı hataları azaltarak iş gücü ve zaman tasarrufu, güvenlik artışı ve maliyet azaltması gibi faydalar edinilebilir.

Yapılan çalışmada, bir otomotiv yan sanayisinde kalite kontrol faaliyetlerinde yapay zekâ uygulamasına yer verilmiştir. Müşteri tarafından kritik olarak belirlenen parametreler için, operatör ile yapılan görsel kontroller, bitmiş ürünün bir kutu içine yerleştirilmesi ile yapay zekâ yazılımı tarafından yapılmıştır. Yapılan denemeler ve sonuçlar, müşterinin önemli olarak değerlendirdiği tüm parametrelerde yazılımın başarılı olduğunu göstermiştir.

Tedarikçi bir firma ile çalışarak, üretim koşulları, kontrol şartları ve müşteri beklentileri aktarılmıştır. Öncelikle müşterinin belirlediği önemli parametreler, sonrasında ise ortam koşulları dikkate alınarak bilgisayar tabanlı tasarım yapılmıştır. Daha sonra da deneme üretimleriyle sistemin başarısı test edilmiştir.

Yapılan denemeler neticesinde, sistemin beklentileri karşılayacak şekilde başarılı çalıştığı görülmüştür. Yapay zekâ çalışması sonucunda çıkan veriler ile operatör yerine bilgisayar yazılımı kullanılarak kontrol yapılabildiği ve kontrolü yaptırılan uygun olmayan ürünlerin tespit edilerek, ayırabildiği görülmüştür.

Üretim yapan bir yan sanayide problemlerin önlenmesine yönelik yapılan ve başarılı olan bu çalışmanın, farklı üretim kontrol faaliyetleri için

kullanılabileceği ya da uyarlanabileceği görülmüştür. Farklı sektörlerde yapılan üretimlerde de, müşteri memnuniyetini, zaman kazancını ve maliyetlerin düşürülmesini sağlayabilecek bu yöntem tavsiye edilmektedir. Üretim faaliyetlerinde, özellikle görsel kontrolün önemli olduğu uygulamalarda, bu yapay zekâ faaliyetinin uyarlanmasıyla kalıcı önlem aksiyonu alınması sağlanmış olacaktır.

Kaynakça

- Anderson, T. (1990), *Understanding Knowledge Engineering*, John Wiley&Son, New York.
- Andrisano A.O., Leali F., Pellicciari M., Pini F., Vergnano A., (2012) *Hybrid Reconfigurable System design and optimization through virtual prototyping and digital manufacturing tools*. Int J Interact Des Manuf 6(1):17–27.
- Arora, P., Haleem, A., Ksingh, M., Kumar, H., Kaushik, M., (2014). *Design of a Production System Using Genetic Algorithm*, Procedia Technology, 14/ 390-396.
- Baykal, N., Beyan, T. (2004). *Bulanık Mantık İlke ve Temelleri*. Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
- Chiang, T. L., Su, C. T., *Optimization of TQFP Molding Process Using Neuro-Fuzzy-GA Approach*, European Journal of Operation Research, 147, 156-164, 2003.
- Cohen, R. (1987), *The Handbook Artificial Intelligence*, McGraw-Hill, New York.
- Doro, M. M., (2009). *Solução integrada para auxiliar na garantia da qualidade na produção em pequenos lotes*, Doctor thesis, Faculty of Mechanical Engineering at the Federal University of Santa Catarina, Brasil.
- Firebaugh, M. W. (1989) *Artificial Intelligence, A Knowledge-Base Approach*, PSW-Kent Publishing Company, Boston.
- Garcia T., Cook G., Nosal R., (2008). *PQLI key topics – criticality, design space and control strategy*. J Pharm Innov.
- Karpiński, T., (2007), *Production Engineering*, Publishing house WNT, Warsaw.
- Kaya, İ., Engin, O., Gözen, S. (2004), *Kalite Kontrol Problemlerinin Çözümünde Uzman Sistemlerin Kullanımı*, Havacılık ve Uzay Teknolojisi Dergisi, İstanbul.
- Kaya, İ., Oktay, S., Engin, O. (2005), *Kalite Kontrol Problemlerinin Çözümünde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı*, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Kayseri.
- Khoo, L.P., Chen, C.H. ve Yan, W., (2002). *An Investigation on a Prototype Customer-Oriented Information System for Product Concept Development*, Computers in Industry, Cilt 49, 157-174.

- Kurniawan, S. H., Zhang, M., Tseng, M. M., (2004). *Connecting Customers in Axiomatic Design, Proceedings of ICAD2004*, The Third International Conference on Axiomatic Design, South Korea.
- Monostori, L., (2003). *AI and machine learning techniques for managing complexity, changes and uncertainties in manufacturing*, Engineering Applications of Artificial Intelligence, 16 /277–291.
- Özkan, Ç. (2000). *Kalite-Verimlilik, Değişim Dinamikleri* Yönetim Merkezi Limited, İstanbul.
- Rajendran, S., (2006). *Manufacturing Optimization through Intelligent Techniques (Manufacturing Engineering and Materials Processing)*, Taylor&Francis Group, New York.
- Sağiroğlu, Ş., Beşdok, E., Erler, M., (2003). *Mühendislikte Yapay Zekâ Uygulamaları-1 Yapay Sinir Ağları*, Ufuk Yayıncılık, Kayseri.
- Tanimato, S. L. (1990) *The Elements of Artificial Intelligence*, Computer Science Press, New York.
- Wawrzyński, P., (2014), *Fundamentals of artificial intelligence*, Warsaw University of Technology Publishing House, Warsaw.
- Zaremva, M. B. (2010), *Intelligence in manufacturing systems: the pattern recognition perspective*. Control and Cybernetics, Canada.