

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ

PANEL MOBİLYA KOMPONENTLERİNİN 180° DÖNDÜRÜLMESİ VE
İSTİFLENMESİ İÇİN MEKANİK BİR SİSTEMİN SİSTEMATİK
YAKLAŞIMLA TASARIMI VE İMALATI

Proje No:
FBY-10-2958

Proje Türü:
Y.Lisans

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:

Doç.Dr.Cem SİNANOGLU
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ/MAKİNA MÜH.

Araştırmacının Adı Soyadı :

Mashar Hayati EKİT
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ/MAKİNA MÜH.

Aralık 2010
KAYSERİ

TEŞEKKÜR

Mesleki anlamda, şahsıma ciddi katkılar sağladığını düşündüğüm “Panel Mobilya Komponentlerinin 180° Döndürülmesi ve İstiflenmesi İçin Mekanik Bir Sistemin SistematiK YaklaşımLa Tasarımı ve İmalatı” başlıklı tezde çalışma fırsatı sağlamış olup, hiçbir emeğini esirgemeyen değerli hocam sayın Doç. Dr. Cem SİNANOĞLU’na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışması boyunca birçok yönde katkılarından dolayı Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon birimine teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu günlere ulaşmamı sağlayan, her zaman ve her koşulda benden desteklerini esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

<u>TEŞEKKÜR</u>	I
<u>İÇİNDEKİLER</u>	II
<u>ÖZET</u>	III
<u>ABSTRACT</u>	IV
<u>TABLO LİSTESİ</u>	V
<u>ŞEKİL LİSTESİ</u>	VI
<u>GİRİŞ / AMAÇ VE KAPSAM</u>	1
1.1. Tezin Başlatılma Gerekçesi ve Amacı.....	1
1.2. Tez Çalışmasının Yenilikçi Yönü.....	1
<u>GENEL BİLGİLER</u>	2
2.1. Tez Çalışması İş Planı.....	2
2.2. Mevcut Sürecin İncelenmesi	2
2.2.1. Merkez Çelik A.Ş.Boya Hattındaki İş Akış Prosesinin İncelenmesi	3
<u>GEREKÇE VE YÖNTEM</u>	7
3.1. Kavramsal Tasarım İşlem Modeli	7
3.2. Sistemin Kavramsal Tasarım Aşamaları.....	7
3.3. Tasarım Şartnamesi	9
3.4. Önemli Problemlerin Ve Çözüm Alternatiflerinin Belirlenmesi	10
3.4.1.Ön Şekillendirme Tasarımı	12
3.4.2.Seçim Kartı.....	12
3.4.3.Amaç Ağacının Oluşturulması	13
3.4.4.Değerlendirme Çizelgesi.....	14
3.4.5.Değer Profil Diyagramı.....	14
<u>BULGULAR</u>	16
<u>TARTIŞMA VE SONUÇ</u>	17
<u>KAYNAKLAR</u>	19

**PANEL MOBİLYA KOMPONENTLERİNİN 180° DÖNDÜRÜLMESİ VE
İSTİFLENMESİ İÇİN MEKANİK BİR SİSTEMİN SİSTEMATİK YAKLAŞIMLA
TASARIMI VE İMALATI**

Mashar Hayati EKİT
Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2010
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Cem SİNANOĞLU

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, eşzamanlı mühendislik felsefesinin önemli tasarım araçlarından olan kavramsal sistem tasarım yöntemlerinin tanımlanması, bu yöntemlerin önerdiği tasarım kriterlerinin açıklanması ve bu yöntemler kullanılarak yapılan çeşitli uygulamalardan elde edilen pratik sonuçların teorik olarak açıklanan tasarım kriterleriyle karşılaştırılıp bu kriterlerin geçerliliğinin ortaya konulmasıdır.

Ülkemizde panel mobilya üretiminin yaygın olmasından dolayı, mobilya üreticisi küçük ölçekli firmaların boyama hatlarındaki boya bantlarını daha yüksek kapasitede kullanabilmesi amacıyla hazırlanan bu tezde; ürünlerin çevrilmesi, istiflenmesi ve hat sonuna vidalama işleminin otomasyon sistemi tarafından yaptırılması hedeflenmiştir.

Çevirme işlemi AC motor yardımı ile sağlanmaktadır. Ayrıca çevirme sisteminde ters yönlü çalışan iki adet konveyör sistemi mevcuttur. Çevirme bantların açılıp kapanması, bantların dur-kalk mantığı ile çalışması, 180° çevirmesi PLC sistemi tarafından sağlanmaktadır. İstifleme sisteminde pnömatik sistemler ve bantlı konveyör sistemi mevcuttur. Pnömatik sistemlerin kontrolünü elektro pnömatik valfler sağlamaktadır. Çevirme sisteminde olduğu gibi istifleme sistemi de PLC ile kontrol edilmektedir.

Tasarımı ve imalatı yapılan sistem mevcut sisteme göre daha ergonomik çalışacak ve iş gücünden kazanç sağlayarak birim zamanda üretilen ürün miktarını artıracaktır.

Anahtar Kelimeler: Otomasyon, Sistem Tasarımı, Optimizasyon, Panel Çevirme Sistemi

**MECHANICAL SYSTEM DESIGN AND MANUFACTURING TO REVOLVE 180°
AND STACKING OF PANEL FURNITURE COMPONENTS WITH A
SYSTEMATICAL AIM**

Mashar Hayati EKİT
Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
M.Sc. Thesis, August 2010
Thesis Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Cem SİNANOĞLU

ABSTRACT

The object of this study is definition of conceptional system design which is one of the most important design tools of concurrent engineering philosophy, explanation of design criterias are suggested by these methods, comparison of theoretical design criterias with practical results which are got by various applications using these methods and discussion of these criterias' validity.

Panel furniture manufacturing is a popular branch of production in Turkey. Just because of this in this thesis it's aimed to raise the capacity of paint lines of small scale furniture firms, making automation in turning over of products, stowing of products and adding screwing process at the end of line.

Turning over process is achieved with the help of AC motor. Also there are two reverse working conveyor system in this process. Opening and closing of bands, working with stop and go logic of bands, 180° rotation is achieved with PLC system. There are pneumatic systems, which is controlled by electro-pneumatic systems, and conveyor system with bands in the stowing system. This stowing system is controlled with PLC.

3 Dimensional solid modelling programs were used in design of the system. Dynamic and endurance analysis has been achieved with additional programs.

It's considered that designed system will be more ergonomic and will provide to raise of produced goods per unit with saving labour.

Keywords: Automation, System Design, Optimization, Panel Inverter

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Tasarım alternatifleri oluşturma	11
Tablo 3.2. Seçim kartı oluşturma	12
Tablo 3.3. Amaç ağacı	13
Tablo 3.4. Değerlendirme Çizelgesi.....	14
Tablo 3.5. Değer Profil Diyagramı.....	14

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Kaba zımpara işlemi	3
Şekil 2.2. Macun kaplama ünitesi	4
Şekil 2.3. Desen boya kaplama ünitesi	5
Şekil 2.4. Ultraviyole lamba ile kurutma sistemi	5
Şekil 3.1. Kavramsal tasarım aşamaları	8
Şekil 3.2. Fonksiyon yapıları geliştirme	11
Şekil 3.6. İmalatı yapılan sistemin resmi	18

1.BÖLÜM

GİRİŞ / AMAÇ VE KAPSAM

1.1.Tezin Başlatılma Gerekçesi ve Amacı

Panel mobilya komponentlerinin boyanması işleminde, ürün üst yüzeyi boya hattından geçirildikten sonra istiflenmesi yapılmaktadır. İstif işleminden sonra ürün tek tek elde çevrilerek ve hattın başlangıç noktasına transfer edilerek tekrar boya hattından geçirilmektedir. Boyama hatlarının çok fazla miktarda enerji tüketmesi nedeniyle bu hatlarda yaşanan kapasite kayıpları hem mobilya üreticileri hem de ülkemiz için önemli miktarda ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Merkez Çelik A.Ş. firmasındaki panel boya hatları tez kapsamında incelenecektir.

Mevcut durumda,

- Üretim miktarlarının fazla olmasından dolayı çok fazla iş gücü gerekmektedir. Bundan dolayı mevcut durumda iş gücü maliyetleri yüksektir.
- Mevcut üretim sisteminde üretim maliyetlerinin yüksek olmasına sebep olan pek çok katma değersiz faaliyet bulunmakta ve israflar oluşmaktadır.
- Ürün çeşitliliğinin fazla olduğu için ani talep değişikliklerine hızlı şekilde cevap verebilecek esnek bir sistem ihtiyacı doğmuştur.

Projemiz ile insan emeğine dayalı klasik üretim metodundan otomasyon esaslı teknoloji yoğun üretime geçilmesi ve panel parçaların boyanması sürecinde klasik yöntemle göre daha etkin ve verimli üretimin yapılması amaçlanmaktadır.

1.2.Tez Çalışmasının Yenilikçi Yönü :

Mobilya üretiminin en temel işlemlerinden birisi panel parçalarının yüzey boyama işlemidir. Boyama işleminde ise çok yüksek oranda el emeği kullanılır ve iş gücü maliyetleri yüksektir. Proje çıktısı hem hat üzerinde otomasyon sağlayan makineler düzeyinde hem de üretim hattında süreç yeniliği sağlayacak yenilikçi bir sistemdir.

2.BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

2.1.Tez Çalışması İş Planı

Tez kapsamında oluşturduğumuz iş planında yer alan 6 ayrı iş paketine göre proje yürütülecektir.

1-Giriş bölümü olup bu bölümde; “ Panel Mobilya Komponentlerinin çevrilmesi ve istiflenmesi sistemlerine genel bakış, tezin başlatılma gerekçesi,tezin amacı ve yenilikçi yönlerinden bahsedilmiştir.

2- Literatür araştırması ve sistematik tasarım aşamaları ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

3- Geliştirilecek otomasyon sisteminin kavramsal sistem tasarımı yapılarak, tasarım unsurları belirlenecek ve tasarım çözümlerimizden en uygun olanları belirli ölçütlere göre seçilecektir.CAD/CAM programları ile sistemin ön tasarımı yapılacaktır.Otomasyonu sağlayacak kontrol programları geliştirilecektir.Sistemin imalat ve montajının her aşamasında gerekli test ve kontroller yapılacaktır.Ayrıca gerekli hesaplamalar da yapılarak optimum tasarıma bu bölümde ulaşılmıştır.

4- Gerekli hesaplamalar yapılarak optimum tasarıma bu bölümde ulaşılmıştır.

5-Sonuç bölümü olup bu bölümde tezin amacına ulaşp ulaşmadığı değerlendirilmiştir.

6- Kaynakça bölümüdür.

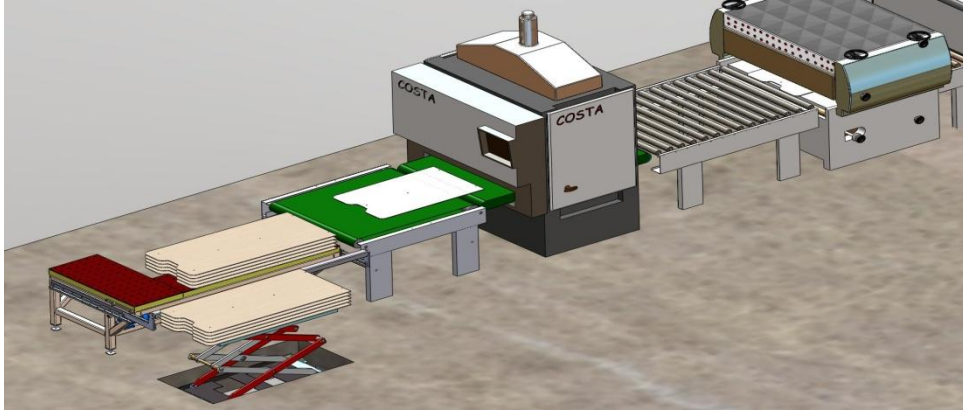
2.2. Mevcut Sürecin İncelenmesi

Mevcut sürecin incelenmesi problemlerin tespit edilmesi ve şartnamenin belirlenmesi bakımından son derece önem taşır. Sistematik tasarımın ilk adımıdır.

Panel mobilya komponentlerinin boyanması işleminde, ürün üst yüzeyi boya hattından geçirildikten sonra istiflenmesi yapılmaktadır. İstif işleminden sonra ürün tek tek elde çevrilerek ve hattın başlangıç noktasına transfer edilerek tekrar boya hattından geçirilmektedir. Bu proses işlemleri sırasında ürünün çift yüz boyalı olacağı düşünülürse ürünün çevrilmesi ve komponentlerin düzgün paketlenmesi işlemi çok büyük miktarda işçilik ve boyama hatlarında kapasite kayıplarına neden olmaktadır.

2.2.1. Merkez Çelik A.Ş.Boya Hattındaki İş Akış Prosesinin İncelenmesi

Ürünü oluşturan ve görsel olarak müşterinin kullanım esnasında görebileceği döşemeli mobilyayı oluşturan panel komponentlerin boyanma işlemi gerçekleştirilmektedir. Günlük boya hatlarının kapasitesi 10.000-12.000 m² parça yüzeyi boyanabilmektedir. Panel komponentler kesim ve ebatlama işlemi yapıldıktan sonra boyanmak üzere boya hattının giriş kısmına palet halinde getirilmektedir. Giriş kısmında ilk olarak yüzey kalibrasyon işlemi yapılmaktadır. Kalibrasyon işleminde 80 ile 100 kum arasında zımpara kullanılmalıdır. Zımpara makinesinin bant hızı 20-25 m/dk hızında çalışmaktadır. Zımpara işleminde kaliteli bir yüzey elde edilmek isteniyorsa bant hızı ve aşındırıcı maddenin çok iyi dengelenmesi gerekmektedir.



Şekil 2.1: Kaba Zımpara işlemi

Zımpara işleminden sonra komponentler ara konveyör vasıtasıyla macunlama işlemine girmektedir. Macunlama işleminde su bazlı akrilik macun kullanılmaktadır. Aşağıda resimde görüldüğü gibi macunlama işlemi panel mdf, duralit ve sunta malzemelerin yüzey pürüzlüğünü ortadan kaldırmak için yapılan bir prosestir (Şekil 2.1). Macunlama yapılırken yine zımpara işlemi gibi uygun ürüne göre uygun macun seçimi yapılmalıdır. Boya hatlarında macunlama işlemi prosesin önemli ve maliyetli kısmını oluşturmaktadır. Zımparadan yüzey ne kadar düzgün gelir ise o kadar az macun kullanılacaktır. Böylelikle macun işleminde proses süresi kısalmış olacaktır.

Macundan sonra kurutma kabiniinde yüzeyin sertleştirilmesi gerekmektedir. Kabin sıcaklığı 80-100 0C arasında olup homojen kurutma sağlamaktadır. Kurutma kabinlerinde bant hızı 20m/dk dır. Kurutulan yüzeyde oluşan noktasal pütürleri ve macun çizgilerini yok etmek için

finish zımpara ünitesine ürünler gelmektedir. Zımpara yüzeyindeki tane sayısı 280 kum olup ince zımparalama yapılmaktadır. Finish zımpara işleminde amaç yüzey bozukluğunu ortadan kaldırarak komponentlerin astar ve boya tutmasını kuvvetlendirmektir.



Şekil 2.2: Macun kurutma kabini

Finish işlemi yapılan komponentler roller konveyörler ile astar ünitesine alınmaktadır. Yüksek doldurma ve örtme gücüne sahip, PU sonkat uyumlu, tek bileşenli su bazlı astar boya kullanılmaktadır. Her türlü ahşap yüzeye mükemmel yapışma sağlama özelliğine sahiptir. Yapısındaki taneciklerin küçük olması nedeni ile gözeneklere derinlemesine girerek yüzeyi korur. Üste uygulanacak son katın yüzeye iyi yapışmasını, az tüketilmesini sağlar ve kullanım ömrünü uzatır. Üstün yayılma ve zımparalanma özelliği ile üzerine uygulanacak son kat boyaların düzgün yüzey vermesini sağlar. İç kullanım amaçlı mobilyaların her türlü MDF, masif ve kaplama ahşap yüzeylerinin astarlanmasında kullanılır. Sunta ürünler mdf ürünlere göre 1,2 kat daha fazla astar boya emmektedir. Astar işleminden sonra kurutulma işlemi yapılmakta olup kabinin sıcaklığı 90 ile 110 °C arasında tutulması gerekmektedir.

Yüzeyine beyaz renkli astar atılmış komponentler hizalayıcı konveyör ile desen boya ünitesine taşınır. Hizalama konveyörün roller taşıma silindirleri açılı ve birbirine paralel konumlandırılmıştır. Hizalayıcı konveyörün roller yüzeyi poliüretan esaslı malzeme ile kaplıdır. Roller silindirlerin yüzeyindeki poliüretan kılıf malzemelerin taşınırken çizilmesini önlemektedir. Desen ünitesin çalışma prensibi yine macun işlemi ile aynı olup baskı silindiri yerine desen silindiri kullanılmaktadır. Su bazlı renkli boyalar ile panel komponentlere desen ve renk verilmektedir.



Şekil 2.3: Desen boya kaplama ünitesi

Yukarıdaki resimde görüldüğü gibi desen silindirinden sonra malzeme yüzeyindeki boyanın hızlı bir şekilde kuruması gerekmektedir. Hızlı kurutma için infrared kabini kullanılmaktadır. İçerisinde üç adet infrared tüp ve bir adet ısı yayıcı fan bulunmaktadır. Isı, bir ışık kaynağından çıkan fotonlar sayesinde taşınır ve herhangi bir maddeyle temas etmesi sonucu ısı iletimi gerçekleşmiş olur. Isıyı verimli ve homojen şekilde kullanmak için en uygun yöntemler biridir. Boyanmış ve homojen şekilde partiküllerin kuruması sağlandıktan sonra yüzeyin parlak ve yıpranmadan kalması için verniklenmesi gerekmektedir. Ultraviyole vernik kullanılmaktadır.



Şekil 2.4: Ultraviyole Lamba ile Kurutma Sistemi

Ürün uygulanan yüzeyler 3x120 W gücündeki UV lambalarından geçirilerek anında kurutulur. Verniklenmiş ve yüzeyi hızlı kurutulmuş panel komponentler boya işlemini tamamlamış olup hat sonunda elemanlar vasıtasıyla çıkış konveyöründen birerli alınarak paletlere dizilmektedir.

Ürün toplama işlemini her vardiyada iki elemanın yaptığı düşünülürse günde dört eleman sadece ürün istifleme işlemi yapmaktadır. Tasarımını yapacağımız ürün istifleme sistemi ile otomatik olarak ürünlerin istiflenmesi ve paletlere aktarılması sağlanacaktır. Çift yüz boya işlemi yapılırken panel komponentlerin boya hattına elde çevrilerek gönderilmesi işçilikten kayıp sağlamaktadır. Ürünlerin sistemi de otomasyon sistemi ile yapacak olursak bir eleman yerine otomatik çevirme sistemi kullanılmalıdır. Avrupa'daki panel komponent üreticilerinin çalışma sistemine bakıldığı zaman boya hatlarının çalışma sistemi benzerlik teşkil ederken malzemelerin boya hattına yüklenmesi, çıkışta istiflenmesi ve komponentlerin çift yüz boya yapılırken çevrilmesi işlemi otomasyon sistemi ile yapılmaktadır.

Çalışma tezimde yukarıda anlatmış olduğum panel komponent boya hattındaki işçilik kayıplarının ve hattın hızının artırılması ülkemiz ve mobilya üreticileri için kazanç sağlayacak bir çalışma olacaktır. Her geçen gün elektrik fiyatlarının ve işçilik maliyetlerin artış gösterdiği ülkemizde ne kadar az enerji ile daha fazla iş elde etmek için üretimi beden gücünden otomasyon sistemine taşıyabildiğimiz kısmını taşımak ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

3.BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEMLER

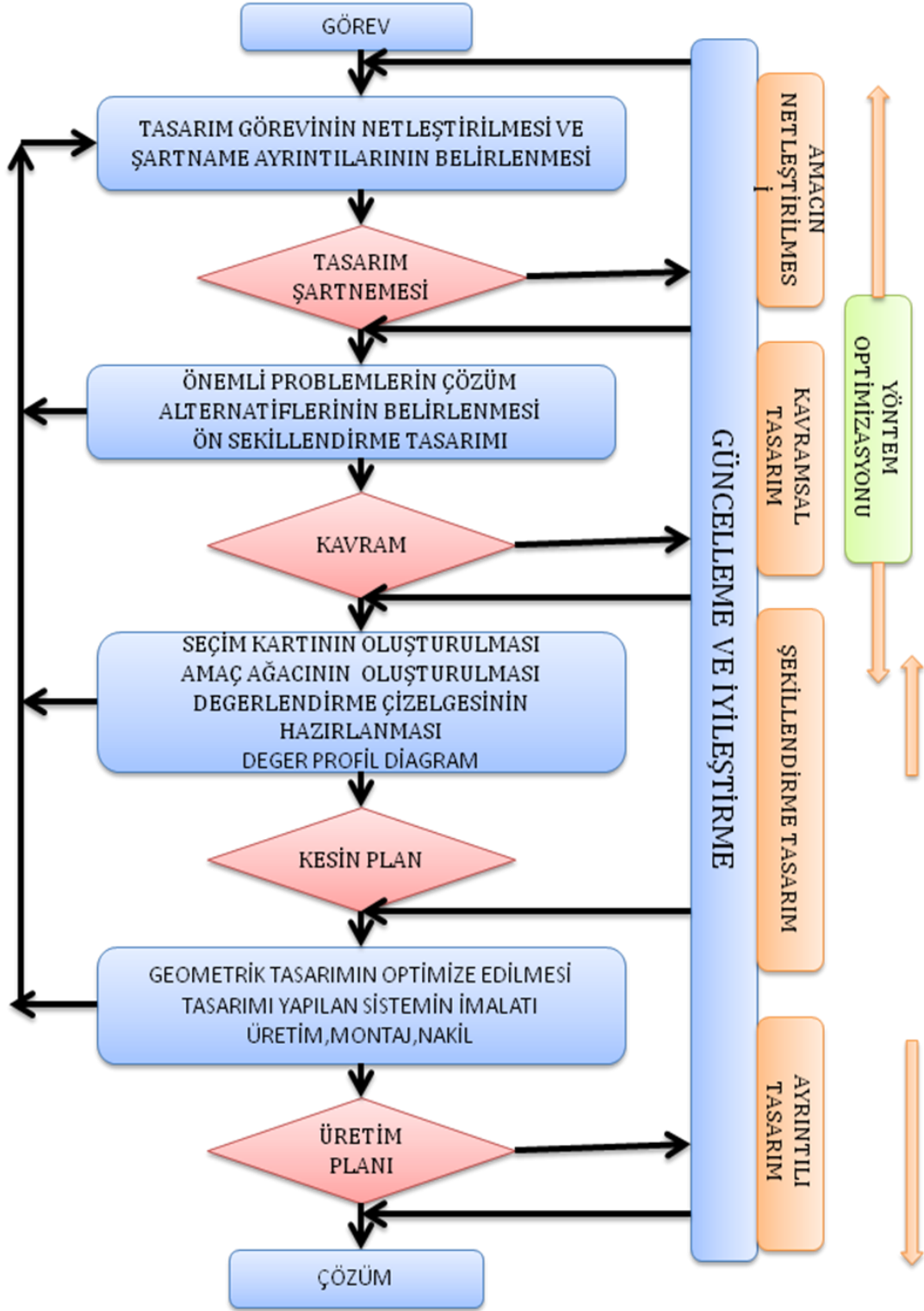
3.1.Kavramsal Tasarım İşlem Modeli

Bu çalışmada, ‘Sistemik tasarım’ temel alınarak bir kavramsal tasarım işlem modeli geliştirilmiştir. Bu işlem modeli, tasarım şartnamesinden başlayarak alt fonksiyonları karşılayan en uygun çözüm prensiplerini bulmaya kadar geçen süreci kapsar. Bu işlem modeli, bilgisayar destekli ve web tabanlı bir kavramsal tasarım sistemine altyapı olacak şekilde geliştirilmiştir. [1,6] .Kavramsal tasarım işleminin, bilgisayar desteğiyle gerçekleştirilmesi şu önemli avantajları sağlar:

- Tasarım süreci esnasında insan kaynaklı hataları azaltmak,
- Tasarım işlemi ve veri arşivlemeyi hızlandırmak,
- Karar ve optimizasyon amaçlı işlemlerde yapay zeka desteğini kolaylaştırmak.

3.2 .Sistemin Kavramsal Tasarım Aşamaları

Tasarlanan sistemin müşteri isteğini karşılaması için gereken özelliklerin tespit edilmesi tasarım şartnamesinin belirlenmesidir [5] .Bu özelliklere örnek; sistemin emniyet seviyesi, maliyeti, malzemesi, üretim ve kalite kontrolü ve geometrisi, kinematiği, kullandığı enerjisi, montajı ve nakil edilebilmesi, çalışması ve bakımı v.s



Şekil 3.1: Kavramsal Tasarım Aşamaları [1].

3.3.Tasarım Şartnamesi

İstifleyici sistemin geometrisi ile ilgili veriler;

- Taşıma kapasitesi :200 kg
- Bant genişliği: 900mm
- Bant boyu:2000 mm
- Yükseklik max:800mm
- Tahrik tamburu çapı:Ø76 mm
- Pnömatik kapak genişliği:800 mm
- Pnömatik kapak kurs boyu:200 mm

Pnömatik kapak konumlayıcı sensörler için;

- max: 5cm uzunluğunda
- algılama mesafesi max: 2m
- yansıtıcı reflektör çapı max: 5cm

Çevirici sistemin geometrisi ile ilgili veriler;

- Alt tabla taşıma kapasitesi: 100kg
- Ürün taşıma kapasitesi max: 200kg
- Bant genişliği:900 mm
- Bant boyu:2000 mm
- Bant yüksekliği max:1000 mm
- Tambur çapı: 76 mm
- Döner platform çapı:1400 mm
- Tahrik tekerlek çapı:250 mm
- Teker taşıma kapasitesi:250 kg

Sistemin enerji tüketimi ile ilgili veriler;

- Sistemin güç tüketimi max: 3kw/h.
- Kumanda sistemi tekerlekli pano üzerinde yer almalıdır.
- Pnömatik ve kablo tesisatı için güvenlik önlemi alınmalıdır.

Sistem parçalarının montaj ve nakili;

- Boyut ve ağırlığı optimum tutulmalı ayrıca montaja uygun tasarım yapılmalıdır.

Çalışma ve bakım süreci;

- Sistem mümkün olduğunca basit tutulmalı ve az parçadan oluşmalı
- Sistemin tahrik, döndürme ve hareket mekanizmalarının bakım işlemi kolay yapılabilmelidir.

Emniyet ve güvenlik ;

- Sistem kullanıcı ve çevreye zarar vermeden çalışabilmeli
- Lineer hareket hassas yataklama elemanlarıyla gerçekleştirilmeli dönme hareketi ise tutuculuğu fazla tekerler sayesinde sağlanmalıdır.
- Çeviricinin tekerlek yapısı dengeyi sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Maliyet ve kalite kontrol;

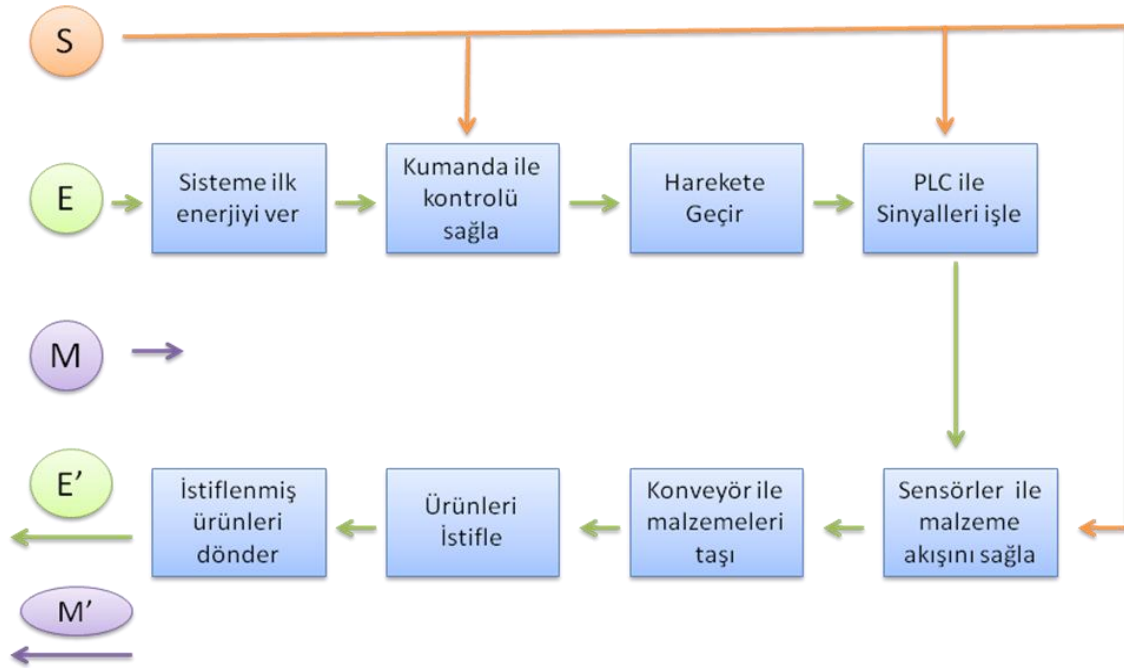
- Minimum maliyet ile üretilmelidir
- Sisteme girecek ürün boyutları kayıt hafızasında tutulmalıdır.
- Parçalar kolay temin edilebilmeli ve gerektiğinde kendi atölye imkanlarında üretilmelidir.

3.4. Önemli Problemlerin Ve Çözüm Alternatiflerinin Belirlenmesi

İstifleme ve çevirme sistemi kumanda vasıtasıyla harekete geçirilir. Motor sistemin tahrik mekanizmasını çalıştırır. İstifleme sisteminin sahip olduğu sensörler, durdurma kapağının açılıp kapanmasını sağlar. Çevirme sistemindeki sensörler ürün kalınlığına göre ölçüm yaparak malzemeyi sıkıştırmaktadır. Çevirici platform ise kavrama mekanizmasıyla parçaları bünyesinde sıkıştırıp 180°C çevirebilmektedir. Üzerinde bulunan el kumanda sistemi gerektiğinde devreye sokularak sistemin manuel kontrolü sağlanır.

önemli alt fonksiyonlar ise;

- 1- Kumanda ile kontrolü sağla
- 2- Motor vasıtasıyla sistemi harekete geçir
- 3- PLC ünitesi ile sinyalleri işle ve kayıtları komutları uygulayıcı
- 4- Sensörleri gerektiğinde sistemi malzeme akışını sağlamak için kullan
- 5- Bantlı konveyör vasıtasıyla malzemeleri taşı
- 6- Pnömatik kapak ile ürünleri istifle
- 7- Çevirici mekanizma vasıtasıyla ürünleri ters yönde döndür



Şekil 3.2: Fonksiyon yapıları geliştirme

Fonksiyon yapıları geliştirildikten sonra kavramsal tasarımın bir sonraki aşaması olan alternatif tasarım geliştirme adımına geçilmiştir. Oluşturulan alt fonksiyonları ile çözüm varyantları oluşturulmuştur. Tablo 3.1’de görüldüğü gibi alternatif fonksiyon yapıları farklı renklerde oklarla birleştirilerek altı alternatif ürün oluşturulmuştur.

Tablo 3.1: Tasarım alternatifleri oluşturma[1]

Çözüm Yolu Alt Fonksiyonlar	1	2	3	4
Kontrolü Sağla	1 Elle Kontrol	Bilgisayar ile Kontrol	Operatör Paneli ile Kontrol	
Güç Elde Et	2 Elektrik Motoru	Batarya		
Sistemi Harekete Geçir	3 Konveyör Sistemi	Kramayer Dışlı Sistemi	Pnömatik Sistem	Tekerlekli
Sinyalleri İşle	4 PLC	Akıllı röle		
Malzeme Taşı	5 PVC Taşıma Bantı	Bantlı Çevirme Sistemi	Lineer Modüllü Taşıma	
İstifleme Yap	6 Menteşeli Kapak Sistemi	Pnömatik Kapak Sistemi		
Ürünleri Çevir	7 Bantlı Çevirici	Kanallı Çevirme Mekanizması	Tırnaklı Panel Çevirme	
Dayanıklı malzeme kullan	8 Paslanmaz Çelik	Demir	Plastik	

3.4.1 .Ön Şekillendirme Tasarımı

Tasarım Seçenekleri aşağıdaki gibidir;

- Seçenek 1: 1.1, 2.2, 3.4, 4.2, 5.3, 6.1, 7.2, 8.2
- Seçenek 2: 1.2, 2.1, 3.1, 4.1, 5.1, 6.1, 7.3, 8.1
- Seçenek 3: 1.3, 2.1, 3.3, 4.2, 5.3, 6.2, 7.1, 8.2
- Seçenek 4: 1.3, 2.1, 3.1, 4.1, 5.1, 6.2, 7.1, 8.1
- Seçenek 5: 1.2, 2.1, 3.3, 4.1, 5.3, 6.2, 7.2, 8.1
- Seçenek 6: 1.3, 2.1, 3.1, 4.1, 5.1, 6.2, 7.3, 8.2
-

3.4.2. Seçim Kartı

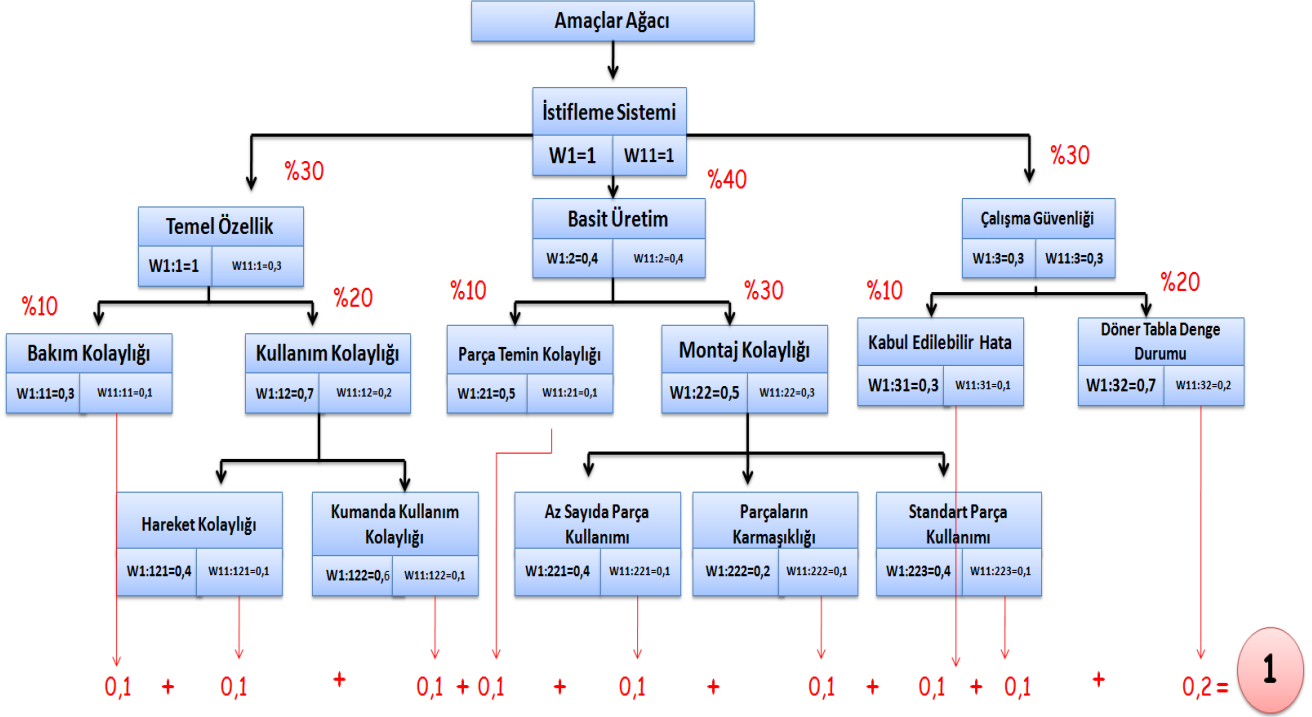
Tablo 3.2 :Seçim kartı oluşturma[7]

İSTİFLEME VE ÇEVİRME SİSTEMİ				SEÇİM KARTI				KARAR		
Çözüm Varyantlarını Gir	Seçim Kartı Çözüm Varyantlarını Değerlendirilir								Çözüm Varyantlarını İşaretle(ÇV) (E) Evet (H) Hayır (?) Yetersiz Bilgi (!) Tanımı kontrol et	
	(E) Evet									
	(H) Hayır									
	(?) Yetersiz Bilgi									
	(!) Tanımı kontrol et									
	Tüm İşlevle Uyumlu									Karar
	Şartname İsteklerini Karşılıyor									
Prensipte Gerçekleştirilebilirlik										
Müsaade Edilebilir Maliyet										
Emniyet Şartlarını Doğrudan Karşılaştır										
Tasarımcı Şirketlerince Tercih Edilir										
Yeterli Bilgi										
Ç.V	A	B	C	D	E	F	Ğ	İşareteler (Sebepler)		
Ç1	1	H	E	E	?	E	E	?	Evet	
Ç2	2	H	H	E	E	?	H	?	Hayır	
Ç3	3	E	E	E	E	E	E	?	Evet	
Ç4	4	H	H	E	E	H	H	H	Hayır	
Ç5	5	H	E	E	E	E	E	?	Evet	
Ç6	6	H	H	E	H	E	H	H	Hayır	

Oluşturulan çözüm varyantlarının değerlendirilmesi için tablo 3.2. de gösterildiği gibi seçim kartı oluşturularak alternatif fonksiyonların olumlu ve olumsuz yönleri tespit edilerek olumsuz yapılar elimine edilmiştir. Eliminasyon işleminde altı adet fonksiyon yapısından üç adete indirgenmiştir [7].

3.4.3. Amaç Ağacının Oluşturulması

Tablo 3.3:Amaç ağacı[7]



En uygun çözüm bulmada, karar mekanizması içinde yer alan ölçütlere değer verme işlemi için 'Pahl ve Beitz'in amaçlar ağacı esas alınmıştır [7].Optimum tasarımı elde edebilmek için tasarım amaçları; tasarlanacak ürünün çalışma güvenliği, üretim yapısı ve temel özelliklerine göre tablo3.3 oluşturulur. Amaçlar ağacı tablosunda tasarım kriterlerimize oransal değerler verilerek optimum tasarım için gerekli olan en mühim kriterler belirlenir.

Optimum tasarım için gerekli kriterler ;

1-Ürünün temel özelliği: Tasarımın %30'luk kısmını teşkil etmekte olup bakım ve kullanım kolaylığı yönünden alt yapılara ayrılmıştır.

2- Basit üretim: tasarımın %40'lık kısmını teşkil etmektedir. Parça temin kolaylığı ve basit montaj olarak alt yapılara tablo2.3'de ayrılmıştır.

3- Çalışma güvenliği: tasarımın %30'luk kısmını teşkil etmektedir.

3.4.4. Değerlendirme Çizelgesi

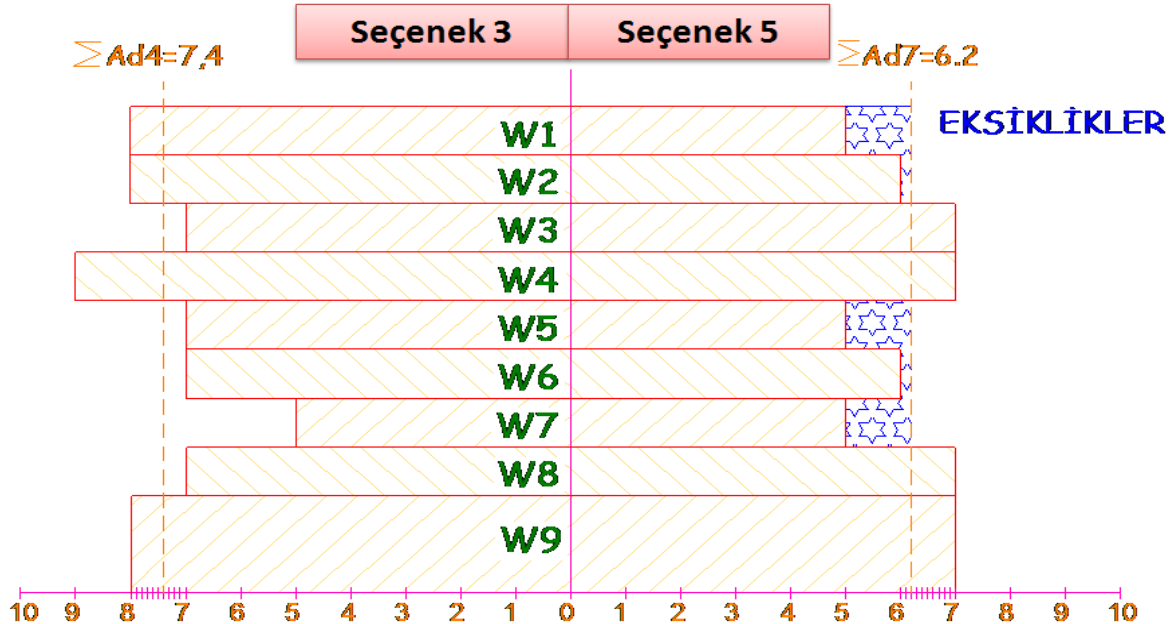
Tablo 3.4: Değerlendirme Çizelgesi [7]

DEĞERLENDİRME ÇİZELGESİ			SEÇENEK1			SEÇENEK3			SEÇENEK5			
		W	DEĞİŞKENLER	ORAN	DEĞER	AĞIRLIK DEĞERİ	ORAN	DEĞER	AĞIRLIK DEĞERİ	ORAN	DEĞER	AĞIRLIK DEĞERİ
1	Bakım kolaylığı	0,1	sistem x karmaşıklığı	ORTA	5	0,5	AZ	8	0,8	ORTA	5	0,5
2	Hareket kolaylığı	0,1	sarf edilen güç	ORTA	5	0,5	AZ	8	0,8	AZ	6	0,6
3	Kumanda kullanım kolaylığı	0,1	karmaşık	FAZLA	6	0,6	AZ	7	0,7	AZ	7	0,7
4	Parça temin kolaylığı	0,1	üretim kolaylığı	AZ	3	0,3	FAZLA	9	0,9	FAZLA	7	0,7
5	Az sayıda parça kullanımı	0,1	parça sarfiyatı	FAZLA	4	0,4	AZ	7	0,7	ORTA	5	0,5
6	Parçaların karmaşıklığı	0,1	basit montaj	AZ	4	0,4	FAZLA	7	0,7	FAZLA	6	0,6
7	Standart parça kullanımı	0,1	basit montaj	ORTA	5	0,5	ORTA	5	0,5	ORTA	5	0,5
8	Kabul edilebilir hata	0,1	sistem hassasiyeti	FAZLA	7	0,7	FAZLA	7	0,7	FAZLA	7	0,7
9	Döner Tabla Denge Durumu	0,2	denge emniyeti	FAZLA	6	1,2	FAZLA	8	1,6	FAZLA	7	1,4
ΣWt=1				Σd2=45 ΣAd2=5.1			Σd2=45 ΣAd2=5.1			Σd7=55 ΣAd=6.2		

Yukarıda tabloda gösterilen değişkenlerin ağırlıklarına göre alternatif tasarımlar incelenmiştir. Değerler toplamı ve ağırlıklı değerler toplamaları alınarak en düşük puan toplayan seçenek elimine edilmiştir. Kalan iki seçenek değer profil diyagramı çizilerek optimum tasarıma ulaşılabacaktır.

3.4.5. Değer Profil Diyagramı

Tablo 3.5: Değer Profil Diyagramı



Değer profil diyagramında da görüldüğü gibi 3 numaralı seçenek 5 numaralı seçeneğe göre daha fazla üstünlüğe sahiptir. Bundan dolayı, 3 numaralı seçenek uygun görülerek tasarımına karar verilmiştir. [1,7]

Bu kavramsal tasarım işlem modeli şu aşamalarda incelenmiş ve geliştirilmiştir.

- tasarım şartnamesinin belirlenmesi
- fonksiyon yapılarının (tüm ve alt fonksiyon) oluşturulması ve bunları kıyaslayan olası tüm çözümlerin (çözüm prensipleri) bulunması
- bu çözümleri ölçmede kullanılacak genel değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi
- Her bir çözüm prensibine ait ölçüt ağırlıklarının hesaplanması
- en uygun çözüm kavramlarının bulunması

4.BÖLÜM

BULGULAR

Yapılan literatür taramaları ve teknik geziler, dünya çapında otomasyon ile ilgili izlenen videolar ve diğer araştırmalarımıza gördük ki; ülkemizde benzer bir otomasyon uygulaması bulunmamakta, olup dünyada boya hatlarında sıkça kullanılan sistemlerdir. Bu nedenle proje çıktısı mobilya sektöründe süreç yeniliği sağlayacak yeni bir sistemdir.

Proje faaliyetiyle geliştirilecek olan üretim teknolojisi ile incelenmiş olunan Merkez Çelik A.Ş.firmasında panel boyama hatlarının üretim sürecinde yenilikler yapılarak emek yoğun üretim yönteminden,teknoloji yoğun üretim yöntemine geçilecektir.

Geliştirilecek teknolojinin farklılıkları ve avantajları şu şekilde sıralanabilir.

- 1) Hat boyunca işlem süreleri azalacak, bant üretim hızında %12-12.5 arasında artış olacaktır.
- 2) Hatta uygulanan temel işlemler, % 27 oranında azalacaktır.
- 3) Katma değersiz işlem oranı % 72 den % 16,25e düşecek, Katma Değerli işlem oranı da %28 den 83.75e yükselecektir.
- 4) Çalışan sayısı mevcut duruma göre %71 oranında azalacak ve işçilik maliyetlerinde aynı oranda düşüş sağlanacaktır.
- 5) Tabla hattından tasarruf edilen işgücü, baza montaj hattına aktarılacaktır.
- 6) Kalitesizliğe neden olan unsurlar ortadan kaldırılacaktır.
- 7) Mevcut durumda hatta çalışan işçilerin karşılaştıkları fazla taşıma, fazla işlem ve iş yükü, ergonomik olmayan duruşlar gibi sıkıntılar ciddi oranda azaltılacaktır. 4 adet işçi, daha çok iş yükleri az olan ve sistemin çalışmasından sorumlu operatörler şeklinde görevlendirilecektir.
- 8) Farklı partilerin üretiminde kolaylık, hazırlık sürelerinde kısaltmalar ve mevcut duruma göre esnekliğin artacak artırılması; geliştirilecek otomasyon sisteminin avantajlarından olacaktır.

5.BÖLÜM

TARTIŞMA VE SONUÇ

Üretim süreçleri birbiri ile etkileşimli çok sayıda işlem kademesinden meydana geldiğinden, herhangi bir işlem kademesinde yapılan iyileştirmeler diğer işlemleri doğrudan, üretim süreciyle etkileşimli olan diğer süreçleri de dolaylı olarak olumlu yönde etkilemektedir [1,4].

Yeni üretilen istifleme ve çevirme sistemine göre işlem süreleri güncellenmiş ve hat boyunca işlem süresi azaltılmış ve bant üretim hızında %15 artış gözlenmiştir. Günlük boya hatlarının kapasitesi 10.000-12.000 m² parça yüzey boyanmaktayken yeni sistemin kullanımı ile 12.000-14.000 m² parça yüzey boyanabilmektedir.

Ürün çeşitliliğinin fazla olduğu için ani talep değişikliklerine hızlı şekilde cevap verebilecek esnek bir sistem imalatı yapılmıştır. Farklı tip boyama işleri yapan firmalar için kullanılabilir ve böylece firmalarda enerji giderinde azalma sağlanmaktadır.

Projemiz ile insan emeğine dayalı klasik üretim metodundan otomasyon esaslı teknoloji yoğun üretime geçilmesi ve panel parçaların boyanması sürecinde klasik yöntemle göre daha etkin ve verimli üretimin yapılması gerçekleştirilmiştir.

Katma değersiz işlem oranı % 72 den % 16,25e düşecek, Katma Değerli işlem oranı da %28 den 83.75e yükselme beklenirken inceleme yapılan firmada beklenen rakamlara ulaşamamıştır.

Boya hattında çalışan sayısı mevcut duruma göre %71 oranında azalacak ve işçilik maliyetlerinde aynı oranda düşüş sağlanması beklenmiştir. Hedef değer yakalanmış olup 12 çalışandan 4 işçi kazanılmıştır.

Kalitesizliğe neden olan unsurlar incelenmiş olup ürün istifleme sırasında parçalarda oluşan çiziklerde azalma sağlanmıştır.Mevcut durumda hatta çalışan işçilerin karşılaştıkları fazla taşıma, fazla işlem ve iş yükü, ergonomik olmayan duruşlar gibi sıkıntılar ciddi oranda azaltılmış ve 4 adet işçi, iş yükleri az olan ve sistemin çalışmasından sorumlu operatörler şeklinde görevlendirilecektir.

Bu bilgilerden yola çıkarak ileride eşzamanlı mühendislik metodolojisi ile ilgili yapılacak olan yeni bir ürün geliştirme, mevcut sistemde değişiklik veya eksik giderme çalışmalarında iyileşme sağlanacağı ve başarılı olunacağı kesindir



Şekil 3.6: İmalatı yapılan sistemin resmi

Makine tasarımında sistematik tasarım teknikleri kullanılmış olup optimum sistem tasarımı seçilip gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra makinenin üretimi yapılmıştır. İstifleme sistemi Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FBY-10-2958 kodlu tez projesi ile desteklenmiştir. İmalatı yapılan istifleme sistemi Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'ne teslim edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Pahl, G. ve Beitz, W., “Engineering Design”, The Design Council, Springer-Verlag, London, 1988.
2. Montgomery, M.R., 2004. A case study comparison of DFA methods: Boothroyd&Dewhurst vs Axiomatic design, *University of Texas Department of Mechanical Engineering, Austin..*
3. Kuo, T.C., Huang, S.H. and Zhang, H.C., 2001. Design for Manufacture and Design for X: Concepts, Applications and Perspectives, *Computers & Industrial Engineering*, 41, 241-260.
4. Edwards, K.L., 2002. Towards More Strategic Product Design for Manufacture and Assembly: Priorities for Concurrent Engineering, *Material and Design*, 23,651-656
5. Boothroyd, G., 2005. Assembly Automation and Product Design, Taylor & Francis Group, Boca Raton.
6. Singh, N., 1996. Systems Approach to Computer Integrated Design and Manufacturing, pp. 103-397, John Wiley & Sons, Inc, New York.
7. Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J. ve Grote, K. H., “Engineering Design – A Systematic Approach”, Springer Verlag, 3. Baskı, London, UK , 2007.
8. Hsiao, S.W., 2002. Concurrent Design Method for Developing A New Product, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 29, 41-55.
9. Özbaş, E., 1999. Eşzamanlı mühendislik esasları ve bazı uygulama yaklaşımları, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
10. Cengiz, B.Y., Öztürk, Y.Y., 1995. Dizayn kalitesinin oluşturulmasında eşzamanlı mühendislik yaklaşımı, IV. *Ulusal Kalite Kongresi*, İstanbul, 08-09 Kasım, s. 85-91.
11. Demir, U., 2004. Eşzamanlı mühendislikte montaja uygun tasarım ve üniversal asansör kabin kapılarına uygulanması, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
12. Redford, A. and Chal, J., 1994. Design for Assembly Principles and Practice, McGraw_Hill Book Company, London.
13. Ira Campbell, M., “The a design invention machine: A means of automating and investigation conceptual design”, PhD Thesis, Carneige Mellon University, USA, 2000.
14. <http://www.yr.com.tr/index.php?c=download&action=program>
15. Baykara, U., 1995. Kalite güvencesinde güvenilirlik tasarımı, IV. *Ulusal Kalite Kongresi*, İstanbul, 08-09 Kasım, s. 375-396.
16. www.hiwin.com/pdf/la/linear_actuators.pdf.
17. www.festo-didactic.com/int-en/learning-systems/.../catalogue.
18. Stone, B.R., McAdams, D.A. and Kayyalethekkal V.J., 2004. A Product Architecture-Based Conceptual DFA Technique, *Design Studies*, 25, 301-325.

19. Birgestam, M., Controlling a Robot Hand in Simulation and Reality, Linköping University Institute of Technology, LIU-IEI-TEK-A-08/00336-SE, 2000.
20. Beer, F.P., Johnston, E.R, Dynamics, University of Lehigh.
21. <http://www.makinahaber.com/egitim/304l-304-kalite-paslanmaz-celikler-ozellikleri-astm-304-aisi-304-l.html>.