

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**LASTİK KONTROL ALANI OTOMASYONU**

**MEHMET TURAN**

**KOCAELİ 2018**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**LASTİK KONTROL ALANI OTOMASYONU**

**MEHMET TURAN**

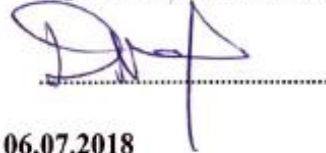
**Prof. Dr. Ahmet ERDİL**  
Danışman, Kocaeli Üniv.

**Dr. Öğr. Üyesi Selçuk KIZIR**  
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.

**Prof. Dr. Durmuş KARAYEL**  
Jüri Üyesi, Sakarya Üniv.







**Tezin Savunulduğu Tarih: 06.07.2018**

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Gelişmiş otomasyon sistemleri günümüzde teknolojik ilerlemelere paralel olarak endüstrinin bir çok alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tez çalışması barkod tabanlı robotize bir otomasyon sisteminin lastik üretim tesisinde uygulamasını konu almaktadır. Bu çalışma İzmit'te kurulu "Türk Pirelli Lastikleri Fabrikası" Lastik Kontrol Alanında bizzat benim yönetimimde gerçek zamanlı olarak uygulanmıştır. Teze konu olan tasarım, Pirelli'nin dünya çapındaki tüm kamyon lastik fabrikaları Son Kontrol Kısmı için tasarlanan ve uygulanan ilk barkod tabanlı robotize tam otomasyon çalışması özelliğine sahiptir ve diğer fabrikalara örnek olarak gösterilmiştir.

Planlama aşamasından uygulama aşamasına kadar iki yıl süren yoğun bir çalışmanın ürünü olan bu tez çalışması ile Lastik Kontrol Alanında lastiklerin üzerindeki barkod etiketleri konveyör bantlar üzerinde taşınırken barkod okuyucular ile otomatik olarak okunmuş, lastikler ölçülerine/türlerine göre robotize sistemler yardımıyla insan gücü olmaksızın tasniflenmiş, stoklanmış, kontrol makinalarına yönlendirilmiş, kontrol edilen lastikler konveyör bantlar ile lojistik ambarına barkodları okunarak ve sisteme kaydedilerek teslim edilmiştir.

Tez çalışması sonunda Lastik Kontrol Alanında kadrolu olarak çalışan işçi sayısı 18 kişi azaltılmıştır. Sözleşmeli işçiler ile birlikte toplam sayı 30 kişiyi bulmuştur. Dolayısıyla yapılan yatırımın geri dönüş zamanı yaklaşık 16 ay kadar bir sürede gerçekleşmiştir. Bunun yanında kontrol makinalarının üretkenliği ve verimi %30 arttırılmış, lastiklerin ağırlık ve kalite kontrol ölçüm değerleri barkodları ile eşleştirilmiş ve veri tabanında kayıt altına alınmıştır. Dolayısıyla lastiklerin geçmişe yönelik tüm verilerine istenildiğinde ulaşılabilmesi için gerekli altyapı tesis edilmiştir.

Projenin gerçekleştirilmesinde birlikte çalıştığım Pirelli Teknik Büro, Endüstri Mühendisliği, Satınalma ve Bilgi İşlem bölümü çalışanlarına, önerilerimi dikkate alarak projenin Pirelli merkez bazında gündeme alınmasına ve gerekli bütçenin onaylanmasına liderlik eden endüstri direktörümüz sayın A.Adil KARAHÖYÜKLÜ'ye, tez çalışmasının her aşamasında destek ve tavsiyelerini esirgemeyen sayın danışmanım Prof.Dr. Ahmet ERDİL'e ve sayın hocam Prof.Dr. H.Metin Ertunç'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran – 2018

Mehmet TURAN

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
GİRİŞ .....	1
1. OTOMASYON, OTOMATİK KONTROL VE PLC .....	3
1.1. Otomasyonun Tanımı.....	3
1.2. İşletmeler için Otomasyonun Önemi .....	4
1.3. Otomatik Kontrol .....	5
1.3.1. Otomatik kontrol ün tarih çesi.....	5
1.3.2. Otomatik kontrol teorisi .....	6
1.3.2.1. Matematiksel modelleme .....	6
1.3.2.2. Matematiksel analiz ve tasarım.....	6
1.3.2.3. Sistemin tasarımı ve kurulması.....	6
1.3.2.4. Kural tabanlı kontrol sistemleri .....	7
1.3.3. Kontrol sistemlerinin türleri.....	9
1.3.3.1. Açık çevrim kontrol sistemleri.....	9
1.3.3.2. Kapalı çevrim kontrol sistemleri.....	9
1.4. PLC (Programlanabilir Mantıksal Denetleyici) .....	12
1.4.1. PLC'lerin çalışma prensibi.....	12
1.4.2. PLC'lerin tarihsel gelişimi .....	15
1.4.3. PLC'lerin avantajları .....	16
1.4.4. PLC Programlama dilleri .....	17
1.4.5. PLC Programlamada mantık fonksiyonları.....	18
1.4.5.1. Ve (And) kapısı.....	19
1.4.5.2. Veya (Or) kapısı.....	19
1.4.5.3. Ve Değil (Nand) kapısı .....	20
1.4.5.4. Veya Değil (Nor) kapısı.....	20
1.4.5.5. Xor kapısı.....	21
1.4.6. PLC ile kilitleme devresi.....	21
1.4.7. PLC'de zamanlayıcı (Timer) kullanımı .....	22
1.4.8. PLC'de dahili röle kullanımı.....	22
2. TEZ ÇALIŞMASI ÖNCESİ GÜNCEL DURUM VE HEDEFLER.....	24
2.1. Türk Pirelli Fabrikası Genel Bilgileri .....	24
2.2. Tez Çalışması Öncesi Mevcut Durum .....	25
2.2.1. Piyasa koşulları ve çalışma sonrası belirlenen hedefler .....	25
2.2.2. Mevcut yerleşim ve proses akışı .....	27
2.2.3. Hedeflenen yerleşim ve proses akışı .....	34
3. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	39
3.1. Planlama Aşaması.....	39
3.2. Barkod Tabanlı Otomasyon Sistemi .....	40

3.2.1.	Barkodların tanımı .....	40
3.2.2.	Barkodların tarihçesi .....	42
3.2.3.	Lastiklere barkod etiketi uygulamasına geçiş süreci.....	42
3.2.4.	X ışını makinası barkod uygulaması ve tartım otomasyonu .....	45
3.2.5.	Son kontrol alanı girişi barkod otomasyonu .....	49
3.2.6.	Kontrol makinaları stok alanı girişi barkod otomasyonu .....	53
3.2.7.	Kontrol makinaları stok alanı çıkışı barkod otomasyonu .....	56
3.2.8.	Kontrol makinaları otomatik reçete değişim otomasyonu .....	60
3.2.9.	Esnek mod (Flex mode) çalışma otomasyonu .....	63
3.2.10.	Kalite kontrol makinaları çıkışı barkod otomasyonu .....	66
3.2.11.	Devir-teslim alanı öncesi barkod okuyucu otomasyonu .....	68
3.2.11.	Devir-teslim alanı barkod okuyucu otomasyonu .....	69
3.3.	Otomasyonda Kullanılan Modüler Konveyör Sistemleri .....	70
3.3.1.	Enine üst tekerli (Transverse roller top) mod üler konveyör .....	72
3.3.2.	Düz üstten sürtülmeli (Flat friction top) mod üler konveyör .....	74
3.3.3.	Örgülü tip (Flush grid nub top) mod üler konveyör.....	75
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	77
	KAYNAKLAR .....	81
	EKLER.....	82
	KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER .....	100
	ÖZGEÇMİŞ .....	101

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Açık çevrimli bir kontrol sisteminin blok diyagramı .....	9
Şekil 1.2. Kapalı çevrimli bir kontrol sisteminin blok diyagramı .....	10
Şekil 1.3. Potansiyometre çeşitleri .....	10
Şekil 1.4. Enkoder çeşitleri.....	11
Şekil 1.5. Sensör çeşitleri .....	12
Şekil 1.6. Kamera çeşitleri .....	12
Şekil 1.7. PLC'lerin giriş ve çıkış elemanları .....	13
Şekil 1.8. PLC'lerde en çok kullanılan modüller .....	14
Şekil 1.9. Örnek sayısal giriş-çıkış bağlantısı .....	14
Şekil 1.10. PLC Programlama dili örnekleri .....	18
Şekil 1.11. VE (AND) kapısı.....	19
Şekil 1.12. VEYA (OR) kapısı.....	19
Şekil 1.13. VE DEĞİL (NAND) kapısı.....	20
Şekil 1.14. VEYA DEĞİL (NOR) kapısı .....	20
Şekil 1.15. XOR kapısı.....	21
Şekil 1.16. Kilitleme devresi ve merdiven (ladder) diyagramı .....	21
Şekil 1.17. PLC'de zamanlayıcı kullanımı.....	22
Şekil 1.18. Tek giriş ve dahili röleler ile lamba açma-kapama programı .....	23
Şekil 2.1. Türk Pirelli Fabrikası genel yerleşim bilgileri .....	24
Şekil 2.2. Türk Pirelli çalışan sayısı ve üretim bilgileri .....	25
Şekil 2.3. Son Kontrol Alanı ve öncesi güncel yerleşim.....	27
Şekil 2.4. Son Kontrol Alanı ve öncesi güncel yerleşim animasyonu .....	28
Şekil 2.5. Kontrol makinaları öncesi lastik tasnifleme alanı (çalışma öncesi).....	29
Şekil 2.6. Son Kontrol alanı ve öncesi güncel proses akış diyagramı.....	30
Şekil 2.7. Son Kontrol Alanı ve öncesi hedeflenen proses akış diyagramı.....	35
Şekil 2.8. Son Kontrol Alanı ve öncesi hedeflenen yerleşim .....	36
Şekil 2.9. Son Kontrol Alanı yerleşim tasarımı çalışması.....	37
Şekil 2.10. Son Kontrol Alanı ve öncesi hedeflenen yerleşim animasyonu.....	37
Şekil 2.11. Son Kontrol Alanı ACAD yerleşim tasarımı .....	38
Şekil 3.1. Çalışmanın zamanlama planı .....	39
Şekil 3.2. 1-D barkodlar .....	40
Şekil 3.3. 2-D datamatriks kodlar.....	41
Şekil 3.4. Posta kodları.....	41
Şekil 3.5. Yığın (Stacked) kodlar .....	41
Şekil 3.6. Barkod etiketleri.....	43
Şekil 3.7. Lastiğin topuk bölgesi üzerindeki barkod etiketi .....	43
Şekil 3.8. Özel şartlandırılmış Bilgi İşlem odasında bulunan sunucular (server) ....	44
Şekil 3.9. X ışını makinası barkod ve tartım otomasyonu-1 .....	46
Şekil 3.10. X ışını makinası barkod ve tartım otomasyonu-2 .....	46
Şekil 3.11. X ışını makinası barkod ve tartım otomasyonu-3 .....	47
Şekil 3.12. X ışını makinası test ve lastik tartım otomasyonu işlem adımları .....	47
Şekil 3.13. Bilgi İşlem SQL sunucu veri tabanı .....	48
Şekil 3.14. Son Kontrol Alanında kullanılan çoklu barkod okuyucular .....	49

Şekil 3.15. Barkod okuyucu montaj şekli çalışması-1 .....	50
Şekil 3.16. Barkod okuyucu montaj şekli çalışması-2 .....	50
Şekil 3.17. Son Kontrol Alanı girişi barkod okuyucular (BCR 1 ve BCR 2) .....	51
Şekil 3.18. Veri tabanında lastik ölçüsünün sorgulanması.....	52
Şekil 3.19. Stok alanı öncesi lastik merkezleme ve döndürme sehpası .....	53
Şekil 3.20. Kontrol makinaları öncesi stok alanı SCADA görüntüsü .....	54
Şekil 3.21. Lastik çevirici grubu ve lastiğin robota transferi .....	55
Şekil 3.22. Kontrol makinaları stok alanı lastik alma robotu taslak çalışması.....	56
Şekil 3.23. Stok alanı çıkışı robotize sistem.....	56
Şekil 3.24. Stok alanı çıkışı lastik alma robotu taslağı.....	57
Şekil 3.25. Stok alanı çıkışı robotun kanaldan lastiği üzerine alması .....	58
Şekil 3.26. Stok alanı çıkışı robotun lastiği çevirici gruba vermesi .....	59
Şekil 3.27. Kontrol makinaları öncesi lastik tasnifleme alanı kanalları.....	60
Şekil 3.28. Kontrol makinası girişi barkod okuyucu montaj tasarımı.....	61
Şekil 3.29. Kontrol makinası girişi barkod okuyucu.....	62
Şekil 3.30. Otomatik reçete değişim otomasyonu şartnamesi / Hofmann.....	63
Şekil 3.31. Esnek mod çalışma prensibi-1 .....	65
Şekil 3.32. Esnek mod çalışma prensibi-2 .....	65
Şekil 3.33. Otomasyon sisteminin genel SCADA görüntüsü.....	66
Şekil 3.34. Intralox modüler konveyör bantların montaj planı .....	67
Şekil 3.35. Kontrol makinaları sonrası BCR 4 barkod okuyucu .....	68
Şekil 3.36. Devir-teslim alanı öncesi barkod okuyucular BCR 5 .....	69
Şekil 3.37. Devir-teslim alanı barkod otomasyonu (BCR 6) .....	70
Şekil 3.38. Mod üler konveyör bantlardan bir kesit .....	72
Şekil 3.39. "T" bağlantı noktasında TRT tip modüler konveyör kullanımı .....	73
Şekil 3.40. TRT tipi mod üler konveyör .....	73
Şekil 3.41. TRT tipi mod üler konveyör animasyonu .....	74
Şekil 3.42. FFT tipi mod üler konveyör .....	75
Şekil 3.43. FGT tipi mod üler konveyör .....	76

## **KISALTMALAR DİZİNİ**

BCR : Barkod Okuyucu (Barcode Reader)  
CP : Haberleşme Modülü (Communication Processor)  
CPU : Merkezi İşlem Birimi (Central Processing Unit)  
FBD : Fonksiyon Blok Diyagramı (Function Block Diagram)  
FM : Özel Fonksiyon Modülü (Function Module)  
IM : Genişletme Modülü (Interface Module)  
LAD : Merdiven Diyagramı (Ladder Diagram)  
PLC : Programlanabilir Mantıksal Denetleyici (Programmable Logic Controller)  
SAP : Kurumsal Kaynak Planlama Yazılımı (System, Application and Product)  
SQL : Yapısal Sorgulama Dili (Structured Query Language)  
STD : Yapısallaştırılmış Komut Listesi (Structured Text Logic)



## LASTİK KONTROL ALANI OTOMASYONU

### ÖZET

Bu tez çalışması ile Türk Pirelli Lastikleri Fabrikasındaki Lastik Kontrol Alanı; lastiklerin elle taşıma, yükleme - boşaltma, paletler üzerinde stoklama, paletlerin araçlar ile taşınması hareketlerinin ortadan kaldırılması ve lastiklerin tüm kalite kontrol parametrelerinin barkodları ile eşleştirilip veri tabanında kayıt altına alınması için barkod tabanlı robotize sistemlerle donatılmıştır. Tez çalışması sonunda; alanda çalışan işçi sayısı 30 kişi azaltılmış ve potansiyel işçi hataları ortadan kaldırılarak daha güvenilir bir kalite kontrol sistemi tesis edilmiştir. Lastiklerin kalite sınıfı, kalite kontrol ölçüm sonuçları ve ağırlıkları gelecekte ihtiyaç halinde izlenebilecek şekilde lastiklerin barkodları ile eşleştirilip veri tabanında kayıt altına alınmıştır.

Bu çalışma Pirelli kamyon lastik fabrikaları arasında Son Kontrol Alanında uygulanan ilk barkod tabanlı robotize otomasyon çalışmasıdır ve diğer fabrikalar için örnek olarak gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Barkod, Barkod Okuyucu, Optimizasyon, Otomasyon, Robotize Sistemler.

## **TIRES CONTROL AREA AUTOMATION**

### **ABSTRACT**

By this thesis study, Tires Control Area in Turk Pirelli Tires has been fully automated with barcode based robotized systems in order to eliminate manual handling, palletizing the tires, eliminating the transport of pallets by forklifts, and to store all quality control measurements in data base by matching with tire's barcodes. At the end of this thesis study, total number of the workers in the area has been decreased by 30 people and more reliable quality control system has been established by eliminating potential operator mistakes. Quality class, quality control measurement results and weight of the tires have been stored in data base by matching with tire's barcodes to be able to track in the future when needed.

This study is the first one in truck finishing area among Pirelli truck tire factories and it has been presented as an example for other factories.

**Keywords:**Barcode, Barcode Reader, Optimizastion, Automation, Robotized Systems.

## **GİRİŞ**

### **Çalışmanın Amacı :**

Bu tez çalışmasının amacı; Lastik Kontrol Alanında barkod tabanlı robotize otomasyon sistemleri kullanarak iş gücüyle yürütülmekte olan prosesi en az insan gücüyle çalışır hale getirmek, işçilik maliyetlerini en düşük seviyeye indirmek, süreçler arasındaki bekleme zamanlarını ve insan kaynaklı hataları en aza indirmek ve sonuç olarak lastiklerin piyasaya yüzde yüz hatasız olarak gönderilmesini sağlamaktır.

### **Çalışmanın Önemi :**

Bu çalışma dünya çapında Pirelli kamyon lastik fabrikaları arasında ilk kez Türkiye’de tasarlanmış ve uygulanmış, diğer fabrikalar için örnek olarak gösterilmiştir. Tez çalışması kapsamında Lastik Kontrol Alanındaki tüm proses akışı barkod tabanlı robotize otomasyon sistemleri ile donatılmış, en az insan kaynağı ile prosesin yönetimi sağlanmış ve kontrol edilen lastiklerin hatasız olarak piyasaya verilmesi garanti altına alınmıştır.

Kurulan robotize otomasyon sistemleri Pirelli fabrikaları arasında ilk kez Milan/İtalya merkez yönetimi olmadan yerli bir fabrika tarafından tasarlanmış ve uygulamaya koyulmuştur. Kurulan sistemlerin tasarım ve imalatında sadece Türk firmaları kullanılmıştır. Böylece hem maliyet optimum düzeyde tutulmuş hem de tez çalışması 6 ay gibi kısa bir zamanda sonlandırılmıştır.

### **Çalışmanın Yöntemi :**

Bu çalışma endüstride uygulanan ve sonuçları görülebilen gerçek zamanlı bir uygulama olduğundan, her aşaması Erken Ekipman Yönetimi sistemi ile kontrol altında tutulmuştur. Her bir bölümden çalışanların katıldığı bir çalışma grubu oluşturulmuş ve böylece her bir bölümün çalışmaya en yüksek düzeyde katılımı sağlanmıştır. Çalışmanın uygulama kısmının kısa sürede tamamlanmasında bu

Çalışma grubunun katkısı oldukça yüksek olmuştur. Çünkü uygulamanın her aşamasında bölümlerden hızlıca geri bildirim alınmış ve gerekli aksiyonlar belirlenip uygulamaya koyulmuştur.

Planlama aşamasında tez çalışması hedefleri doğrultusunda detaylı çalışmalar yapılmış, alternatif uygulamalar ortaya konulmuş, bu uygulamalar oluşturulan çalışma ekibi ile birlikte analiz edilmiş ve en uygun çözümler sahada hızlıca gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmasının uygulama aşamasında maliyet ve zamanlama açısından yerli firmalar tercih edilmiş, böylece Türk firmalarının otomasyon projelerindeki başarısı Pirelli bazında uluslararası düzeyde sergilenmiştir. Türk firmalarının tercih edilmesi tez çalışmasının kısa zamanda bitirilmesinde büyük rol oynamıştır. Çünkü otomasyon uygulamaları öncelikle firmaların kendi tesislerinde test edilmiş, onaylanmış ve daha sonra fabrikada montaj ve devreye alınması yapılmıştır. Firmaların uygulama sonrası üretim ve kalite bölümlerinden gelen geri bildirimlere tepkileri de çok kısa sürede olabilmemiştir.

## 1. OTOMASYON, OTOMATİK KONTROL VE PLC

### 1.1. Otomasyonun Tanımı

Otomasyon kelimesi İngilizce “Automation” kelimesinden dilimize uyarlanmış olsa da Fransızca kökenli bir kelimedir. Otomasyon; makina ve sistemlere çeşitli programlama dilleri ile hazırlanmış programlar vasıtasıyla kendi başlarına hareket edebilme yeteneğinin kazandırılması olarak tanımlanabilir.

Teknolojinin hızla ilerlediği günümüzde otomasyon hayatımızın her aşamasında yerini almaya başlamıştır. Her sabah çalar saat veya akıllı telefonların alarmları ile uyanmamız da otomasyonun bir parçasıdır. Belki farkında değiliz ama günlük yaşamımızda arabamızda, iş yerlerimizde, caddelerde, alışveriş merkezlerinde, hastanelerde, okullarda yani hayatımızın her alanında otomasyonun bir çok türü ile karşılaşırız. Örnek verecek olursak; uzaktan kumandalı araba anahtarlarımız, yağmur sensörlü silecekler, çarpma sensörlü hava yastıkları, aydınlık sensörüne bağlanmış farlar, otomatik açılıp kapanan kapılar, yürüyen merdivenler, kart kontrollü kapılar gibi çoğaltabileceğimiz örnekler bizlere otomasyon ile ne kadar iç içe yaşadığımızın kanıtlarıdır.

Aslında otomasyon ile yapılacak olan iş insan ve makina arasında paylaştırılmaktadır. İnsan faktörünün fazla olduğu sistemler yarı otomasyon, makinaların yoğun ve insanların yapabileceği kabiliyette etkin olduğu sistemler ise tam otomasyon olarak adlandırılır. Yapılacak olan işin makina tarafından sadece enerji harcanarak yapılması yeterli değildir, tam otomasyondan bahsedebilmek için makinaların insanlar gibi düşünsel yönlerini de kullanmaları gerekir. Makinalara düşünsel iş yapabilme yeteneği de programlama dilleri ile yazılan programlar vasıtasıyla yapılmaktadır.

Makinalaşma ilk ortaya çıktığı zamanlarda makinalar sadece insanların kas güçlerinin yerini almıştır. Ancak sadece kas gücünün yerini alan sistemlerle insanı

soyutlamak mümkün olmamıştır. Bu nedenle makinalara insan gibi düşünebilme hatta insanın yapabileceğinden daha iyisini yapabilme özellikleri kazandırma üzerinde çalışılmıştır. Bu noktada ortaya yapay zeka terimi çıkmış ve mevcut durumu değerlendirip alternatiflere göre yeni kararlar alabilen sistemler üzerinde çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Yapay zeka çalışmaları sadece üretim sektörü değil, savaş endüstrisi ve sosyal yaşamı da etkileyecek buluş ve uygulamalarla ilgilenmektedir.

Otomasyon öncesi dönemde işin nitel ve nicel sınırları insan tarafından belirlenmekte idi. Ancak otomasyon veya teknoloji, insanın bazı yetersizliklerini gidererek üretim sınırlarını çok daha genişletmeyi sağlayacak bir düzeye gelmiştir. Bu yetersizlikler; insanın tepki süresinin uzunluğu, veri işleme kapasitesinin sınırlı olması, iş üretme hızının düşüklüğü, tekrarlı işlerde tutarlılığı sürdürmeyiip sapmalara neden olması ve konsantrasyon süresinin kısa olmasıdır. Günümüzde bu yetersizliklerin giderilmesini sağlayan pek çok çözüm uygulanmaktadır. Ancak yine de otomasyon sistemleri bazen portakal soymak gibi çok basit veya uçak kullanmak gibi çok karmaşık işlerde insanın yerini tamamen alamamaktadır.

## **1.2. İşletmeler için Otomasyonun Önemi**

Hayatımızın her alanına girmiş olan otomasyon, şüphesiz endüstride de yerini almakta gecikmemiştir. Otomasyon işletmeler dışında genelde yaşam tarzımızı kolaylaştırmak için kullanılıyorken, işletmelerde insan faktörünün prosese etkilerini mümkün olduğunca en az düzeye indirerek süreçler arasındaki bekleme zamanlarını kaldırmak, işçilik maliyetlerini azaltmak, makina ve sistem çevrim zamanlarını<sup>1</sup> mümkün olan en düşük sürelerle indirerek verimliliği artırmak amacıyla tercih edilmektedir. Otomasyonun işletmelere getirdiği kazanımlar sadece üretim maliyetlerini düşürmekle sınırlı değildir. Yapılan otomasyon insan hatalarından kaynaklanan ve kalitesiz ürünlerin piyasaya gönderilmesine sebep olabilecek olası riskleri de ortadan kaldırmaktadır.

---

<sup>1</sup> Bir prosesin bir ürünü üretme veya herhangi bir işleme tabi tutma zamanı

### 1.3. Otomatik Kontrol

#### 1.3.1. Otomatik kontrol ün tarih çesi

Buhar gücünün keşfinden sonra mekanik sistemlerin programlandığı şekilde hareket etmesini ve hataların düzeltilmesini sağlayan denetim kavramı gelişmeye başlamıştır. Elektriğin keşfinden önce, “tümüyle mekanik” denetim sistemleri kullanılmaktayken, elektriğin keşfi ile elektriksel sistemler ve bunların denetimi gelişmiş; mekanik sistemlerin denetim fonksiyonunun dahi elektriksel platformda yapılması sağlanarak çok daha karmaşık sistemlerin denetlenmesi mümkün olabilmiştir. Elektronik devrelerin kullanılması sonucunda basitleşen kontrol uygulamaları, daha fazla teorik çalışmaların yapılmasını sağlamış, matematiksel kontrol kuramı gelişmiştir.

İkinci Dünya Savaşı sırasında bilhassa pilotsuz uçakların, atış kontrol sistemlerinin ve radar anten kontrol sistemlerinin ön plana çıkması ile otomatik kontrolün önemi iyice belirginleşmiştir. Savaş öncesinde matematiksel model katsayılarının deneme yanılma ile bulunması genel uygulama iken (örneğin bir pilotsuz uçağın deneme yanılma ile geliştirilmesi çok sayıda uçak kaybına neden olacağından) matematiksel modelin teorik olarak doğru saptanmasının önemi artmış ve kontrol kuramı matematiksel olarak gelişerek temel bir bilim haline gelmiştir. İkinci Dünya Savaşı sonrasında da frekans çalışma alanı teknikleri gelişmeye devam etmiştir.

Daha sonraki yıllarda sanayileşmenin hızlanması ve buna karşılık işçi haklarının önem kazanması ile “işçiye daha fazla olanak verilirken, maliyeti en aza indirmek” yolu aranmış; fabrikalarda en az iş gücünü gerektiren robotlarla ve otomasyonla üretim ön sırayı almıştır. 1980’lerde bilgisayarların gelişmesi ve küçülmesi ile her alanda bilgisayar kullanımı, karmaşık hesaplamaların hızlıca yapılabilmesini olanaklı kılmıştır. Böylece gerektiğinde kendi hatalarını düzelteren “gürbüz denetim sistemleri” teorisi ve uygulaması geliştirilmiştir. 1990’lardan itibaren uzay gemilerinden robot denetimine, en ince detayda çalışma gerektiren hassas üretimlerde ve insan elinin giremeyeceği boyutta üretim ve işlem sahalarında en yeni teknolojiyle otomatik kontrol kavramlarının doğrudan uygulanmadığı alan kalmamıştır.

### **1.3.2. Otomatik kontrol teorisi**

Otomatik kontrol bilimi, fiziksel kontrol sistemin matematiksel olarak kurulmasını, matematik dünyasında çözümlendikten sonra fiziksel uygulamada kullanılmasını sağladığı için “fiziksel sistemin yapısı” ile “matematiksel modelleme” arasındaki bağlantı oldukça önemlidir.

#### **1.3.2.1. Matematiksel modelleme**

Matematiksel modelleme kontrol edilecek sistemin tüm davranışlarının matematiksel formüllere çevrilmesi olarak tanımlanabilir. Aynı fiziksel sistemin çok değişik matematiksel modeli kurulabilir. Her model belirli varsayımlar taşıdığı için hiçbir model fiziksel sistemin tam modeli değildir, basitleştirilmiş ve doğrusallaştırılmış modeller kullanılabilir. Hatta birbirinin tam eşdeğeri olmakla birlikte farklı gösterimdeki modeller kullanılabilir. Bir sistemin türevsel denklem modeli ile durum denklem takımı modeli, birbirinin eşdeğeri ama farklı biçimdeki modellerdir. Örneğin; bir elektrik devresinin sabit bir frekanstaki sinüzoidal uyarıya tepkisinin genlik ve açısını bulmayı önemsiyorsak fazör modelini kullanabiliriz; farklı frekanslara vereceği tepkinin genliğini önemsiyorsak süzgeç devresi modellemesini kullanmalıyız.

#### **1.3.2.2. Matematiksel analiz ve tasarım**

Matematiksel model üzerinde yapılan bilimsel çalışmalarla, hangi işlemlerle istenen davranışın elde edilebileceği araştırılır ve matematiksel olarak çözümlenir. Sonsuz denecek sayıda farklı modelin, sonsuz denecek sayıda farklı tekniklerle analizi, istenen davranışı verecek düzenlemelerin matematiksel olarak saptanması üzerinde 50 yıldır bilimsel çalışmalar yapılmakta ve tasarımlar geliştirilmektedir.

#### **1.3.2.3. Sistemin tasarımı ve kurulması**

Bu aşamada matematiksel dünyada kurgulanmış çözüm, fiziksel sistem üzerinde kurulur. Daha önce de bahsedildiği gibi, bir mekanik sistemde istenen geri besleme bağlantısı salt mekanik dünyada yapılabildiği gibi elektriksel platformda yapıp mekanik dünyaya bağlantısı da yapılabilir. Bu nedenle bu işlemde de farklı alternatifler söz konusudur. Yukarıdaki aşamaların başarı ile kullanılabilmesi için,



Otomatik Kontrol üzerinde çalışan kişilerin öncelikle çok iyi bir matematikçi ve bunun yanında çok iyi bir elektronikçi ve/veya mekanikçi olması gerekmektedir. Otomatik kontrolde ilk aşamadan son aşamaya kadar matematik ve mühendislik alanında derin bilgi gereksinimine ihtiyaç vardır.

#### **1.3.2.4. Kural tabanlı kontrol sistemleri**

Bilgisayarların ve mikroişlemcilerin küçülmesi, ucuzlaması ve hızlanması ile her sistemin kendi bilgisayarını ya da mikroişlemcisini taşıması mümkün hale gelmiştir. Otomatik kontrol biliminin karmaşıklığı, insanları daha kolay çözümlere itmiş ve sistemin ayrıntılı matematiksel özelliklerini bilmeden de sistemleri işe yarar şekilde çalıştıracak daha sade çözümlerin arayışına yöneltmiştir.

Bilgisayar ya da PLC (Programlanabilir mantık denetleyiciler, sisteme özel mikroişlemci) kullanarak ve “kural tabanı” ismi verilen komutların mikroişlemciye programlanması ile istenen sonuçtan sapmaların giriş değişkeninde ayarlama yapılarak derhal düzeltilmesi sağlanabilmektedir.

Konunun daha iyi anlaşılabilmesi için basit bir örnek vermek gerekirse; Bir üretim fırınının sıcaklığının 110 °C kalması için mikroişlemciye verilen aşağıdaki kurallar bütününe “kural tabanı” ismi verilmektedir :

- Sıcaklık 110 °C ise ısıtıcı ayarını değiştirme, 100 °C ise ısıtıcı ayarını 1 kademe arttır, 90 °C ise ısıtıcı ayarını 2 kademe arttır, 120 °C ise ısıtıcı ayarını 1 kademe azalt, 130 °C ise ısıtıcı ayarını 2 kademe azalt gibi kurallar verilerek sıcaklığın 110 °C civarında kalması sağlanmaktadır.
- Daha hassas işlem yapmak için sıcaklık yanında sıcaklığın artış/azalış durumu da kurallar kümesine eklenebilir. Bu durumda sıcaklık 110 °C ise ve artıyorsa ısıtıcı ayarını 0,5 kademe azalt, 110 °C ise ve azalıyorsa ısıtıcı ayarını 0,5 kademe arttır, sıcaklık 100 °C ise ve artıyorsa ısıtıcı ayarını 0,5 kademe arttır, 100 °C ise ve azalıyorsa ısıtıcı ayarını 1,5 kademe arttır, sıcaklık 90 °C ise ve artıyorsa ısıtıcı ayarını 1,5 kademe arttır, 90 °C ise ve azalıyorsa ısıtıcı ayarını 2,5 kademe arttır.

Mikroişlemcilerin hafıza ve hızlarının yukarıdaki işlemler için fazlasıyla yeterli olması nedeniyle sıcaklık denetim aralıkları çok daha dar tutulabilir ve sıcaklık artış

hızına göre daha detaylı komutlar verilebilir. Dış sıcaklığa, günün saatine ve üretim programındaki aciliyet göz önünde bulundurularak fonksiyonel ek kurallar (komutlar) da eklenebilir.

Bu tür kurallarla yapılan denetime “Kural Tabanlı Denetim” (Rule Based Kontrol) adı verilmektedir. “Akıllı Denetim” (Smart Control) olarak da adlandırılan bu tür denetim kullanarak, sistemin yapısı hakkında az matematik bilgisiyle ve sistemin matematiksel modelini, kararlılık durumunu bilmeden deneme yanılma ile ölçüm sınırları ve ayar kademeleri saptanmakta ve kullanılabilir bir denetim fonksiyonu elde edilebilmektedir. Ölçüm aralıkları daha sık alınır ve ayar kademeleri daha iyi ön çalışma ile daha iyi saptanırsa daha başarılı sonuçlar alınabilmektedir.

Son yıllarda kontrol sistemlerinin mikroişlemcilerinde büyük gelişmeler sağlanmış, mikroişlemci programlama dilini bilmeden, menülerinden seçerek hangi saatler arasında, hangi giriş ve çıkış koşullarında ne davranış vereceğini programlayan özel uygulama amacına dönük mikroişlemciler üretilmiş, PC tabanlı çalışan programlar geliştirilmiştir.

Günümüzde fabrikalardaki otomatik kontrol uygulamalarına “Fabrika Otomasyonu”, akıllı bina sistemlerindeki uygulamalara “Bina Otomasyonu” isimleri verilmektedir. Bu otomasyon uygulamalarının tümüne yakın kısmı kural tabanlı kontrol sistemleri ile sağlanmaktadır. Bu sayısal kontrol sistemleri, fabrika otomasyonunda kullanıldığında üretimin tüm aşamalarında görev almakta, imalat planlamasına da yardımcı olmaktadır.

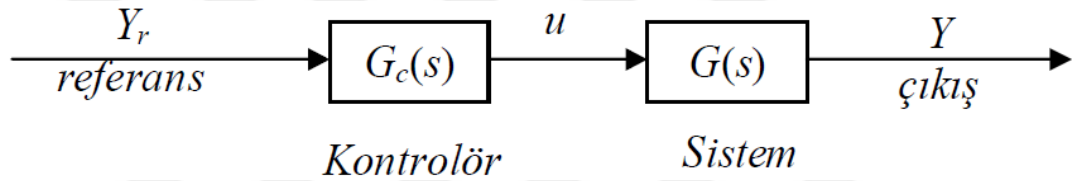
Otomatik kontrolün amacı sistemin değişken büyüklüklerini arzu edilen değerlerde tutarak kararlı bir çalışma ortamı oluşturmaktır. Sistem; bir bütünü oluşturan, birbiri ile bağlı olan ya da belirli bir işlev için bir araya getirilmiş olan elemanların bütününe denir. Kontrol sistemi ise; kendisini ya da başka bir sistemi düzenlemek, kumanda etmek ya da yönetmek üzere uygun bir biçimde bağlanmış fiziksel elemanlar kümesidir.

### 1.3.3. Kontrol sistemlerinin türleri

Çıkışın ya da kontrol edilen büyüklüğün kumanda edilmesi bakımından kontrol sistemleri açık çevrim kontrol sistemleri ve kapalı çevrim kontrol sistemleri olarak iki sınıfa ayrılır.

#### 1.3.3.1. Açık çevrim kontrol sistemleri

Sistemi kontrol eden düzeneğin sistemin çıkışından etkilenmediği, sadece verilen referans değerine (istenen değer) göre denetim işleminin yapıldığı sistemlerdir. Hassasiyet gerektirmeyen sistemlerde tercih edilen bir denetim sistemi mekanizmasıdır. Bu tip kontrol sistemlerinde sistemi dışarıdan etkileyebilecek faktörler sistem tarafından algılanamaz.



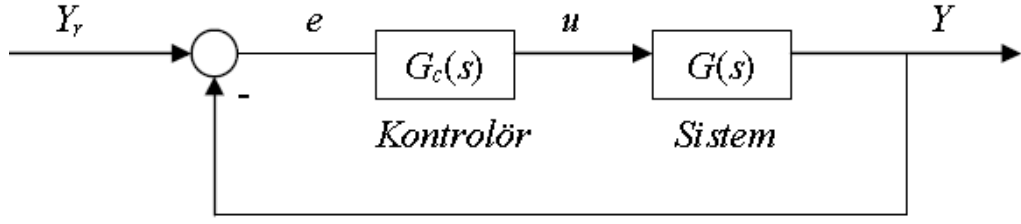
Şekil 1.1. Açık çevrimli bir kontrol sisteminin blok diyagramı

Yukarıdaki blok diyagramdan da görüleceği gibi, açık çevrim kontrol sisteminde sistem çıkışından girişe herhangi bir geribildirim yoktur. Bu tür sistemlerde genellikle bir işin belirlenen bir zamanda yapılması hedeflenir. Referans olarak verilen zamanda önceden kurgulanmış olan iş adımları sırasıyla uygulanır. Yeni nesil bazı ürünler dışında standart bulaşık veya çamaşır makinaları bu prensiple çalışır. Yıkama modu belirlenir ve makina bu süre içerisinde komutlar dizinine göre işlemleri yapar. Yeni nesil bazı makinalara kirlilik ve ağırlık sensörleri gibi çamaşırın miktar ve kirlilik düzeyini algılayabilen sensörler eklendiğinden bu tip makinalarda kapalı çevrim ile çalışan sistemlere girmektedir.

#### 1.3.3.2. Kapalı çevrim kontrol sistemleri

Kapalı çevrimli bir kontrol sisteminde çıkış değişkeni bir ölçme elemanı ile ölçülür ve girişe verilerek giriş sinyali ile karşılaştırılır. Bu karşılaştırma sonucunda bir hata sinyali üretilir. Bu hata sinyali ile kontrolörün verdiği çıkış değişkeni düzenlenerek yeni bir referans sinyali üretilmiş olur. Çıkış değişkeninin ölçülüp tekrar girişe

verilmesi nedeniyle kapalı çevrim denetim sistemlerine geri beslemeli kontrol sistemleri de denilmektedir.



Şekil 1.2. Kapalı çevrimli bir kontrol sisteminin blok diyagramı

Kapalı çevrim kontrol sistemleri otomasyonda özellikle konum kontrolünde çok sıklıkla kullanılmaktadır. Sensör tipleri kullanılacak olan kontrol sistemi ve uygulamaya göre değişkenlik gösterebilir. Örneğin bir motoru pozisyonlamak için kullanıyor ve geri bildirim sinyalini motorun kendisinden alacaksak, genelde enkoderler tercih edilir. Eğer motor doğrusal bir kızıağı hareket ettiriyor ve kızıağın aldığı yol bilgisi geri bildirim sinyali olarak işlenecekse, bu durumda potansiyometre yeterli olabilecektir. Tabiki bu uygulama çok hassas bir uygulama ise enkoder veya yine hassasiyeti çok yüksek bir potansiyometre tercih edilebilir. Sonuç olarak, geri bildirim elemanı uygulamanın konum hassasiyetine ve sistemin maliyetine göre değişiklik gösterecektir. Çok hassas bir kontrol için kameralar gibi pahalı ekipmanlar da tercih edilebilmektedir.

### 1.3.3.2.1. Konum kontrol ü i için potansiyometre kullanımı

Ayarlanabilir direnç olan potansiyometreler, otomasyon sistemlerinde konum kontrol ü i için en çok tercih edilen ürünler arasındadır. Doğrusal (lineer) ve dairesel (rotational) potansiyometre çeşitleri uygulama yerine göre seçilebilmektedir.



Şekil 1.3. Potansiyometre çeşitleri

### 1.3.3.2.2. Konum kontrolü için enkoder kullanımı

Enkoder bağlı olduğu hareketli parçanın enkoder milini döndürmesiyle kare dalga şeklinde sinyaller üretir ve bu sinyaller kontrol birimine kablolar ile iletilir. Bu sinyaller konum kontrolü çeşidine göre motor sürücüsüne, PLC'nin giriş kartına veya özel sinyal çevirici kartlara gidebilir.

Dairesel ve doğrusal hareketler için uygun enkoderler bulunmakla beraber, uygulama hassasiyetine göre farklı çözünürlükte enkoderler bulunmaktadır. Enkoder sinyallerinin iletim kalitesinde gürültü seviyesi mutlak etki etmektedir. Bu nedenle enkoder kabloları ekranlı tip (kablo damarlarının iletken ile kaplanması) seçilir ve böylece enkoderin gönderdiği sinyallerin dış ortamdan gelen gürültü sinyallerinden etkilenmesi engellenmiş olur.



Şekil 1.4. Enkoder çeşitleri

### 1.3.3.2.3. Konum kontrolü için sensör kullanımı

Sensörler otomasyon sistemlerinin adeta gözleridir. Bir çok farklı sensör çeşidi bulunmakla beraber, sensörler çalışma prensipleri ve kullanım alanları gibi farklı özelliklere göre sınıflandırılır. Yaklaşım (proximity) sensörleri, optik sensörler (fotosel-photocell), mekanik sivişer (limit switch), ses dalgaları (ultrasonic) sensörleri, lazer sensörler gibi değişik tipleri vardır. Sensörler cisimlerin yerinde olup olmadıklarını, ekipmanların konumlarında bulunup bulunmadığını, mesafe kontrolü ve pozisyon kontrolü gibi çeşitli amaçlar için kullanılabilir. PLC veya kontrolör için sensörlerden gelen bilgi sayısal bilgidir, yani 1 veya 0 dır. PLC de yazılan programa göre malzemenin olup olmadığı bilgisi 1 veya 0 olarak seçilebilir. Son yıllarda teknolojiye paralel olarak sensör çeşitleri artmış ve sensörlerin hassasiyetleri de gelişmiştir. Özellikle lazer sensörlerin pazara girmesiyle

mikrometre hassasiyetlerinde pozisyonlama ve konum kontrolü yapılabilir hale gelmiştir.



Şekil 1.5. Sensör çeşitleri

### 1.3.3.2.3. Konum kontrolü için kamera kullanımı

Kameralar görüntü işleme yazılımlarıyla endüstriyel otomasyon sistemlerinde konum kontrolü uygulamalarında kullanılmaktadırlar. Diğer sensör çeşitlerine göre maliyeti yüksek olduğundan çok hassas uygulamalarda tercih edilmektedirler.



Şekil 1.6. Kamera çeşitleri

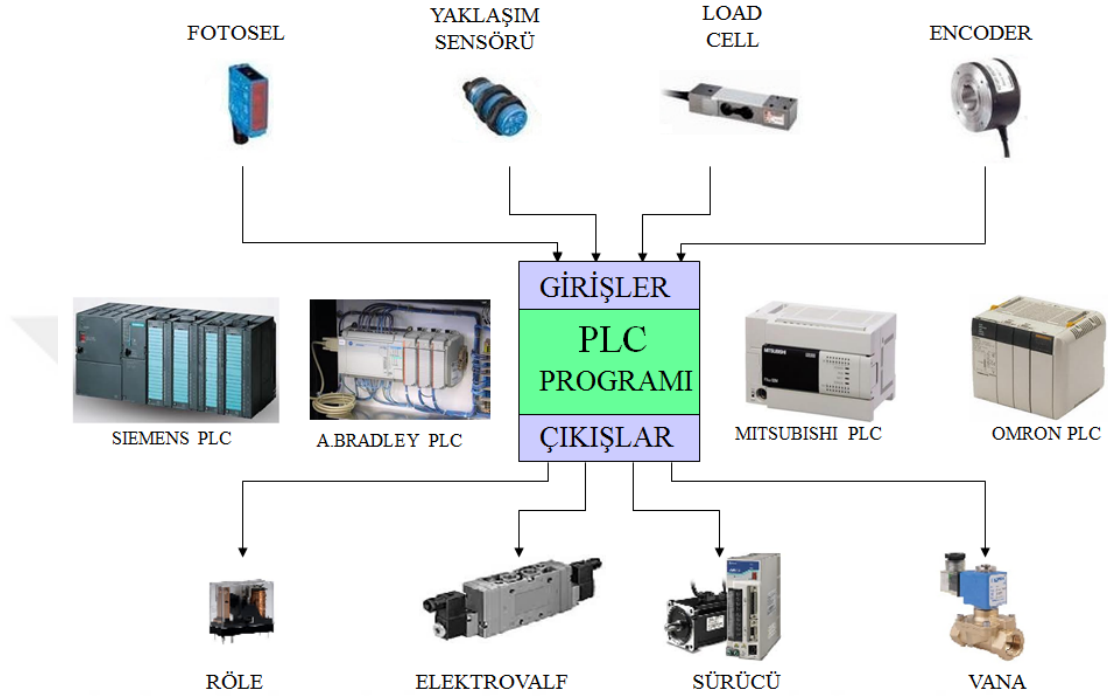
## 1.4. PLC (Programlanabilir Mantıksal Denetleyici)

### 1.4.1. PLC'lerin çalışma prensibi

PLC sahada kullanılan sensörlerden (algılayıcılardan) aldığı bilgiyi, kendine verilen programa göre işleyen ve işlem sonucu oluşan komutları iş elemanlarına aktaran mikro işlemci tabanlı bir cihazdır.

Şekil 1.7'de görüldüğü gibi PLC fotosel, yaklaşım sensörü, yük hücresi (load cell) veya enkoder gibi algılayıcılardan aldığı sayısal (digital) ya da analog sinyalleri (saha

bilgileri) çeşitli programlama dilleri ile yazılmış programlarda derleyerek yine analog veya sayısal sinyal olarak çıkış kartlarına iletir. Çıkış kartlarında analog ya da sayısal sinyallerin karşılığı olan akım veya voltaj ile röle, valf, motor sürücüsü, ekran, vana gibi saha elemanları sürülmektedir.



Şekil 1.7. PLC'lerin giriş ve çıkış elemanları

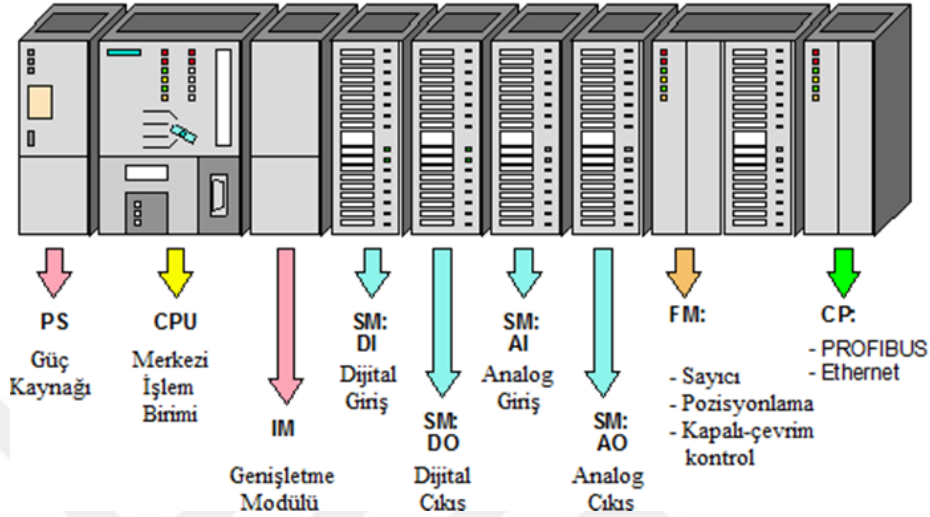
PLC modül gruplarından oluşmaktadır (Şekil 1.8). Bu modüllerden bazıları; güç kaynağı, CPU (merkezi işlem birimi), IM (genişletme modülü), sayısal giriş-çıkış ve analog giriş-çıkış modülleri, FM (özel fonksiyon modülü) ve CP (haberleşme modülü) olarak gösterilebilir.

Kurulacak otomasyonun büyüklüğüne göre PLC modülleri genişletilebilmekte ve diğer PLC istasyonları ile haberleşebilmektedirler. Böylece giriş-çıkış kartlarının aynı pano içerisinde olma zorunluluğu ortadan kalkmış, sahada farklı noktalarda bulunan giriş-çıkış modülleri ve PLC panoları ile haberleşmek mümkün olmuştur.

Her bir PLC grubuna bağlanabilecek modül sayısında sınırlamalar vardır ve PLC üreticisine göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle PLC gruplarının haberleşme kartları ile birbirlerine bağlanabilmesi otomasyoncular için büyük bir kolaylıktır. PLC gruplarının birbirleri ile haberleşmesinde kullanılan haberleşme kartlarının

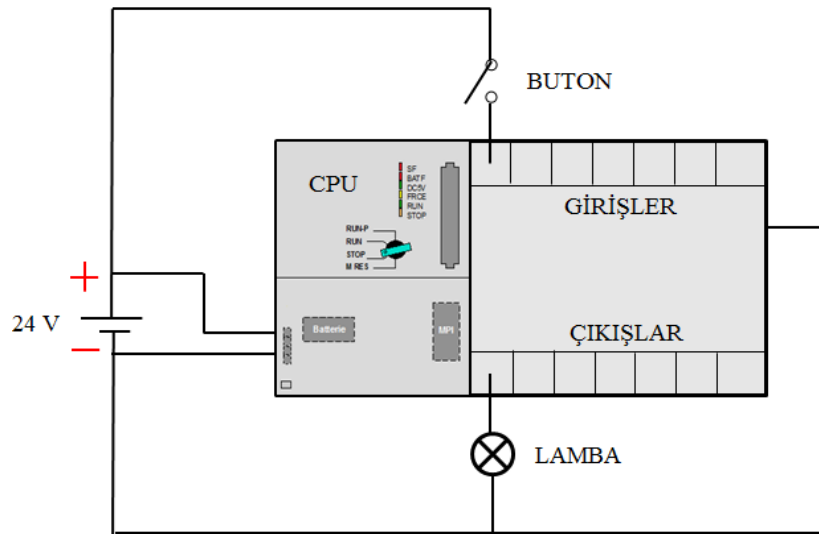
çalışma hızları da son yıllarda ilerleme gösterdiğinden, gruplar arasındaki mesafe haberleşmenin kalitesinde bir değişikliğe neden olmamaktadır.

### S7-300



Şekil 1.8. PLC'lerde en çok kullanılan modüller

PLC'ler için sayısal giriş ve çıkışlar "1" veya "0" olarak değerlendirilir. Şekil 1.9'daki örnek bağlantıda bu durum anlatılmaktadır. Butona basıldığında PLC'nin giriş kartına 24V DC voltaj gelir ve PLC tarafından "1" sinyali olarak algılanır. "1" sinyali, PLC içinde yazılmış olan programın şartlarına göre bir çıkış üretilmesini sağlar ve bu çıkış yine "1" sinyali olarak PLC çıkış kartına gönderilir, PLC çıkış kartı da bu sinyali 24V DC olarak lambaya iletir ve lamba yanar.



Şekil 1.9. Örnek sayısal giriş-çıkış bağlantısı



#### 1.4.2. PLC'lerin tarihsel gelişimi

Son yıllarda endüstriyel kontrolün hızlı gelişimi PLC ihtiyacını da tetiklemiştir. Analog kontrolle başlayan endüstriyel kontrol zamanla yetersiz kalınca sayısal tabanlı sistemlere geçiş kaçınılmaz olmuştur.

Sayısal sistemlerin zamanla daha hızlanması ve bir çok fonksiyonu çok küçük bir hacimde dahi yapabilmeleri onları daha da aktif kılmıştır. Fakat esas gelişim, programlanabilir sayısal sistemlerin ortaya çıkması ve mikroişlemcili kontrolün aktif kullanıma geçirilmesinin bir sonucu olmuştur.

Mikroişlemcili kontrolün, mikroişlemci tabanlı komple sistemlere yerini bırakmak zorunda kalması, Z80 ile aylarca süren tasarlama süresinin yanında, en azından 50 tane baskı devre yaptırmak zorunda kalınması ve en küçük değişikliğin bile ağır bir yük olmasının bir sonucudur. İşte bu noktada PLC'ler endüstriye girmeye başlamıştır.

İlk ticari PLC, 1969 yılında MODICON firması tarafından geliştirilmiştir. O yıllarda, röleli kumanda devreleri yerine kullanılmak üzere geliştirilen bu cihaz ile yalnız temel sayısal işlemler yapılabildiğinden PLC olarak adlandırılmıştır. İlk PLC'nin endüstride başarı ile uygulanmasından sonra, Allen-Bradley, General Electric, GEC, Siemens ve Westinghouse gibi firmalar orta maliyetle yüksek performanslı PLC'ler üretmişler, daha sonra Mitsubishi, Omron ve Toshiba gibi firmaların düşük maliyetle yüksek performanslı PLC'ler geliştirmelerinden sonra, bu cihazlar endüstriyel otomasyon devrelerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Günümüzde üretilen denetleyicilerde, temel sayısal işlemlere ek olarak aritmetik ve özel matematiksel işlemler yapılabilmekte ve bu nedenle daha karmaşık kumanda ve kontrol işlevleri gerçekleştirilebilmektedir.

Bu denetleyicilerin geri beslemeli kontrol devrelerinde de kullanılmaya başlanması, PLC adının tartışılmasına neden olmuştur. Bir çok üretici firma, bu denetleyicilerin hem sayısal temelli kumanda devrelerinde hem de geri beslemeli kontrol sistemlerinde kullanılmaları nedeni ile, PLC yerine Programlanabilir Sayısal Denetleyici (Programmable Logic Controller) adını kullanmayı uygun bulmuş ve

kişisel firmalar ise kişisel bilgisayarlarla karıştırmamak ve ilk kez PLC adı ile üretildiğinden bu ismi kullanmayı sürdürmüşlerdir.

Son yıllarda endüstride PLC kullanımına olan talebin hızla artmasının nedenleri; PLC'nin özellikle fabrikalarda otomasyon, asansör, otomatik paketleme, enerji dağıtımları, taşıma bantları, doldurma sistemleri ve daha birçok alanda üretimi destekleyen ve verim artışının yanı sıra ürün maliyetinin en düşük seviyeye çekilmesine olanak sağlamasıdır. Klasik röleli kumanda sistemlerinden PLC sistemi ile programlanabilir kontrol sistemlerine geçilmesi teknik açıdan büyük bir yeniliktir.

PLC'lerin en yaygın kullanıldığı alanlar, endüstriyel otomasyon devreleridir. Bilindiği gibi, endüstriyel otomasyon devreleri sayısal fonksiyonlarla ifade edilebilen sistemlerdir. Geleneksel olarak yardımcı röle veya kontaktör, zaman rölesi ve sayıcı gibi elemanlarla düzenlenen endüstriyel otomasyon devreleri, günümüzde yerini PLC'li endüstriyel otomasyon devrelerine bırakmıştır.

#### **1.4.3. PLC'lerin avantajları**

Güvenilirlik :

Dış etkilere karşı hemen hemen tüm elemanların korunmuş olduğu elektronik birimlerden oluşmaktadır.

Fiziksel büyüklük :

PLC'ler yeteneklerine göre çok küçük ve az yer kaplayan cihazlardır. Bu da her ortamda sorunsuzca kullanılmalarını sağlamaktadır.

Maliyet :

PLC çözümlerinin gerek ilk yatırım maliyetleri gerekse sağladığı üretim kazançları açısından maliyetleri önemsiz kalmaktadır.

Ortam dayanıklılığı :

PLC'ler özellikle endüstriyel ortamlar için tasarlandıklarından bu tip ortamlarda dayanıklılık göstermektedirler.

İletişim kabiliyeti:

PLC'ler kendi aralarında, kişisel bilgisayarlarla ve diğer akıllı cihazlarla iletişim sağlayabilmektedirler.

Kompleks Yapı :

PLC'ler bir çok makinanın aynı anda kontrolünü, bellekteki her iş elemanına ait alt programlar ile yapabilmektedirler.

Esneklik :

PLC programlarında değişiklik kolay ve hızlı bir şekilde yapılabilmektedir. Ayrıca bellekleri de arttırılabilmektedir.

İşlem hızı :

Mantıksal ve aritmetik işlemlerden oluşan bir programı oldukça hızlı bir şekilde işletebilmektedir.

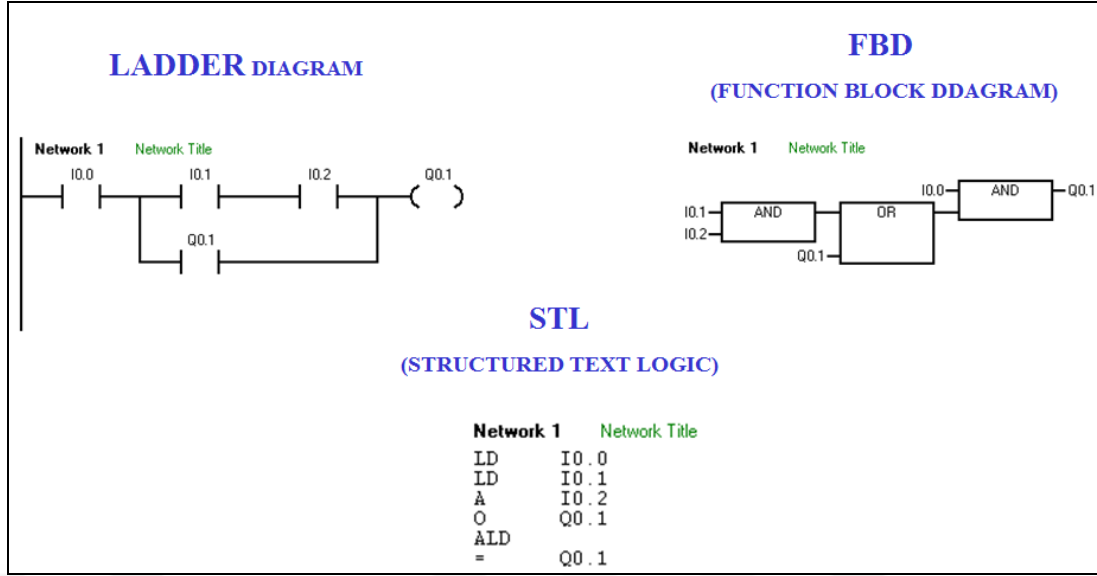
Görüntüleme :

Bir PLC programı ve ilgili devrenin çalışması doğrudan monitörlerden izlenebilmektedir.

#### **1.4.4. PLC Programlama dilleri**

PLC programlaması Şekil 1.10'da gösterildiği gibi LAD (Merdiven Diyagramı - Ladder Diagram), FBD (Fonksiyon Blok Diyagramı - Function Block Diagram) ve STD (Yapısallaştırılmış Komut Listesi - Structured Text Logic) programlama dilerinden herhangi biri ile yapılabilir. Komutlar kurallarına uygun olarak yazıldıklarında her bir programlama dili arasında çevrim yapılabilmektedir.

En çok tercih edilen programlama dili merdiven diyagramıdır (LAD). Programcılar için bu dil klasik otomatik kumanda devrelerine benzer olduğu için fazlaca tercih edilmektedir. Ancak her program bu dilde yazılamaz. Bazı özel fonksiyon blokları ancak fonksiyon blok diyagramı (FBD) veya yapılandırılmış komut listesi (STL) ile yazılabilmektedir ve merdiven diyagramı (LAD) diline çevrilememektedir.



Şekil 1.10. PLC Programlama dili örnekleri

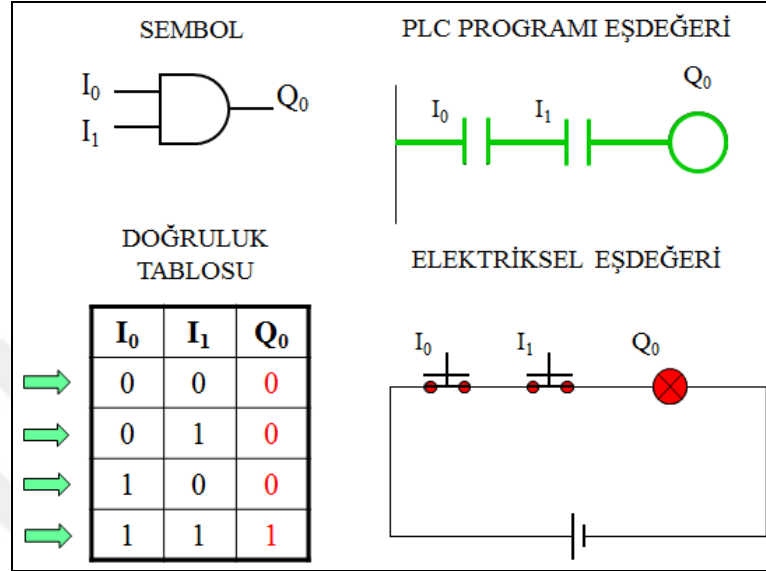
#### 1.4.5. PLC Programlamada mantık fonksiyonları

Daha önce bahsedildiği gibi PLC için giriş ve çıkış sinyalleri var - yok ya da 1 - 0 mantığı üzerine kurulmuştur. PLC giriş kartına sahadaki sensörlerden 24VDC, 110VAC, 220VAC gelebilir ancak PLC programı için gelen voltajın ne olduğunun çok önemi yoktur. PLC sayısal giriş kartı için gelen voltaj değeri beklenen toleranslar içinde olduğu sürece "1" olarak algılanır ve işlem görür. Örneğin 24VDC sayısal giriş kartı için gelen voltaj değeri 18VDC de olsa 28VDC de olsa PLC programı için giriş kartının tipine göre bu voltaj "1" olarak algılanır.

PLC analog giriş kartına gelen analog giriş sinyalleri için de benzer bir durum söz konusudur. Gelen voltaj veya akım değeri PLC analog giriş kartı tarafından sayısal sinyallere dönüştürülür ve PLC gelen akım veya voltaj değerinin sayısal eşleniğine göre işlem yapar. Dolayısıyla analog giriş kartı analog-sayısal dönüştürücü gibi görev yapar. PLC çıkış kartları da aynı şekilde programda işlenen komutlarla üretilen sayısal sinyalleri voltaj ya da akım değerine çevirir ve çıkış kartlarına bağlı elemanlara iletir. Çıkış kartlarına bağlı elemanlar çıkış kartının tipine göre bir röle, valf, motor sürücüsü, ekran veya bir lamba olabilir. PLC de programlar yazılırken bazı mantık fonksiyonlarından yararlanır. Bu mantık fonksiyonları genel anlamda VE, VEYA kapıları ve bu kapıların tümleşikleri olan VE DEĞİL, VEYA DEĞİL ve XOR kapılarıdır.

### 1.4.5.1. Ve (And) kapısı

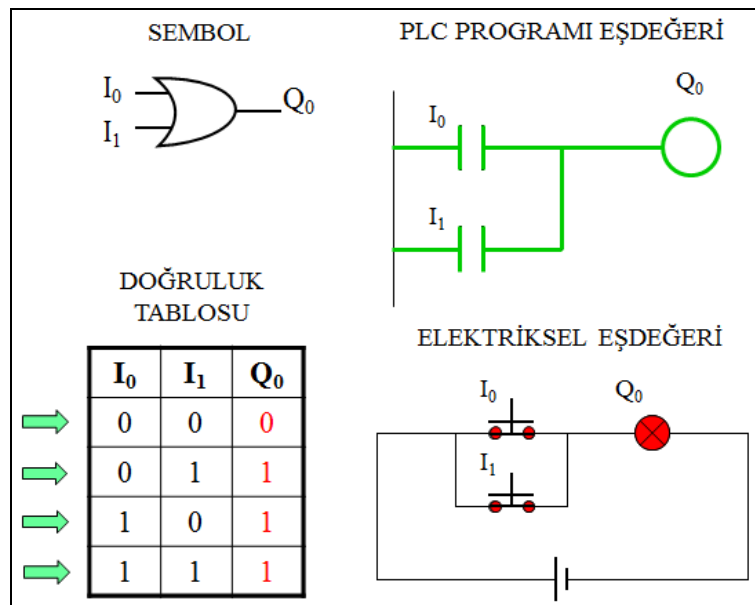
VE kapısı girişlerin her ikisi de “1” ise çıkışın “1” olduğu durumdur. Diğer tüm olası durumlarda çıkış “0” olacaktır.



Şekil 1.11. VE (AND) kapısı

### 1.4.5.2. Veya (Or) kapısı

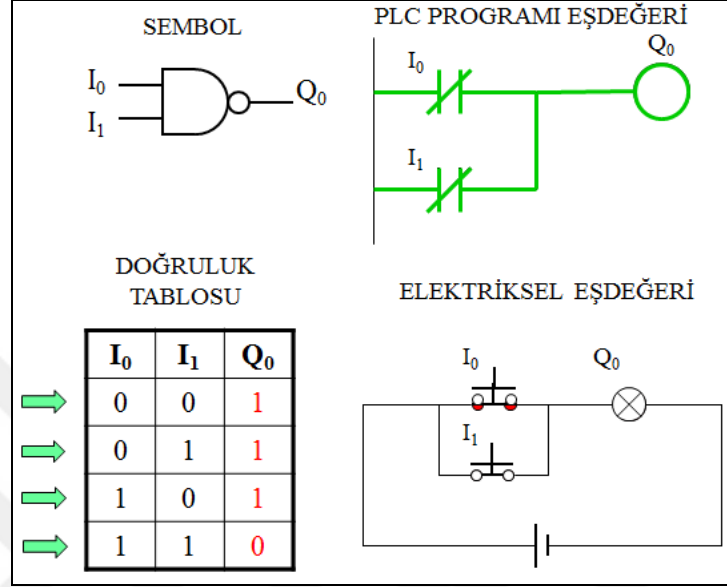
VEYA kapısı girişlerden herhangi biri “1” ise çıkışın “1” olduğu durumdur. Diğer tüm olası durumlarda çıkış “0” olacaktır.



Şekil 1.12. VEYA (OR) kapısı

### 1.4.5.3. Ve Değil (Nand) kapısı

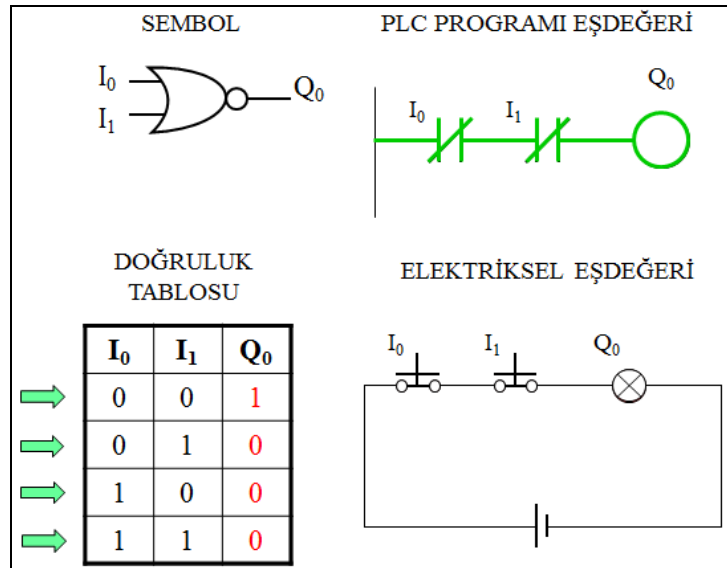
VE DEĞİL kapısı girişlerin her ikisi de “1” ise çıkışın “0” olduğu durumdur. Diğer tüm olası durumlarda çıkış “1” olacaktır.



Şekil 1.13. VE DEĞİL (NAND) kapısı

### 1.4.5.4. Veya Değil (Nor) kapısı

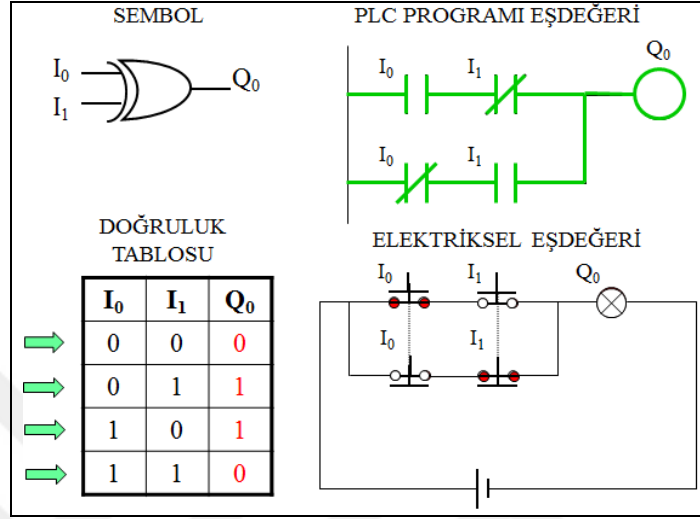
VEYA DEĞİL kapısı girişlerin her ikisi de “0” ise çıkışın “1” olduğu durumdur. Diğer tüm olası durumlarda çıkış “0” olacaktır.



Şekil 1.14. VEYA DEĞİL (NOR) kapısı

### 1.4.5.5. Xor kapısı

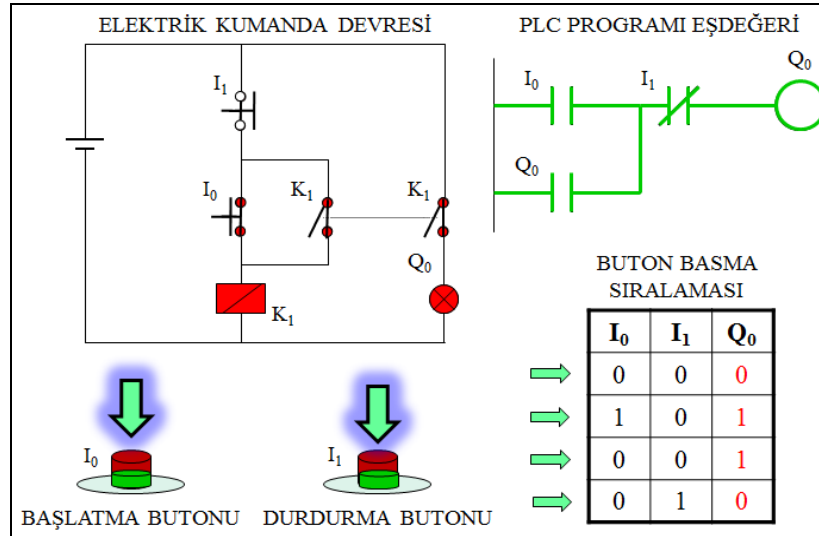
XOR kapısı girişlerden herhangi birinin “1” olması durumunda çıkışın “1” olduğu durumdur. Girişlerin her ikisi de “0” veya “1” ise çıkış “0” olacaktır.



Şekil 1.15. XOR kapısı

### 1.4.6. PLC ile kilitleme devresi

Kilitleme devresi başlatma butonuna bir kez basıldığında çıkışın “1” olduğu ve durdurma butonuna basılıncaya kadar çıkışın “1” de kaldığı mantıkla çalışır. Şekil 1.16’da görüldüğü gibi  $I_1$  girişine basıldığında çıkış “1” olur ve “1” de kalır.  $I_2$  butonuna basılınca ise kilitleme devresi çözülür ve çıkış “0” a düşer.

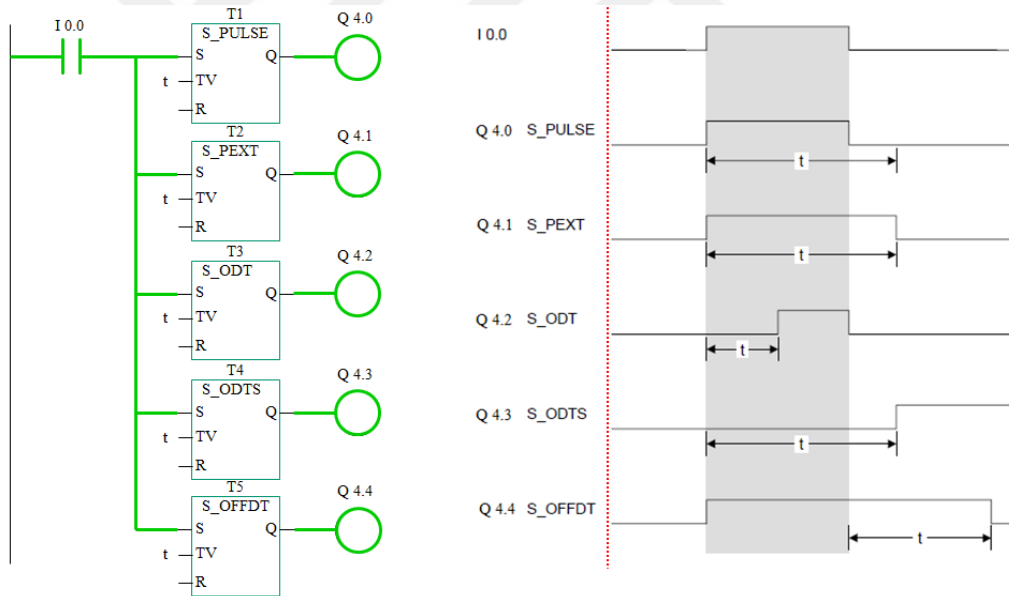


Şekil 1.16. Kilitleme devresi ve merdiven (ladder) diyagramı

#### 1.4.7. PLC’de zamanlayıcı (Timer) kullanımı

PLC programlamada zamanlayıcı kullanımı her kullanıcı için mutlaka ihtiyaç duyulan bir özelliktir. Gerekli şartlar sağlandıktan sonra çıkışın belirlenebilir bir zaman diliminde, öncesinde veya sonrasında aktif olması gerektiği durumlarda kullanılan zamanlayıcıların birçok çeşidi vardır.

Zamanlayıcı çeşitleri Şekil 1.17’de özetlenmiştir. Zamanlayıcılar zaman gecikmesi gerektiği durumlarda kullanıldıkları gibi giriş sinyallerinin filtrelenmesi gerektiği durumlarda da tercih edilmektedirler. Örneğin giriş sinyalinin “1” veya “0” olduğu durumda değil de, sinyalin yükselen veya düşen kenarında işlem yapılması istendiğinde zamanlayıcılar kullanılabilir. Bu durumda PLC gelen sinyalin sürekli olduğu anlar ile değil, “0” dan “1” e çıkış veya “1” den “0” a düşme anları ile ilgilenmektedir.



Şekil 1.17. PLC’de zamanlayıcı kullanımı

#### 1.4.8. PLC’de dahili röle kullanımı

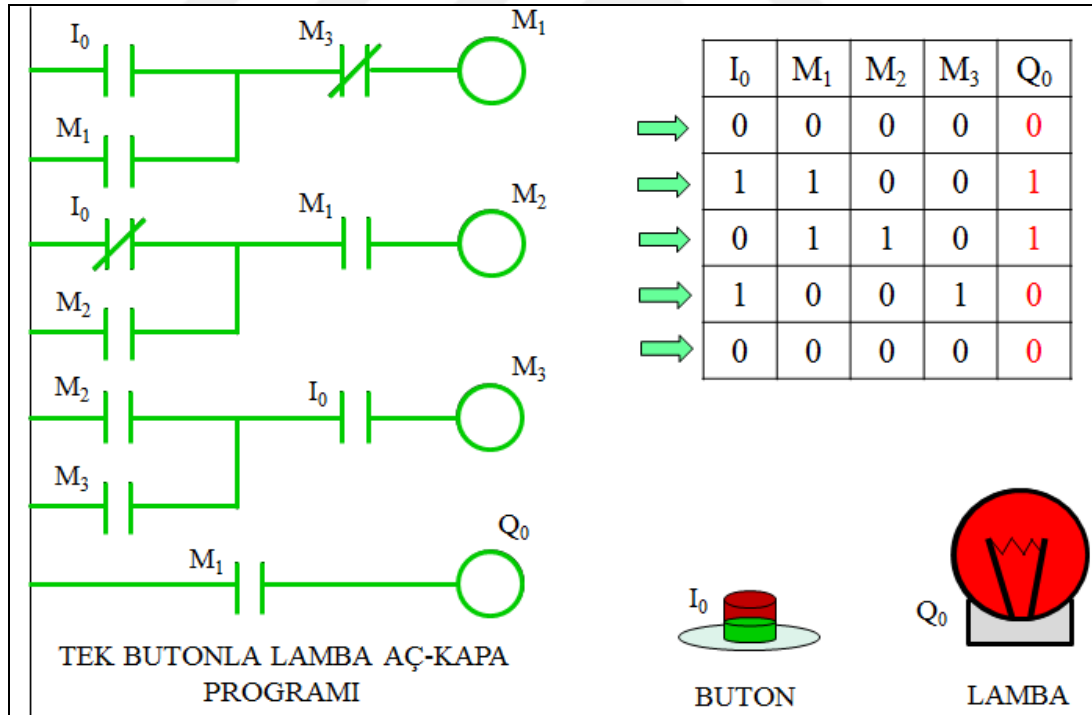
PLC’lerde giriş kartından gelen sinyallerin programda işlenmesi sonucundaki her bir şart için çıkışların aktive olmasını önlemek amacıyla dahili röleler kullanılmaktadır. Bu röleler sadece program içinde diğer şartlar için giriş gibi kullanılabilir. Bu maksadıyla oluşturulmuştur.



Şekil 1.18'deki devrede sadece "I<sub>0</sub>" girişi kullanılarak "Q<sub>0</sub>" çıkışına bağlı bir lamba yakılıp söndürülmektedir. "I<sub>0</sub>" girişi "1" olduğunda M<sub>1</sub> dahili rölesi "1" olur ve "1" de kalır. M<sub>1</sub> dahili rölesi "1" olduğunda "Q<sub>0</sub>" çıkışı "1" olur ve "Q<sub>0</sub>" çıkışına bağlı lamba yanar. Dikkat edilirse burada M<sub>1</sub> dahili rölesi "Q<sub>0</sub>" çıkışını "1" yapan şart için giriş sinyali olarak kullanılmıştır. M<sub>1</sub> dahili rölesi "1" olduğunda M<sub>2</sub> dahili rölesi de "1" olmakta ve "1" de kalmaktadır. Bu durumda M<sub>3</sub> dahili rölesi "0" dır.

"Q<sub>0</sub>" çıkışı "1" de iken (bu durumda M<sub>1</sub> dahili rölesi de "1" konumundadır) "I<sub>0</sub>" girişine tekrar basıldığında M<sub>3</sub> dahili rölesi "1" olur ve M<sub>1</sub> dahili rölesini "0" a düşürür. Çünkü M<sub>3</sub> dahili rölesinin normalde kapalı kontağı M<sub>1</sub> dahili rölesine seri bağlanmıştır. M<sub>1</sub> dahili rölesi "0" a düştüğünde "Q<sub>0</sub>" çıkışı da "0" olur ve "Q<sub>0</sub>" çıkışına bağlı lamba sönür.

Bu örnek bize PLC'nin optimum saha elemanı ile karmaşık işlemler yapabildiğini basit bir uygulama ile göstermektedir.



Şekil 1.18. Tek giriş ve dahili röleler ile lamba açma-kapama programı

## 2. TEZ ÇALIŞMASI ÖNCESİ GÜNCEL DURUM VE HEDEFLER

### 2.1. Türk Pirelli Fabrikası Genel Bilgileri

Tez çalışmasının uygulama kısmı İzmit’te kurulu Türk Pirelli Lastikleri Fabrikasında “Son Kısım” olarak adlandırılan, lastiklerin son kontrolleri ve sınıflandırmalarının yapıldığı alanda gerçekleştirilmiştir.

İzmit Pirelli Lastik Fabrikası 1962 yılında kurulmuş, halen 133.000m<sup>2</sup> kapalı üretim alanında kamyon, otobüs, kamyonet, oto, motorsport ve Formula-1 lastikleri üretiminin yapıldığı Pirelli’nin en büyük üretim tesislerinden biridir (Şekil 2.1 ve Şekil 2.2). Fabrikanın ayrıca 36.000m<sup>2</sup> kapalı ve güvenliği sağlamış alan içerisinde kurulmuş lojistik ambarı da bulunmaktadır.



Şekil 2.1. Türk Pirelli Fabrikası genel yerleşim bilgileri

Fabrika 24 saat 3 vardiya üretime tam kapasite ile devam etmektedir. 2010 yılı Türk Pirelli için bir milat olmuştur. Pirelli uzun yıllar sonra tekrar Formula-1 yarışları için lastik tedarikçisi olmaya karar vermiştir. Bu karar sonrasında üretimin hangi

fabrikada yapılacağı konusu gündeme gelmiş ve merkez üst yönetimi tarafından Türk Pirelli seçilmiştir. Bu seçimde, üretime başlama zamanının 5 ay olmasının etkisi büyüktür. Çünkü 5 aylık bir zaman diliminde bu işi yapabilecek ekibin ancak Türk teknik ekibi olduğunu düşünmüşlerdir ve haklı da çıkmışlardır. Halen motor sporları ve Formula-1 yarışları için üretime Türk Pirelli İzmit Fabrikasında devam edilmektedir.



Şekil 2.2. Türk Pirelli çalışan sayısı ve üretim bilgileri

## 2.2. Tez Çalışması Öncesi Mevcut Durum

### 2.2.1. Piyasa koşulları ve çalışma sonrası belirlenen hedefler

Son yıllarda piyasada yaşanan sert rekabet koşulları üreticileri sıfır hata ile ürünlerini piyasaya sürmeye zorunlu hale getirmiştir. Piyasaya sürülen ürünlerin geçmişe yönelik tüm bilgilerini arşivlemek ve gerektiğinde bu bilgilere ulaşabilme ihtiyacı barkod tabanlı sistemlere yönelimi hızlandırmıştır.

Üretilen her lastiğe barkod tanımlanması ihtiyacı hemen arkasından proste barkod tabanlı robotize otomasyon sistemlerinin kurulması fikrini ortaya çıkarmıştır. Fabrikada üretilen her lastiğe bir barkodun tanımlanması, o lastiğin geçtiği tüm üretim süreçlerinin ve lastiğe ait tüm bilgilerin (kullanılan tüm malzemelerin detayları, lastiği üreten ve kontrol eden işçi kayıtları, ağırlık, kalite kontrol sonuçları,

kalite sınıflandırması vs.) geçmişe yönelik kayıt altına alınması ve istenilen zamanda bu bilgilere ulaşılabilmesi anlamına gelmektedir.

Taranabilirlik veya iz sürülebilirlik (traceability) olarak adlandırılan bu işlem barkod otomasyonu ile gerçekleştirilebileceği için “Son Kısım (Finishing)” alanında barkod tabanlı tam otomasyonlu robotize bir sistem kurulması kararı alınmıştır.

Tez çalışmasının ana hedefleri aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir :

- Piyasada barkod tabanlı izleme sistemi oluşturulması :

Satılmış olan lastiklerde garanti kapsamında bir problem oluştuğunda kullanıcının üreticiye lastiği geri verme ve verdiği ücreti geri alma hakkı vardır. Bu şekilde üretim kaynaklı oluşan sorunların kök nedenlerinin ortaya çıkarılması için geçmişe yönelik araştırma yapılması gerekmektedir. Barkod uygulaması ve üretim aşamalarında yapılacak otomasyon ile lastiğin üretim ve kontrol sonuçları tarihçesi çıkarılabilmektedir.

- Lastiğin kalite kontrol sonuçları, kalite sınıflandırılması, ağırlık ve tüm üretim prosesi verilerinin barkodları ile eşleştirilip veri tabanında kaydedilmesi :

Son Kontrol Alanında yapılacak otomasyonla lastikler kalite kontrol makinalarında kontrol edildikten sonra ölçüm sonuçları, lastiğin kalite sınıflandırması (1., 2., 3.sınıf ya da ıskarta lastik), ağırlık değeri ile üretim aşamalarında kaydedilen proses verilerinin barkod tabanlı olarak saklanıp gerektiğinde bu kayıtların veri tabanında bulunabilmesi.

- Son Kontrol Alanında çalışmakta olan işçilerin 30 kişi azaltılması ve yıllık 1,2 milyon Euro kazanç sağlanması :

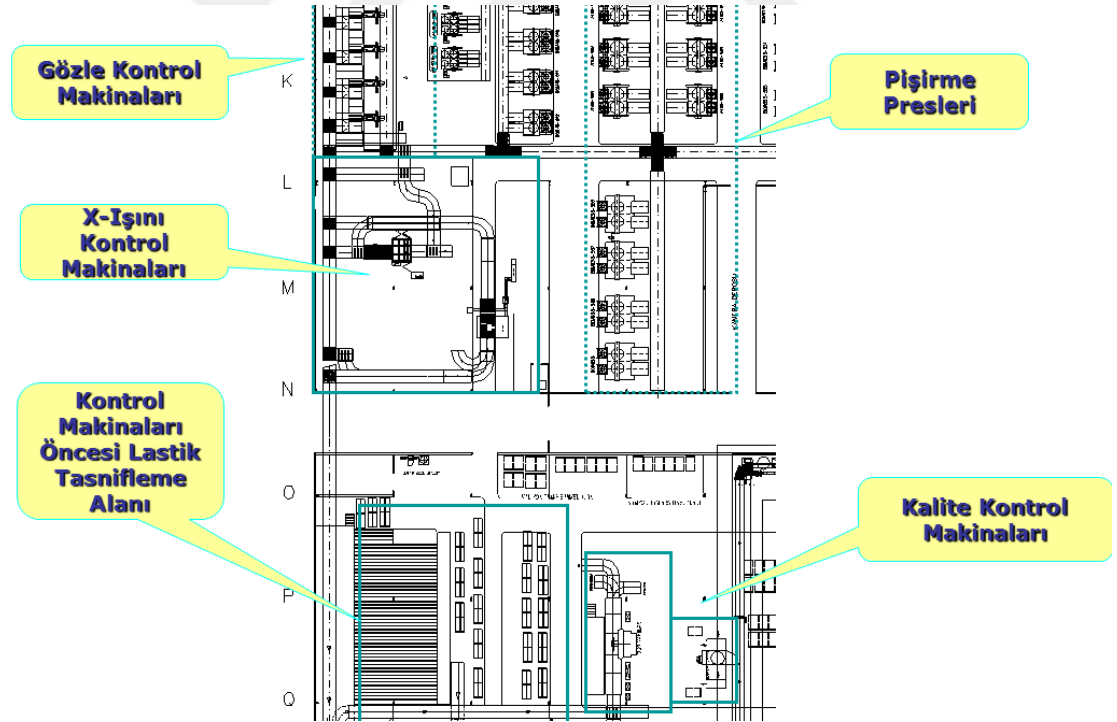
Son Kontrol Alanında tüm proses iş gücü ile yapıldığından; lastiklerin kontrol makinaları öncesi ve sonrası ölçülerine göre tasnif edilmesi (gruplandırılması), lastiklerin tartılıp tartım sonuçlarının elle kaydedilmesi, lastiklerin kontrol makinalarına yüklenmesi ve kontrol makinalarından tekrar taşıma paletlerine dizilip bu paletlerin değişik noktalara nakil araçları ile taşınması, lastiklerin devir-teslim ambarına teslim edilmesi gibi işlerde kullanılan işçilerden 30 kişilik tasarruf

sağlanması ve böylece işçilik maliyetlerinde senelik 1,2 milyon Euro kazanç sağlanması.

### 2.2.2. Mevcut yerleşim ve proses akışı

Konfeksiyon Kısmı :

Konfeksiyon kısmında lastikler pişmeden önceki son halini alır. Yarı mamul kısımdan gelen malzemeler bu kısımda makinalarda bir araya getirilerek lastiğin pişmeden önceki son hali oluşturulur. Makinaların bir kısmı yarı otomatik, bir kısmı ise daha fazla insan gücü ihtiyacı ile çalışır. Bu kısımdan sonra lastikler kalıplarda pişirilmek üzere “Pişirme” kısmına yönlendirilir. Konfeksiyon kısmından sonra aslında lastik yapım süreci tamamlanmıştır, ancak henüz lastikler pişmemiş, dolayısıyla lastik bileşenlerinin kimyasal reaksiyonları sonlanmamıştır ve lastiklerin üzerinde desen ve yazılar yoktur.



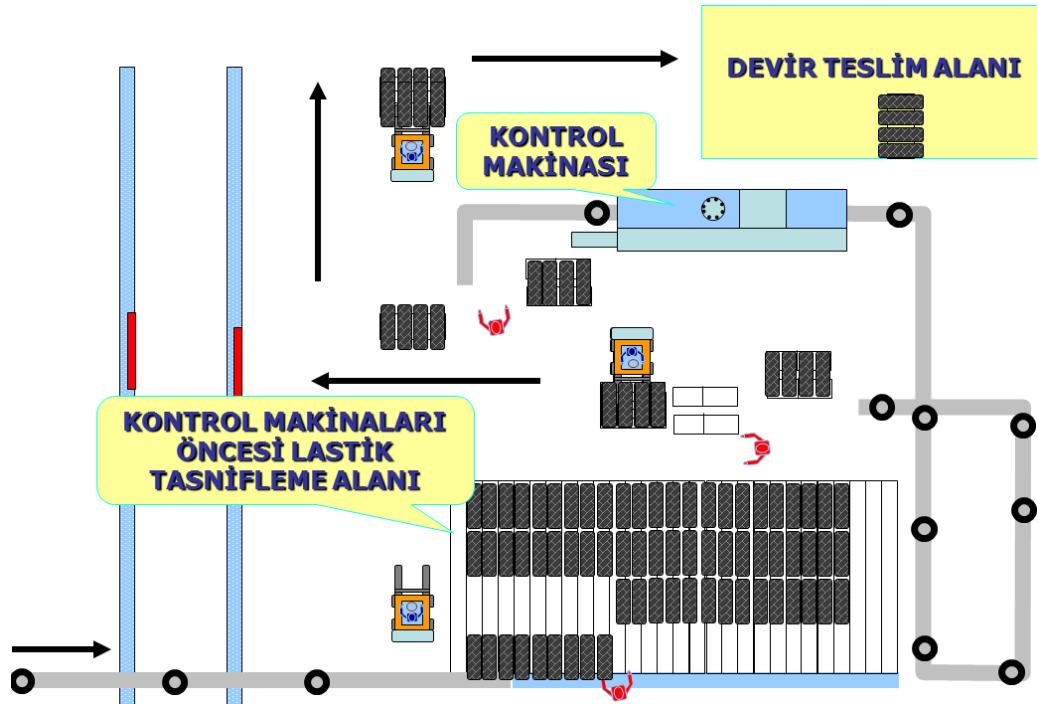
Şekil 2.3. Son Kontrol Alanı ve öncesi güncel yerleşim

Piştirme Kısmı :

Konfeksiyon kısmından gelen karkaslar<sup>1</sup> piştirme preslerindeki kalıplarda pişirilir. Piştirme işlemi 180 °C, 26 bar basınç altındaki kızgın su ile yapılır. Son yıllarda enerji tasarrufu amacıyla azotla piştirme işlemine başlanmıştır. Pişmiş lastiklerde desenler şekillenmiş, tür ve sınıf yazıları işlenmiş, lastik son şeklini almıştır.

Son Kontrol Kısmı :

Piştirme Kısmından sonra lastikler konveyör bantlar üzerinde piştirme preslerinden Son Kontrol Alanına taşınır. Bu alanda öncelikle lastiklerin fiziksel kontrolu yapılır ve konveyör bantlar yardımıyla X ışını makinalarına gönderilir. X ışını makinalarında lastiklerin içerisindeki çelik kuşakların durumuna bakılır. Sorunlu lastikler operatör kararı ile ayıklanır ve ıskarta edilir, sağlam lastikler bir sonraki sürece yönlendirilir. X ışını makinasından geçen lastikler Son Kontrol Alanına girmeden önce ölçülerine göre ayrılmak üzere kontrol makinaları öncesi tasnifleme alanına konveyörler ile taşınır. Lastikler bu alanda kontrol makinalarına girmeden önce ölçülerine göre sınıflandırılarak biriktirilir.



Şekil 2.4. Son Kontrol Alanı ve öncesi güncel yerleşim animasyonu

<sup>1</sup> Lastiğin piştirme preslerinde pişirilmeden önceki hali

Kontrol makinaları öncesi lastik tasnifleme alanında lastiklerin ölçülerine göre tasnif edilme işini bir işçi yapmaktadır. İşçi konveyör bant üzerinde yatay pozisyonda gelen lastikleri kol gücü ile teker teker konveyörden indirmekte ve hangi tip olduğunu anlamak için lastiğin her iki tarafına bakmaktadır. Bu durumda işçinin lastiğin üzerinde yazan kodları doğru okuması ve aynı ölçüdeki lastikleri gruplandırabilmesi gerekmektedir.

İşçinin lastiklerin üzerinde yazan kodları doğru okuyamaması, hata yapması veya gruplandırılmaması, lastiklerin yanlış parametreler ile kontrol makinalarında ölçülmesine, dolayısıyla yanlış kalite sınıflandırılmasına göre piyasaya gönderilmesine sebep olabilecektir.

Bu alanda eğimli kanallar üzerinde lastikler dik olarak stoklanmaktadır. Kanalın diğer ucundan ise lastikler teker teker yine bir işçi tarafından kol gücü ile alınmaktadır (Şekil 2.5).

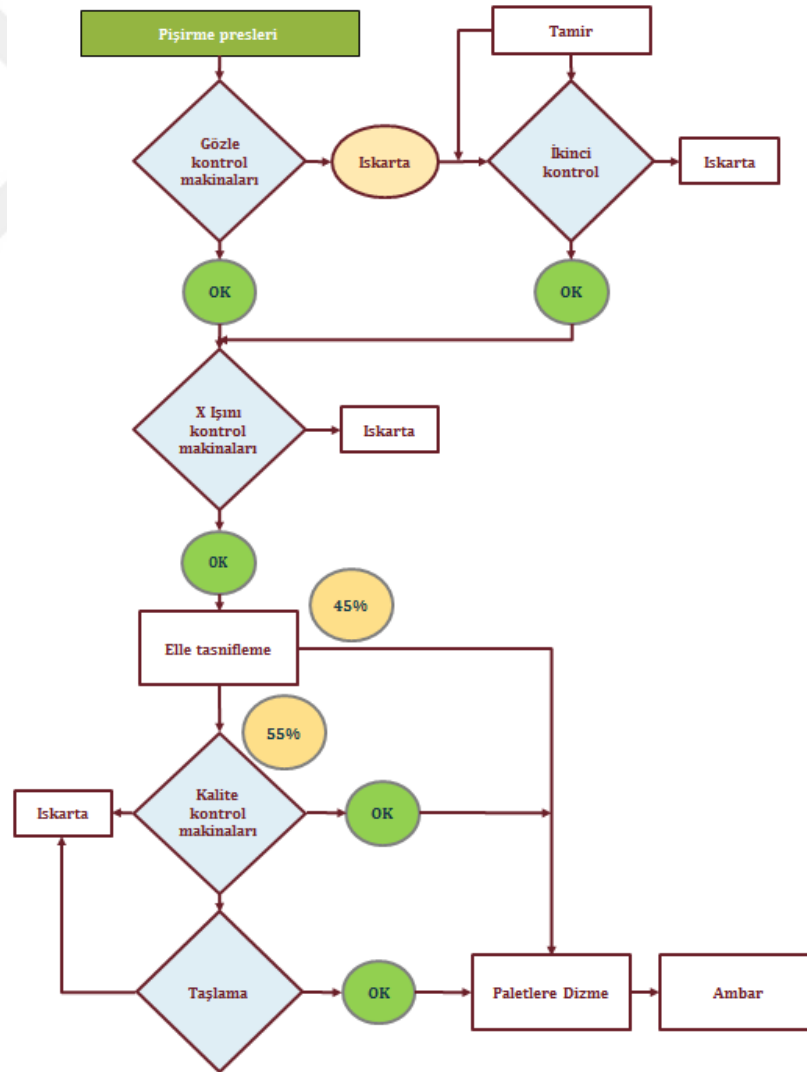


Şekil 2.5. Kontrol makinaları öncesi lastik tasnifleme alanı (çalışma öncesi)

Tez çalışması planlama aşamasında mevcut proseste iyileştirilmesi gereken noktaları tespit etmek amacıyla, öncelikle mevcut proses akışı çıkarılmıştır (Şekil 2.6). Proses akış diyagramının oluşturulması için pişirme kısmından ambara kadar tüm proses üretim departmanları ve endüstri mühendisliği çalışanları ile birlikte incelenmiştir.

Her aşamada insan gücünün azaltılması ve insan hatasından kaynaklanabilecek yanlış değerlendirmelerin önüne geçilmesi ana hedef olmuştur.

Proses akışı incelendiğinde lastiklerin tanımlanması ve sınıflandırılması için insan gücünün yeterli olmadığı, bu süreçte insanın kullanılmasının hem zaman kaybı hem de yanlış değerlendirmelere yol açtığı belirlenmiştir. Bu nedenle barkod sistemine geçilerek lastiklere kimlik kazandırılması hedeflenmiştir. Kimlik kazandırılan lastiklerin tanımlanması ve sınıflandırılmasında otomasyon sistemleri kullanılarak zaman kaybı ve hatanın önüne geçilebilecektir. Ayrıca paletlere dizilmiş lastiklerin bir noktadan diğer bir noktaya taşınmasında konveyör sistemlerinin kullanılması; işçi sayısının azaltılmasına, gereksiz taşıma araçlarının kullanılmamasına ve gereksiz zaman kayıplarının önlenmesine olanak sağlayacaktır.



Şekil 2.6.Son Kontrol alanı ve öncesi güncel proses akış diyagramı



Proses akış şemasında tespit edilen darboğazlara göre alınacak aksiyonlar :

➤ X ışını makinasında kontrol sonuçlarının barkoda aktarılması :

Piyasaya gönderilen lastikler garanti kapsamında olduğundan, piyasadan bir şikayet gelmesi durumunda lastik ile ilgili geçmişe yönelik tüm üretim ve kontrol sonuçlarına ulaşılması gerekebilmektedir. Bu aksiyon ile her lastiğin X ışını kontrol sonuçları ve görüntüleri barkod tabanlı olarak sistemde kaydedilecek ve gerektiğinde bu verilere ulaşılabilecektir.

➤ X ışını makinası sonrası lastik ağırlığının barkoda aktarılması :

Konveyör üzerinde lastikler taşınırken ağırlıkları ölçülecek, bir önceki duruma benzer şekilde barkod tabanlı sistemde kayıt altına alınacak ve gerektiğinde bu verilere lastiğin barkodu okunarak ulaşılabilecektir.

➤ Kontrol makinaları öncesi lastiklerin % 45'inin gereksiz yere kontrol makinaları öncesi tasnifleme alanına gelip lastiğin ölçüsüne göre tasnif edilmesi yerine, doğrudan konveyör bantlar ile ambara gönderilmesi :

Bu aksiyon tez çalışmasının en önemli kazanımlarından biriydi, çünkü son kontrol alanına gelen lastiklerin % 45'i için gereksiz iş gücü harcanıyor ve zaman kaybına sebep oluyordu. Bu lastiklerin kontrol makinalarında kontrol edilmeden ambara gönderilmesi gerekirken, kontrol makinaları öncesi tasnifleme alanına geliyor, burada diğer lastikler gibi bir işçi tarafından ölçülerine göre tasniflemeye tabi tutuluyor ve tekrar başka bir işçi tarafından paletlere dizilip taşıma araçlarıyla ambara götürülüyordu. Bunun yerine kontrol makinaları öncesi konveyör üzerinde barkod okuyucu ile lastiklerin barkodları okunacak, türlerine göre kontrol makinalarında kontrol edilmesi gerekmeyen lastikler (günlük üretimin % 45'i) doğrudan konveyör bantlar ile ambara gönderilecekti.

➤ Kontrol makinaları öncesi lastik tasnifleme alanında yapılan lastikleri ölçülerine göre ayırma işinin insan gücü yerine robotize sistemlerle yapılması:

Şekil 2.5'de görülen lastik tasnifleme alanı 24000x12000 mm boyutlarındadır ve bu alanda her biri 700 mm genişliğinde 35 adet kanal bulunmaktadır. Lastikleri

tasniflemele görevli olan işçi lastikleri ölçülerine göre gruplandırıp bu kanallarda stoklamaktadır. Başka bir işçi ise kalite kontrol makinasının ihtiyacına göre kanallardaki lastikleri tek tek alarak kontrol makinaları yükleme bandına atmaktadır. Her bir lastiğin 20 – 100 kg ağırlığında olduğu düşünülürse yapılan işin işçi sağlığı ve güvenliği açısından da uygun olmadığı açıkça görülmektedir. Bu nedenle bu alanda çalışan işçilerin yerine robotize sistem kurulmasına karar verilmiştir. Ayrıca barkodu okunamayan, geniş ölçüler ve muhtemel yeni ölçüler için kanal sayısının 35' ten 47'ye çıkarılması kararlaştırılmıştır.

➤ Kontrol makinaları öncesi lastik tasnifleme alanı sonrası lastiklerin işçilerin kararı ile se çilip kontrol makinalarına yüklenmesi yerine robotize sistemlerin kurulması :

Kontrol makinaları öncesi stok alanındaki kanallarda gruplandırılmış lastikleri ölçülerine göre bir işçi kanallardan alıp kontrol makinaları yükleme bantına atmaktadır. İşçi bu işlemi kontrol makinası operatörünün talebi ile yapmaktadır. Kontrol makinası operatörü kontrol edilecek lastiklerin tipini ve kaç adet olması gerektiğini stok alanındaki işçiye iletmektedir. Ayrıca kontrol makinalarına gelen lastiklerin kontrol edilmesi için makinaya reçete dediğimiz ölçüm parametre ve limitlerinin girilmesi gerekmektedir. Bu işlemi makinada görevli operatör, gelen her grup lastik için yapmaktadır.

Görüldüğü gibi bu noktada proses tamamen insan iletişimi ve insan gücü ile gerçekleşmektedir, dolayısıyla gereksiz bekleme zamanları ve verimsiz bir çalışma olmaktadır. Ayrıca yapılan işlemlerin tamamen işçi kararı ile yapılması nedeniyle farklı lastiklerin farklı bir reçete ile kontrol makinasında test edilme riski vardır. Bu risk ve zaman kayıplarını ortadan kaldırmak için robotize sistem kurulmasına ve lastiklerin stok alanından makinanın ihtiyacına göre zamanında ve doğru reçete ile kontrol edilmesini sağlayacak otomasyon sistemi tasarlandı.

➤ Kontrol makinaları arasında lastiklerin konveyör sistemi ile taşınması :

Kontrol makinaları arasında doğrudan bir bağlantı olmaması nedeniyle lastikler her iki makinaya işçiler tarafından yüklenmekteydi. Bunun yerine makinalar arasında konveyör bantları monte edilmesi tasarlanmış ve makinalara tek yerden otomatik olarak robotize sistemlerle yükleme yapılması planlanmıştır.

➤ Lastiklerin kalite kontrol test sonuçlarının barkoda aktarılması :

X ışını makinasında olduğu gibi herhangi bir zamanda lastiğin kalite kontrol test sonuçlarına ve kalite sınıfı verilerine ulaşılabilmesi için ilgili verilerin lastiğin barkodu ile eşleştirilerek veri tabanında saklanması ve gerektiğinde ulaşılabilmesi tasarlanmıştır.

➤ Kontrol makinaları sonrası 1. ve 2. kalite lastiklerin ambara doğrudan gönderilmesi :

Kontrol makinalarında ölçülüp test edilen lastikler bu makinalarda kalite sınıflarına göre 1., 2., 3. ve ıskarta olarak 4 sınıfa ayrılır. Makina çıkışında dört ayrı konveyörden her sınıfa ait lastikler teker teker yine bir işçi tarafından alınıp paletlere dizilir ve taşıma araçları ile gerekli alanlara nakledilir. Bu alanda çalışan paletlere dizme ve paletleri taşıma araçları ile nakletme işlemleri için kullanılan işçileri elimine etmek ve de taşıma aracı hareketlerini ortadan kaldırmak için 1. ve 2. sınıf lastiklerin ambara kadar yeni konveyör bantlar ile taşınması planlanmıştır.

➤ Kontrol makinaları sonrası taşlama ve ıskarta lastiklerin ilgili alana otomatik gönderilmesi :

Bir önceki aksiyona benzer şekilde kalite kontrol makinaları sonrası ayrılan taşlama ve ıskarta lastiklerin de ilgili alanlara kadar konveyör bantları ile taşınması otomasyonu planlanmıştır.

➤ Tamir alanında tamiri yapılmış lastiklerin ambara doğrudan gönderilmesi :

Lastik tamir alanının hemen kontrol makinaları sonrasında tesis edilerek taşıma olmaksızın tamir işleminin yerinde yapılması tasarlanmış ve tamir edilen lastiklerin yine ilave taşıma olmaksızın ambara giden konveyör hattına verilmesi için gerekli otomasyon planlanmıştır.

➤ Ambara gönderilen lastiklerin ambar girişinde barkodlarının konveyör üzerinde okunarak barkod tabanlı otomatik olarak kaydedilmesi ve üretim kısmından lojistik kısmına tesliminin yapılması :

Bu çalışma öncesinde paletlere dizilmiş lastikler ambara taşıma araçları ile taşınıyor, üretim ve ambar sorumluları arasında yapılan mutabakat ile devir-teslim işi yapılıyordu. Bu işlem sonucunda eksik veya fazla lastiklerin ambara teslimi her zaman tartışma konusu oluyordu. Tez çalışması sonrasında lastikler konveyör bantlar ile doğrudan ambara gönderilecek, ambar girişi öncesinde barkod okuyucular ile lastiklerin barkodları okunup devir teslim işinin % 100 doğru ve hızlı bir şekilde yapılması mümkün olacaktır.

### **2.2.3. Hedeflenen yerleşim ve proses akışı**

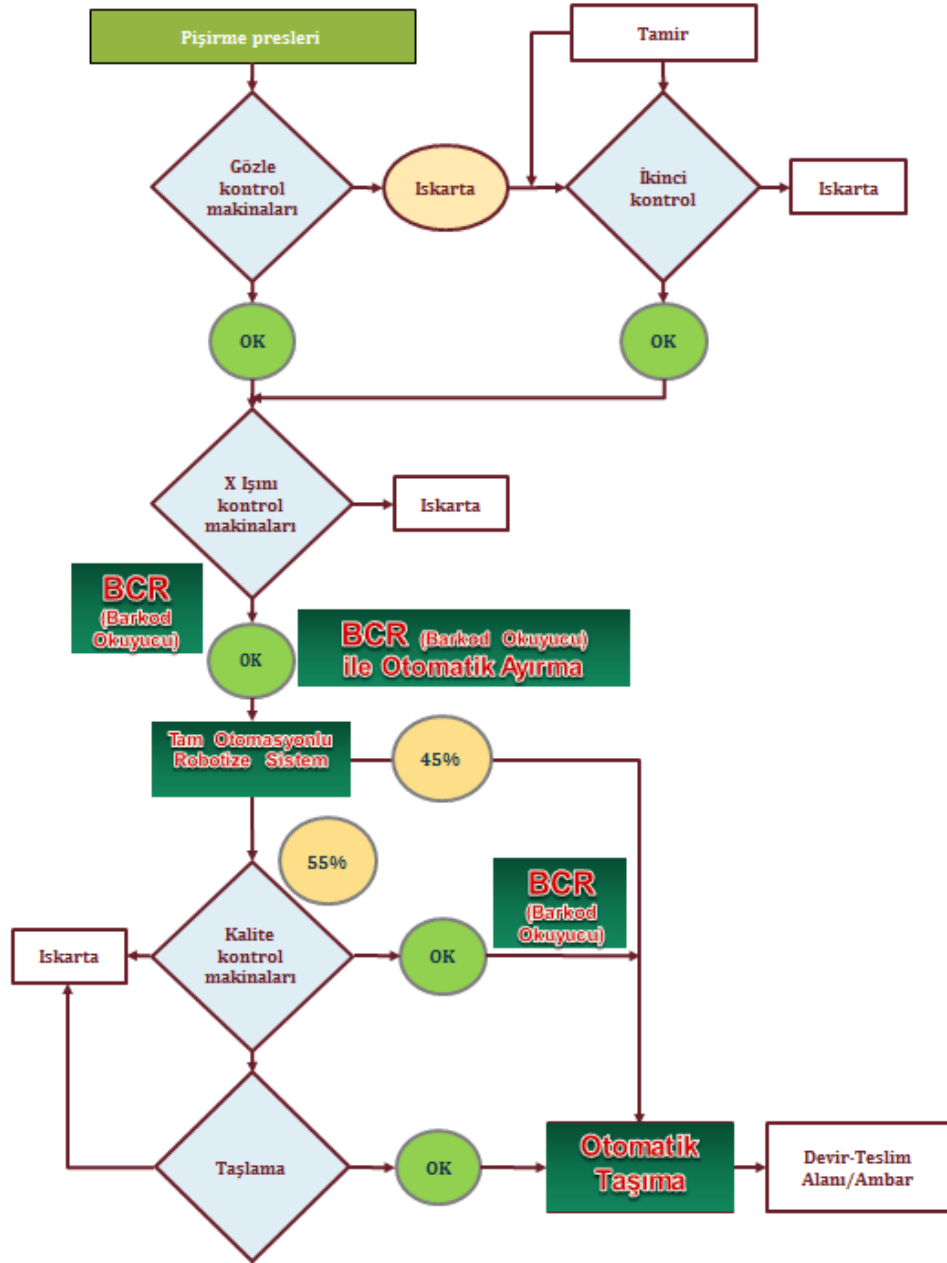
Çalışma tamamlandığında Son Kontrol Alanında insan gücü ile yapılan tüm prosesin yerini alacak robotize tam otomasyonlu bir proses akışı hedeflenmiştir. Şekil 2.7’de hedeflenen proses akışı görülmektedir.

➤ Hedeflenen proses akışında öncelikle barkod tabanlı otomasyon sistemine geçiş yapılacaktır. Bunun için Konfeksiyon Kısımında tüm lastiklere barkod etiketi yapıştırılması zorunlu hale getirilmiş ve barkodsuz lastiklerin Pişirme Kısımına girişi engellenmiştir.

➤ İkinci önemli hazırlık, veri tabanı oluşturmak için Bilgi İşlem Kısımında yapılacaktır. Veri tabanını oluşturacak yedekli ve tam sistem güvenliğine sahip iki adet SQL (Yapısal Sorgulama Dili, Structured Query Language) sunucu (server) satın alınarak şartlandırılmış bir odada kurulumu yapılacaktır.

➤ X ışını kontrol makinasında lastik kalite kontrol sonucunun ve X ışını görüntülerinin barkod altında kaydedilmesi sağlanacak ve ihtiyaç duyulduğunda bu bilgilere veri tabanından ulaşabilmek mümkün olacaktır.

➤ X ışını kontrol makinaları kısmında ayrıca lastikler tartılarak tolerans dışı lastiklerin ayrılması ve lastik ağırlıklarının barkod ile eşleştirilerek veri tabanında saklanması sağlanacaktır. Böylece lastiklerin kalite kontrol parametrelerine ağırlıkları da eklenmiş olacaktır.



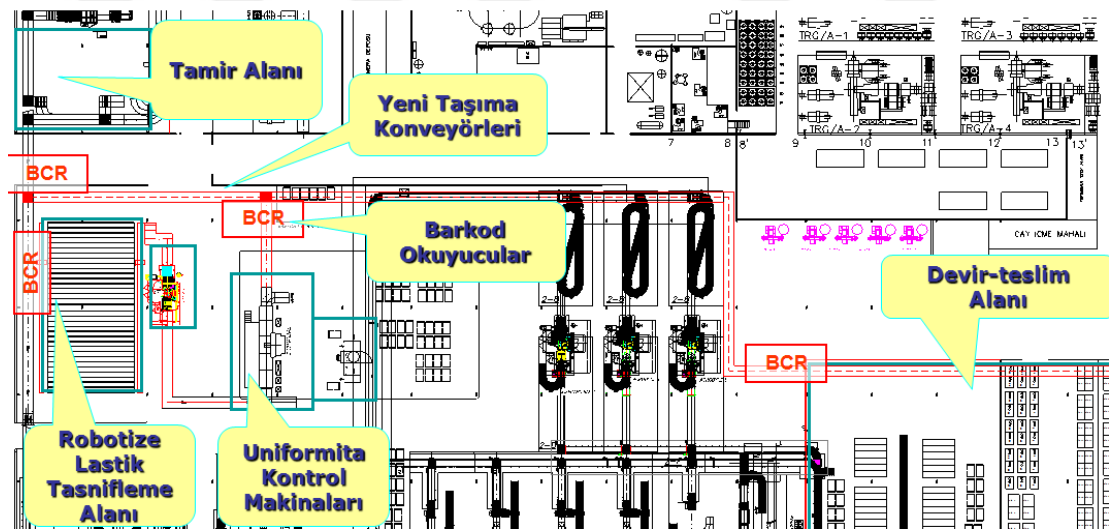
Şekil 2.7. Son Kontrol Alanı ve öncesi hedeflenen proses akışı diyagramı

- En büyük yeniliklerden biri Son Kontrol Alanına girişte olacaktır. Kurulacak barkod tabanlı otomasyon sistemi ile kontrol edilmesi gereken lastikler kalite kontrol makinaları öncesi lastik tasnifleme alanına yönlendirilecek, diğer lastikler doğrudan devir-teslim alanına gönderilerek gereksiz iş ve enerji kaybının önüne geçilecektir.
- Kalite kontrol makinaları öncesi lastik tasnifleme (stok) alanında tam otomasyonlu robotize sistemler kurularak lastiklerin ölçü bazında tasnif edilme işleminin tamamen insandan arındırılmış şekilde yapılması sağlanacaktır. Bunun için 2 adet robot dizayn

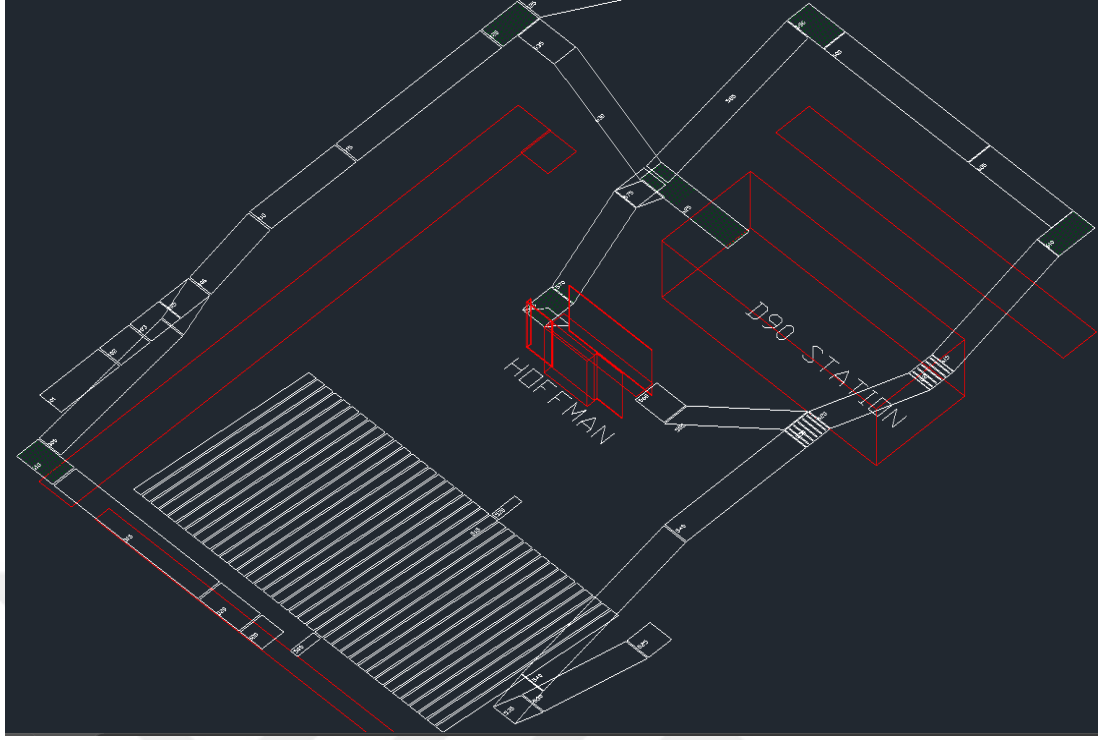
edilecek, biri çalışır durumdayken diğeri yedek bekleyerek proses kesintisiz olarak 24 saat çalışabilecektir. Bu noktada kesintisiz çalışma oldukça önemlidir, zira stok alanının durması bir önceki proses olan Pişirme Kısımının da durması demektir.

➤ Kontrol makinaları öncesi lastik tasnifleme alanında hedeflenen ikinci yenilik, kontrol makinalarının talep ettiği lastiklerin stok alanından alınıp kontrol makinalarının yükleme bantlarına atılmasıdır. Güncel durumda %100 insan gücü ile yapılan bu işlem için tasnifleme robotları ile aynı tasarıma sahip 2 adet robot tasarlanacaktır. Robotlardan biri çalışırken diğeri yedek bekleyecek ve sistemin kesintisiz çalışması sağlanacaktır. Robotlar stok alanında bulunan kanallardaki tüm lastiklerin hangi ölçüden ve kaç adet oldukları bilgisine kurulacak barkod tabanlı otomasyon sistemi ile sahip olacaktır. Dolayısıyla robot kontrol makinalarından talep geldiğinde ilgili kanala gidip lastikleri teker teker olarak kontrol makinaları yükleme bantlarına atmak üzere tasarlanacaktır.

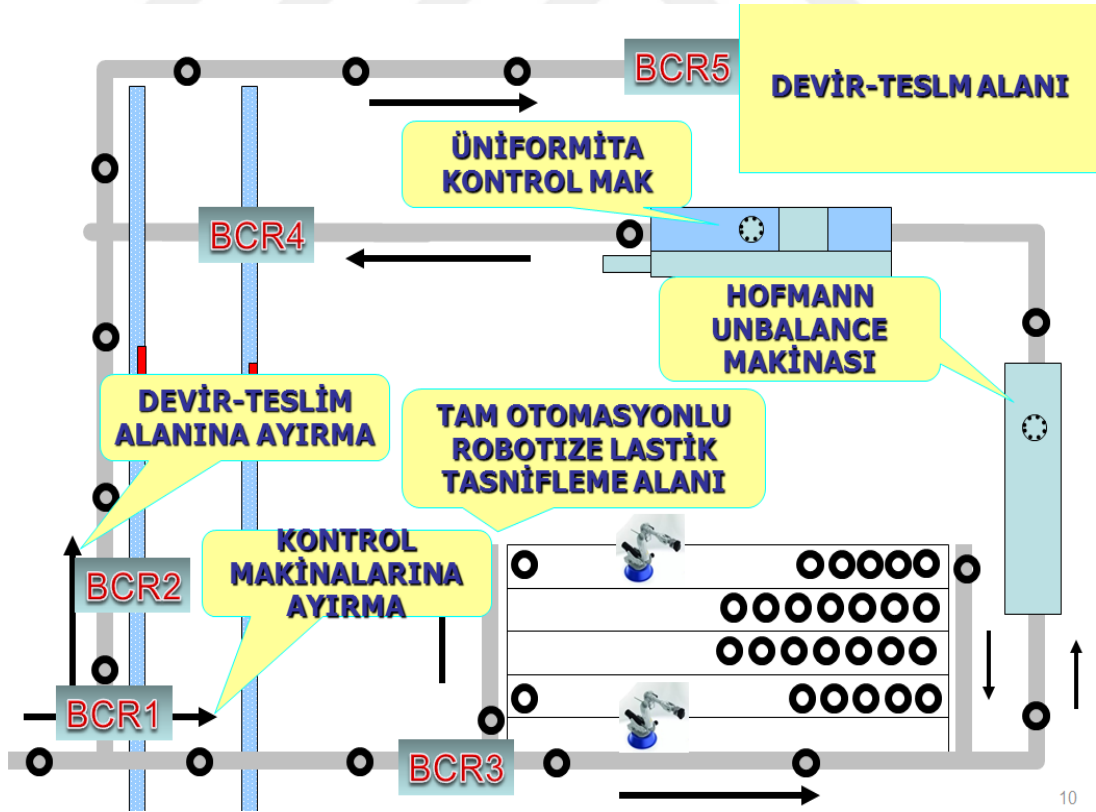
Şekil 2.8, 2.9, 2.10 ve 2.11’de tez çalışması sonrası Son Kontrol alanında hedeflenen yerleşim görülmektedir.



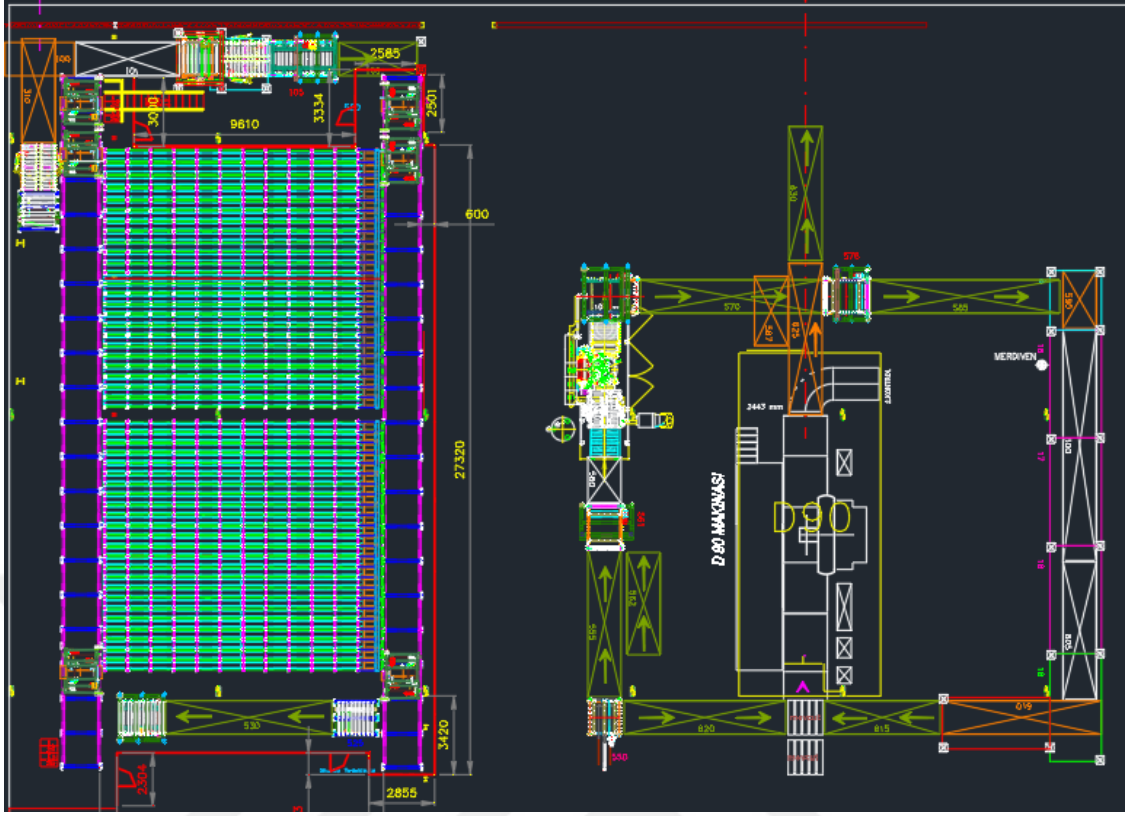
Şekil 2.8. Son Kontrol Alanı ve öncesi hedeflenen yerleşim



Şekil 2.9. Son Kontrol Alanı yerleşim tasarımı çalışması



Şekil 2.10. Son Kontrol Alanı ve öncesi hedeflenen yerleşim animasyonu



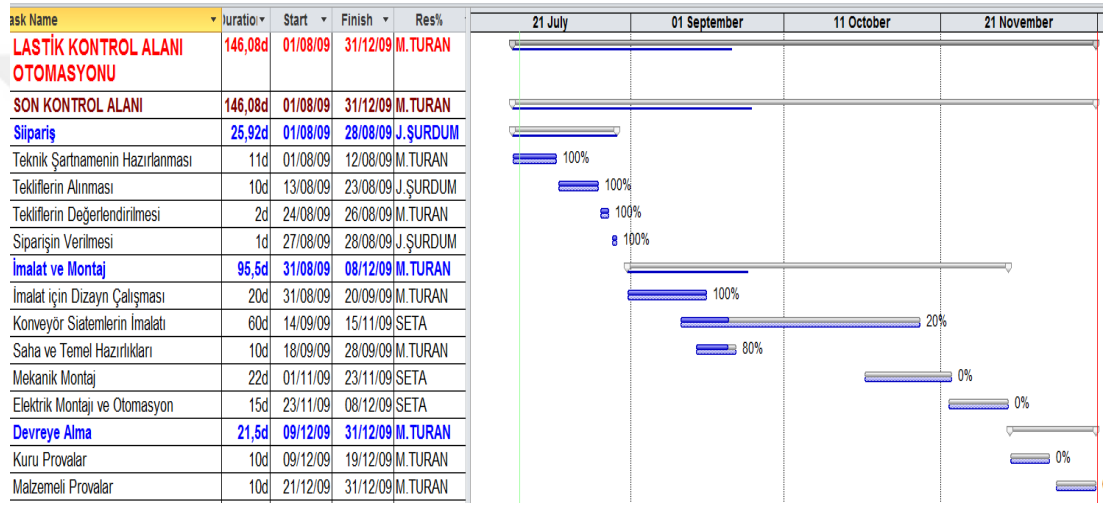
Şekil 2.11. Son Kontrol Alanı ACAD yerleşim tasarımı



### 3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

#### 3.1. Planlama Aşaması

Tez çalışması için gerekli fizibilite çalışması yapıldıktan sonra bütçe için önce Türkiye daha sonra İtalya genel merkezden onay alınmıştır. Toplam bütçe 800 bin Euro olarak belirlenmiş ve çalışma için zaman çizelgesi hazırlanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışmanın zamanlama planı

Çalışma sonunda Son Kontrol Alanında çalışan işçi sayısında 30 kişilik azaltım öngörüldüğünden ve bu öngörünün yıllık yönetim planında yer almasından dolayı tez çalışmasının uygulama aşamasının 6 ay gibi kısa bir sürede bitirilmesi gerekmektedir. Ayrıca en düşük maliyetle çalışmayı sonlandırma hedefi olduğundan uygulama aşamasında çalışacak firmaların yerli firmalar olmasına özen gösterilmiştir. Bu noktada alınan riskler de bulunmaktaydı. Çünkü Pirelli lastik fabrikaları arasında bu kadar geniş kapsamlı bir çalışma ilk kez genel merkezin koordinasyonu olmadan yerli ekip ve firmalar ile 6 ay gibi çok kısa bir sürede yapılmaktaydı.

Planlama aşamasında karşılaşılabilecek olası riskler ve zorluklar belirlenmiştir. Böylece olası risk ve zorluklara karşı tedbirlerin çok daha önceden belirlenmesi sağlanmıştır. En önemli risk çalışmanın tamamlanma zamanı, en büyük zorluklardan

biri de barkod uygulamasını üretimde standart hale getirip tüm proseste uygulayabilmektedir. Eğer lastiklere barkodlar doğru bir şekilde uygulanamaz ise bu çalışmanın başarıya ulaşma ihtimali çok düşük olacaktır. Çünkü kurulması düşünülen robotize otomasyon sistemi tamamen barkod tabanlı olup; barkodların okunup lastik ile ilgili verilerin eşleştirilmesi, veri tabanında saklanması ve gerektiğinde barkodların okunup veri tabanında bulunması ve lastikle ilgili verilere ulaşılması prensibine dayanmaktadır. Bu nedenle özellikle barkod otomasyonu ile ilgili risk ve olası zorluklar için gerekli tedbirler planlama aşamasından başlayarak alınmaya çalışılmıştır.

## **3.2. Barkod Tabanlı Otomasyon Sistemi**

### **3.2.1. Barkodların tanımı**

Kod okuma teknolojileri; parça veya ürün izlenebilirliğini, hatasız montaj s üre çerini ve müşteri hizmetlerini iyileştirmek ve geliştirmek için hızlı ve güvenilir veri toplamaktadır. Kodlar uygulandıkları parça veya ürün hakkında tanımlayıcı bilgiler barındıran ve kod okuyucular tarafından çözümlenebilen semboller olarak tanımlanabilir. Bu semboller bir kod okuyucu tarafından okununca şifreleri çözülmekte, kaydedilmekte ve pek çok farklı kullanım amacına (fiyatlandırma, sipariş karşılama, üretim boyunca izlenebilirlik, ürün ayırma, sevkiyat vb.) yönelik veriler sunmaktadır. Yıllar boyunca, farklı sektördeki bir çok işletmelere yardımcı olacak farklı kod biçimi tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları Şekil 3.2, 3.3, 3.4 ve 3.5’de özetlenmiştir. Bu bilgiler COGNEX görüş ve tanımlama sistemleri kataloğundan alınmıştır.



Şekil 3.2. 1-D barkodlar



Şekil 3.3. 2-D datamatriks kodlar



Şekil 3.4. Posta kodları



Şekil 3.5. Yığın (Stacked) kodlar

### **3.2.2. Barkodların tarih çesi**

İlk barkod uygulaması 1970'lerden itibaren hayatımıza girmeye başlamıştır. İlk kod patenti 1952'de alındıysa da, vagonları etiketlemek için ticari olarak ilk kez kullanılmaları bundan sonraya rastlar.

Haziran 1974'te, Amerika Birleşik Devletleri'nin Ohio eyaletindeki bir süpermarkette ilk kod tarayıcı sistemi kurulmuş ve kod etiketli bir ürün ilk kez okutulmuştur. Okunan ilk ürüne basit bir sakız paketidir.

Yıllar içinde kodlar hayatımızın vazge çilmez birer par çası oldular. Farklı biçimlerde karşımıza çıkan kodlar ürün üreten, satan, satın alan ve dağıtan tüm endüstrilere fayda sağlamaktadır. Kodlar verilerin daha hızlı ve daha güvenilir toplanabilmesine, karar alma süreçlerinin geliştirilmesine, olası insan hatalarının ortadan kaldırılmasına, eğitim sürelerinin kısaltılmasına ve ürünlerin tüm kullanım/hizmet/ömürleri boyunca izlenebilmesine yardımcı olurlar.

### **3.2.3. Lastiklere barkod etiketi uygulamasına geçiş süreci**

Barkod tabanlı otomasyon uygulamasına geçiş için ilk adım üretilen her bir lastiğe barkod okuyucular tarafından okunabilecek şekilde barkod etiketlerinin yapıştırılmasıdır. Barkodun yapıştırılacağı bölgenin seçiminde bir dizi denemeler yapıldıktan sonra lastiğin topuk üstü bölgesinin en uygun alan olduğu belirlenmiştir. Bu bölge lastiğin doğal aşınma bölgesinden (sırt bölgesi) uzak, aşınma olasılığı en az riskli bölgesidir. Ayrıca lastiklerin barkodlarının konveyör üzerinde taşınma sırasında okunabilmesi gerekmektedir. Bu bölge okunabilirlik açısından da uygun bir bölge olarak tespit edilmiştir. Çünkü lastikler konveyör üzerinde yatay pozisyonda taşındıklarından topuk bölgesi üzerindeki barkodlar konveyör üzerine monte edilen barkod okuyucular ile okunabilecektir. Ayrıca kontrol makinalarının girişlerinde lastiklerin topukları fırçalar yardımıyla sabunlanırken bu bölgenin üstüne monte edilecek 1 veya 2 barkod okuyucu ile barkod okunabilecektir.

Üretim sürecinde yapılan test çalışmaları olumlu sonuçlanmış ve Konfeksiyon Kısmında lastiklerin topuk bölgesi üzerine barkod etiketleri yapıştırılmaya başlanmıştır. Şekil 3.6'da kullanılan barkod etiketleri ve Şekil 3.7'de lastiğin topuk bölgesi üzerine uygulanmış hali görülmektedir.

Barkod veya RFID teknolojilerinden hangisinin kullanılacağı konusunda detaylı bir çalışma daha önce Pirelli merkez bilgi teknolojileri grubu tarafından yapılmış ve barkod etiketlerinin kullanılması kararı alınmıştır. Bu nedenle RFID ve barkod teknolojisi karşılaştırması tekrar yapılmamıştır.



Şekil 3.6.Barkod etiketleri



Şekil 3.7.Lastiğin topuk bölgesi üzerindeki barkod etiketi

Barkod etiketleri lastiklerin topuk bđgesi üzerine uygulandıktan sonra barkod okuyucu ile okutulup sistemde lastik ile eşleştirilmiş, veri tabanında kaydedilmiş ve böylece lastiğe bir kimlik kazandırılmıştır. Lastiklerin barkod eşleştirilmesi yapıldıktan sonra o ana kadar lastiğin imalatında kullanılmış tüm ürün ve proses bilgileri de barkod veri tabanına eklenmiştir. Artık lastiğin üretim aşamasında kullanılmış tüm malzemeler, kullanılan tüm makinalar, proses parametreleri, kalite kontrol sonuçları ve imalat sürecinde çalışan işçilerin kayıtları gibi veriler elektronik veri tabanında barkod ile eşleştirilmiş ve kayıt altına alınmıştır. Oluşturulan veri tabanı Bilgi İşlem Bđlümünde özel olarak hazırlanmış ve şartlandırılmış odalardaki sunucularda (server) bulunmaktadır (şekil 3.8).



şekil 3.8. Özel şartlandırılmış Bilgi İşlem odasında bulunan sunucular (server)

Bu sunucular %100 güvenli, yedekli ve profesyonel sunuculardır. Sunucular otomatik olarak yedekleme yaptığından veri tabanındaki verilerin kaybedilme riski ortadan kaldırılmıştır. Bunun yanında sunucuların satın alındığı firma ile periyodik bakım anlaşması yapılmış ve böylece bilgi güvenliği maksimum düzeyde sağlanmaya çalışılmıştır.

#### **3.2.4. X ışını makinası barkod uygulaması ve tartım otomasyonu**

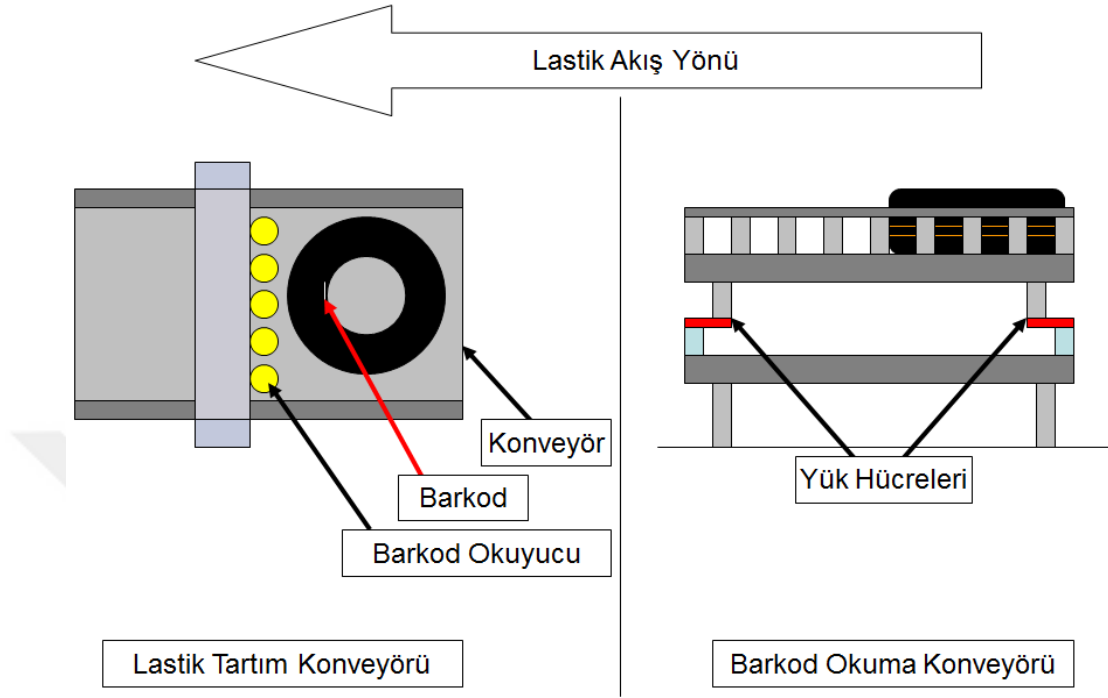
Pişirme Kısmından konveyör bantlar ile gözle kontrol alanına gelen lastikler bu alanda işçiler tarafından fiziksel olarak dikkatlice kontrol edilmekte, üzerinde kalan gereksiz lastik kırıntıları temizlenmekte ve konveyör bantlara yüklenmektedir. Bir sonraki istasyon X ışını kontrol makinalarıdır. Bu makinalarda lastiğin içindeki çelik kuşakların durumu dikkatlice incelenmekte ve testi geçen lastikler konveyör üzerinde tartılarak son kontrol alanına gönderilmektedir.

X ışını kontrol makinalarında test edilen lastiklerin test sonuçlarının ve sonrasında tartım sonuçlarının bir veri tabanında kaydedilmesi ve gerektiğinde bu verilere ulaşılabilmesi için barkod okuyucu ve tartım otomasyonu yapılmıştır.

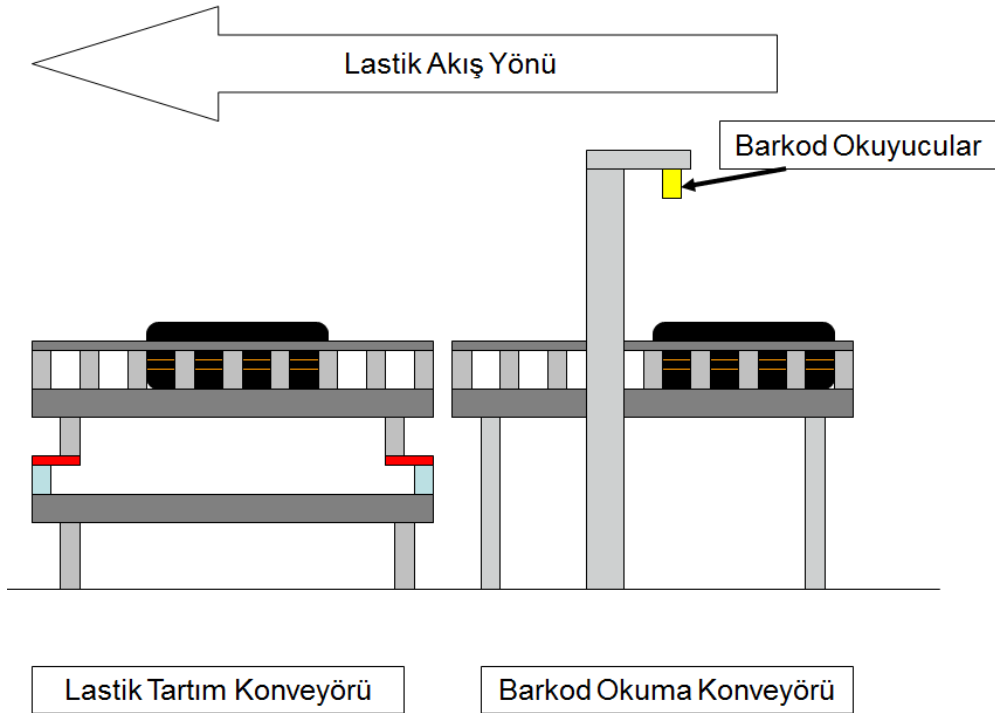
Bu uygulama için konveyör üzerine 5 adet değişik açılarda monte edilmiş barkod okuyucular kullanılmıştır. Gelen lastiğin barkodu okunduktan sonra X ışını makinasından alınan kontrol sonuçları barkod altında kaydedilmekte ve lastik tartılmak üzere tartım konveyörüne yönlendirilmektedir. Tartım konveyöründe tartılan lastiğin tartım sonucu yine barkoda kaydedilip veri tabanında saklanmaktadır. Tartım otomasyonunun aşamaları Şekil 3.9, 3.10 ve 3.11’de gösterilmektedir.

X ışını kontrol makinasında çelik kuşakların ek yerleri ve formu incelenirken görüntülerinin kaydı da yapılmaktadır. Bu görüntüler de barkod veri tabanında lastiğin barkodu ile eşleştirilerek saklanmıştır. Böylece lastiklerin piyasadan müşteri şikayeti ile geri gelmesi durumunda, barkodları okunup veri tabanındaki X ışını görüntülerine ulaşılabilme imkanı olmuştur. Dolayısıyla müşteriye lastiğin piyasaya hangi şartlarda gönderildiği bilgisi bu görüntüler ile ispat edilebileceğinden lastiğin kalitesi hakkında müşteriye detaylı bilgi verilebilmesi imkanı sağlanmıştır. Müşteri şikayetleri lastik üreticileri için çok değerli ve önemlidir, çünkü müşteri orijinal

araba imalatçısı olabilir ve yapılan şikayetlerin haklı olması durumunda bu süreç araba üreticisinin lastik alımını sonlandırması ile de sonuçlanabilmektedir.

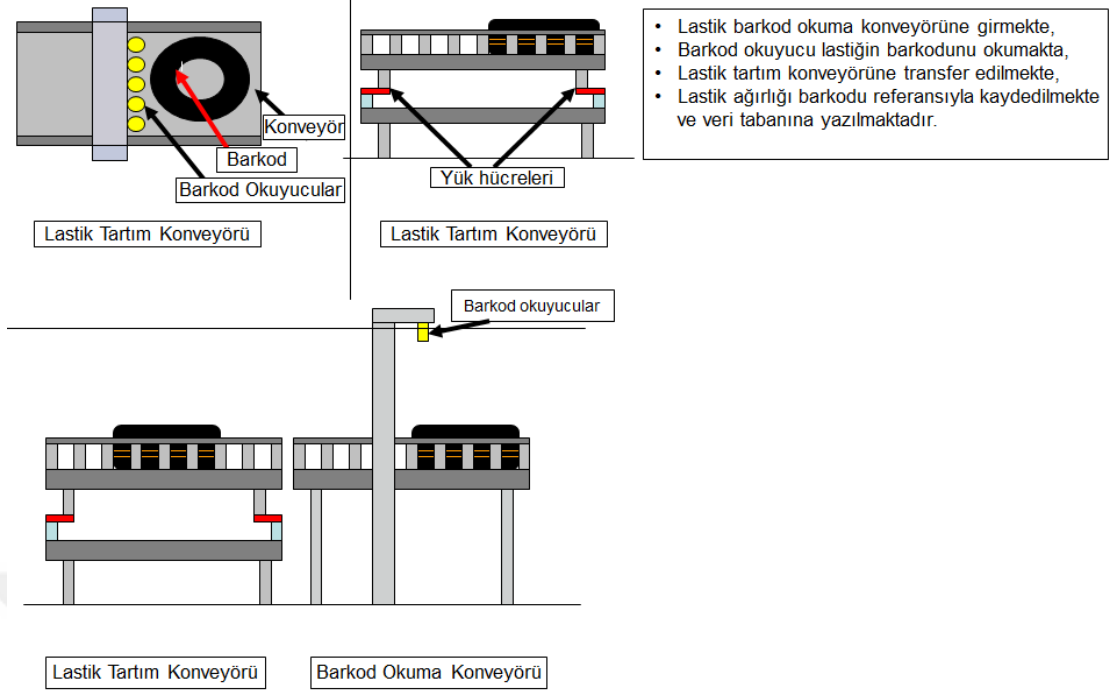


Şekil 3.9. X ışını makinası barkod ve tartım otomasyonu-1



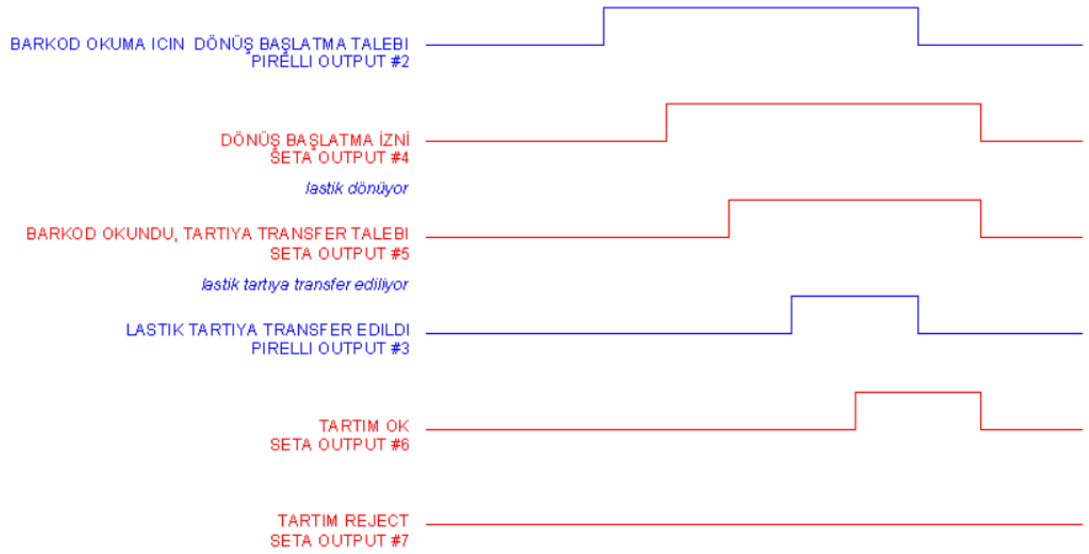
Şekil 3.10. X ışını makinası barkod ve tartım otomasyonu-2



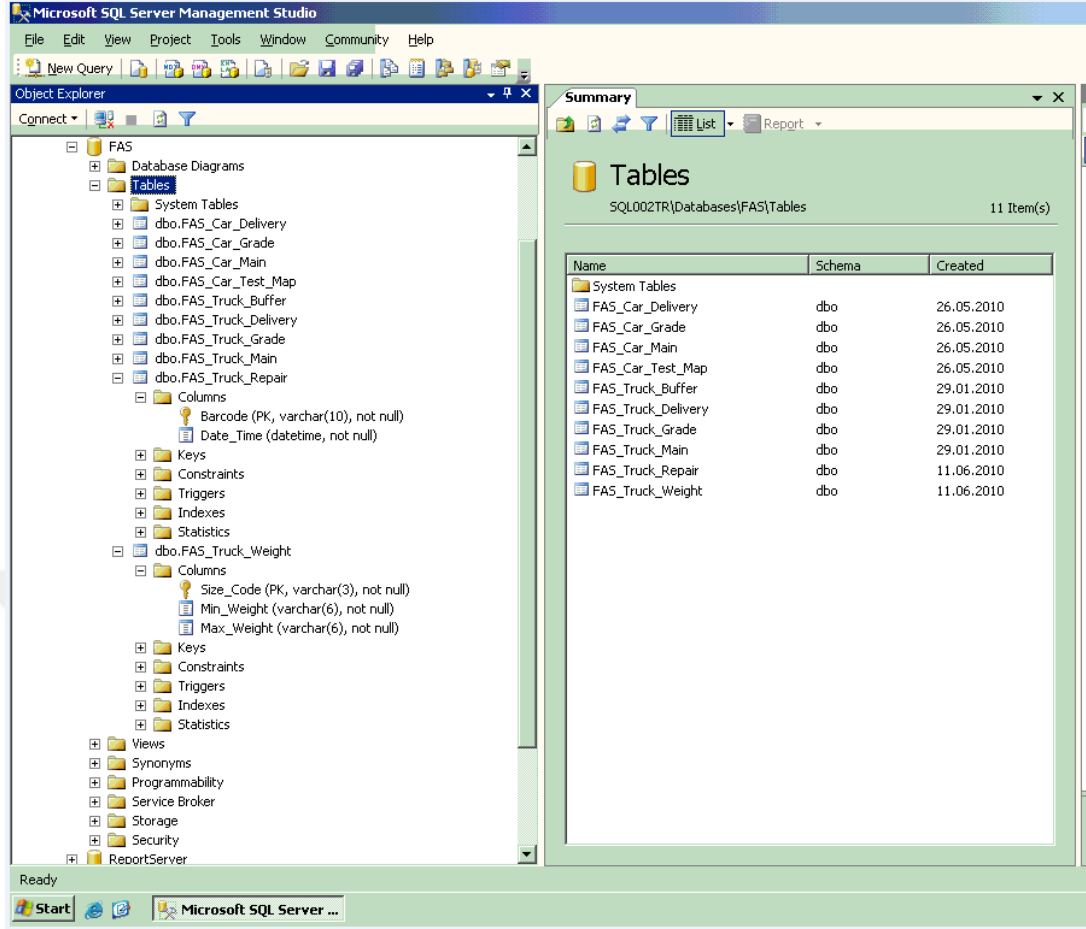


Şekil 3.11. X ışını makinası barkod ve tartım otomasyonu-3

X ışını makinası test ve lastik tartım sonuçlarının barkoda kaydedilmesi sırasında tartım konveyörü PLC, ana PLC ve Bilgi İşlem odasındaki SQL sunucu arasındaki haberleşme adımları Şekil 3.12’de, SQL sunucu veri tabanı da Şekil 3.13’de gösterilmiştir. Barkod okuma ve okunan barkodun SQL veri tabanında taranması ile ilgili programlama örnekleri EKLER kısmında verilmiştir.



Şekil 3.12. X ışını makinası test ve lastik tartım otomasyonu işlem adımları



Şekil 3.13. Bilgi İşlem SQL sunucu veri tabanı

Veri tabanında tartım sonuçları barkod ile aşağıdaki formatta eşleştirilmektedir :

Barkod (Barcode) : VARCHAR(10) PRIMARY KEY

Ölçü Kodu (Size\_Code) : VARCHAR(3)

Teorik Ağırlık (Theoretical\_Weight) : VARCHAR(6)

Ölçülen Ağırlık (Measured\_Weight) : VARCHAR(6)

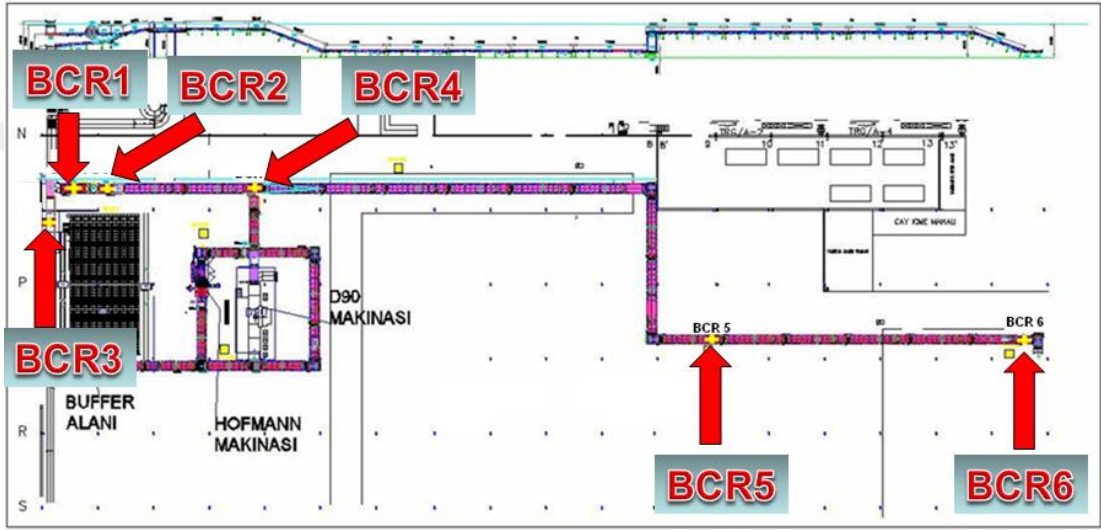
Sonuç (Result) : VARCHAR(1) ( A,B OR C)

Tarih\_Zaman (Date\_Time) : DATETIME

Görüldüğü gibi lastiğin barkodu, lastiğin hangi ölçüden olduğu, teorik lastik ağırlığı, tartım sonucu gerçek ağırlık, tartım sonucuna göre lastiğin sınıflandırılması ve tartım gün ve saati veri tabanında kaydedilmektedir. Herhangi bir zamanda bu verilere ulaşmak için lastiğin barkodu okutulduğunda lastiğin hangi tarih ve saatte test edildiği ve tartıldığı, tartım sonucunda hangi sınıfta değerlendirildiği bilgilerinin tümüne ulaşılabilecek, dolayısıyla geçmişe yönelik lastik izlenebilir olacaktır.

### 3.2.5. Son kontrol alanı girişi barkod otomasyonu

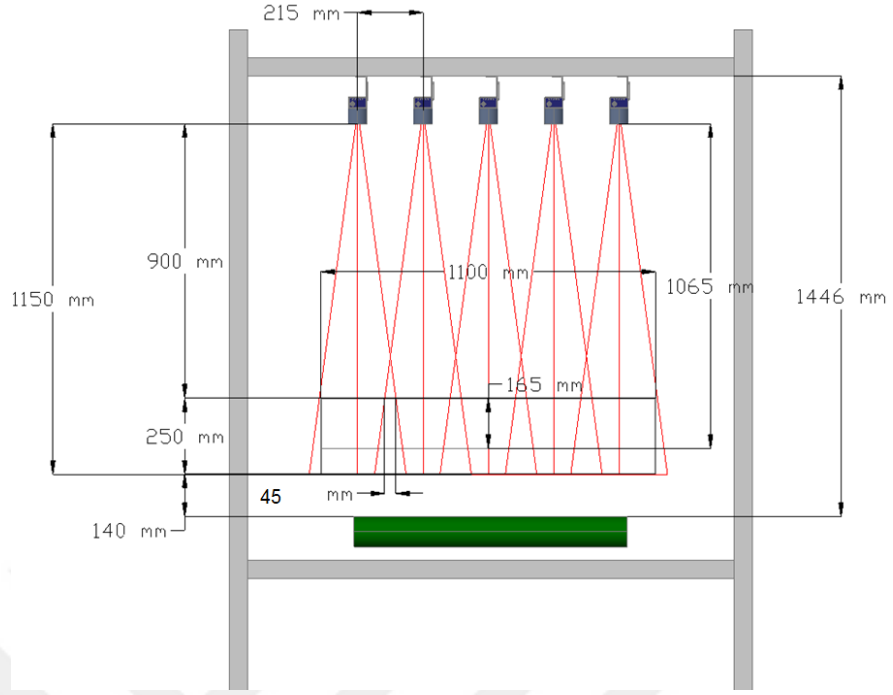
X ışını makinasında test edilen lastikler konveyör bantlarla Son Kontrol Alanına gönderilir. Bu noktadan sonra lastikler barkod okuyucular ile okunarak kimlikleri tespit edilecek ve ona göre işleme tabi tutulacaklardır. Şekil 3.14’de konveyör bant üzerinde monte edilen 5’li ya da 7’li tüm barkod okuyucular yerleşim üzerinde gösterilmektedir. Barkod okuyucular buldukları yer ve konuma göre 5’li ya da 7’li olarak seçilmiştir.



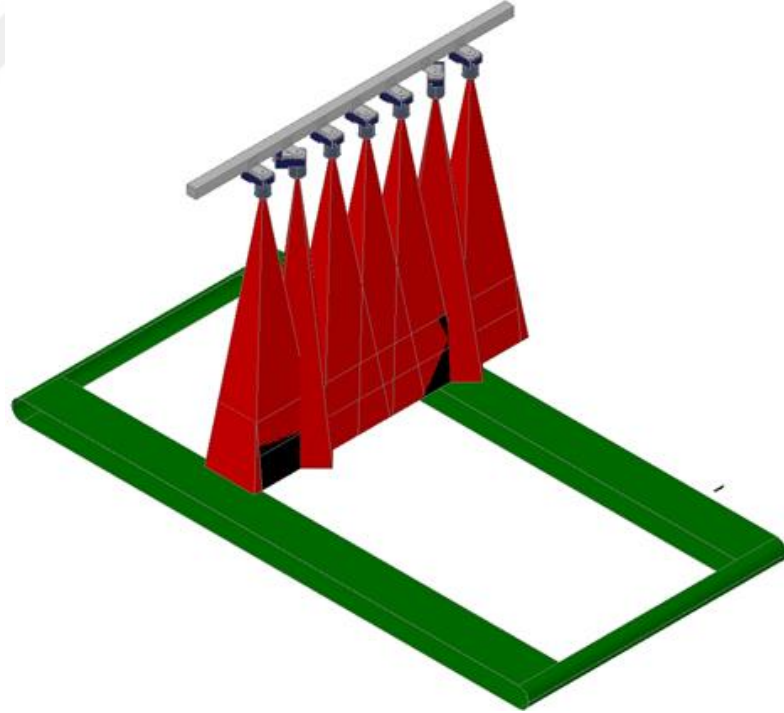
Şekil 3.14. Son Kontrol Alanında kullanılan çoklu barkod okuyucular

BCR<sup>1</sup> 1, Son Kontrol Alanı girişindeki konveyör üzerine monte edilmiş ilk çoklu barkod okuyucudur. Her biri farklı açılarda 7 adet barkod okuyucu monte edilmiştir. Barkod okuyucu sayısına karar verilirken detaylı çalışma ve analizler yapılmış, bu çalışmalar sonucunda son montaj şekline karar verilmiştir (Şekil 3.15 ve 3.16). Okuyucuların yerden yüksekliği, aralarındaki mesafe, montaj açıları, konveyör bantın hızı, çözünürlük, odak noktası gibi parametreler her bir istasyon için kalibre edilmiştir. Okuyucuların bulunduğu çevredeki ışık şiddeti de okuma kalitesini etkileyen parametrelerden biri olarak önemlidir. Bu nedenle gerekli yerlere ilave aydınlatma sistemleri montajı yapılmıştır. BCR 1 ve BCR 2’nin montaj yerleşimi Şekil 3.17’de görülmektedir.

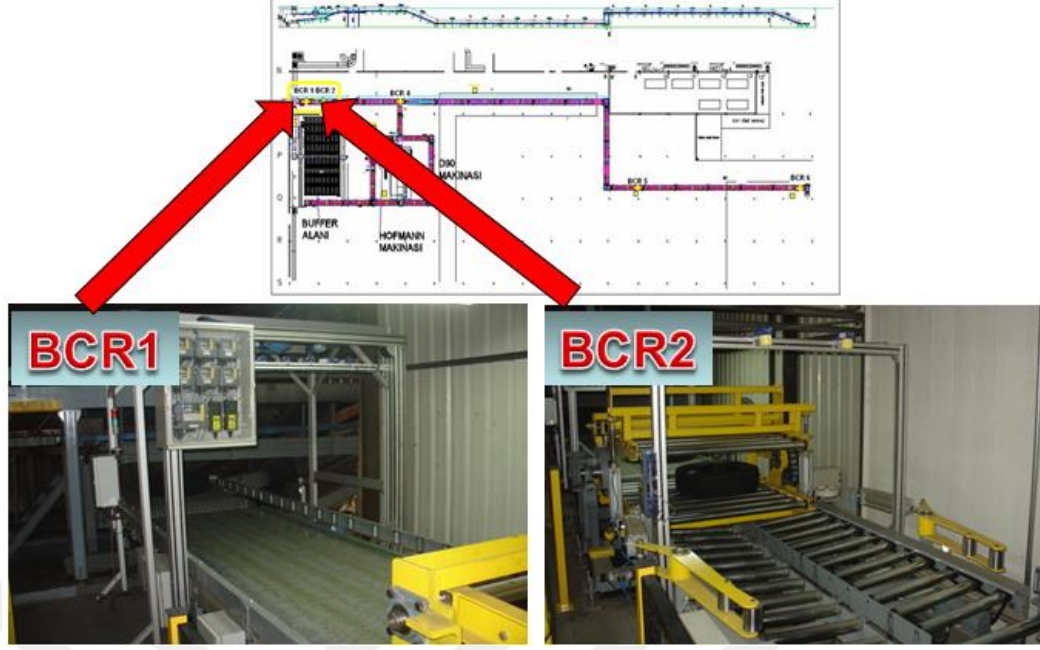
<sup>1</sup> BCR – Barcode Reader (Barkod Okuyucu)



Şekil 3.15. Barkod okuyucu montaj şekli çalışması-1



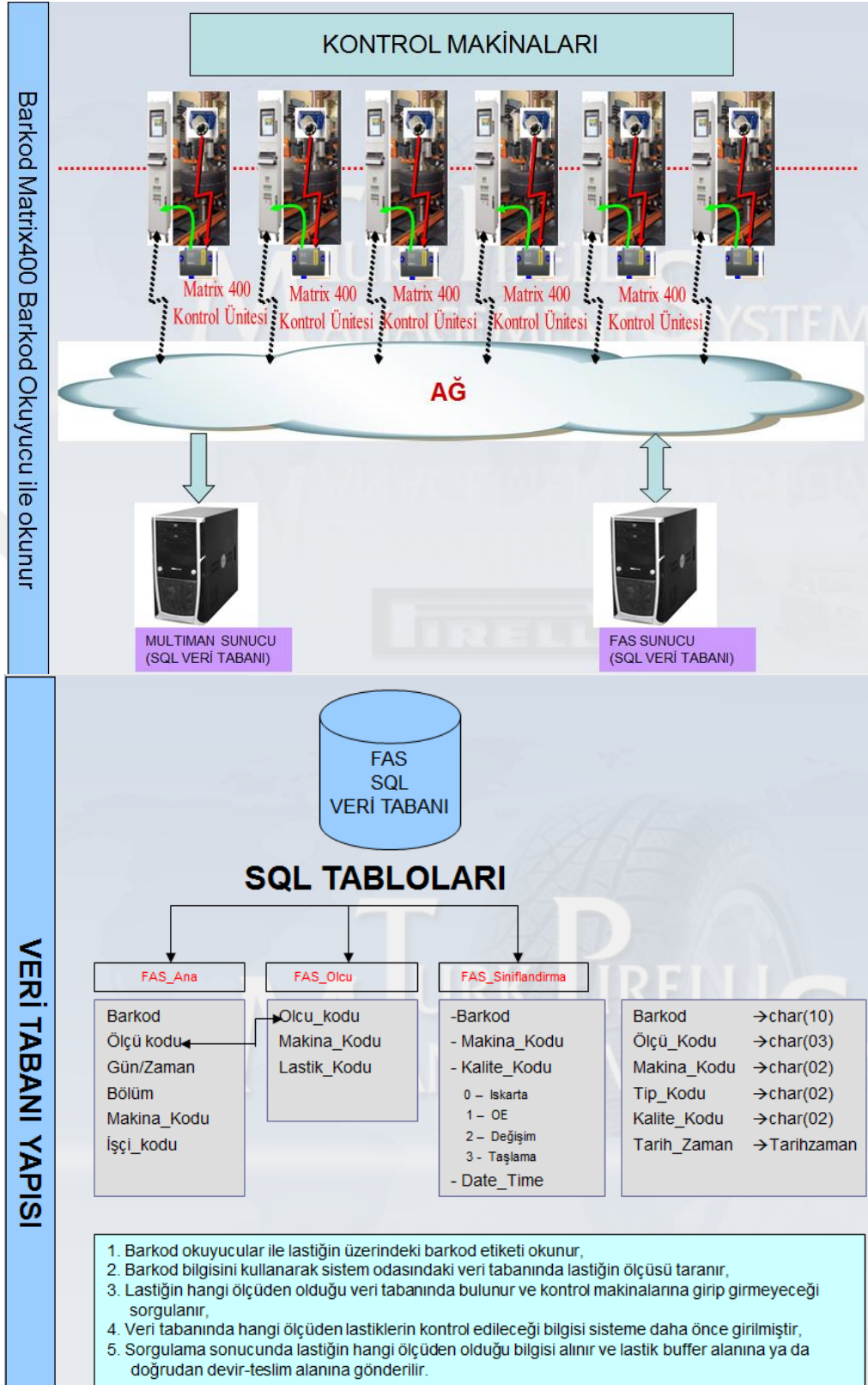
Şekil 3.16. Barkod okuyucu montaj şekli çalışması-2



Şekil 3.17. Son Kontrol Alanı girişi barkod okuyucular (BCR 1 ve BCR 2)

BCR 1’de okunamayan lastikler, barkodun lastiğin alt kısmında olabilme olasılığına karşı çevirici istasyonunda ters çevrilip BCR 2’ye yönlendirilmektedir. Eğer lastik BCR 2’de de okunamazsa kontrol makinaları öncesi stok alanında ayrılmış bir kanalda stoklanmakta ve barkod etiketinin okumama nedenleri araştırılmaktadır. BCR 1 veya BCR 2’de barkodu okunan lastikler için veri tabanında sorgulama işlemi yapılmaktadır (Şekil 3.18). BCR 2 istasyonunda sadece ters çevrilen lastikler okunduğundan ve zaman kaybı önemli olmadığından lastikler bu istasyonda döndürülürken yukarıya monte edilen 2 adet okuyucu ile barkodları okunmuştur.

BCR 1 veya BCR 2’deki sorgulama sonucunda lastik ya kalite kontrol makinalarında (uygunluk, balanssızlık ve geometri kontrolü) test edilmesi için stok alanına ya da doğrudan devir-teslim alanına yönlendirilmektedir. Bu noktada yapılan otomasyonla günlük yaklaşık 1125 adet lastik için gereksiz taşıma ve tasnifleme işinin yapılması engellenmiştir. Otomasyon öncesinde tüm bu lastikler konveyör bant ile stok alanına taşınmakta, buradaki işçi tüm lastiklerin ölçüsünü anlamaya çalışmakta, banttaki kas gücü ile alıp kanala atmakta ve kanaldan lastikleri başka bir işçi paletlere koymaktaydı. Paletlere dizilen lastikler de taşıma araçları ile devir-teslim alanına götürülmekteydi. İşte bu noktada yapılan otomasyon ile tüm bu gereksiz iş gücü ve enerji ortadan kaldırılmıştır.



Şekil 3 18. Veri tabanında lastik ölçüsünün sorgulanması

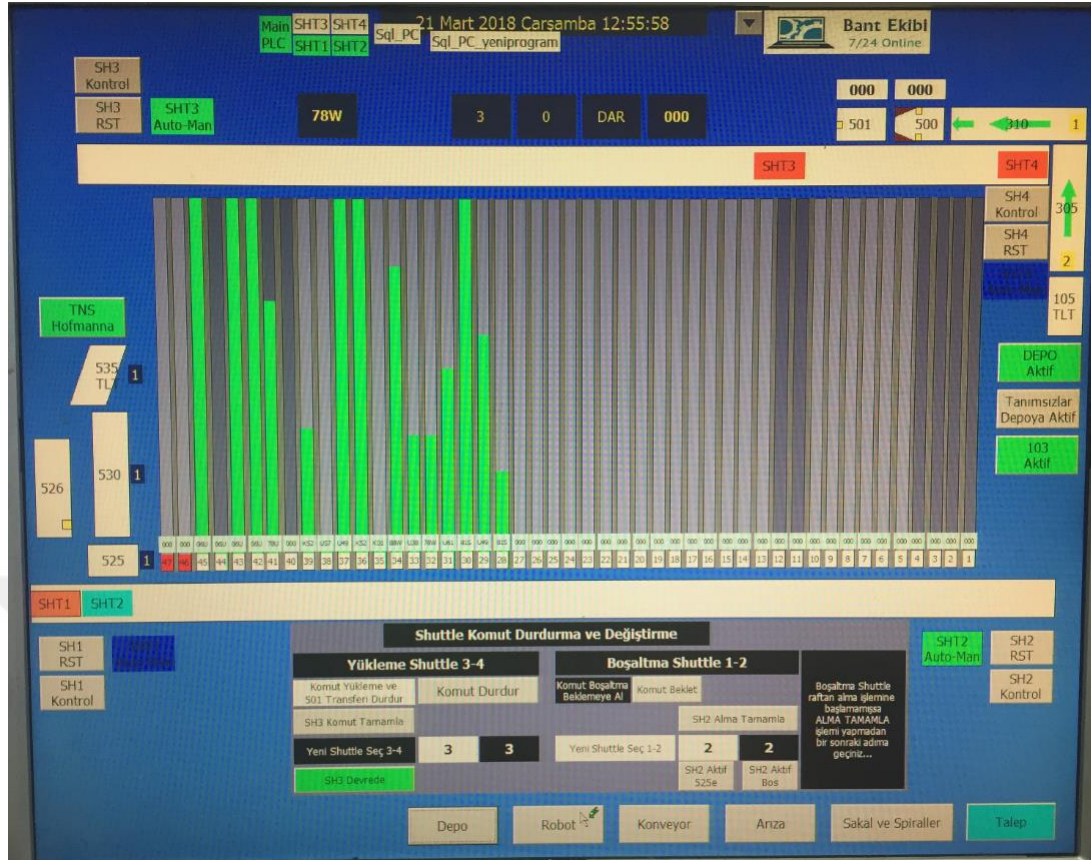
### 3.2.6. Kontrol makinaları stok alanı girişi barkod otomasyonu

Kalite kontrol makinalarında test edilecek olan lastikler BCR1 ve/veya BCR 2'den geçtikten sonra kontrol makinaları öncesi stok alanına gelir. Stok alanı girişinde barkod okuma işlemi konveyör üzerinde 5 ya da 7'li barkod okuyucu setleri ile değil, 2 adet barkod okuyucu ile yapılmaktadır. Bunun nedenlerinden biri maliyet azaltımı iken diğer önemli sebep ise iki işin bir arada yapılmasıdır. Çünkü lastikler stok alanı girişinde önce merkezleme grubuna gelir ve döndürme sehpasında yatay pozisyonda döndürülür (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Stok alanı öncesi lastik merkezleme ve döndürme sehpası

Bu esnada 2 adet barkod okuyucu üstten lastiğin barkodunu okur. Bir önceki adımda anlatıldığı gibi Bilgi İşlemdeki sunucular ile haberleşilerek lastiğin ölçüsü belirlenir ve bu bilgi tasnifleme robotuna iletilir. Tasnifleme robotu stok alanındaki 47 adet kanalın her birinde kaç adet lastik olduğunu ve hangi ölçüden oldukları bilgisine yapılan otomasyon ile sahiptir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Kontrol makinaları öncesi stok alanı SCADA<sup>1</sup> görüntüsü

Barkodu okunan lastik çevirici rulo grubu yardımıyla yatay pozisyondan düşey pozisyona çevrilir. Robot lastiği almak üzere lastik çeviricinin bulunduğu pozisyona gelir ve düşey pozisyonda lastiği üzerine alır (Şekil 3.21 ve 3.22).

Robot aldığı lastiği ölçüsünün bulunduğu ilgili kanala götürür ve bırakır. Bu işlemler sırasında oldukça hassas pozisyonlama sistemleri kullanılmıştır. Robot yataklar üzerinde servo motor dişli sistemi ile hareket etmekte ve diğer tarafta lastik tekerleklerle desteklenmektedir. Robot tasarımında basit ve bakımı kolay sistemler tasarlanarak kurulan mekanizmanın uzun süre kullanılabilirliği hedef olarak seçilmiştir. Hassas pozisyonlama için servo motor arkasında enkoder kullanılmış, pozisyonlamanın doğrulanması için de her bir kanalın merkezine yaklaşım sensörleri monte edilmiştir. Bu sensörler sadece robotun kabaca doğru kanala gittiğinin doğrulanması amacıyla kullanılmıştır.

<sup>1</sup> SCADA : Supervisory Control And Data Acquisition - Merkezi Denetleme Kontrol ve Veri Toplama

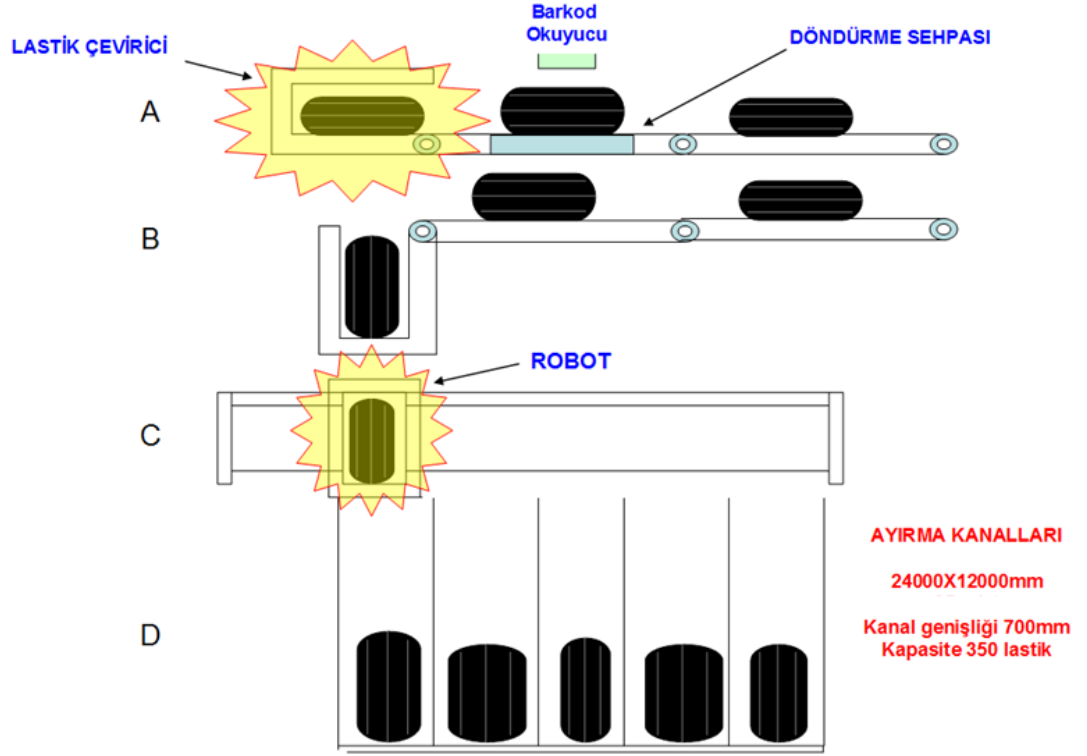




Şekil 3.21. Lastik çevirici grubu ve lastiğin robota transferi

Robotun hassas pozisyonlaması için kullanılan açışal enkoder robotu dişli ve yataklar yardımıyla hareket ettiren servo motor arkasında monte edilmiştir. Bu enkoder yardımıyla herhangi bir anda robotun hangi pozisyonda olduğu bilgisi PLC sisteminde kayıtlıdır. Yaklaşım sensörleri ise her bir kanalın merkezinde monte edilmiştir. Yaklaşım sensörleri enkoder pozisyonunun doğruluğunu kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. Robot ilgili yaklaşım sensörü pozisyonunda iken enkoderden gelen veri aynı bilgiyi doğrulamıyor ise robot alarm vererek durmakta ve pozisyonunun doğruluğunun kontrol edilmesini talep etmektedir.

Çalışmakta olan robotun arızalanması olasılığına karşı yedek ikinci bir robot tasarlanmıştır. Bekleme istasyonunda hazır bekleyen bu robot ihtiyaç halinde otomatik olarak hizmete girmektedir. Çalışmakta olan robot arıza yapması durumunda otomatik olarak park istasyonuna çekilmekte ve yerini yedek robota bırakmaktadır. Bu şekilde yedekli çalışma ile sistemin güvenilirliği en üst düzeye çıkarılmıştır. Robotların yer değişimi otomatik olarak gerçekleşmektedir.



Not : A ve B kesitten, C ve D üstten görünüştür.

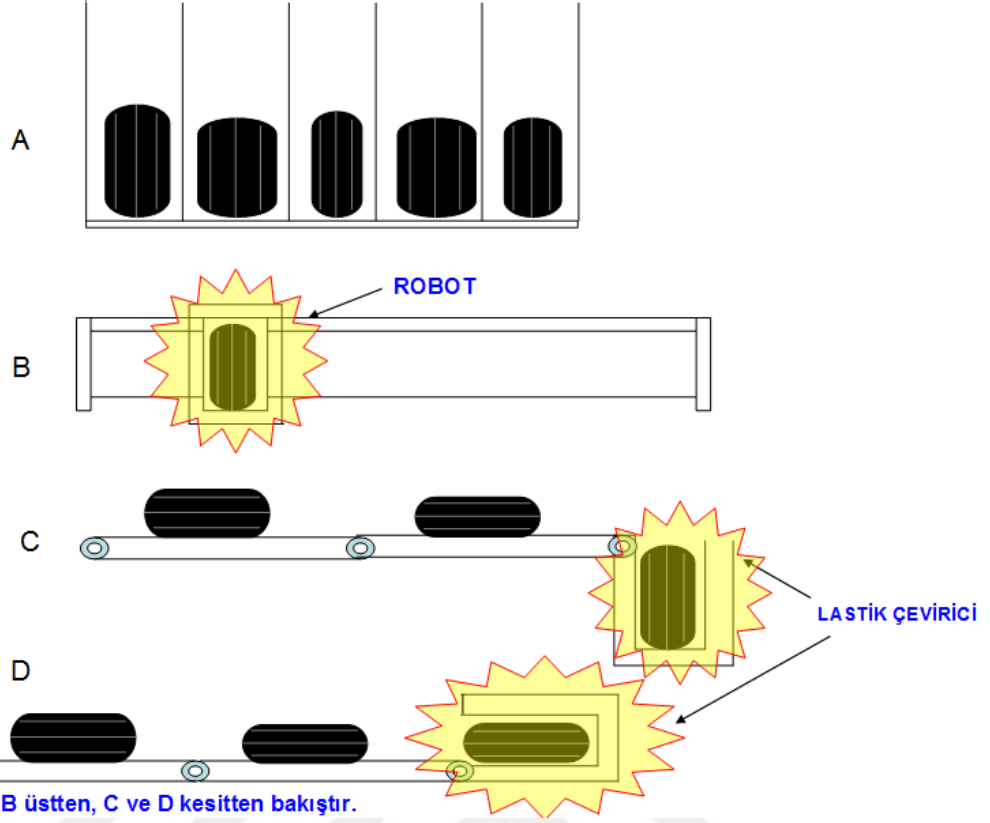
Şekil 3.22. Kontrol makinaları stok alanı lastik alma robotu taslak çalışması

### 3.2.7. Kontrol makinaları stok alanı çıkışı barkod otomasyonu

Kontrol makinaları öncesi lastik tasnifleme (stok) alanı girişindeki robotize sistemin tasarım ve çalışma prensibi olarak bir benzeri de stok kanalları çıkışında dizayn edilmiştir (Şekil 3.23 ve 3.24).



Şekil 3.23. Stok alanı çıkışı robotize sistem



Şekil 3.24. Stok alanı çıkışı lastik alma robotu taslağı

Kontrol makinalarından lastik talebi geldiğinde kontrol makinaları öncesi lastik tasnifleme alanı çıkışındaki robot otomatik olarak göreve başlamaktadır. Bu prosesin mantıksal işlem sırası şu şekildedir :

- Kontrol makinasının hangi ölçüye ait lastikten kaç adet istediği bilgisi robota otomasyon sistemi yardımıyla ulaşır,
- Robot buffer alanındaki 47 kanalda bulunan tüm lastiklerin kaydına ulaşabildiğinden hangi kanalda hangi ölçüde lastikten kaç adet olduğunu bilir ve gelen talebe göre hangi kanala gideceğine karar verebilir,
- Robot ilgili kanala gider, pozisyonlamasını yapar ve düşey pozisyonda stoklanmış olan lastiği özel tasarlanmış mekanik bir sistemle kendi üzerine alır (Şekil 3.25). Tasarlanan özel mekanik düzenekle kanalın ucundaki lastik, arkasında ve kendisine yaslanmış olan lastik grubundan ayrılır ve robotun üzerine yüklenir.
- Robot lastiği düşey pozisyonda taşıyarak yükleme bantına götürür ve pozisyonlamasını yapar,



Şekil 3.25. Stok alanı çıkışı robotun kanaldan lastiği üzerine alması

- Robot lastiği düşey konumda rulolu çevirici grubuna düşey pozisyonda transfer eder (Şekil 3.26),
- Rulolu çevirici grubu lastiği düşey pozisyondan yatay pozisyona çevirerek kontrol makinaları yükleme bantına bırakır,
- Robot bu işlemi kontrol makinalarından istenen sayıdaki her bir lastik için yapar ve görevini tamamlayıp bekleme modunda yeni gelecek talepleri bekler.

Lastik alma robotu için de bir adet yedek robot tasarlanmış ve bekleme istasyonunda göreve hazır halde tutulmaktadır. Çalışmakta olan robotun arızalanması halinde yedek robot otomatik olarak onun yerini alır. Arızalı robot ise bakım pozisyonuna gider ve kendisine müdahale edilmesini bekler. Robotların görev değişimi otomatik olarak gerçekleşir. Robotlar enerjisini 3 fazlı voltaj barasından almakta, dolayısıyla kablo paleti kullanılmamaktadır. Haberleşme için de kablosuz haberleşme ile robot ve PLC grubu arasında profinet<sup>1</sup> haberleşme ağı üzerinden iletişim sağlanmıştır. Robotlar sürekli hareket halinde olduklarından kablo paleti kullanılmaması bakım

<sup>1</sup> Ethernet protokolü ile çalışan haberleşme ağı

için çok büyük bir kolaylık olmuştur. Çünkü kablo paleti kullanılması durumunda palet içindeki kabloların kopma ve zaman zaman bakım yapılma ihtiyacı ortaya çıkacağından bakım açısından her zaman arıza oluşturma riski olacaktır. Dolayısıyla sistem tasarımında bakım kolaylığı her zaman dikkate alınmıştır.



Şekil 3.26. Stok alanı çıkışı robotun lastiği çevirici gruba vermesi

Kontrol makinaları öncesi lastik tasnifleme alanı kanalları eğimli olarak tasarlanmıştır (Şekil 3.27). Stok alanı girişindeki robot, lastiği kanala bıraktığında lastik kendi ağırlığı ile yuvarlanmakta, kanalda lastik varsa çarpıp durmakta veya kanal sonundaki durdurucu ruloya kadar gitmektedir. Kamyon lastiklerinin yanakları (lastiğin sırtı ile topuğu arasındaki bölge) dayanıklı olduğundan çarpma kuvveti bir deformasyona sebep olmamaktadır. Bu nedenle eğimli kanallar tercih edilmiş ve karmaşık bir stoklama sistemi kurulmamıştır. Lastiklerin üst üste robotlar yardımıyla da stoklama alternatifi otomobil lastikleri için kullanılmaktadır. Ancak bu uygulama hem daha maliyetli hem de montaj için daha geniş bir alan gerektirmektedir.



Şekil 3.27. Kontrol makinaları öncesi lastik tasnifleme alanı kanalları

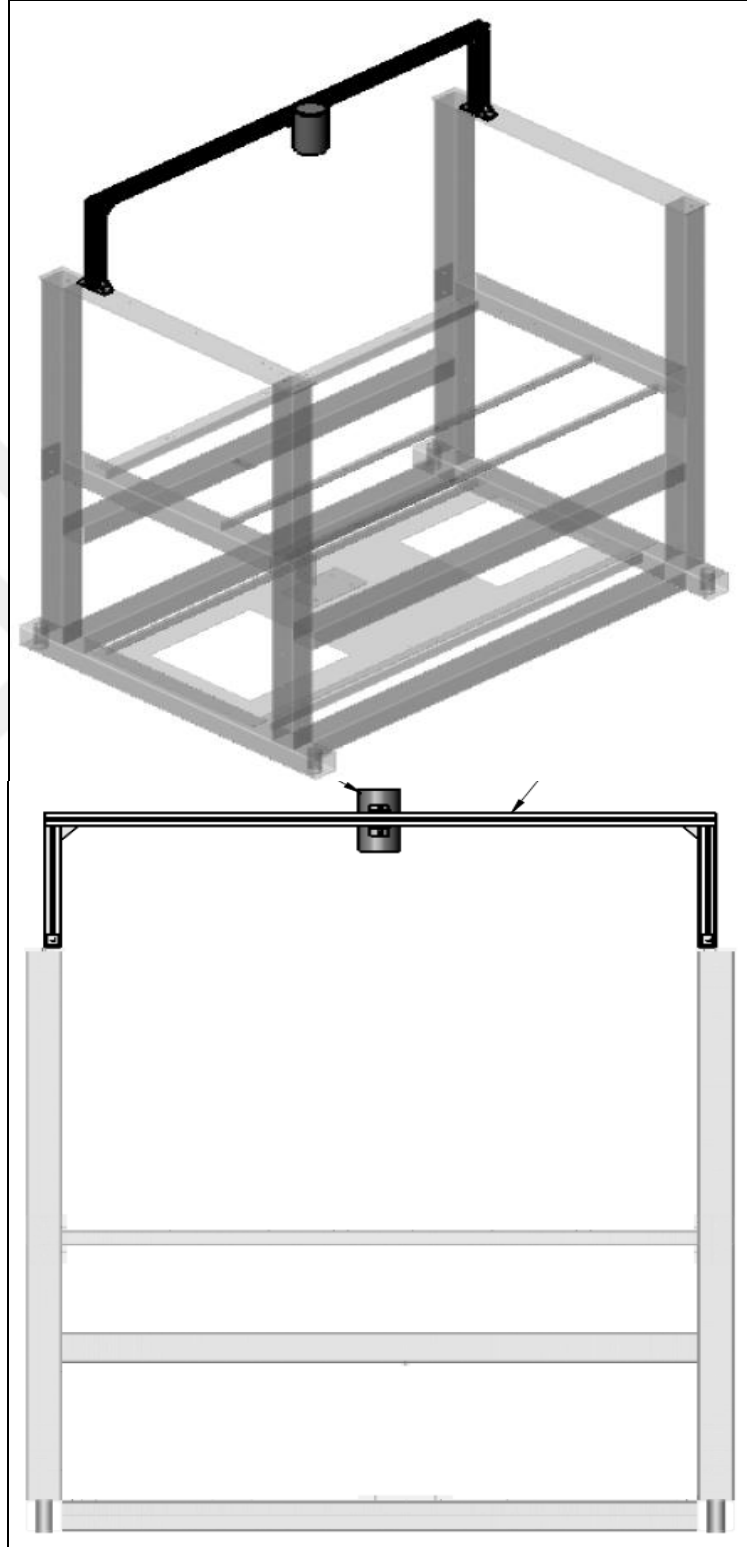
### 3.2.8. Kontrol makinaları otomatik reçete değişim otomasyonu

Otomasyon öncesinde stok alanından kalite kontrol makinalarına sadece aynı ölçüdeki lastikler gönderilebilmekte ve lastikler gruplar halinde kontrol makinalarında test edildikten sonra işçiler tarafından yeni grup lastikler makinalara yüklenebilmekteydi. Bunun nedeni her değişik ölçüden lastik için makina operatörünün makinarya reçete<sup>1</sup> girme zorunluluğudur. Kontrol makinası operatörü kontrol edilecek lastiğin ölçüsüne göre makinarya yeni reçete girmekte, bu talebi stok alanındaki yükleme operatörüne iletmekte ve yükleme operatörü makinaların yükleme bantlarına stok alanından talep edilen lastikleri yüklemekteydi. Tüm iletişim fiziki olduğundan ve insan gücü ile yapıldığından kontrol makinalarında beklemler olur ve makinaların verimi düşmekteydi.

Barkod tabanlı otomasyona geçildiğinde kontrol makinalarında test edilecek lastikleri stok alanından robot yükleyeceği için kontrol makinalarının gelen lastiğin ölçüsünü algılayabilmesi ihtiyacı duyulmuştur. Bu nedenle kalite kontrol makinalarında otomatik reçete değiştirme iyileştirmesi yapılmıştır. Kontrol makinalarına gelen lastiklerin ölçü gruplarının belirlenmesi için barkodlarının mutlaka okunması gerekmektedir. Bu nedenle makina girişlerine barkod okuyucular

<sup>1</sup> Lastikerin tipi, kalite kontrol toleransları, proses parametreleri, kalite sınıflandırma şartları ve limitleri gibi verilerin bir arada olduğu makina set up parametreleri

monte edilmiş (Şekil 3.28 ve 3.29) ve makina PLC programlarında gerekli yazılım değişiklikleri yapılmıştır.



Şekil 3.28. Kontrol makinası girişi barkod okuyucu montaj tasarımı

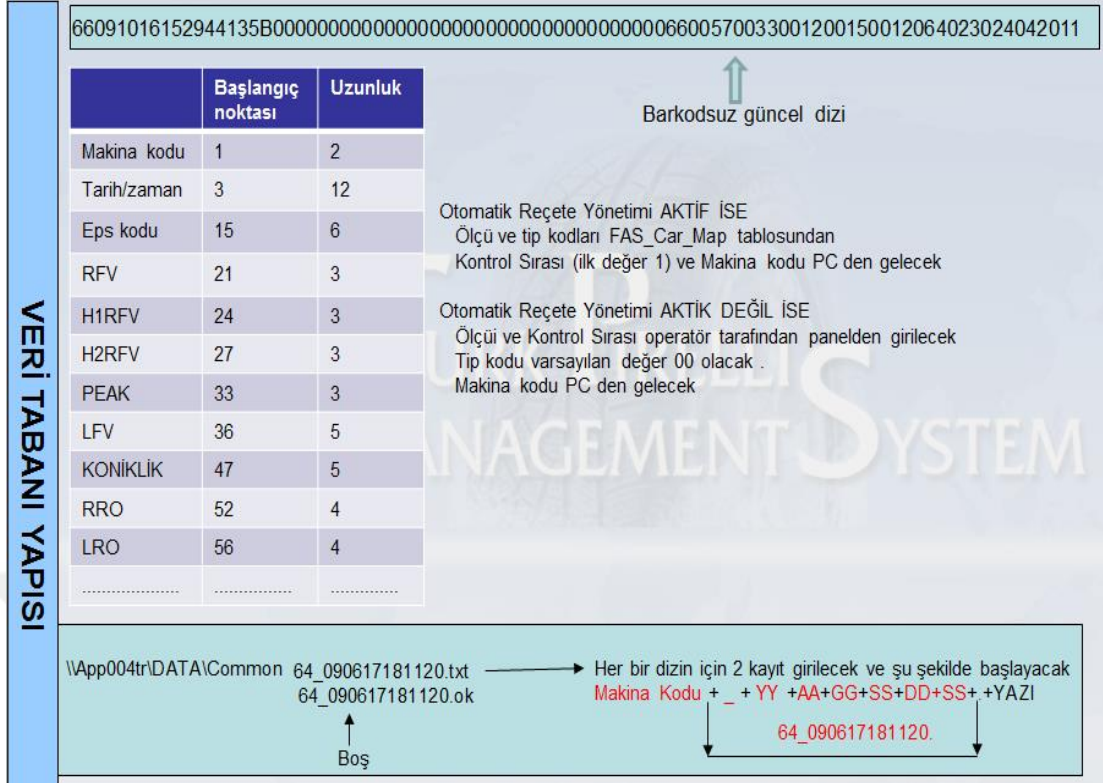


Şekil 3.29. Kontrol makinası girişi barkod okuyucu

Otomatik reçete değişim otomasyonu tez çalışmasının en zor aşamalarından biri olmuştur. Çünkü bu aşamada kalite kontrol makinalarının yazılımlarında değişiklik yapma ihtiyacı doğmuştur. Bu değişiklikleri yapmak için de makina üreticilerinin onayını almak ve bazı yazılım değişikliklerinde işbirliği yapılmalıydı. Aksi halde makina üreticisi ile yapılan servis anlaşmasının kuralları ihlal edilmiş olacaktır.

Bu adımda kalite kontrol makinaları üreticileri olan Almanya'dan Hofmann ve Amerika'dan Micro Poise firmaları ile iletişime geçilerek yapılacak çalışmanın detayları, hazırlanan teknik şartnameler ile yazılı ve sözlü olarak anlatılmıştır. Öncelikle yapılacak çalışmanın tüm detaylarını içeren bir teknik şartname hazırlanarak Hofmann ve Micro Poise firmaları ile paylaşılmıştır. Teknik şartnamenin özeti EK-E'de ve şekil 3.30'da gösterilmiştir. Bu teknik şartnameler öncelikle üretici firmalar tarafından incelenmiş ve detaylar üzerinde tartışılmak üzere tele konferans ve video konferanslar düzenlenerek çalışmanın son hali şekillendirilmiştir.





Şekil 3.30. Otomatik reçete değişim otomasyonu şartnamesi / Hofmann

### 3.2.9. Esnek mod (Flex mode) çalışma otomasyonu

Kontrol makinalarında reçete değişim otomasyonu yürütülürken, makinanın çalışma modunda da bir değişiklik yapma ihtiyacı doğmuştur. Mevcut durumda kontrol makinaları lastikleri sadece grup (batch) modunda kontrol edebilmekteydi. Yani aynı ölçüdeki lastikler gruplar halinde makinaya atılmakta ve makina aynı reçete ile bu lastikleri kontrol etmekteydi. Bu durum makinanın kontrol edebileceği lastik miktarını düşürmekteydi. Çünkü lastikler makinaya gruplar halinde atıldığında; kontrol edilecek lastiklerin bir alanda stoklanması ve yeterli sayıya ulaşıncaya kadar makinaya atılması gereksinimini doğurmaktaydı. Bu nedenle bazı ölçülerden lastiklerin kontrol edilmesi için bir kaç gün beklenmesi gerekebilmekteydi. Çünkü kontrol edilecek lastik ölçüsü pişirmede az sayıda preste pişiriliyorsa Son Kontrol Alanına gelme zamanı uzamaktaydı.

Otomatik reçete değişim otomasyonu ile birlikte aynı jant aralığında olup farklı ölçüdeki lastiklerin aynı anda makinaya atılabilmesi mümkün olacaktır. Makina girişinde lastiğin barkodu, barkod okuyucular ile taranacak, veri tabanında bulunacak

ve lastiğin ölçüsü belirlenebilecektir. Böylece makinaya gelen lastiğe ait reçete makina tarafından otomatik olarak değiştirilecektir. Bu otomasyonun hatasız tasarlanması gerekmektedir, zira farklı ölçüdeki lastiklere ait kontrol sonuçları ve sınıflandırma karıştırılırsa bazı lastiklerin piyasaya yanlış sınıflandırma ile gitme riski vardır.

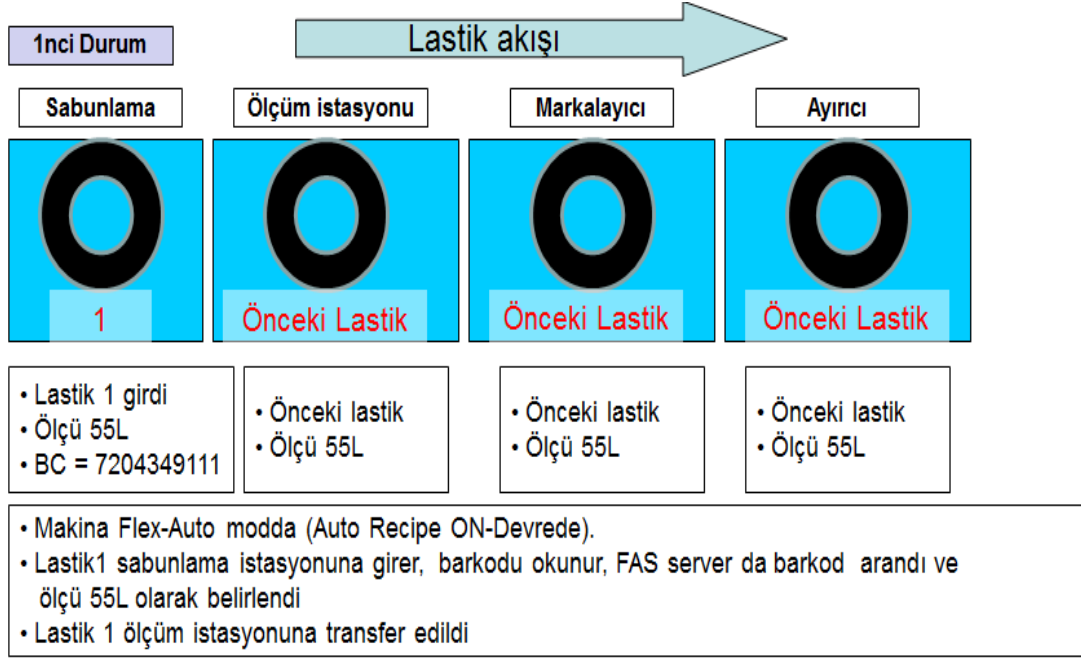
Bu nedenle tasarlanan otomasyon defalarca test edilip gözlemlenmiştir. Sıfır hataya ulaşıncaya kadar devam eden denemeler sonucunda makinalar esnek mod ile çalışmaya başlamıştır. Bu iyileştirme sonrasında makina üretim kapasitesi %30 oranında artmıştır.

Şekil 3.31 ve 3.32’de esnek modun çalışma prensibi özetlenmiştir :

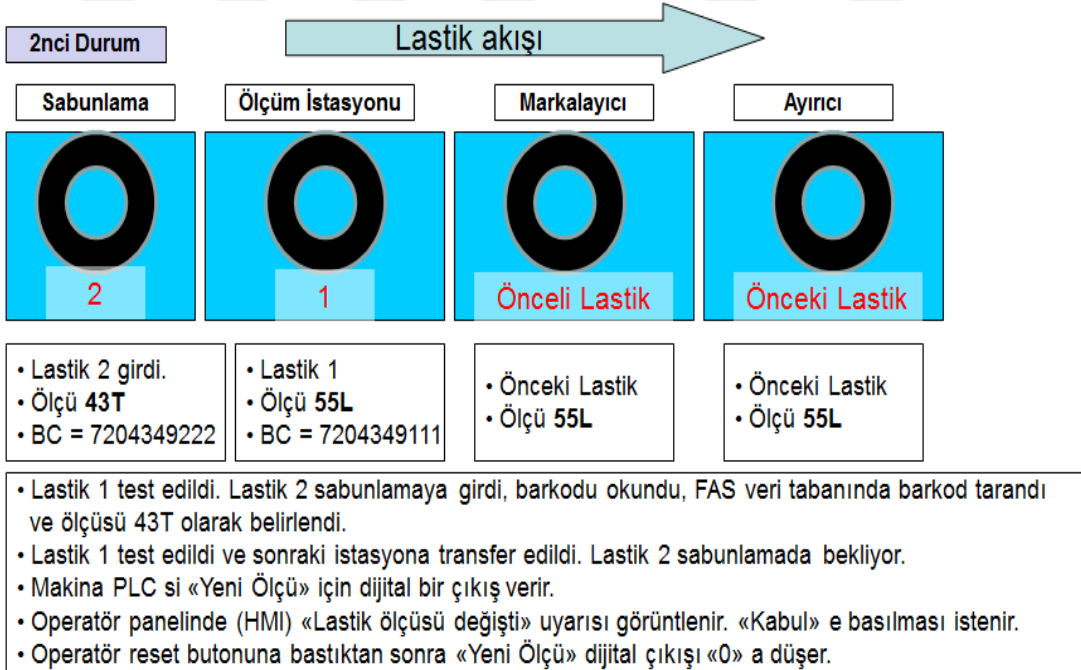
- Değişik ölçülerdeki lastikler makina girişine gelir,
- “1” nolu lastik sabunlama istasyonuna girer,
- Lastiğin barkodu okunur,
- Barkod Bilgi İşlemdeki sunucuda bulunan veri tabanında taranır ve lastiğin ölçüsü bulunur (Buradaki örnekte lastiğin ölçüsü 55L),
- Lastik ölçüm istasyonuna transfer edilir,
- “2” nolu lastik sabunlama istasyonuna giriş yapar,
- “2” nolu lastiğin barkodu okunur,
- Barkod Bilgi İşlemdeki sunucuda bulunan veri tabanında taranır ve lastiğin ölçüsü bulunur (Buradaki örnekte lastiğin ölçüsü 43T),
- Bu esnada lastik “1” ölçüm istasyonunda test edilmiş ve beklemektedir,
- Lastik “2” ölçüm istasyonuna transfer edilir,
- Aynı anda makina PLC’si yeni tip lastik geldiğini operatöre bildirmek için sayısal bir çıkış verir ve operatöre ekranında “Lastik ölçüsü değişti” uyarısı verilir,
- Operatör “Kabul” butonuna bastıktan sonra PLC’nin verdiği sayısal çıkış “0” a düşer.

Yukarıda anlatılan esnek çalışma modunda aynı tip lastiklerin gruplar halinde gelmesi durumu anlatılmıştır, tezin ilerleyen safhalarında her gelen lastiğin ayrı tip olma durumu oluşmuş ve operatörün sürekli yeni gelen ölçü için uyarı mesajını sıfırlamasını önlemek amacıyla sıfırlama işlemi otomatik olarak yapılmıştır. PLC’nin

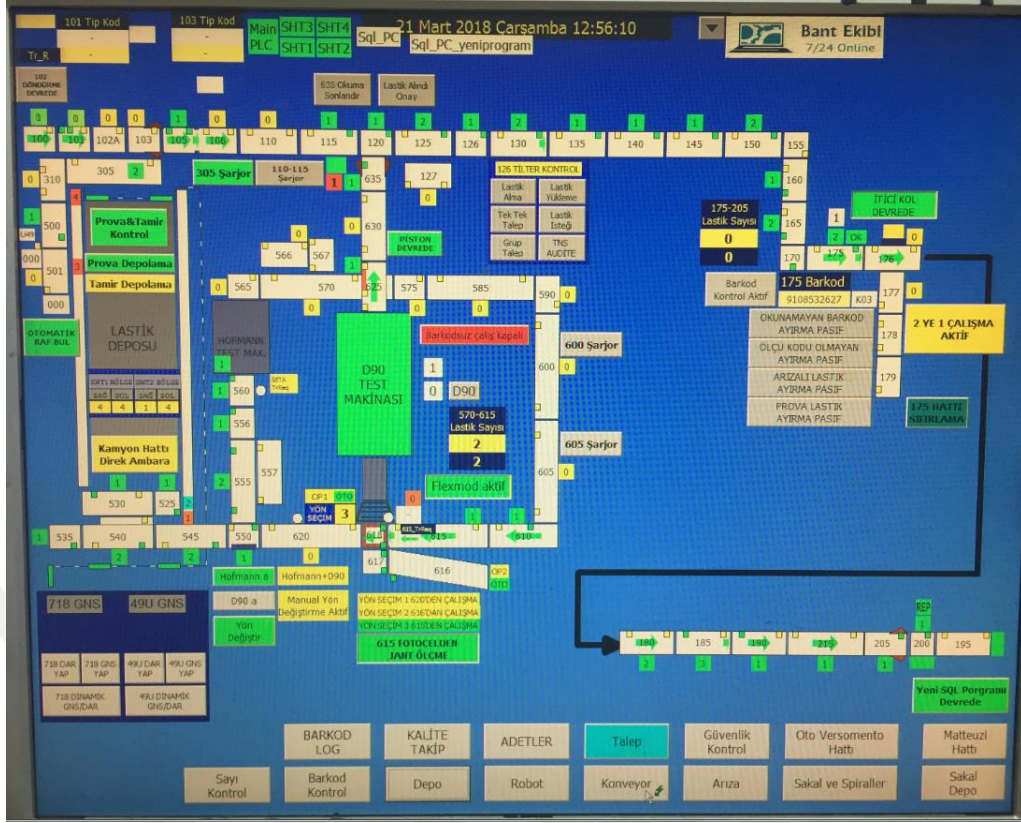
verdiği “Lastik ölçüsü değişti” sinyali lastik kontrol sonuçları sunucuda kaydedilirken sonuçların karışmaması için de kullanılmaktadır.



Şekil 3.31. Esnek mod çalışma prensibi-1



Şekil 3.32. Esnek mod çalışma prensibi-2



Şekil 3.33. Otomasyon sisteminin genel SCADA görüntüsü

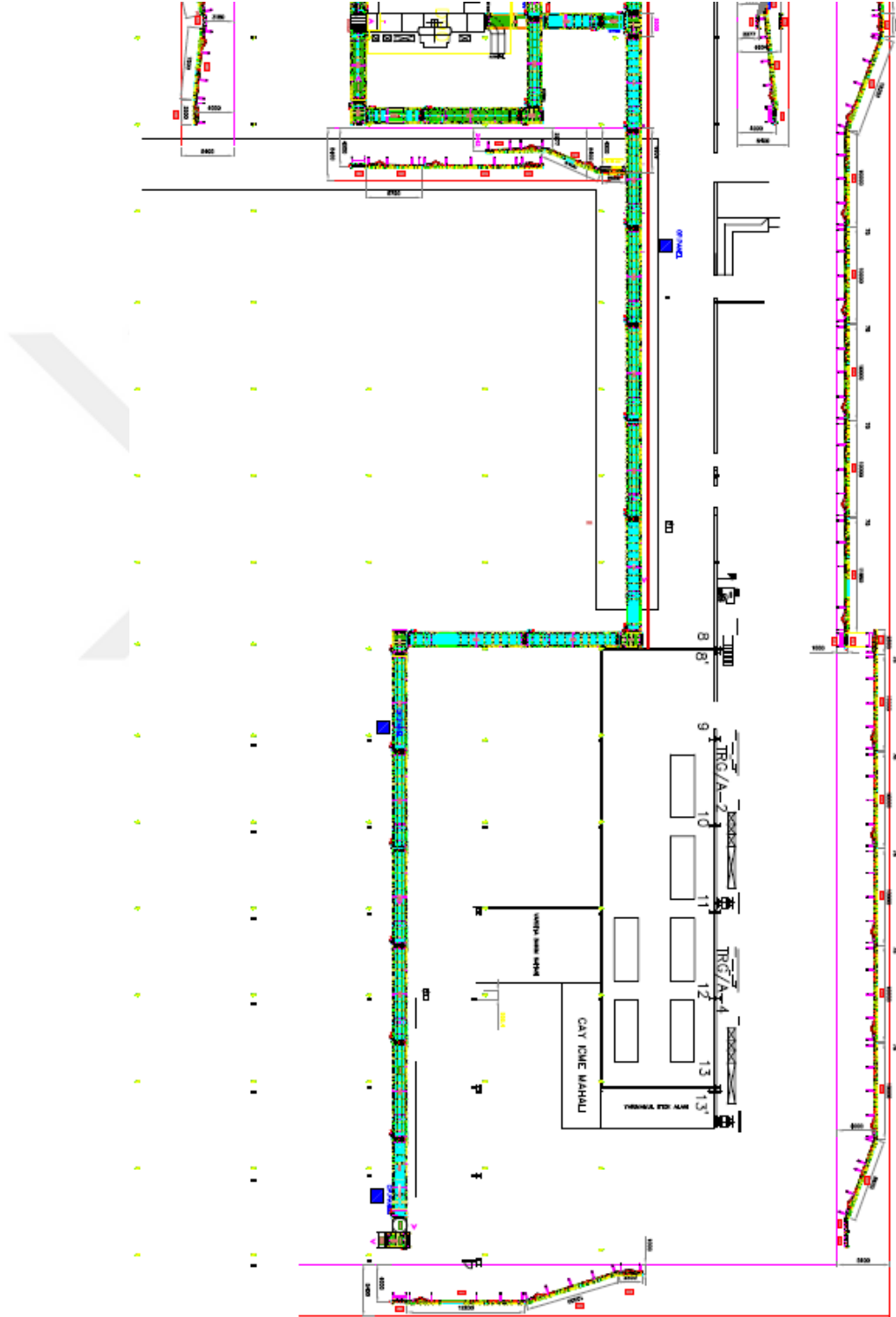
### 3.2.10. Kalite kontrol makinaları çıkışı barkod otomasyonu

Kalite kontrol makinaları çıkışında lastikler kalite sınıflandırmalarına göre ayrılır. 1. ve 2. sınıf lastiklerin doğrudan devir-teslim alanına transferi için kalite kontrol makinaları çıkışından devir-teslim alanına kadar 650 m uzunluğunda modüler konveyör bantları monte edilmiştir. Şekil 3.34’te bu modüler konveyör bantların tasarım çalışması görülmektedir.

Modüler konveyör bant tedarikçisi olarak gerek Pirelli ile küresel bazda satınalma anlaşması olması, gerekse ürünlerinin kalitesi ve satış sonrası servis kalitesi nedeniyle “Intralox” firması tercih edilmiştir.

Kalite kontrol makinaları çıkışında lastiklerin ölçüm sonuçları ve kalite sınıfları barkod ile eşleştirilmiş ve veri tabanında kaydedilmiş durumdadır. Makina çıkışında taşıma ve ıskarta edilen lastikler ayrı konveyör bantlar ile ilgili alanlara gönderilirken 1. ve 2. sınıf lastiklerin devir-teslim alanına nakledilmesi gerekmektedir. Bu işlem için projenin ilk aşamalarında 3 adet konveyör monte edilmesi planlanmıştır. Konveyör uzunluğunun 650 m olduğu düşünülürse 3 adet

konveyör grubu monte edilmesi durumunda toplam hat uzunluğu 1950 m olacaktır. Bu aşamada otomasyonun gücüne güvenilerek sadece tek bir konveyör hattı monte edilmiş ve dolayısıyla 1300 m konveyörden tasarruf edilmiştir.



Şekil 3.34. Intralox modüler konveyör bantların montaj planı

1. ve 2. sınıf lastiklerin tek katlı konveyör ile devir-teslim alanına gönderilmesi için her bir lastiğin kalite sınıfı ile barkodu BCR 4 barkod okuyucularda okunması sırasında eşleştirilmiştir (Şekil 3.35).



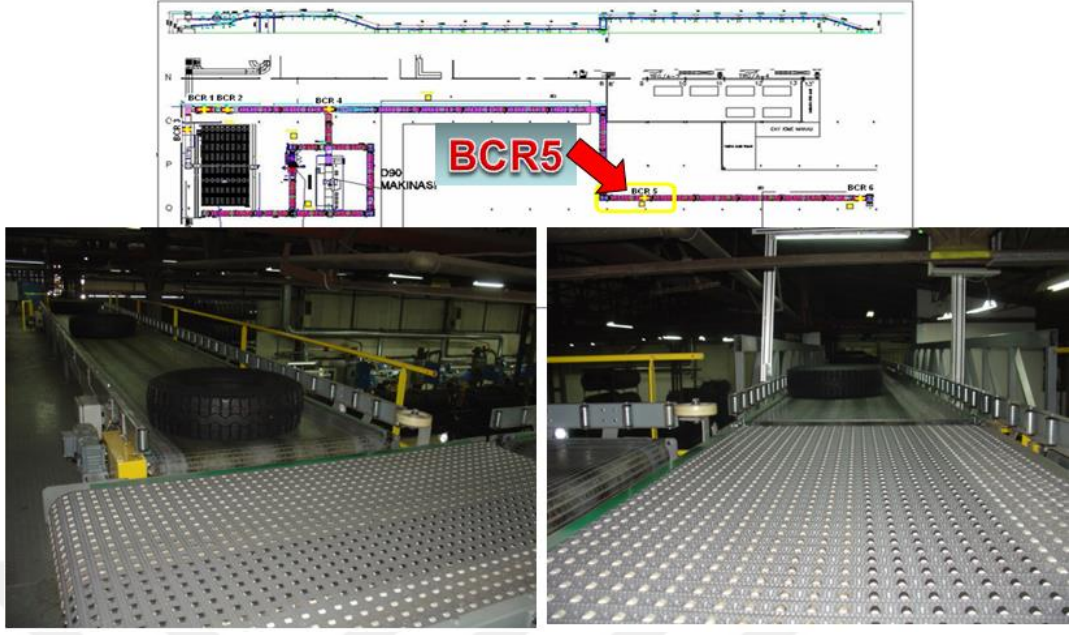
Şekil 3.35. Kontrol makinaları sonrası BCR 4 barkod okuyucu

### 3.2.11. Devir-teslim alanı öncesi barkod okuyucu otomasyonu

1. ve 2. sınıf lastikler 650 m uzunluğundaki modüler konveyör bant üzerinde devir-teslim alanına kadar transfer edilmekte ve 7'li barkod okuyucu BCR 5 altına ulaşmaktadır. BCR 5 gelen lastiklerin barkodunu okumakta, okunan barkod veri tabanında taranmakta, lastiğin ölçüsü tespit edilmekte ve sisteme lastiğin devir-teslim alanına geçiş yaptığı bilgisi ulaşmaktadır. SQL sunucu bu bilgiyi Lojistik SAP<sup>1</sup> sistemine aktarmakta ve lastikler üretim kısmından lojistik kısmına geçiş yapmış olmaktadır. Lastiklerin üretim kısmından lojistik kısmına devredilmesi çok önemlidir, çünkü artık fabrikanın ürettiği ürünün kayıt sorumluluğu üretimden lojistik kısmının sorumluluğuna geçmektedir.

Tez çalışması öncesinde lastiklerin üretimden lojistik kısmına devir-teslim işi her vardiya sonunda bölüm sorumlularının katılımı ve lastiklerin teker teker sayılması ile yapılmaktadır. Yapılan otomasyon ile lastiklerin üretimden devir-teslim alanına geçişleri sırasında 7'li barkod okuyucu ile barkodları okunmakta ve devir-teslim işleminin elektronik ortamda otomatik olarak saniyeler içinde yapılması sağlanmaktadır (Şekil 3.36).

<sup>1</sup> SAP, Kurumsal Kaynak Planlama Yazılımı (System, Application and Product).

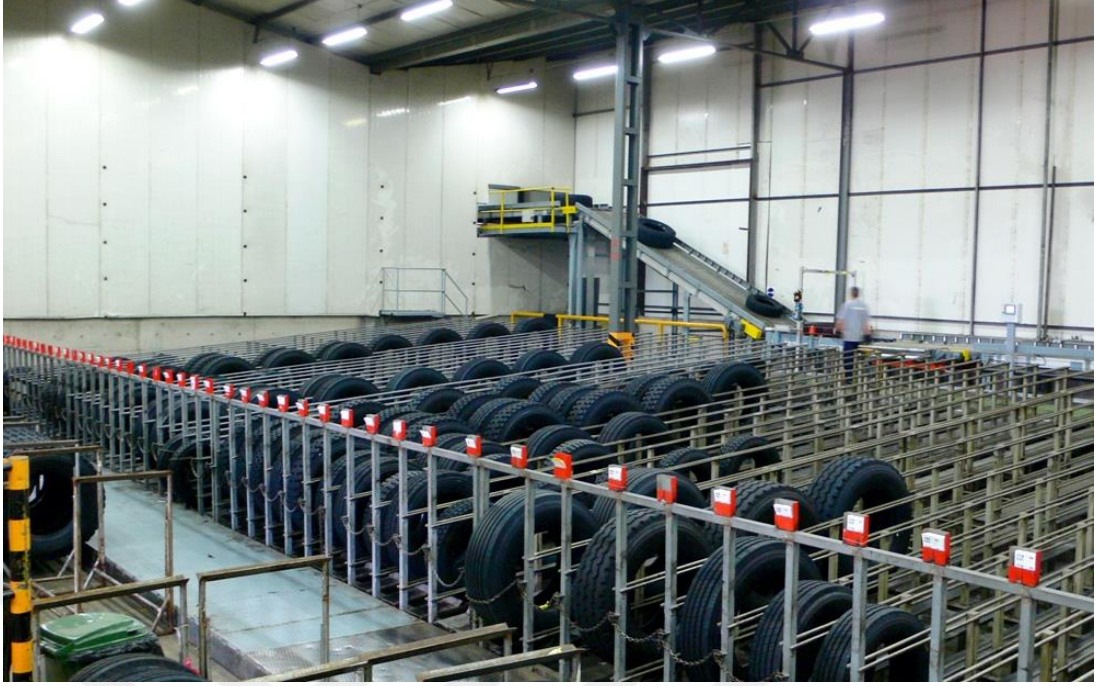


Şekil 3.36. Devir-teslim alanı öncesi barkod okuyucular BCR 5

### 3.2.11. Devir-teslim alanı barkod okuyucu otomasyonu

Kontrol makinaları çıkışından devir-teslim alanına kadar 650 m yol alan lastikler devir-teslim alanına girdiklerinde tasnif edilip paletlere dizilmeleri gerekmektedir. Çünkü kalite kontrol makinalarından 1. ve 2. sınıf lastikler tek konveyör bantı üzerinde taşındığından 1. ve 2. sınıf lastikler karışık halde devir-teslim alanına girmektedir. Bunun yanında kontrol makinaları öncesi BCR 1’de kontrol makinalarına girmeyecek lastikler de ayrılıp doğrudan devir-teslim alanına gönderildiğinden bu lastikler de 1. ve 2. sınıf lastiklerle birlikte karışmış halde devir-teslim alanına ulaşmaktadır. Dolayısıyla bu noktada 1. sınıf, 2. sınıf ve kontrolden geçmemiş lastiklerin ayrıştırılması gerekmektedir. Bu nedenle devir-teslim alanında monte edilmiş olan BCR 6 ile gelen tüm lastiklerin barkodları okunmakta, kontrol edilmeyen lastikler ve kalite sınıfları 1. veya 2. sınıf olan lastikler Bilgi İşlemdeki sunucularda bulunan veri tabanından taranarak tespit edilmektedir. Bunun yanında lastikler transfer üniteleri ile otomatik olarak hattan ayrıştırılmaktadır (Şekil 3.37).

Ayrılan 1. ve 2. kalite lastikler ölçülerine göre kanallarda işçiler tarafından tasnif edilmekte ve kanalların çıkışında yine işçiler tarafından paletlere dizilerek kamyonlara yüklenmektedir.



Şekil 3.37. Devir-teslim alanı barkod otomasyonu (BCR 6)

Devir-teslim alanında da Son Kontrol Alanı lastik tasnifleme alanında olduğu gibi robotize sistemler tasarlanması planlanmış olmasına rağmen bu bölge fabrika üretim alanı dışında kaldığından bu çalışma bir sonraki aşamaya bırakılmıştır.

### 3.3. Otomasyonda Kullanılan Modüler Konveyör Sistemleri

Konveyör sistemleri ürünlerin bir noktadan bir diğer noktaya taşınmasını sağlayan mekanizmalardır. Bu sistemler ürünlerin taşınmalarında ve stoklama hizmetlerinde maliyet ve zaman olarak fark yaratmaktadır. Taşınacak malın yapısı, özellikleri ve çalışma ortamının sahip olduğu özellikler sebebi ile birçok konveyör türü ortaya çıkmıştır. Konveyör sistemleri özellikle ağır ve büyük maddelerin taşınması için avantajlı olmakla beraber, ürünlerin hızlı, etkin ve kolay bir şekilde taşınmasını da sağlamaktadır. Bu sebeplerden dolayı endüstride sıklıkla talep ve tercih edilmektedir. Farklı sanayi dalları ve farklı ihtiyaçlara göre üretici firmalar değişik konveyör çeşitlerini piyasaya sürmektedirler.

Konveyör sistemlerin avantajları şu şekilde sıralanabilir :

- Ürünlerin bir noktadan diğer bir noktaya güvenle taşınmaları,
- Emekten, zamandan ve maliyetten tasarruf,



- Her ebatta, şekilde ve ağırlıkta ürünün taşınabilmesi,
- Güvenlik sistemleri sayesinde iş güvenliğinin sağlanması,
- İhtiyaca yönelik tasarım imkanı,

Bazı konveyör sistemleri aşağıda sıralanmıştır :

- Konveyör bant,
- Elevatör konveyör sistemleri,
- Bantlı düz konveyör sistemleri,
- Dönüşlü modüler konveyör sistemleri,
- Minyatür konveyör sistemleri,
- Palet taşıma konveyör sistemleri,
- Rulolu konveyör sistemleri,
- Özel tasarım konveyör sistemleri,
- Spiral konveyörler,
- Teleskopik konveyörler,

Modüler bantlı konveyörlerin bantları birbirine eklenen baklardan oluşur. Bu özellik modüler konveyörlere bant değişimi, bant uzatma, kısaltma ve bakla yıpranmalarında rahatlıkla pimlerin çıkartılarak bakların yenilenmesi avantajlarını kazandırmaktadır. Gıda başta olmak üzere tüm endüstriyel uygulamalarda kullanılan modüler bantlar, hasır tipi örgü sistemine sahip sert plastik taşıma ekipmanlarıdır. Genellikle unlu mamuller, et ve balık ürünleri, meyve sebze vb. taneli yapıya sahip olmayan ürünlerin taşınmasında kullanılan sistemlerdir.

Modüler bantlar, geometrik yapıları itibari ile konveyör tiplerinde de esneklik sağlamaktadır. Örnek olarak doğrusal, eğimli, L tipi, Z tipi, 45-90-180 derece, spiral, S ve U tipleri verilebilir. Modüler bantlı konveyörlerde kullanılan bantların malzemesi de kullanım alanını genişleten faktörlerdendir. PP, PE, POM, Poliasetal, AISI304 gibi malzeme çeşimleri ile, kimyasal, yüksek ve düşük sıcaklık, sürtünme, darbeye dayanım, gıdaya uygunluk, korozyona dayanıklılık gibi teknik özelliklerini arttırmaktadır.

Modüler konveyör sistemleri iki dişli arasına sonsuz bant sistemi geçirilip dönme hareketi verilerek kullanılmaktadır. Dönme hareketinden dolayı oluşan çevresel hız

ile bant üzerindeki ürünün taşınması gerçekleştirilir. Şekil 3.38’de kullanılan modüler konveyör bantlardan biri görülmektedir.



Şekil 3.38. Modüler konveyör bantlardan bir kesit

Gerçekleştirilen otomasyon sisteminde kullanılan modüler konveyör tipleri kısaca bir sonraki kısımda açıklanacaktır.

### **3.3.1. Enine üst tekerli (Transverse roller top) modüler konveyör**

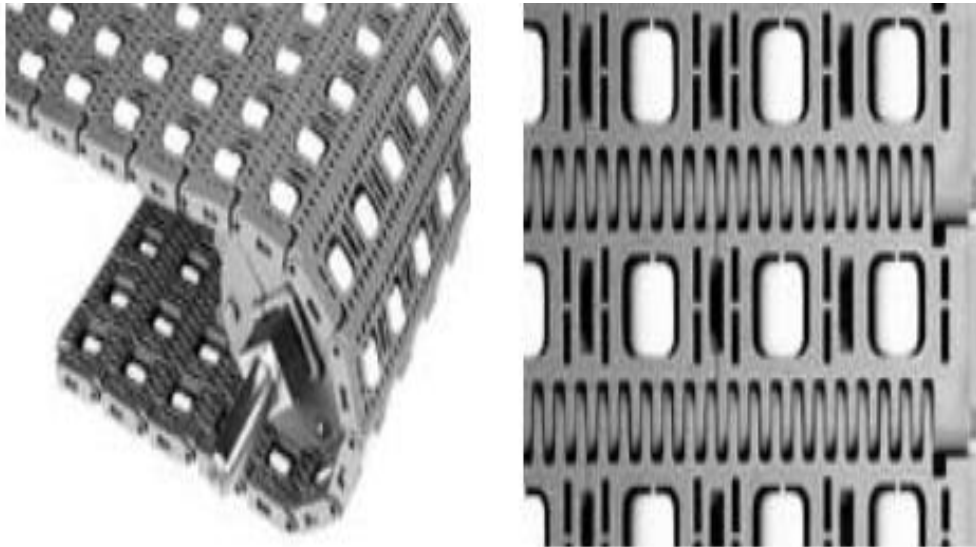
TRT Enine üst tekerli (Transverse roller top) modüler konveyörlerin üzerinde konveyörün içine gömülü iki yönlü serbest dönebilen küçük rulocuklar monte edilmiş haldedir. Bu rulolar konveyör üzerinde iki yönlü hareketin oluşmasına olanak sağlamaktadır. Konveyör normal akış yönünde dönerken bir de bu rulocuklar yardımıyla akış yönüne 90 derece dik yönde bir harekete de olanak sağlamaktadır.

Otomasyon sisteminde bu tip konveyörler köşe birleşimlerinde lastiğin 90 derece dönebilmesi için, “T” kavşak olarak adlandırılan konveyörlerin ana hatta bağlantı noktalarında (Şekil 3.39) ve lastiklerin ana hattan yan konveyörlere aktarılmasında/ayrıştırılmasında transfer grupları üzerinde kullanılmıştır. Transfer

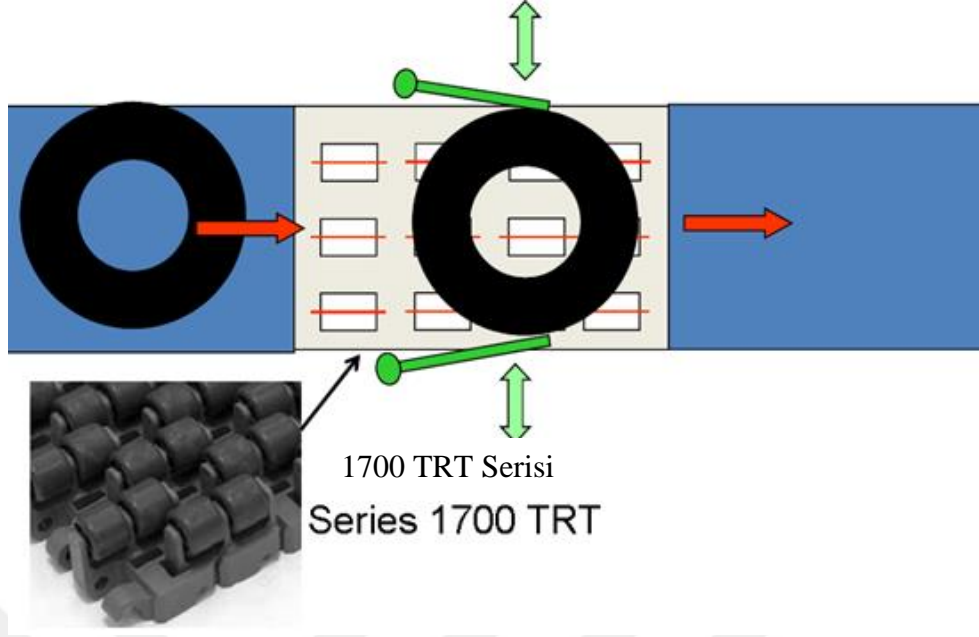
grubu üzerindeki lastik ana hattan yan hatta ayrıştırılmak istendiğinde transfer grubu altındaki pistonlar yardımıyla eğimli duruma getirilerek lastiğin kendi ağırlığı ile veya düz durumda iken iticiler yardımıyla ayrıştırılması sağlanmıştır. Şekil 3.40'da bu tip modüller bir konveyör ve Şekil 3.41'de itici kollar yardımıyla lastiğin ana hattan ayrıştırılması uygulaması görülmektedir.



Şekil 3.39. "T" bağlantı noktasında TRT tip modüller konveyör kullanımı



Şekil 3.40. TRT tipi modüller konveyör



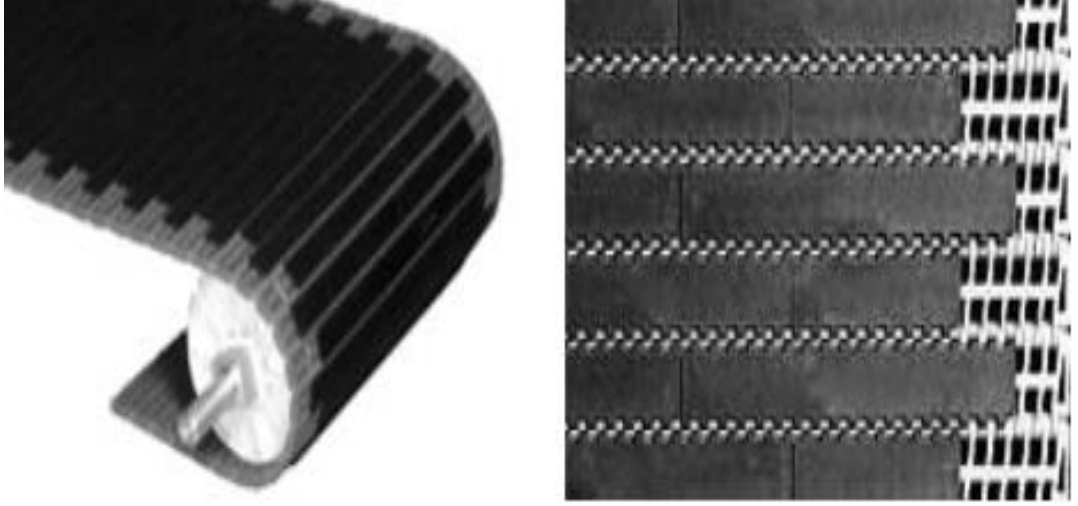
Şekil 3.41. TRT tipi modüler konveyör animasyonu

### 3.3.2. Düz üstten sürtümlü (Flat friction top) modüler konveyör

Konveyör bantlarda en önemli sorunlardan biri aşağı veya yukarı yönde eğimli bantlarda lastiğin bant üzerinde istemsiz olarak kaymasıdır. Bu tip durumlarda lastik istemsiz/tahriksiz olarak hareket edeceğinden otomasyon için kesinlikle istenmeyen bir durumdur. Çünkü lastiğin bant üzerindeki pozisyonu değişeceğinden lastiklerin sıkışarak ıskarta olmalarına veya otomasyonun güvenilirliği ile ilgili için bazı sıkıntılara sebep olabilmektedir.

Standart kauçuk bantlar kullanıldığında özellikle 30 derecelik eğimin üzerinde lastiğin bant üzerinde kayma sorunu yaşanırken modüler konveyörlerde eğim 45 dereceye kadar çıkabilmektedir. Modüler konveyörlerde 45 derecelik açıda lastiğin kaymaması için konveyörün baklaları üzerine sürtünmeyi artıracak bazı aparatların monte edilmesi ile mümkün olmaktadır. Bu tip modüler konveyörler FFT Düz üstten sürtümlü (Flat friction top) olarak bilinirler.

Şekil 3.42'deki modüler konveyörde görüleceği üzere konveyörün baklaları üzerinde sürtünmeyi artıracak kauçuk türevi malzemeler kullanılarak lastiğin banttan kaymadan transferi mümkün olmaktadır.



Şekil 3.42. FFT tipi modüler konveyör

### 3.3.3. Örgülü tip (Flush grid nub top) modüler konveyör

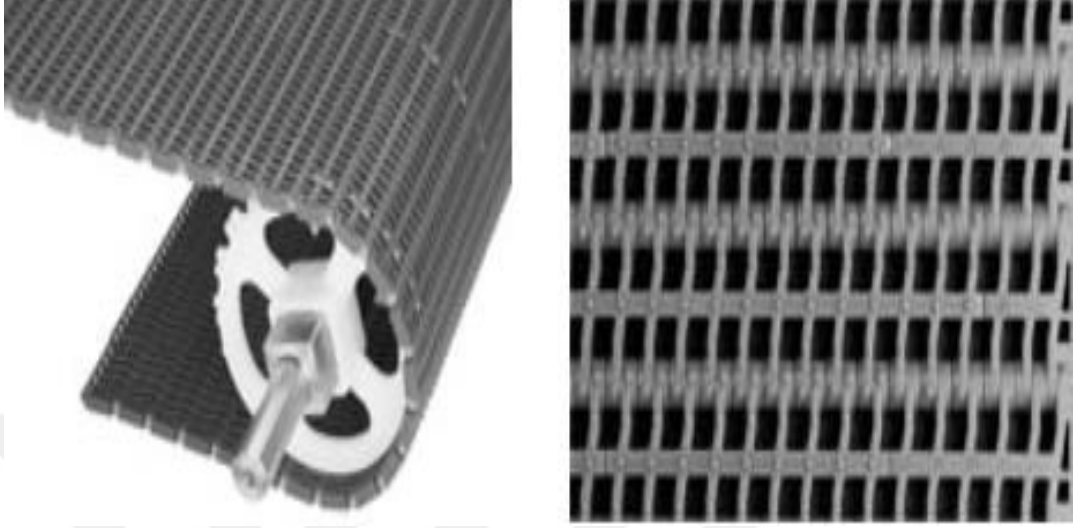
FGT Örgülü tip (Flush grid nub top) modüler konveyör sistemleri standart düz tip örgülü/modüler bant tiplerindedir. Birbirlerine bağlanmış örgülü parçalardan oluşan bu konveyörlerin bakımı periyodik olarak yapıldığında kullanım ömürleri oldukça yüksektir.

Standart konveyör bantların yıpranmasının en önemli sebepleri arasında merkezden kaçma sorunudur. Merkezden kaçan bant konveyörün yan şasesine sürterek kısa sürede yıpranmaktadır. Halbuki modüler konveyörlerde bantın merkezden kaçma sorunu ortadan kalkmaktadır. Çünkü konveyörün hareket mekanizmasında dişli çarklar (genellikle plastik türü) kullanılmakta ve dişli çarklar modüler konveyörü yataklama olarak kullandığından bantın yanıl hareketini sınırlamaktadır.

Bunun yanında bakımı oldukça kolaydır ve arıza durumunda hasarlı bant parçalarının değiştirilmesi yeterli olacağından arıza bakım süresi standart konveyörlere göre çok kısadır.

Modüler konveyör sistemleri günümüzde teknolojik gelişmelere paralel olarak sürekli yenilenmektedir. Her türlü uygulamada tercih edilebilir tipleri olan bu konveyörler adeta konveyör otomasyon sistemlerinin bir parçası olmuştur. Köşe dönüşlerde, bant üstünde seyir halindeki malzemenin bant dışına transferinde, malzemelerin kaymalarına sebebiyet verebilecek kadar eğimli yerlerde, yüksek hızda

ayırıştırma yapılması gereken uygulamalarda her zaman diğer bant sistemlerine göre tercih edilmektedir.



Şekil 3.43. FGT tipi mod üler konvey ör

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması Pirelli kamyon lastik fabrikaları Son Kontrol Alanında uygulanan ilk barkod tabanlı tam otomasyon sistemidir. Barkod etiketleri ile kimlik kazanan lastikler yapılan otomasyon ile ambara kadar en az insan gücü kullanılarak taşınmış ve lastiğe ait tüm proses bilgileri lastiğin barkodu ile eşleştirilerek veri tabanında saklanmıştır. Böylece lastiğe ait tüm verilere istenildiği zaman ulaşılabilecektir.

Tez çalışmasının başında belirlenen hedefler ile çalışma sonunda elde edilen sonuçları karşılaştırdığımızda tüm hedeflere ulaşıldığı görülmektedir :

- Piyasada barkod tabanlı izleme sistemi oluşturulması :

Satılmış olan lastiklerde garanti kapsamında bir problem oluştuğunda kullanıcının üreticiye lastiği geri verme ve verdiği ücreti geri alma hakkı vardır. Bu şekilde üretim kaynaklı oluşan sorunların kök nedenlerinin ortaya çıkarılması için geçmişe yönelik araştırma yapılması gerekmektedir. Barkod uygulaması ve üretim aşamalarında yapılacak otomasyon ile lastiğin üretim tarihçesi çıkarılabilmektedir.

- Lastiğin kalite kontrol sonuçları, kalite sınıflandırılması, ağırlık ve tüm üretim prosesi verilerinin barkod tabanlı otomasyon sistemi ile ulaşılabilir bir veri tabanında kayıt altına alınması :

Son Kontrol Alanında yapılacak otomasyonla lastikler kalite kontrol makinalarında kontrol edildikten sonra ölçüm sonuçları, lastiğin kalite sınıflandırması (1., 2.,3., ya da ıskarta lastik), ağırlık değeri ile üretim aşamalarında kaydedilen proses verilerinin barkod tabanlı otomasyon sistemi ile veri tabanında kaydedilip herhangi bir zamanda araştırıldığında kayıtlara ulaşılabilmesi.

•Kontrol alanında çalışmakta olan işçilerin 30 kişi azaltılması ve yıllık 1,2 milyon Euro kazanç sağlanması :

Son kontrol alanında tüm proses iş gücü ile yapıldığından lastiklerin kontrol makinaları öncesi ve sonrası tasnif edilmesi, lastiklerin tartılıp tartım sonuçlarının elle kaydedilmesi, lastiklerin makinalara yüklenmesi ve makinalardan tekrar paletlere dizilmesi, paletlerin nakil araçları ile taşınması, lastiklerin ambara teslim edilmesi gibi işlerde kullanılan işçilerden 30 kişilik tasarruf sağlanması ve böylece işçilik maliyetlerinde senelik 1,2 milyon Euro luk bir kazanç elde edilmesi.

İlk hedef üretilen lastikler için barkod tabanlı bir izleme sistemi oluşturulmasıdır. Bunun için de üretilen her bir lastiğe barkod etiketleri uygulanacak ve lastikle ilgili tüm proses bilgileri barkodlara yüklenip kayıt altında tutulacaktır. Böylece lastiğe bir kimlik verilecek ve lastiğin barkodu barkod okuyucular ile tarandığında lastikle ilgili tüm bilgilere veri tabanından anında ulaşılacaktır. Lastiklere barkod uygulanması bu çalışmanın olmazsa olmaz aşamasıdır. Bu noktada öncelikle Bilgi İşlem Bölümü yardımı ile en uygun barkod etiketinin belirlenmesi gerekmektedir. Barkod etiketlerinin belirlenmesi aşaması beklenenden çok daha kısa sürmüştür, çünkü daha önce Pirelli fabrikalarında kullanılacak barkod etiketleri standardı Pirelli merkez tarafından yapılan bir çalışma ile belirlenmiştir.

Tez çalışmasının ana hedeflerinden ikincisi olan lastiğin X ışını ölçüm sonuçları, ağırlık, kalite kontrol makinaları test sonuçları, kalite sınıflandırması vb. gibi tüm kalite kontrol parametrelerinin barkod tabanlı sistemde kaydedilmesi ve istenildiğinde tüm bu verilere anında ulaşılabilmesidir. Aslında bu aşamada hedeflenen durumun ötesinde ilave faydalar sağlanmıştır. Barkodlar yardımıyla lastiklere bir kimlik kazandırılması proste beklenmedik iyileştirmelerin yapılmasını sağlamıştır. Örneğin kalite kontrol makinalarına girmeyecek lastiklerin konveyör bantlar üzerinde barkodları okunarak tespit edilmesi ve doğrudan devir-teslim ambarına yönlendirilmesi bu lastikler için gereksiz bir iş gücü ve enerji kaybının önlenmesini sağlamıştır.

Ayrıca kurulan tam otomasyonlu robotize sistemlerin lastikleri barkodları ile otomatik olarak tanımlayabilmesi, robotize sistemlerin verimliliğini ve etkinliğini arttırmıştır. Bunun yanında kalite kontrol makinaları girişinde yine lastiklerin



barkodları okunarak makinaların ölçü değişimlerinin otomatik, operatör ihtiyacı olmadan yapılabilmesi ilave insan gücü tasarrufu ve makina verimliliği artışı sağlamıştır. Aynı durum kalite kontrol makinaları öncesi stok alanında da gereksiz iş gücünü önlemiştir. Artık lastikler robotize sistemlerle ölçülerine göre insan gereksinimi olmadan tasnif edilip kanallara atılmakta ve aynı şekilde yine robotize sistemlerle kanallardan alınıp kalite kontrol makinalarına gönderilebilmektedir. Tüm bu iyileştirmelerin yapılabilmesi barkod tabanlı otomasyon sistemi ile mümkün olmuştur.

Daha önce bahsedildiği gibi barkodlar ile kimlik kazanan lastikler artık kolayca ayırt edilebilir hale gelmiştir. Bu durum lastiklerin kalite kontrol makinaları çıkışında karışık olarak (kontrol edilmeyen, 1. ve 2. sınıf lastikler) tek konveyör bant üzerinde 650 m yol alarak devir-teslim alanına ulaştırılabilmesini sağlamıştır. Böylece 3 adet ve her biri 650 m uzunluğunda konveyör monte edilmesi planlanırken sadece tek 650 metrelik konveyör bant monte edilerek 1300 m konveyör banttan tasarruf edilmiştir. Bunun yanında devir-teslim alanı girişinde lastiklerin otomatik olarak üretimden lojistik ambarına saniyeler içinde transferi sağlanmıştır. Tez çalışması öncesinde bu işlemin yapılması için üretim ve lojistik kısımları arasında saatler süren çalışmalar yapılmaktaydı. Bazı durumlarda teslim edilen lastikler tekrar tekrar sayılıp devredilen lastik sayısı ve ölçüsünden emin olunmaya çalışılmaktaydı. Çoğu zaman karşılıklı anlaşmazlıklar ve gereksiz zaman kaybı yaşanmaktaydı. Halbuki kurulan barkod tabanlı otomasyon sistemi ile bu işlem tamamen elektronik ortamda ve güvenilir bir şekilde otomatik olarak yapılmıştır.

Son ve en önemli hedef ise Son Kontrol Alanında çalışan işçi sayısının 30 kişi azaltılarak maliyetlerin düşürülmesi olarak belirlenmiştir. Lastik sektöründe bir işçinin yıllık maliyetinin en az 30 bin Euro olduğu düşünülürse, işçi sayısının azaltılmasının işletmeye ne kadar fayda sağladığı ortadadır. Tez çalışması sonunda toplam kazanç yıllık 1,2 milyon Euro'ya ulaşmıştır. Böylece yapılan yatırımın geri dönüş zamanı 1 yılın altına düşmüştür. Tabiki işçi sayısının azaltılması üretilen ürünün kalitesi üzerinde olumsuz bir etki yapmamalıdır ki, tez çalışması sonunda hem işçi azaltımı yapılmış hem de işçilerin robotize sistemlerle değiştirilmesi lastik kalitesi üzerinde olumlu etki yapmıştır. Çünkü mevcut sistem işçilerin hata yapması için müsait bir zemin hazırlarken, yapılan hatanın fark edilmesi ise oldukça güçtür.

Yapılan insan hatası ancak lastik piyasadan müşteri şikayeti ile geri geldiğinde anlaşılabilirdi. Zira lastiklerin tanımlanması ve her bir lastik için doğruluğundan emin olunan bir kayıt sistemi mevcut değildir. Kurulan barkod tabanlı robotize otomasyon sistemi ile lastikler barkodları ile istenildiği an tespit edilebilmekte ve geçmişe yönelik tüm verilere anında ulaşılabilir. Bu veriler ışığında lastik ile ilgili yapılan şikayet tüm detayları ile incelenebilmekte ve şikayetin haklılığı konusunda müşteriye olumlu geri bildirim de verilebilmektedir. Çoğu zaman lastik ile ilgili geçmişe yönelik tüm verileri gören müşteri şikayetini geri alabilmektedir. Çünkü bu kadar detaylı veriyi gören müşterinin üretilen lastiğin kalitesine olan güveni daha da artmaktadır. Dolayısıyla tez çalışması sonunda hem ürünün hem de firmanın pazardaki prestiji artmıştır.

Tez çalışması başındaki hedeflerde olmamasına rağmen çalışmanın uygulama aşamasında ihtiyaç duyulan ve gerçekleştirilen başka bir iyileştirme de; kontrol makinalarında barkod tabanlı otomatik reçete değiştirme iyileştirmesidir. Bu iyileştirme ile operatörün her lastik için makinadaki reçeteyi değiştirmesine gerek kalmamıştır. Bu iyileştirme sonrasında ardışık olarak kontrol makinalarına gelen değişik ölçülerdeki lastiklerin her biri için operatörün reçete değiştirmesine ihtiyaç duyulmamış ve bu işlem yapılan otomasyon sistemi ile otomatik olarak yapılmıştır. Yapılan iyileştirmenin sonunda kontrol makinalarının kapasitesi % 30 artmıştır.

Tez çalışması baştan sona değerlendirildiğinde görülmektedir ki, çalışma planlama aşamasındaki tüm hedefleri fazlasıyla yakalamış, hatta bir çok noktada beklentinin üstüne çıkmıştır.

## KAYNAKLAR

- [1] Walsh R.A., *Electromechanical Design Handbook*, 3rd ed., McGraw-Hill, New Jersey, 2000.
- [2] Lawrence J.K., *Understanding Electro Mechanical Engineering*, 2nd ed., John Wiley&Sons , New York, 1996.
- [3] Alciatore D.G., Histan M.B., *Introduction to Mechatronics and Measuring Systems*, 4th ed., McGraw-Hill, New York, 2002.
- [4] Samili A., Mrad F., *Applied Mechatronics*, 1st ed., Oxford University Press, London, 2005.
- [5] Isermann R., *Mechatronic Systems*, 3rd ed., Springer Science&Business, Darmstadt, 2005.
- [6] Norman S,N., *Control Systems Engineering*, 7th ed., McGraw-Hill Education, New Jersey, 2009.
- [7] Bishop R. H., *Mechatronic Systems Sensors and Actuators*, 2nd ed., CRC Press, New York, 2007.
- [8] Love J., *Process Automation Handbook*, 2nd ed., Springer Science & Business, California, 2007.
- [9] Viescas John L., *SQL Queries for Mere Mortals*, 3rd ed., Addison-Vesley, Boston, 2014.
- [10] Panther R., *SQL Server*, 1st ed., Software&Support Media, Frankfurt, 2016.
- [11] <https://www.br-automation.com/en-us/products/control-systems> (Ziyaret tarihi: 1 Mart 2018)
- [12] <http://www.intralox.com/> (Ziyaret tarihi: 20 Nisan 2018)
- [13] <https://www.cognex.com/products/barcode-readers> (Ziyaret tarihi: 1 Nisan 2018)
- [14] <https://ab.rockwellautomation.com/Motion-Control/Servo-Motors> (Ziyaret tarihi: 10 Nisan 2018)
- [15] <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> (Ziyaret tarihi: 13 Mart 2018)
- [16] <https://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html> (Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2018)



**EKLER**

## EK-A

### BARKOD OKUYUCU İÇİN PLC DONANIM YAPISI (HARDWARE CONFIGURATION)

HW Config - [ANA\_PLG (Configuration) -- OTO\_FIN\_21032103]

Station Edit Insert PLC View Options Window Help

PROFIBUS(1): DP master system (1)

Ethernet(1): PROFINET-IO System (100)

Hardware Configuration Diagram:

- PS 407 10A
- CPU 416-3 PN/DP
- MPU/DP (X7)
- PN-IO (X5)
- Port 1 (X5 P1)
- Port 2 (X5 P2)
- ET200S (9)
- MODU (11)
- MODU (16)
- BCR1 (1) DP-NORM
- botm1 (19) DP-NORM
- baykon (21) DP-NORM
- MODU (23) DP-NORM
- borgun (14) DP-NORM
- MODU (10)
- MODU (12)
- MODU (17)
- MODU (18)
- botm2 (20) DP-NORM
- baykon (22) DP-NORM
- botkuz (13) DP-NORM

(1) BCR1

Slot	Module	Order number	I Address	Q address	Diagnostic Address	Comment
0	BCR1	ABCC-PRT			16293*	
X7	Interface				16288*	
P1	Port 1				16288*	
1	Output 1 byte	ABCC-PRT		512		
2	Output 1 byte	ABCC-PRT		513		
3	Output 1 byte	ABCC-PRT		514		
4	Output 1 byte	ABCC-PRT		515		
5	Output 1 byte	ABCC-PRT		516		
6	Output 1 byte	ABCC-PRT		517		
7	Output 1 byte	ABCC-PRT		518		
8	Output 1 byte	ABCC-PRT		519		
9	Input 1 byte	ABCC-PRT	512			
10	Input 1 byte	ABCC-PRT	513			
11	Input 1 byte	ABCC-PRT	514			
12	Input 1 byte	ABCC-PRT	515			
13	Input 1 byte	ABCC-PRT	516			
14	Input 1 byte	ABCC-PRT	517			
15	Input 1 byte	ABCC-PRT	518			
16	Input 1 byte	ABCC-PRT	519			
17	Input 1 byte	ABCC-PRT	520			
18	Input 1 byte	ABCC-PRT	521			
19	Input 1 byte	ABCC-PRT	522			
20	Input 1 byte	ABCC-PRT	523			
21	Input 1 byte	ABCC-PRT	524			
22	Input 1 byte	ABCC-PRT	525			
23	Input 1 byte	ABCC-PRT	526			
24	Input 1 byte	ABCC-PRT	527			

## EK-B

### BARKOD OKUYUCU İÇİN BARKOD OKUMA PLC YAZILIMI

#### 'C13 - <offline>

Read\_Write\_Barcode\_Data"  
ame: R\_W\_Brc Family:  
uthor: PEKS Version: 1.0  
Block version: 2  
ime stamp Code: 02/14/2011 03:09:29 PM  
Interface: 05/13/2010 11:03:43 AM  
engths (block/logic/data): 00488 00382 00014

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
PI_Start_No	Int	0.0	
PQ_Start_No	Int	2.0	
DB_No	Int	4.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
i	Int	0.0	
j	Int	2.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC13 Read\_Write\_Barcode\_Data

Network: 1 SCL network

compiled by SCL compiler version: SCLCOMP K05.03.06.00\_01.03.00.01 release

```
SET
SAVE
= L 4.1
L #DB_No #DB_No
T LW 6
L #PI_Start_No #PI_Start_No
L 1
+I
ITD
L L#0
+D
L L#8
*D
LAR1
L PIB [AR1,P#0.0]
OPN DB [LW 6]
T DEB 2
L #DB_No #DB_No
T LW 6
L #PI_Start_No #PI_Start_No
L 3
+I
ITD
L L#0
+D
L L#8
*D
LAR1
L PIB [AR1,P#0.0]
OPN DI [LW 6]
T DIB 3
L 4
T #j #j
L #PI_Start_No #PI_Start_No
```

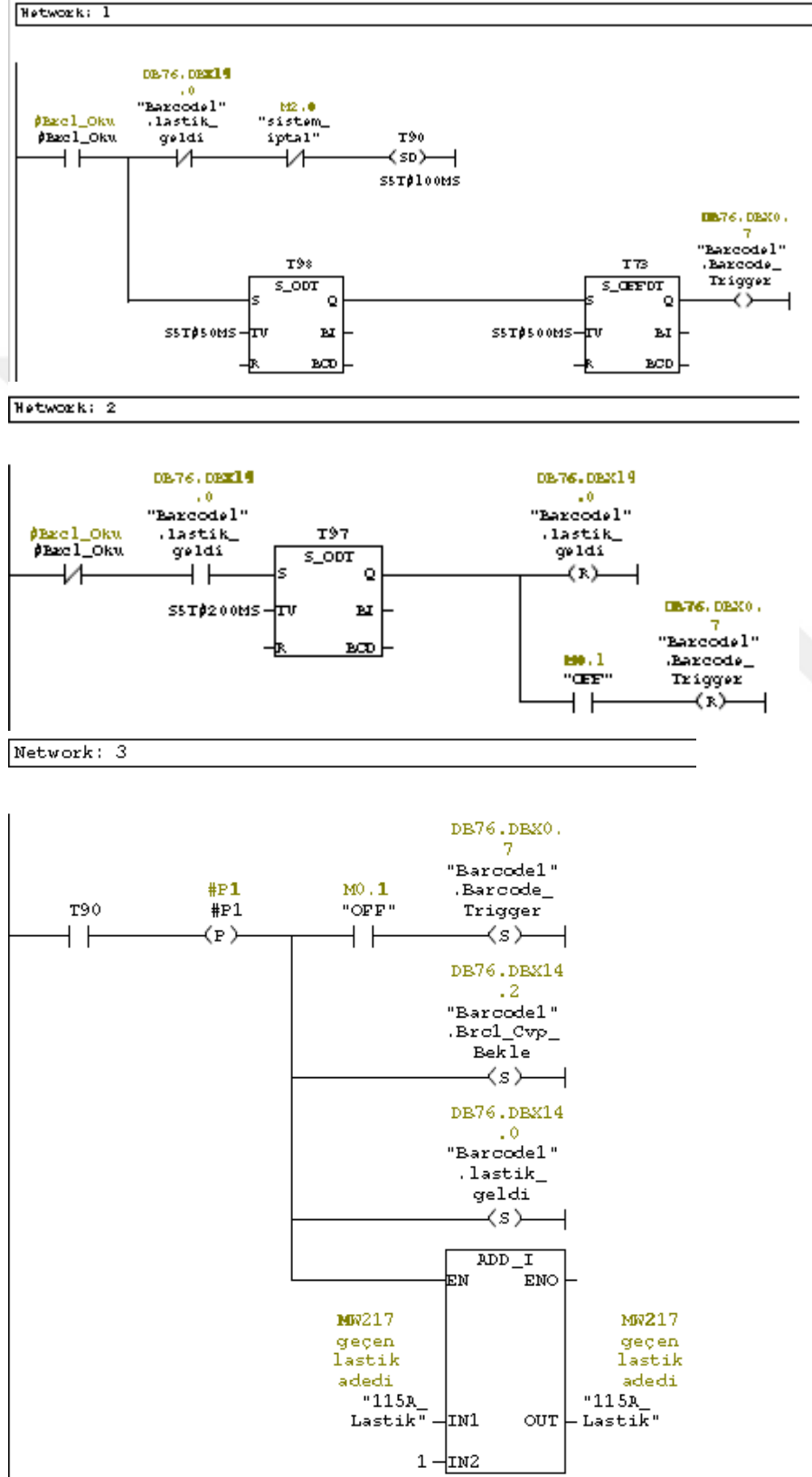
```

+I
T   #i           #i
L   #PI_Start_No #PI_Start_No
L   13
+I
T   LW   6
A7d0: L   #i           #i
L   LW   6
<=I
JCN  A7d1
L   #DB_No       #DB_No
T   LW   8
L   #j           #j
IID
L   L#8
*D
L   #i           #i
IID
TAK
T   LD   10
TAK
L   L#0
+D
L   L#8
*D
LAR1
L   PIB [AR1,E#0.0]
OPN  DB [LW 8]
LAR1 LD   10
T   DEB [AR1,E#0.0]
L   #j           #j
L   1
+I
T   #j           #j
L   #i           #i
L   1
+I
T   #i           #i
JU   A7d0
A7d1: L   #PQ_Start_No #PQ_Start_No
IID
L   L#0
+D
L   L#8
*D
L   #DB_No       #DB_No
T   LW   6
OPN  DB [LW 6]
TAK
T   LD   8
TAK
L   DEB   0
LAR1 LD   8
T   EQB [AR1,E#0.0]
L   #PQ_Start_No #PQ_Start_No
L   1
+I
IID
L   L#0
+D
L   L#8
*D
L   #DB_No       #DB_No
T   LW   6
OPN  DI [LW 6]
TAK
T   LD   8
TAK
L   DIB   1
LAR1 LD   8
T   EQB [AR1,E#0.0]
CLR
A   L   4.1
SAVE
BE

```

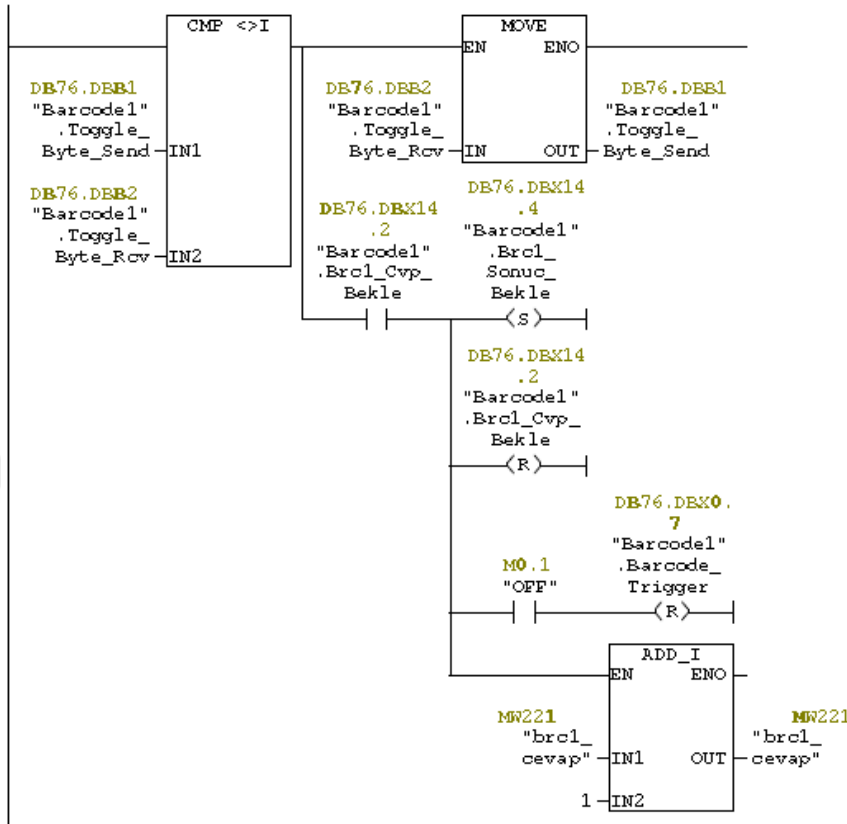
## EK-C

### BARKOD OKUMA – SQL SORGULAMA PLC PROGRAMLAMA ÖRNEKLERİ

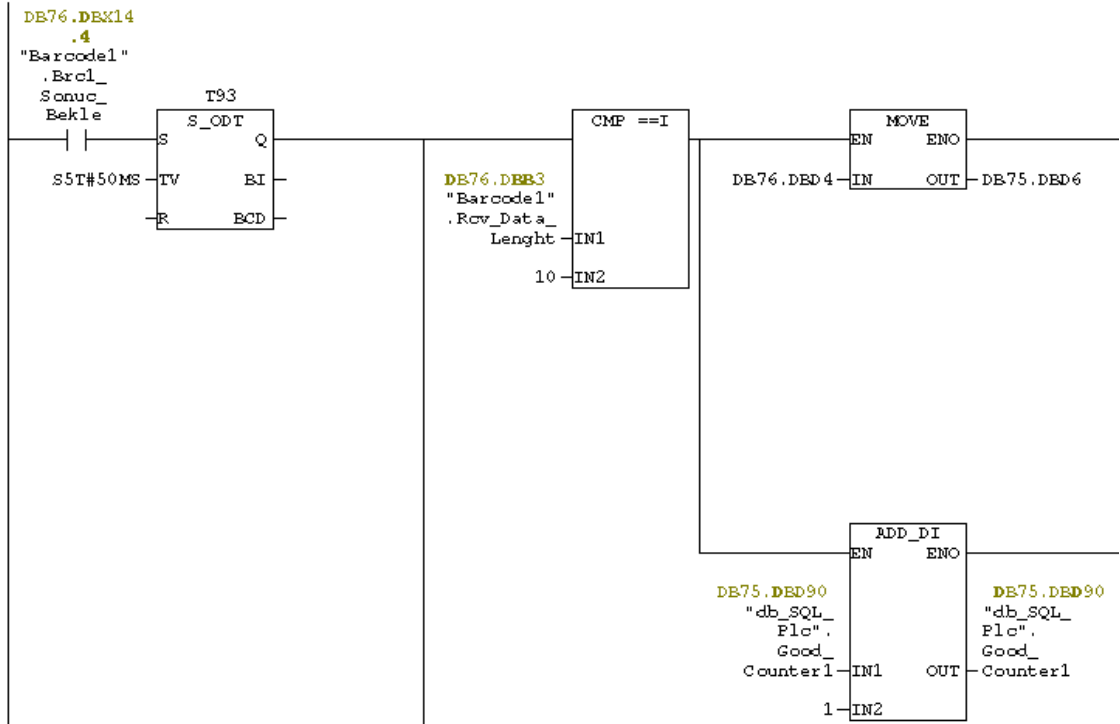


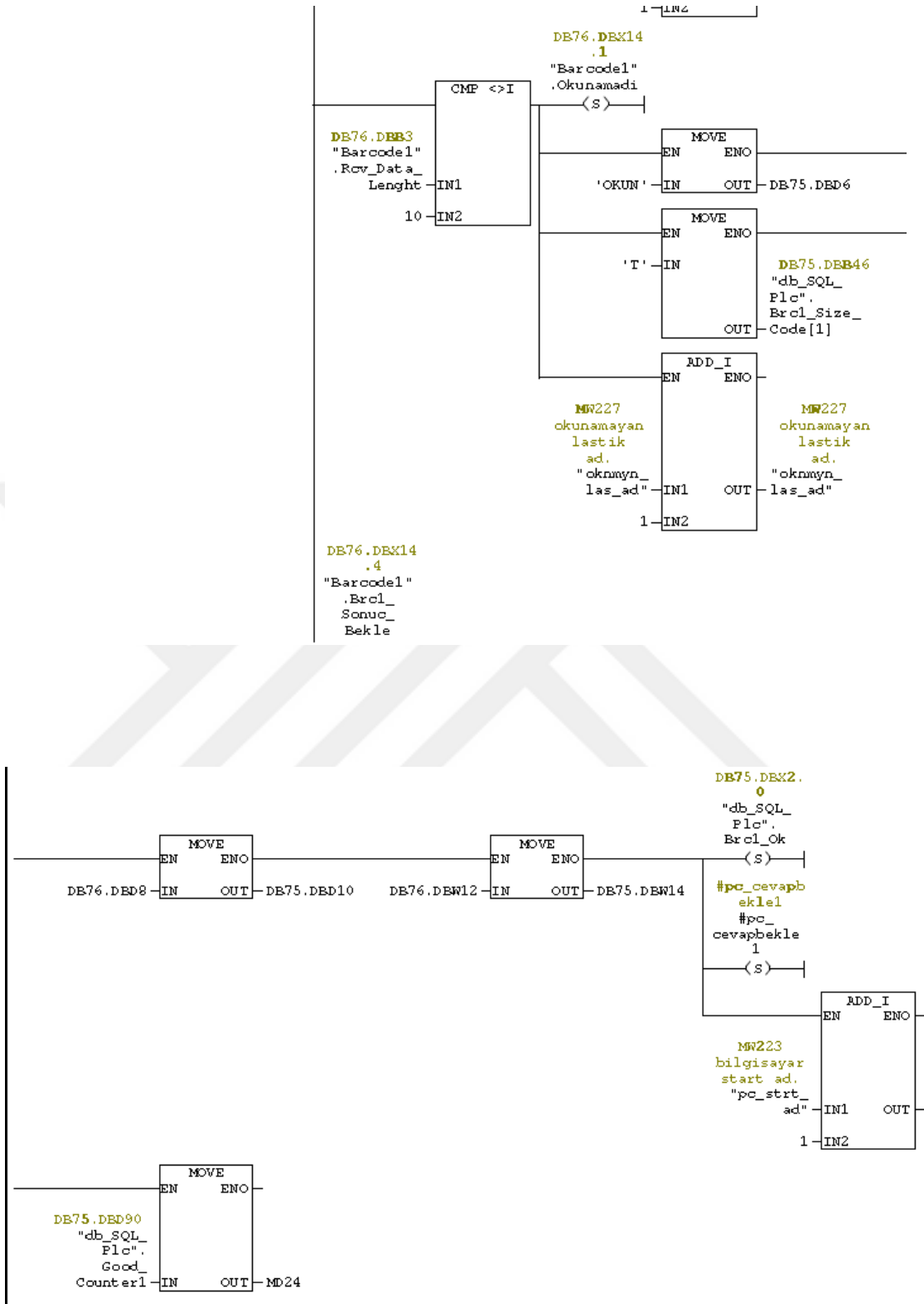


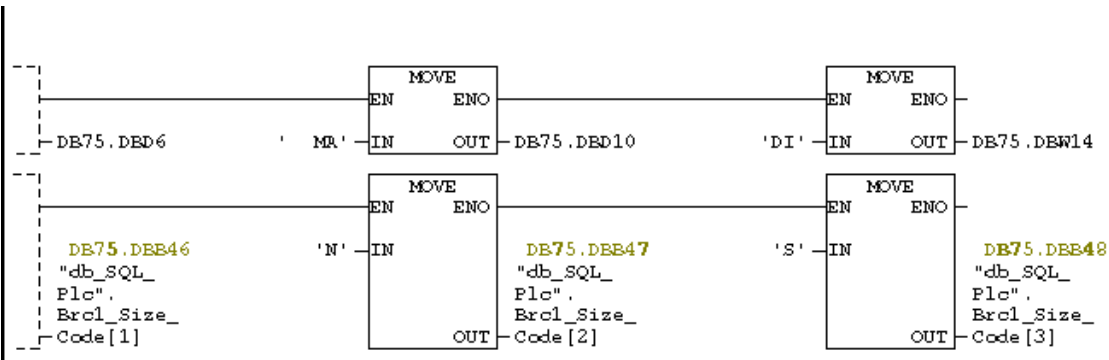
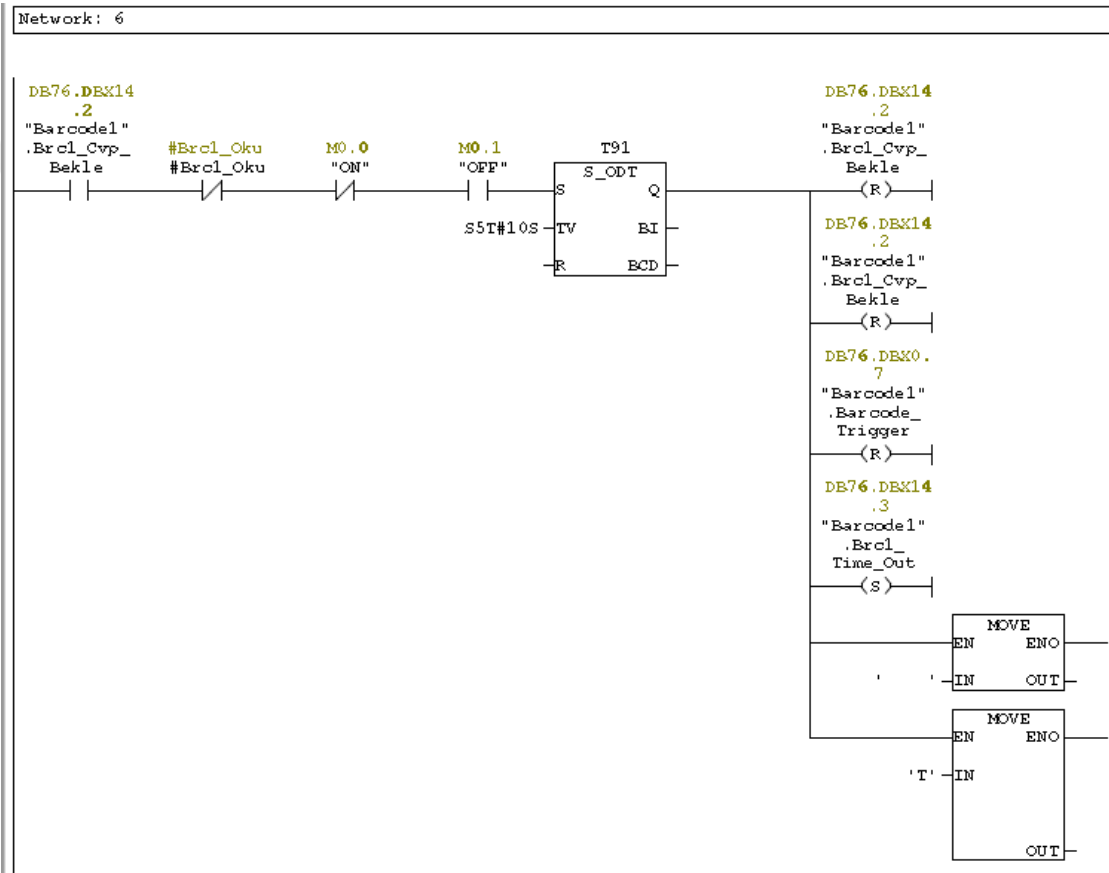
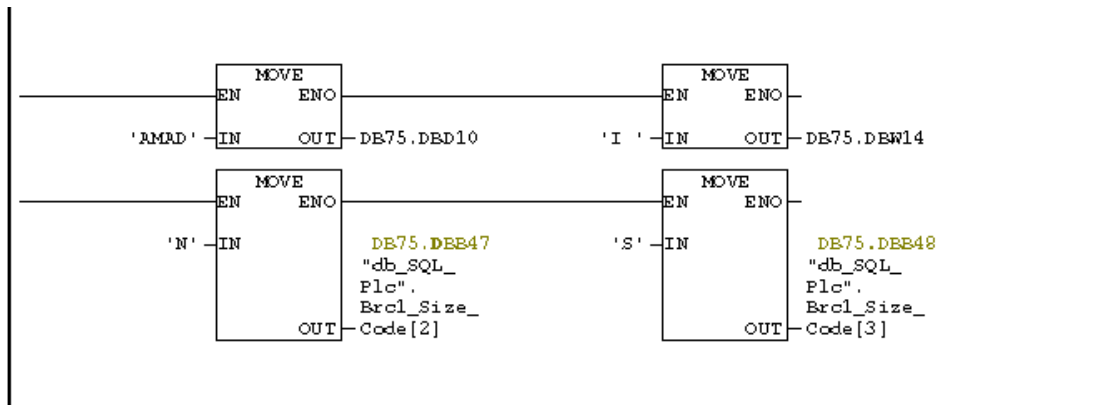
Network: 4



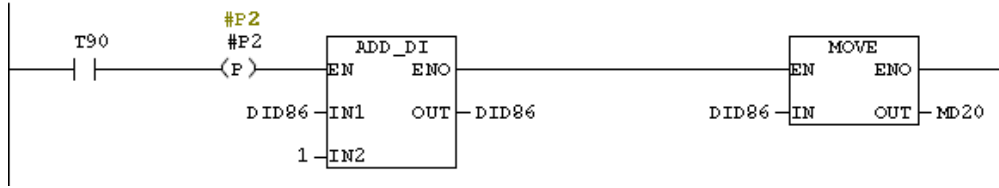
Network: 5



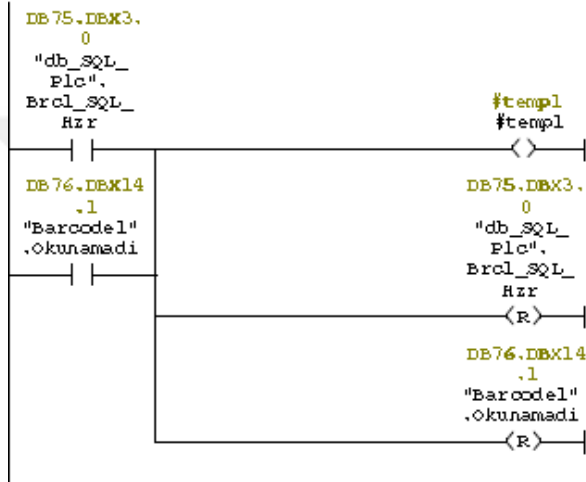




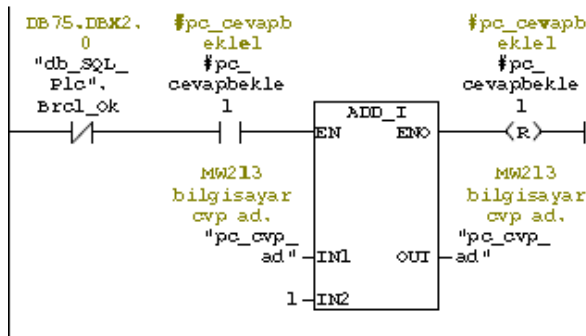
Network: 7



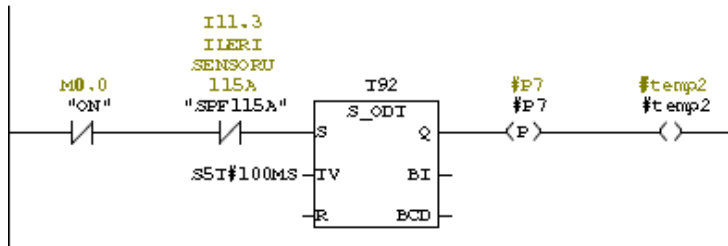
Network: 8



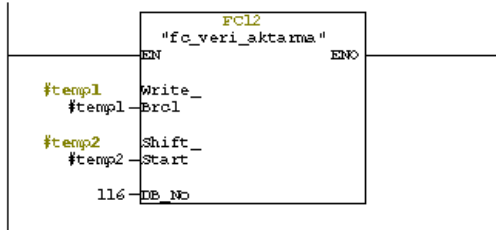
Network: 9



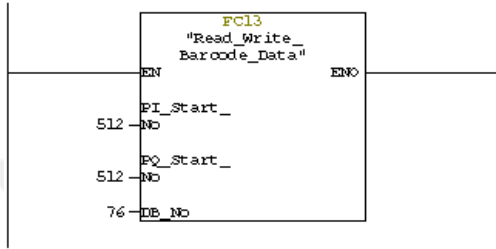
Network: 10



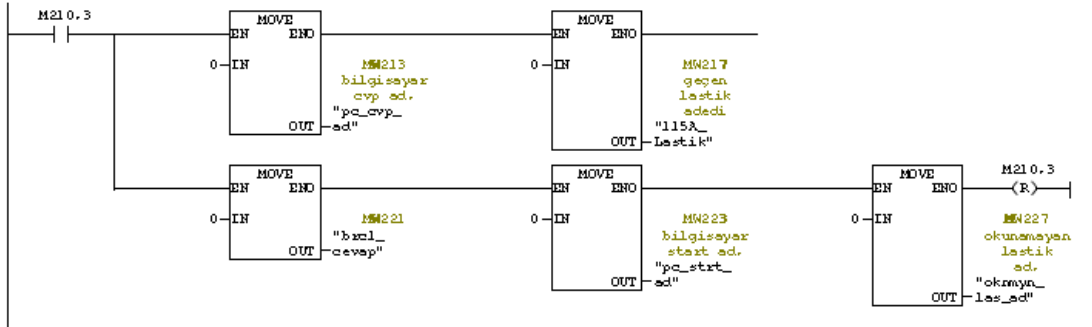
Network: 11



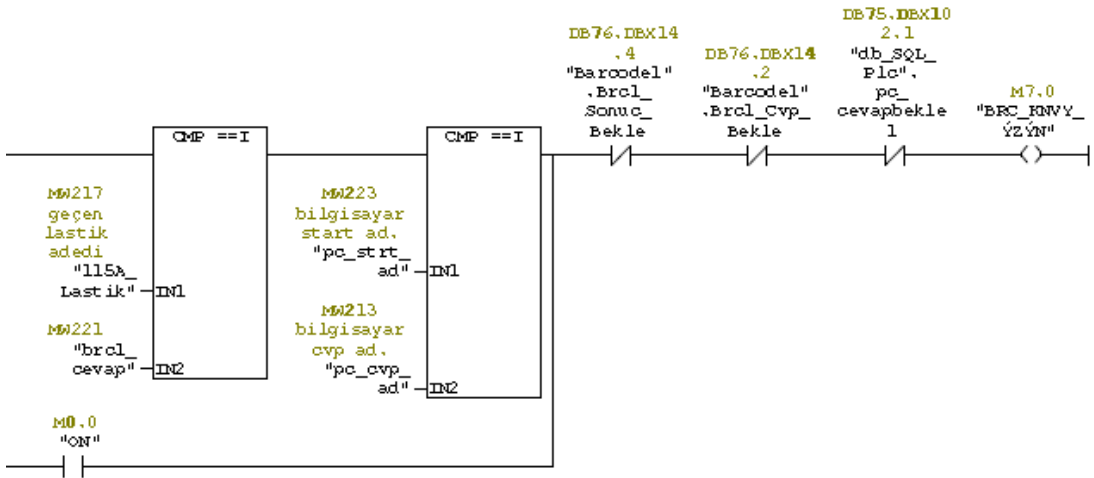
Network: 12



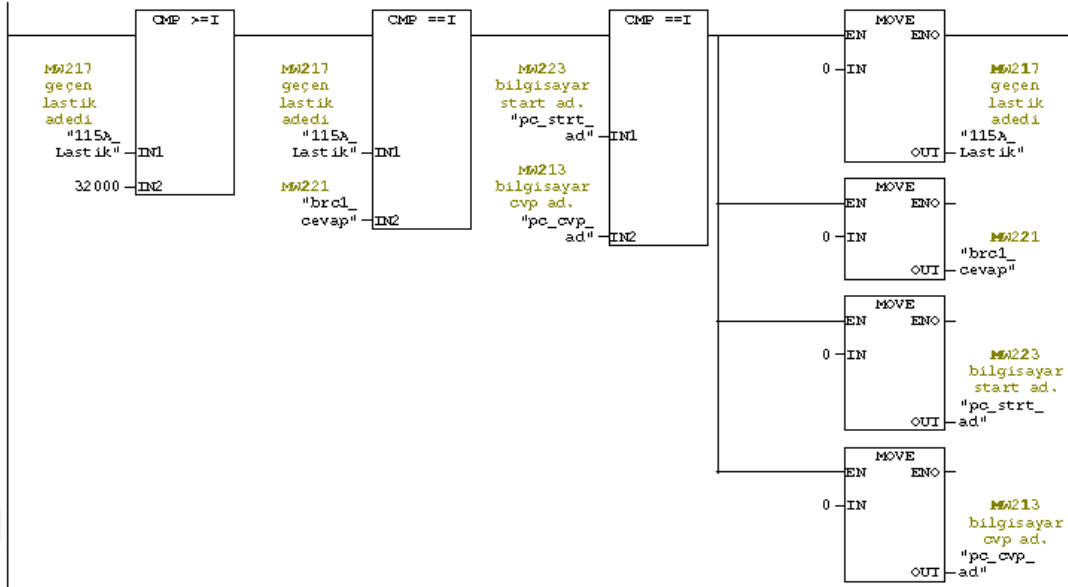
Network: 13



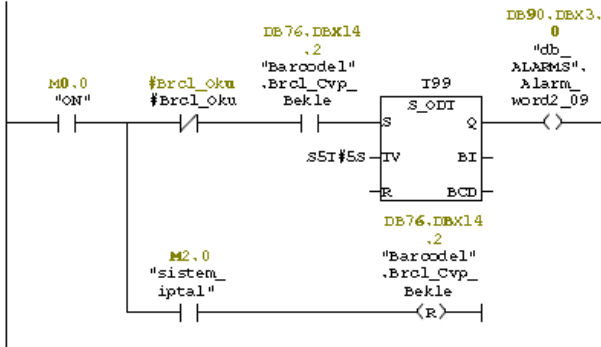
Network: 14 Barkode 1



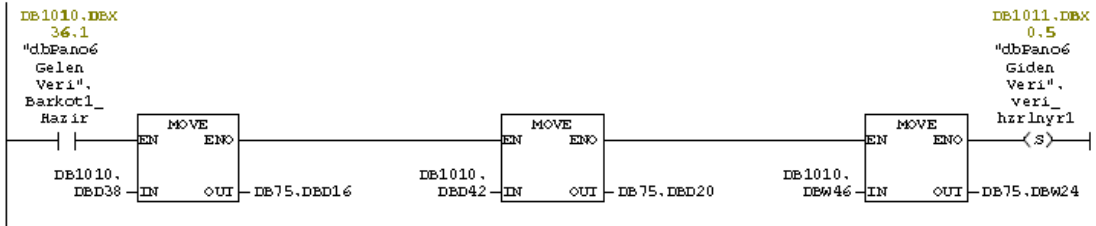
Network: 15



Network: 16

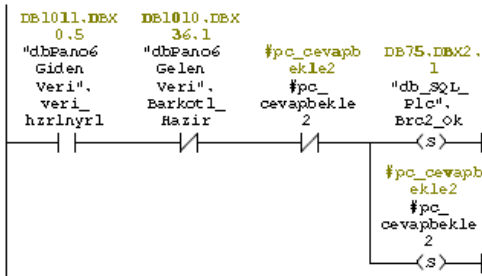


Network: 17



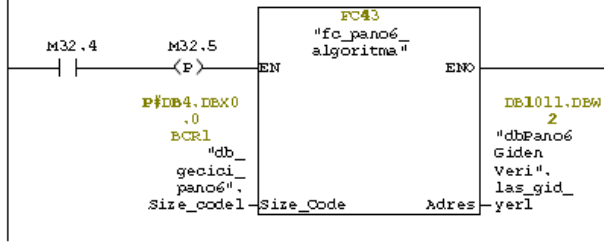
Network: 18

Burada move yerine Size code ile lastik gönderilecek yer hspnck

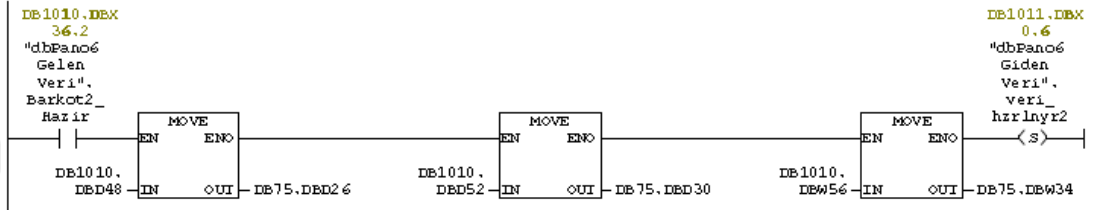




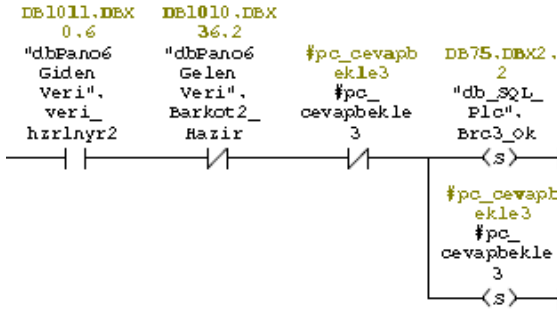
Network: 23



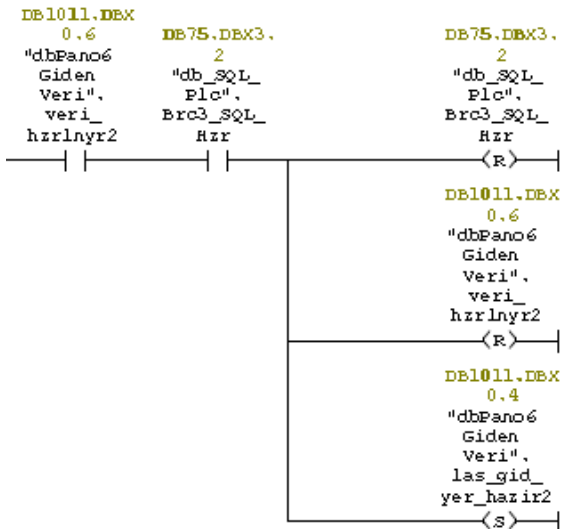
Network: 24



Network: 25 Burada move yerine Size code ile lastik gönderilecek yer hşplnck



Network: 26 Burada move yerine Size code ile lastik gönderilecek yer hşplnck

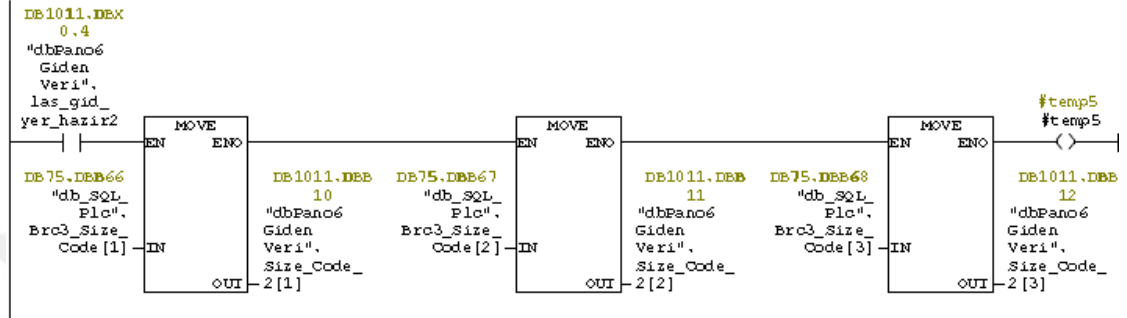




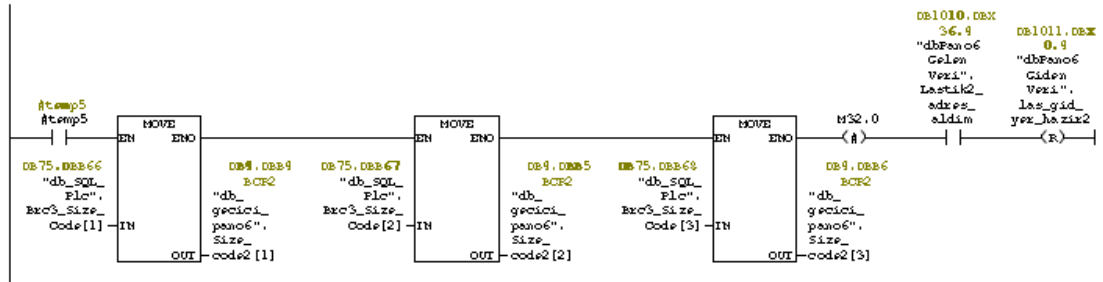
Network: 27



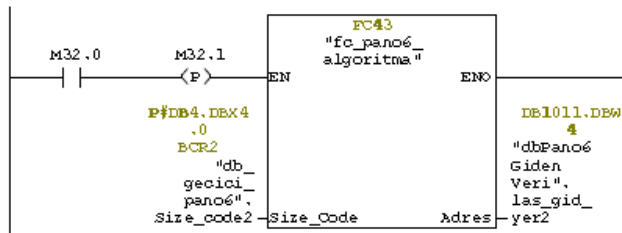
Network: 28 Barkode 4 Pano 31



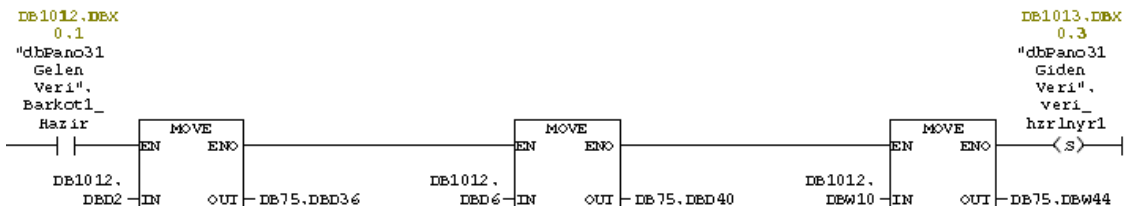
Network: 29



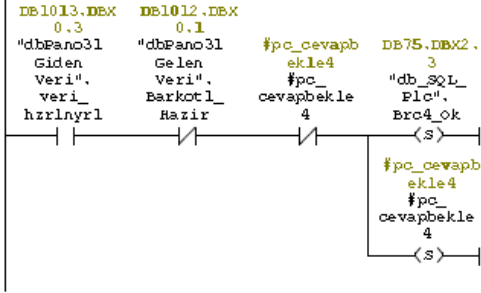
Network: 30



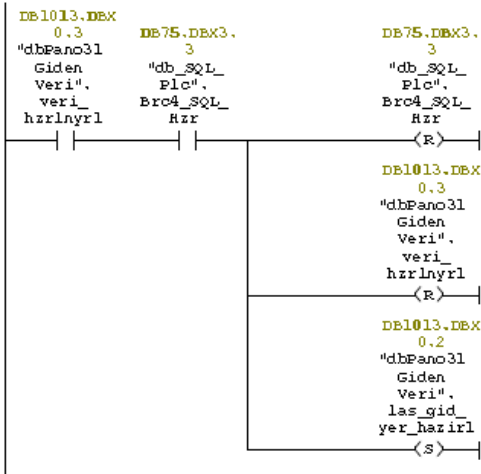
Network: 31



Network: 32 Burada move yerine Size code ile lastik gönderilecek yer hspInck



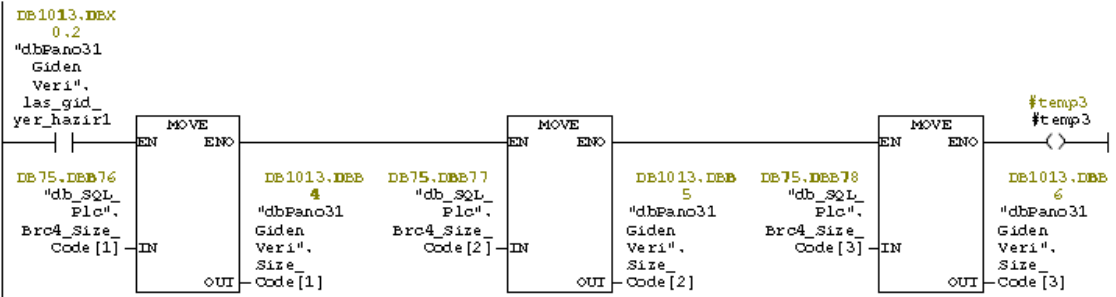
Network: 33



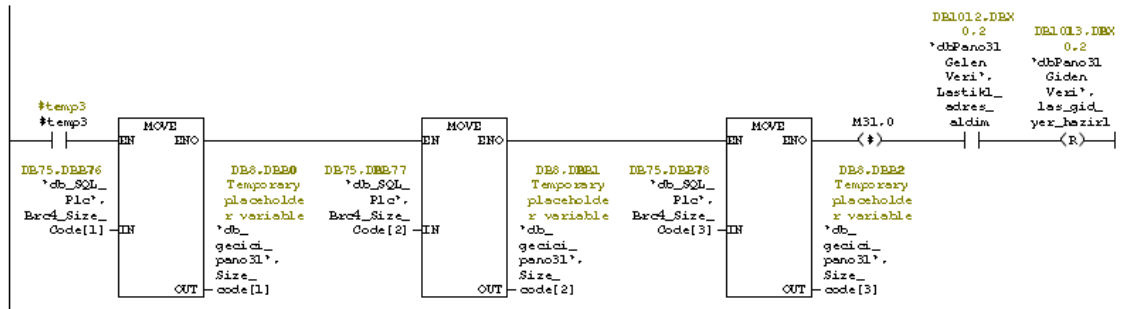
Network: 34



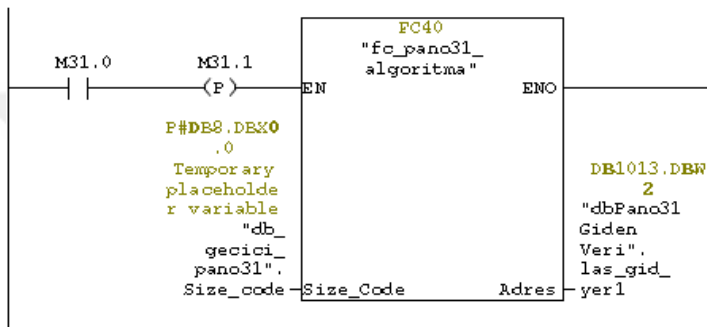
Network: 35



Network: 36



Network: 37



## EK-D

### SQL VERİ TABANINDA BARKOD SORGULAMA ALGORİTMASI

```
BCR = new String(rxBuf);
BCR.Text = bcr;
if (cnn.State != ConnectionState.Open)
{
    try
    {
        cnn.Close();
        cnn.Open();
        richTextBox1.AppendText("SQL CONNECTION OPENED\r\n");
    }
    catch (SqlException ex)
    {
        richTextBox1.AppendText("SQL CONNECTION FAILED\r\n");
        richTextBox1.AppendText(ex.Message + "\r\n");
        bypass1 = true;
    }
}
if ((cnn.State == ConnectionState.Open) && (rxBuf[0] == '9') && (BCR.Text.Length == 10))
{
    SqlCommand cmd2 = new SqlCommand("SELECT Size_Code FROM FAS_Car_Main (NOLOCK) WHERE Barcode=@Barcode", cnn);
    cmd2.Parameters.AddWithValue("@Barcode", BCR.Text);
    try
    {
        var ret = cmd2.ExecuteScalar();
        if (ret.ToString().Length > 0)
        {
            txtSize1.Text = ret.ToString();

            if (mod != 0)
            {
                size = ret.ToString();
            }
        }
        richTextBox1.AppendText("Barcode SOGULANDI BULUNDU \r\n");
        sizechk = false;
        Barcode_Readed = true;
        bypass1 = false;
    }
}
```

**EK-E**

## **OTOMATİK REÇETE DEĞİŞİMİ ŞARTNAMESİ (HOFMANN)**

Türk Pirelli Projects Department  
Prepared by Mehmet Turan

### **HOFMANN MACHINES BAR CODE PROJECT**

This project is a part of the finishing robotizing and optimisation project in order to feed and control the machines w/o subcontractors with min. permanent operators.

The control machines should accept the tires with same rim sizes, but different rim widths by changing recipes automatically and sending all the measuring results to Multiman system.

The operation to be done by Hofmann is described as follows;

- A DataLogics bar code scanner will be mounted in the handler above the lube station.  
*Note : DataLogics bar code reader will be purchased and mounted by Turk Pirelli with the instructions by Hofmann.*
- Bar code reader will be connected to m/c HMI via ethernet.
- The tire is conveyed into handler, is centered and lubed in the lube station.
- After the tire is lubed and while tire is rotating, the scanner reads the bar code that is attached to the bead area of the tire.
- If the barcode can not be read, the tire is to be graded as "scrap".
- The tire is conveyed into test station where it is tested for normal balance and geometry or uniformity parameters.
- At the time tire leaves the test station, data on the tire is passed from a program on the m/c HMI to plant's Multiman data acquisition system (Pirelli Multiman Server).

### **Remarks**

IT department prefers ethernet communication among PCs.  
Pirelli Server will be "master" for the communications.

If no response from Pirelli Server during recipe code request, STOP m/c If Auto Recipe Management ACTIVATED (Disable manual recipe management)

If no response from Pirelli Server during recipe code request, CONTINUE to RUN m/c If Auto Recipe Management NOT ACTIVATED (Enable manual recipe management)

The project should be completed till end of the year for truck control m/cs; end of January 2010 for car control m/cs.

The system described is valid for all type of the Hofmann machines  
(Hofmann Unbalance m/c for car and truck, uniformity control m/c for car).

## KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Erdil A., **Turan M.**, Car and Truck Tyres Control Area Automation, (*REM 2011*)  
*12th International Workshop on Research and Education in Mechatronics*, Kocaeli,  
15 – 16 Eylül 2011.



## ÖZGEÇMİŞ

29.11.1971 yılında Kdz.Ereğli'de doğdu. İlk öğrenimini Alaplı Merkez İlkokulunda, orta öğrenimini Alaplı Atalay Lisesinde ve lise öğrenimini Kdz.Ereğli Teknik Lisesinde tamamladıktan sonra 1989 yılında Ankara Üniversitesi Elektronik Mühendisliği Bölümünde üniversite hayatına başladı.

1993 yılında üniversite öğrenimini tamamladıktan sonra AK-AL Tekstil Alaplı tesislerinde çalışmaya başladı. Askerlik görevini 1994-1995 yıllarında İzmir İstihkam Okulunda yedek subay olarak yaptı.

1996 yılında Türk Pirelli Lastikleri İzmit Fabrikasında bakım mühendisi olarak göreve başladı ve aynı yıl dünya evine girdi. Türk Pirelli'de Bakım, Teknik Büro, Yatırım ve Projeler bölümlerinde 16 yıl görev aldıktan sonra en son Yatırım ve Teknik Projeler Müdürü pozisyonunda iken 2012 yılı sonunda Pirelli Romanya Fabrikasına Mühendislik Müdürü olarak görevlendirildi. Aysel Hanım'la evliliğinin meyvesi olarak 2003 ve 2008 yıllarında 2 kız çocuğu oldu.

Romanya'da ailesiyle birlikte 3,5 yıl kaldıktan sonra 2016 yılında Pirelli'yi satın alan Çinli ChemChina şirketine bağlı 4 tane fabrikanın Teknik sorumlusu ve Pekin'de bu fabrikaların teknik merkezini tesis etmek üzere Pirelli merkez tarafından Çin'de Asya Pasifik Mühendislik Direktörü olarak görevlendirildi. Halen ailesiyle birlikte Çin'de yaşamaya devam etmektedir.