

**HAREKET HALİNDEKİ BİR BANT  
KANTARI ÜZERİNDE YUMRU  
BİTKİLERİNE AİT AĞIRLIK ÖLÇME  
SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

**Bülent ALBAYRAK**

**Yüksek Lisans Tezi  
Tarım Makineleri Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR**

**2010**

T.C.

NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAREKET HALİNDEKİ BİR BANT KANTARI ÜZERİNDE YUMRU BİTKİLERİNE AİT  
AĞIRLIK ÖLÇME SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Bülent ALBAYRAK

TARIM MAKİNELERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. BAHATTİN AKDEMİR

TEKİRDAĞ-2010

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR danışmanlığında, Bülent ALBAYRAK tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Tarım Makineleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : .....

*İmza :*

Üye : .....

*İmza :*

Üye : .....

*İmza :*

Üye : .....

*İmza :*

Üye : .....

*İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç.Dr. Fatih KONUKCU

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### HAREKET HALİNDEKİ BİR BANT KANTARI ÜZERİNDE YUMRU BİTKİLERİNE AİT AĞIRLIK ÖLÇME SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Bülent ALBAYRAK

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarım Makineleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR

Bu araştırmada, yumru bitkilerinin hareketli bir bant kantarı üzerinde ilerlerken ağırlıklarını anlık ve toplam olarak ölçen bir sistemin tasarımı ve üretimi yapılmıştır. Bant kantarının şasisi köşebent profilden imal edilmiştir. Sistemde PVC bant kullanılmış ve bandın dönüş hareketi bir elektrik motoru ile sağlanmıştır. Bant hızı bir takometre ile anlık olarak ölçülmüştür. Düşey yükleri taşımak için bant altında rulolar kullanılmıştır. Bu rulolardan biri ağırlık ölçmek için yük hücresine bağlanmıştır. Yük hücresinden gelen birim metredeki ağırlık bilgisi ile takometreden gelen hız bilgisi kullanılarak bir elektronik devre yardımı ile birim zamanda geçen yük miktarı hesaplanmıştır. Bu bilgiler LCD ekranda anlık olarak gösterilmiştir. Yapılan denemeler sonucunda %96.4 - %97.5 arasında doğruluk payıyla ağırlık hesabı yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Bant kantarı, yük hücresi, ağırlık ölçümü, yumru bitkileri, hassas tarım

2010, 54 sayfa

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

### **DEVELOPING A WEIGHT MEASUREMENT SYSTEM FOR TUBER CROPS ON A BELT SCALE**

**Bülent ALBAYRAK**

Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Agricultural Machinery

Supervisor: Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR

In this study, a specific design and production of a weight measurement system for tuber crops on a belt scale is conducted. The chassis of the belt scale is constructed by equal legs steel profile. The belt material is PVC. The rotational motion of the belt scale is obtained by a AC electric motor. The speed of the belt is measured by a tachometer. Several rollers are used to support the vertical loads on the belt. One of the roller is connected directly to load cell to measure the weight of the tuber crops. In order to obtain the mass flow on the belt, the data of weight per unit meter from load cell and the speed data from tachometer are transmitted to an electronical board. Multiplication of these two data gives the unit mass flow rate of the tuber crops on the belt scale. The unit mass flow rate and total mass flow rate is displayed on an LCD display. The study showed that this system gives between 96.4% - 97.5% accuracy for measuring of weight on a moving belt scale.

**Keywords :** Belt scale, loadcell, weight measurement, tuber crops, precision farming

**2010, 54 pages**

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bana her türlü desteği veren aileme, tezin her aşamasında yakın ilgi ve desteğini gördüğüm danışman hocam, Sn. Prof. Dr. Bahattin Akdemir'e, destekleri için tüm Tarım Makineleri bölüm çalışanlarına, değerli yardımları için Doç. Dr. Yılmaz Bayhan' a, Yrd. Doç. Dr. Can Şişman' a, Yrd. Doç. Dr. Tuncay Gümüş'e, Yrd. Doç. Dr. İlker Çelen' e, Yrd. Doç. Dr. Mustafa Mirik' e, bütün montaj ve mekanik işçiliğinde birlikte çalıştığım Erhan Özlem ve Sunay Bahtiyar'a, mekanik destek için Türkan Çalışkan'a, elektrik sistemleri için yardımlarını esirgemeyen Gürsel Topgül'e, Barbaros Mat'a, yük hücresi, kontrol ünitesi ve takometre gibi malzemelerin tedarik edildiği ESİT firmasından Sn. Vehbi Akgün' e, bant tedariki yapılan ZİLİGEN firmasından Sn. Gürkan Tatlıcı' ya, Tunaylar firmasında Sn. Sinan Tez' e katkılarından dolayı teşekkür ederim.

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

A:	Amper
AC:	Alternatif akım
cm:	Santimetre
°C:	Sıcaklık (celcius)
DC:	Doğru akım
gr:	Gram
GF:	Gerinim faktörü
h:	Saat
ha:	Hektar
kg:	Kilogram
kW:	Kilovat
mm:	Milimetre
m:	Metre
m <sup>2</sup> :	Metrekare
nA:	Nano Amper
N:	Newton
P:	Basınç
Ppm:	Milyonda bir partikül
PVC:	Poli vinil klorür
R:	Direnç
s:	Saniye
t:	Ton
V:	Volt
W:	Watt
Ω:	Direnç

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vi</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>viii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>1 GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Transport makineleri</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2 Konveyörler</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3 Bantlı konveyörler</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4 Gerinim Pulu (Uzama ölçer – Strain Gauge)</b> .....	<b>5</b>
1.4.1 Gerinim ölçümü .....	7
1.4.2 Bağlantı kablolarının öz direnç etkisi .....	9
1.4.3 Bağlantı kablolarının sıcaklık değişimi etkisi .....	10
1.4.4 Tam köprü bağlantı .....	11
1.4.5 Köprünün elektriksel sıfırlarının alınması .....	11
<b>2 KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	<b>13</b>
<b>3 MATERYAL ve YÖNTEMLER</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1 Materyal</b> .....	<b>16</b>
3.1.1 Patates .....	16
3.1.2 Soğan.....	17
3.1.3 Bant kantarı .....	18
3.1.4 Yük hücresi .....	22
3.1.5 Takometre (hız algılayıcı).....	26
3.1.6 Tahrik ünitesi.....	27
3.1.7 Gergi sistemi.....	29
3.1.8 Kontrol ünitesi .....	30
<b>3.2 Yöntemler</b> .....	<b>34</b>
3.2.1 Ürünlerin bant üzerinde tartımı .....	34
3.2.2 Ağırlık kalibrasyon yöntemi.....	36



3.2.3	Bant hızı ölçme yöntemi .....	37
3.2.4	Tartım sisteminin kontrolü .....	38
<b>4</b>	<b>ARAŞTIRMA BULGULARI.....</b>	<b>41</b>
4.1	Patates ile ilgili tartım sonuçları.....	41
4.2	Soğan ile ilgili tartım sonuçları.....	45
<b>5</b>	<b>SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>51</b>
<b>6</b>	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>52</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>54</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1.3.1 Bantlı konveyörlerde kullanılan terminolojinin şematik gösterimi .....	4
Şekil 1.3.2 Bantlı konveyör makara sistemleri.....	4
Şekil 1.4.1 Gerinim tanımı .....	5
Şekil 1.4.2 Örnek bir gerinim pulu resmi (Anonim 2010f).....	6
Şekil 1.4.3 Gerinim pulunun iç yapısı (Kyowa electronic instruments Co., Ltd).....	6
Şekil 1.4.1.1 Wheatstone Köprüsü.....	7
Şekil 1.4.1.2 Wheatstone Köprüsü.....	8
Şekil 1.4.2.1 Çeyrek köprüde kablo direnci .....	9
Şekil 1.4.3.1 Çeyrek köprüde 3 telli bağlantı .....	10
Şekil 1.4.4.1 Tam köprü bağlantısı .....	11
Şekil 1.4.5.1 Harici köprü sıfırlama devresi.....	12
Şekil 3.1.3.1 Bant kantarının 3 boyut bilgisayar modellemesi.....	18
Şekil 3.1.3.2 Araştırmada üretimi yapılan bant kantarının fotoğrafı .....	19
Şekil 3.1.3.1.1 Köşebent profilden bant kantarı şasisi .....	19
Şekil 3.1.3.2.1 Projede kullanılan PVC bandın kesiti.....	20
Şekil 3.1.3.3.1 Makaraların şematik gösterimi .....	21
Şekil 3.1.4.1 Yük hücresi .....	22
Şekil 3.1.4.2 Şematik olarak yük hücresinin çalışma prensibi .....	24
Şekil 3.1.4.3 Yukarı doğru büküm (Anonim 2010h).....	25
Şekil 3.1.4.4. Aşağı doğru büküm (Anonim 2010i).....	25
Şekil 3.1.5.1 Takometre (Hız algılayıcı) bilgisayar modellemesi .....	26
Şekil 3.1.5.2 Takometre bağlantı uygulaması .....	26
Şekil 3.1.5.3 Takometre teknik gösterimi .....	27
Şekil 3.1.6.1 Tahrik ünitesi fotoğrafı .....	27
Şekil 3.1.6.2 Elektrik ekipmanları -1 .....	28
Şekil 3.1.6.3 Elektrik ekipmanları -2 .....	28
Şekil 3.1.6.4 Tahrik ve kumanda sistemi elektrik şeması .....	29
Şekil 3.1.7.1 Gergi sisteminin bilgisayar modellemesi.....	30
Şekil 3.1.7.2 Üretimi yapılan gergi sistemi .....	30
Şekil 3.1.8.1 Kontrol Ünitesi.....	31
Şekil 3.1.8.2 Ekran görünümü .....	31

Şekil 3.1.8.3 Takometre ve yük hücresinin kontrol ünitesine bağlanması.....	32
Şekil 3.1.8.4 Bant kantarının elektrik panosu.....	33
Şekil 3.2.1.1 Tartı rulosu ve etkili ölçme alanı.....	34
Şekil 3.2.1.2 Toplam geçen yük hesabının şematik gösterimi .....	35
Şekil 3.2.1.3 Konveyör ölçü sisteminin şematik gösterimi.....	35
Şekil 3.2.2.1 Örnek test ağırlığı.....	37
Şekil 3.2.3.1 Frekans dönüştürücü.....	37
Şekil 3.2.4.1 Hız gösterge seçeneği .....	38
Şekil 3.2.4.2 Patates tartımı.....	39
Şekil 3.2.4.3 Kontrol ünitesinin LCD ekranında ağırlık verisi .....	39
Şekil 3.2.4.4 Soğan tartımı .....	40
Şekil 4.1.1 Patates ağırlık ölçüm grafiği (Frekans: 50Hz – Bant hızı: 0.23255 m/s) .....	42
Şekil 4.1.2 Patates ağırlık ölçüm grafiği (Frekans: 40Hz – Bant hızı: 0.18132 m/s) .....	43
Şekil 4.1.3 Patates ağırlık ölçüm grafiği (Frekans: 30Hz – Bant hızı: 0.13387 m/s) .....	45
Şekil 4.2.1 Soğan ağırlık ölçüm grafiği (Frekans: 50Hz – Bant hızı: 0.23255 m/s) .....	46
Şekil 4.2.2 Soğan ağırlık ölçüm grafiği (Frekans: 40Hz – Bant hızı: 0.18132 m/s) .....	48
Şekil 4.2.3 Soğan ağırlık ölçüm grafiği (Frekans: 30Hz – Bant hızı: 0.13387 m/s) .....	49

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa No

Çizelge 3.1.3.2 Bant teknik özellikleri.....	20
Çizelge 3.1.4.1 Yük hücresi teknik özellikleri.....	23
Çizelge 3.1.8.1 Kontrol ünitesi teknik özellikleri.....	32
Çizelge 3.2.3.1 Şebeke frekansına göre bant hızları .....	38
Çizelge 4.1.1. Patates ağırlık tablosu (Frekans: 50Hz – Bant hızı: 0.23255 m/s)...	41
Çizelge 4.1.2. Patates ağırlık tablosu (Frekans: 40Hz – Bant hızı: 0.18132 m/s)...	43
Çizelge 4.1.3. Patates ağırlık tablosu (Frekans: 30Hz – Bant hızı: 0.13387 m/s)...	44
Çizelge 4.2.1. Soğan ağırlık tablosu (Frekans: 50Hz – Bant hızı: 0.23255 m/s)....	46
Çizelge 4.2.2. Soğan ağırlık tablosu (Frekans: 40Hz – Bant hızı: 0.18132 m/s)....	47
Çizelge 4.2.3. Soğan ağırlık tablosu (Frekans: 30Hz – Bant hızı: 0.13387 m/s)....	49

# 1 GİRİŞ

Bu araştırmada, hareket halindeki bantlı konveyör üzerinden geçen yumru bitkilerin ağırlıklarını ölçmek için bir sistem geliştirilmiştir. Konveyör üzerinde ağırlıkları ölçülen yumru bitkilerinin ağırlık bilgileri ölçme esnasında elektronik ortama otomatik olarak kaydedilmiştir.

Hassas tarım, üretim yapılan tarladaki değişkenlikleri dikkate alarak toprak işleme, ekim, gübreleme, ilaçlama ve çapalama işlerinin gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Kirişçi ve Ark., 1999). Hassas tarım çok fazla bilgiyi depolamak, değerlendirmek ve analiz etmek için küresel konum belirleme sistemleri (GPS) ve coğrafi bilgi sistem yazılımlarını (GIS) kullanır. Böylece her üreticinin istediği yüksek verim ve düşük risk gibi iki temel sonuç elde edilmiş olur (Anonim 2010a). Hassas tarım son yıllarda özellikle gelişmiş ülkelerde gelişmiş teknolojilerle uygulanmaktadır. Ülkemizde, bu tarımsal yöntemin uygulanabilmesi için ülkemize özgü çözümler ortaya koymak gerekir. Çünkü yüksek teknoloji içeren makineleri çiftçimizin alması şu aşamada olanaksızdır. Bu makinelerin ya ortak alınıp kullanılması ya da kiralanması gerekecektir. Diğer bir çözüm de ülkemizde çiftçilerimizin uyguladığı yöntemlere adapte olabilecek çözümlerin ortaya konmasıdır. Verim haritası hazırlanması hassas tarımda bir sonraki yıl uygulanacak stratejiyi belirlemesi açısından dikkate alınan önemli faktörlerden birisidir.

Verim haritası hazırlayabilmek için öncelikle ürünlerin ağırlıklarının üretici üzerine ek bir yük getirmeden kolaylıkla ölçülebilmesi gerekmektedir. Bu yüzden hasat süreçlerini negatif yönde etkilemeden hızlı ve doğru sonuç verecek sistemler geliştirmek kaçınılmaz olmaktadır.

Tarımsal üretimde tarım ürünlerinin ve atıklarının bir yerden başka bir yere kaldırılması, yükletilmesi, nakledilmesi, boşaltılması ve depolanması büyük bir iş gücü gerektirmektedir. Tarımsal üretimin her kademesinde yükleme, boşaltma ve taşıma işlemi yoğun olarak tekrarlanmaktadır. Tarla, işletme ve pazar üçgenindeki tarım ürünü veya dolaylı malzeme akışı gerçekleştirilirken daha az enerji harcanan, hızlı ve verimli bir iletim zinciri kurulmalıdır (Sulak 1993).

Bugün hemen hemen tüm endüstrilerde işletme ekonomisine etki eden faktörlerden birisi malzeme iletimidir. Bantlı konveyörler sürekli malzeme iletiminde birçok uygulama alanları içinde en elverişli sistemi oluştururlar. Yüksek taşıma kapasitesi, uzun mesafelere yük taşıma yeteneği, transport yolunun kavisli ve esnek olabilmesi basit

tasarım, hafif yapı ve güvenilir sistem gibi özellikler, bantlı konveyörleri en çok kullanılan transport makineleri durumuna getirmiştir. Taşınan malzemeler kuru veya ıslak, hububatta olduğu gibi dane veya kömürde olduğu gibi parça halinde olabilir (Gerdemeli ve Ark.2005).

Tarım işletmelerinde taşıyıcı sistem olarak bantlı konveyörler sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yüzden bu çalışmada mevcut bantlı taşıma sistemlerine ağırlık sistemi eklenerek verimlilik kaybı yaşanmadan ürünlere ait bilginin anlık olarak kaydedilmesi amacıyla ağırlık ölçebilen bantlı konveyör sistemi geliştirilmiştir.

Bu çalışma ile hasat sırasında ürünlerin transfer edilirken verim haritalama bilgilerinin de basit ve doğru sonuç verebilecek uygulamalarla elde edilebilirliği araştırılmıştır. Çalışmada üretimi yapılan konveyör sistemi, temel çalışma prensibi değiştirilmeden, hasatta kullanılacak tarım arabasının niteliğine göre yeniden uyarlanabilecek ve verim haritalama sistemi için büyük kolaylık sağlayabilecektir.

Bu projede temel olarak bir bant kantarına, ağırlık ölçmek için kullanılan yük hücresi yerleştirilmiş, bant ilerleme hızı bir takometre ile ölçülmüş ve bu ağırlık bilgisiyle hız bilgisi kullanılarak birim zamanda geçen yük miktarı hesaplanmıştır. Sistemin genel tanımları ve kullanılan materyal ile yöntemler aşağıda detaylandırılmıştır.

## **1.1 Transport makineleri**

Transport makineleri temel olarak ürün veya malzemenin bulunduğu yerden nakledileceği yer arasındaki konumlar göz önüne alınarak, yatay nakil, düşey nakil veya eğim açısı altında nakil durumuna göre;

- a. Kaldırma makineleri
- b. İletim makineleri olarak sınıflandırılmaktadır

İletilecek malın kesikli veya sürekli iletilme durumuna göre ise;

- a. Sürekli çalışan transport makineleri
- b. Kesikli çalışan transport makineleri

Olmak üzere iki ayrı gruba ayrılmaktadır.

Sürekli çalışan transport makineleri ile yatay, eğimli veya düşey konumlarda iletim yapılabilmektedir. Eğik düzlemler, vidalı konveyörler, teleferikler, hidrolik ve pnömatik konveyörler, yürüyen merdivenler ve elevatörler bunlara örnek olarak verilebilir. Vidalı konveyör temel olarak, yarım boru içerisinde dönen helisel bir vidadan ibarettir. Bantlı konveyör, iki ucunda tahrik ve saptırma tamburları bulunan ve tamburlar arasında rulolarla desteklenen bir lastik bandan meydana gelmektedir.

Kesikli çalışan transport makinelerinde, makinenin konstrüksiyon ve fonksiyonuna bağlı olarak malzeme iletiminde kesintiler vardır. Bu seçilen makineden kaynaklandığı gibi talep edilen işten de kaynaklanmaktadır. Mesken ve yük asansörleri, vinçler, krenler vb. makineler bu gruba dahil edilmektedir (Kurbanoglu 2002).

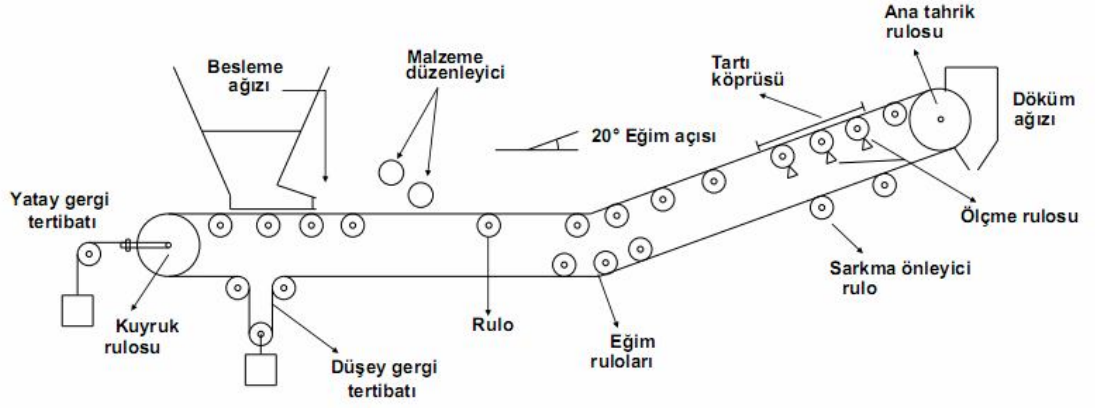
## **1.2 Konveyörler**

Konveyörler sürekli çalışan iletim makineleri sınıfına girer ve tarımsal ve endüstriyel tesislerde ürün veya malzemelerin sürekli iletiminde kullanılırlar. Konveyörlerinin konstrüksiyonlarına göre sınıflandırılması şu şekildedir (Azeloğlu 2006):

- a. Bantlı konveyörler
- b. Zincirli konveyörler
- c. Helezon konveyörler
- d. Masuralı konveyörler
- e. Titreşimli konveyörler
- f. Pnömatik konveyörler
- g. Hidrolik konveyörler

## **1.3 Bantlı konveyörler**

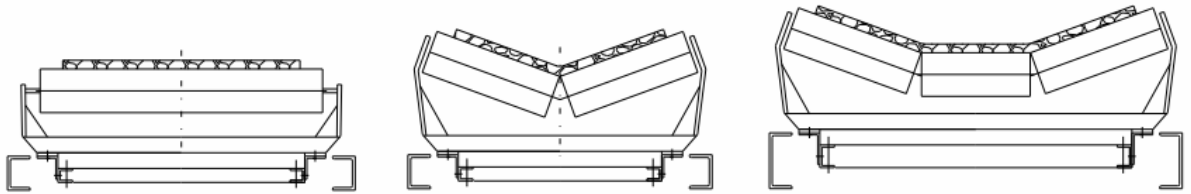
Bantlı konveyörler iki tambur arasında bulunan sonsuz banttandır. Taşınacak yük bir taraftan yüklenir, diğer taraftan boşaltılır. Bir bantlı konveyör temel olarak, tahrik tamburu, dönüş tamburu, üst ve alt makaralar, kılavuz rulo, gergi sistemi, motor ve çelik konstrüksiyondan oluşur. Hareketin sağlanması için bant sistemine bir ön gerilme kuvvetinin uygulanması şarttır. Bantlı konveyörlerde kullanılan terminoloji Şekil 1.3.1. de gösterilmiştir.



Şekil 1.3.1 Bantlı konveyörlerde kullanılan terminolojinin şematik gösterimi

Bant tahrik yöntemleri, konstrüksiyona ve taşınacak malzemenin özelliğine bağlı olarak; baştan tahrik, kuyruktan tahrik veya çift tahrik olarak kuyruktan ve baştan olabilir. Çok tamburlu sistemlerde düşük bant gerilmeleri meydana gelir ancak ilave motor ve dişli sistemlerinden kaynaklanan ilave masraf yaratır. Bantlı konveyör konstrüksiyonunda bant hareket hızı ve tahrik gücü bulunmasına etkiyen tasarım parametreleri olarak, taşınan malzemenin özellikleri ve yoğunluğu ile konveyör kapasitesi; bant özellikleri, taşıma uzunluğu ve eğimi, bilinmesi gereken teknik değerlerdir.

Taşıyıcı makaralar tek parçalı veya çok parçalı olarak çelik konstrüksiyon üzerine tespit edilmişlerdir (Şekil 1.3.2). Taşıyıcı makaralar, üst kısımda banda düz veya oluk formunda, alt kısımda ise düz olarak yapılır. Düz bantlar parça malların iletiminde ve düşük kapasitelerde kullanılabilirler. Dökme malların büyük taşıma kapasitelerinde iletimi 2, 3, veya 5 parçalı taşıyıcı makaraların yataklık ettiği oluklu geniş bantlarla yapılır (Gerdemeli ve ark. 2005).



Tekli makara

İkili makara

Üçlü makara

Şekil 1.3.2 Bantlı konveyör makara sistemleri



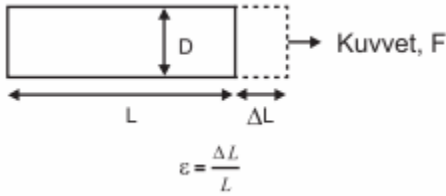
#### 1.4 Gerinim Pulu (Uzama ölçer – Strain Gauge)

MÖ 5000 yıllarından günümüze değin tartma işlemi için eşit kollu terazilerden faydalanılmaktadır. Bir diğer tartma metodu ise zemberekli terazilerdir. Zemberekli terazilerde zembereğe bağlı bir ibre vardır ve bu ibre ağırlığın gösterilmesi amacıyla kullanılır. Bu terazilerin avantajı kalibre edildikten sonra standart bir kütleye ihtiyaç duymamasıdır. Tekrarlanabilirlik ve güvenilirlik açısından yay malzemesinin uygun seçilmesi, zembereğin yeteri kadar kurulması, göstergenin belli bir aralıkta doğrusal cevap vermesi için önemlidir. Çalışmamızın konusu olan yük hücresi (loadcell) de ağırlık ölçmedeki bir diğer metottur. Ağırlığın elektronik bir ekranda gösterilmesi (indication) için en uygun dönüştürücü (transducer) yük hücresidir.

Yük hücresi müstakil bir yapıdır, tartma işlemi ise genellikle statik bir ölçmedir. Ağırlık ölçmede kullanıldığı için sadece tek eksen üzerinde çalışırlar. (Ağırlık, dünyanın bir kütleli belli bir ivme ile çekmesi neticesinde oluşur ve bu çekim etkisi dünyanın neresinde olduğunuza göre değişkenlik gösterir.) Bir diğer isimleri de kuvvet dönüştürücüleridir. Kuvvet ise kütle ile ivme ile çarpımından oluşur. Ağırlık, bir kütle ile yere göre dik eksenindeki çekim kuvvetine denk düşer.

Yük hücreleri gerinim ölçer (strain gage) tabanlı dönüştürücülerdir. Gerinim ölçerler ise bir sistemin veya müstakil bir yapının statik ve/veya dinamik mukavemetinin analiz edilmesinde kullanılan değişik büyüklük ve formdaki elektronik yapılardır (Anonim 2010e).

Gerinim, bir kütle ile uygulanan yük yüzünden deforme olmasıdır. Gerinim ( $\epsilon$ ) D kalınlığında ve L uzunluğundaki bir kütle ile  $\Delta L$  kadar uzamasının boyuna olan oranı olarak tanımlanır. (Şekil 1.4.1.)

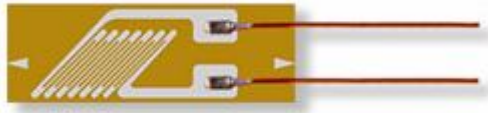


$$\dots\dots\dots(1.4.1)$$

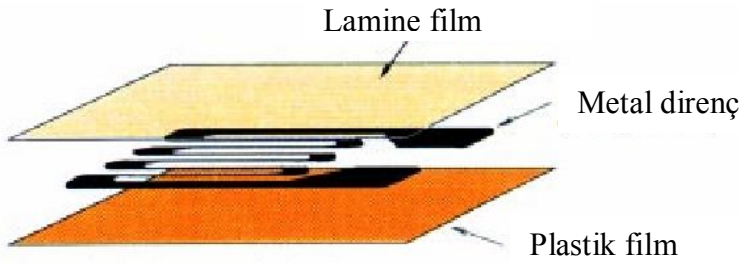
Şekil 1.4.1 Gerinim tanımı

Pozitif gerinim çekme (tensile), negatif gerinim ise basma (compression) olarak adlandırılır. Gerinimin bir oran olmasından dolayı birimi yoktur. Ancak kimi uygulamalarda mm/mm olarak yazılır. Öte yandan gerinim değerleri çok küçük olduğu için mikro gerinim ( $\mu\epsilon$ ) olarak ifade edilir.

Gerinim pulu (strain gauge) makine parçalarının yüzeyinde oluşan şekil değiştirmelerini (strain) ölçmek için kullanılan cihazlardır. Gerinim pulları, kesiti çok küçük iletken bir telin çok ince bir şerit üzerine tekrarlı sarımlar şeklinde yerleştirilmesinden oluşur. Gerinim pulları, üzerine yapıştırılan parçalar ile birlikte deformasyona uğrarlar. Bu sırada gerinim pulunun üzerindeki tellerin çapı da değişir. Çapı değişen tellerin direnci de değişerek üzerinden geçen akımın voltajını değiştirir. Bu voltaj değişimi ölçülerek tellerdeki ve dolayısı ile üzerine yapıştırılan parçanın şekil değişimi ölçülmüş olur. Daha sonra elastisite teorisinin bilinen denklemleri kullanılarak ölçülen şekil değişimi gerilmeye dönüştürülür. Şekil 1.4.2 ve Şekil 1.4.3 de gerinim pulunun iç yapısı gösterilmiştir.



Şekil 1.4.2 Örnek bir gerinim pulu resmi (Anonim 2010f)



Şekil 1.4.3 Gerinim pulunun iç yapısı (Kyowa electronic instruments Co., Ltd)

Gerinim pullarının dirençleri gerinimle doğrusal olarak değişir. Pullar genellikle 120Ω ya da 350 Ω gibi standart değerlerde üretilir. Gerinim pulunun en önemli parametresi gerinim oranıdır (GF, gauge factor). Gerinim oranı, pulun birim gerinim karşısında gösterdiği direnç değişimidir.

$$GF = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L} = \frac{\Delta R/R}{\epsilon} \dots\dots\dots(1.4.2)$$

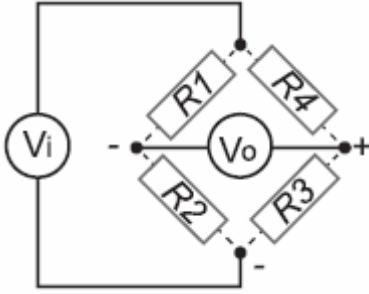
Bir çok gerinim pullarının oranı  $GF = 2$  civarındadır.

Gerinim pullarının sıcaklığa göre de değerleri değişebilir. Üretici firmalar her ne kadar pulları sıcaklık değişimlerine karşı ayarlamışlarsa da 10 °C değişimde bile pulların direnci

tipik olarak milyonda 50 (ppm) değişir. Bu da  $120\Omega'$  luk ve gerinim faktörü  $GF = 2$  olan bir pulun  $12 \mu\epsilon/^\circ C$  hata yapmasına yol açar. Bu yüzden gerinim pulları kullanılırken sıcaklık kompanzasyonu yapılması önemlidir.

#### 1.4.1 Gerinim ölçümü

$350\Omega'$  luk bir gerinim pulunun ( $GF=2$ )  $1000 \mu\epsilon'$  lik bir gerinim altında direnç yani  $2 \times 1000 \times 10^{-6} \times 350 = 0.7\Omega$  değişecektir. Bu denli küçük bir direnç değişimini ölçebilmek için *wheatstone* köprüsü kullanılmalıdır. Wheatstone köprüsü direnç değişikliklerini algılayan bir elektrik devresidir (Anonim 2010-g). Şekil 1.4.1.1 de şematik olarak gösterilmiştir.



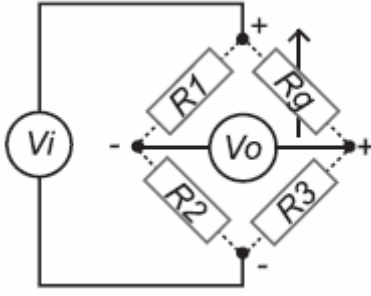
Şekil 1.4.1.1 Wheatstone Köprüsü

Wheatstone köprüsü dört dirençten oluşmuştur. Köprü bir  $V_i$  ikaz gerilimiyle uyarılır. Köprünün orta bacaklarındaki gerilim farkı  $V_o$ ;

$$V_o = \left[ \frac{R_3}{R_3+R_4} - \frac{R_2}{R_1+R_2} \right] \times V_i \quad \dots\dots\dots(1.4.1.1)$$

olarak hesaplanır. Eğer  $R_1/R_2 = R_3/R_4$  olursa  $V_o$  gerilimi sıfır olur. Bu halde köprü dengededir. Eğer dengelenmiş köprünün herhangi bir bacağında direnç değişimi olursa köprü dengesi bozulur ve direnç değişimiyle orantılı olarak bir gerilim farkı oluşur.

Şekil 1.4.1.2 deki köprünün  $R_4$  direnci yerine bir gerinim pulu takılır ve  $R_1=R_2, R_3=R_g$  olacak şekilde direnç değerleri değiştirilirse köprü çıkışında gerinimle orantılı bir gerilim farkı elde edilir.  $R_g$  değerindeki pulun direnç değişimi  $\Delta R = R_g \times GF \times \epsilon$  olacaktır. Buna göre çeyrek köprü bağlanmış gerinim pulunun çıkışta oluşturacağı gerinim farkı gerinim cinsinden yazılırsa;



Şekil 1.4.1.2 Wheatstone Köprüsü

$$V_o = -\frac{GF \times \epsilon}{4} \left( \frac{1}{1 + GF \times \frac{\epsilon}{2}} \right) \times V_i \text{ (volt)}$$

.....(1.4.1.2)

Burada;

V0 = Başlangıç gerilim (Volt),

G = Gerilim faktörüdür (Birimsiz)

Burada çıkış geriliminin gerinimle oranı doğrusal değildir. Öte yandan köprü çıkışı bir fark yükselteci devresiyle yükseltilir ve mV mertebesinde olan köprü çıkış gerilimi Volt mertebesine yükseltilir. Bu durumda yukarıdaki denkleme bir de analog sinyal işleme devresinden gelecek kazanç faktörünü (GAIN) eklemek gerekir.

$$V_o = -\frac{GF \times \epsilon}{4} \left( \frac{1}{1 + GF \times \frac{\epsilon}{2}} \right) \times V_i \times GAIN \text{ (volt)}$$

.....(1.4.1.3)

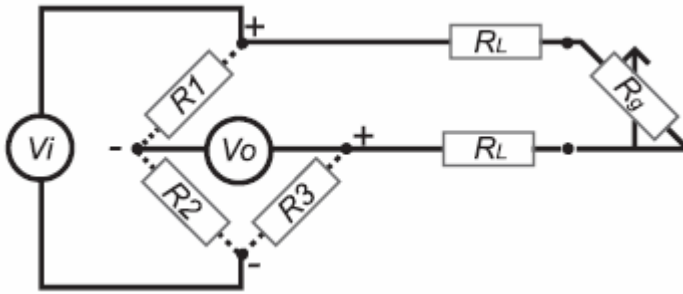
Birçok mühendislik ölçümü çalışmasında kalibrasyon ve referans alma zorunluluğu olduğu için tek puldan gelen bilginin doğru olarak gerinim bilgisine çevrilebilmesi için pulun gerinim oranı (GF), köprü ikaz gerilimi (Vi) ve analog sinyal işleme devresi kazanç faktörünün tam olarak bilinmesi gerekir. Tipik olarak GF = 2, Vi = 5 Volt ve GAIN = 500 alınırsa;

$$V_o = -1250 \left( \frac{\varepsilon}{1+\varepsilon} \right) \text{ (volt)} \dots\dots\dots(1.4.1.4)$$

olarak hesaplanır. Bu sayede çıkış voltajı ölçülerek herhangi bir kalibrasyon yapılmaksızın pul üzerindeki gerinim hesaplanabilir. Yukarıdaki denklemden elde edilen gerinim değerini  $\mu\varepsilon$  cinsinden elde etmek için sonucu  $1 \times 10^6$  ile çarpmak gerekir.

### 1.4.2 Bağlantı kablolarının özdirenç etkisi

Tek pullu çeyrek köprü ölçümlerinde pul, ölçüm sistemine uzun bir kabloyla bağlanır. Bu kablonun özdirenci, ölçüm sonuçlarını olumsuz yönde etkiler. Tek bir damarının toplam iç direnci  $R_L$  olan bir kablo, köprünün bir koluna toplam  $2 \times R_L$  kadar bir direnç ekler (Şekil 1.4.2.1).



Şekil 1.44.2.1 Çeyrek köprüde kablo direnci

$$V_o = -\frac{I}{2} \left[ \frac{\frac{R_L + \frac{GF \times \varepsilon}{2}}{R_G}}{1 + \frac{R_L + \frac{GF \times \varepsilon}{2}}{R_G}} \right] \times V_i \times GAIN \text{ (volt)} \dots\dots\dots(1.4.2.1)$$

Tek bir gerinim pulunun 0.2 mm çapında ve 10 metre uzunluğundaki bakır bir kabloyla ölçüm sistemine bağlanması yaklaşık;

$$R_L = \rho \frac{L}{A} \Omega = 5.66 \Omega \quad \dots\dots\dots(1.4.2.2)$$

$\rho$  = öz direnç katsayısı (mm/m) (bakır için 0.0178 $\Omega$  mm/m).

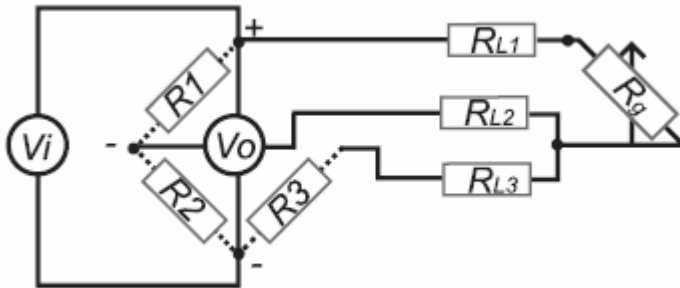
Bu son derece yüksek bir değerdir. 0.2 mm'lik çapı olan, 10 metre uzunluğundaki bakır kabloya bağlanan 120 $\Omega$ 'luk (GF = 2) gerinim pulu GAIN 500 ve  $V_i = 5$  voltta,

$$V_o = -1250 \begin{bmatrix} 0.0471 + \varepsilon \\ 1.0471 + \varepsilon \end{bmatrix} \text{ (volt)} \quad \dots\dots\dots(1.4.2.3)$$

olarak hesaplanabilir. Bu formüle dikkat edilirse, ölçülen gerinim, kablo direncinin pulun direncine oranı kadar hata yapacaktır. Ölçüm yapmaya önce kullanılan kablonun direnci hesaplanarak sonuçlar bu oranda düzeltilmelidir.

### 1.4.3 Bağlantı kablolarının sıcaklık değişimi etkisi

Bağlantı kablolarının dirençleri sıcaklıkla da değişmektedir. Ortam sıcaklığındaki 1-2 derecelik değişim, gerinim değerinde 10-20  $\mu\varepsilon$ ' lik bir değişim neden olur. Sıcaklık değişiminin kompanse edilmesi zordur. Bu yüzden çeyrek köprü bağlantılarında 3 telli yaklaşım tercih edilir (Şekil 1.4.3.1).



Şekil 1.4.3.1 Çeyrek köprüde 3 telli bağlantı

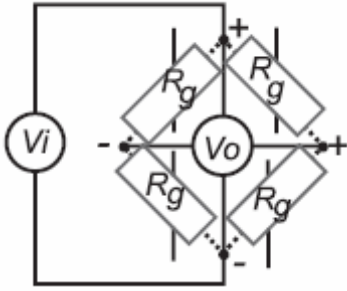
Bağlantı kablosunun  $R_{L1}$  ve  $R_{L3}$  dirençli damarları ikaz akımını taşırlar ve sıcaklık değişimlerinden eş miktarda etkileneceklerinden aralarındaki oran sabit kalır.  $R_{L2}$

üzerinden de çok az bir ölçme akımı (15-20 nA) akacağından, bu hattaki direnç değişimi ölçüm sonuçlarını etkilemez.

#### 1.4.4 Tam köprü bağlantı

Çeyrek köprü bağlantının hassasiyeti iyi olmadığından genellikle tam köprü bağlantılar tercih edilir. (Şekil 1.4.4.1)

$$V_o = -GF \times \epsilon \times V_i \times GAIN \text{ (volt)} \dots\dots\dots(1.4.4.1)$$

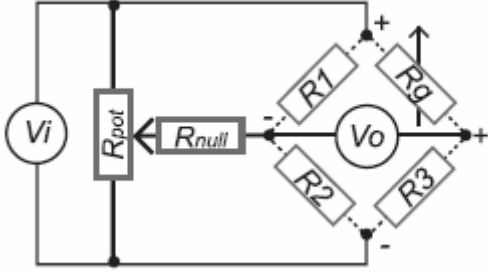


Şekil 1.4.4.1 Tam köprü bağlantısı

#### 1.4.5 Köprünün elektriksel sıfırlarının alınması

Veri toplama sisteminin ölçüm aralığından tam olarak yararlanabilmek amacıyla wheatstone köprüsünün herhangi bir fiziksel yükleme yapılmadan önce elektriksel olarak sıfırlanması gerekir.

Köprü veri toplama sisteminin yazılım kısmında sıfırlanabilir. Ölçüm başlamadan önceki okunan değer, sürekli yapılan ölçümlerden çıkartılarak yazılım sıfırlama işlemi yapılabilir. Öte yandan köprü yükseltme devrelerinde yükselteçler bir gerilimle ofsetlenerek sıfırlama işlemi gerçekleştirilir. Bunun için çok türlü potansiyometreler ya da sayısal potansiyometreler kullanılır. Kanala bağlanacak her pullu gerinim ölçer için ayar yapılması gerekir. Öte yandan köprü haricen de sıfırlanabilir. Endüstriyel olarak üretilen birçok gerinim ölçerli sensör harici sıfırlama devreleriyle üretilmiştir (Şekil 1.4.5.1).



Şekil 1.4.5.1 Harici köprü sıfırlama devresi



## 2 KAYNAK ÖZETLERİ

Bu araştırmada tasarımı ve üretim yapılan ağırlık ölçen bantlı konveyör bugün bazı firmalar tarafından üretilmekte ve endüstrinin birçok kolunda sıklıkla kullanılmaktadır. Konveyörler hakkına birçok araştırma yapılmışken hassas tarım sektörüne yönelik konveyör çalışmaları pek yapılmamıştır. Bu çalışma ile genel amaçlı bir ağırlık ölçme sisteminden ziyade, tarım sektöründe kullanılabilecek, ağırlık ölçme işlerinde ve transport sırasında ürün bilgisi elde etme gibi özellikler yanında hassas tarım uygulamasında yapılacak çalışmalara örnek olması amaçlanmıştır.

Sulak (1993), Tarım traktörleri ile çalıştırılabilen bantlı bir yükleyicinin projelendirilmesini ve imalatını gerçekleştirmiştir. Çalışmada, tarımsal faaliyetlerde emek yoğun olarak gerçekleştirilen yükleme işlerinin makine gücünden faydalanılarak azaltılması amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak 2.5 m yüksekliğe yükleme yapabilecek, 20° oluklaşan eğimi 0° - 30° arasında ayarlanabilen bantlı yükleyicinin projeye uygun imalatı yapılmıştır. Bantlı yükleyici yerde hareket ettirebildiği gibi traktör üç nokta askı sistemi ile taşınabilmekte ve kuyruk milinden tahrik edilebilmektedir. Parçalı malzemelerin yükletilmesinde bant hızının düşük alınmasının daha uygun olacağı gözlenmiştir.

Fisher ve ark. (1996), şeker pancarı için hassas tarım uygulaması üzerinde çalışma yapmışlardır. Ticari şeker pancarı için detaylı verim haritası çıkarmak ve bu haritaların hassas tarım kapsamında gübreleme için kullanılması amaçlanmıştır.

Hall ve ark. (1998), biçerdöver üzerinde çalışan bir şekerpancarı verim değerlendirme sistemi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Üç bağımsız verim algılayıcı biçerdöver üzerine yerleştirilmiştir. Veriler 1997 yılında 80 ha alan üzerinden alınmıştır. Dış konveyör kısmına bir adet, boşaltma konveyör kısmına ise iki adet olmak üzere yük hücreleri yerleştirilmiştir. Zincir tahrik miline ise tork algılayıcı yerleştirilmiştir. Veri toplama için HarvestMaster HM-500 verim haritalama programı kullanılmıştır. Veriler, her bir alan için 3 paralel verim data seti alabilmek için her bir sistemden aynı anda alınmıştır. Sistemler, her bir sitemin standart sapmaları ve araç-yük sapmalarının karşılaştırılması ve her bir sistemden alınan verilerle elde edilen verim haritaları ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Ehlert (1999), verim haritalama için patates debisi ölçme üzerine bir araştırma yapmıştır. Araştırmasında, patateslerin hareketi sırasında debide sabit bir hız farkı elde

edildiğinde, kuvvet ve debi arasında direkt bir orantılı korelasyon sağlanacağını söylemiştir. Bu sabit hız farkını ise konveyör bandın ölçüm bölgesinde yatay plakaya çarpıp dikey hareket yapan ürünlerden elde edileceğini farz etmiştir. Laboratuvar koşullarında, 3 farklı hızda çalışan bir konveyör bandın ölçüm alanının farklı yerlerine kauçuk kaplı ve ağırlık ölçen plakalar yerleştirilmiştir. Simulasyon için 1-40 kg arası patates konveyöre yüklenmiştir. Patates hasat makinesinin vibrasyonunu simule etmek için ise ölçüm ekipmanı beş farklı frekansta ve dört farklı büyüklükte dikey olarak yerleştirilmiştir. Çalışma sonucu, debi ve kuvvet arasında direkt lineer bir bağlantı olduğunu açıkça göstermiştir .

Algerbo ve Ehlert (2000), patates hasat makinesi üzerinde verim algılama sistemi üzerinde çalışma yapmışlardır. Patates verim debilerini ölçmek için iki ayrı sistemi test etmişlerdir. Sistemlerden biri ağırlık plakası üzerine kurulmuş mekanik bir sistem iken, diğeri dijital kamera kullanılan optik bir sistemdir. Çalışmada her iki sisteminde debi ölçümünde kullanılma kapasitesini belirlemeyi ve bunu etkileyecek faktörleri belirlemeyi hedeflemişlerdir. Her iki sistemin karşılaştırmasını da yapmışlardır. Konveyör bandın çıkışında farklı noktalara kauçuk kaplı ağırlık ölçme aletleri yerleştirilmiştir. Testler 3 farklı konveyör hızında yapılmış, hasat makinesini vibrasyonunu simule etmek için ölçüm sistemi dikey olarak yerleştirilmiş, 5 farklı frekans ve 4 farklı büyüklükte ölçüm alınmıştır. Sonuçlar, kuvvet ve debi arasında direkt ilişki olduğunu göstermiştir.

Demir (2006), yüksek sıcaklıkta çalışan bantlı konveyörler diğer bantlı konveyörlerin çalışma prensipleriyle çok farklılık göstermemekle beraber çalışma koşullarının farklılıkları yönüyle birbirinden ayrılırlar. Genelde bantlı konveyörler 100° seviyesine kadar çalışma koşullarına sahiptirler. Bu aralık çeşitli kaplama ve bant tipleriyle genişletilmektedir. Bu tip konveyörleri diğer bantlı konveyörlerden ayıran en önemli özellik kullanılan bantlarıdır. Yüksek sıcaklıkta kullanılan bantlı konveyörler genel olarak gıda, seramik, metalurji ve kimya sektöründe kullanılmaktadır. Konveyör bantların ısıya dayanıklı hale getirilmesini sağlayan en önemli faktör bandın kauçuk kaplama kullanılarak kaplanmasıdır. 150° sabit sıcaklıkta ve yedi günde yapılan deney göstermiştir ki, farklı kauçuk kaplamalarla giydirilmiş bantlar deney öncesinde alınan sertlik, aşınma, kopma dayanımı ve kopma uzaması değerleri deney sonunda önemli farklılıklar göstermiştir. Deneyde kullanılan bantlardan yüksek sıcaklık kullanımına en uygun bant tipi parametreleri en az değişen EPM (etilen propilen kauçuk) olarak adlandırılan konveyör bandı olarak ortaya çıkmıştır.

Vatansever ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada konveyör bant üzerinde sıvı karışımı yapan bir otomasyon sistemi tasarlamışlardır. Gerçekleştirilen projenin alt yapısını bir konveyör bant oluşturmaktadır. Bu bant hattına, karışımı yapılacak sıvıların bulunduğu hazne ünitesi ile karıştırıcı ünitesi entegre edilmiştir. Ayrıca SCADA yazılımı ile bir kullanıcı ara yüzü hazırlanmıştır. Kullanıcı bu ara yüz sayesinde istediği rengi bilgisayardan seçebilmiştir. Rengin seçilmesiyle bandın başına bir kap koyulmuş ve fotoselin kabı görmesiyle bant hareket etmeye başlamıştır. Bant üzerindeki kap sıvı hazne ünitesi altına gelince bant belli bir süre durmuş ve üç ana renkteki sıvılardan (kırmızı, yeşil ve mavi) uygun miktarlarda kaba dökülerek bant tekrar hareket ettirilmiştir. Bandın ileri safhasında sıvıların karışımı yapılmış ve bant sonunda, istenen renkteki sıvı homojen olarak hazırlanmıştır.

### 3 MATERYAL ve YÖNTEMLER

#### 3.1 Materyal

Araştırmada hareket halinde ağırlık ölçmek için patates ve soğan gibi yumru bitkileri kullanılmıştır. Her bir ürün farklı miktarlarda, ayrı ayrı, konveyör bant üzerinden geçirilmiş ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır.

Araştırmada temel olarak aşağıdaki materyaller kullanılmıştır:

1. Patates
2. Soğan
3. Bant kantarı

Patates ve soğan bu araştırmada ölçüm için kullanılan yumru bitkileridir.

Bant kantarı ise soğan ve patates gibi yumru bitkilerinin bir noktadan başka bir noktaya transferi esnasında ağırlık bilgilerinin ölçüldüğü mekanik ve elektronik sistemden oluşan bir endüstriyel makine olarak kullanılmıştır.

##### 3.1.1 Patates

Patates (*Solanum tuberosum*), patlıcangiller (Solanaceae) familyasından yumruları yenen, boyu 70-80 cm' ye varan, beyazımsı-pembemsi çiçekler açan otsu bir bitki türüdür (Anonim 2010b).

Arka arkaya dikildiği zaman hastalıklar çoğalır, verimi düşer. Toprağa azot ve humus sağlayan baklagiller ve hububat, özellikle kışlık hububat ekim nöbeti için uygundur.

Patateste tohumluk olarak kullandığımız kısım yumrulardır. Tohumluk yumrular, 6 cm çapında ve ortalama 50 gram ağırlığında olmalıdır. Tohumluğun çeşidi, üretim amacına göre seçilmelidir. Sertifikalı tohumluk kullanılmalıdır. Tohumluk yumruların, dikim esnasında gözleri uyanmış olmalı ve üzerinde yaklaşık 1 cm boyunda yeşil filizleri bulunmalıdır (Anonim 2010c).

Araştırmada boyları 6.5 cm ile 10 cm arasında olan ve ağırlıkları 150 gr ile 200 gr arasında bulunan patatesler kullanılmıştır.

### 3.1.2 Soğan

Soğan, genel anlamda Zambakgiller (Alliaceae) familyasındaki Allium cinsine dahil herhangi bir bitki için kullanılabilse de bir ek tanım söz konusu değilse, genellikle Allium cepa türünü anlatmak için kullanılır ve bu anlamda "bahçe soğanı" olarak da adlandırılabilir. Familyası: Zambakgiller (Liliaceae). Türkiye’de yetiştiği yerler: Anadolu’nun çoğu yerinde birçok türü tabii olarak yayılış göstermekle beraber, kültür çeşitleri de her tarafta yetiştirilmektedir.

Haziran-ağustos ayları arasında yeşilimsi veya pembemsi renkli çiçekler açan, 30-100 cm boylarında, çok yıllık otsu ve soğanlı bir bitki. Yapraklar boru şeklinde, içi boş, mavimsi-yeşil renklidir. Çiçekler küre şeklindeki başlarda şemsiye durumunda toplanmışlardır. Tohumları siyah renkli, köşeli ve küçüktür (Anonim 2010d).

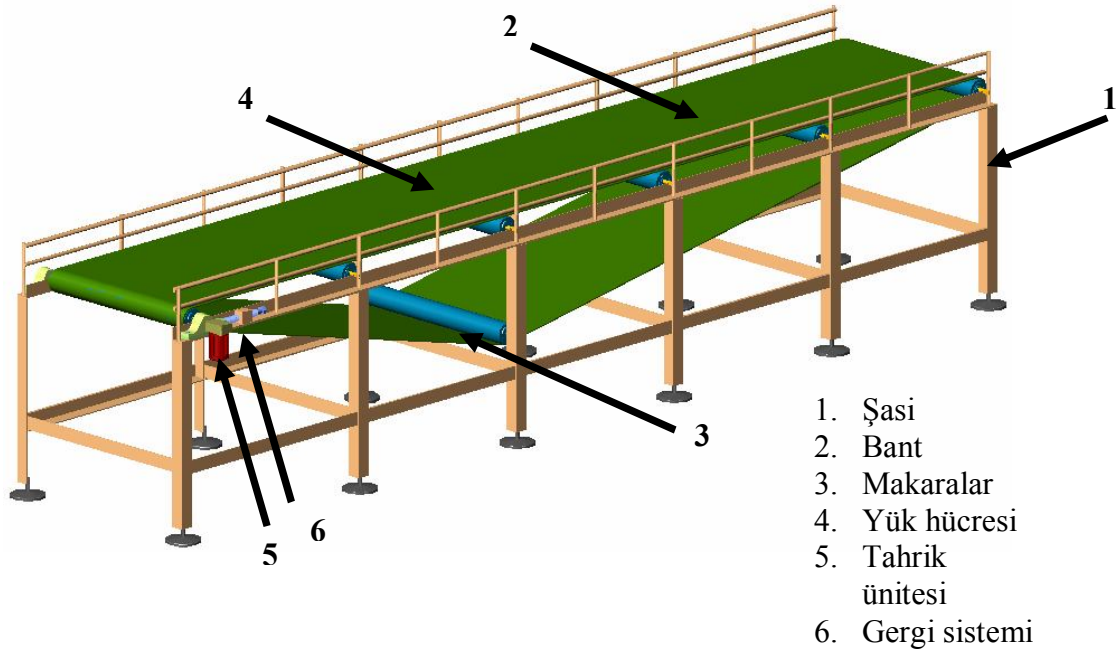
Araştırmada boyları 4.5 cm ile 7.4 cm arasında olan ve ağırlıkları 50 gr ile 75 gr arasında bulunan soğanlar kullanılmıştır.

### 3.1.3 Bant kantarı

Bant kantarları, konveyör sistemleri üzerinde taşınan ürünlerin ağırlıklarını ölçmek için tasarlanırlar (Şekil 3.1.3.1 ve 3.1.3.2). Bu projedeki bant kantarı temel olarak aşağıdaki parçalardan oluşmaktadır.

1. Bant kantarı şasisi
2. Bant
3. Makaralar
4. Yük hücresi
5. Takometre
6. Tahrik ünitesi
7. Gergi sistemi
8. Kontrol ünitesi

Aşağıda kontrol ünitesi ve takometre hariç temel üniteler bilgisayar modellemesi olarak gösterilmiştir (Şekil 3.1.3.1).



Şekil 3.1.3.1 Bant kantarının 3 boyut bilgisayar modellemesi

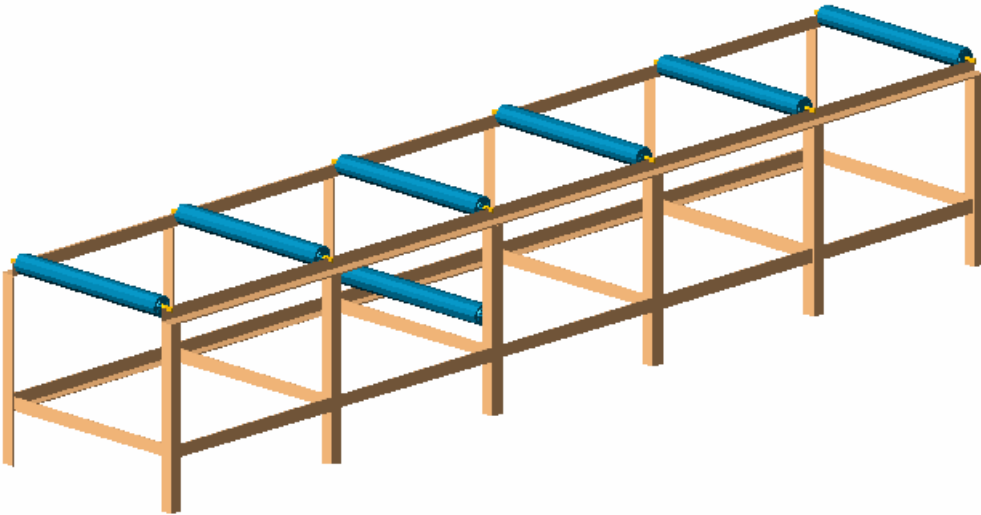
Aşağıda ise tüm üniteleri içeren ve üretimi yapılan bant kantarının resmi verilmiştir (Şekil 3.1.3.2).



Şekil 3.1.3.2 Araştırmada üretimi yapılan bant kantarının fotoğrafı

### 3.1.3.1 Bant kantarı şasisi

Bu araştırmada bant kantarının şasisi 5cmx5cmx5mm köşebent profilden üretilmiştir. Şasiyi oluşturan tüm profiller kaynakla birleştirilmiştir. Ayaklara gövdenin terazisi için somunlar kaynatılmış ve bu somunlara ayarlanabilir civatalı pabuçlar takılmıştır (Şekil 3.1.3.1.1).



Şekil 3.1.3.1.1 Köşebent profilden bant kantarı şasisi.

### 3.1.3.2 Bant

Bant kantarlarında kullanılan bantlar değişik cinsten ve ebatta yapılmaktadır. Projede PVC bant kullanılmıştır (Şekil 3.1.3.2.1).



Şekil 3.1.3.2.1 Projede kullanılan PVC bantın kesiti

Bant teknik özelliği aşağıdaki gibidir (Çizelge 3.1.3.2).

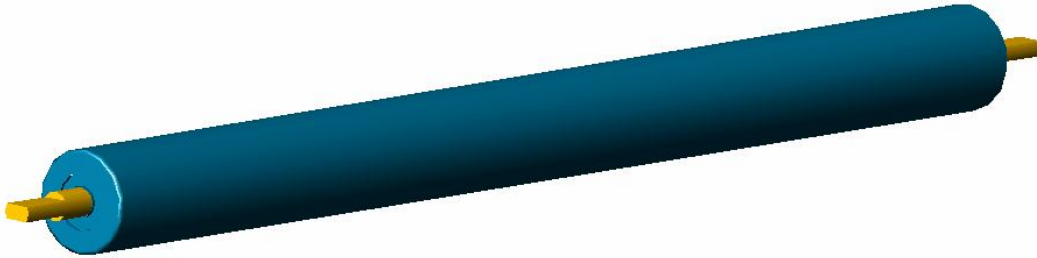
Çizelge 3.1.3.2 Bant teknik özellikleri

<b>Üst Yüzey:</b>		
	Malzeme:	PVC
	Renk:	Yeşil
	Kalınlık:	1.00 mm
	Yüzey deseni	Düz yüzey
	Yüzey sertliği	74 Shore A
<b>Alt Yüzey:</b>		
	Malzeme:	PU emdirilmiş polyester
	Renk:	Natürel
	Kalınlık	0.1 mm
	Yüzey deseni	-
	Yüzey sertliği	-
Taşıma güç değeri		8 N/mm
Güç katı adedi		2
Güç katı malzemesi		Polyester
Toplam kalınlık		2.5 mm ± 0.1 mm
Bant ağırlığı		2.7 kg/m <sup>2</sup>
Çalışma sıcaklığı		-10 +70 °C
Maksimum bant genişliği		2100-3000 mm
Minimum dönme çapı (180°):		60 mm
Elektrostatik özellikler		Statik
Ekleme sistemi		
	Kat bindirme	Evet
	Z birleştirme	Evet
	Mekanik birleştirme	A-40/A36
Bant yatak sürtünme katsayısı		
	Çelik	0.3
	Ağaç	0.28
	Plastik	0.25



### 3.1.3.3 Makaralar

Bantlı konveyörlerde, taşıyıcı makaralar, malzemeyi taşıyan banda istenen formu verir ve mesnetlik görevi yapar. Taşınacak malzeme cinsine bağlı olarak makaralar tekli, ikili veya daha fazla gruplu yapılır. Parça malzemelerin naklinde düz makara tercih edilir. Özellikle yığma yük naklinde bandın oluklaşmasını sağlamak için ikili veya çoklu makara grubu temin edilir (Spivakovsky ve Dyachkov, 1995). Araştırmadaki konveyörde parça ürünlere göre tasarım yapıldığından düz makaralar seçilmiştir (Şekil 3.1.3.3.1).



Şekil 3.1.3.3.1 Makaraların şematik gösterimi

Projede üç farklı amaçla makaralar kullanılmıştır.

- 1) Taşıyıcı makaralar
- 2) Gerdirme makarası
- 3) Yük hücresi makarası

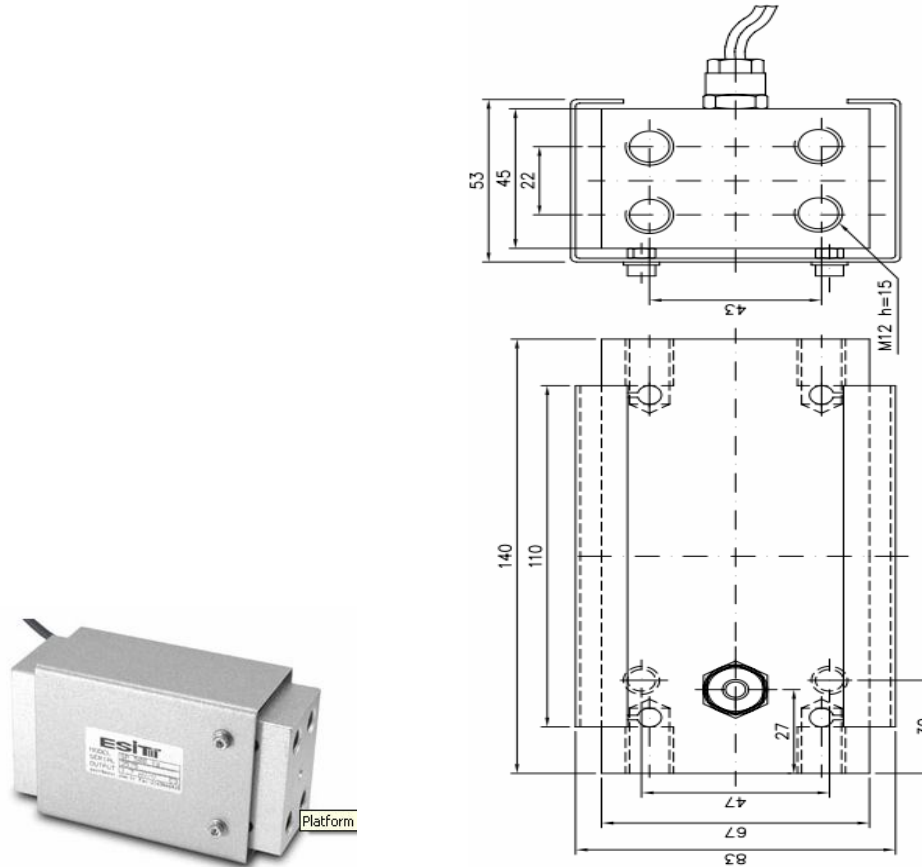
Tüm makaralar 2" (50.8 mm) çelik borudan imal edilmiştir. Boruların her iki kenarında sabit bilyeli rulman kullanılmış ve rulmanlar 20 mm çelik mil ile yataklandırılmıştır. Şasi üzerinde makara millerinin yerleştirilebilmesi ve millerin kendi ekseninde dönmemesi için 10.5 mmx10.5 mm kanal açılmış ve millerin her iki ucuna bu kanala geçebilmeleri için 10 mm freze işlemi uygulanmıştır.

Toplam 9 adet makara kullanılmıştır. Bunlardan birisi gergi için diğeri yük hücresi için, geri kalanı ise taşıyıcı makara olarak kullanılmıştır.

### 3.1.4 Yük hücresi

Yük hücresi, gerinim pulları teknolojisinin kullanıldığı, gerinim pullarının üzerine yerleştirildiği ve uygulamaya göre çeşitlilik gösteren ağırlık lme birimleridir. Projede kullanılan yük hücresi (şekil 3.1.4.1) de gösterilmiştir. Bu yük hücresi tek nokta uygulamaları için tasarlanmış yk hücresidir. Düşük kapasiteli platform kantarları, tek yk hücreli elektronik baskller, bant kantarları, paketleme makineleri ve yük noktasının değişken olduğu genel proses tartım uygulamaları için idealdir.

Yüksek hassasiyete sahip olan bu yük hücresinin kompanzasyon devresini geniş ısl kaymalara karşı çıkışı düzeltme ve moment kuvvetinden etkilenmeme özellikleri vardır. Alaşım çeliğinden gövdesi korozyona uzun sreler dayanabilen özel boya ile kaplanmış, ölçüm bölgesi ise kimyasal malzeme ile izole edilmiş olan SP yk hücreleri IP65 sınıfında suya karşı tam korumalıdır.



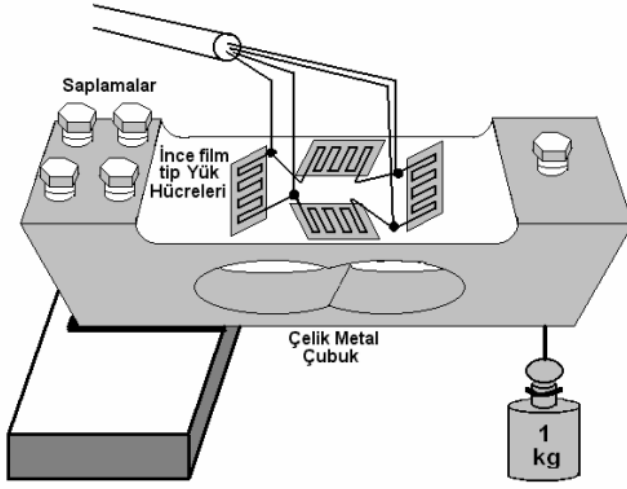
şekil 3.1.4.1 Yük hücresi

Yük hücresi teknik özellikleri aşağıda Çizelge 3.1.4.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1.4.1. Yük hücresi teknik özellikleri

Maksimum kapasite	kg	200
Hassasiyet sınıfı (OIML R 60 standartlarına göre)		C1
Maksimum bölüntü sayısı ( $n_{LC}$ )		1000
Minimum ölçüm aralığı ( $V_{min}$ )		$E_{max}/5000$
Toplam hata	%	$\leq \pm 0.05$
Sıfıra dönüş hatası (DR)	$\%E_{max}$	0.0052
Minimum yük	$\%E_{max}$	0
Aşırı yükleme kapasitesi	$\%E_{max}$	100
Aşırı yan yükleme kapasitesi	$\%E_{max}$	100
Kırılma kapasitesi	$\%E_{max}$	200
Esneme ( $E_{max}$ yükte)	mm	$\leq 0.6$
Maksimum uyarma gerilimi ( $U_{max}$ )	V	15
Kazanç ( $C_n$ )	mV/V	$2 \pm 0.1\%$
Yüksüz çıkış	$\%C_n$	$\leq \pm 1.0$
Giriş direnci	$\Omega$	$385 \pm 20$
Çıkış direnci	$\Omega$	$350 \pm 3$
İzolasyon direnci	M $\Omega$	$\geq 500$
Düzeltilmiş çalışma sıcaklığı aralığı	$^{\circ}C$	-10...+40
Çalışma sıcaklığı aralığı	$^{\circ}C$	-40...+80
Yük Hücresi malzemesi		Çelik
Koruma sınıfı (EN60529 standartlarına göre)		IP67
Kablo boyu	m	3
Kablo dış çapı	mm	5
Ağırlık	kg	2.6
Paket ebatları / ağırlığı	cm/kg	11x34x9/2.8

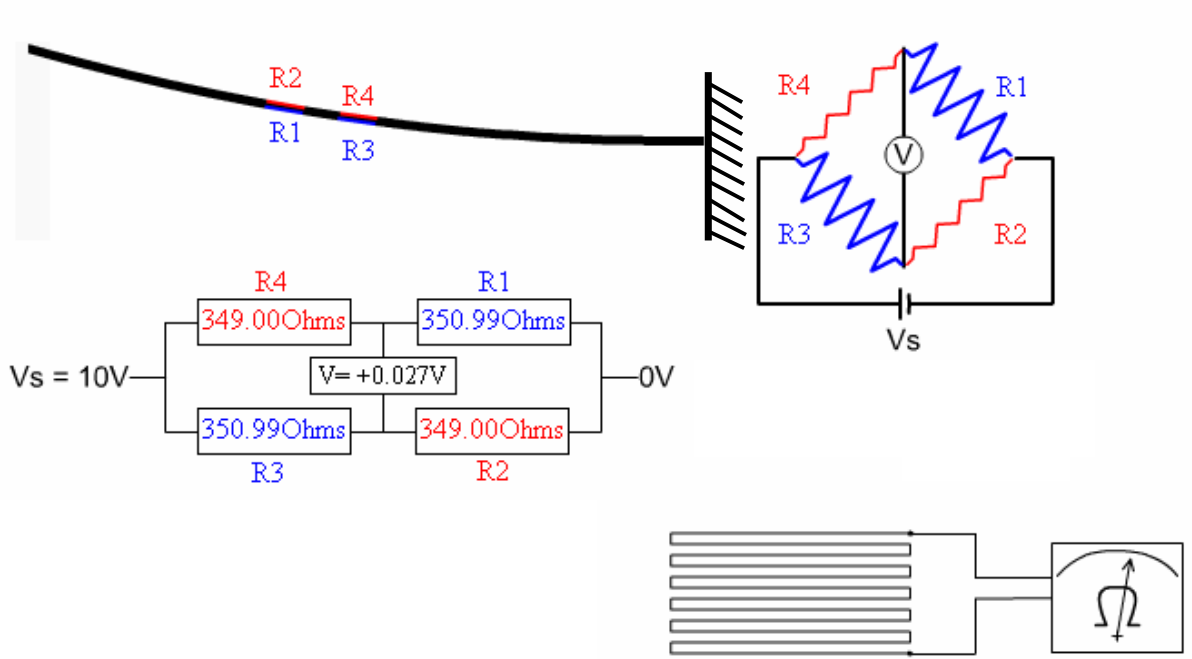
Şematik olarak yük hücresinin uygulama mekanizması aşağıdaki gibi gösterilebilir (Şekil 3.1.4.2).



Şekil 3.1.4.2 Şematik olarak yük hücresinin çalışma prensibi

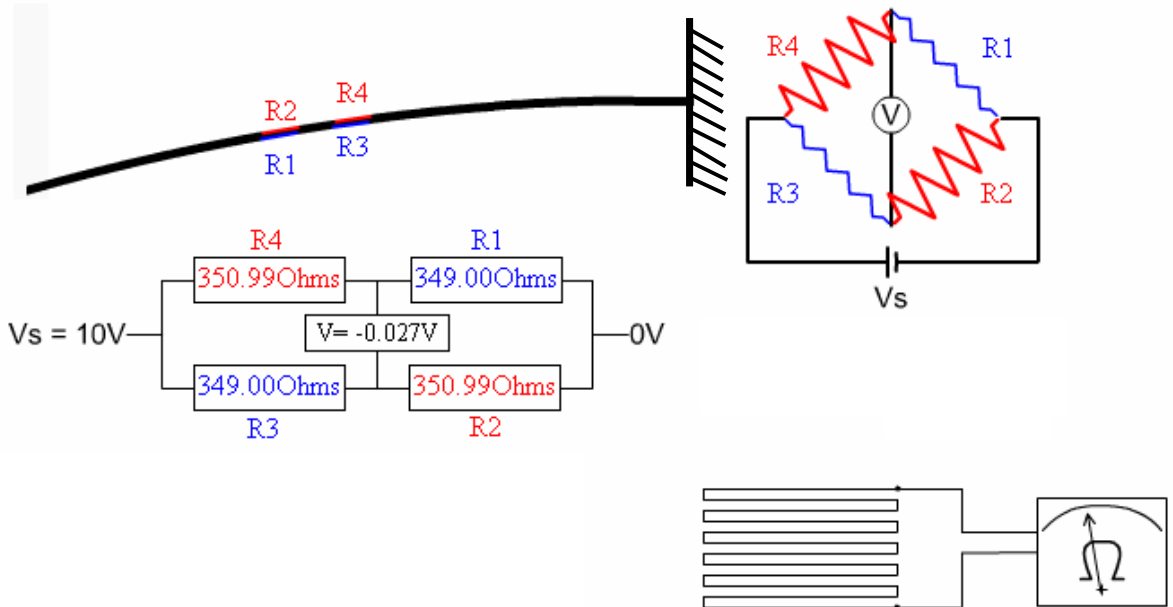
Şekilde görüldüğü gibi yük hücresinin bir tarafı sistem şasisine sabitlenirken diğer tarafına yük bindirilir ve bu yük, yük hücresinde deformasyona sebep olur. Bu deformasyon ise yük hücresi üzerindeki gerinim ölçerler vasıtası ile ağırlık bilgisine dönüştürülür.

Dirençlerdeki değişim aşağıda şematik olarak, sağ kenarından sabitlenmiş, yukarı doğru ve aşağı doğru bükülen bir metalin her iki durumu için ayrı ayrı gösterilmiştir. (Şekil 3.1.4.3 ve Şekil 3.1.4.4).



Şekil 3.1.4.3 Yukarı doğru büküm (Anonim 2010h)

Alt taraftaki R1 ve R3 direnç değerleri yukarı doğru bükülmenin bu dirençler üzerindeki geriliminden (tension) dolayı artarken üst taraftaki R2 ve R4 direnç değerleri yukarı doğru bükülmenin bu dirençler üzerindeki baskısından (compression) dolayı azalmıştır.



Şekil 3.1.4.4. Aşağı doğru büküm (Anonim 2010i)

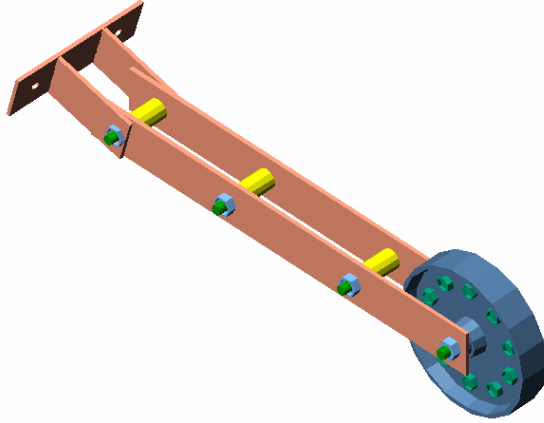
Alt taraftaki R1 ve R3 direnç değerleri aşağı doğru bükülmenin bu dirençler üzerindeki baskısından (compression) dolayı azalırken üst taraftaki R2 ve R4 direnç

değerleri yukarı doğru bükülmenin bu dirençler üzerindeki geriliminden (tension) dolayı azalmıştır.

Böylece yük hücreleri, üzerine gelen yüklerin dirençler üzerinde yarattığı etkiyi elektrik bilgisine çevirirler.

### 3.1.5 Takometre (hız algılayıcı)

Bant hızını algılamak için bir takometre kullanılmıştır. Hız algılama yöntemi ise; çapı belli olan bir kasnağın iletim bandına bağlanmasıyla, 360° lik bir tam dönüşün sinyal olarak iletilmesi, yani alınan mesafenin geçen zamana bölünmesi prensibiyle bant hızının bulunması ile gerçekleşmektedir. Bu bilgi direkt olarak kontrol ünitesine iletilir. Yapısı toz, nem ve tüm harici etkenlere karşı korumalıdır. Çelik malzeme olarak imal edilen döner tekerlek her devirde 10 pulse çıkış vermektedir. Projede kullanılan takometre Şekil 3.1.5.2 de gösterilmiştir. Bilgisayar modellemesi ise Şekil 3.1.5.1 de gösterilmiştir.

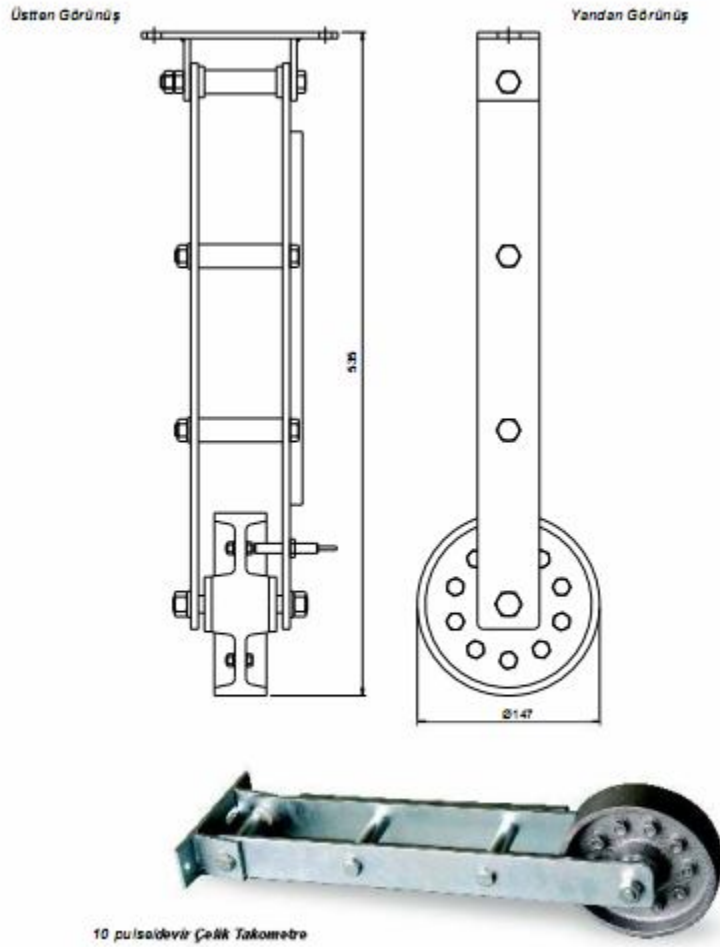


Şekil 3.1.5.1 Takometre (Hız algılayıcı) bilgisayar modellemesi



Şekil 3.1.5.2 Takometre bağlantı uygulaması

Takometre teknik gösterimi aşağıda Şekil 3.1.5.3 de gösterilmiştir.



Şekil 3.1.5.3 Takometre teknik gösterimi

### 3.1.6 Tahrik ünitesi

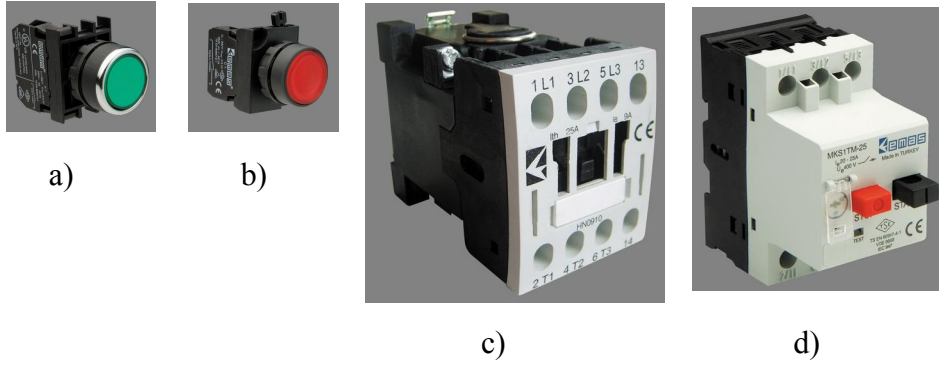
Bant kantarı tahriki bir AC elektrik motoru ile sağlanmıştır. Tahrik ünitesinin fotoğrafı aşağıda Şekil 3.1.6.1 de verilmiştir.



Şekil 3.1.6.1 Tahrik ünitesi fotoğrafı

Tahrik ve kumanda devesinde aşağıdaki malzemeler kullanılmıştır (Şekil 3.1.6.2 ve Şekil 3.1.6.3).

1. Start butonu
2. Stop butonu
3. 0.4 kW AC motor
4. Kontaktör
5. Motor koruma şalteri
6. 0.25 kW redüktör i:21 çevrim oranı
7. 24V - 4.5A güç kaynağı
8. Polyester elektrik panosu



a) Start butonu, b) stop butonu, c) kontaktör, d) koruma şalteri (EMAS)

Şekil 3.1.6.2 Elektrik ekipmanları -1

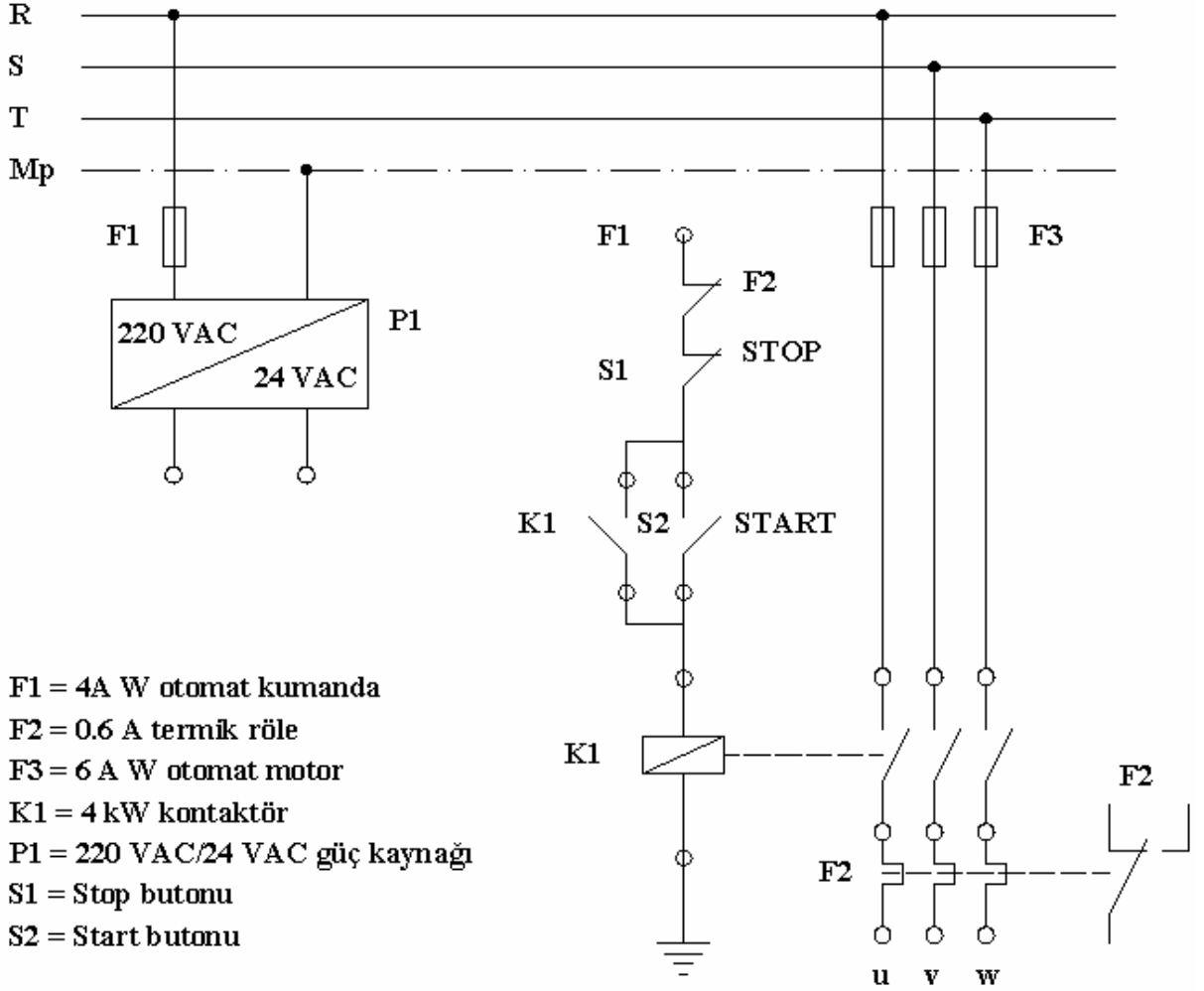


a) Güç kaynağı (Mean well), b) AC motor (Siemens)

Şekil 3.1.6.3. Elektrik ekipmanları -2



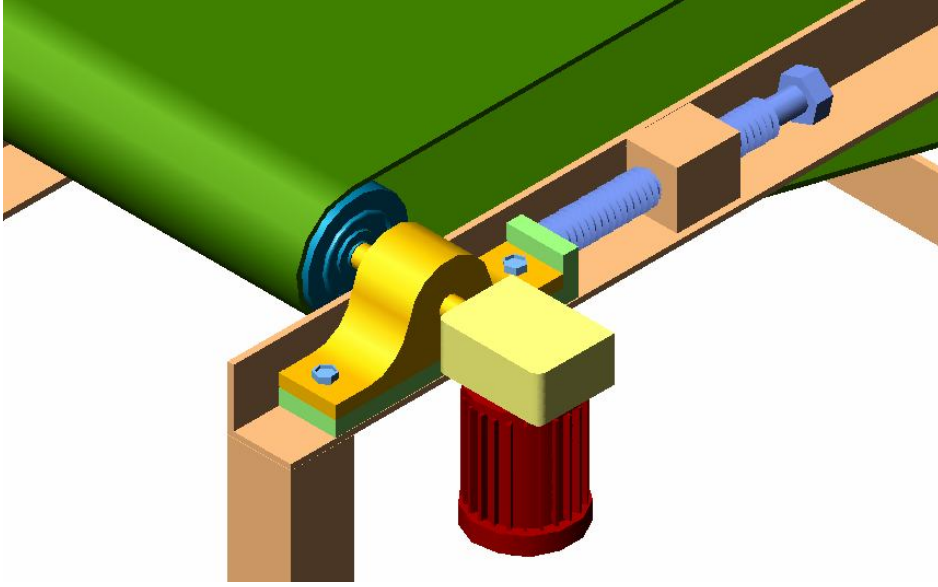
Elektrik motoru rulolardan birine direkt monte edilmiştir. Redüktörün çıkışı, rulonun miline setsekurlar ile sabitlenmiştir. Böylece sistemin tahriki bu rulo üzerinden verilmiştir. Tahrik ve kumanda devresinin elektrik şeması Şekil 3.1.6.4. de verilmiştir.



Şekil 3.1.6.4 Tahrik ve kumanda sistemi elektrik şeması

### 3.1.7 Gergi sistemi

Bant gergi sistemi için mekanik bir düzenek kurulmuştur. Gergi sistemi, tahrik rulosu üzerinden yapılmıştır. Tahrik rulosu yataklaması, çelik bir lama üzerine oturtulmuş ve yatak, lama üzerine civata ile sabitlenmiştir (Şekil 3.1.7.1 ve Şekil 3.1.7.2). Gergi ayarı, uzun özel yapım bir civata ve somun kullanılarak yapılmaktadır. Özel somun şasiye kaynaklanmıştır. Böylece civatanın her çevriminde diş adımlarının hassasiyetinde gergi ayarı yapılmıştır.



Şekil 3.1.7.1 Gergi sisteminin bilgisayar modellemesi



Şekil 3.1.7.2 Üretimi yapılan gergi sistemi

### 3.1.8 Kontrol ünitesi

Bant kantarının çalışması, iki temel büyüklüğün ölçülüp işlenmesi esasına dayanır. Bunlardan biri hız, diğeryse ağırlıktır. Bu amaç için elektronik kart ve LCD ekrandan oluşmuş kontrol ünitesi kullanılır. Yük hücrelerinden gelen ağırlık bilgisiyle, takometreden gelen hız bilgisi kontrol ünitesinde işlenerek, geçen malın debisi bulunur.

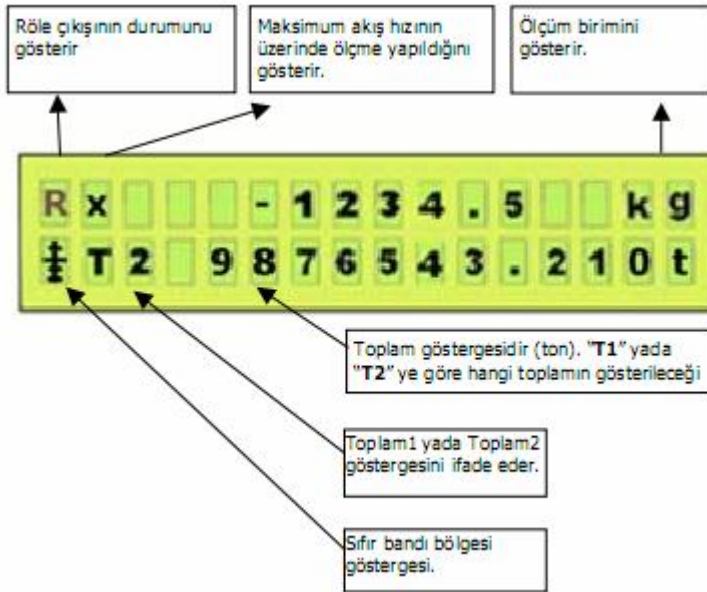
Kapasite (kg/sn) veya (ton/h) cinsinden, bant hızı (m/sn) cinsinden, kontrol ünitesinde anlık ve toplam değerler olarak görülür.

Kontrol ünitesi (loadcell amplifier) endüstriyel ortamlarda kullanılmak üzere tasarlanmış, yüksek çözünürlüklü bir analog-dijital dönüştürücü cihazdır (Şekil 3.1.8.1). Sensörden gelen sinyali yükselterek çeşitli filtreleme ve lineerizasyon işlemlerinden geçirir. Direnç köprüsü esaslı tüm sensörlerde kullanılabilir.



Şekil 3.1.8.1 Kontrol Ünitesi

Kontrol ünitesinin LCD ekranının görünümü Şekil 3.1.8.2 de gösterilmiştir. Ekranda anlık ve toplam debi miktarı görülebilmektedir.



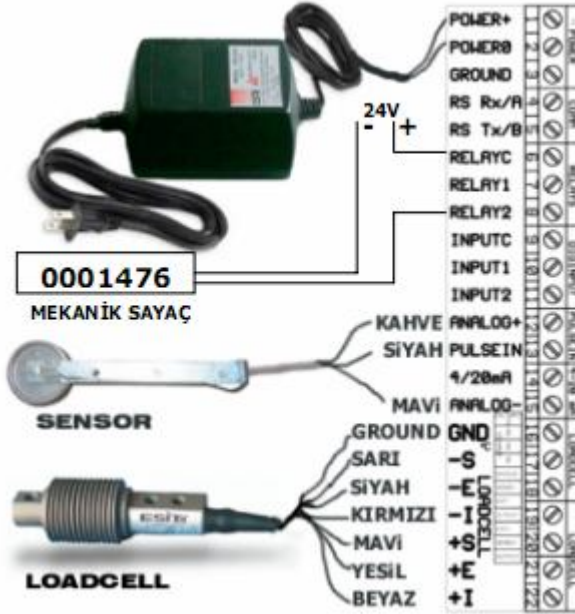
Şekil 3.1.8.2 Ekran görünümü

Teknik Özellikler Çizelge 3.1.8.1 de gösterilmiştir

Çizelge 3.1.8.1 Kontrol Ünitesi Teknik Özellikler

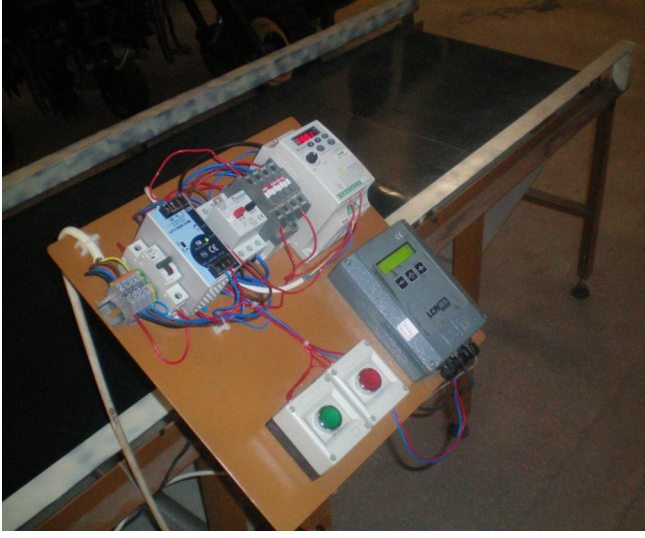
Model	LCA-BS
Giriş	DC, -1.60 ile +1.6 Volt
Ölçüm hızı (/saniye)	50
Ekran duyarlılığı	1/100.000
Ekran	LCD (2x16 karakter)
Haberleşme	RS 232C / RS485
Yük hücresi besleme	10 VDC de 250 mA (8 yük hücresi)
Tartım hassasiyeti	10000d

Takometre ve yük hücresinin kontrol ünitesine bağlanması Şekil 3.1.8.3. de gösterilmiştir.



Şekil 3.1.8.3 Takometre ve yük hücresinin kontrol ünitesine bağlanması

Bant kantarının elektrik panosunun fotoğrafı aşağıda verilmiştir (Şekil 3.1.8.4).



Şekil 3.1.8.4 Bant kantarının elektrik panosu

## 3.2 Yöntemler

### 3.2.1 Ürünlerin bant üzerinde tartımı

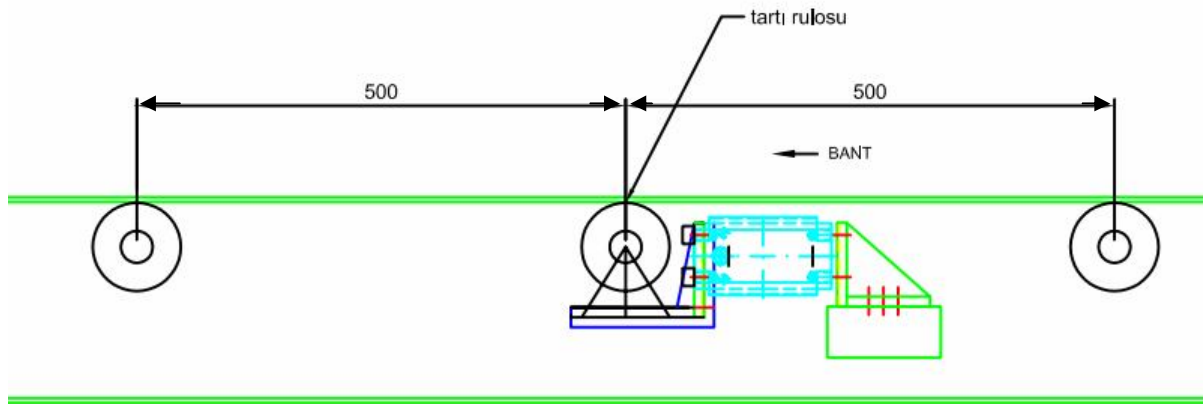
Hareket halinde ölçüm yapabilmek için iki temel parametre kullanılmıştır. Bunlardan biri bandın hızı diğeri ise yük hücresinin ölçtüğü ağırlık bilgisidir. Öncelikle bir tartı alanı oluşturulmuştur. Yük hücresinin sağındaki ve solundaki makaraların yük hücresine uzaklığı eşit tutulmuş ve bu mesafelerin toplamı, ölçüm mesafesi olarak belirlenmiştir. Böylece yük hücresinin verdiği değer bu birim uzunluktaki ağırlık değeri (kg/m) olacaktır. Takometreden gelen hız bilgisi (m/s), bu değer ile çarpıldığında:

$[k/m] \times [m/s] = [kg/s]$ , birim zamanda geçen toplam ağırlık bulunmuş olur (Yıldırım, 1991).

Kontrol ünitesi aynı zamanda kg, kg/s, t/h, kg/m ve m/s cinsinden de değerleri ekrana yazabilmektedir.

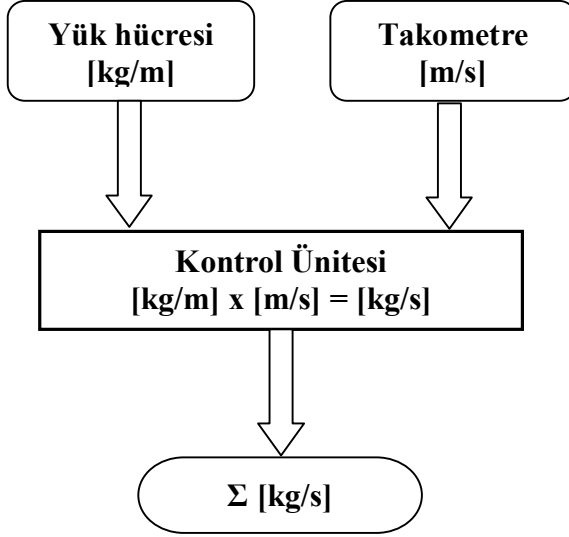
Bant hareketsiz halde iken takometreden hız bilgisi sıfır olarak geleceği için sadece ağırlık bilgisi alınabilmektedir. Bu durumda hareketsiz bant sabit bir kantar görevi görür.

Hareket halinde bant üzerinden geçen yükün hesaplanması için yük hücresi tek bir ruloya bağlanmıştır. Bu yük hücresi rulusunun sağındaki ve solundaki 500 mm' lik mesafe tartı köprüsü olarak değerlendirilmiş ve toplam 500 m' lik mesafedeki yük bilgisi kontrol ünitesine gönderilmiştir. Böylece birim metreden geçen yük, kontrol ünitesi yardımı ile hesaplanıp ünitenin LCD ekranında gösterilmiştir. Tartı rulosu ile etkili ölçme aralığı Şekil 3.2.1.1 de gösterilmiştir.



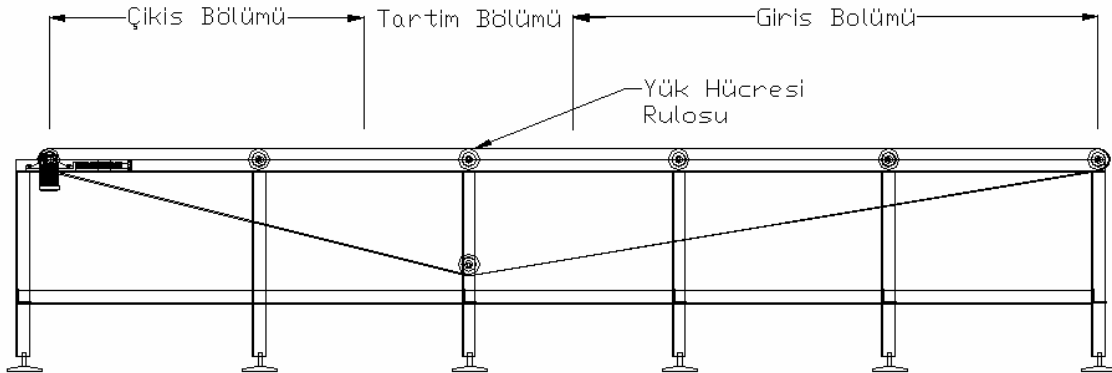
Şekil 3.2.1.1 Tartı rulosu ve etkili ölçme alanı

Böylece debi ölçmek için gerekli veriler elde edilmiştir. Debinin şematik gösterimi ve hesaplanması Şekil 3.2.1.2. de gösterilmiştir.



Şekil 3.2.1.2 Toplam geçen yük hesabının şematik gösterimi

Konveyör bant üzerinde ölçüm sisteminin şematik gösterimi Şekil 3.2.1.3 de gösterilmiştir. Konveyör bant temel olarak 3 ana bölüme ayrılmıştır. Sırasıyla giriş bölümü, tartı bölümü ve çıkış bölümü. Ölçme, tartı bölümünde yapılmaktadır. Tartı bölümü uzunluğu 1 metre olarak ayarlanmıştır. Böylece tartı alanında elde edilen değer bir metredeki ağırlığı vermektedir. Bu değer hız ile çarpımı ise direkt olarak debinin elde edilmesini sağlamıştır.



Şekil 3.2.1.3 Konveyör ölçü sisteminin şematik gösterimi

Kontrol ünitesinde ölçüm için aşağıdaki parametreler ayarlanmıştır.

1. Tekerlek adım mesafesi: 45 mm olarak tanıtılmıştır. Sinyal başına kat edilen mesafeyi tanımlar.
2. Ağırlık uzunluğu: yük hücresinin ayaklarına oturtulmuş yükün yüzeyidir. Genişlik sabit olduğu için yukarıda bahsedilen 1000 mm lik mesafe olarak tanıtılmıştır.
3. Hız: hız parametresi otomatik olarak takometreden geleceği için sıfır olarak tanıtılmış, sabit bir değer girilmemiştir.
4. Sinyal zaman aşım süresi: takometreden gelen sinyalin ne kadar zaman sonra zaman aşımına uğrayacağını gösterir. Bu sürenin üstünde kontrol ünitesi, bandın durduğunu anlar.

### 3.2.2 Ağırlık kalibrasyon yöntemi

Bant kantarı çalışır hale getirildikten sonra doğru ölçüm yapabilmek için kontrol ünitesi üzerinde iki çeşit kalibrasyon yapmak gerekir. Bunlardan birincisi “sıfır” kalibrasyonudur. Diğeri ise yük tanıtma kalibrasyonudur.

Sıfır kalibrasyonunda sistem üzerinde yük yokken cihaza sıfır değeri tanıtılır. Sıfır kalibrasyonundan önce bant nominal hızında çalıştırılmış ve bandın tur süresi hesaplanmıştır. Bandın tur süresi 50 Hz. Şebeke frekansında 34 s olarak bulunmuştur. Sıfır kalibrasyonundan önce bant üzerine dışarıdan gelecek yan etkiler ve hataya sebep olacak parametreleri de içermesi açısından kalibrasyon yaklaşık 3 tur süresi boyunca yapılmıştır. Bu ayar süresi boyunca kontrol ünitesi bir iç sayım gerçekleştirir ve bandın 3 tur boyunca bant üzerindeki salınımları, bandın davranışını ve gerçek sıfır noktasını hesaplamaktadır. Bu süre zarfında banda herhangi bir dış müdahalenin olmasına izin verilmemiştir.

İkinci kalibrasyon ise yük tanıtım kalibrasyonudur. Bunun için test ağırlığı kullanılmıştır. Bant çalışır halde iken test ağırlığı yüklenmiş ve kontrol ünitesine bu ağırlık tanıtılmıştır. Sıfır kalibrasyonundan sonra yaklaşık bandın 3 tur süresine karşılık gelen süre boyunca kontrol ünitesi bir iç sayım gerçekleştirmiş ve bant üzerine konulan test ağırlığının davranışını hesaplamıştır. Bant üzerine 5 kg lık bir test ağırlığı konulmuştur. Böylece bant bu 5 kg lık ağırlığı referans alarak bundan sonra üzerine gelecek yüklerin ağırlıklarını hesaplamıştır. Örnek test ağırlığı şekil 3.2.2.1 de gösterilmiştir.





Şekil 3.2.2.1 Örnek test ağırlığı

### 3.2.3 Bant hızı ölçme yöntemi

Bant hızı, takometreden gönderilen elektriksel sinyal ile kontrol ünitesi tarafından otomatik olarak hesaplanmıştır. Sistemde frekans dönüştürücü sayesinde farklı hızlarda testler yapılmıştır. Sistemde kullanılan frekans dönüştürücü aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.2.3.1).



Şekil 3.2.3.1 Frekans dönüştürücü

Takometreden gelen bant hızını doğrulamak için hız bilgisi ayrıca hesaplanmıştır. Bunun için bant üzerinde referans bir nokta alınmış ve bu referans noktanın tekrar ilk konumuna gelmesi için geçen süre bir kronometre yardımı ile saptanmıştır. Bant boyunun bu süreye bölümü ile bant hızı tespit edilmiştir. Bant ve takometre arasında herhangi kayma olup olmadığını tespit etmek için bu işlem her ürün cinsinin debi ölçümlerinden önce tekrarlanmıştır.

Bant tur süresi: 34 s

Bant uzunluğu: 7.92 m

Bant hızı = tur süresi / bant uzunluğu

Bant hızı =  $7.92 / 34 = 0,232941$  m/s olarak tespit edilmiştir.

Frekans dönüştürücünün 50 Hz frekansında göstergede verdiği hız değeri ise 0,23255 m/s olarak kaydedilmiştir. Bu da, % 2,3 lük bir hata payına denk gelir ki metre ile yapılan ölçüm ve kronometre ile alınan değerlerdeki hassaslık dikkate alındığında takometrenin hız bilgisini yüksek bir hassasiyette kontrol ünitesine gönderdiğini göstermektedir. Farklı frekanslarda alınan hız bilgileri aşağıdaki Çizelge 3.2.3.1 de verilmiştir.

Çizelge 3.2.3.1 Şebeke frekansına göre bant hızları

Frekans [Hz]	Takometre hızı [m/s]	Hesaplanan Hız [m/s]	Hata Payı [%]
50	0.23255	0.232941	2,3
40	0.18132	0,186760	2,3
30	0.13387	0,133870	2,1

### 3.2.4 Tartım sisteminin kontrolü

Araştırmada 2 farklı yumru bitkisi kullanılmıştır. Bunlar patates ve soğandır. Sırasıyla her birinden 15 kg ve 10 kg'lık ürün test edilmiştir. Ürünler bant çalışırken bandın giriş bölümünden bant üzerine dökülmüş ve bandın bitiş bölümünden çıkan ürünler toplanıp tekrar giriş bölümüne verilmiştir. Bu sayede bant, ölçüm süresince sürekli ürünle beslenmiştir. Sistemde frekans dönüştürücü kullanıldığı için 3 ayrı bant hızında değerler alınmıştır. Bunlar:

50 Hz için bant hızı 0.23255 m/s,

40 Hz için bant hızı 0.18132 m/s,

30 Hz için bant hızı 0.13387 m/s dir.

Kontrol ünitesinin örnek bir hız göstergesi aşağıda verilmiştir (Şekil 3.2.4.1).



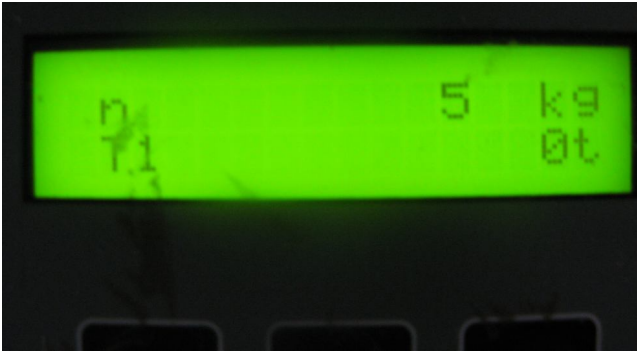
Şekil 3.2.4.1 Hız gösterge seçeneği

Sistem çalışır hale getirildikten sonra araştırmada ilk olarak patates ile denemeler yapılmıştır. Patatesler, bandın giriş bolumunden bant üzerine serbest olarak bırakılmıştır. rnler giriş bolumunden lme blumne doğru ilerletilmiştir. lme blum uzunluğu 1 m olacak şekilde belirlenmiştir. Bu bir metrelik mesafede alınan ağırlık bilgileri LCD ekrana iletilmiş ve veriler ekran üzerinde okunarak kaydedilmiştir (şekil 3.2.4.2 ve şekil 3.2.4.3).



şekil 3.2.4.2 Patates tartımı

Kontrol nitesindeki örnek bir ağırlık verisinin LCD ekranında gösterimi aşağıda verilmiştir.



şekil 3.2.4.3 Kontrol nitesinin LCD ekranında ağırlık verisi

Patateslerden sonra soğan ile denemeler yapılmıştır. Soğanlar, bandın giriş blumunden bant üzerine serbest olarak bırakılmıştır. rnler giriş blumunden lme blumne doğru ilerletilmiştir. lme blum uzunluğu 1 m olacak şekilde belirlenmiştir. Bu bir metrelik mesafede alınan ağırlık bilgileri LCD ekrana iletilmiş ve veriler ekran üzerinde okunarak kaydedilmiştir.



Şekil 3.2.4.4. Soğan tartımı

Ölçme sisteminde 2 farklı ağırlık tanımı yapılmıştır:

1. Anlık ağırlık
2. Kümülatif ağırlık

Anlık ağırlık, her 2 saniyede bir yük hücresinden alınan ağırlığı ifade etmektedir. Kümülatif ağırlık ise her ağırlık bilgisinin bir önceki ağırlık bilgisi ile toplamını ifade etmektedir. Böylece ölçüm süresi sonunda tartılan ağırlığın, yüklenen ürünün ağırlığı ile karşılaştırılması hedeflenmiştir.

Elde edilen veriler, araştırma bulguları olarak tablo ve grafik olarak verilmiştir.

Tablolarda her ölçüm anına denk gelen bant hızı, anlık ağırlık ve kümülatif ağırlık verilmiştir.

Grafiklerde ise, ağırlığın zamana göre değişimi gösterilmiştir.

## 4 ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1 Patates ile ilgili tartım sonuçları

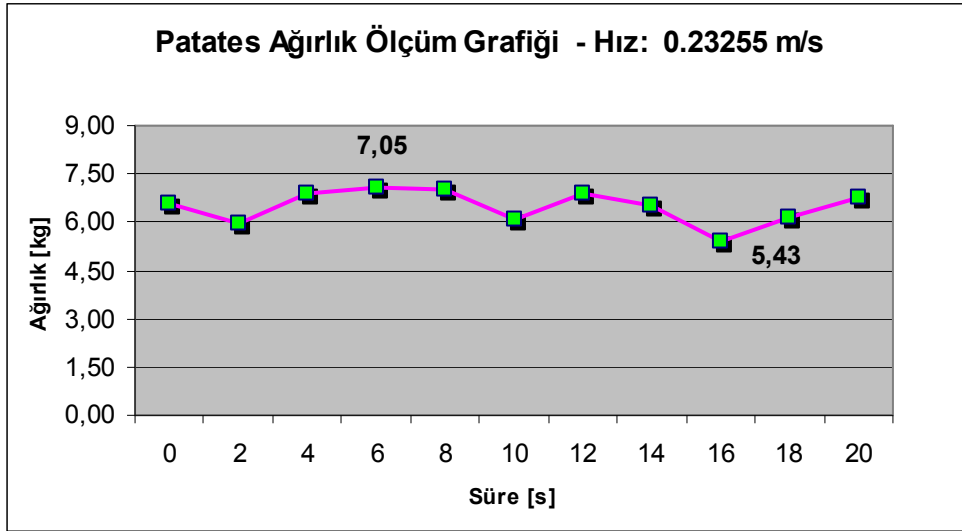
Patates için 3 farklı hızda testler yapılmış ve sonuçlar aşağıda incelenmiştir. Her 2 saniyede değerler alınmış ve bu değerler *anlık ağırlık* olarak tanımlanmıştır. Her değerlerin bir önceki değeri ile toplamı da *kümülatif ağırlık* olarak tanımlanmıştır.

50 Hz frekans ve 0.23255 m/s bant hızında yapılan patates ile ilgili deneme sonuçları Çizelge 4.1.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1.1. Patates ağırlık tablosu (Frekans: 50Hz – Bant hızı: 0.23255 m/s)

Süre [s]	Bant hızı [m/s]	Anlık Ağırlık [kg]	Kümülatif Ağırlık [kg]
t = 0	0.23255	6,60	6,60
t = 2	0.23255	5,93	12,53
t = 4	0.23255	6,87	19,40
t = 6	0.23255	7,05	26,45
t = 8	0.23255	7,02	33,47
t = 10	0.23255	6,06	39,53
t = 12	0.23255	6,90	46,43
t = 14	0.23255	6,52	52,95
t = 16	0.23255	5,43	58,38
t = 18	0.23255	6,12	64,50
t = 20	0.23255	6,76	71,26

Alınan ölçümlerin grafiği aşağıda Şekil 4.1.1’de verilmiştir. En düşük ve en yüksek ölçüm değerleri grafikte ayrıca değer olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.1.1 Patates ağırlık ölçüm grafiği (Frekans: 50Hz – Bant hızı: 0.23255 m/s)

15 kg'lık patates, ölçüm süresi boyunca banda 5 kere yüklenmiştir. Böylece bant üzerinden toplamda 75 kg'lık yük geçirilmiştir. Tabloda 20. saniye sonunda verilen kümülatif değer 71,26 kg'dır. Böylece patates için sistem debisi ile gerçek ağırlık arasındaki hata payı:

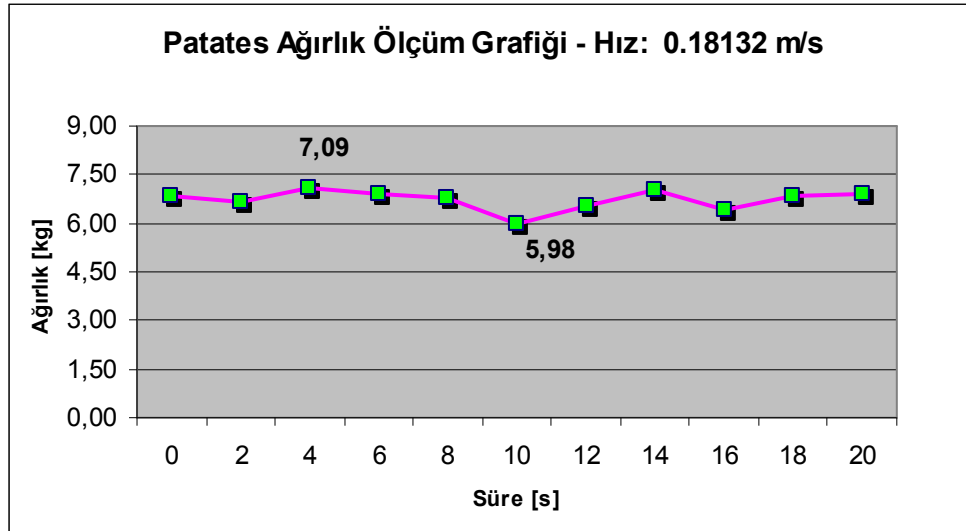
Doğruluk yüzesi =  $71,26/75 \times 100 = \%95.0$  olarak saptanmıştır.

40 Hz frekans ve 0.18132 m/s bant hızında yapılan patates ile ilgili deneme sonuçları Çizelge 4.1.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1.2. Patates ağırlık tablosu (Frekans: 40Hz – Bant hızı: 0.18132 m/s)

Süre [s]	Bant hızı [m/s]	Anlık Ağırlık [kg]	Kümülatif Ağırlık [kg]
t = 0	0.18132	6,82	6,82
t = 2	0.18132	6,67	13,49
t = 4	0.18132	7,09	20,58
t = 6	0.18132	6,88	27,46
t = 8	0.18132	6,77	34,23
t = 10	0.18132	5,98	40,21
t = 12	0.18132	6,54	46,75
t = 14	0.18132	7,04	53,79
t = 16	0.18132	6,39	60,18
t = 18	0.18132	6,82	67,00
t = 20	0.18132	6,90	73,90

Alınan ölçümlerin grafiği aşağıda Şekil 4.1.2. de verilmiştir. En düşük ve en yüksek ölçüm değerleri grafikte ayrıca değer olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.1.2 Patates ağırlık ölçüm grafiği (Frekans: 40Hz – Bant hızı: 0.18132 m/s)

15 kg' lık patates, ölçüm süresi boyunca banda 5 kere yüklenmiştir. Böylece bant üzerinden toplamda 75 kg' lık yük geçirilmiştir. Tabloda 20. saniye sonunda

verilen kümülatif değer 73,90 kg' dır. Böylece patates için sistem debisi ile gerçek ağırlık arasındaki hata payı:

Doğruluk yüzesi =  $73,90/75 = \%98.5$  olarak saptanmıştır.

30 Hz frekans ve 0.13387 m/s bant hızında yapılan patates ile ilgili deneme sonuçları çizelge 4.1.3'de verilmiştir.

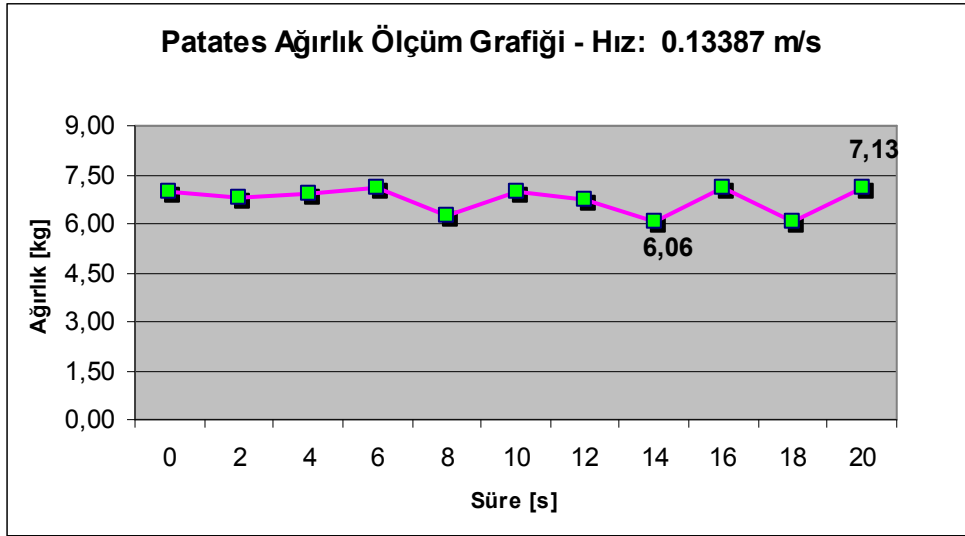
Alınan ölçümlerin zamana bağlı tablosu aşağıda Çizelge 4.1.3. de verilmiştir:

Çizelge 4.1.3. Patates ağırlık tablosu (Frekans: 30Hz – Bant hızı: 0.13387 m/s)

Süre [s]	Bant hızı [m/s]	Anlık Ağırlık [kg]	Kümülatif Ağırlık [kg]
t = 0	0.13387	7,00	7,00
t = 2	0.13387	6,81	13,81
t = 4	0.13387	6,89	20,70
t = 6	0.13387	7,08	27,78
t = 8	0.13387	6,23	34,01
t = 10	0.13387	7,00	41,01
t = 12	0.13387	6,76	47,77
t = 14	0.13387	6,06	53,83
t = 16	0.13387	7,08	60,91
t = 18	0.13387	6,09	67,00
t = 20	0.13387	7,13	74,13

Alınan ölçümlerin grafiği aşağıda Şekil 4.1.3. de verilmiştir. En düşük ve en yüksek ölçüm değerleri grafikte ayrıca değer olarak gösterilmiştir.





Şekil 4.1.3 Patates ağırlık ölçüm grafiği (Frekans: 30Hz – Bant hızı: 0.13387 m/s)

15 kg' lık patates, ölçüm süresi boyunca banda 5 kere yüklenmiştir. Böylece bant üzerinden toplamda 75 kg' lık yük geçirilmiştir. Tabloda 20. saniye sonunda verilen kümülatif değer 74,13 kg' dır. Böylece patates için sistem debisi ile gerçek ağırlık arasındaki hata payı:

Doğruluk yüzesi =  $74,13/75 = \%98,8$  olarak saptanmıştır.

3 farklı hız değeri için aşağıdaki ortalama doğruluk yüzdeleri bulunmuştur:

Hız 1 (0.23255 m/s) = %95,0

Hız 2 (0.18132 m/s) = %98,5

Hız 3 (0.13387 m/s) = %98,8

Bu durumda her 3 bant hızının ortalaması %97,5 olarak hesaplanmıştır.

## 4.2 Soğan ile ilgili tartım sonuçları

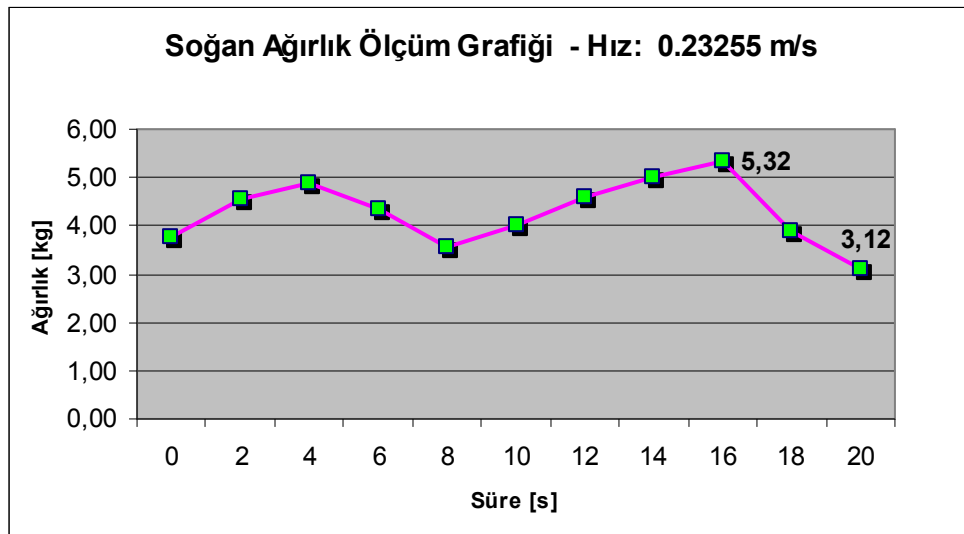
Soğan için 3 farklı hızda sonuçlar alınmıştır. Her 2 saniyede değerler alınmış ve bu değerler *anlık ağırlık* olarak tanımlanmıştır. Her değer bir önceki değer ile toplamı da *kümülatif ağırlık* olarak tanımlanmıştır.

50 Hz frekans ve 0.23255 m/s bant hızında yapılan soğan ile ilgili deneme sonuçları Çizelge 4.2.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.2.1. Soğan ağırlık tablosu (Frekans: 50Hz – Bant hızı: 0.23255 m/s)

Süre [s]	Bant hızı [m/s]	Anlık Ağırlık [kg]	Kümülatif Ağırlık [kg]
t = 0	0.23255	3,76	3,76
t = 2	0.23255	4,56	8,32
t = 4	0.23255	4,87	13,19
t = 6	0.23255	4,33	17,52
t = 8	0.23255	3,56	21,08
t = 10	0.23255	4,00	25,08
t = 12	0.23255	4,60	29,68
t = 14	0.23255	5,01	34,69
t = 16	0.23255	5,32	40,01
t = 18	0.23255	3,90	43,91
t = 20	0.23255	3,12	47,03

Alınan ölçümlerin grafiği aşağıda Şekil 4.2.1’de verilmiştir. En düşük ve en yüksek ölçüm değerleri grafikte ayrıca değer olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.2.1 Soğan ağırlık ölçüm grafiği (Frekans: 50Hz – Bant hızı: 0.23255 m/s)

10 kg'lık soğan, ölçüm süresi boyunca banda 5 kere yüklenmiştir. Böylece bant üzerinden toplamda 50 kg'lık yük geçirilmiştir. Tabloda 20. saniye sonunda verilen kümülatif değer 47,03 kg'dır. Böylece soğan için sistem debisi ile gerçek ağırlık arasındaki hata payı:

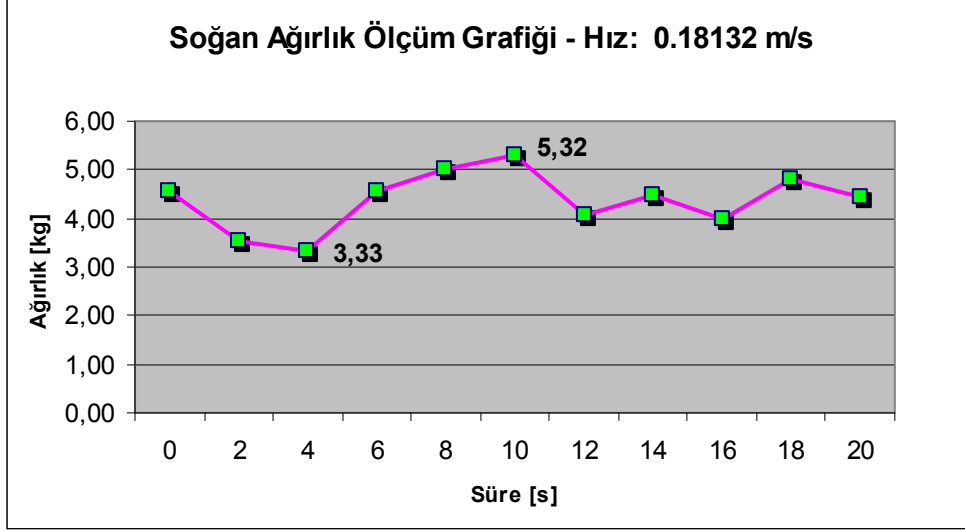
Doğruluk yüzesi =  $47,03/50 = \%94.0$  olarak saptanmıştır.

40 Hz frekans ve 0.18132 m/s bant hızında yapılan soğan ile ilgili deneme sonuçları Çizelge 4.2.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.2. Soğan ağırlık tablosu (Frekans: 40Hz – Bant hızı: 0.18132 m/s)

Süre [s]	Bant hızı [m/s]	Anlık Ağırlık [kg]	Kümülatif Ağırlık [kg]
t = 0	0.18132	4,56	4,56
t = 2	0.18132	3,55	8,11
t = 4	0.18132	3,33	11,44
t = 6	0.18132	4,57	16,01
t = 8	0.18132	5,01	21,02
t = 10	0.18132	5,32	26,34
t = 12	0.18132	4,08	30,42
t = 14	0.18132	4,48	34,90
t = 16	0.18132	3,98	38,88
t = 18	0.18132	4,81	43,69
t = 20	0.18132	4,45	48,14

Alınan ölçümlerin grafiği aşağıda Şekil 4.2.2 de verilmiştir. En düşük ve en yüksek ölçüm değerleri grafikte ayrıca değer olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.2.2 Soğan ağırlık ölçüm grafiği (Frekans: 40Hz – Bant hızı: 0.18132 m/s)

10 kg'lık soğan, ölçüm süresi boyunca banda 5 kere yüklenmiştir. Böylece bant üzerinden toplamda 50 kg'lık yük geçirilmiştir. Tabloda 20. saniye sonunda verilen kümülatif değer 48,14 kg'dır. Böylece soğan için sistem debisi ile gerçek ağırlık arasındaki doğruluk yüzdesi:

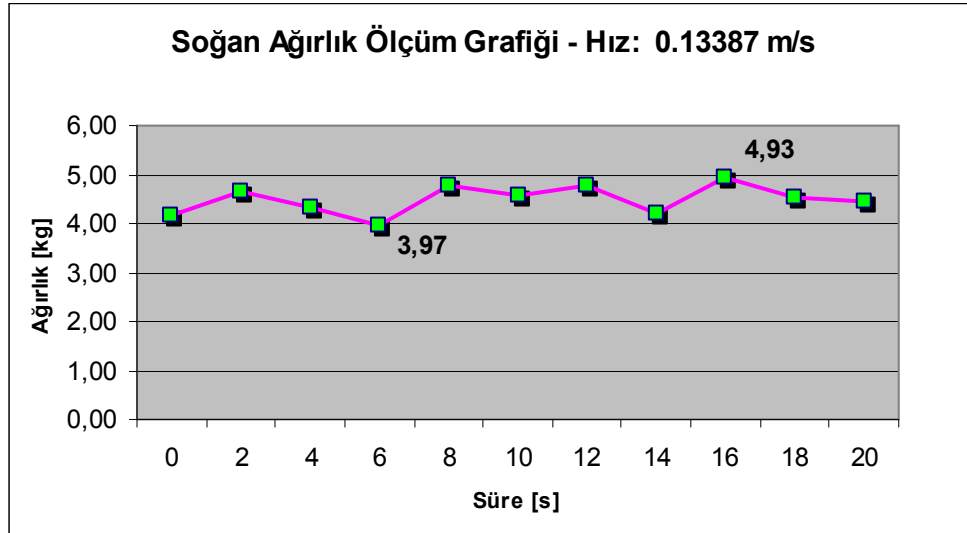
$$\text{Doğruluk yüzdesi} = 48,14/50 = \%96,3 \text{ olarak saptanmıştır.}$$

30 Hz frekans ve 0.13387 m/s bant hızında yapılan soğan ile ilgili deneme sonuçları Çizelge 4.2.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.3. Soğan ağırlık tablosu (Frekans: 30Hz – Bant hızı: 0.13387 m/s)

Süre [s]	Bant hızı [m/s]	Anlık Ağırlık [kg]	Kümülatif Ağırlık [kg]
t = 0	0.13387	4,18	4,18
t = 2	0.13387	4,67	8,85
t = 4	0.13387	4,32	13,17
t = 6	0.13387	3,97	17,14
t = 8	0.13387	4,79	21,93
t = 10	0.13387	4,58	26,51
t = 12	0.13387	4,78	31,29
t = 14	0.13387	4,19	35,48
t = 16	0.13387	4,93	40,41
t = 18	0.13387	4,55	44,96
t = 20	0.13387	4,43	49,39

Alınan ölçümlerin grafiği aşağıda Şekil 4.2.3’de verilmiştir. En düşük ve en yüksek ölçüm değerleri grafikte ayrıca değer olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.2.3 Soğan ağırlık ölçüm grafiği (Frekans: 30Hz – Bant hızı: 0.13387 m/s)

10 kg’ lık soğan, ölçüm süresi boyunca banda 5 kere yüklenmiştir. Böylece bant üzerinden toplamda 50 kg’ lık yük geçirilmiştir. Tabloda 20. saniye sonunda

verilen kümülatif değer 49,39 kg' dır. Böylece soğan için sistem debisi ile gerçek ağırlık arasındaki hata payı:

Doğruluk yüzesi =  $49,39/50 = \%98,8$  olarak saptanmıştır.

3 farklı hız değeri için aşağıdaki ortalama doğruluk yüzdeleri bulunmuştur:

Hız 1 (0.23255 m/s) = %94,0

Hız 2 (0.18132 m/s) = %96,3

Hız 3 (0.13387 m/s) = %98,8

Bu durumda her 3 bant hızının ortalaması %96,4 olarak hesaplanmıştır

Bant hareketsiz durumda iken 15 kg lık ve 10 kg lık deneme ürünleri yük hücresi tarafından sıfır hata ile ekrana yansıtılmıştır. Hareketsiz halde iken bant kantarı yüksek hassasiyetli bir bant kantarı gibi davranmaktadır.

## 5 SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan çalışma sonunda farklı yumru bitkilerinin ağırlıkları hareketli bir konveyör bant üzerinde anlık ve toplam olarak elde edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan patates ve soğanın toplam ağırlıkları sırasıyla %97.5 ve %96.4 oranında bir doğruluk payıyla hesaplanmıştır.

Yapılan çalışma göstermiştir ki, bant kantarları yumru bitkisinin cinsinden bağımsız olarak yüksek bir doğruluk oranı ile ağırlık ölçebilmektedir. Bu doğruluk payı kurulacak sistemin konstrüksiyonu ve montajının hassasiyet durumuna göre daha yukarı çıkarılabilir. Araştırmada atölye olanakları ile yapılan mekanik ve elektriksel üretim dikkate alındığında elde edilmiş sonuçlar beklenen değerlerin üzerinde bir netice alındığını göstermektedir.

Araştırmada kullanılan takometre bant hızını yüksek bir doğruluk oranı ile kontrol ünitesine iletmiştir. Kontrol ünitesinden alınan hız bilgileri, bant hızının sabit kaldığını ve sistemde herhangi bir kaymanın olmadığını göstermiştir. Takometrenin mekanik özellikleri, sürekli veya uzun süreli çalışacak bant kantarı sistemleri için ideal bir özellik göstermiştir. İşletme koşullarında birçok farklı ortama maruz kalacağından, bu tür mekanik sistemler arıza vermeden yüksek verimle çalışacaklardır. Takometrenin, bant kantarının şasesinin altında kalan PVC bandına yukarıdan temas etmesi ile olası kaymaların, dolayısı ile hatalı hız okumalarına sebep verecek etkilerin ortadan kaldırılmasına etkisi olmuştur. Böylece bant üzerindeki yüklerin sebep olduğu kuvvetlerden dolayı hatalı hız okumaların önüne geçilmiştir.

Bant kantarı üzerindeki gergi sistemi çalışmada doğru değer alabilmek için bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmıştır. Çalışma esnasında bant esnekliğini bu gergi sistemi ile ayarlamak gerekmektedir. Özellikle sıfır ve yük kalibrasyonlarında gergi sistemini hassas ayarlamak alınacak verilerin doğruluğuna direkt etki etmektedir. Çalışma esnasında bandın rulolar üzerinde kaymasını engellemek için ruloların orta noktasından dış doğru çapları düşürülmüştür. Bant kayması, hassasiyeti ciddi oranda etkileyecek bir özellik olarak tespit edilmiştir.

Ruloların dış çaplarının ve konveyör şasesine terazili bir şekilde oturtulması da yine hassasiyeti önemli oranda etkileyen bir unsur olarak karşımıza çıkmıştır.

Bu çalışma, hareket halindeki tarım arabalarında yapılacak olan ağırlık ölçümünün, hassas tarım uygulamaları için uygun bir seçim olduğunu göstermiştir.

## 6 KAYNAKLAR

Algerbo P, A Ehlert, D. (2000). Evaluation of yield sensing systems for potato harvesters. Proceedings of the 5th International Conference on Precision Agriculture, Bloomington, Minnesota, USA.

Anonim (2010a). [http://www.tarimsal.com/hassas\\_tarim/hassas\\_tarim.htm](http://www.tarimsal.com/hassas_tarim/hassas_tarim.htm) (erişim tarihi, 2010).

Anonim (2010b). <http://tr.wikipedia.org/wiki/Patates> (erişim tarihi,2010).

Anonim (2010c).

<http://www.tarim.gov.tr/uretim/BitkiselUretim.PatatesYetistiriciligi.html> (erişim tarihi, 2010).

Anonim (2010d). <http://www.turkcebilgi.com/so%C4%9Fan/ansiklopedi> (erişim tarihi, 2010).

Anonim (2010e). <http://www.antistaticbar.net/yuk-hucresi-load-cell/load-cell-nedir.html> (erişim tarihi, 2010).

Anonim (2010f). <http://www.feteriscomponents.com/graphics/sensors-straingauge-big.jpg> (erişim tarihi, 2010).

Anonim (2010g). <http://www.metutech.metu.edu.tr/cms/index.php?Lang=TR&Bid=528&Bbid=18> (erişim tarihi, 2010).

Anonim (2010h). <http://www.rdpe.com/ex/hiw-sglc.htm> (erişim tarihi, 2010).

Anonim (2010i). <http://www.rdpe.com/ex/hiw-sglc.htm> (erişim tarihi, 2010).

Azeloğlu C (2006). Çelik ve Plastik Zincirli Konveyörler, Bunların Tasarım Kriterlerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Demir M (2006). Yüksek Sıcaklıkta Çalışan Bantlı Konveyörler, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ehlert D (1999). Measuring mass flow by bounce plate for yield mapping of potatoes. European Conference on Precision Agriculture, Odense, Denmark.

Fisher S, Jaggard K, Stafford J (1996). Precision farming for sugar beet. British Sugar Beet Review 65 (4), 1997, 29-31.

Gerdemeli İ, İmrak C, Kesikçi M (2005). Sürekli Transport Sistemleri. Birsen Yayınevi, İstanbul.



Hall T, Backer L. Hofman F, Smith, L. J (1998). Evaluation of sugarbeet yield sensing systems operating concurrently on a harvester. Proceedings of the Fourth International Conference on Precision Agriculture, St. Paul, Minnesota, USA.

Kirişçi V, Keskin M, Say M, Keskin S (1999). Hassas Uygulamalı Tarım Teknolojisi. Nobel Yayın Dağıtım Yayın No: 88, 186s Ankara

Kurbanoğlu C (2002). Transport Tekniği. Atlas Yayın Dağıtım, 322, İstanbul.

Spivakovsky A, Dyachkov V (1995). Conveying Machines, Mir Publishers, Vol. 1, Moskova.

Sulak A. İ (1993). Tarım Traktörleri İle Çalıştırılabilen Bandlı Bir Yükleyicinin Projelendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Yıldıran (1991). Konveyör Bant Kantarı Uygulama Prensipleri. Madencilik Dergisi, 30: 27-32

## ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Erzincan' da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzincan' da tamamladı. 1990 yılında Trakya Üniversitesi Tıp fakültesini kazanıp Edirne' de 2 yıl tıp eğitimi aldı. 1992 de Tıp Fakültesinden ayrılıp Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde Makine Mühendisliği eğitimine başladı. Lisans eğitiminden sonra, 1999 yılında Koleksiyon Tasarım ve Mobilya A.Ş. Tekirdağ fabrikasında iş hayatına başladı. Fabrikanın çeşitli bölümlerinde 5 yıllık çalışma sonrasında 2005 yılında Levi Strauss İstanbul Konfeksiyon San. Ve Tic. A.Ş. Çorlu fabrikasında işe başladı. Halen aynı iş yerinde iş hayatına devam etmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.