T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOMATESİN HASAT SONRASI İŞLEMLERİNE YÖNELİK BAZI FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN SAPTANMASI İÇİN PROTOTİP ÖLÇÜM SETİNİN GELİŞTİRİLMESİ

İbrahim Savaş DALMIŞ

DOKTORA TEZİ

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Birol KAYİŞOĞLU

2006
TEKİRDAĞ

ÖZET

DOKTORA TEZİ

DOMATESİN HASAT SONRASI İŞLEMLERİNE YÖNELİK BAZI FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN SAPTANMASI İÇİN PROTOTİP ÖLÇÜM SETİNİN GELİŞTİRİLMESİ

İbrahim Savaş DALMIŞ

Trakya Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Birol KAYİŞOĞLU

2006, Sayfa: 78

Jüri: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER
Prof. Dr. Birol KAYİŞOĞLU (Danışman)
Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR
Prof. Dr. Metin GÜNER
Prof. Dr. Levent ARIN

Bu çalışmada, domates meyvelerinin hasat sonrası işlemlerine yönelik bazı fiziko-mekanik özelliklerinin saptanması için çok amaçlı bir ölçüm seti tasarımı amaçlanmıştır.

Yalnızca domates değil, tüm meyve türleri ambalajlanarak taşınmaları esnasında eksenel kuvvetlerin etkisi altında kalmaktadır. Prototip ölçüm setinin bu eksenel kuvvetleri ve farklı meyvelerin fiziko-mekanik özelliklerini saptayabilmek için de kullanılması amaçlanmıştır.

Ölçüm seti üç kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar, 70 mm çapındaki ve X, Y, Z, eksenlerindeki maruz kalınan mekanik kuvvetleri algılayan ölçüm topu, ölçüm topundan gelen verileri gösteren indikatör kısmı, indikatörlerden iletilen verileri hafızaya alarak saklayan ve bilgisayara aktaran veri toplama kısmıdır.

Çalışmada bölgemizde (Trakya) yaygın olarak yetiştirilen H 2274 açık tarla yetiştiriciliğine uygun, oturak standart domates çeşidi ve May Tohumculuğun Dora F_1 orta erkenci, hibrit domates çeşidi kullanılmıştır. Tasarlanan çok amaçlı ölçüm topu ile bu iki domates çeşidinin ilk olarak kabuk delinme kuvveti, kabuk kopma kuvveti ve yarılma kuvvetleri saptanmıştır. Bu iki domates çeşidinin saptanan fiziko-mekanik özellikleri H 2274 için ortalama kabuk delinme kuvveti sap bölgesi için 5.97 N, ekvatoral çap bölgesi için 5.30 N, çiçeklenme bölgesi için 4.96 N ve kabuk kopma kuvveti 2.25 N olarak ölçülmüştür. Dora F_1 domates çeşidinin kabuk delinme kuvveti sap bölgesi için 8.08 N, ekvatoral çap bölgesi için 6.76 N, çiçeklenme bölgesi için 6.26 N ve kabuk kopma kuvveti 2.87 N olarak ölçülmüştür. Yine denemelerde Dora Fı in yarılma kuvveti 46.36 N ve H 2274' ün yarılma kuvveti 30.91 N olarak ölçülmüştür. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere Dora F_1 hibrit domates çeşidi H 2274 domates çeşidine göre taşınma ve hasat esnasındaki dış mekanik etkilere karşı daha dayanıklı bir çeşittir.

Çalışmanın bir sonraki aşamasında domates taşımacılığında en yaygın olarak kullanılan 20 kg kapasiteli çift sıra domates kasası ve tek sıra domates kasası içerisinde oluşan eksenel kuvvetler ölçülmüştür. Ölçümler için özel olarak tasarlanmış bir sarsıcı düzenek üzerine yerleştirilen domates kasalarına üç farklı genlikte (20mm, 40mm, 60mm) salınım uygulanmıştır. Bu salınımlara bağlı olarak geliştirilen prototip ölçüm topu ile X, Y, Z eksenlerinde oluşan kuvvetler ölçülmüştür. Bu ölçümlerde H 2274 domates çeşidi için X ekseninde üç genlik için ölçülen ortalama değerler sırası ile X_{20} = 2.25 N, X_{40} = 3.33 N, X_{60}= 5.10 N, Y ekseninde Y_{20} = 2.25 N, Y_{40} = 3.33 N, Y_{60} = 5.20 N ve Z ekseninde Z_{20} = 4.12 N, Z_{40} = 5.10 N, Z_{60} = 7.06 N ölçülmüştür. Dora F_1 domates çeşidi için ise X ekseninde üç genlik için ölçülen ortalama değerler sırası ile

X_{20} = 2.94 N, X_{40} = 4.51 N, X_{60} = 8.73 N, Y ekseninde Y_{20} = 2.94 N, Y_{40} = 4.12 N, Y_{60} = 5.49 N ve Z ekseninde Z_{20} = 5.30 N, Z_{40} = 6.18 N, Z_{60} = 7.06 N olarak ölçülmüştür.

Bu ölçümler sonucunda domateslerin taşınması esnasında en büyük kayıpların domates saplarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu kayıplar meyvelerin birbirine teması esnasındaki meyve–sap çarpışması ile sapların diğer meyve kabuğunu delmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Sapların diğer meyve gövdesinde oluşturduğu bu deliklerde, 25 C^o sıcaklıkta 24 saat bekletilme sonucunda meyve çürümelerinin ortaya çıktığı gözlenmiştir. Ayrıca domates saplarında da hasattan sonra 25 C^o oda sıcaklığında 24 saat bekleme sonucunda, ortalama 1 mm nem kaybından kaynaklanan, çap küçülmesi oluştuğu saptanmıştır. Bu çap küçülmeleri ile beraber sapların sertliği de artmakta ve saplardan kaynaklanan kabuk delinme deformasyonları da arttış göstermektedir.

Denemelerde saptanan bir diğer kayıp çift sıralı kasalarda kasa yan tahtaları arasındaki boşlukların büyük olması durumunda, alt ve üst tahtaların keskin kenarları arasına sıkışan domateslerde ezilme ve yarılmaların oluşmasıdır. Bu kayıpların oluşmasında etkili olan kuvvetlerin ölçümünde de prototip ölçüm seti kullanılmış ve kasa malzemeleri keskin kenarları üzerinde ortalama 8.04 N' luk bir kuvvet ölçülmüştür.

Anahtar kelimeler: Domates, eksenel kuvvetler, fiziko-mekanik özellik, kabuk kopma kuvveti, kabuk delinme kuvveti, yarılma kuvveti.

SUMMARY

Ph.D. Thesis

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE MEASUREMENT APARATUS FOR DETERMINING SOME PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF TOMATOES TO PROCESS THEM AFTER HARVEST

İbrahim Savaş DALMIŞ

Trakya University
The Institute of Natural and Applied Sciences
Agricultural Machinary Mainsciences Section

Supervisor: Prof. Dr. Birol KAYİŞOĞLU

2006, Page: 78

Jury: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER
Prof. Dr. Birol KAYİŞOĞLU (Supervisor)
Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR
Prof. Dr. Metin GÜNER
Prof. Dr. Levent ARIN

In this study, it was aimed that designing a multipurpose measurement aparatus to determine some physical-mechanical properties of tomatoes for postharvest processing of them.

It was anticipated by this measurement aparatus to help for obtaining axial impact pressures (forces) occured during packaging and transporting on tomatoes firstly and the other fruits. It was aimed by this measurement aparatus to use for determining physical-mechanical properties of fruits also.

The measurement aparatus designed and implemented consists of three parts. First part is a measurement ball whose diameter is 70 mm and sensing mechanical pressures over tomatoes at the X, Y, Z axis. Second parts are indicators that make data come from sensing ball it observable. And the final part is a computer. Computer is using for data acquisition and storing via a software.

In this search, standard H 2274 tomato type commonly used for field growing in our region (Trakya) and middle early hibrit type Dora F_1 from May Tohumculuk was used. For two tomato types by using the measurement ball designed for multi-purpose, firstly skin puncture force, skin pull-of force and then split force were found. Physical-mechanical features of these two types tomatoes are found that for H 2274, avarage skin puncture force for stalk region was 6.97 N, for equatorial diameter region was 5.30N, for blooming region was 6.26 N and skin pull-of force was found 2.25 N. Founded features for Dora F_1 type are that, skin puncture force for stalk region was 8.08 N, for equatorial diameter region was 6.76 N, for blooming region was 6.26 N and skin pull-of force was found 2.87 N. At the measurement process, split force for Dora F_1 was 46.35 N and for H 2274 was 30.91 N was found. According to these values, Dora F_1 hibrit tomato type are more resistant to environmental effects during transportation and harvest then H 2274 tomato type.

At the following stage of this study, axial forces occured in the 20kg capacity double row and single row tomato crates commonly used tomato transportation were measured. Tree oscillations with the different amplitude (20mm, 40mm, 60mm) were applyed to the tomato cases placed on the vibration machines desingned for these measurements. Forces occured on the X, Y, Z axis were measured with the prototype measurement ball which was dependent to these oscillations. At these measurements, for H 2274 tomato type, the avarage measurement values with tree amplitude at the X axis were respectively X_{20} = 2.25 N, X_{40} = 3.33 N, X_{60}= 5.10 N, at the Y axis Y_{20} = 2.25 N, Y_{40} = 3.33 N, Y_{60} = 5.20 and at the N and Z axis Z_{20} = 4.12 N, Z_{40} = 5.10 N, Z_{60} = 7.06 N were measured. Results for Dora F_1 tomato type were that the avarage

measurement values with tree amplitudes at the X axis were respectively X_{20} = 2.94 N, X_{40} = 4.51 N, X_{60} = 8.73 N, at the Y axis Y_{20} = 2.94 N, Y_{40} = 4.12 N, Y_{60} = 5.49, and at the N and Z axis Z_{20} = 5.30 N, Z_{40} = 6.18 N, Z_{60} = 7.06 N were found.

According to the measurement results, the most important damages during transportation are derived from the stalk of fruit. These damages are derived from the fruit-stalk contact. One stalk of a fruit punctures the body of the other. Because of the holes on the fruit body, spoils are appeared within the 24 hour at the 25 C^o . After the harvest, size shrinking is determined in tomatoes stalks, because of 1 mm moisture loss as a result of waiting 24 hours at 25 C^o room temparature. During the tests it is observed that size shrinking increased the damage given the other fruits by the stalks.

The other loss determined during the tests is; in the double-row wooden cases when the space is too large between the case sides, the tomatoes are jammed between the lower and upper sharp edges of woods and as a result of this, smashing and slitting are seen on tomatoes. The prototype measuring aparatus is used in order to measure the forces of losses and 8.04 N is measured on the case materials sharp adges.

Key Words: Tomato, axial force, physical-mechanical properties, puncture injury force, skin pull-of force, skin split force

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No:
ÖZET	I
SUMMARY	IV
İÇİNDEKİLER	VII
ŞEKİL DİZİNİ	X
ÇİZELGE DİZİNİ	XII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM	14
3.1.Materyal	14
3.1.1. Denemelerde kullanılan domates çeşitleri	14
3.1.1.1 H 2274 domates çeşidi	14
3.1.1.2. Dora F_1 domates çeşidi	15
3.1.2. Sarsıcı düzenek	15
3.1.2.1. Kasa yerleştirme düzeneği	17
3.1.2.2. Ana çatı	17
3.1.2.3. Hareket iletim düzeneği	18
3.1.2.4. Darbe iletim düzeneği	19
3.1.3. Boxford 190 VMC dikey işleme merkezi	19
3.1.4. Bilgisayar destekli ölçüm seti	21
3.1.4.1. Ölçüm topu	21
3.1.4.2. Buton tipi yük hücreleri	22
3.1.4.3. İndikatör ünitesi	25
3.1.4.4. Bilgisayar	26
3.1.4.5. Veri işleme programı	26
3.1.5. Domates kasaları	28

3.2. Yöntem 30
3.2.1. Bilgisayar destekli ölçüm setinin tasarlanması 30
3.2.1.1. Ölçüm topunun tasarım ve imalatı 31
3.2.1.2. Bilgisayar destekli ölçüm setinin kalibrasyonu 34
3.2.1.2.1. BC 301 ve BC 302 yük hücrelerinin kalibrasyonu 34
3.2.1.3. Bilgisayar destekli ölçüm setinin veri işleme programı 35
3.2.2. Denemelerde kullanılan domateslerin bazı fiziko mekanik Özelliklerinin saptanması 37
3.2.2.1. Kabuk delinme kuvvetinin saptanması 41
3.2.2.2. Domates kabuk kopma kuvvetinin saptanması 43
3.2.2.3. Domates yarılma kuvvetinin saptanması 44
3.2.3. Tek sıra ve çift sıra domates kasalarındaki doğrusal kasa içi kuvvetlerin Ölçülmesi 46
3.2.4. Varyans analizleri 49

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 50
4.1. Bilgisayar destekli ölçüm setinin kalibrasyon değerleri 50
4.1.1. BC 301 ve BC 302 yük hücrelerinin kalibrasyon değerleri 50
4.1.1.1. Değişken yüklenme (hysteresis) değerleri 50
4.1.1.2. Tekrarlı ölçüm değerleri 52
4.2. Domateslerin fiziko-mekanik özellik verileri 53
4.2.1. Kabuk delinme kuvveti 53
4.2.1.2. Domates sapı kullanılarak ölçülen kabuk delinme Kuvveti 53
4.2.1.3. Zımba kullanılarak ölçülen kabuk delinme kuvveti 55
4.2.1.4. Kabuk kopma kuvveti 56
4.2.1.5. Yarılma kuvveti 57
4.3. Domates kasası doğrusal iç kuvvetler 58
4.3.1. Domates kasa malzemesi keskin kenarlarında oluşan kuvvetler 58
4.3.2. Tek sıralı kasa kuvvetleri 58
4.3.3. Çift sıralı kasa kuvvetleri 59

5. SONUÇ ve ÖNERİLER 65

EKLER 68
KAYNAKLAR 73
TEŞEKKÜR 77
ÖZGEÇMİŞ 78

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil No:	Şekil Adı:	Sayfa No:
Şekil 3.1.	Sarsıcı Düzenek	16
Şekil 3.2.	Sarsıcı Düzenek Ana Çatısı ve Kasa Yerleştirme Düzeneği	17
Şekil 3.3.	Hareket İletim Düzeneği	18
Şekil 3.4.	Darbe İletim Düzeneği	19
Şekil 3.5.	Boxford 190 VMC Dikey İşleme Merkezi	20
Şekil 3.6.	Bilgisayar Destekli Ölçüm Sistemi	21
Şekil 3.7.	CNC Tezgahlarda İşlenerek İmal Edilen Ölçüm Topu	22
Şekil 3.8.	BC301 ve BC302 Yük Hücrelerinin Ölçüleri	23
Şekil 3.9.	BC 301 ve BC 302 Buton Tipi Yük Hücreleri 1/1 Ölçekli Görünüşleri	24
Şekil-3.10.	Profo1 İndikatör	25
Şekil 3.11.	Veri Toplama Programı Açılış Ekranı	27
Şekil 3.12.	Veri Toplama Programı Çalışma Akranı	27
Şekil 3.13.	Çift Sıralı Domates Kasası	28
Şekil 3.14.	Tek Sıralı Domates Kasası	29
Şekil 3.15.	Domateslerin Hasat Sonrası Meyve-Sap Çarpışması Sonucu Zedelenme Riski Olan Kritik Noktaları	32
Şekil 3.16.	Ölçüm Topunun Ölçüm Yaptığı Kuvvet Yönleri	33
Şekil 3.17.	Ölçüm Topunun Patlatılmış Demonte Görünüşü	34
Şekil 3.18.	Bilgisayar Destekli Ölçüm Seti Kullanım Programı Akış Şeması	36
Şekil 3.19.	Domateslerde Sap-Meyve Çarpışması Sonucu Oluşan Kabuk Delinme Deformasyonu	38
Şekil 3.20.	Domateslerde Sap-Meyve Çarpışması	38
Şekil 3.21.	Çift Sıra Domates Kasalarındaki İkili Yan Tahtaların Keskin Köşe-Domates Teması.	39
Şekil 3.22.	Çift Sıra Domates Kasalarındaki İkili Yan Tahtaların Keskin Kenar-Domates Teması Sonucu Oluşan Deformasyon	40
Şekil 3.23.	Kasa Tahtalarının Keskin Kenarlarında Oluşan Kuvvetlerin Ölçümü	40

Şekil 3.24.	Domates Kabuk Delinme Kuvvetinin Ölçüldüğü Bölgeler	41
Şekil 3.25.	Domates Sapı Kullanılarak Kabuk Delinme Kuvvetinin Ölçülmesi	42
Şekil 3.26.	Domates Kabuk Delinme Kuvvetinin Zımba Kullanılarak Ölçülmesi	42
Şekil 3.27.	Kabuk Kopma Deneyi İçin Kullanılan Kabuk Şablonu	43
Şekil 3.28.	Kabuk Kopma Deneyi	44
Şekil 3.29.	Kabuk Yarılma Deneyi	45
Şekil 3.30.	Kasa İçi Kuvvetlerin Ölçülmesi	46
Şekil 3.31.	Kasa Sarsıcı Düzeneği ve Çift Sıralı Domates Kasasının Düzenek Üzerindeki Konumu	47
Şekil 3.32.	Sarsıcı Düzeneğin Genliklerinin Belirlenebilmesi İçin Yoldaki Çukurların Derinliğinin Ölçülmesi	47
Şekil 3.33.	Ölçüm Topunun Kasa İçersine Yerleşim Konumları	48
Şekil 3.34.	Kasa Malzemelerinin Keskin Kenarlarında Oluşan Kuvvetlerin Ölçümünde Ölçüm Topunun Konumu	49
Şekil 4.1.	Yük Hücrelerinin Değişken Yüklenme Etkileri	51
Şekil 4.2.	H2274 ve Dora F_1 Domates Çeşitlerinin Meyve Bölgelerine Göre Ortalama Kabuk Delinme Kuvvetleri	53
Şekil 4.3.	Denemelerde Kullanılan Domates Çeşitlerinin Ortalama Sap Ölçüleri (mm)	54
Şekil 4.4.	H2274 ve Dora F_1 Domates Çeşitlerinin Farklı Meyve Bölgelerine Göre Ortalama Kabuk Delinme Kuvvetleri	55
Şekil 4.5.	H2274 ve Dora F_1 Domates Çeşitlerinin Kabuk Kopma Kuvvetleri	56
Şekil 4.6.	H2274 ve Dora F_1 Domates Çeşitlerinin Yarılma Kuvvetleri	57
Şekil 4.7.	H2274 Domates Çeşidinin Kasa İçi Konumlara Göre Ortalama Eksen Kuvvetleri	61
Şekil 4.8.	Dora F_1 Domates Çeşidinin Kasa İçi Konumlara Göre Ortalama Eksen Kuvvetleri	63
Şekil 4.9.	H2274 ve Dora F_1 Domates Çeşitlerinin Kasa İçi Konumlara ve Genliklere Bakılmaksızın Ortalama Eksen Kuvvetleri	64

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge No:	Şekil Adı:	Sayfa No:
Çizelge 3.1.	Denemelerde Kullanılan H2274 Domates Çeşidi Özellikleri	14
Çizelge 3.2.	Denemelerde Kullanılan Dora F_1 Domates Çeşidi Özellikleri	15
Çizelge 3.3.	Sarsıcı Düzeneğin Bazı Teknik Özellikleri	16
Çizelge 3.4.	Boxford 190 VMC Dikey İşleme Merkezine Ait Bazı Teknik Veriler	20
Çizelge 3.5.	BC 301 Buton Tipi Yük Hücresi Teknik Özellikleri	24
Çizelge 3.6.	BC 302 Buton Tipi Yük Hücresi Teknik Özellikleri	24
Çizelge 3.7.	Profo1 İndikatörlerinin Teknik Özellikleri	25
Çizelge 3.8.	Ölçüm Setinde Kullanılan Bilgisayarın Teknik Özellikleri	26
Çizelge 4.1.	Değişken Yüklenme Değerleri, N	50
Çizelge 4.2.	Tekrarlı Yüklenme Değerleri	52
Çizelge 4.3.	Domates Sapı Kullanılarak Ölçülen Kabuk Delinme Kuvveti Değerleri	53
Çizelge 4.4.	Domateslerin Farklı Bölgelerindeki Kabuk Delinme Kuvveti Değerleri	55
Çizelge 4.5.	H 2274 ve Dora F_1 Domates Çeşitlerinin Kabuk Kopma Kuvvetleri	56
Çizelge 4.6.	H 2274 ve Dora F_1 Domates Çeşitlerinin Yarılma Kuvvetleri	57
Çizelge 4.7.	Kasa Malzemesi Keskin Kenarlarında Oluşan Kuvvetler	58
Çizelge 4.8.	Tek Sıralı Kasa Eksenel Kuvvet Verileri	59
Çizelge 4.9.	H 2274 Domates Çeşidinin Genlik ve Konuma Bağlı Eksenel Kuvvet Verileri	60
Çizelge 4.10.	Dora F_1 Domates Çeşidinin Genlik ve Konuma Bağlı Eksenel Kuvvet Verileri	62
Çizelge 4.11.	H2274 ve Dora F_1 Domates Çeşitlerinin Kasa İçi Konumlara ve Genliklere Bakılmaksızın Ortalama Eksen Kuvvetleri	64

1. GİRİŞ

Tarım sektörü, toplam nüfusun % 35'ini, ulusal gelirimizin yaklaşık % 15'ini ve istihdamın ise % 45'ini oluşturmaktadır. Sektör, ülke nüfusunun zorunlu gıda maddeleri ihtiyacını karşılaması, sanayi sektörüne hammadde sağlaması, sanayi ürünlerine talep yaratması, ulusal gelir ve ihracata katkıları ile büyük öneme sahiptir (Anonymous, 2004).

Türkiye görünürde önemli bir meyve sebze üreticisidir. Ancak, yeterli altyapı ve organizasyon olmayışı %25'lere varan bir üretim kaybına yol açmakta, üretimin ise sadece %7-8'i ihracata dönüştürülebilmektedir. Uluslararası standartlara ve tüketici tercihlerine uygun üretim yapılamaması nedeniyle, yurt dışı pazarlarda diğer ihracatçı ülkelerle rekabette zorlanmaktadır. Başta İspanya ve Güney Amerika ülkeleri olmak üzere, esas satıcı ülkelerden ürün gelmediğinde Türk ürünleri talep edilmektedir. İklim koşullarının değişmesi nedeniyle teknoloji desteğine, soğuk hava deposu, paketleme tesisi gibi yatırımlarda altyapı desteğine ihtiyaç duyulmaktadır (Şeniz vd. 2005).

Ülkemizde sebze ve meyvelerin hasadından sonra, özellikle taşınmaları ve depolanmaları esnasında kullanılan ambalajlama yöntemlerinden kaynaklanan pek çok fiziki deformasyonlar oluşmaktadır. Bu deformasyonlar oldukça büyük oranlarda ürün kayıplarına sebebiyet vermekte yada ürünün ticari değerini düşürmektedir. Belirtilen kayıpların tespiti ve ambalajlama yöntemleri ile ilişkisinin saptanması büyük bir ekonomik kazanım ortaya çıkaracaktır. Avrupa Birliği'ne girmeye hazırlandığımız şu günlerde üretimimizin ve ürünlerimizin gerek kalite gerek verimlilik olarak yurt dışı standartlarında olması, ülkemiz, ihracatımız ve geleceğimiz açısından göz ardı edilemez gerçeklerdir. Ürünlerin kalite standardının taşınma esnasında korunabilmesi için, ambalajların da AB beklentilerini karşılaması gerekmektedir. Daldaki kaliteden çok sofradaki kalitenin önemli olduğu unutulmamalıdır. Dolayısı ile soğutma depoları, ürün işleme ve saklama kuruluşlarının geliştirilmesi ve ürünün muhafazasının, ambalajlanmasının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Yetiştirdiğimiz ürünlerin dış ülkelere açılabilmesi, ancak onların belirlediği standartlara ulaşabildiğimizde gerçekleşecektir. Bu sebeple yüksek kalitede ürettiğimiz ürünlerin uzun süre bu kalitelerinin korunması, yurt dışında talep olduğunda pazarlanması, hem ülkemiz hem de üreticimiz açısından önemlidir. Bu koşul, kalite kayıplarının minimuma indirilmesi

ve ürüne uygun ambalajlama tekniklerinin kullanılarak, ürünlerimizin paketlenmesi, ihracatımızın olumlu yönde gelişmesinde önemli faktörlerden biridir.

Bahçe Bitkileri yetiştiriciliğinde dünyada önemli bir yere sahip olan ülkemiz; bir çok bitki türü açısından gen merkezi konumunda bulunması nedeniyle sahip olduğu tür ve çeşit zenginliğinin yanı sıra yüksek yetiştiricilik potansiyeli, üretim değerleri ve ürün kapasitesi ile gerçek bir bağ bahçe cennetidir. Bu zenginliğin üretime yansıması sonucu her geçen yıl yetiştiriciliği yapılan ürün sayısında, sebze ekim alanlarında, üretim miktarında ve verimlilikte 1960'lı yıllardan 2000'li yıllara kadar sürekli artan bir ivmeyle yükseliş görülmektedir. Ülkemiz sebze tarımında son 20 yılda, ekim alanlarında %35, üretim miktarında %88 ve verimde ise %39'luk artış kaydedilmiştir. Üretim alanlarının belli bir sabite ulaşmadan halen artmaya devam etmesi Türkiye'de sebze yetiştiriciliğinin üreticiler tarafından kazançlı bir tarım kolu olarak tercih edildiğini göstermektedir. Verimliliğin artmaya devam etmesi ise sebze üreticilerinin tarımsal gelişmeleri takip etmeye çalıştığını veya sebze üretiminde ülkemizde sebze sektöründe şartların iyileşme yolunda olduğunu göstermektedir (Şeniz vd. 2005).

Bölgemiz olan Marmara'nın sebze üretimindeki durumu ise, Trakya bölümü ile Anadolu bölümü arasında önemli iklim farkları vardır. Buna rağmen bölgenin her iki bölümü de sebze üretimine elverişlidir. Tarım alanları, modern tarım teknikleri ile etkin olarak kullanılmakta; özellikle ovalık kesimlerde sulamaya ihtiyaç hissedilmeden ilk ürün hasadından sonra yıl içersinde ikinci ürün tarımı da yapılabilmektedir. Bununla beraber tarımsal faaliyetler; arazilerin çeşitli sebeplerle parçalanarak küçülmesi, hastalık ve zararlıların çoğalması, iklim değişiklikleri, çevre ve hava kirliliği gibi olumsuz faktörlerin de etkisiyle giderek zorlaşmaktadır. Bölgede ağırlıklı olarak domates, biber, patlıcan, fasulye, kabak, hıyar, kavun, karpuz, ıspanak ve lahana yetiştirilmektedir (Şeniz vd. 2005).

Bu araştırmada Tarım ve Köyişleri Bakanlığının Marmara bölgesi için önerdiği iki farklı domates çeşidi olan H 2274 ve Dora F_1 domates çeşitleri kullanılmıştır. Araştırmanın konusunu oluşturan domates, tek yıllık bir bitkidir. Ülkemizde yaklaşık 1900 yıllarında Adana'da yetiştirilmeye başlanmıştır. Anavatanı Peru olan domatese Aztekler 'tomotl' adını vermişlerdi. 16. yüzyılda Avrupa'yla tanışan sebzenin adı 'tomato' olarak değiştirilmiştir. Ucuz ve bol vitamin kaynağı olan domates besleyici ve lezzetli özelliğinden dolayı dünyanın birçok ülkesinde en çok üretilen sebzelerdendir.

Turfanda olarak yetiştirilebilmesi nedeni ile her mevsimde tüketilebilmektedir. İçinde A, B1, B2, C, K vitaminleri, niacin, protein, yağ, karbonhidrat, potasyum, kalsiyum ve demir bulunur. Taze olarak yenildiği gibi salça, domates suyu, konserve turşu, reçel, ketçap, şeklinde de tüketilmektedir.

Domates ılık ve sıcak iklim meyvesidir. Soğuklardan çok zarar görür. Sıcaklık -2,-3 ° C düştüğünde bitki tamamen ölebilir. Gereğinden fazla sıcaklık ve nem ise bitkide hastalıkların meydana çıkmasına, sıcak ve kuru rüzgarlarda, fazla miktarda çiçek dökülmesine sebep olur.

Domateslerde normal bir gelişmenin meydana gelebilmesi için, sıcaklığın en az 16-19 °C'lerde olması denemelerden anlaşılmıştır. Sıcaklık 13 °C'nin altına düştüğünde olgunlaşmanın geciktiği ve mahsul miktarının çok azaldığı görülmüştür. Domates çiçek tozları 10 ve daha yukarı derecelerde, en iyi olarak 27 °C civarında istenilen şekilde çimlenerek döllenme yapabilmektedir. Yüksek sıcaklıklarda bitki döllenme yeteneğini ve gelişmesini kaybetmektedir.

Domates sabahları veya akşam üzeri toplanır. Hasat; çeşidin erkenciliği, yetiştirme, bakım şartları ve gönderilecek pazarın uzaklığı gibi çeşitli faktörler göz önünde tutularak yapılmalıdır.

Mahallinde değerlendirilecek veya yakın pazarlara gönderilecek domatesler büyük bir çoğunlukla ya tam olum devresinde veya buna çok yakın bir devrede toplanır.

Buna karşılık uzak pazarlara gönderilecek domatesler yolda geçecek süre ve olgun domateslerin ambalaj kapları içerisinde, sarsıntı veya tazyik neticesinde çatlamaları ve ezilmeleri düşünülerek, kırmızı, pembe olumda toplanır.

Bir dekar domates üretimi için 206.78 sa/da insan işgücü, 2.22 sa/da makine işgücü gerekmektedir.

Açıkta domates üretiminden 3600-4000 kg/da ürün alınmaktadır (Anonymous 2005a).

Türkiye'de yaklaşık 25 milyon ton sebze üretilmektedir (Anonymous, 2004). Tuncer vd. (1998), çalışmalarında, ülkemizde üretilen 20 milyon ton sebzenin %25'inin daha tüketiciye ulaşmadan zarar görmekte olduğunu bildirilmektedir. Ülkemiz ekonomisinde önemli bir yeri olan domates tarımında da ürün hasadından sonra özellikle toplanma, ambalajlanma ve taşınma esnasında büyük ürün kayıpları oluşmaktadır. Oluşan bu kayıpların büyük bir oranı, kullanılan ambalajlama

yöntemlerinin yeterli özelliklerde olmayışı nedeniyle, ürünün nakliyesi esnasında oluşan mekanik kuvvetlerden kaynaklanmaktadır.

Mekanik zedelenmeler, materyalin hasadında, harmanlanmasında ve el ile yapılan muameleler gibi bir seri, işlem sırasında oluşmaktadır. Zedelenme tohumluk ve danelerde çimlenme ve büyüme gücünü olumsuz yönde etkilemektedir. Diğer yandan, özellikle meyvelerde zedelenen bölgelere mantarların bulaşarak zarar vermesi sonucu ürün kalitesi ile ürün değeri düşmekte ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır(Sıtkei,1986).

Zedelenme duyarlılığı ile ilgili yapılan çalışmalarda duyarlılığı etkileyen pek çok faktör saptanmıştır. Ancak literatür bilgileri çelişkili sonuçlar içermektedir. Diener vd (1979), çalışmalarında, elmaların hasat edilme zamanında olgunluk arttıkça daha zor zedelendiğini belirtirken, Klein(1987), bunun tam tersini bulmuştur. Klein aynı çalışmasında, depolama süresi açısından incelendiğinde hasadı takip eden uzun depolama sürelerinin ardından zedelenmede azalma olduğunu belirtmiştir. Fakat Holt ve Schoorl (1977), depolama süresindeki artışla zedelenme duyarlılığının arttığını ortaya koymuştur.

Mekanik kuvvetlerin etkisiyle oluşan kayıpların miktarlarının tespiti ve önlenmesine katkıda bulunmak amacı ile yapılan bu araştırmada geliştirilen prototip çok amaçlı ölçüm seti ile meyvelerin bazı fiziko-mekanik özelliklerinin saptanması ve ambalajlama yöntemlerinin, taşıma koşullarının, ürün üzerinde oluşturduğu fiziko-mekanik etkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

Araştırmada belirtilen iki domates çeşidinin, kabuk delinme, kabuk kopma ve yarılma olmak üzere üç fiziko-mekanik özelliği saptanmıştır. Denemelerde, domatesin hasadı sonrasında üzerinde kalan sapların, hasat sonrası taşıma, depolama vb. işlemlerde, kabuk delinmelerine neden olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle domateslerin kabuk delinme kuvvetleri ölçülürken kullanılan zımbanın yanı sıra domates sapları kullanılarak da kabuk delinme testleri yapılmıştır.

Geliştirilen ölçüm seti, domatesin hasat sonrası, pazara ulaşıncaya kadar geçen süreçte, taşındığı ambalaj içersinde karşılaştığı, fiziko-mekanik kuvvetleri ölçmek için de, laboratuar ortamında kullanılmıştır. Prototip ölçüm setinin ölçüm topu, Köseilyas köy yolundaki çukurların, derinlik ölçüsüne göre saptanan, üç farklı genlikte salınım üreten, bir sarsıcı düzenek üzerindeki, domates taşımacılığında yaygın olarak kullanılan,

tek sıralı ve çift sıralı domates kasalarının içersine koyulmuştur. Daha sonra oluşturulan üç genlik (20 mm, 40 mm, 60 mm) için oluşan doğrusal (X, Y, Z) kuvvetleri ölçülmüştür. Böylece, meyve ve zedelenme ilişkilerinin belirlenmesi yolu ile ambalajlama yöntemlerinin, ürün üzerine etkilerini saptayan, bir prototip ölçüm seti geliştirilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Desmet vd. (2004), 'Domateste Sapların Zımba Etkisiyle Oluşan Zararlara Domates Sapının ve Meyve Özelliğinin Nispi Etkisi' adlı çalışmada domates sap özelliklerinin domates çeşitleri üzerindeki zımba zararına etkileri incelenmiştir. Çalışmada 4 domates çeşidi kullanılmıştır (Tradiro, S&G 49-333, S&G 40-292, BS 64-92). Meyve ve sap özellikleri üniversal bir test cihazı ile ölçülmüştür. Sapların özellikleri bir kumpas ve açı ölçer ile saptanmıştır. Sapların zımba etkisi ile oluşan zararlar bir salınım testi ile ölçülüp konum-regrasyon analizi uygulanmıştır. Çalışmada zımba olarak 3.7 ± 4 mm çapında silindirik bir zımba 100 mm/d'lık hız ile domates gövdesine batırılmıştır. Yapılan testlerde Tradiro için kabuk delinme kuvveti Ff= 5.74 N, S&G 49-333 için kabuk delinme kuvveti Ff= 7.28 N, S&G 40-292 için kabuk delinme kuvveti Ff= 4.1 N, ve yine BS 64-92 için kabuk delinme kuvveti Ff= 4.1 N olarak ölçülmüştür.

Desmet vd. (2004), 'Domates Sapının Çarpması Sonucu Oluşan Domates Hasarlarının Tahmini İçin Ölçüm Küresi' adlı çalışmalarında, domatesin taşınma ve işlenme operasyonları esnasında darbe adı verilen pek çok kısa süreli mekanik kuvvetlere maruz kaldığı ve bu kuvvetlerin ürün kalitesinde ve miktarında kayıplara neden olduğunu belirtmiştir. Bir Pms 60 ölçüm küresi kullanılarak Belçika domatesi taşıma bantlarının değişik noktalarında meydana gelen darbe sayıları ve yoğunlukları incelenmiştir. Sınıflandırma esnasında pek çok darbe oluştuğu belirlenmiştir. Sarkaç ölçüm tekniği ve uygun statik teknikler vasıtası ile iki domates türü 'Tradiro' (kabuk yırtılma deformasyonuna daha az duyarlı) ve 'Style' (kabuk yırtılma deformasyonuna karşı çok hassas) için çarpma yoğunluklarının kabuk yırtılma deformasyonu üzerine etkileri incelenmiştir. Domates ve domates sapı arasındaki çarpışma oranı kaydedilen darbeler içersinde çok küçük bir orana sahiptir. Meyve ve sap çarpışma olasılığı iki ürün için de hesaplanmıştır. İki ürün için de kabuk yırtılma deformasyonunun önceden tahmini için sınıflandırma bantlarında elektronik ölçüm küresi tarafından kayıt edilen veriler kullanılmıştır. Tahminlerin geçerliği için 300 adet 'Tradio' ve 'Style' domatesi sınıflandırmadan sonra incelenmiştir. Tahminlerin sonuçlarla çok iyi örtüştüğü belirtilmiştir.

Van vd. (2003), 'Bir Sarkaç Cihazı Kullanılarak Biyolojik Malzemelerin Çarpma Esnasındaki Dinamik Davranışlarının Saptanması' adlı çalışmalarında kullanılan biyolojik model üzerine çarptırılan bir impactorun çarpma kuvveti, yer değiştirmesi ve yer değiştirme oranını ölçen bir sarkaç cihazı geliştirilmiştir. Yer değiştirme, bir hız ölçerin çift integrasyonu ile klasik yöntemle ölçülmüş, daha farklı bir yolla yer değiştirmenin saptanabilmesi için daha hassas artımsal optik encoder kullanılmıştır. Kürelerin çarpıştırıldığı Kuwabara-Kono temas kuvvet modelinin parametreleri, bir optimizasyon modeli kullanılarak ve deneysel olarak ölçülen yer değişimi, yer değişimi oranı ve temas kuvveti hesaba katılarak tahmin edilmiştir. Metodun doğruluğu plastik bir top kullanılarak kanıtlanmıştır. Kuwabara-Kono modelinin temas kuvvet parametreleri elma, domates ve patates gibi biyolojik malzemeler için parametre tahminlerindeki değişkenlik oldukça yüksektir. Bu geometrik farklılıklar (eğriliğin yarıçapı) ve mekanik doku özelliklerindeki biyolojik çeşitlilikle açıklanabilir.

Shmulevich vd. (2003), 'Elmaların Sertliklerini Ölçebilmek İçin Deformasyonsuz Dinamik Test' adlı çalışmalarında daha önce kullanılan deformasyonlu sıkıştırma testi ve penetrasyon testi ile üründe deformasyon oluşturmayan iki dinamik test metodu, düşük kütleli darbe ve akustik reaksiyon testleri denenerek karşılaştırılmıştır. Çalışmanın amacı sertlik ölçümü için deformasyonsuz darbe testlerinin performanslarını analiz etmek ve düşük-kütle darbe testi ile sınıflandırma yerine akustik testin kullanılıp kullanılamayacağını elma için saptamaktır. Denemelerde darbe testi için bir çarpma çekici ve Sinclair International (SIG-FT) tarafından üretilen düşük-kütle darbe sertlik ölçme sensörü ve akustik testi için de bir piezoelectric-film transduseri kullanılmıştır. Kullanılan örnek meyvelere uygulanan darbe sinyaller ile yeni bir Sinclair iç kalite indeksi IQ ve iki geleneksel çarpma parametresi C_1 ve C_2 hesaplanmış ve bir sertlik indeksi F1 de örnek meyvelerin akustik sinyallerinden hesaplanmıştır. Deformasyonsuz testlerin ardından paralel-plate sıkıştırma testi ve Magness-Taylor penetration testleri uygulanmıştır. Denemelerde üç elma türü 'Golden Delicious', 'Starking Delicious' ve 'Granny Smith' darbe ve akustik metotlarla testedilmiştir. Denemeler sonucunda yeni SIQ-FT test cihazının ve IQ parametresinin, düşük -kütle darbe testlerinde karşılaşılan önceki yapılmış çalışmalarda belirtilen bazı küçük temel zorlukların aşılması için yeni bir teknoloji sunduğu belirlenmiştir. Ayrıca denemeler sonucunda akustik metodun bazı elma türleri için

darbe testinin sınıflandırma kapasitesini artırmak amacıyla da kullanılabileceği gözlenmiştir.

Yurtlu ve Erdoğan (2003), 'Armut ve Elma Çeşitlerinde Depolama Süresinin Bazı Mekanik Özelliklere ve Zedelenme Duyarlılığına Etkisinin İncelenmesi' adlı çalışmalarında, deneme materyali olan Williams ve Ankara armut çeşitleri ile Starkspur Golden Delicious ve Starking elma çeşitlerine, hasat edilen günde ve 0 ^{o}C sıcaklıkta depolanarak l ay aralıklarla, Williams çeşidi için 3, diğer çeşitler için 4. ay sonuna kadar sıkıştırma ve çarpma testleri uygulamışlardır. Çarpma testleri, bir sarkaç ile ürünlerin üç farklı düşme yüksekliğinden metal yüzeye doğru serbest bırakılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Çeşitler karşılaştırıldığında, sıkıştırma zedelenmesi duyarlılığı, armut için Williams, elma için Starking çeşidinde yüksek olup tüm çeşitlerde depo süresiyle artma eğilimi göstermiştir. Çarpma zedelenmesi duyarlılığı ise Ankara ve Starking çeşitlerinde yüksek olup depo süresiyle Ankara çeşidinde artmış, diğerlerinde azalmıştır.

Garc vd. (2003), 'Mekanik Araçlar Kullanılarak Paketleme Bantındaki Elmaların Mekanik Deformasyonlarının Azaltılması' adlı çalışmalarında, taze meyve ve sebzelerin ticari paketleme bantlarında mekanik olarak taşınmaları esnasında çeşitli darbelere maruz kaldıklarını belirtmişlerdir. Darbeler bant boyunca ardışık bant üniteleri arasındaki transfer noktalarından geçerken görülmektedir. Meyvelerdeki mekanik zararları azaltmak için bu transfer noktalarında mekanik araçların kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Başlangıçtaki zedelenme, zedelenme direnci veya ürün dokusu için maksimum deformasyon geçildiği zamanki durumu kapsamaktadır. Başlangıç deformasyonu ve onun büyüklüğü çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu faktörler transfer noktasının yüksekliği, çalışma hızı, yüzeylerin sertliği, yüzeylerin eğimi ve meyvenin karakteristik özellikleridir. Mekanik araçların (yumuşak taşıma makaraları, güçlendirilmiş fırçalar ve takviye malzemeleri) mekanik deformasyonu düşürme etkinliğini saptamak için Golden elmaları paketleme bandı düzeneğinde IS 100 ölçüm küresi kullanılarak üç standart transfer noktası üzerinde (taşıma bantı-taşıma makaraları, taşıyıcı makaralar ve taşıma bantı-taşıma bantı) çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Sonuçları doğruluğu için Golden elmalarının taşınma esnasındaki görülen dış çürümeler ölçülmüştür. Denemeler Golden elmalarındaki mekanik deformasyonları azaltmak için mekanik araçlar kullanmanın oldukça kullanışlı

olduğunu göstermiştir; fakat optimum sonuçlar için doğru bir ayarlama yapılması gerekmektedir. Bu ayarlamanın da IS 100 ölçüm küresi ile yapılabileceği belirtilmiştir.

Azodanlou vd. (2003), çalışmalarında yetiştirilen domates ve kayısıların kalitelerini duyusal analizler, tüketici testleri ve enstrümantal analizler ile değerlendirmişlerdir. Örneklerin lezzetlerine göre sınıflandırılması, enstrümantal analizlerin verileri ile tüketici değerlendirmeleri arasında önemli bir korelasyon olduğunu göstermiştir. Araçlı analizlerde tekstür (sertlik), toplam uçucu madde miktarı (volatil), toplam şeker miktarı (brix) üzerine odaklanılmıştır. Kayısılarda toplam uçucu madde analizleri için PDMS (polidimetil siloxen) lifi domateslerde ise CAR/PDMS (karboxen/PDMS) testleri uygulanmıştır. Kayısı ve domateslerden elde edilen sonuçlar çilek kalitelerinin değerlendirilmesi için geliştirilen kalite belirleme modelinin uygulanabilirliğini doğrulamıştır.

Vursavuş ve Özgüven (2001), 'Elmaların Hasat Sonrası Zedelenmelerine İlişkin Çarpma Parametrelerinin ve Zedelenme Hacmi Belirleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması' adlı çalışmalarında, zedelenme büyüklüğünün; meyvenin düşme mesafesine, çarpma enerjisine, çarpma yüzeyinin tipine ve meyve olgunluğuna bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca çeşitler arasındaki farklılık ve depolama süresi gibi faktörlerin mekanik özellikler üzerindeki etkisi de meyvelerin çarpma zedelenme hassasiyetleri üzerinde etkili olmaktadır. Çalışmalarında, 4 elma zedelenme hacmi tahmin yöntemi görüntü işleme tekniği kullanılarak ölçülen gerçek hacim değerleri ile karşılaştırılmıştır. Tahmin yöntemleri, küçük zedelenme boyutlarında geniş hata tahminleri ile birbirinden farklı bulunmuştur. Tüm zedelenme hacmi tahmin yöntemleri gerçek zedelenme hacmi tahmininde hatalar içermiştir. Model 1'in hem tüm çarpma enerjisi hem de düşük çarpma enerjisi seviyelerinde en iyi tahmini yaptığı belirlenmiştir. Ayrıca çarpma parametreleri sonuçlanna göre, çarpma enerjisi ile karşılaştırıldığında absorbe edilen enerjinin 0.8025'lik R^2, 0.49'luk SEE ve 2.41'lik RSS değeri ile zedelenme hacmini en iyi tahmin ettiği belirlenmiştir.

Baryeh (2000), 'Avakadonun Dayanım Özellikleri' adlı çalışmasında; 'collision' avakadosunun dayanım, sertlik ölçümleri üzerinde durmuştur. Diğer meyveler gibi avakadonun da hasat sonrasında çeşitli deformasyonlara maruz kaldığını bildirmiştir. Bu deformasyonlar avakado kalite kayıplarının başlıca sebepleridir. Bu kayıpları azaltmak için meyvenin dayanım özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu

özelliklerin bilinmesi hasat, taşıma, depolama ve işleme sırasında avakadonun genel özelliklerini kontrol altında tutmak için uygun ekipman planlamasına yardım etmektedir. Meyvelerin hasat sırasında daha sert olduğu ve bu özelliklerin hasattan sonraki ilk 7 gün içinde genel olarak çok yavaş değiştiği ve sonraki günlerde değişimin hızlı olduğu tespit edilmiştir. Hasatta meyveler tahta kasalarda yaklaşık 35 kat hasar görmeden paketlenebileceği, hasattan 15 gün sonra ise tahta kutulara sadece 2 kat koyulabileceği görülmüştür. Hasat sırasında elastikiyet derecesi %87, hasattan 15 gün sonra ise %40 olmuştur. Hasat sırasında 500 mm yükseklikten düşmede meyvelerin %25'i, hasattan 15 gün sonra ise aynı yükseklikten meyvelerin düşürülmesinde %90, deformasyon oluşmuştur. 250 mm yükseklikten düşürmede ezilme ve çatlama deformasyonu hasattan 7 gün sonraki deformasyondan daha fazla olmuştur. Hasattan 15 gün sonra meyveler taze hasat edilenler kadar hızlı ikiye kesilebilmiştir. Hasat sırasında 36 N ağırlık 5mm penatrasyon oluşturmuştur. 10 N'luk bir yük, hasatta 1 mm, hasattan 15 gün sonra ise 5-3 mm penetrasyon oluşturmuştur.

Schotte vd. (1999), 'Domateslerin Akustik Etki – Tepki Tekniği İle Sertliklerinin Değerlendirilmesi' adlı çalışmalarında, domatesin sertliğini akustik etki-tepki tekniği kullanarak değerlendirmişlerdir. Bu teknik deforme olmamış meyve kütlesi ve birinci rezonans frekansına bağlı olarak S sertlik faktörünü sağlamıştır. Domatesin subjektif sertlik ölçümleri ve akustik etki-tepki tekniği ile yapılan objektif sertlik ölçümleri arasında logaritmik bir ilişki bulunmuş ve bu sayede sert domateslerden yumuşak domateslerin ayrıdedilmesi daha kolay olmuştur.

Stone vd. (1998), 'Değişik Konumlu Darbe Testi İle Şeftali Dayanıklılık Tahmini' adlı çalışmalarında, 'Loring' ve 'Cresthaven' şeftalilerinin yüzeylerinde darbeye ve akustik darbeye karşı verdikleri tepkiler 4 konumda ölçülmüşlerdir. Akustik darbeye karşılık gelen sinyal 150-200 Hz arasındaki cevap sinyalinin enerji içeriği belirlenerek yorumlanmıştır. 0 ve 500 Hz arasındaki toplam enerji içeriği ile karşılaştırılan frekans arasındaki (150-200 Hz) enerji oranı olduğu belirleyici olarak kullanılmış ve BM150-200 olarak adlandırılmıştır. Efektif olgunluğun uzaysal (3 Boyutlu) değişimi 'Loring' için oldukça küçük bulunmuş fakat 'Cresthaven' için kayda değer olmuştur. Her iki çeşit için de BM150-200 parametrelerinin uzaysal değişimi bazı konumlar için önemli derecede farklı bulunmuştur.

Molto vd. (1998), meyve sertlik ölçümü için bir referans oluşturabilmek için elma, armut ve şeftali üzerinde denemeler yapmıştır. Meyveler verilen bir yükseklikten bir yük hücresi üzerine düşürülmüştür. Pmax, Tp, Tc ,C1, C2 ve bazı ilave çarpma karakteristikleri; sıkıştırılma ve penatrasyon test yöntemleri, şeker içeriği ve uzman sınıflandırma yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Çarpma parametreleri (C1, C2) ve deformasyonlu testler arasında düşük bir ilişki bulunmuştur.

Chen ve Tjan (1998), düşük kütleli darbe testi için sallanan bir kollu sensör sistemine dayanan yeni bir mekanik sistem araştırmışlardır. Sistemin kauçuk toplarının, kivi ve şeftali için iyi bir performans sergilediğini bildirmişlerdir. İlk testler sensörün 5 meyve/s hızında meyve sertliğini ölçebildiğini göstermiştir.

Aydın ve Öğüt (1992), çalışmalarında, Konya ekolojik şartlarında yetiştirilmiş olan Golden ve Starking elma çeşitlerinin dışarıdan uygulanan mekanik kuvvetlere karşı gösterdiği tepkiler, biyolojik malzeme test cihazı ile çizilen kuvvet (F) deformasyon (ΔL) eğrilerinden faydalanarak belirlenmiştir. Zedelenmenin belirlenmesinde kriter olan bu tepkiler, deformasyon hacmi DH. (ml) şekil değiştirme enerjisi W (Joule) olarak belirlenmiş, bu kriterlerin kendi aralarındaki lineer ilişkileri belirlenerek yükleme bölgesine ve çeşide göre DH = a+bw denklemleri hesaplanmıştır. İstatistik analizinin sonucuna göre. bu değerlerin çeşide ve bölgelere göre değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Aydın ve Çarman (1998), 'Elmalar Arasında Çarpışma Enerjisine Bağlı Olarak Zedelenmenin Saptanması' adlı çalışmada, iki farklı (Golden ve Starking) elma çeşidinde sarkaç kol yardımıyla elmanın elmaya çarptırılmasında farklı çarpma enerjilerine bağlı olarak çarpışma katsayıları ve zedelenme hacimleri belirlenmiştir. Çarpışma katsayısı 0.35-0.52, zedelenme hacmi ise 0.48-5.16cm^3 arasında değişmiştir. Çarpma enerjisinin artışı, çarpışma katsayısının azalmasına ve zedelenme hacminin ise artmasına neden olmuştur. Starking elma çeşidinin zedelenmeye karşı daha duyarlı olduğu saptanmıştır.

Aydın ve Çarman (1997), tarafından yapılan 'Şeftalide Çarpma Enerjisine Bağlı Olarak Zedelenmenin Belirlenmesi' adlı çalışmalarında, şeftalinin farklı çarpma yüzeylerinde üç farklı çarpma enerjisine bağlı olarak zedelenme hacimleri belirlenmiştir. Zedelenme hacimleri 115-4581 mm arasında değişmiştir. Ayrıca, statik deneyde biyolojik akma noktasındaki zedelenme enerjisi ve hacim sırasıyla

hesaplanmıştır. Farklı çarpma yüzeyleri için zedelenme enerjileri 0.19-1.93 Nmm/mm^3 arasında değişmiştir. Birim zedelenme hacmi için en büyük enerji gereksinimi toprak yüzeyde elde edilmiştir. Regresyon analizleri zedelenme hacmi ile çarpma enerjisi arasındaki ilişkinin önemli olduğunu ortaya koymuştur (r = 0.78-0.99).

Zhang (1994), meyve ve sebzelerde çürüme ve yırtılma deformasyonları sonucu ağırlık kayıpları olduğunu belirlemiş ve bu kayıpları değerlendirmek için elma üzerinde yaptığı çalışmalarda, elmanın % 2 oranında ağırlık azalması gösterdiğini belirlemiştir.

Abbott ve Massie (1993), deformasyona yol açan dinamik kuvvetleri saptamak için elektro dinamik bir vibratörün ucuna bir kuvvet ölçer ve hız ölçer bağlamışlardır. Sonuç Magness-Taylor yöntemi ile örtüşmemiştir.

Studman ve Banks (1989), ahşap bir yüzey üzerinde 0.62 J'lük çarpma enerjisiyle düşürülen elmada, zedelenme hacmi 4.3 ml, çapının 27.8 mm ve derinliğinin ise 10.4 mm olduğunu saptamışlardır. Depolama süresi ve geç hasat zedelenmenin artmasına neden olmuştur.

Sıtkei (1986), tarafından şeftalide yapılan statik yük deneylerinde, 15 N'luk statik yüke kadar hasarın meydana gelmediği, 50 N'luk yükte ise hasarın %20'ye ulaştığı belirlenmiştir.

Delwiche vd. (1987), sabit bir meyvenin üzerine küresel bir kütleyi 1 cm yükseklikten düşürüp bu esnadaki ivmesini ölçmüşlerdir. Maksimum ivme değeri Magness-Taylor sertlik testi ile şeftali ve armut için ilişkilendirilmiş fakat elma için bir ilişki kurulamamıştır.

Chesson ve Moore (1985), Meyve sertliğini, mekanik, elektrik ve elektronik devrelerden oluşan, Biyolojik Malzeme Test Cihazı [Vibro-Meters SA GM., Fribourg Switzerland, frekans aralığı: 0-2200 Hz, hassasiyet : % 0.05, çalışma sıcaklığı: -10-(+50) ^oC] geliştirmiştir. Otomatik meyve basınç kayıt test cihazı ile 10 elma üzerinde çalışma yapmışlardır.

De Baerdemeaker vd. (1982), elmaları düz bir kuvvet transducein üzerine düşürerek elmaları darbe kuvvetlerini ve sertliklerini ölçmüştür.

Rohrbach vd. (1982), Çileklerin sertliğini tespit etmek için meyveleri rijit bir yüzeye düşürüp düşme tepkilerine göre değerlendirmeler yapmıştır. Bir paralel pleyt ile sıkıştırma testi ile meyvelerde oluşan şekil değişimi değerlerine göre sertlik

tahminlerinde bulunmuş ve sekil karakteristiklerini bir sertlik ölçüm yöntemi olarak uygulamıştır.

Holt ve Schoorl (1977), elmada çarpma ve sıkıştırma deneylerinde zedelenme hacmi ile enerji obsopsiyonu arasında önemli bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca, meyve yüzeyinde oluşan zedelenmiş bölgelerde zedelenme şeklinin yaklaşık olarak temas düzleminin altında ve ya üstünde küresel olduğu belirlenmiştir.

Magness ve Taylor (1925), günümüzde elma endüstrisinde kullanılan kalite ölçü sistemi olan yarı-statik deformasyonlu Magness-Taylor Penotremetre sertlik testini geliştirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1.Materyal

Materyal olarak H 2274 ve Dora F_1 domates çeşitleri, sarsıcı düzenek, Boxford CNC işleme merkezi, bilgisayar destekli ölçüm seti üniteleri ve tek, çift sıralı domates kasaları açıklanmıştır.

3.1.1. Denemelerde Kullanılan Domates Çeşitleri

Araştırmada materyal olarak; açıkta tarla yetiştiriciliğine uygun, oturak(yer) standart domates çeşidi H 2274 ve orta erkenci, hibrit oturak domates çeşidi olan Dora F_1 kullanılmıştır. Bu iki çeşit Tarım ve Köyişleri Bakanlığının Marmara bölgesi için önerdiği ve Trakya bölgesinde ağırlıklı olarak yetiştirilen domates çeşitleri olduğu için tercih edilmiştir.

3.1.1.1 H 2274 Domates Çeşidi

Açık tarla yetiştiriciliğine uygun, oturak standart domates çeşididir. Bitkisi kapalı, çok kuvvetli dallanma gösterir. Meyve şekli yuvarlak, hasat olgunluğunda rengi koyu kırmızıdır. Meyveleri etli ve kalın kabuklu olduğundan nakliyeye dayanıklıdır. Sofralık kullanıma uygundur. Suda çözünebilir kuru madde içeriği ise % 5,1'dir (Anonymous 2005, b).

Araştırmada kullanılan H 2274 domates çeşidinin ölçülen fiziklsel özellikleri Çizelge 3.1'de sunulmuştur. Ölçüler çift sıralı domates kasası içersinden, tesadüfi seçilmiş 20 adet domates üzerinden alınmıştır (Desmet vd. 2004 a). Daha sonra elde edilen ölçüm sonuçlarına Minitab 14 istatistiksel analiz programı ile varyans analizleri uygulanarak varyasyon katsayıları ve standart sapmalar hesaplanmıştır.

Çizelge 3.1. Denemelerde Kullanılan H2274 Domates Çeşidi Özellikleri

Denemelerde kullanılan H 2274 domates çeşidinin bazı özellikleri.					
Özellik	Min.	Mak.	Ort.	SD	VK (%)
Ekvatoral Çap (mm)	61.5	81.5	71.6	4.8	6.7
Boy (mm)	54	66.5	59.9	3.6	6
Domates Sapı ile Toplam Boy (mm)	58	75.5	66.6	4.1	6.2
Domateslerin Sap Ucu Çapı (mm)	3	4.5	3.5	0.32	9.3
Domateslerin Sap Dibi Çapı (mm)	5	7.5	5.6	0.7	12.5
Domates Sap Boyu (mm)	9	12	10.6	0.7	6.4
Ağırlık (gr)	124	255	173.7	32.9	18.9
Saplarının Koniklik Oranı	1.5				

3.1.1.2. Dora F_1 Domates Çeşidi

Orta erkenci hibrit oturak (yer) domates çeşididir. Bitkisi orta güçlü, yarı kapalı ve dallanması iyidir. Meyvesi yuvarlak, üniform, parlak koyu kırmızı renkli ve çok serttir. Meyve 180-220 gr ağırlığında, saplı kopmaktadır. Meyvede çatlama görülmez. Suda çözünebilir kuru madde içeriği % 5,2 olan bu çeşit, yüksek verim potansiyeline sahiptir (Anonymous 2005, b).

Araştırmada kullanılan Dora F_1 domates çeşidinin ölçülen fiziksel özellikleri Çizelge 3.2'de sunulmuştur. Ölçüler çift sıralı domates kasası içersinden, tesadüfi seçilmiş 20 adet domates üzerinden alınmıştır (Desmet vd. 2004 a). Daha sonra elde edilen ölçüm sonuçlarına Minitab 14 istatistiksel analiz programı ile varyans analizleri uygulanarak varyasyon katsayıları ve standart sapmalar hesaplanmıştır.

Çizelge 3.2. Denemelerde Kullanılan Dora F_1 Domates Çeşidi Özellikleri

Denemelerde kullanılan Dora F1 domates çeşidinin bazı özellikleri.					
Özellik	Min.	Mak.	Ort.	SD	VK (%)
Ekvatoral Çap (mm)	67.6	86	76.8	5.3	6.9
Boy (mm)	59	75	67.6	4.6	6.9
Domates Sapı ile Toplam Boy (mm)	64.5	78	70.9	4.2	5.9
Domateslerin Sap Ucu Çapı (mm)	4.5	6.5	5.1	0.6	10.9
Domateslerin Sap Dibi Çapı (mm)	4.5	8.5	6.4	1.1	16.9
Domates Sap Boyu (mm)	8.5	11	9.7	0.8	8.1
Ağırlık (gr)	160	296	215.3	40.8	19
Saplarının Koniklik Oranı	1.8				

3.1.2. Sarsıcı Düzenek

Araştırmada domatesin kasa tipine bağlı olarak maruz kaldığı fiziko-mekanik kuvvetleri oluşturabilmek amacı ile özel olarak tasarlanmış bir sarsıcı düzenek imal edilerek kullanılmıştır (Şekil 3.1). Sarsıcı düzenek kasa yerleştirme düzeneği, ana çatı, hareket iletim düzeneği ve darbe iletim düzeneğinden oluşmuştur. Sarsıcı düzeneğin bazı teknik özellikleri Çizelge 3.3.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Sarsıcı Düzenek

Çizelge 3.3. Sarsıcı Düzeneğin Bazı Teknik Özellikleri

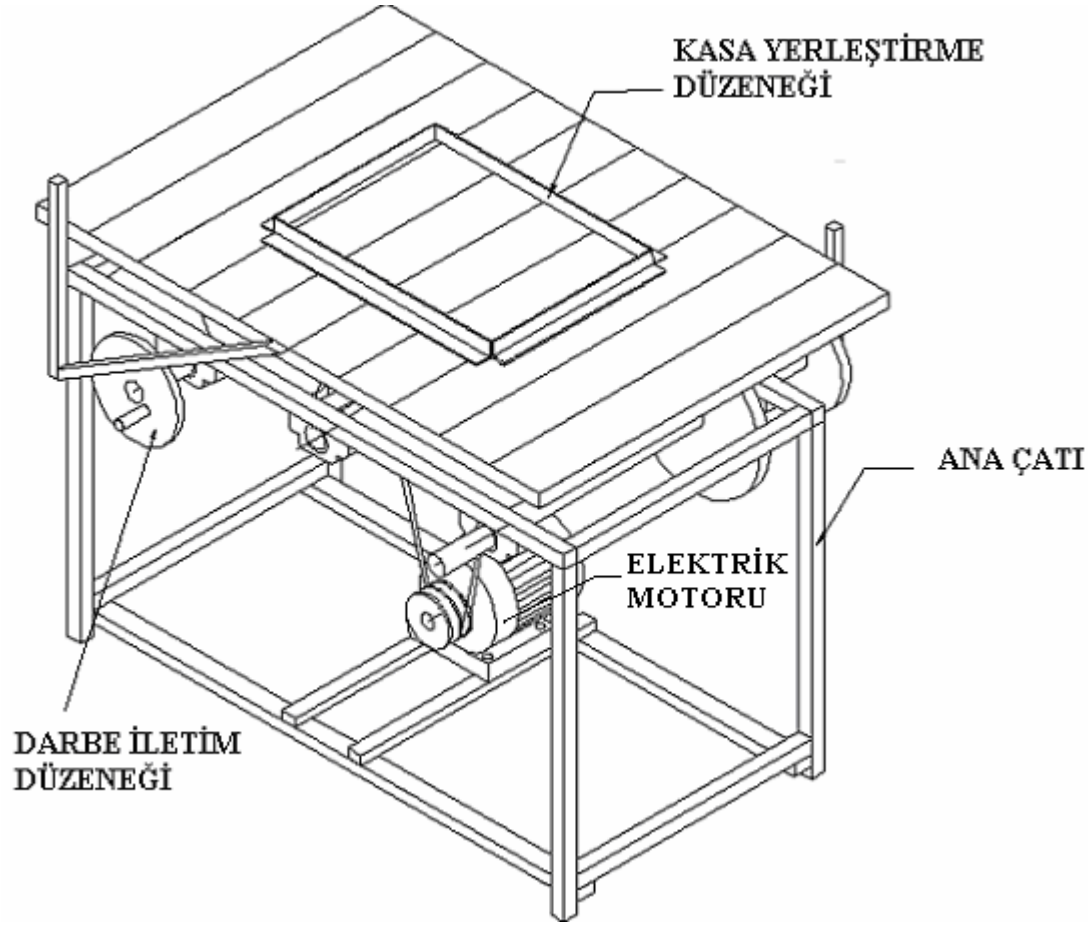
Tabla Ölçüleri (Genişlik x Boy)	800 x 1200 mm
Kurs boyları	20, 40, 60 mm
Elektrik Motoru Tipi	Gamak AGM 90-L4
Elektrik Motoru Bağlantı tipi	Δ - Y
Gerilim	220-380 V
Akım	6.4 – 3.7 A
Güç	2HP 1.5 Kw Cosφ 0.81
Devir sayısı	1385 d/d 50 Hz
Elektrik motoru kasnak çapı	100 mm
1. Redüktör mili büyük kasnak çapı	300 mm
1. Redüktör mili küçük kasnak çapı	100 mm
2. Redüktör mili büyük kasnak çapı	300 mm
Düzenek devri	154 d/d

3.1.2.1. Kasa Yerleştirme Düzeneği

Denemelerde kullanılan kasaların sarsıcı düzeneğe bağlanabilmesi için kullanılmaktadır. Düzenek 80X120 cm ölçülerinde 3 cm'lik köşebent çerçeve içerisine ağaç kaplanmasıyla imal edilmiştir. Ağaç tabla yüzeyine domates kasasının sabitlenebilmesi için 3 cm'lik köşebentten 38x51 cm ölçülerinde özel bir çerçeve yapılmıştır. Kasa yerleştirme düzeneği Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

3.1.2.2. Ana Çatı

Ana çatı 3x3 cm kare profilden kaynaklı birleştirme ile imal edilmiştir ve Şekil 3.2' de gösterilmiştir.

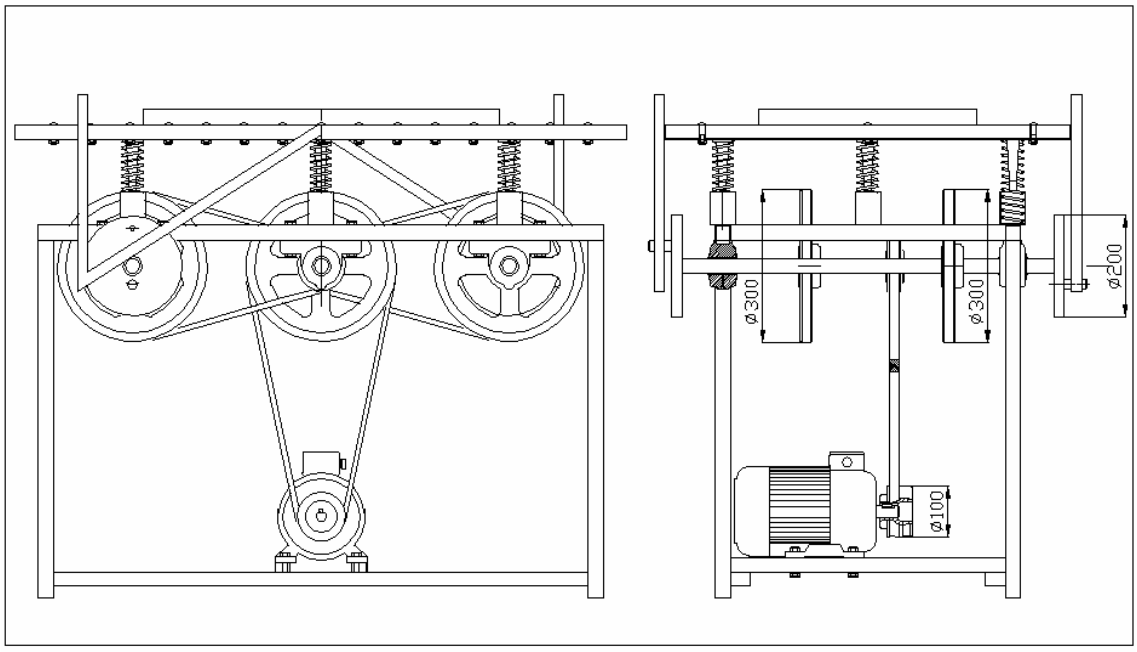


Şekil 3.2. Sarsıcı Düzenek Ana Çatısı ve Kasa Yerleştirme Düzeneği

3.1.2.3. Hareket İletim Düzeneği

Sarsıcı düzenekte mekanik hareketler elektrik motorundan sağlanmakta ve kayış kasnak sistemi ile kasa yerleştirme düzeneğine darbe olarak iletilmektedir.

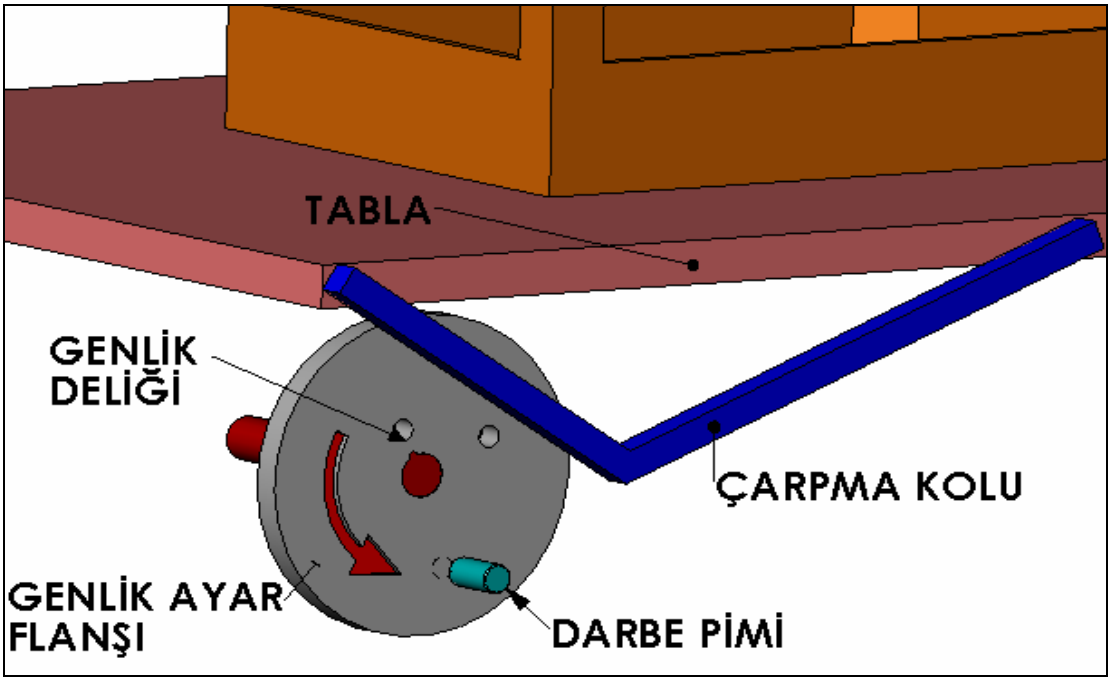
Hareket iletim düzeneğinde elektrik motorunun üzerindeki 100 mm çapındaki kasnaktan alınan 1385 d/d'lık dönme hareketi V kesitli bir kayış yardımıyla çatı üzerine yataklanmış olan 30 mm çaplı mil üzerindeki 300 mm çaplı kasnağa iletilmektedir. Motordan alınan devir burada 462 d/d'ya düşürülmektedir. Aynı mil üzerinde bulunan iki adet 100 mm çapındaki kasnaktan, üzerlerinde 300mm çapında birer kasnak bulunan diğer iki mile hareket 154 d/d olarak iletilmektedir. Ana çatının sağında ve solunda yataklı olan bu miller üzerindeki tamburlara vidalanmış darbe pimleri yer almaktadır. Hareket iletim düzeneği Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Hareket İletim Düzeneği

3.1.2.4. Darbe İletim Düzeneği

154 d/d ile dönen iki milin alnında 200 mm çapında iki flanş bulunmaktadır. Bu flanşlar üzerinde 40, 80 ve 120 mm çapında daireler üzerinde üç adet M16 vida açılmış genlik ayar delikleri yer almaktadır. Bu deliklerden birine vidalanan 20 mm çapındaki darbe milinin tezgah tablasına her dönüşte çarpması ile 20 mm, 40 mm ve 60 mm'lik genliklerden birinin oluşturulması ile sistem çalışmaktadır (Şekil 3.4).



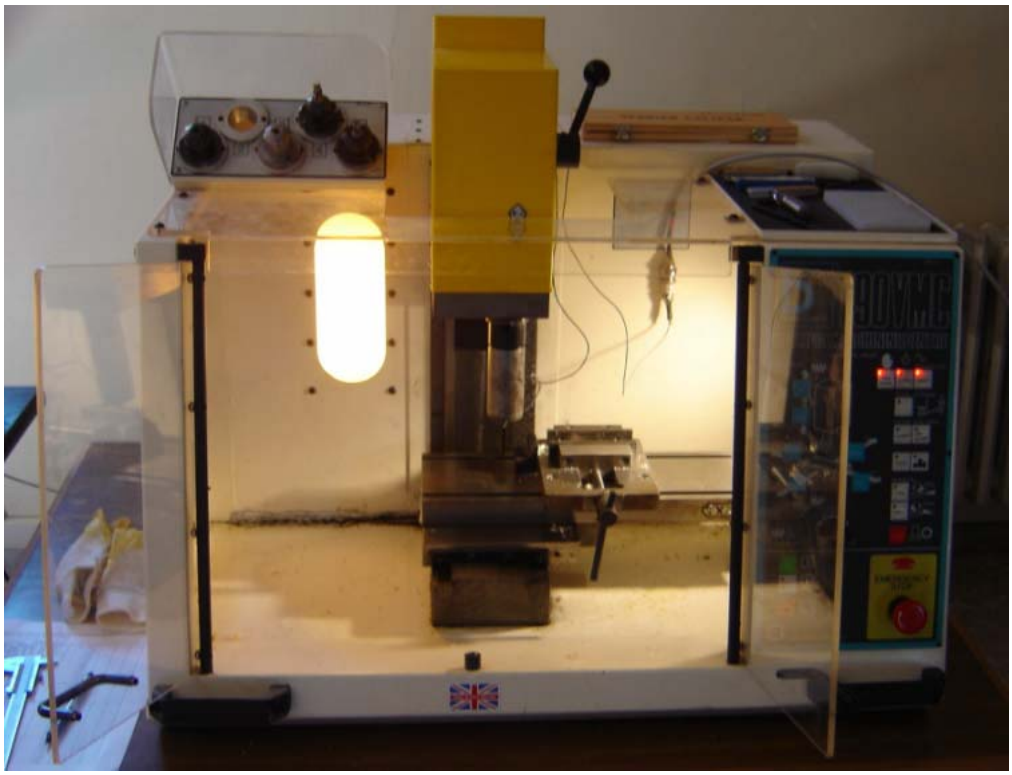
Şekil 3.4. Darbe İletim Düzeneği

3.1.3. Boxford 190 VMC Dikey İşleme Merkezi

Tasarımı gerçekleştirilen Bilgisayar Destekli Ölçme Sisteminin domateslerin kabuk delinme ve kabuk kopma deneylerinde Boxford 190 VMC Dikey İşleme Merkezi kullanılmıştır (Şekil 3.5).

İngiliz yapımı olan ve üç eksene sahip olan Boxford 190VMC freze tezgahı ISO format kodlarıyla programlanan düşey bir freze tezgahıdır. Adım motorlarıyla çalışmakta ve bilgisayarla kontrol edilmektedir. Programlanabilen bir motor ile tezgah mili hareket ettirilmektedir. Mil hızını ölçmek için eşit aralıklarla delinmiş bir disk,

tezgah mili üzerine monte edilmiştir. Algılama ünitesi, milin hızını kontrol ederek milin hızlı veya yavaş olduğunu geri besleme ile bilgisayara bildirmekte ve bilgisayar mikroişlemci kartı ile hesaplamalar yaparak milin hızını CNC programında belirtilmiş olan değere göre ayarlamaktadır. Çizelge 3.4'de Boxford 190 VMC Dikey işleme merkezine ait bazı teknik veriler görülmektedir.



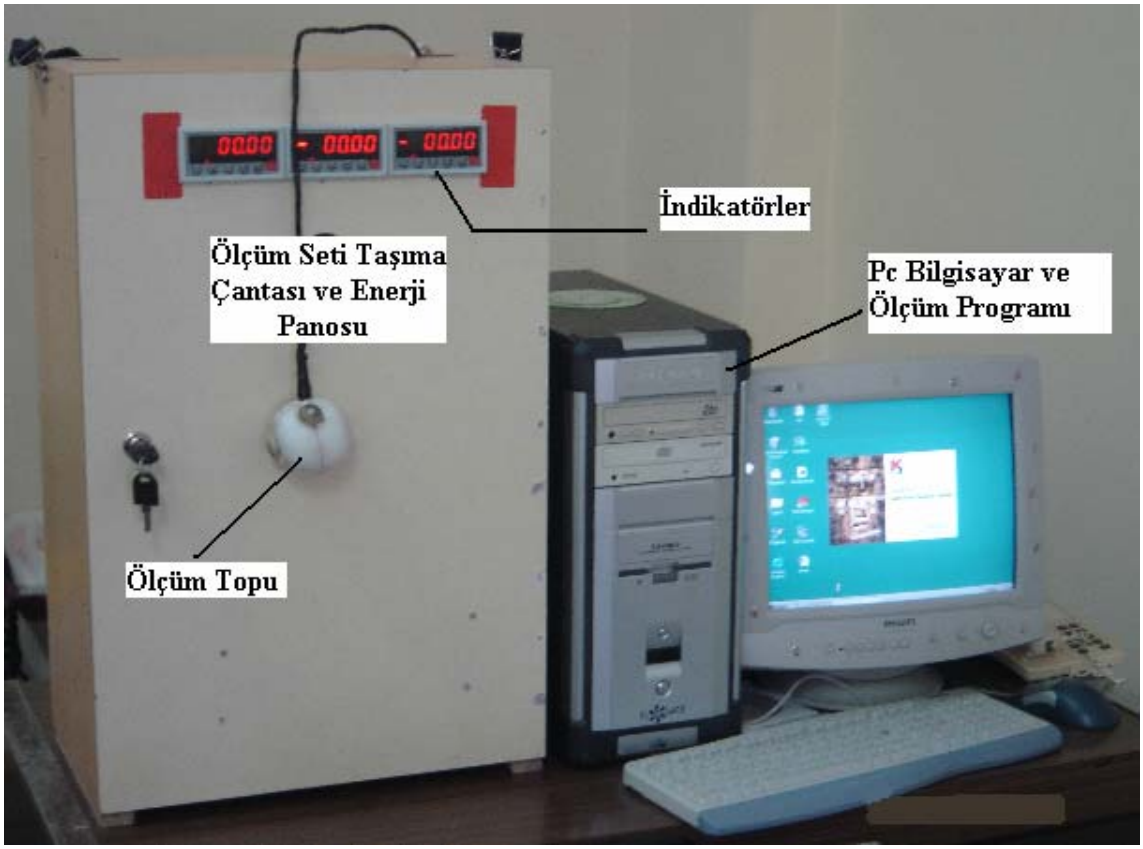
Şekil 3.5. Boxford 190 VMC Dikey İşleme Merkezi

Çizelge 3.4. Boxford 190 VMC Dikey İşleme Merkezine Ait Bazı Teknik Veriler

İş mili hızı	350 - 3500 d/d
Programlanabilir ilerleme hızı	10 - 500 mm/d , % ilerleme hızına bağlı olarak hızlı harekette 600 mm/d'dır.
X ekseninde toplam hareket mesafesi	190 mm
Y ekseninde toplam hareket mesafesi	125 mm
Z ekseninde toplam hareket mesafesi	140 mm
Adım motoruna gönderilen her vurguda kızağın aldığı mesafe, adım ölçüsü	0,01mm
İngiliz birimi sistemine göre formatı	x.xxx (1.234 inc.)
Metrik birim sistemine göre formatı	xxx.xx (123.45 mm)

3.1.4. Bilgisayar Destekli Ölçüm Seti

Domates meyvelerinin hasat sonrası maruz kaldığı mekanik etkilerin domateste oluşturduğu zedelenmeleri tespit edebilmek için domatesin kabuk delinme, kabuk kopma ve yarılma olmak üzere üç fiziko-mekanik özelliği ve taşıma esnasında maruz kalınan fiziko-mekanik kuvvetlerin saptanması için geliştirilen Bilgisayar Destekli Ölçüm Seti beş üniteden oluşmaktadır. Bu üniteler 1. Ölçüm Topu, 2. Buton Tipi Yük hücreleri, 3. İndikatör Ünitesi, 4. Bilgisayar, 5. Veri Toplama Programı (Şekil 3.6).



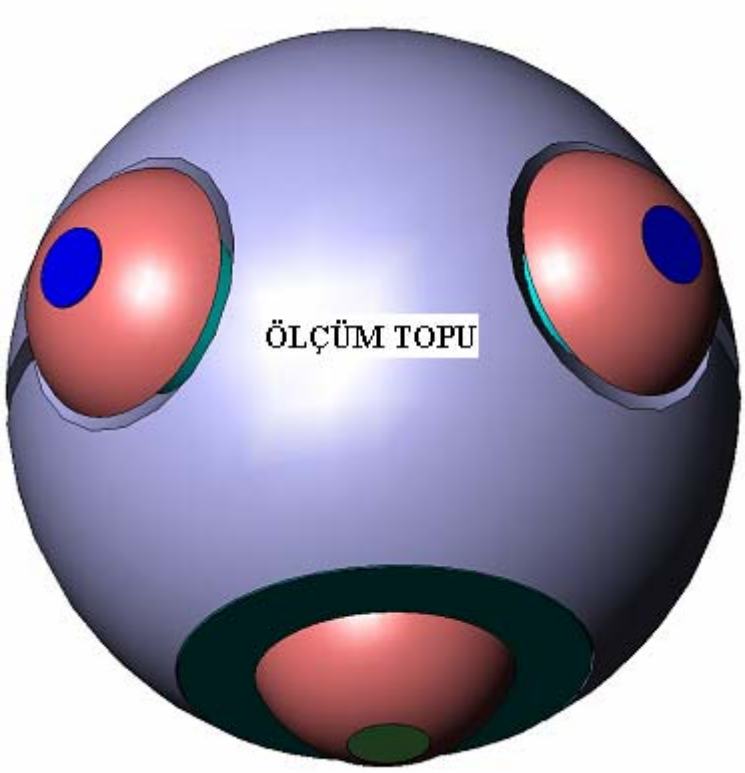
Şekil 3.6. Bilgisayar Destekli Ölçüm Seti

3.1.4.1. Ölçüm Topu

Bilgisayar destekli ölçüm setinin birinci ünitesini oluşturan ölçüm topu bir çeşit polimer olan Teflon malzemeden CNC tezgahlarda işlenerek imal edilmiştir (Şekil 3.7).

Ölçüm setinde ölçme işlemini yapan, yük hücrelerini üzerinde taşıyan, 72 mm çapında teflon malzemeden imal edilmiş bir modüldür. Amacı meyve kasalarının içerisinde oluşan X, Y, Z eksenlerindeki kuvvetlerin ölçülebilmesi için, gövde üzerine monte edilen yük hücrelerini uygun biçimde konumlandırmaktır.

Ölçüm topu gövde, kapaklar, kuvvet iletim pimleri ve kuvvet iletim şapkaları olmak üzere toplam 10 parçadan oluşmaktadır. Üzerinde üç adet yük hücresi bulunmaktadır. Ölçüm topu kendisine uygulanan kuvvetleri yük hücrelerine iletmektedir.

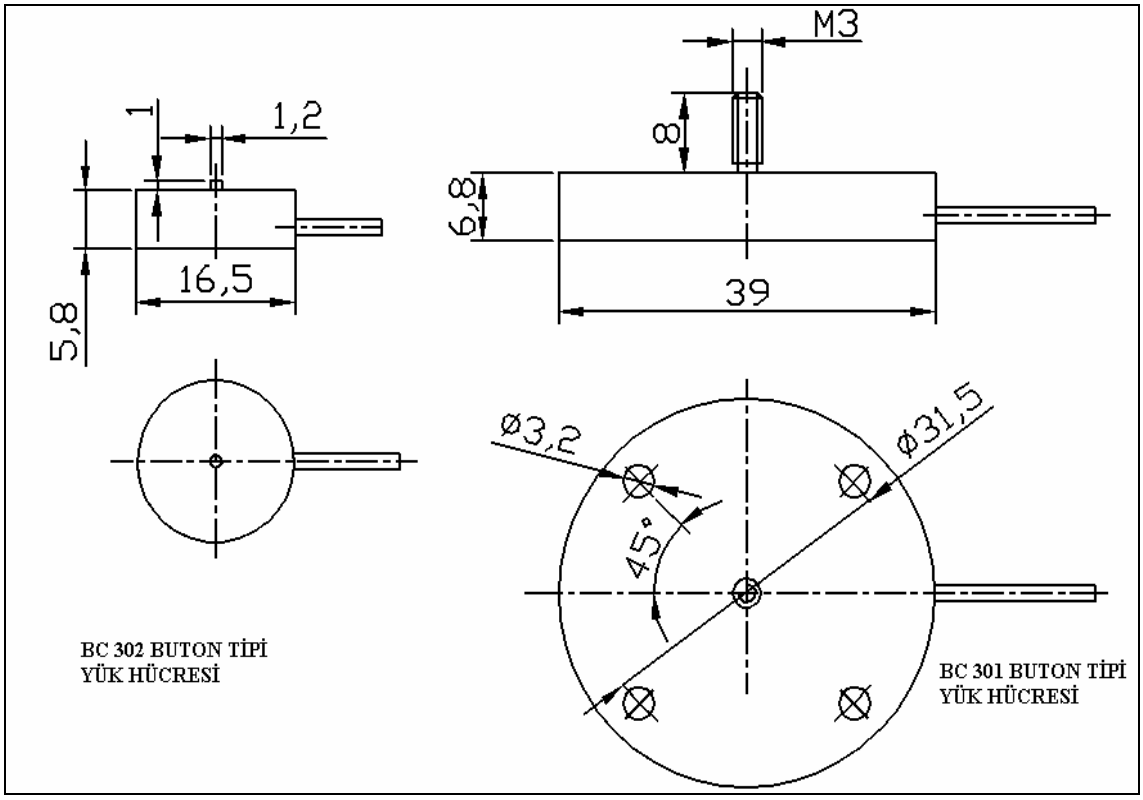


Şekil 3.7. CNC Tezgahlarda İşlenerek İmal Edilen Ölçüm Topu

3.1.4.2. Buton Tipi Yük Hücreleri

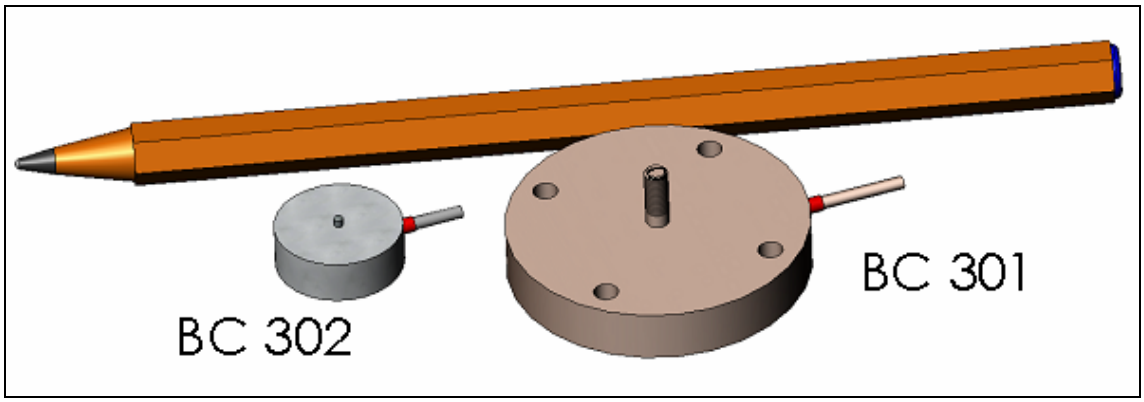
Çalışmada Dseuropa marka buton tipi BC 300 serisi yük hücreleri kullanılmıştır. Buton tipi yük hücrelerinin kullanım alanlarını çok küçük profil ve kompaktlık

gerektiren yerler oluşturmaktadır. Bu yük hücreleri makineler üzerinde genel amaçlı uygulamalar, endüstriyel ve medikal ölçüm platformları, tekstil makineleri ve özellikle robot teknolojilerinde çok noktalı ölçümler için dinamik ve statik ölçümlerde kullanılabilmektedirler. Buton tipi yük hücreleri minyatür, ince yapıdadırlar. Çalışmada kullanılan yük hücrelerinin ölçüleri Şekil 3.8'de görülmektedir.



Şekil 3.8. BC301 ve BC302 Yük Hücrelerinin Ölçüleri

Araştırmada tasarımı gerçekleştirilen ölçüm topunun imalatı esnasında buton tipi BC 301 ve BC 302 yük hücreleri kullanılmıştır (Şekil 3.9). BC 302 sadece basma, BC 301 ise basma ve çekme ölçümleri için kullanılabilmektedir. BC 301 paslanmaz çelik gövdeye, BC 302 ise alüminyum alaşımlı gövdeye sahiptir. Çizelge 3.5 ve Çizelge 3.6'da BC 301 ve BC 302 yük hücrelerinin teknik özellikleri görülmektedir.



Şekil 3.9. BC 301 ve BC 302 Buton Tipi Yük Hücreleri 1/1 Ölçekli Görünüşleri

Çizelge 3.5. BC 301 Buton Tipi Yük Hücresi Teknik Özellikleri

Ölçüm aralığı	0 ± 100 kg (Kapasite) Çekme ve Basma Yönünde çalışmaktadır
Hassasiyet	2 mV
Toplam Hata	≤ 0.5 % Kapasite
Tekrarlama Hatası	≤ ± 0.1 % Kapasite
Çıkış Gerilimi	5v; 8v Max.
Elektrik Bağlantısı	1m uzunluğundaki kablo ile
Yük Aşımı	1.5 x Kapasite
Çap	39 mm
Kalınlık	6.8 mm
Bağlantı delikleri eksen çapı	31.5 mm

Çizelge 3.6. BC 302 Buton Tipi Yük Hücresi Teknik Özellikleri

Ölçüm aralığı	0 + 6 kg (Kapasite) Basma Yönünde yönünde çalışmaktadır
Hassasiyet	2 mV
Toplam Hata	≤ 0.5 % Kapasite
Tekrarlama Hatası	≤ ± 0.1 % Kapasite
Çıkış Gerilimi	5v; 8v Max.
Elektrik Bağlantısı	1m uzunluğundaki kablo ile
Yük Aşımı	1.5 x Kapasite
Çap	16.5 mm
Kalınlık	5.8 mm

3.1.4.3. İndikatör Ünitesi

Araştırmada Ölçüm Topundan gelen verilerin değerlendirilmesi ve bilgisayara aktarılabilmesi amacı ile üç adet Profo1 tipi indikatör kullanılmıştır (Şekil-3.10). Çizelge 3.7'de Profo1 indikatörlerinin teknik özellikleri görülmektedir.



Şekil-3.10. Profo1 İndikatör

Çizelge 3.7. Profo1 İndikatörlerinin Teknik Özellikleri

Teknik Özellikler	Kullanım Özellikleri
Saniyede 50 veri ölçme hızı	Manuel ve otomatik sıfırlama
1/10000 Ekran duyarlılığı	Dijital kalibrasyon imkanı
Standart RS232 ile bilgisayara bağlanabilme	Strain gauge, yük hücresi ve transducer, potansiyometre (basınç, uzama, debi, vb.) sensör girişleri ile uyumlu
Analog çıkış 4-20 mA 0-10 VDC opsiyonel	Dara alma, alınan dara ağırlığının gösterilmesi
Güç sarfiyatı 10VA	Dokunma tik mebran tuş takımı
Besleme gerilimi 12 VDC VAC-24 VCD VAC	Maksimum (peak) değerini hafızada tutabilme
Çalışma sıcaklığı 0-40 Cº	16 bit ADC yüksek duyarlıklı laboratuar tipi ölçüm yapabilme özelliği
± 10 mV ölçme aralığı	tümüyle dijital ve mikro kontrolör tabanlı mimari
Panel tipi 48x96x110 mm plastik kutu	İki adet role çıkışı
13mm Led ışıklı gösterge	

3.1.4.4. Bilgisayar

Araştırmada tasarımı yapılan ölçüm topundan gelen verilerin değerlendirilebilmesi ve depolanabilmesi için masa tipi bir bilgisayar kullanılmıştır. Kullanılan bilgisayar üzerinde var olan 2 adet seri port kullanılan bir port çoğaltıcı ile 6'ya çıkartılmıştır. Ölçüm topundan gelen veriler eş zamanlı olarak kullanılan üç seri porttan bilgisayara ve programa aktarılmaktadır. Çizelge 3.8'de ölçüm setinde kullanılan bilgisayarın teknik özellikleri görülmektedir.

Çizelge 3.8. Ölçüm Setinde Kullanılan Bilgisayarın Teknik Özellikleri

İşlemci	PIV 2 Ghz
Ram	512 Mb
Hard disk	60 Gb.
İşletim sistemi	Win Xp

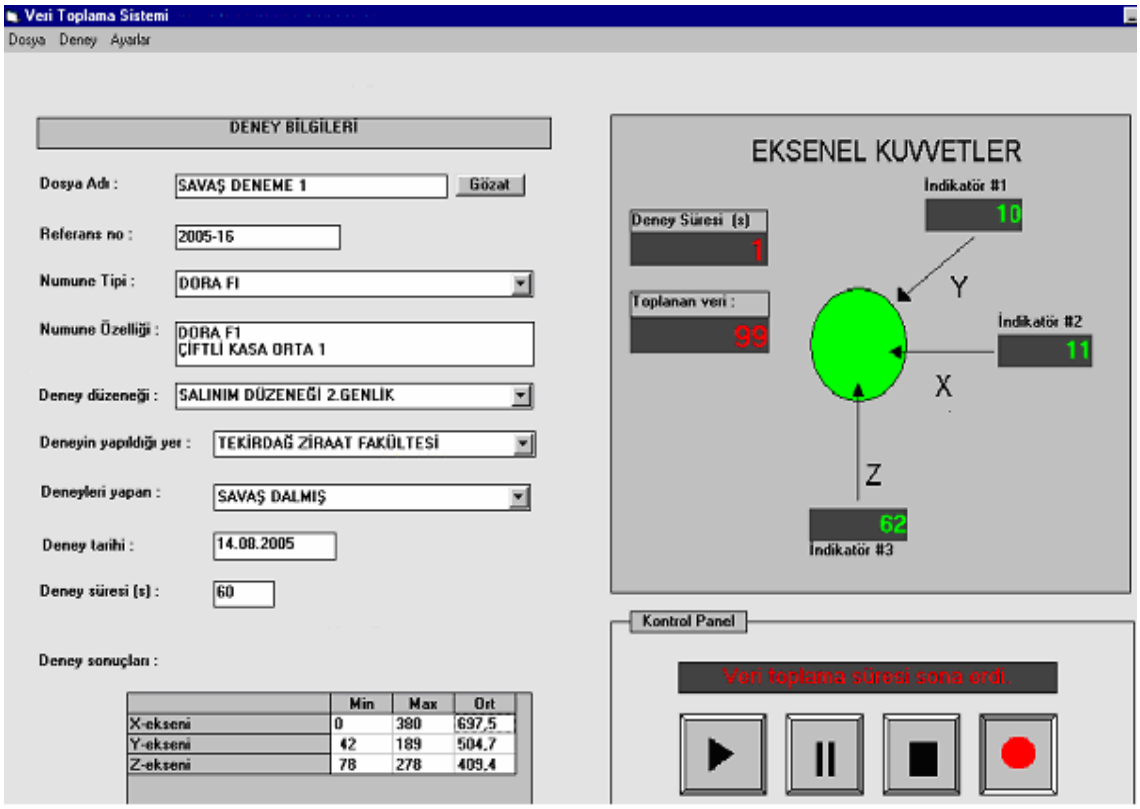
3.1.4.5. Veri İşleme Programı

Çalışmada tasarımı gerçekleştirilen çok amaçlı veri toplama topundan gelen verileri bilgisayar ortamında işleyen ve bu verileri excel dosyası olarak kaydetmeye yarayan bir program tasarlanmış ve bu programa veri toplama programı adı verilmiştir.

Program üç adet seri port üzerinden gönderilen verileri algılayıp ekranda anlık olarak göstermekte ve bu verileri excel dosyası olarak kayıt etmektedir. Şekil 3.11 ve Şekil 3.12'de program ekranları görülmektedir.



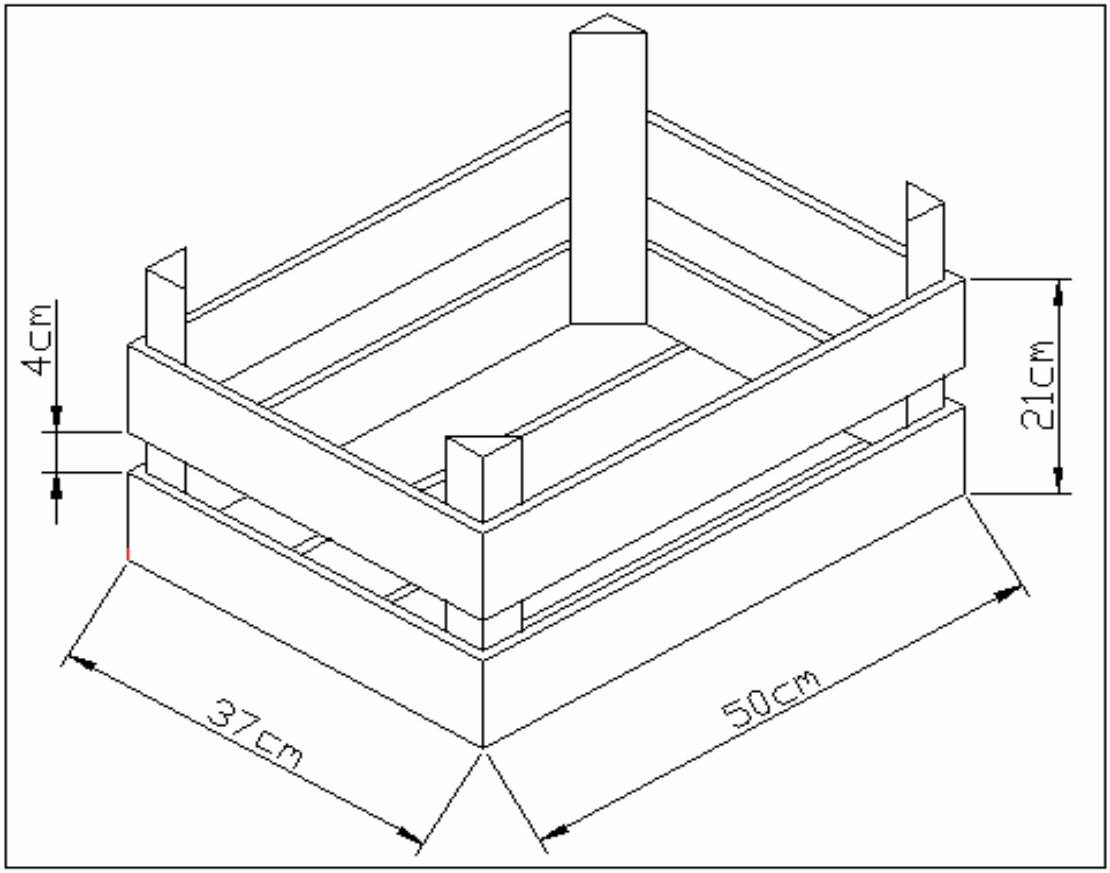
Şekil 3.11. Veri Toplama Programı Açılış Ekranı



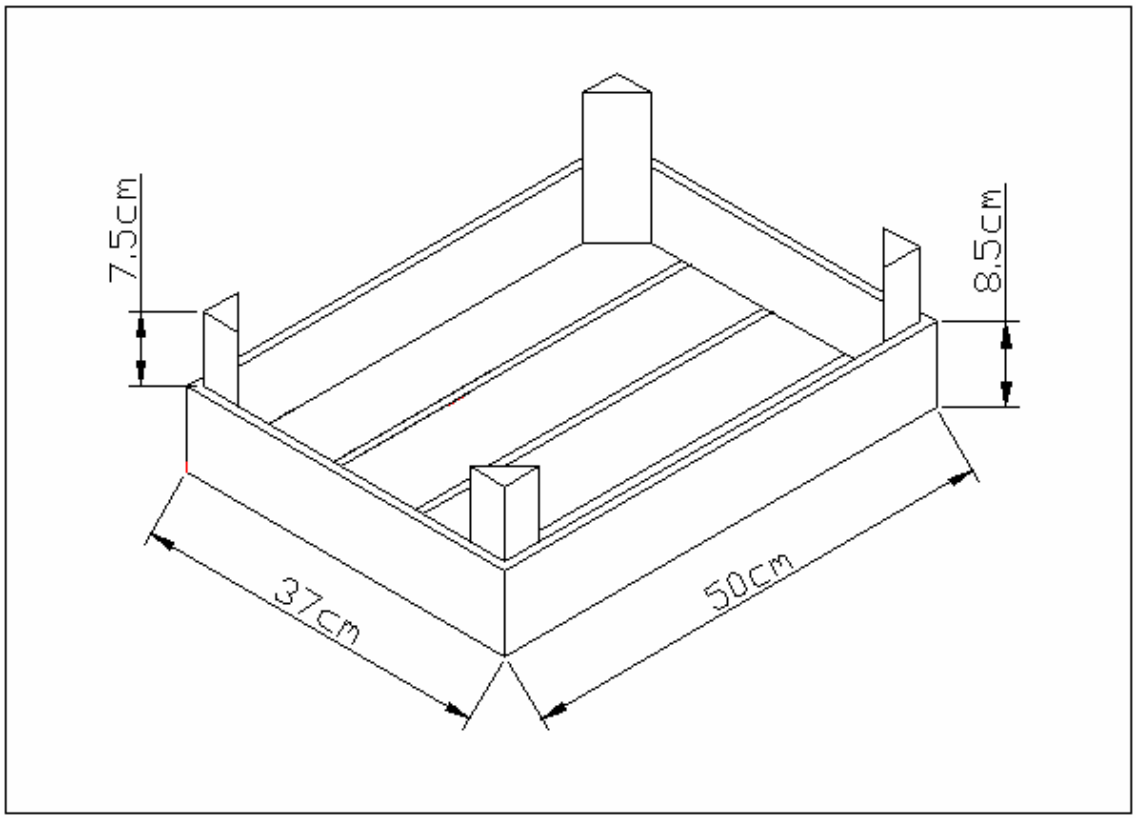
Şekil 3.12. Veri Toplama Programı Çalışma Akranı

3.1.5. Domates Kasaları

Denemelerde domates taşımacılığında kullanılan tek sıralı ve çift sıralı ahşap domates kasaları kullanılmıştır. Kasalar kavak ağacından imal edilmiştir. Şekil 3.13 ve Şekil 3.14' de kullanılan domates kasalarının ölçüleri görülmektedir. Sarsıcı düzenek üzerine koyulan domates kasası içerisine yerleştirilen ölçüm topu ile kasa içerisinde oluşan doğrusal kuvvetler ölçülmektedir.



Şekil 3.13. Çift Sıralı Domates Kasası



Şekil 3.14. Tek Sıralı Domates Kasası

3.2. Yöntem

Bu çalışmada domates meyvelerinin hasat sonrası işlemlerine yönelik, maruz kaldıkları mekanik etkilerin domateste oluşturduğu zedelenmeleri tespit edebilmek için domatesin kabuk delinme, kabuk kopma ve yarılma olmak üzere üç fiziko-mekanik özelliği ve taşıma esnasında maruz kalınan fiziko-mekanik kuvvetlerin saptanması amacı ile çok amaçlı bir ölçüm seti tasarımı amaçlanmıştır. Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama; verilerin doğru ve güvenilir şekilde elde edilmesi, derlenmesi ve değerlendirilmesi için bilgisayar destekli ölçüm setinin tasarlanması, seti oluşturan ünitelerin kalibrasyonu ve sistemin uygulamaya konulmasıdır. İkinci aşama ise geliştirilen bilgisayar destekli ölçme sistemi ile meyvelerin kabuk delinme, kabuk kopma ve yarılma kuvveti gibi fiziko-mekanik özelliklerinin saptanması ve bu özelliklerle ilişkili olarak domateslerin hasat sonrası tek sıra ve çift sıra kasalarla taşınmaları esnasında maruz kaldıkları fiziko-mekanik etkilerin ve fiziko-mekanik özelliklerin saptanmasıdır.

Araştırmanın gerçekleşmesi için yukarıda belirtilen aşamalarda izlenilen yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

3.2.1. Bilgisayar Destekli Ölçüm Setinin Tasarlanması

Çalışmada tasarımı gerçekleştirilen bilgisayar destekli ölçüm setinde Dseuropa Bc serisi üç adet yük hücresi kullanılmıştır. Kullanılan yük hücreleri eksenel kuvvetleri ölçebilmek için Tekirdağ Meslek Yüksek Okulu CNC laboratuarında tasarlanan ve imal edilen ölçüm topu içerisine monte edilmiştir. Söz konusu ölçüm topu Boxfor 250B CNC torna tezgahı ve Boxford VMC 190 CNC freze tezgahları kullanılarak üretilmiştir.

Sistem ölçüm topu üzerinde bulunan yük hücrelerinden gelen ölçüm verilerini aynı anda ve belirli aralıklarla (0.40 saniyede bir) daq (Excel) dosyası olarak kaydetmektedir. Sisteme önceden girilen ölçüm süresince hücrelerden gelen ölçüm verilerini ve minimum, maksimum değerler ile aritmetik ortalamaları kaydedebilmektedir.

Ölçüm topu üzerinde bulunan yük hücreleri, top üzerinden basitçe çıkartılarak meyvelerin fiziko-mekanik özelliklerini saptamak için farklı konumlarda çalıştırılabilmektedir.

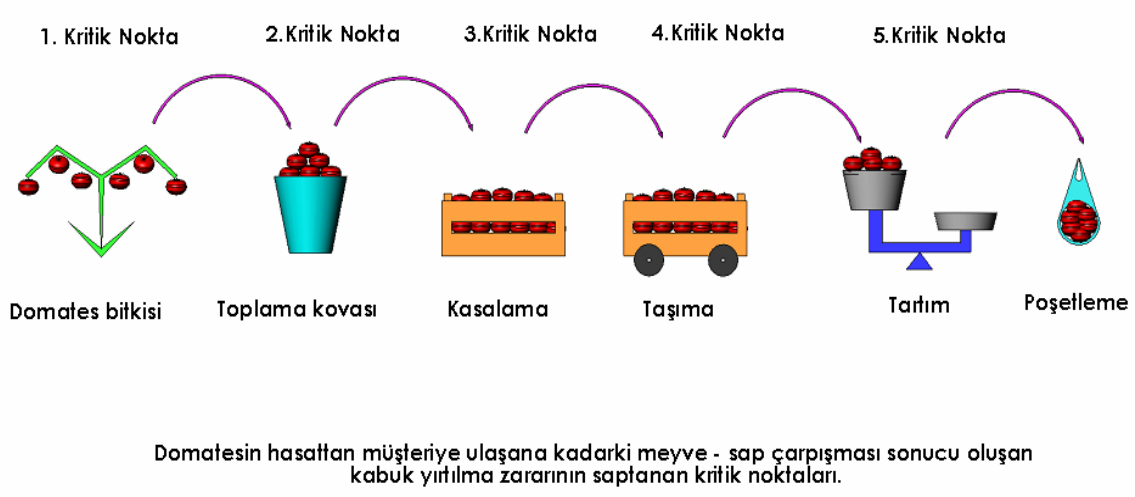
3.2.1.1. Ölçüm Topunun Tasarım ve İmalatı

Çalışmada örnek ürün olarak bölgemizde yetiştiriciliği en yaygın olan H2274 ve Dora F_1 domates çeşitleri seçilmiştir. Tasarlanan ölçüm sisteminin temel tasarım kriterlerini domates meyvelerinin hasat sonrası maruz kaldıkları işlemlerde oluşan mekanik kuvvetlerin ölçülebilmesi oluşturmuştur.

Ürünün hasadından tüketiciye sunulduğu ana kadar oluşan zedelenmeler kalite ve pazar değeri kaybının temel sebebidir. Meyveler toplama, paketleme taşıma ve diğer iletim aşamalarında birbirlerine ya da sert bir yüzeye çarparak zedelenir. Zedelenmenin, meyve yüzeyindeki aşırı yüklerden kaynaklandığının çok iyi bilinmesine rağmen, verilen bir kuvvet karşısında oluşan meyve duyarlılıkları arasındaki farkların hangi faktörlerden etkilendiği açık değildir (Topping vd.1986)

Domateslerin hasat sonrası işlemleri incelenerek zedelenme açısından kritik noktalar tespit edilmiştir. Yapılan araştırmada meyvelerin hasat esnasında toplandıkları kovalara dikkatsiz koyulmaları yada atılmaları esnasında, meyve saplarının meyvelerde zımba etkisi ile kabuk delinmeleri oluşturduğu saptanmıştır. Toplama kovalarındaki meyveler nakliye için kullanılacak kasalara dökülürken de yine meyveler ezilme ve meyve saplarından kaynaklanan kabuk delinmelerine maruz kalmaktadır. Kasa içersine yerleştirilen domateslerin taşınma esnasında karşılaştıkları kuvvetlerde üründe zedelenmelere neden olmaktadır ki araştırma bu kuvvetleri incelemektedir. Saptanan kritik noktaların özelliği meyvelerin serbest hareketliliğinin yüksek olması ve meyve gövdeleri ile meyve saplarının çarpışma olasılığının artmasıdır. Kasa içersindeki domateslerin kasadan alınarak tartılması esnasında da yine ürünler serbest yuvarlanma hareketleri ile birbirlerine zarar verebilmektedir. Tartılan ürünün poşete dökülmesi de yine önemli bir kritik nokta oluşturmaktadır. Zedelenme riski tespit edilen kritik noktalardaki kuvvetlerin ölçülebilmesi tasarım kriterleri içerisinde yer almıştır (Şekil 3.15).

Domateslerin maruz kaldıkları fiziko-mekanik kuvvetlerin oluştukları süreçlerin tespit edilebilmesi için Köseilyas köyündeki domates üreticileri incelenmiştir. Üreticiler ile yapılan hasat sonrası ürünlerin tüketiciye ulaşana kadar ki süreçleri değerlendirilmiş ve zedelenme kritik noktaları bu süreçlerin değerlendirilmesi ile tespit edilmiştir. Domateslerin hasat sonrası kasa içerisindeki yada farklı ambalaj malzemeleri içerisindeki oluşan eksenel kuvvetlerin saptanabilmesi için denemelerde kullanılan domates meyvelerinin boyutsal özelliklerine uygun bir ölçüm topu tasarlanarak imal edilmiştir. Ölçüm topu, denemelerde kullanılan domateslerin çeşit özellikleri olarak şekillerinin yuvarlak olması nedeni ile küresel olarak tasarlanmıştır. Denemelerde kullanılan domateslerin ortalama çaplarına uygun olarak 72 mm çapında ve 215 gr. (2.11 N) ağırlığında tasarlanan ölçüm topu T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Meslek Yüksek Okulu CNC laboratuarında bulunan CNC torna ve freze tezgahları kullanılarak imal edilmiştir. Ölçüm topunun imalat malzemesi olarak kullanılan teflon özgül ağırlığı (2,1-2,2 gr/cm3) ve talaşlı imalatta CNC tezgahlarla işlemeye uygun olduğu için tercih edilmiştir.



Şekil 3.15. Domateslerin Hasat Sonrası Meyve-Sap Çarpışması Sonucu Zedelenme Riski Olan Kritik Noktaları

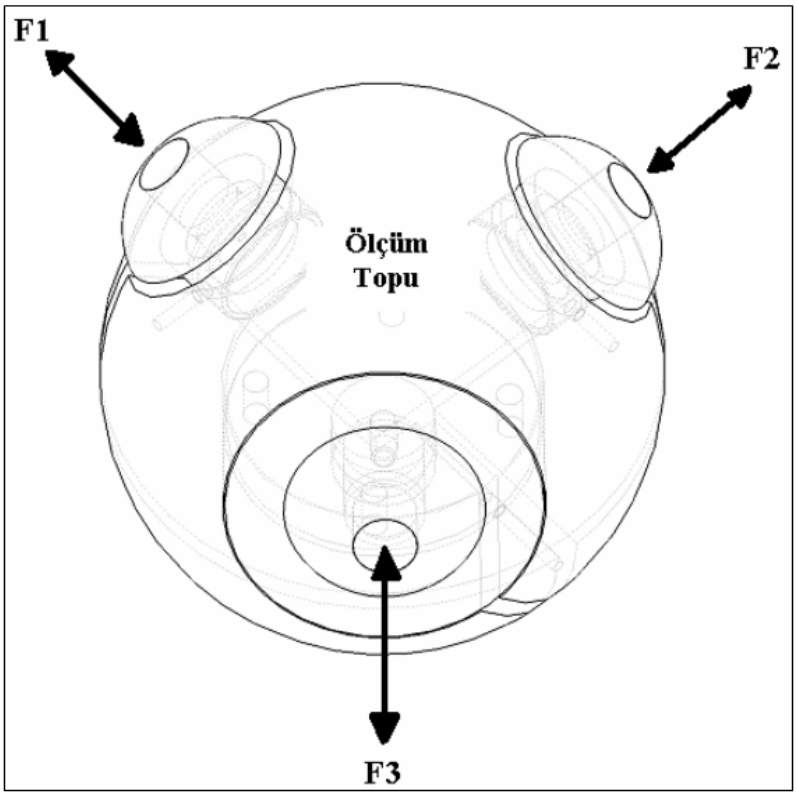
Tasarlanan ölçüm topu üzerinde bir adet Bc 301 ve iki adet BC 302 buton tipi yük hücresi kullanılmıştır. Çok küçük kapasite ve ölçülerde olan buton tipi yük hücreleri endüstride robot ve tekstil makineleri gibi hassas ölçüm gerektiren yerlerde

kullanılmaktadırlar. Tasarlanan ölçüm topunda kullanılan yük hücreleri ile ilgili detaylı bilgi ve teknik özellikler çalışmanın 3.1. Materyal bölümünde sunulmuştur.

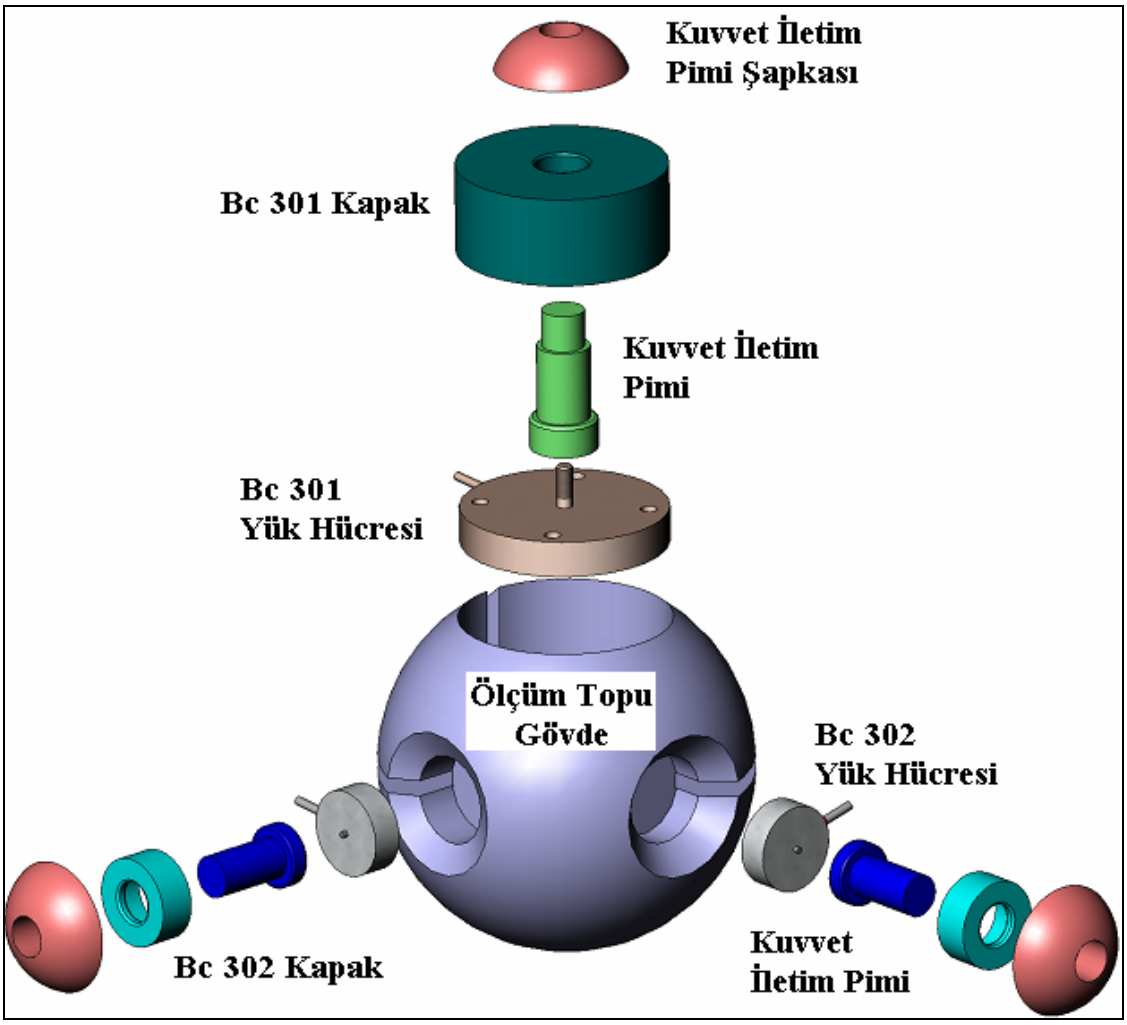
Ölçüm topunun çok amaçlı olması ön görüldüğü için sistemde kullanılan yük hücreleri de iki farklı kapasite ve özellikte seçilmiştir. Bc 302 tipi yük hücreleri 6 kg. kapasiteli ve sadece basma yönünde çalışan hücrelerdir. Bc 301 tipi yük hücresi ise 100 kg. kapasiteli ve hem basma hem de çekme yönünde çalışmaktadır. Sistemde kullanılan iki tip yük hücresi sayesinde ölçüm seti farklı amaçlarla kullanılabilmektedir.

Özellikle sistemde kullanılan Bc 301 yük hücresi ölçüm topu üzerinde taşıma kasalarındaki iç eksenel kuvvetleri ölçmekte kullanıldığı gibi meyvelerin fiziko-mekanik özelliklerinin saptanmasında da kullanılmıştır. Bu yük hücresi ile basma ve çekme yönünde çalıştığı için meyve kabuk delinme ve kabuk kopma ölçümleri yapılmıştır.

Şekil 3.16 ve Şekil 3.17' da tasarımı ve imalatı yapılan ölçüm topunun çalışma yönleri ve patlatılmış demonte görünüşü görülmektedir.



Şekil 3.16. Ölçüm Topunun Ölçüm Yaptığı Kuvvet Yönleri



Şekil 3.17. İmal Edilen Ölçüm Topunun Patlatılmış Demonte Görünüşü

3.2.1.2. Bilgisayar Destekli Ölçüm Setinin Kalibrasyonu

3.2.1.2.1. BC 301 ve BC 302 Yük Hücrelerinin Kalibrasyonu

Ölçme setinde kullanılan iki adet Bc 301 ve bir adet Bc 302 buton tipi yük hücresinden özellikle dinamik koşullarda elde edilen değerlerin doğru ve güvenilir değerler olduğunu belirlemek için, dinamik koşullarda ani yükleme veya yüklenme azalması durumunda oluşan değişimin belirlenmesinde hysteresis, tekrarlı yüklenmelerde ölçüm değerlerindeki sapmaların belirlenmesinde tekrarlı ölçüm

deneyleri yapılmıştır. Deneylerde seçilen yük değerleri yük hücrelerinin duyarlılığı dikkate alınarak seçilmiştir.

Yukarıda genel olarak belirtilen sistem kalibrasyonuna ilişkin yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

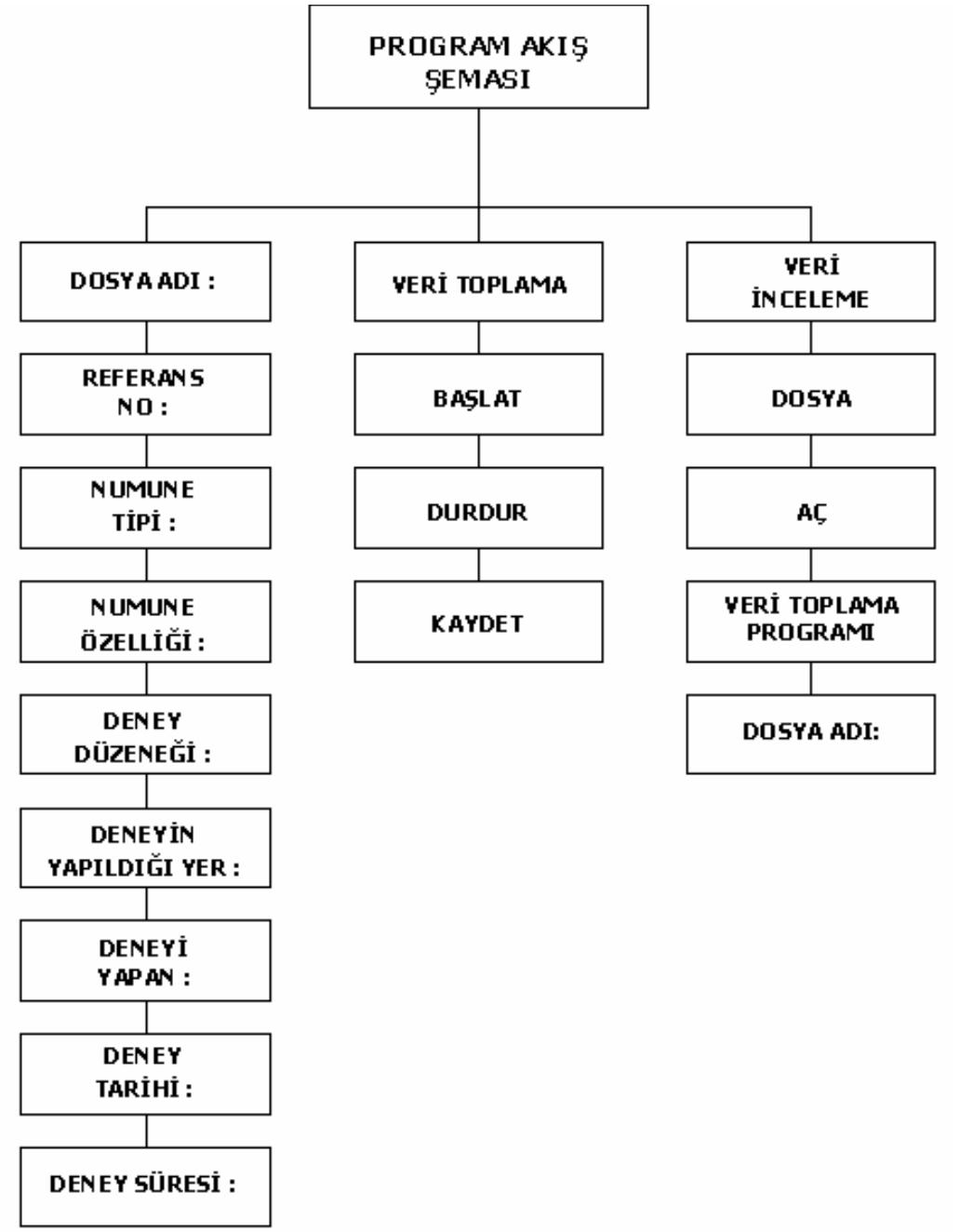
Bc 302 buton tipi yük hücresinin hem basma hem de çekme yönünde çalışması nedeni ile belirtilen deneyler bu hücrede çekme için de yapılmıştır.

Hysteresis : Yük hücreleri üzerinde, dinamik koşullarda yüklenme, yük etkisinin azalması veya ortadan kalkması durumunda, kuvvet değerlerindeki değişimin saptanması için her bir hücre 1.96 N'luk (200 gr.) artış değeri ile 9.80 N' a (1 kg.) kadar yüklenmiş ve yine 1.96 N'luk azalış değerleri ile yük azalması, geri yükleme koşulu sağlanmıştır. Statik koşullarda yapılan bu deneme ile dinamik koşullarda oluşabilecek yük değişiminin hücreler üzerindeki etkisi bulunmuştur. (Akıncı, 1994)

Tekrarlı Ölçüm : Yük hücrelerinin tekrarlı yüklenme koşullarında kuvvet değişim oranının saptanması için, yük hücreleri çok tekrarlı olarak sabit yük etkisi altında bırakılmıştır. Sabit yük değeri 9.80 N' dur. (Akıncı, 1994)

3.2.1.3. Bilgisayar Destekli Ölçüm Setinin Veri İşleme Programı

Domatesin hasat sonrası işlemlerine yönelik bazı fiziko-mekanik özelliklerinin saptanması için tasarlanan prototip ölçüm setinde kullanılan veri işleme programının akış şeması Şekil 3.18' de verilmiştir.



Şekil 3.18. Bilgisayar Destekli Ölçüm Seti Kullanım Programı Akış Şeması

Şekil 3.18' de görüldüğü gibi, bilgisayar destekli ölçüm seti kullanım programı üç ana aşamadan oluşmaktadır. Bunlar deney bilgilerinin giriş aşaması, veri toplama aşaması ve veri inceleme aşamasıdır.

Program açılışından sonra birinci aşamada deneyle ilgili temel bilgiler girilmektedir. Bu bilgiler; sonuçların kaydedileceği daq (excel) dosyasının adı, gerek görülürse referans numarası, kullanılan numunenin tipi, numunenin özelliği, kullanılan

deney düzeneği, deneyin yapıldığı yer, deneyi yapan kişi, deneyin yapılış tarihi ve deneyin süresi gibi bilgileri kapsar.

Programın ikinci aşaması deneyin başlatılması ve yük hücrelerinden gelen değerlerin toplanmasıdır. Deney belirtilen süre sonunda yada istenilen bir anda durdurularak veriler birinci aşamada belirtilen daq (excel) dosyasına kaydedilir.

Üçüncü aşama ise verilerin incelenmesidir. Bu aşamada verilerin kaydedildiği daq dosyası açılarak veriler incelenebilir. Programın oluşturduğu daq dosyası Ms Excel programında açılarak .xls dosyası olarak kaydedilir. Elde edilen veri dosyasında excel programı ile inceleme yada yazdırma ile ilgili tüm işlemler yapılabilmektedir.

Ölçüm setinde kullanılan veri işleme programı Visual Basic programı ile yazılmıştır.

3.2.2. Denemelerde Kullanılan Domateslerin Bazı Fiziko Mekanik Özelliklerinin Saptanması

Domates meyvelerinin hasat sonrası işlemlerine yönelik bazı fiziko-mekanik özelliklerinin saptanması için prototip ölçüm setinin geliştirilmesi konulu araştırmada, denemelerde kullanılmak üzere Köseilyas köyünden hasat edilen domateslerin deneme laboratuarına gelinceye kadar (4 km), üzerlerinde yuvarlak deri yırtılmaları oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 3.19). Meyve üzerinde sivri uçlu bir cisim veya meyve sapı ile oluşan küçük deri yırtılma ve doku zedelenmelerine delik denilmektedir (Alayunt 2000). Yapılan incelemede bu deliklerin domates saplarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Domateslerin hasat edilmesi esnasındaki toplama kabı ve kasa içerisindeki nakliye esnasında domates-sap çarpışmaları sonucu domateslerde oluşan bu zedelenmeler çalışmada öncelikli olarak ele alınmıştır (Şekil 3.20). Bu noktada ilk olarak domates kabuklarının delinme kuvvetleri saptanmaya karar verilmiştir.

Tarımsal ürünlerde mekanik hasar, ürünün fiziksel ve biyolojik yapısına, dış kuvvetlerin tipine bağlı olarak değişiklik gösterir. Tarımsal materyaller hasat ve taşıma sırasında ilk mekanik hasarlara maruz kalırlar. Genellikle hasar, çarpma sırasında oluşan kuvvetlerin ve aşırı deformasyonun etkisiyle kopma ve kırılma biçiminde ortaya çıkar (Sınn ve Özgüven 1987).

Ürünün zorlanması, ürünün mekanik yapısının, dış mekanik kuvvetlere karşı gösterdiği tepki şeklinde ifade edilir. Tarımsal ürün dış kuvvetler altında çekiye, basıya, eğilmeye ve kesilmeye maruz kalmaktadır. Bunlar ürün sıcaklığına, nem muhtevasına bağlı olarak dinamik veya statik zorlanmaya maruz kalmasına göre ayrı ayrı veya bir arada etki etmekte ve tarımsal materyalde hasara neden olmaktadır (Sınn ve Özgüven 1987).



Şekil 3.19. Domateslerde Sap-Meyve Çarpışması Sonucu Oluşan Delik Deformasyonu



Şekil 3.20. Domateslerde Sap-Meyve Çarpışması

Araştırmada domates kabuklarının delinme kuvveti belirlendikten sonra kasa içi kuvvetlerin ölçülmesi ile kasa tipine bağlı olarak meyvelerin zedelenme-kasa tipi ilişkileri incelenmiştir.

Denemeler esnasında özellikle çift sıra domates kasalarındaki ikili yan tahtalar arasındaki boşlukların domateslerde derin ezilmeler ve yarılmalara sebep olduğu saptanmıştır (Şekil 3.21).

Biyolojik malzemelerde mekanik zedelenme, ürünün fiziksel, biyolojik yapısına ve dış kuvvetlerin şekline bağlı olarak değişmektedir. Zedelenme kuvvetleri, taşıma kasasının yüzeyinden ürüne iletilebildiği gibi, ürünlerin kasaya üst üste yerleştirilmesinden dolayı ürün ürüne temas ile de iletilebilmektedir (Sıtkei 1986; Aydın 1989).



Şekil 3.21. Çift Sıra Domates Kasalarındaki İkili Yan Tahtaların Keskin Köşe-Domates Teması.

Özellikle taşıma esnasındaki titreşim ve darbelerin etkisi ile tahtaların keskin kenarlarına temas eden domatesler, temas yüzeylerinden meyve olgunluğuna da bağlı

olarak zedelenmektedir (Şekil 3.22). Bu durumun kabuk yırtılma kuvveti ile ilişkisini saptamak için domatesin kabuk kopma kuvveti saptanmıştır.



Şekil 3.22. Çift Sıra Domates Kasalarındaki İkili Yan Tahtaların Keskin Kenar-Domates Teması Sonucu Oluşan Deformasyon

Denemelerde ayrıca kasa tahtalarının keskin kenarlarında oluşan kuvvetler salınımlı olarak, geliştirilen ölçüm topu ile ölçülmüştür (Şekil 3.23).

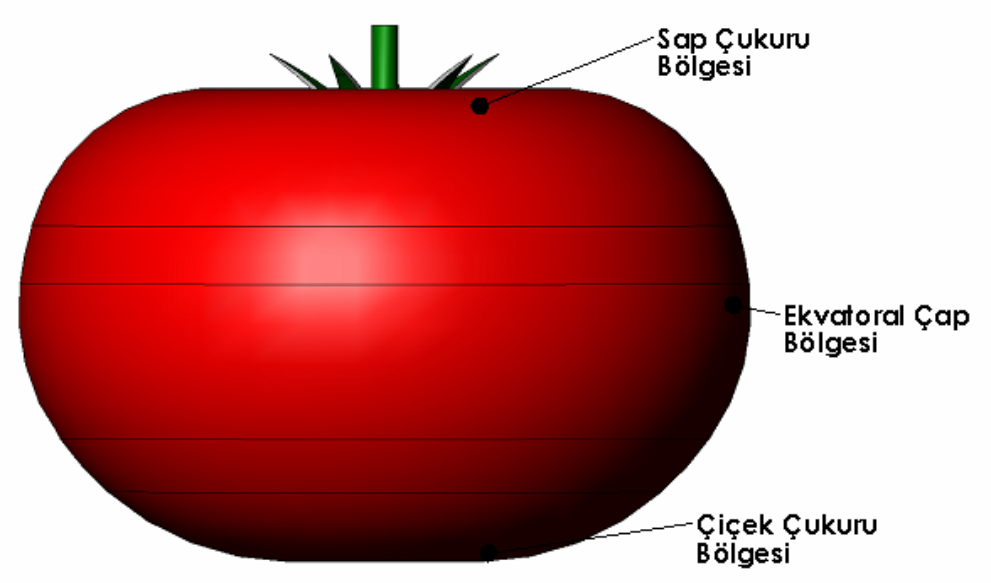


Şekil 3.23. Kasa Malzemesi Keskin Kenarlarında Oluşan Kuvvetlerin Ölçümü

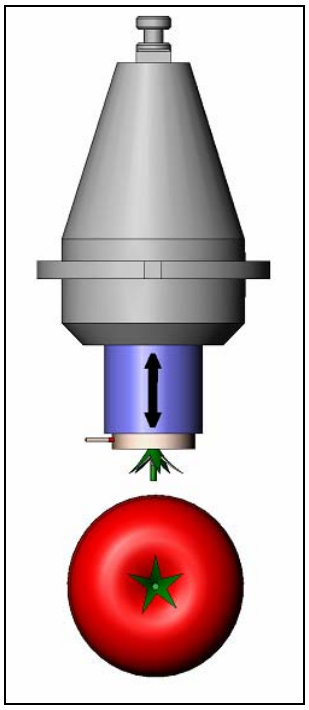
3.2.2.1. Kabuk Delinme Kuvvetinin Saptanması

Domateslerin kabuk delinme kuvvetinin ölçülebilmesi için iki yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemlerden birincisinde domates saplarının kabuk delinmesine sebep olması sebebi ile domates sapları ölçüm setinde zımba olarak kullanılmıştır. Bu yöntemde kabuk delinme kuvvetinin ölçülebilmesi için Bc 302 yük hücresi hazırlanan özel aparatı ile CNC freze tezgahına bağlanarak 100 mm/d' lık sabit hızda üzerine bağlanan domates sapı ile domates kabuğu delinene kadar meyveler üzerine dik olarak batırılmıştır (Şekil 3.25). Denemelerde her iki çeşit için de 10' ar domates ile delinme kuvveti ölçülmüştür (Chesson vd.1985). Ölçüm değerlerinin, 2 x 3 faktörlü bölünmüş parsel deneme desenine göre, Minitab 14 istatistiksel analiz programında varyans analizleri hesaplanmıştır. Domateslerin delinme testi yapılan üç bölgesinde, üçer delinme kuvveti ölçülmüş ve bu üç verinin ortalaması, ölçülen bölge için bir değer kabul edilmiştir.

Kabuk delinme kuvvetleri domateslerin sap çukuru, çiçek çukuru ve ekvatoral çap bölgeleri üzerinden ölçülmüştür (Şekil 3.24).

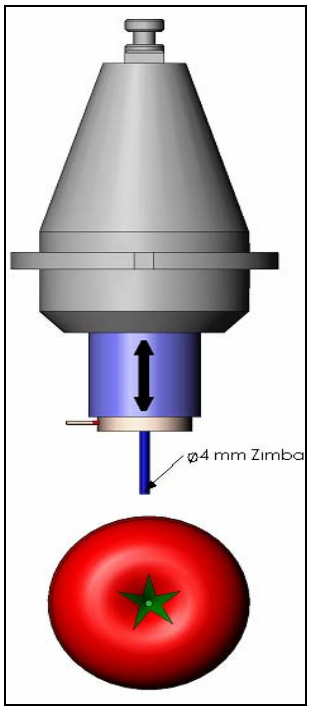


Şekil 3.24. Domates Kabuk Delinme Kuvvetinin Ölçüldüğü Bölgeler



Şekil 3.25. Domates Sapı Kullanılarak Kabuk Delinme Kuvvetinin Ölçülmesi

İkinci yöntemde ise domates sap çaplarına uygun olarak domates sapı yerine 4 mm çapında çelik zımba kullanılmıştır (Desmet vd. 2004, a), (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Domates Kabuk Delinme Kuvvetinin Zımba Kullanılarak Ölçülmesi

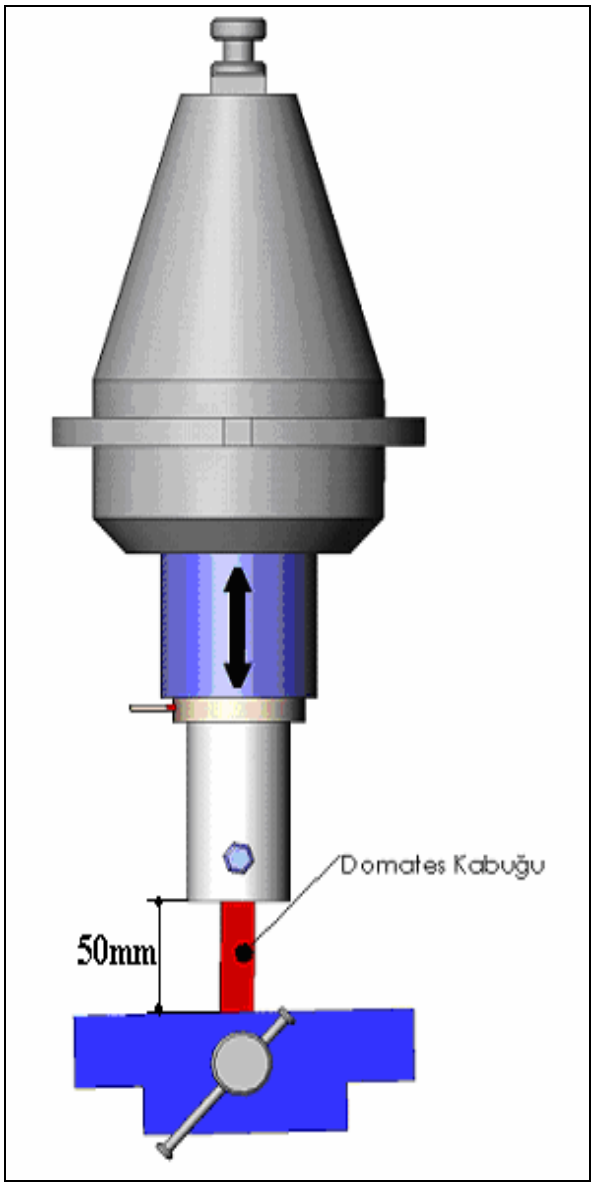
3.2.2.2. Domates Kabuk Kopma Kuvvetinin Saptanması

Domateslerin kabuk kopma kuvvetini saptamak için domates meyveleri üzerinden 10 mm genişliğinde ve 80 mm uzunluğunda domates kabukları kesilmiştir. Kabuklar domatesin sap kısmından başlayarak çiçek çukuruna doğru bir şablon yardımı ile domates üzerinden kesilerek kopma deneyine tabi tutulmuştur (Şekil 3.27).

Kopma deneyi için Bc 302 yük hücresine bağlanan özel olarak tasarlanan bir aparat kullanılmıştır. Domates kabukları üstten kabuk tutucu aparat ile yük hücresine ve alttan da mengene yardımıyla CNC freze tezgah tablasına bağlanmıştır. Daha sonra domates kabukları 100 mm/d' lık hızla çekilerek kopartılmış ve ölçüm değerleri veri toplama programı ile kayıt edilerek değerlendirilmiştir (Şekil 3.28). Ölçüm değerlerinin, tek faktörlü deneme desenine göre, Minitab 14 istatistiksel analiz programında varyans analizleri hesaplanmıştır. Denemeler her iki çeşit için 10' ar domatesten alınan kabuklarla yapılmıştır.



Şekil 3.27. Kabuk Kopma Deneyi İçin Kullanılan Kabuk Şablonu

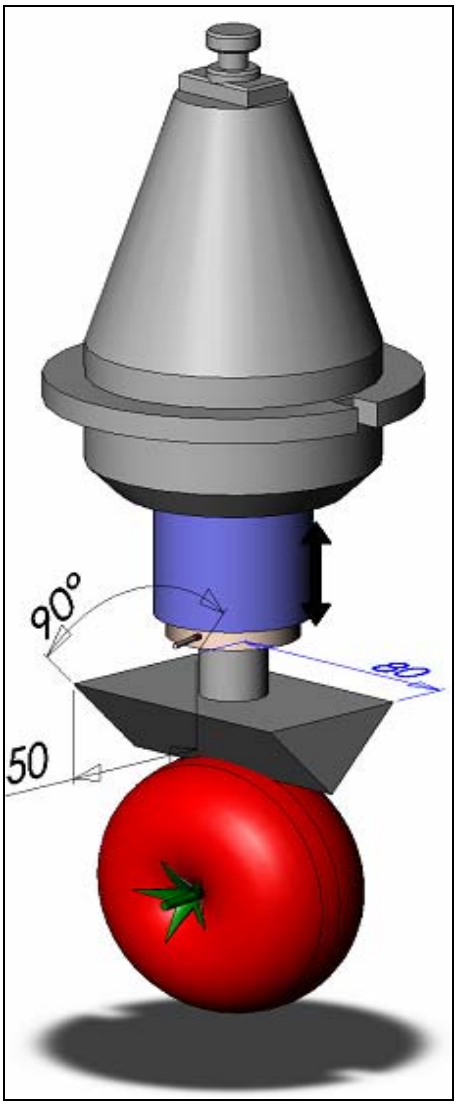


Şekil 3.28. Kabuk Kopma Deneyi

3.2.2.3. Domates Yarılma Kuvvetinin Saptanması

Çift sıralı domates kasalarında tahtaların keskin köşelerinden kaynaklanan domateslerde deformasyonlar meydana gelmektedir. Bu deformasyonlar domateslerin maruz kaldıkları kuvvetlere ve salınımlara bağlı olarak kabuk delinmeları ile birlikte derin ezilmelere kadar varabilmektedir. Çalışmamızda domates meyvelerinin keskin köşelerle temaslarındaki kabuk delinmeları ile birlikte meydana gelen derin ezilmeler yarılma olarak adlandırılmıştır. Denemelerde meyve kasalarının yan tahtaları arasındaki

keskin köşelerden kaynaklanan yarılmaların ölçülebilmesi için yarılma kuvveti ölçülmüştür. Bu yöntemde kabuk yarılma kuvvetinin ölçülebilmesi için Bc 302 yük hücresi CNC freze tezgahına bağlanarak 100 mm/d' lık sabit hızda üzerine bağlanan özel aparat ile domates yarılana kadar meyveler üzerine dik olarak bastırılmıştır (Şekil 3.29). Bu işlem sonucu oluşan kuvvet değerleri veri toplama programı tarafından kaydedilerek değerlendirilmiştir. Ölçüm değerlerinin, tek faktörlü deneme desenine göre, Minitab 14 istatistiksel analiz programında varyans analizleri hesaplanmıştır. Denemeler her iki çeşit için 10'ar domates ile yapılmıştır (Chesson vd.1985).



Şekil 3.29. Kabuk Yarılma Deneyi

3.2.3. Tek Sıra ve Çift Sıra Domates Kasalarındaki Doğrusal Kasa İçi Kuvvetlerin Ölçülmesi

Domateslerin taşınması esnasında maruz kaldıkları kasa içi kuvvetlerin saptanması için tasarlanan ölçüm topu kasa içersine yerleştirilerek kasa içi kuvvetler ölçülmüştür (Şekil 3.30).

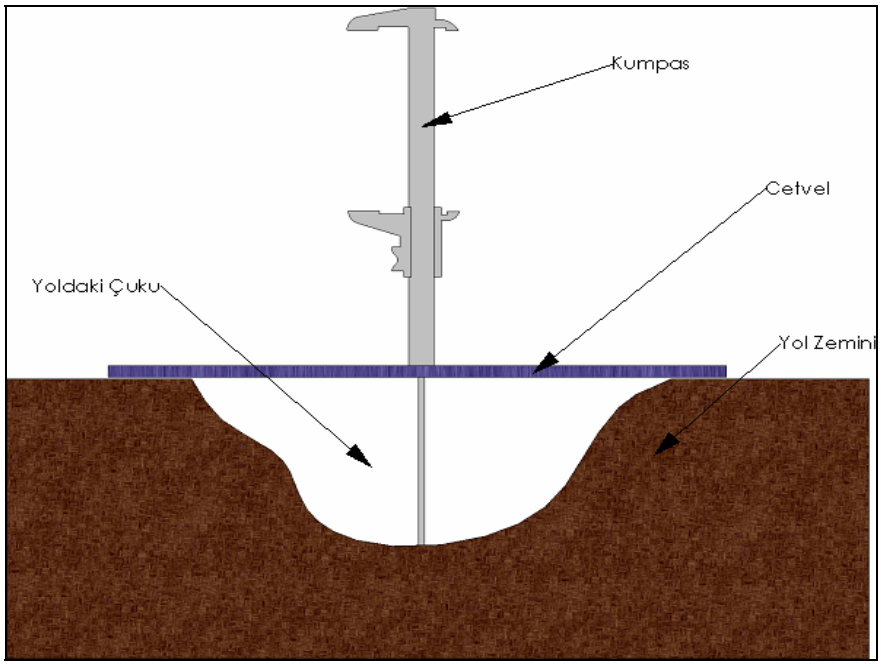


Şekil 3.30. Kasa İçi Kuvvetlerin Ölçülmesi

Ölçüm işlemi domates kasalarını üç farklı genlikte (20 mm, 40mm, 60 mm) sarsan özel olarak tasarlanıp imal edilen bir sarsıcı düzenek kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.31). Sarsıcı düzenekte kullanılan genlikler, Köseilyas köy yolundaki çukur ve tümseklerin ölçüleri dikkate alınarak belirlenmiştir (Şekil 3.32).

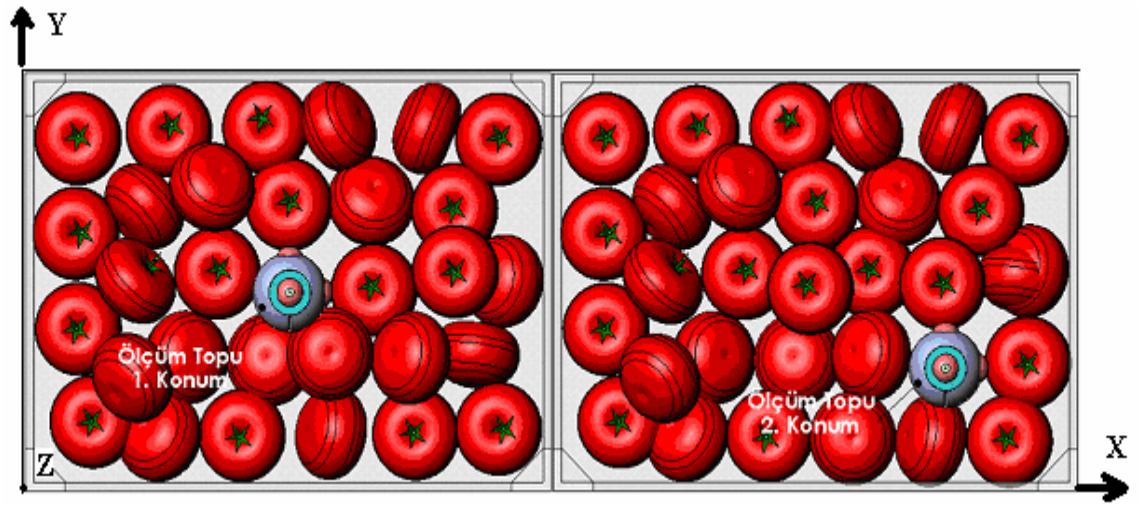


Şekil 3.31. Kasa Sarsıcı Düzeneği ve Çift Sıralı Domates Kasasının Düzenek Üzerindeki Konumu



Şekil 3.32. Sarsıcı Düzeneğin Genliklerinin Belirlenebilmesi İçin Yoldaki Çukurların Derinliğinin Ölçülmesi

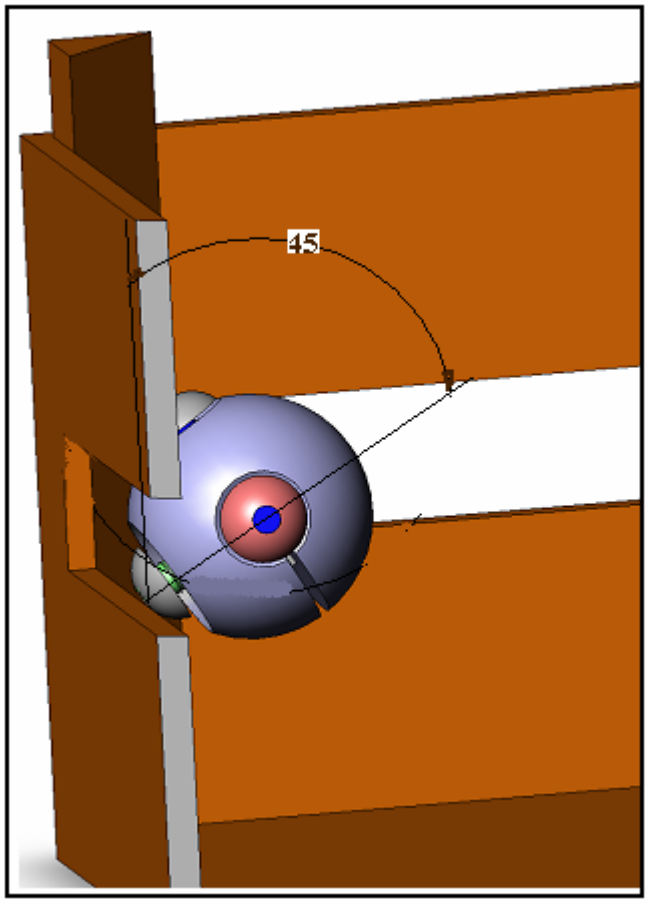
Ölçüm topu ile kasa içerisine orta ve köşe noktalar olmak üzere beş noktada ölçüm yapılmıştır. Denemeler esnasında köşe noktaları arasında dikkate değer bir fark gözlenmeyince ölçümler kasa orta noktası ve bir köşe olarak iki noktadan sürdürülmüştür. Şekil 3.33' de ölçüm topunun kasa içi yerleşim konumu ve ölçüm eksenleri gösterilmektedir. Çift sıralı domates kasalarında ölçüm topu ile alt domates sırası ve üst domates sırası olmak üzere dört noktada ölçüm yapılmıştır. Ölçümler her bir konum ve genlik için iki tekerrürün ortalamaları bir veri olacak şekilde değerlendirilmiştir. Toplam her bölge ve genlik için üçer veri 6'şar ölçümden elde edilmiştir. Ölçüm değerlerinin, 2 x 3 x 4 faktörlü deneme desenine göre, Minitab 14 istatistiksel analiz programında varyans analizleri hesaplanmıştır.



Şekil 3.33. Ölçüm Topunun Kasa İçerisine Yerleşim Konumları

Çift sıralı domates kasaları içersinde domates-kasa malzemesi keskin kenar temasından oluşan kuvvetleri ölçmek için de ölçüm topu kullanılmıştır. Ölçüm topu Şekil 3.34'de gösterilen şekilde kasa içerisine yerleştirilmiştir. Kasa malzemesi keskin kenarına 45^{o} açı ile yerleştirilen ölçüm topu verilen açı sayesinde keskin kenar üzerinde oluşan kuvvetleri ölçmüştür. Bu işlem sonucu oluşan kuvvet değerleri veri toplama programı tarafından kaydedilerek değerlendirilmiştir. Ölçüm değerlerinin, tek faktörlü deneme desenine göre, Minitab 14 istatistiksel analiz programında varyans analizleri hesaplanmıştır. Ölçümler 20 mm genlikte 10 tekerrürlü olarak alınmıştır. Sarsıcı düzeneğin diğer genliklerinde ölçüm topu konumu sürekli değişme eğilimi gösterdiği

için sağlıklı ölçümler yapılamamış ve bu nedenle denemede en düşük genlik olan 20 mm kullanılmıştır.



Şekil 3.34 Kasa Malzemelerinin Keskin Kenarlarında Oluşan Kuvvetlerin Ölçümünde Ölçüm Topunun Konumu

3.2.4. Varyans Analizleri

Çalışmada prototip ölçüm setinde kaydedilen ölçüm değerlerinin varyans analizleri Minitab 14 istatistiksel analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Varyans analiz tabloları ekler bölümünde sunulmuştur.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan varyans analiz sonuçları EKLER bölümünde verilmiştir.

4.1. Bilgisayar Destekli Ölçüm Setinin Kalibrasyon Değerleri

4.1.1. BC 301 ve BC 302 Yük Hücrelerinin Kalibrasyon Değerleri

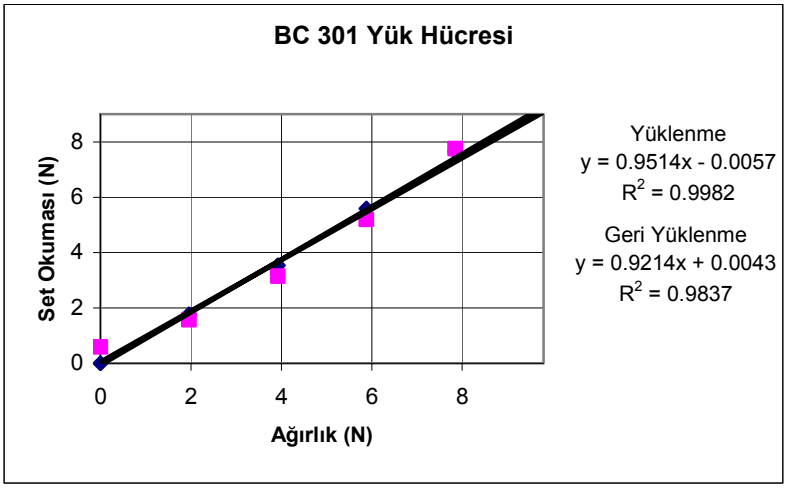
4.1.1.1. Değişken Yüklenme (Hysteresis) Değerleri

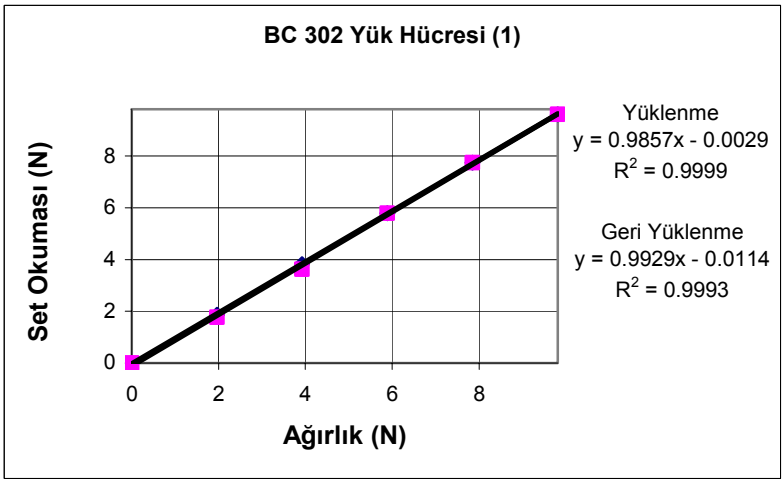
Ölçüm setinde kullanılan yük hücreleri kasa içerisindeki kuvvetleri ölçerken sürekli olarak değişken kuvvetlerin etkisinde kalmaktadır. Bu kuvvetler domates kasası içerisindeki domateslerin salınım düzeneği etkisiyle birbirlerine ve ölçüm topu üzerindeki yük hücrelerine teması ile oluşmaktadır. Yüklenme ve geri yüklenme şeklinde tanımlanan değişken yüklenmelerin her bir yük hücresi üzerindeki etkileri Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1'de açıklanmıştır.

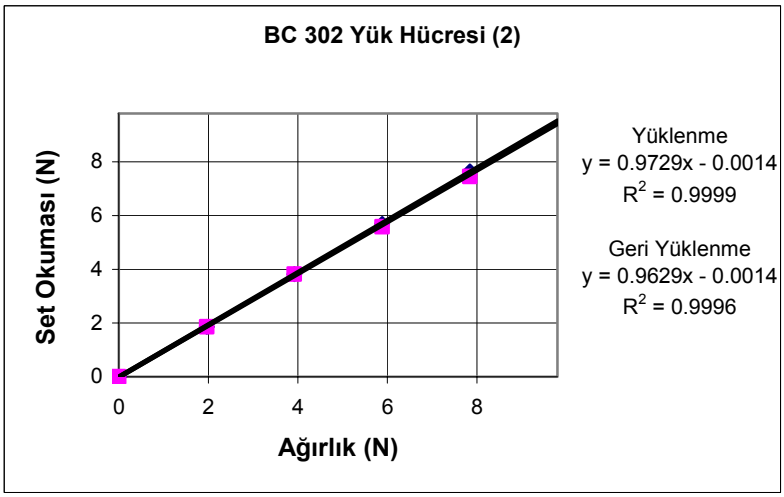
Çizelge 4.1. Değişken Yüklenme Değerleri, N

Ağırlık	Yüklenme			Geri Yüklenme		
(N)	Bc 301	Bc 302 (1)	Bc 302(2)	Bc 301	Bc 302	Bc 302(2)
0	0	0	0	0.59	0	0
1.96	1.77	1.86	1.86	1.57	1.77	1.86
3.92	3.53	3.82	3.82	3.14	3.63	3.82
5.88	5.59	5.79	5.69	5.20	5.79	5.59
7.85	7.65	7.75	7.65	7.75	7.75	7.45
9.81	9.12	9.61	9.51	9.12	9.61	9.51

Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1 incelendiğinde prototip ölçüm setinde kullanılan yük hücrelerinin yüklenme koşulları ile geri yüklenme koşullarındaki ağırlık etkisinin yaklaşık aynı değerlerde olduğu, her üç yük hücresinde de yüklenme ve geri yüklemeye ait regresyon eşitlikleri iyilik derecelerinin r^2 = 0.98 ile 0.99 gibi yüksek bir değerde olduğu saptanmıştır (Akıncı, 1994).







Şekil 4.1. Yük Hücrelerinin Değişken Yüklenme Etkileri

4.1.1.2. Tekrarlı Ölçüm Değerleri

Ölçüm setinde kullanılan yük hücrelerinin tekrarlı yükleme koşullarında ölçülen yük değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Tekrarlı ölçümlerde 9.80665 N (1 kg) yük kullanılmıştır.

Çizelge 4.2. Tekrarlı Yüklenme Değerleri

Tekrar Sayısı	Yüklenme Değeri (N)		
	Bc 301	Bc 302 (1)	Bc 302(2)
1	8.92 N	9.41 N	9.51 N
2	8.83 N	9.51 N	9.41 N
3	9.02 N	9.41 N	9.61 N
Ortalama	8.92	9.41	9.51
Standart Hata	0.06	0.03	0.06
VK,%	1.1	0.6	1.03

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi, üç tekrarlı olarak yapılan tekrarlı ölçüm denemelerinde ortalama yüklenme değerleri Bc 301 yük hücresinde 8.92 N, Bc 302 (1) yük hücresinde 9.41 N ve Bc 302 (2) yük hücresinde 9.51 N'dur. Her bir yük hücresi için standart hata değeri Bc 301 yük hücresinde 0.06, Bc 302 yük hücresinde 0.03 ve Bc 302(2) yük hücresinde 0.06 değerindedir. Varyasyon katsayısı değerleri ise, Bc 301 yük hücresinde %1.1, Bc 302 yük hücresinde %0.6 ve Bc 302(2) yük hücresinde %1.03'dür.

Yapılan tekrarlı ölçümlerde elde edilen yüklenme değerlerindeki farklılığın küçük olması, sistemin değişik zamanlarda ve farklı yüklenme koşullarında doğru ve güvenilir ölçümler yapabileceğini göstermektedir (Akıncı, 1994).

4.2. Domatesin Fiziko-Mekanik Özellikleri

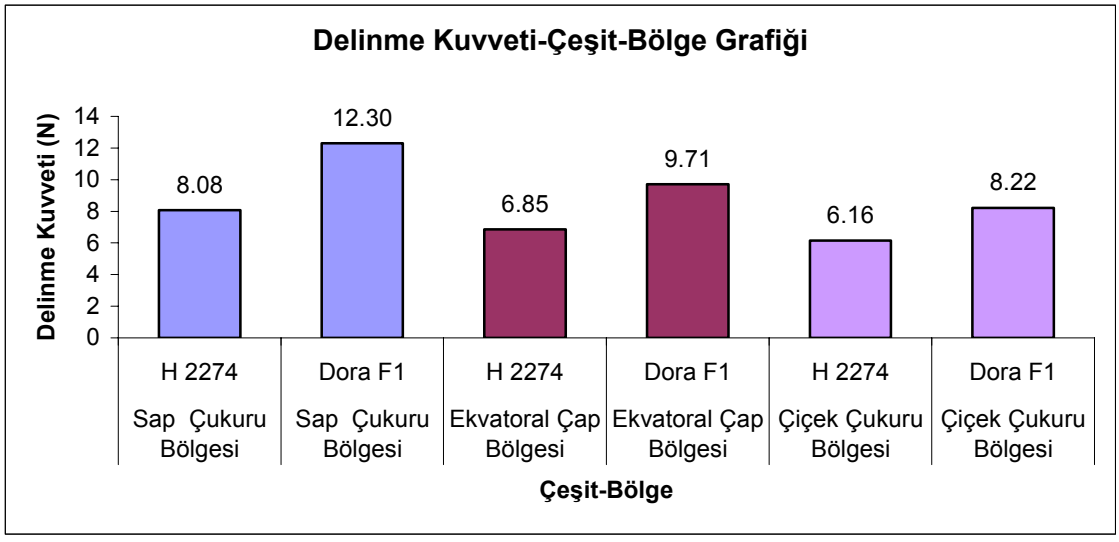
4.2.1. Kabuk Delinme Kuvveti

4.2.1.2. Domates Sapı Kullanılarak Ölçülen Kabuk Delinme Kuvveti

Domates sapı kullanılarak ölçülen kabuk delinme kuvvetlerine ilişkin değerler Çizelge 4.3'de verilmiştir. Şekil 4.2'de H 2274 ve Dora F_1 domates çeşitlerinin meyve bölgelerine göre ortalama kabuk delinme kuvvetleri görülmektedir.

Çizelge 4.3. Domates Sapı Kullanılarak Ölçülen Kabuk Delinme Kuvveti Değerleri

		Delinme Kuvveti (N)				
Bölge	**Domates Çeşidi**	**Min.**	**Mak.**	**Ort.**	**SD**	**VK (%)**
Sap Çukuru Bölgesi	H 2274	6.08	10.20	8.08	1.20	14.87
	Dora F1	9.61	16.28	12.30	2.68	21.82
Ekvatoral Çap Bölgesi	H 2274	4.31	8.04	6.85	1.19	17.34
	Dora F1	7.06	13.73	9.71	2.15	22.16
Çiçek Çukuru Bölgesi	H 2274	3.92	8.83	6.16	1.48	23.97
	Dora F1	5.88	11.77	8.22	1.54	18.76



Şekil 4.2. H 2274 ve Dora F_1 Domates Çeşitlerinin Farklı Meyve Bölgelerine Göre Ortalama Kabuk Delinme Kuvvetleri

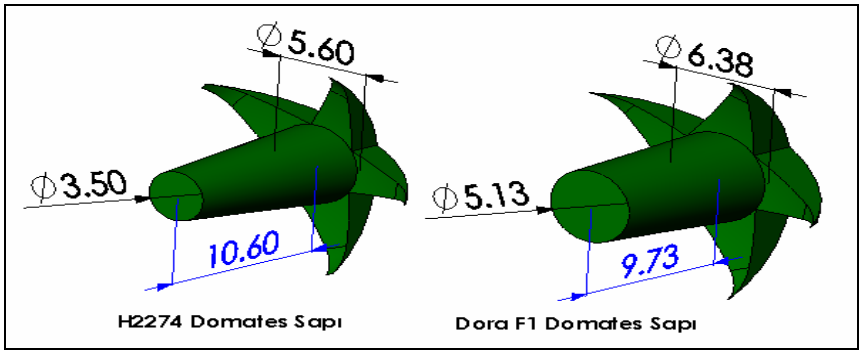
Yapılan varyans analizi sonucunda iki domates çeşidi arasında sap çukuru bölgesi (F = 20.20**), ekvatoral çap bölgesi (F = 15.12**) ve çiçek çukuru bölgesindeki (F = 9.65*) kabuk delinme kuvvetleri bakımından istatistiki olarak önemli fark olduğu gözlenmiştir. Domates sapı kullanılarak yapılan kabuk delinme ölçümlerinin varyans analiz tabloları Ek-A'da sunulmuştur.

Domates sapı kullanılarak yapılan kabuk delinme deneylerinde ölçülen kabuk delinme kuvvetleri incelendiğinde Dora F_1 domates çeşidinin H 2274 domates çeşidine göre fiziko-mekanik etkilere karşı daha dayanıklı bir çeşit olduğu görülmektedir.

Domates bölgeleri incelendiğinde, iki çeşit için de delinme deformasyonuna en hassas bölgenin çiçek çukuru bölgesi, en dayanıklı bölgenin ise sap çukuru bölgesi olduğu saptanmıştır.

Dora F_1 domates çeşidinin sap çapı H 2274 çeşidine göre daha büyüktür. Dora F_1' in sap uç yüzey alanının daha büyük olması, kabuk delinme kuvvetinin artması ve kabuk delinme kayıplarının azalmasına neden olmaktadır.

Denemelerde kullanılan domates saplarının ortalama ölçüleri Şekil 4.3'de görülmektedir.



Şekil 4.3. Denemelerde Kullanılan Domates Çeşitlerinin Ortalama Sap Ölçüleri (mm)

Denemeler esnasında 27 C^o oda sıcaklığında 24 saat bekletilen domates saplarında nem kaybından kaynaklanan ortalama 1mm çap küçülmeleri gözlenmiştir. Nem kaybı ile çapı küçülen domates saplarının aynı zamanda sertlikleri de artmaktadır. Bu durum sapların zımba etkisinin hasat sonrası geçen süreye bağlı olarak artmasına neden olmaktadır.

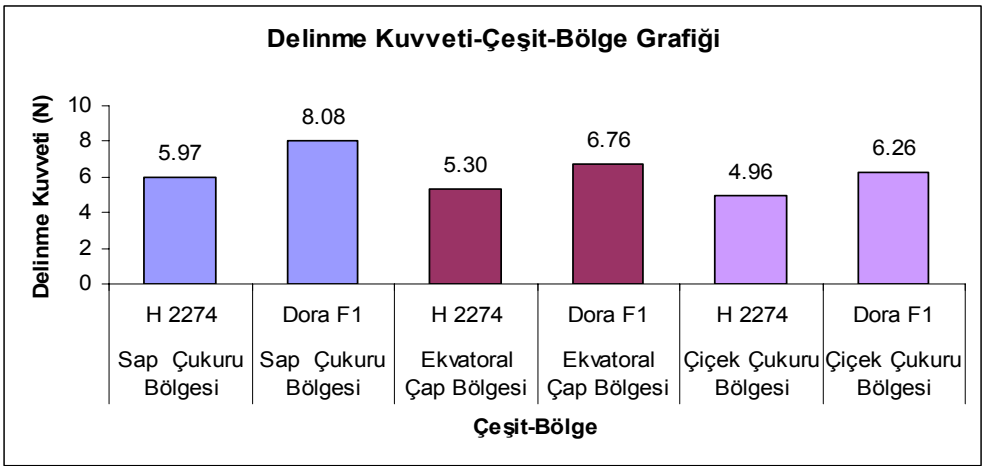
4.2.1.3. Zımba Kullanılarak Ölçülen Kabuk Delinme Kuvveti

Domateslerin zımba kullanılarak ölçülen kabuk yırtılma kuvvetine ilişkin değerler Çizelge 4.4'de verilmiştir. Şekil 4.4'de zımba kullanılarak yapılan H 2274 ve Dora F_1 domates çeşitlerinin meyve bölgelerine göre ortalama kabuk delinme kuvvetleri görülmektedir.

Yapılan varyans analizi sonucunda iki domates çeşidi arasında sap çukuru bölgesi ($F = 55.22^{**}$), ekvatoral çap bölgesi ($F = 13.23^{**}$) ve çiçek çukuru bölgesindeki ($F = 7.21^{*}$) kabuk delinme kuvvetleri bakımından istatistiki olarak önemli fark olduğu gözlenmiştir. Zımba kullanılarak yapılan kabuk delinme ölçümlerinin varyans analiz tabloları Ek-B' de sunulmuştur.

Çizelge 4.4. Domateslerin Farklı Bölgelerindeki Kabuk Delinme Kuvveti Değerleri

Delinme Kuvveti (N)						
Bölge	**Domates Çeşidi**	**Min.**	**Mak.**	**Ort.**	**SD**	**VK(%)**
Sap Bölgesi	H 2274	4.61	6.86	5.97	0.72	12.09
	Dora F1	6.96	9.61	8.08	0.83	10.25
Ekvatoral Çap Bölgesi	H 2274	3.24	6.37	5.30	1.04	19.58
	Dora F1	5.69	8.63	6.76	0.86	12.79
Çiçek Bölgesi	H 2274	3.04	6.18	4.96	1.12	22.47
	Dora F1	5.20	8.04	6.26	0.91	14.56



Şekil 4.4. H 2274 ve Dora F_1 Domates Çeşitlerinin Meyve Bölgelerine Göre Ortalama Kabuk Delinme Kuvvetleri

4.2.1.4. Kabuk Kopma Kuvveti

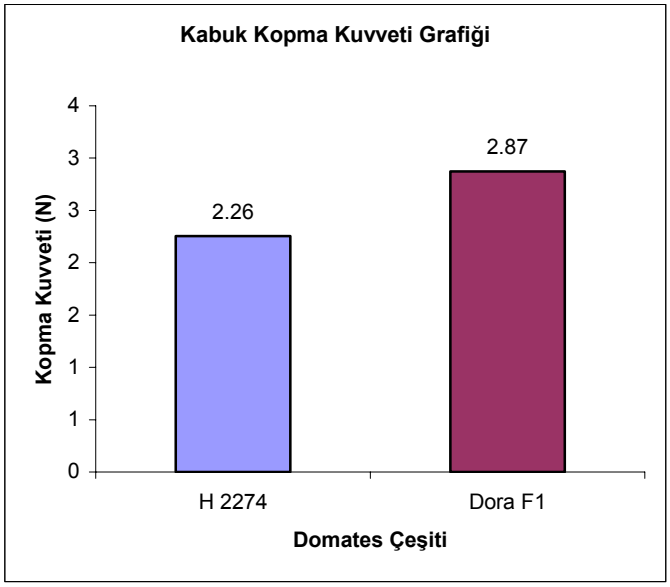
Denemelerde kullanılan domates çeşitlerinin fiziko-mekanik özelliklerinden kabuk kopma kuvvetleri ölçülmüştür. Domates çeşitlerinin kabuk kopma kuvvetleri Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. H 2274 ve Dora F_1 Domates Çeşitlerinin Kabuk Kopma Kuvvetleri

	Domates Çeşidi	**Min.**	**Mak.**	**Ort.**	**SD**	**VK(%)**
Kopma Kuvveti (N)	H 2274	1.57	2.94	2.26	0.45	20.06
	Dora F1	2.26	3.82	2.87	0.42	14.52

Kabuk kopma denemelerinde Dora F_1 domates çeşidinin kabuk kopma kuvvetinin H 2274 domates çeşidine göre daha büyük olduğu saptanmıştır. Yapılan varyans analizi sonucunda iki domates çeşidi arasında kabuk kopma kuvvetleri ($F = 8.07^{*}$) bakımından istatistiki olarak önemli farklılık bulunmuştur. Kabuk kopma kuvveti ölçümlerinin varyans analiz tabloları Ek-C1'de sunulmuştur.

Şekil 4.5'de H 2274 ve Dora F_1 domates çeşitlerinin ortalama, minimum ve maksimum kabuk kopma kuvveti değerleri grafik olarak sunulmuştur.



Şekil 4.5. H 2274 ve Dora F_1 Domates Çeşitlerinin Kabuk Kopma Kuvvetleri

4.2.1.5. Yarılma Kuvveti

H 2274 ve Dora F_1 domates çeşitlerinin yarılma özellikleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

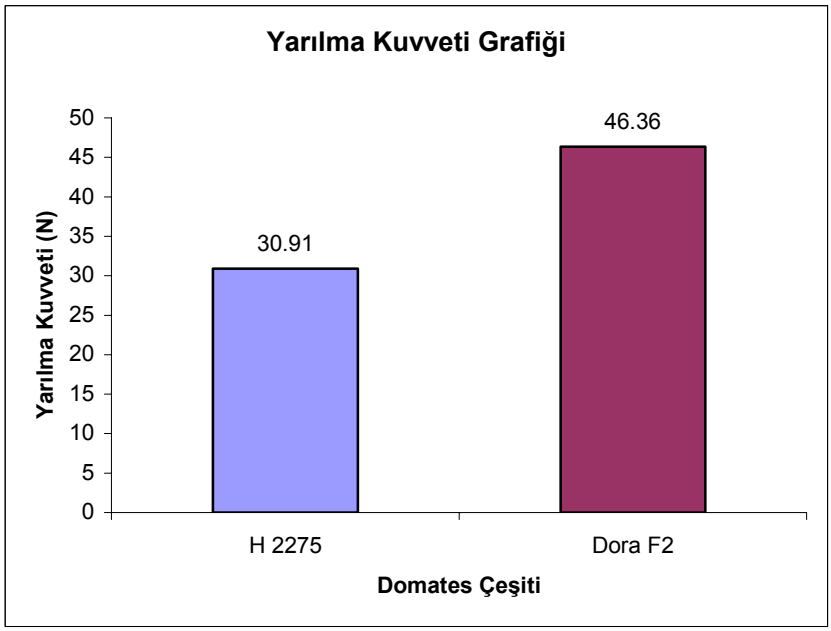
Çizelge 4.6. H 2274 ve Dora F_1 Domates Çeşitlerinin Yarılma Kuvvetleri

	Domates Çeşidi	Min.	Max.	Ort.	SD	VK(%)
Yarılma Kuvveti (N)	H 2275	23.63	46.88	30.91	8.11	26.23
	Dora F2	39.32	55.41	46.36	5.39	11.62

Dora F_1 domates çeşidi için ortalama 46.36 N'luk bir yarılma kuvveti saptanırken H 2274 domates çeşidi için ortalama 30.91 N yarılma kuvveti saptanmıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda iki domates çeşidi arasında yarılma kuvvetleri bakımından istatistiki olarak önemli farklılık bulunmuştur($F = 19.47^{**}$). Yarılma kuvveti ölçümlerinin varyans analiz tabloları Ek-C2'de sunulmuştur.

Şekil 4.6'da H 2274 ve Dora F_1 domates çeşitlerinin ortalama yarılma kuvvet değerleri görülmektedir.



Şekil 4.6. H 2274 ve Dora F_1 Domates Çeşitlerinin Ortalama Yarılma Kuvvetleri

4.3. Domates Kasası Doğrusal İç Kuvvetler

4.3.1. Domates Kasa Malzemesi Keskin Kenarlarında Oluşan Kuvvetler

Domateslerin taşınmaları esnasında çift sıralı kasaların yan tahtalarının arasındaki boşluklara temas eden domateslerde derin ezilme ve yarılmalar saptanmıştır. Kasa malzemelerinin keskin kenarlarından kaynaklanan meyve zedelenmelerinin tespiti için kasa malzemelerinin keskin kenarlarında oluşan kuvvetler ölçülmüştür. Çizelge 4.7'de kasa malzemesi keskin kenarlarında oluşan kuvvetler görülmektedir.

Çizelge 4.7. Kasa Malzemesi Keskin Kenarlarında Oluşan Kuvvetler (N)

	Genlik (mm)	Ort.	Min.	Mak.	SD	VK(%)
Keskin Kenarlarda Oluşan Kuvvet (N)	20	8.04	5.10	11.77	2.16	26.72

Kasa malzemesi keskin kenarlarında oluşan kuvvetler 20 mm genlik için ortalama 8.04 N saptanmıştır. Domateslerin yarılma kuvvetlerine baktığımızda yarılma kuvvetlerinin daha büyük değerlerde olduğu görülmektedir. Domateslerde salınım düzeneğindeki salınım süresi uzatıldıkça kasa malzemeleri keskin kenarlarında saptanan yarılma ve ezilmelerin arttığı gözlenmiştir. Bu saptama ile domates meyvelerinin maruz kaldığı kuvvetlerin büyüklüğü küçük olsa da kuvvetlerin uygulanma süresi arttıkça meyveler üzerindeki zedelenme etkilerinin artmakta olduğu gözlenmiştir.

4.3.2. Tek Sıralı Kasa Kuvvetleri

Tek sıralı kasa için ölçülen eksenel kuvvetler Çizelge 4.8'de verilmiştir. Domatesler tek sıralı yerleştirildiği için Z ekseninde veri kaydedilmemiştir. Veriler salınım düzeneğinin üç genliğinin (20 mm, 40mm, 60 mm) oluşturduğu doğrusal kuvvetlerin ortalama değerleri olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.8.Tek Sıralı Kasa Eksenel Kuvvetleri

Kasa Tipi ve Konum		X Eksen Kuvveti (N)	Y Eksen Kuvveti (N)
Tek Sıralı Kasa Orta	Min	3.33	2.65
	Mak.	5.00	3.92
	Ort	3.82	3.14
Tek Sıralı Kasa Köşe	Min	1.77	1.37
	Mak.	2.16	2.75
	Ort	2.26	2.16

4.3.3. Çift Sıralı Kasa Kuvvetleri

Domates çeşitlerinin kasa içi kuvvetlere etkisini saptamak için H 2274 ve Dora F_1 domates çeşitleri iki sıralı kasa içerisinde ayrı ayrı üç farklı genlik ve dört farklı konumda salınım düzeneği ile salınıma maruz bırakılmıştır. Domates çeşitlerinin salınım genlikleri ve kasa içi konumlara bağlı özellikler Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da verilmiştir.

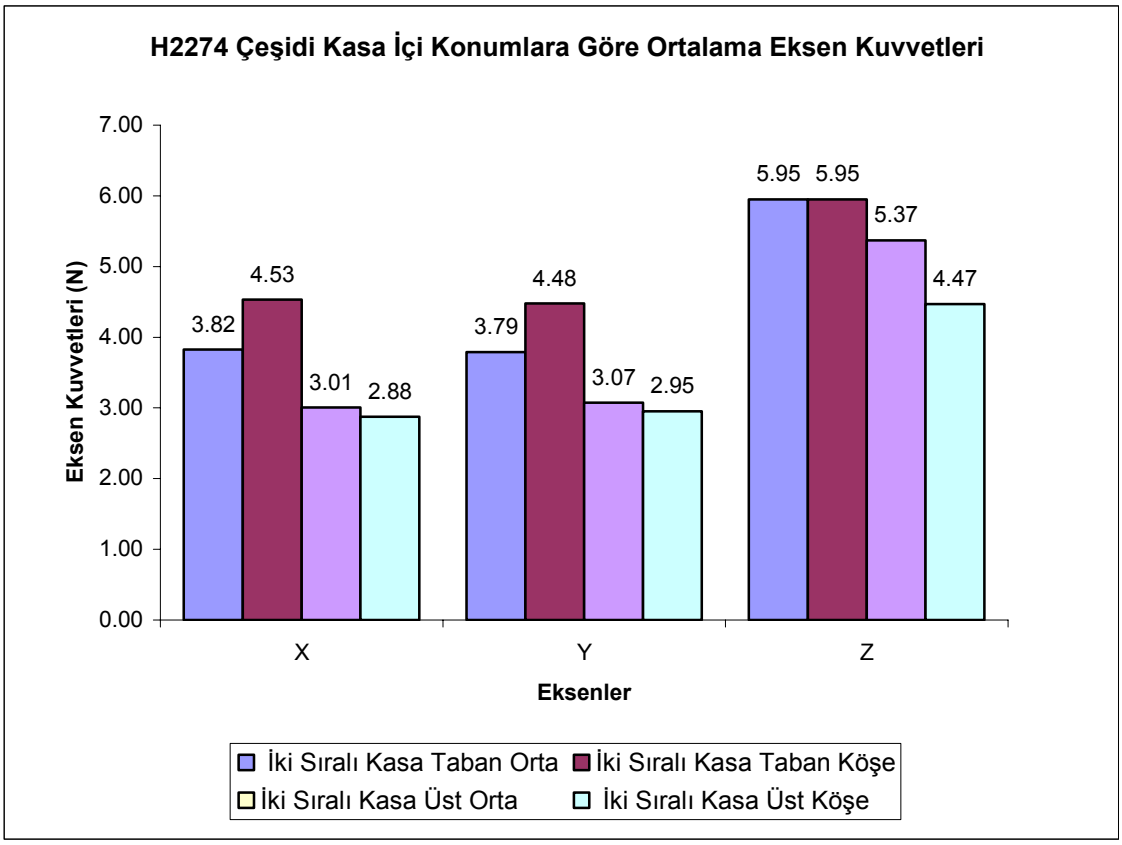
Kasa içerisinde X, Y, Z eksenlerinde oluşan kuvvetlerin varyans analizleri yapılmıştır. Yapılan varyans analizleri sonucunda X ekseninde çeşit ($F = 36.65^{**}$), genlik ($F = 149.65^{**}$) ve kasa içi konum ($F = 12.29^{**}$) kuvvetleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Y ekseninde çeşit ($F = 27.26^{**}$), genlik ($F = 181.09^{**}$) ve kasa içi konum ($F = 20.68^{**}$) kuvvetleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Z ekseninde çeşit ($F = 26.12^{**}$), genlik ($F = 92.28^{**}$) ve kasa içi konum ($F = 11.77^{**}$) kuvvetleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Kasa içi doğrusal iç kuvvetlerin eksenlere bağlı kuvvet ölçümlerinin varyans analiz tabloları Ek-D1, Ek-D2, Ek-D3'de sunulmuştur.

Çizelge 4.9. H 2274 Domates Çeşidinin Genlik ve Konuma Bağlı Eksenel Kuvvet Verileri

Çeşit	H 2274						
Eksen	**Konum**	**Genlik**	**Ort.**	**Min.**	**Max.**	**SD**	**VK(%)**
X	İki Sıralı Kasa Taban Orta	10	2.42	2.16	2.75	0.30	12.39
		20	3.86	3.63	4.12	0.25	6.40
		30	5.20	4.71	5.69	0.49	9.43
			3.82	**2.16**	**5.69**	**1.24**	**32.51**
Y		10	2.52	2.45	2.65	0.11	4.50
		20	3.46	3.24	3.63	0.20	5.89
		30	5.39	5.30	5.59	0.17	3.15
			3.79	**2.45**	**5.59**	**1.27**	**33.70**
Z		10	4.54	4.22	4.81	0.30	6.59
		20	5.59	5.49	5.69	0.10	1.75
		30	7.71	7.26	8.14	0.44	5.73
			5.95	**4.22**	**8.14**	**1.42**	**23.96**
X	İki Sıralı Kasa Taban Köşe	10	2.94	2.55	3.24	0.35	12.02
		20	4.87	4.71	5.20	0.28	5.81
		30	5.79	5.20	6.47	0.64	11.11
			4.53	**2.55**	**6.47**	**1.31**	**29.06**
Y		10	2.68	2.45	2.94	0.25	9.21
		20	4.64	3.53	5.30	0.97	20.84
		30	6.11	5.69	6.67	0.50	8.23
			4.48	**2.45**	**6.67**	**1.59**	**35.56**
Z		10	4.71	4.31	5.10	0.39	8.33
		20	6.05	5.69	6.47	0.40	6.55
		30	7.09	6.47	7.75	0.64	9
			5.95	**4.31**	**7.75**	**1.12**	**18.81**
X	İki Sıralı Kasa Üst Orta	10	1.80	1.57	2.06	0.25	13.73
		20	2.39	2.06	2.75	0.34	14.43
		30	4.84	4.61	5.10	0.25	5.1
			3.01	**1.57**	**5.10**	**1.41**	**47.14**
Y		10	1.93	1.67	2.16	0.25	12.80
		20	2.62	2.26	2.94	0.34	13.17
		30	4.67	4.02	5.20	0.60	12.82
			3.07	**1.67**	**5.20**	**1.29**	**42.01**
Z		10	3.66	3.04	4.31	0.64	17.43
		20	5.33	5.00	5.79	0.41	7.66
		30	7.13	6.96	7.35	0.20	2.86
			5.37	**3.04**	**7.35**	**1.55**	**28.88**
X	İki Sıralı Kasa Üst Köşe	10	1.83	1.67	2.16	0.28	15.46
		20	2.26	2.06	2.55	0.26	11.5
		30	4.54	4.02	5.30	0.67	14.69
			2.88	**1.67**	**5.30**	**1.32**	**45.93**
Y		10	1.80	1.57	2.06	0.25	13.73
		20	2.55	2.16	3.04	0.45	17.63
		30	4.51	3.92	5.00	0.55	12.1
			2.95	**1.57**	**5.00**	**1.21**	**43.00**
Z		10	3.63	3.24	4.22	0.52	14.30
		20	3.43	3.14	3.82	0.35	10.30
		30	6.34	6.18	6.47	0.15	2.36
			4.47	**3.14**	**6.47**	**1.44**	**32.34**

Şekil 4.7'de H 2274 domates çeşidinin kasa içi konumlara göre ortalama, eksen kuvvetleri görülmektedir.

Yapılan kasa içi ölçümlerde H 2274 için en yüksek X eksen kuvveti iki sıralı kasa taban köşe konumunda ölçülmüştür. Y ekseninde ölçülen en büyük kuvvet değeri de yine iki sıralı kasa taban köşe konumunda ölçülmüştür. Z ekseninde ölçülen en büyük kuvvetler ise iki sıralı kasa taban köşe ve taban orta konumlarında ölçülmüştür.



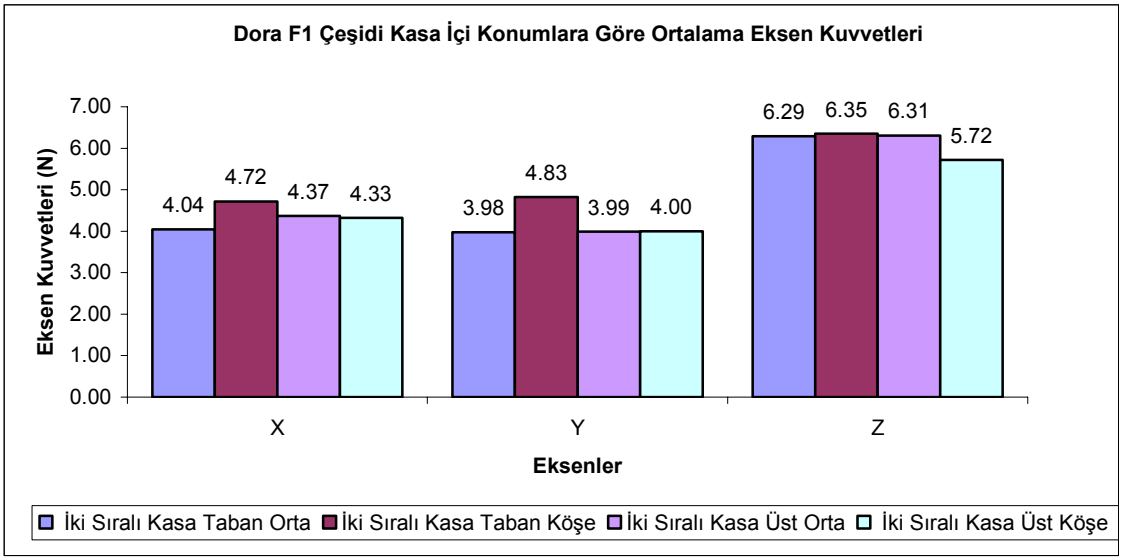
Şekil 4.7. H 2274 Domates Çeşidinin Kasa İçi Konumlara Göre Ortalama Eksen Kuvvetleri

Çizelge 4.10. Dora F_1 Domates Çeşidinin Genlik ve Konuma Bağlı Eksenel Kuvvet Verileri

Çeşit	Dora F1						
Eksen	**Konum**	**Genlik**	**Ort.**	**Min.**	**Max.**	**SD**	**VK(%)**
X	İki Sıralı Kasa Taban Orta	10	2.52	2.16	2.94	0.40	15.75
		20	4.02	3.92	4.12	0.10	2.44
		30	5.59	5.30	5.98	0.35	6.33
			4.04	**2.16**	**5.98**	**1.36**	**33.59**
Y		10	2.71	2.55	2.84	0.15	5.52
		20	3.79	3.33	4.31	0.49	13.02
		30	5.43	5.20	5.69	0.25	4.55
			3.98	**2.55**	**5.69**	**1.22**	**30.60**
Z		10	5.20	4.90	5.39	0.26	4.99
		20	6.15	5.88	6.37	0.25	4.02
		30	7.52	6.96	8.24	0.65	8.68
			6.29	**4.90**	**8.24**	**1.08**	**17.13**
X	İki Sıralı Kasa Taban Köşe	10	3.01	2.84	3.33	0.28	9.41
		20	4.87	4.22	5.30	0.57	11.80
		30	6.28	6.08	6.37	0.17	2.71
			4.72	**2.84**	**6.37**	**1.13**	**30.91**
Y		10	2.94	2.45	3.53	0.55	18.56
		20	5.13	5.00	5.39	0.23	4.41
		30	6.41	5.88	6.77	0.46	7.23
			4.83	**2.45**	**6.77**	**1.56**	**32.39**
Z		10	5.39	5.20	5.59	0.20	3.64
		20	6.37	5.79	6.77	0.52	8.14
		30	7.29	7.16	7.45	0.15	2.05
			6.35	**5.20**	**7.45**	**0.87**	**13.69**
X	İki Sıralı Kasa Üst Orta	10	3.24	3.14	3.33	0.10	3.03
		20	4.15	3.92	4.31	0.20	4.92
		30	5.72	5.20	6.57	0.74	12.98
			4.37	**3.14**	**6.57**	**1.10**	**26.44**
Y		10	2.97	2.84	3.04	0.11	3.81
		20	3.53	3.24	3.82	0.29	8.33
		30	5.46	5.00	5.79	0.41	7.48
			3.99	**2.84**	**5.79**	**1.16**	**29.04**
Z		10	5.33	5.00	5.79	0.41	7.66
		20	6.11	5.79	6.57	0.41	6.68
		30	7.49	6.77	8.14	0.69	9.20
			6.31	**5.00**	**8.14**	**1.05**	**16.60**
X	İki Sıralı Kasa Üst Köşe	10	3.17	2.45	4.22	0.93	29.23
		20	4.45	4.02	5.00	0.50	11.32
		30	5.36	5.10	5.59	0.25	4.60
			4.33	**2.45**	**5.59**	**1.10**	**25.33**
Y		10	3.14	2.84	3.43	0.29	9.38
		20	4.05	3.53	4.51	0.49	12.18
		30	4.81	4.51	5.10	0.29	6.12
			4.00	**2.84**	**5.10**	**0.79**	**19.80**
Z		10	5.20	4.41	5.69	0.69	13.21
		20	5.95	5.59	6.37	0.40	6.66
		30	6.01	5.30	6.67	0.69	11.45
			5.72	**4.41**	**6.67**	**0.66**	**11.47**

Şekil 4.8'de Dora F_1 domates çeşidinin kasa içi konumlara göre ortalama, eksen kuvvetleri görülmektedir.

Yapılan kasa içi ölçümlerde Dora F_1 için en yüksek X, Y, Z eksen kuvvetleri iki sıralı kasa taban köşe konumunda ölçülmüştür.

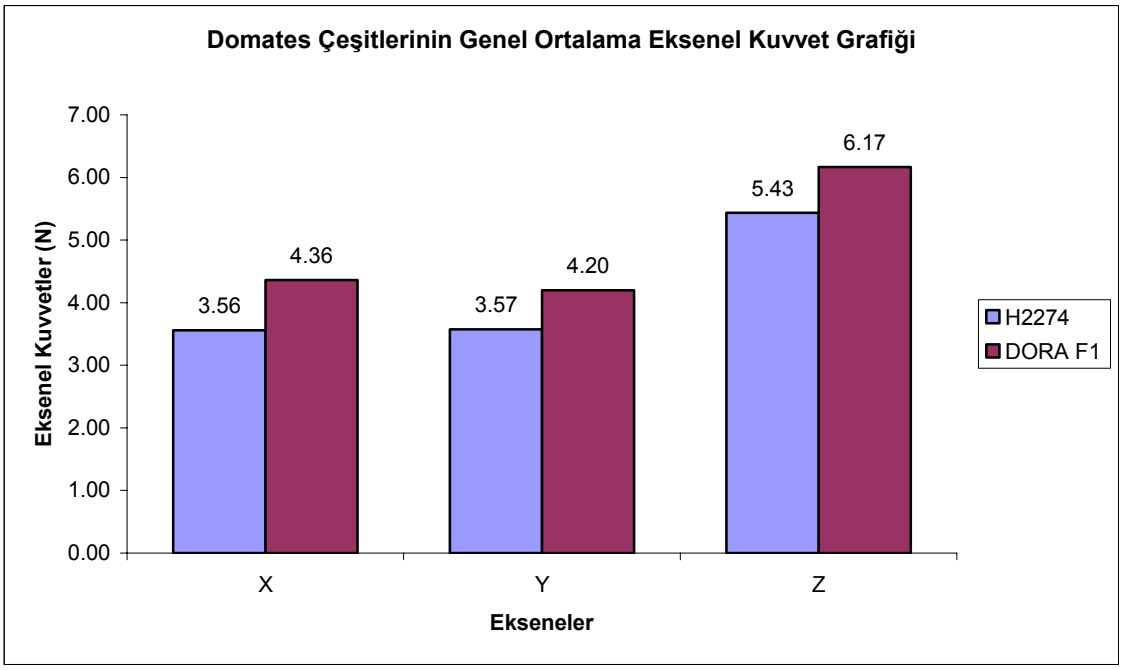


Şekil 4.8. Dora F_1 Domates Çeşidinin Kasa İçi Konumlara Göre Ortalama Eksen Kuvvetleri

Domates çeşitlerine göre konum ve genliğe bakılmaksızın ortalama eksen kuvvetleri Çizelge 4.11 ve Şekil 4.9'da verilmiştir. Genel eksen kuvvetlerine bakıldığında Dora F_1 domates çeşidinde kasa içerisinde daha büyük eksen kuvvetleri ölçülmüştür. Bu durum Dora F_1 domates çeşidinin genel özelliklerinde belirtildiği üzere ortalama ağırlıklarının ve genel boyutlarının H 2274 domates çeşidine göre daha büyük olmasından kaynaklanmaktadır. Domates çeşitlerinin kabuk delinme, kopma ve yarılma özellikleri incelendiğinde Dora F_1 domates çeşidinin fiziko-mekanik kuvvetlere daha dirençli ve daha sert bir meyveye sahip olduğu saptanmıştır. Özellikle meyve büyüklüğü ve sertliğinin yüksek olması nedeni ile Dora F_1 domates çeşidi üzerine gelen kuvvetleri daha az sönümlemekte ve diğer meyvelere H 2274'e göre daha büyük oranda iletmektedir. Dora F_1'in bu özelliklerinden dolayı ölçülen kasa içi eksenel kuvvet değerleri H 2274'e göre daha büyük değerde ölçülmüştür.

Çizelge 4.11. H 2274 ve Dora F_1 Domates Çeşitlerinin Kasa İçi Konumlara ve Genliklere Bakılmaksızın Ortalama Eksen Kuvvetleri

	H2274			DORA F_1		
Kasa İçi Konum	$X_{ort.}$	$Y_{ort.}$	$Z_{ort.}$	$X_{ort.}$	$Y_{ort.}$	$Z_{ort.}$
İki Sıralı Kasa Taban Orta	3.82	3.79	5.95	4.04	3.98	6.29
İki Sıralı Kasa Taban Köşe	4.53	4.48	5.95	4.72	4.83	6.35
İki Sıralı Kasa Üst Orta	3.01	3.07	5.37	4.37	3.99	6.31
İki Sıralı Kasa Üst Köşe	2.88	2.95	4.47	4.33	4.00	5.72



Şekil 4.9.H 2274 ve Dora F_1 Domates Çeşitlerinin Kasa İçi Konumlara ve Genliklere Bakılmaksızın Ortalama Eksen Kuvvetleri

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Biyolojik malzemenin teknik özelliklerinin dikkate alınmaması durumunda zedelenme ve zedelenme kayıpları ortaya çıkmaktadır. Zedelenme kayıplarının temel ilkesi, zarar önleme maliyeti ile zarar maliyetinin ararsındaki ilişkinin karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Zedelenme miktarı, enerji absorpsiyon miktarının bir fonksiyonudur. Hasar ve absorpsiyonu arasındaki ilişki zarar tahmini için bir yöntem teşkil etmektedir (Schoorl ve Hold, 1983).

Mekanik zedelenmeler, materyalin hasadında, harmanlanmasında, taşınmasında ve el ile yapılan işlemler gibi bir seri uygulama sırasında oluşmaktadır. Zedelenme, özellikle meyvelerde zedelenen bölgelere mantarların, hastalık ve zararlıların bulaşarak zarar vermesi sonucu ürün kalitesi ile ürün değerini düşürmekte ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır(Sıtkei,1986).

Araştırmada çift sıralı domates kasalarında domates sapından kaynaklanan kabuk delinme deformasyonlarının tek sıralı domates kasasına göre daha çok gözlenmesi, oluşan doğrusal kasa içi kuvvetlerin, çift sıralı kasada daha büyük olmasından kaynaklanmaktadır. Domateslerin kasa içersinde maruz kaldıkları kuvvet ve süreye bağlı olarak, fiziko-mekanik dayanımları azalmaktadır. Uygulanan mekanik kuvvetlerin süresi arttıkça, domates-sap çarpışmaları sonucu delinme deformasyonları artmaktadır. Özellikle kasa içerisindeki domateslerin ikinci ve üçüncü katlarında meyveler, maruz kalınan fiziko-mekanik kuvvetlere bağlı olarak, daha serbest hareket edebilmekte ve bu da meyve-sap çarpışma olasılığını arttırmaktadır. Bu nedenle kasa içersine domatesler yerleştirilirken kasa tabanına dizilen ilk kat domateslerin sap kısımları aşağıya bakacak şekilde dizilmesi, ikinci kat domateslerin sapları yukarıya doğru bakacak şekilde dizilmesi ve daha sonra araya 1-4 mm lik ince bir strafor yayılarak üçüncü katın kasa içersine dizilmesi ile bu zararlar önlenebilir. Üçüncü kat domatesler dizildikten sonra tekrar kasanın üzeri bir file ile kaplanarak en üst domates sırasındaki gelen kuvvetlerle oluşacak serbest hareket alanı azaltılmalıdır.

Araştırmada domatesin taşınması sırasında ilk kayıpların domates saplarından kaynaklandığı denemelerimiz esnasında belirlenmiştir. Bu kayıpların meyvelerin birbirine teması esnasındaki meyve–sap çarpışması sonucunda sapların diğer meyve kabuğunu delmesi ile oluştuğu saptanmıştır. Sapların diğer meyve gövdesinde

oluşturduğu bu deliklerde 25 C^o sıcaklıkta 24 saat içersinde çürümelerin ortaya çıktığı gözlenmiştir. Ayrıca domates saplarında da hasattan sonra, 25 C^o oda sıcaklığında, 24 saat bekleme sonucunda ortalama 1 mm nem kaybından kaynaklanan çap küçülmesi oluştuğu saptanmıştır. Bu nem kayıpları sonucu, kuruyarak çapları küçülen domates saplarının sertliği artmaktadır. Kuruyarak sertleşen sapların zımba etkisi artmakta ve diğer meyvelere verdiği zararlar çoğalmaktadır.

Denemelerde saptanan bir diğer kayıp da, çift sıralı kasalarda kasa yan tahtaları arasındaki boşlukların meyve çapına da bağlı olarak 3 cm den büyük olması durumunda alt ve üst tahtaların keskin kenarları arasına sıkışan domateslerde ezilme ve yarılmaların oluşmasıdır. Özellikle meyve yarı çapından büyük olan aralıklarda meyvelerin daha çok yarılma eğilimi gösterdiği gözlenmiştir. Bu kayıpların oluşmasında etkili olan kuvvetlerin ölçümünde prototip ölçüm topu kullanılmış ve kasa malzemeleri keskin kenarları üzerinde ortalama 8.04 N kuvvet ölçülmüştür. Kasa malzemesi keskin kenarlarına imalat aşamasında kırılacak 45^o'lik pahlarla kasa malzeme kenarlarındaki yüzeyler büyütülerek meyve yarılma deformasyonları önlenebilir.

Zedelenme kayıplarının temel ilkesi, zarar önleme maliyeti ile zarar maliyetinin ararsındaki ilişkinin karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Domates fiyatı çok yüksek bir ürün olmadığı için zedelenmelerin önlenmesi için alınacak önlemler dikkatli seçilmelidir.

Çalışmada gerek kasa içi eksenel kuvvetler gerekse kasa malzemesi keskin kenarında oluşan kuvvetler, domateslerin saptanan fiziko-mekanik özelliklerinde elde edilen delinme ve yarılma kuvvetlerinden daha küçük değerlerde ölçülmüştür. Fakat domateslerin hasat sonrası kasa içerisinde geçirdikleri süreye bağlı olarak fiziksel dayanımları düşmektedir. Bu durum, kasa içerisinde ve kasa malzemesi keskin kenarlarında oluşan kuvvetlerin, denemenin ilk gününde meyvelerde yarılma zararı oluşturmazken, ikinci günün sonunda kasa malzemesi keskin kenarlarındaki domateslerde görülen yarılmalardan anlaşılmaktadır. Çalışmada gözlenen bu durum meyvelerin hasat sonrası bekletilmeden gidecekleri pazara ulaştırılmaları gerektiğini göstermektedir. Olası fiziko-mekanik etkiler meyve hasadından hemen sonra ürüne etki ettiğinde, oluşturdukları zedelenmeler daha az olmakta, ürünün kasa içerisinde geçirdiği süre arttıkça ürün zedelenme riski de artmaktadır.

Araştırmanın ana konusunu oluşturan ölçüm topu hedeflenen amaçları gerçekleştirse de, özellikle kasa içi kuvvetlerde ürünlerin gelen dış kuvvetlere ve frekanslarına bağlı olarak sürekli bir hareketlilik içerisinde olmaları nedeni ile zaman zaman ölçüm topu üzerindeki kuvvet iletim pimlerinin boşta kalmasına neden olmaktadır. Bu durum da bazı ölçümlerde eksenel kuvvetlerin ölçümünü olumsuz etkilemektedir. Yine ölçüm yapılan meyveler de üzerlerine gelen kuvvetlerin bir kısmını meyve sertliklerine bağlı olarak absorbe etmektedir. Üzerinde çalışılan malzemelerin biyolojik malzeme olması, meyve sertliğinin rijitliğini etkilemektedir. Meyveler karşılaşılan kuvvetlerin frekansına bağlı olarak, sertliklerini farklı oranlarda yitirmekte ve bu da ölçülen kuvvet değerlerinin küçük çıkmasına neden olmaktadır.

Çalışmada tasarlanan ölçüm topunun yanına ikinci bir ölçüm topu eklenerek kasa içerisinde oluşan toplam kuvvetlerin ölçülmesi sağlanabilir. İkinci ölçüm topundaki amaç yön gözetilmeksizin toplam kuvvetler olacağı için bu topta yük hücresi yerine basınç sensörü kullanılarak ölçümler yapılmalıdır.

EKLER

Ek-A

Domates Sapı Kullanılarak Ölçülen Kabuk Delinme Kuvveti Varyans Analiz Tabloları

Ek-A1 Sap Çukuru Bölgesi İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	SD	HKT	HKO	F	P
Çeşit	1	88.96	88.96	20.20	0.002
Tekerrür	9	38.16	4.24	0.96	0.522
Hata	9	39.63	4.04		
Genel	19	166.75			

Ek-A2 Ekvatoral Çap Bölgesi İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	SD	HKT	HKO	F	P
Çeşit	1	40.73	40.73	15.12	0.004
Tekerrür	9	30.13	3.35	1.24	0.326
Hata	9	24.24	2.69		
Genel	19	95.10			

Ek-A3 Çiçek Çukuru Bölgesi İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	SD	HKT	HKO	F	P
Çeşit	1	21.20	21.20	9.65	0.013
Tekerrür	9	21.24	2.36	1.07	0.458
Hata	9	17.76	2.20		
Genel	19	62.20			

Ek-B

Zımba Kullanılarak Ölçülen Kabuk Delinme Kuvveti Varyans Analiz Tabloları

Ek-B1 Sap Çukuru Bölgesi İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	SD	HKT	HKO	F	P
Çeşit	1	22.22	22.22	52.22	0.000
Tekerrür	9	7.25	0.81	2.00	0.158
Hata	9	3.62	0.40		
Genel	19	33.09			

Ek-B2 Ekvatoral Çap Bölgesi İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	SD	HKT	HKO	F	P
Çeşit	1	10.69	10.69	13.23	0.005
Tekerrür	9	9.13	1.01	1.26	0.370
Hata	9	7.27	0.81		
Genel	19	27.08			

Ek-A3 Çiçek Çukuru Bölgesi İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	SD	HKT	HKO	F	P
Çeşit	1	8.37	8.37	7.21	0.025
Tekerrür	9	8.20	0.91	0.78	0.638
Hata	9	10.46	1.16		
Genel	19	27.03			

Ek-C

Domates Kabuk Kopma ve Yarılma Kuvveti Varyans Analiz Tabloları

Ek-C1 Kabuk Kopma Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	SD	HKT	HKO	F	P
Çeşit	1	1.90	1.90	8.07	0.019
Tekerrür	9	1.29	0.14	0.61	0.763
Hata	9	2.11	0.23		
Genel	19	5.30			

Ek-C2 Yarılma Kuvveti Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	SD	HKT	HKO	F	P
Çeşit	1	1192.74	1192.74	19.47	0.002
Tekerrür	9	301.65	33.52	0.55	0.809
Hata	9	551.29	61.25		
Genel	19	2045.69			

Ek-D

Domates Kasası Doğrusal İç Kuvvetler Varyans Analiz Tabloları

Ek-D1 Çift Sıralı Kasa X Eksen Kuvveti İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	SD	HKT	HKO	F	P
Çeşit	1	11.56	11.56	36.65	0.000
Genlik	2	94.39	47.20	149.65	0.000
Kasa İçi Konum	3	11.62	3.87	12.29	0.000
Hata	65	20.50	0.32		
Genel	71	138.08			

Ek-D2 Çift Sıralı Kasa Y Eksen Kuvveti İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	SD	HKT	HKO	F	P
Çeşit	1	6.97	6.97	27.26	0.000
Genlik	2	92.60	46.30	181.09	0.000
Kasa İçi Konum	3	15.86	5.29	20.68	0.000
Hata	65	16.62	0.26		
Genel	71	132.04			

Ek-D3 Çift Sıralı Kasa Z Eksen Kuvveti İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	SD	HKT	HKO	F	P
Çeşit	1	9.67	9.67	26.12	0.000
Genlik	2	68.29	34.15	92.28	0.000
Kasa İçi Konum	3	13.06	4.35	11.77	0.000
Hata	65	24.05	0.37		
Genel	71	115.07			

KAYNAKLAR

1. **Abbott, J. A., and Massie, D. R., 1993.** Nondestructive firmness measurement of apples. ASAE Paper No. 93-6025. St. Joseph, Mich.: ASAE.
2. **Akıncı, İ., 1994.** Traktör-Tarım Makinası Enerji İlişkilerinin Saptanması İçin Bilgisayar Destekli Ölçme Sisteminin Geliştirilmesi Ve Mekanizasyon Planlamasında Temel İşletmecilik Verilerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Adana
3. **Alayunt F. N. 2000.** Meyvelerin Dış Zedelenmeleri İle İlgili Bazı Tanımlamalar. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 541 İzmir
4. **ANONYMOUS, 2005a.**www.gap.gov.tr/Turkish/Tarim/Sebzeyt/domates.html
5. **ANONYMOUS, 2005b.** www.may.com.tr.
6. **ANONYMOUS, 2005c.** www.tarim.gov.tr.
7. **ANONYMOUS, 2004.**www.foreigntrade.gov.tr
8. **Aydın, C., Öğüt, H., 1992.** Bazı Biyolojik Materyallerde Deformasyon Oluşumu ve Deformasyon Enerjisinin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi, s.254 - 264
9. **Aydın, C., Çarman, K.,** 1998. Elmalar Arasında Çarpışma Enerjisine Bağlı Olarak Zedelenmenin Saptanması, 18. Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, s. 773 - 778
10. **Aydın, C., Çarman, K.,** 1997. Şeftalide Çarpma Enerjisine Bağlı Olarak Zedelenmenin Belirlenmesi' Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, 17-19 Eylül, Tokat. s.665-672
11. **Azodanlou, R., Darbellay, C., Luısıer, J., Vıllettaz, J., Amado, R.,** 2003. Development of a Model for Quality Assessment of Tomatoes and Apricots, International Union of Food Science and Technology, vol. 36, n 2, pp. 223-233 [11 page(s) (article)] (36 ref.)
12. **Baryeh, E., A., 2000.** Strength Properties of Avocado Pear. Journal of Agricultural Engineering Research, Volume 76, Issue 4, August , Pages 389-397

13. Chen, P., and Tjan, Y., 1998. A real-time impact sensing system for on-line firmness sensing of fruits. Paper 98-F-006. AgEng 1998, Oslo, Norway. Silsoe, Bedford, UK: European Society of Agricultural Engineers.

14. Chesson, J.ve Moore. J., 1985. An Automatic Fruit Pressure Tester. Transcations of The ASAE, USA.322-325

15. Delwiche, M.J.; McDonald, T., Bowers, S.V., 1987. Determination of peach firmness by analysis of impact forces. *Transactions of the ASAE* **30**,:249-254.

16. De Baerdemaeker J., Lemaitre L.L., and Meire R., 1982. Quality detection by frequency spectrum analysis of the fruit impact force. Transactions of the ASAE, 25, 175–179.

17. Diener, R. G., Eliot, K. C., Nesselroad, P. E. Ingle, M., Adam, R. E. and Blizzard, H., 1979. Bruise Energy Of Peaches And Apples. Transaction of the ASAE, p.287-290

18. Desmet, M., Lammertyn, J., Van linden, V., Verlinden, B.E., Darius, P., Nicola, B.M., 2004. a. The Relative Influence of Stem and Fruit Properties on Stem Puncture Injury in Tomatoes. Postharvest Biology and Technology Vol. 33: 101–109

19. Desmet, M., Van linden, V., Hertog, M.L.A.T.M., Verlinden, B.E., De Baerdemaeker, J., Nicolai, B.M., 2004. b. Instrumented Sphere Prediction of Tomato Stem-Puncture Injury. Postharvest Biology and Technology Vol. 34: 81-92

20. Garc, F., Ramos, J., Ortiz, J., Canavate, R., Altisent, M., 2003. Reduction of Mechanical Damage to Apples in a Packing Line Using. Mechanical Devices. Applied Engineering in Agriculture Vol. 19(6): 703-707

21. Holt ,J. E.and Schoorl, D., 1977. Bruising and Energy Dissipation in Apples, Journal of Textures Studies, 7, 421-432

22. Klein, J. D., 1987. Relationship Of Harvest Date, Storage Conditions, And Fruit Characteristics To Bruise Susceptibility Of Apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(1): 113-118.

23. Magness JR, Taylor GF. 1925. *An improved type of pressure tester for the determination of fruit maturity*. USDA Department Circular No. 350. Washington, DC: USDA.

24. Molto, E., Selfa, E., Pons, R., Fornes, I., Juste, F. 1998. A firmness sensor for quality estimation of individual fruits. Acta Hort. 421, 65–72.

25. Rohrbach, K.G. and Paul, R. E., 1982. Incidence and severity of chilling induced browning of waxed 'Smooth Cayenne' pineapple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:453-457.

26. Schoorl, D., Holt, J.E., 1983. Mechanical Damage in Agricultural Products. A Basis for Management Agricultural Systems11., Australia, 143-157.

27. Schotte, S., De Belie, N., De Baerdemaeker, J. 1999. Development Of An Automated Monitoring Device To Quantify Changes İn Firmness Of Apples During Storage. Postharvest Biology and Technology 17 (1999) 105–115

28. Şeniz, V. B., Eser, Y., Daşgan, N., Akbudak, H., İlbi, Sürmeli, N., ve Başar, S., 2005. Sebze Üretiminde Gelişme ve Hedefler. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildiri Kitabı, Cilt 1, s: 557-563

29. Shmulevich, I., Galili, N., ve Howarth, M. S., 2003. Nondestructive Dynamic Testing Of Apples For Firmness Evaluation. Postharvest Biology and Technology 29 (2003) 287_ 299

30. Sınn, N., Özgüven, F., 1987. Biyolojik Malzemenin Teknik Özellikleri. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 27 Adana

31. Sıtkei, G., 1986. Mechanics of Agricultural Meterials, Akademial Kiado, Budapest, Hungary

32. Stone, M., L., Armstrong, P., R., Chen, D., D., Brusewitz, G., H., Maness, N., O., 1998, Peach Fırmness Predıctıon By Multıple Locatıon Impulse Testıng. Transactions of the ASAE.VOL. 41(1):115-119

33. Studman, C. J., Banks, N. J., 1989. Indenter Shape Effects In The Impact Bruising of Apples And Nashl. Forth International Conference on the Physical Properties of Agricultural Materials.

34. Topping, A. J. Ve Luton, M. T. 1986. Cultuvar Differences İn The Bruising Of English Apples. Journal of Horticultural Science 61(1): 9-13

35. Tunçer, İ.K., Özgüven, F. ve Kirişci, V. 1988. Bazı meyvelerin biyolojik-teknik özelliklerinin incelenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 11.Ulusal Kongresi. Bildiri Kitabı s:292-301

36. Van Zeebroeck, M., Tijskens, E. , Vürün an Liedekerke, P., Deli, V., De Baerdemaeker, J. , Ramon, H., 2003. Determination Of The Dynamical Behaviour Of Biological Materials During Impact Using a Pendulum Device. Journal of Sound and Vibration 266 (2003) 465–480

37. Vursavuş, K., Özgüven, F., 2001, 'Elmaların Hasat Sonrası Zedelenmelerine İlişkin Çarpma Parametrelerinin Ve Zedelenme Hacmi Belirleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması'. Tarımsal Mekanizasyon 20.Ulusal Kongresi, 13-15 Eylül, Şanlıurfa.s.535-542

38. Yurtlu, Y., B., Erdoğan, D., 2003, 'Armut ve Elma Çeşitlerinde Depolama Süresinin Bazı Mekanik Özelliklere ve Zedelenme Duyarlılığına Etkisinin İncelenmesi'.Tarımsal Mekanizasyon 21.Ulusal Kongresi, 3-5 Eylül, Konya .s.310-317

39. Zhang, 1994. Apple Impact Bruise Analysis. Ph. D. Dissertation, Program in Engineering Science, Washington State University.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesinde beni her zaman yönlendiren ve yardımlarını hiç çekinmeden sunan daha Yüksek Lisans aşamasında benimle çalışmayı kabul eden başta danışman hocam Sayın Prof. Dr. Birol KAYİŞOĞLU'na, Prof. Dr. Poyraz ÜLGER'e, Prof. Dr. Selçuk ARIN'a, Prof. Dr. Bülent EKER'e, Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR'e, Prof. Dr. Levent ARIN'a eleştirileri ve önerileriyle yardımını gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Yılmaz BAYHAN'a ve Tarım Makinaları Bölümündeki diğer Öğretim Üyeleri ve Öğretim Elemanlarına teşekkür ederim.

Çalışma verilerinin değerlendirilmesi ve istatistiksel hesaplamalar sürecindeki yardımlarından dolayı Yrd. Doc. Dr. Habib KOCABIYIK'a teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca her zaman beni destekleyen sevgili anne ve babama, varlıkları ile bana güç veren eşim ve oğluma teşekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Çanakkale'ye bağlı Ezine ilçesinde doğdu. İlk ve orta okulu Ezine'de tamamladı. 1993 yılında Çanakkale Teknik Lisesi Makina bölümünden mezun oldu. 1993 Yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makina Bölümünde yüksek öğrenimine başladı. 1997 yılında Marmara Üniversitesinden mezun olarak Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında Yüksek Lisans yapmaya hak kazandı. 1998 yılında Borokav Mühendislik Mümessillik firmasında çalışmaya başladı. 1999 yılında Gebze Anadolu Teknik-Teknik ve Endüstri Meslek Lisesine makina öğretmeni olarak atandı. 2000 Yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalından mezun oldu. 2001 yılında Gebze Anadolu Teknik-Teknik ve Endüstri Meslek Lisesinden ayrılarak Trakya Üniversitesi Tekirdağ Meslek Yüksek Okulu Makina Programında öğretim görevlisi kadrosunda göreve başladı. Aynı yıl Prof.Dr. Birol Kayışoğlu Danışmanlığında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında Doktora eğitimine kabul edildi.

Halen Tekirdağ Meslek Yüksek Okulu Makina Programında Öğretim Görevlisi olarak çalışmakta ve Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında Doktora eğitimini sürdürmektedir. Evli ve bir çocuğu bulunmaktadır.