

**T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELMA TAŞIMADA ZEDELENMEYE
NEDEN OLAN MEKANİK KUVVETLERİN
ETKİLERİNİ EN AZA İNDİREN
AMBALAJ TİPİNİN BELİRLENMESİ**

Tuncay ACICAN

**DOKTORA TEZİ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI**

BURSA 2004

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELMA TAŞIMADA ZEDELENMEYE
NEDEN OLAN MEKANİK KUVVETLERİN
ETKİLERİNİ EN AZA İNDİREN
AMBALAJ TİPİNİN BELİRLENMESİ

Tuncay ACICAN

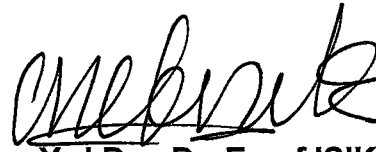
DOKTORA TEZİ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Bu Tez 04 / 11 / 2004 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

  
Prof.Dr. Kamil ALİBAŞ Prof.Dr. Atilla ERİŞ Prof.Dr. Poyraz ÜLGİR

Danışman


Prof.Dr. Rahmi KESKİN


Yrd.Doç.Dr. Eşref IŞIK

ÖZET

Elmanın hasadından pazar aşamasına kadar olan taşıma sürecinde oluşacak zedelenmeleri en aza indirmek çalışmamızın amacıdır. Bu amaç için; laboratuvar koşullarında yapılan taşıma testleri ile ambalaj içerisindeki elmalar üzerine gelen mekanik kuvvetler belirlenmiştir. Belirlenen bu mekanik kuvvet değerleri ve ambalaj içerisindeki elmalarda bu mekanik kuvvetlerin etkisiyle oluşan zedelenmeler bulunarak, mekanik kuvvet-zedelenme ilişkisi ortaya konulmuştur. Bu mekanik kuvvet (X) - zedelenme (Y) ilişkisi her iki elma çeşidinde de doğrusal olup, Granny Smith çeşidi elmada 0.97 'lik korelasyonla ilişkinin regresyon denklemi: $Y = 0.9 * X - 3.4415$ ve Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada 0.97 'lik korelasyonla da ilişkinin regresyon denklemi: $Y = 1.24 * X - 8.8856$ 'dır. Yapılan istatistik analizler sonucunda % 5 düzeyinde hata olasılığı ile meyve sıraları arasında her iki elma çeşidinde de en büyük zedelenmeler en alt sırada, en küçük zedelenmeler de en üst sırada olmuştur. Bu bilgilerin ışığında Ülkemizde yaygın olarak kullanılan ve en, boy ölçüleri 40 X 60 cm olan standart tip elma ambalajına göre zedelenmeyi azaltan A, B, C ve D tipinde 4 yeni ambalaj belirlenmiştir. A Tipi Ambalajda; ambalaj tabanı polietilen balonlu malzeme ile kaplanmıştır. B Tipi Ambalajda; ambalaj tabanı polietilen balonlu malzeme ile kaplanmış ve ambalaj içi dikdörtgen şekilde ortadan ikiye bölünmüştür. C Tipi Ambalajda; ambalaj tabanı polietilen balonlu malzeme ile kaplanmış ve ambalaj içi üçgen şekilde köşegenlerinden ikiye bölünmüştür. D Tipi Ambalajda; ambalaj tabanı polietilen balonlu malzeme ile kaplanmış ve iç tabanına 6 adet polietilen balonlu malzemeden yapılmış özel süspansiyon sistemi konulmuştur. Yapılan istatistik analizler sonucunda % 5 düzeyinde hata olasılığı ile ambalajlar arasındaki zedelenme farklılıkları şu şekilde olmuştur: Granny Smith çeşidi elmada taşıma zedelenmesi açısından en olumsuz ambalaj % 8.24 'lük en büyük ortalama zedelenme değeriyle standart tip ambalajdır. Taşıma zedelenmesi açısından en uygun ambalaj % 3.269 'luk en küçük ortalama zedelenme değeriyle D tipi ambalaj olup, bunu % 5.511 'lik ortalama zedelenme değeriyle C tipi ambalaj, % 6.183 'lük ortalama zedelenme değeriyle B tipi ambalaj ve % 6.967 'lik ortalama zedelenme değeriyle A tipi ambalaj izlemiştir. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada taşıma zedelenmesi açısından en olumsuz ambalajlar % 6.164, % 5.705 'lik en büyük ortalama zedelenme değerleriyle sırasıyla standart tip ve A tipi ambalajlardır. Burada standart ve A tipi ambalajlar arasında taşıma testleri sırasında oluşan zedelenmelerde ortalama değerler açısından farklılık görülmekte ancak, istatistiksel açıdan standart ve A tipi ambalajlar arasında % 5 düzeyinde hata olasılığı ile fark bulunmamıştır. Taşıma zedelenmesi açısından en uygun ambalaj % 2.76 'lık en küçük ortalama zedelenme değeriyle D tipi ambalaj olup, bunu % 4.582 'lik ortalama zedelenme değeriyle C tipi ambalaj, % 5.45 'lik ortalama zedelenme değeriyle B tipi ambalaj izlemiştir. Bütün ambalajlar içerisinde D tipi ambalaj taşıma testleri sonunda oluşan Granny Smith çeşidi elmada % 3.269 'luk, Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada da % 2.76 'lık en az ortalama zedelenme değerleriyle en başarılı olmuş ve diğer bütün ambalajlar içinden elma taşımada zedelenmeye neden olan mekanik kuvvetlerin etkilerini en aza indiren ambalaj tipi olarak belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER :

Elma, Ambalaj, Taşıma Testleri, Zedelenme.

ABSTRACT

To Determine A Packaging Type Minimizing The Mechanical Forces Imposed On Apples During Simulated Transport

Objective of the study is to reduce to minimum of mechanical damages given to apples during transportation between harvesting and marketing. To achieve this; all the mechanical forces imposed on apples in the packagings were determined through the simulated transport tests under laboratory conditions. With the mechanical forces exerted upon apples, the resulted mechanical damages were spotted so that the relationship between force and bruising was established. This relationship between mechanical force (X) and bruising (Y) was linear in both apple cultivars, Granny Smith and Starkspur Golden Delicious, where in the former the regression equation with 0.97 correlation coefficient is: $Y = 0.9 * X - 3.4415$ and in the latter with the 0.97 correlation coefficient it was $Y = 1.24 * X - 8.8856$. The damage variations between rows by statistical analyses at 5 % level were; the largest damages occurred in the bottom row, the smallest damages, on the other hand, occurred in the top rows in both varieties. Based on these findings the following 4 new packaging types called A,B,C and D were proposed to reduce mechanical damage to minimum which are all comparable to the standard 40x60 cm apple wooden box. These new type packagings are: Type A; wooden box whose bottom covered with polyethylene air-beaded liner, Type B; same box whose inside partitioned to four rectangles, Type C; like type B except the inside partitioned to 2 triangles, and Type D; the bottom is covered with air-beaded polyethylene liner upow which lies a special suspension system. Based on statistical analyses at 5 % level, the variations in mechanical damages among these 4 types of boxes were as follows; the standard type packaging appeared to be the worst one, creating highest damage for Granny Smith apples with an average of 8.24 %. The best suitable box with lowest damage during transportation was Type D with on overall damage of 3.269 %, it was followed by Type C with 5,511 % and Type B with 6.183 % and Type A with 6,967 percentage. For Starkspur Golden Delicious variety, the standard box and Type A both were found to be unsuitable with 6.164 % and 5.705 % respectively. No statistical variations at 5 % level were found to be important between these two types although their means were different. The best suitable container for Starkspur Golden Delicious was the Type D with an average damage of 2.76 % followed by Type C with 4.582 % and Type B with 5,45 % among all the packaging types. The Type D appeared to be the most suitable one for both apple varieties, Granny Smith and Starkspur Golden Delicious, during transportation between harvest and marketing with average 3.269 % damage in the former and 2.76 % in the latter and type D box was determined to be the best container among all the other packaging types by lowering the impact of mechanical forces in the package which damage the apple during transportation.

KEYWORDS :

Apple, Package, Simulated Transportation Tests, Mechanical Damage.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ	SAYFA NO
1- GİRİŞ	1
2- KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3- MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Mekanik Düşürme Test Simülatörü	24
3.1.2. Mekanik-Hidrolik Yatay Çarpma Test Simülatörü	25
3.1.3. Elektro-Mekanik Titreşim Simülatörü	26
3.2. Yöntem	29
3.2.1. Elma Çeşitlerine Ait Bazı Fizyolojik ve Teknik Özelliklerin Belirlenmesi	29
3.2.2. Taşıma Testleri	34
3.2.2.1. Serbest Düşürme Testi	39
3.2.2.2. Yatay Çarpma Testi	39
3.2.2.3. Titreşim Testi	39
3.2.3. Örnek Noktalarının Yerlerinin Belirlenmesi	40
3.2.4. Zedelenmelere Neden Olan Mekanik Kuvvetlerin Belirlenmesi	41
3.2.4.1. Serbest Düşürme Testinde Mekanik Kuvvet Değerlerinin Belirlenmesi	41
3.2.4.2. Yatay Çarpma Testinde Mekanik Kuvvet Değerlerinin Belirlenmesi	42
3.2.4.3. Titreşim Testinde Mekanik Kuvvet Değerlerinin Belirlenmesi	44
3.2.5. Taşıma Testlerinde Elmalar Üzerine Gelen Mekanik Kuvvetlerin Etkisiyle Meyveler Üzerinde Oluşan Zedelenmelerin Belirlenmesi	46
3.2.5.1. Meyve Hacmine Göre Toplam Meyve Yüzey Alanının Belirlenmesi	46
3.2.5.2. Zedelenme Değerlerinin Belirlenmesi İçin Serbest Düşürme Testi	48
3.2.5.3. Zedelenme Değerlerinin Belirlenmesi İçin Yatay Çarpma Testi	48
3.2.5.4. Zedelenme Değerlerinin Belirlenmesi İçin Titreşim Testi	48
3.2.6. Geliştirilen Ambalajlara Ait Çalışmalar	50
3.2.6.1. Geliştirilen Ambalajlarda Taşıma Testleri İçin Örnek Noktaların Yerlerinin Belirlenmesi	52
3.2.6.2. Geliştirilen Elma Ambalajları İçin Serbest Düşürme Testi	54
3.2.6.3. Geliştirilen Elma Ambalajları İçin Yatay Çarpma Testi	54
3.2.6.4. Geliştirilen Elma Ambalajları İçin Titreşim Testi	55

4- ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	57
4.1. Elma Çeşitlerine Ait Elde Edilen Bazı Fizyolojik ve Teknik Özellikler	57
4.2. Taşıma Testleri Sırasında Oluşan, Ambalaj İçindeki Elmalar Üzerine Etki Eden ve Zedelenmelere Neden Olan Mekanik Kuvvetler	57
4.3. Taşıma Testlerinde Elmalar Üzerine Gelen Mekanik Kuvvetlerin Etkisiyle Meyveler Üzerinde Oluşan Zedelenme Değerleri	106
KAYNAKLAR	133
EKLER	138
TEŞEKKÜR	143
ÖZGEÇMİŞ	144



ŞEKİLLER DİZİNİ**SAYFA NO**

Şekil 3.1. Elektronik terazi ve meyve hacmi ölçme sistemi	17
Şekil 3.2. Meyve boyutunun ölçülmesinde kullanılan cihazlar	18
Şekil 3.3. Meyve penetrometresi	18
Şekil 3.4. El refraktometresi	19
Şekil 3.5. Planimetre	19
Şekil 3.6. Kronometre	20
Şekil 3.7. Standart tip ambalaj	21
Şekil 3.8. Polietilen balonlu materyal	21
Şekil 3.9. Elektronik veri toplama sistemi ve ambalajla bağlantısı	22
Şekil 3.10. Mekanik düşürme test simülatörü	25
Şekil 3.11. Mekanik-hidrolik yatay çarpma test simülatörü	26
Şekil 3.12. Elektro-mekanik titreşim simülatörü	28
Şekil 3.13. Penetrometre ölçüm sistemi	32
Şekil 3.14. Kuvvet ölçüm sisteminin ambalaj içerisine yerleştirilmesi	37
Şekil 3.15. Meyvedeki zedelenme alanlarının ölçülmesi	38
Şekil 3.16. Ambalajlanmış bir elma ambalajının her bir sırasından tesadüfi olarak alınan örnek noktaları	41
Şekil 4.1. Granny Smith çeşidi elmada meyve hacmi ile toplam meyve yüzey alanı arasındaki ilişki	105
Şekil 4.2. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada meyve hacmi ile toplam meyve yüzey alanı arasındaki ilişki	105
Şekil 4.3. Granny Smith çeşidi elmada taşıma testlerinde oluşan mekanik kuvvetler ile bu mekanik kuvvetlerin neden olduğu zedelenmelerin ilişkisi	109
Şekil 4.4. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada taşıma testlerinde oluşan mekanik kuvvetler ile bu mekanik kuvvetlerin neden olduğu zedelenmelerin ilişkisi	109
Şekil 4.5. A tipi ambalaj	114
Şekil 4.6. B tipi ambalaj	114
Şekil 4.7. C tipi ambalaj	115
Şekil 4.8. D tipi ambalaj	116
Şekil 4.9. Granny Smith çeşidi elmada standart tip ambalaj ile geliştirilen ambalajlarda taşıma testleri sonucu oluşan zedelenmeler	128
Şekil 4.10. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada standart tip ambalaj ile geliştirilen ambalajlarda taşıma testleri sonucu oluşan zedelenmeler	128
Ek-1. Standart tip ambalajın görünümü ve teknik resmi	138
Ek-2. A tipi ambalajın görünümü ve teknik resmi	139
Ek-3. B tipi ambalajın görünümü ve teknik resmi	140
Ek-4. C tipi ambalajın görünümü ve teknik resmi	141
Ek-5. D tipi ambalajın görünümü ve teknik resmi	142

ÇİZELGELER DİZİNİ	SAYFA NO
Çizelge 3.1. Elektronik veri toplama sisteminin teknik özellikleri	23
Çizelge 4.1. Granny Smith çeşidi elmalara ait bazı fizyolojik ve teknik özellikler	58
Çizelge 4.2. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmalara ait bazı fizyolojik ve teknik özellikler	59
Çizelge 4.3. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) e1 koordinatındaki (1. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	61
Çizelge 4.4. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) a3 koordinatındaki (2. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	62
Çizelge 4.5. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) e5 koordinatındaki (3. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	63
Çizelge 4.6. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) c8 koordinatındaki (4. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	64
Çizelge 4.7. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) b4 koordinatındaki (5. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	65
Çizelge 4.8. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) c6 koordinatındaki (6. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	66
Çizelge 4.9. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) d5 koordinatındaki (7. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	67
Çizelge 4.10. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) e1 koordinatındaki (8. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	68
Çizelge 4.11. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) a3 koordinatındaki (9. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	69
Çizelge 4.12. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) e5 koordinatındaki (10. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	70

Çizelge 4.13. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) c8 koordinatındaki (11. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	71
Çizelge 4.14. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) b4 koordinatındaki (12. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	72
Çizelge 4.15. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) c6 koordinatındaki (13. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	73
Çizelge 4.16. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) d5 koordinatındaki (14. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	74
Çizelge 4.17. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 3. meyve sırasında (kasa üstü) e1 koordinatındaki (15. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	75
Çizelge 4.18. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 3. meyve sırasında (kasa üstü) a3 koordinatındaki (16. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	76
Çizelge 4.19. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 3. meyve sırasında (kasa üstü) e5 koordinatındaki (17. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	77
Çizelge 4.20. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 3. meyve sırasında (kasa üstü) c8 koordinatındaki (18. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	78
Çizelge 4.21. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 3. meyve sırasında (kasa üstü) b4 koordinatındaki (19. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	79
Çizelge 4.22. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 3. meyve sırasında (kasa üstü) c6 koordinatındaki (20. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	80
Çizelge 4.23. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 3. meyve sırasında (kasa üstü) d5 koordinatındaki (21. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	81

Çizelge 4.24. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) e1 koordinatındaki (1. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	82
Çizelge 4.25. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) a3 koordinatındaki (2. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	83
Çizelge 4.26. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) e5 koordinatındaki (3. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	84
Çizelge 4.27. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) c8 koordinatındaki (4. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	85
Çizelge 4.28. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) b4 koordinatındaki (5. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	86
Çizelge 4.29. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) c6 koordinatındaki (6. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	87
Çizelge 4.30. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) d5 koordinatındaki (7. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	88
Çizelge 4.31. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) e1 koordinatındaki (8. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	89
Çizelge 4.32. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) a3 koordinatındaki (9. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	90

Çizelge 4.33. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) e5 koordinatındaki (10. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	91
Çizelge 4.34. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) c8 koordinatındaki (11. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	92
Çizelge 4.35. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) b4 koordinatındaki (12. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	93
Çizelge 4.36. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) c6 koordinatındaki (13. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	94
Çizelge 4.37. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) d5 koordinatındaki (14. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	95
Çizelge 4.38. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 3. meyve sırasında (kasa üstü) e1 koordinatındaki (15. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	96
Çizelge 4.39. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 3. meyve sırasında (kasa üstü) a3 koordinatındaki (16. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	97
Çizelge 4.40. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 3. meyve sırasında (kasa üstü) e5 koordinatındaki (17. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	98
Çizelge 4.41. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 3. meyve sırasında (kasa üstü) c8 koordinatındaki (18. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	99

Çizelge 4.42. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 3. meyve sırasında (kasa üstü) b4 koordinatındaki (19. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	100
Çizelge 4.43. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 3. meyve sırasında (kasa üstü) c6 koordinatındaki (20. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	101
Çizelge 4.44. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 3. meyve sırasında (kasa üstü) d5 koordinatındaki (21. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler	102
Çizelge 4.45. Granny Smith çeşidi elmada meyve hacmi ile toplam meyve yüzey alanı arasındaki ilişki	103
Çizelge 4.46. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada meyve hacmi ile toplam meyve yüzey alanı arasındaki ilişki	104
Çizelge 4.47. Granny Smith çeşidi elmada taşıma testleri sonunda oluşan zedelenmeler ve bu zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler ile mekanik kuvvet (x) - zedelenme (y) ilişkisi	107
Çizelge 4.48. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada taşıma testleri sonunda oluşan zedelenmeler ve bu zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler ile mekanik kuvvet (x) - zedelenme (y) ilişkisi	108
Çizelge 4.49. Granny Smith çeşidi elmada taşıma testleri sonunda meyve sıralarında oluşan zedelenmelere ait varyans analizi	111
Çizelge 4.50. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada taşıma testleri sonunda meyve sıralarında oluşan zedelenmelere ait varyans analizi	111
Çizelge 4.51. Geliştirilen A tipi ambalajda Granny Smith çeşidi elmaya ait taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri	118
Çizelge 4.52. Geliştirilen B tipi ambalajda Granny Smith çeşidi elmaya ait taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri	119
Çizelge 4.53. Geliştirilen C tipi ambalajda Granny Smith çeşidi elmaya ait taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri	120
Çizelge 4.54. Geliştirilen D tipi ambalajda Granny Smith çeşidi elmaya ait taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri	121
Çizelge 4.55. Geliştirilen A tipi ambalajda Starkspur Golden Delicious çeşidi elmaya ait taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri	122
Çizelge 4.56. Geliştirilen B tipi ambalajda Starkspur Golden Delicious çeşidi elmaya ait taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri	123

Çizelge 4.57. Geliştirilen C tipi ambalajda Starkspur Golden Delicious çeşidi elmaya ait taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri	124
Çizelge 4.58. Geliştirilen D tipi ambalajda Starkspur Golden Delicious çeşidi elmaya ait taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri	125
Çizelge 4.59. Granny Smith çeşidi elmaya ait standart ve geliştirilen ambalajlarda taşıma testleri sonucu oluşan ortalama zedelenme değerleri ve varyans analizi sonuçları	126
Çizelge 4.60. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmaya ait standart ve geliştirilen ambalajlarda taşıma testleri sonucu oluşan ortalama zedelenme değerleri ve varyans analizi sonuçları	127



1. GİRİŞ

Ülkemizde toplam tarım alanlarının %0.43'ünde yaklaşık olarak 1 183 800 da alanda 38 000 000 adet elma ağacından yılda 2 450 000 ton elma üretimi yapılmaktadır. %2'si ihraç edilen, %98'ide iç pazara sunulan bu üretim miktarı, ülkemiz bazında toplam yıllık yaş sebze ve meyve üretimimizin yaklaşık olarak %7'sini, toplam yıllık meyve üretimimizin de yaklaşık olarak %17.5'ini içeren önemli bir yere sahiptir (Anonim 1998, Gündüz 1997).

Ülkemizde üretimi yapılan yaş sebze ve meyvelerin üretildiği yerlerden iç pazara taşınması tamamen, ihraç edilen ürünlerin ise %75-95'i karayolu araçlarıyla yapılmaktadır (Anonim 1983 b).

Ülkemizde bahçe tarımı ürünlerinde hasattan pazara kadar olan süreçte ortalama olarak %25 kayıp vardır (Dokuzoğuz 1983).

Ürünün teknik ve fizyolojik özelliklerine, hasat sonrası işlemlere, ambalaj ve taşıma koşullarına bağlı olarak farklı ürünlerdeki kayıplar farklı oranlarda olmakla birlikte, bu kayıpların önemli bir bölümü taşıma sırasında oluşmaktadır (O'Brien ve Gaffney 1983, Kaynaş ve ark. 1987).

Ülkemizde bir taraftan yabancı orijinli, verimli ve standart çeşitlerin üretime alınması, bir taraftan da gübreleme, sulama, mücadele, toprak işleme vb. gibi kültürel işlemlerde yapılan gelişmeler sonucu meyve ve sebze üretimi hızla artarken, özellikle endüstrileşme sürecini tamamlamış batı ülkelerinde uygulanan teknolojilerin yakından izlenememesi nedeniyle pazarlama kanallarının çeşitli evrelerinde oluşan sorunlarda hızla büyümektedir. Son yıllarda bu sorunlardan en güncel olanlardan bir tanesi hiç şüphesiz gerek iç pazarda, gerekse dış satımda taze meyve ve sebzelerin ambalajlanmasında karşılaşılan güçlüklerdir.

Literatürde verilen araştırmalarda, bazı domates çeşitlerinin doğal ve yapay koşullarda yapılan taşıma testlerinde pazarlanabilir meyve oranları

ambalaj tipine göre farklılık göstermiş, meyve zarar oranları tahta kasalarda % 21-89, viyollü tahta kasalarda % 11-76 ve viyollü mukavva kutularda % 0-16 arasında değişmiştir. Testlerde ambalaj içindeki sıralı meyvelerin alt ve üst kesimlerindeki zararlanma oranları da farklı bulunmuş, alttaki meyvelerde zararlanmanın daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Zarar oranını azaltmak için domateslerin ambalaj içine iki sıra dizilmesi önerilmiştir (Mc Colloch 1962, New 1983, Kaynaş ve ark. 1987). Ayrıca Golden Delicious elma çeşidinde yapılan bir taşıma testinde, direk olarak kasaya istiflenen meyvelerde % 45.11, tabanına karton (500 g/m²) konulmuş kasalardaki meyvelerde ise % 45.09 oranında zarar tespit edilmiştir (New 1983). Yapılan bu çalışmalarda da görüldüğü gibi, biyolojik materyalin teknik ve fizyolojik özelliklerine bağlı olarak farklı ambalajlarda zararlanmaların farklı olduğu görülmektedir.

Ülkemiz meyve ve sebze toptancı halleri incelendiğinde Türkiye'de yaş sebze ve meyvelerin ambalajlanması ve taşınması konusunda yeteri kadar çalışma yapılmadığı açıktır.

Ülkemizde genel olarak Golden Delicious, Starkrimson Delicious, Starking Delicious, Granny Smith, Amasya elma çeşitleri yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkemiz toplam elma üretiminin yaklaşık %72'sini içeren önemli üretim merkezleri, 314 500, 269 200, 236 900, 226 600, 98 700, 90 300, 62 300, 51 900, 45 000, 41 500, 20 000 tonluk yıllık elma üretim miktarlarıyla sırasıyla Karaman, Isparta, Niğde, Antalya, Konya, Denizli, Bursa, Çanakkale, İçel, Afyon ve Amasya illeridir (Gündüz 1997).

Ülkemizde elma üretimi yapılan önemli üretim merkezlerinin pazar olabilecek diğer bütün merkezlere olan ortalama karayolu uzunlukları yaklaşık olarak 770 km'dir. Önemli üretim merkezleri içinde en uzun karayolu Çanakkale-Hakkari ile Denizli-Hakkari illeri arasında olup, mesafeler sırasıyla 2103 ve 1853 km'dir. Bu önemli elma üretim merkezlerinin karayolu uzunluklarının diğer bütün merkezlere olan karayolu uzunluklarına göre nisbi oranları; 1000 km ve altında olan karayolu uzunluğu için %74, 1001-1500 km arasında olan karayolu

uzunluğu için %21, 1501 km ve daha fazla olan karayolu uzunluğu için %5'dir. Aynı oranlar Türkiye genelinde 80 ili kapsayan iller arasındaki karayolu uzunluğuna göre; 1000 km ve altı için %70, 1001-1500 km arası için %23, 1501 km ve daha fazla olanlar için %7'dir. Bunlar içinde en uzun karayolu mesafeleri 2108, 2103 km'ler ile sırasıyla Edirne-Hakkari ve Çanakkale-Hakkari illeri ile en kısa karayolları 36 ve 37 km'ler ile sırasıyla İzmir-Manisa ve Kocaeli-Sakarya illeri arasındadır. Bu durum, ülkemiz iç pazarı için yaş sebze ve meyve taşımacılığında %70'lik bir oranla, elma taşımacılığında da %74'lük bir oranla 1000 km ve altındaki taşıma mesafelerinin önemli olduğunu göstermektedir (Anonim 1997).

Ülkemizde üretimi yapılan yaş sebze ve meyvelerin içinde önemli bir yere sahip olan elmanın hasadından pazara kadar olan zincirde taşımadan kaynaklanan mekanik zedelenmeler sonucu pazar değeri düşmektedir (O'Brien ve Gaffney 1983, Kaynaş ve ark. 1987). Bu durum, ürünün hasadından pazara kadar olan süreçte üretici ve tüketiciler ile ülke ekonomimizi olumsuz yönde etkilemekte ve çözüm için gerekli çalışmaları yapma ihtiyacını ortaya koymaktadır.

Bu nedenlerden dolayı elmanın hasadından pazar aşamasına kadar olan taşıma sürecinde oluşacak mekanik zedelenmeleri en aza indirmek çalışmamızın amacıdır. Bu amaç için; laboratuvar koşullarında yapılan taşıma testleri ile ambalaj içerisindeki elmalar üzerine gelen mekanik kuvvetler belirlenmiştir. Belirlenen bu mekanik kuvvet değerleri ve ambalaj içerisindeki elmalarda bu mekanik kuvvetlerin etkisiyle oluşan mekanik zedelenmeler bulunarak, kuvvet-zedelenme ilişkisi ortaya konulmuştur. Bu bilgilerin ışığında mekanik zedelenmeyi azaltan yeni ambalaj tipleri belirlenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Anonim 1974 a, TS 1221 elma soğuk depolama klavuzu standardına göre elmaların uygun bir şekilde soğukta depolanması için gerekli koşullar verilmiştir. Soğuk depoya konulacak meyveler sağlam, temiz olmalı, eziği veya belirgin fizyolojik bozukluklarıyla yüzeylerinde görülebilen herhangi bir mantar veya bakteri etkileri bulunmamalı ve ıslak olmamalıdır.

Depolamada, fazla fireye sebep olduğundan, ön olgunlaştırma uygulanmamalıdır.

Meyveler toplanınca hemen soğuk depoya konmalıdır.

Elmalar kasalara konmuşsa depo kullanılabilir hacminin metreküpüne en çok 200 - 250 kg meyve konulmalıdır.

Elmaların depolanmasında en uygun nisbi rutubet % 90'dır.

Granny Smith çeşidi elmalar 0°C sıcaklıkta 5 ay depolanabilir. Golden Delicious çeşidi elmalar 1 - 0 °C sıcaklıkta 7 ay depolanabilmektedir.

Anonim 1974 b, TS 1642, Ambalajlama doldurulmuş taşıma ambalajları bölüm 4'de düşürerek düşey çarpma deneyi standardına göre doldurulmuş taşıma ambalajlarının düşürülmeleri ile yapılan düşey çarpma deneyi ile ilgili metodu içermektedir. Bu deney düşey çarpmanın etkilerini araştırmak içindir.

Metodun prensibi, ambalajın dayanıklı düz bir yüzey üzerinden kaldırılıp bu yüzey üzerine serbestçe düşürülüp çarptırılmasıdır. Atmosfer koşulları, düşme yüksekliği ve ambalajın duruşu önceden saptanır.

Çarpma yüzeyi, yatay ve düz, sabit durumda, deney koşulları altında deforme olmayacak dayanımda olmalıdır. Çarpma yüzeyi üzerinde hiçbir noktada 2 mm'den çok düzlem farkı bulunmayacak şekilde düz olmalıdır.

İşlem sırasında ambalaj kaldırılır ve ambalajın en alçak noktası ile çarpma yüzeyi arasındaki uzaklık, önceden saptanan yükseklikten \pm %2 farklı olacak biçimde tutulur.

Ambalaj, önceden tayin edilen duruşta çarpacak yüzey ile yatay yüzey arasında en çok 2° fark olacak şekilde serbestçe düşürülür.

Anonim 1988 a, TS 5902, Doldurulmuş Taşıma Ambalajları - Performans Deney Programlarının Hazırlanmasıyla İlgili Genel Kurallar - Genel Prensipler standardıdır.

Bu standart, kara, hava, deniz, demir ve iç su yolları ile bu ulaşım şekillerinin birkaçının bir arada olabileceği herhangi bir dağıtım sisteminde kullanılacak doldurulmuş taşıma ambalajlarının performans deney programlarına ait genel kuralların tespitine ve performans deney programına tabi tutulan ambalajın kabul edilebilirlik kriterlerinin takdirinde dikkate alınması gereken faktörleri içermektedir.

Düşey çarpma tarifi: Düşey çarpma, doldurulmuş taşıma ambalajının dağıtım sistemi içinde herhangi bir yükseklikten herhangi bir yüzeye serbest düşmesidir.

Yatay çarpma tarifi: Yatay çarpma, doldurulmuş taşıma ambalajının taşıma aracının hareketi sırasında oluşan çeşitli şok darbeleri (mesela, demiryolu taşımacılığında vagonların makas değiştirmesi sırasında meydana gelen darbeler gibi) sonucunda diğer ambalajlara veya başka bir yüzeye yatay olarak çarpmasıdır.

Titreşim tanımı: Titreşim, doldurulmuş taşıma ambalajının taşıma aracının hareketi sırasında pozisyon veya hareketini belirten ölçülebilen özelliğinin belli bir ortalama değer veya referanstan birbirini izleyen şekilde daha az veya daha çok olması halinde zamana göre değişimidir.

Taşıma testlerinde seçilen deneyler aşağıda verilen sıraya göre uygulanmalıdır. İstisnai şartlarda değişik bir sıra uygulanırsa bu durum kaydedilmelidir. Dağıtım sistemini oluşturan elemanlar deney programında yer alacak deneyleri tayin eder.(Eğer belirli bir tehlike önemli görülüyorsa, bu tehlikeye uygun deney yapılmayabilir.)

Tavsiye edilen deney sıralaması şöyledir:

- a- Deney için kondisyonlama (TS 1640)
- b- İstifleme (TS 1641)
- c- Çarpma Deneyleri (TS 1642 ve TS 1643)
- d- İklimlendirme (TS 1640)
- e- Titreşim (TS 1644)

Bir deneyde ambalaj konumunun seçimi, tehlikenin simülasyonu sırasındaki ambalajın konumu veya deneyin temsil ettiği normal taşıma konumuna göre yapılır. Tek bir ambalaj değişik konumlarda aşırı sayıda belirli bir deneye tabi tutulmamalıdır.

Anonim 1988 b, TS 5903, Doldurulmuş Taşıma Ambalajları - Performans Deney Programlarının Hazırlanması ile İlgili Genel Kurallar - Bölüm: 2 Kantitatif Veriler standardıdır.

Test deney metotları sırasıyla aşağıdaki gibidir:

Düşürerek düşey çarpma deneyi: İlgili standart TS 1642. Kantitatif olarak belirtilmesi gerekli faktörler; düşme yüksekliği, ambalaj konumu, atmosfer

sıcaklık ve nisbi nemi, birbirinin aynı olan ambalajların sayısı, çarpmaların sayısıdır.

Yatay çarpma deneyi (Eğik düzlem deneyi): İlgili standart TS 1643. Kantitatif olarak belirtilmesi gerekli faktörler; Yatay çarpma hızı, ambalaj konumu, atmosfer sıcaklık ve nisbi nemi, çarpma yüzeyinin profili, birbirinin aynı olan ambalajların sayısıdır.

Titreşim testi: İlgili standart TS 1644. Kantitatif olarak belirtilmesi gerekli faktörler; Deney süresi, ambalaj konumu, atmosfer sıcaklık ve nisbi nemi, varsa ambalaj üzerine konulan yük, birbirinin aynı olan ambalajların sayısıdır.

Deneyle ilgili olan tercih edilen değer aralıkları:

Düşey çarpma deneyi: Normal tehlikelerde uygulanabilen tercih edilen değer aralıkları; düşme yüksekliği, 100 - 150 - 200 - 300 - 400 - 500 - 600 - 800 - 1000 - 1200 mm 'dir.

Yatay çarpma deneyi: Normal tehlikelerde uygulanabilen tercih edilen değer aralıkları; yatay çarpma hızı, 1.5 - 1.8 - 2.2 - 2.7 - 3.3 - 4 - 5 m/s 'dir.

Titreşim deneyi: Normal tehlikelerde uygulanabilen tercih edilen değer aralıkları; deney süresi, 10 - 20 - 40 - 60 dakika. 1000 - 1500 km uzunluğundaki yolculuklarda titreşim süresi 40 dakika, 1500 km'den daha uzun yolculuklarda titreşim süresi 60 dakika olmalıdır. 1 saatten kısa süreli yolculuklar için 10 dakikalık süre kullanılmalıdır.

Ambalajın konumu (bütün deneyler için): Ambalajın denendiği konum, esas olarak ilgili tehlikeye maruz kaldığında bulunduğu veya bulunması muhtemel olan konuma göre tayin edilir. Eğer benzer veya sık rastlanan bir konum bulunamıyorsa, ambalajın en zayıf kısımlarının denenmesini sağlayabilecek bir konum seçilmelidir.

Anonim 1988 c, ISO – 2247'ye göre uluslararası taşımacılıkta yaş sebze ve meyve ambalajları için yapılacak taşıma testlerinden olan vibrasyon testinde test tabla hareketi 9 mm yatay, 9 mm düşey olacak ve frekans 4 Hz, titreşim süresi 2x10 dakika olmalıdır.

Anonim 1989, TS 6528, Taze Meyve ve Sebzeler - Paralel Yüzlü Ambalajların Kara Nakil Vasıtalarına Yerleştirilmesi Kuralları standardına göre, paletsiz ve paletli ambalajlar, ambalaj uzun kenarları vasıta boyuna paralel olacak şekilde yerleştirilmelidir.

Anonim 1996 a, TS 1643, Ambalajlama - Doldurulmuş Taşıma Ambalajları - Yatay Çarpma Deneyleri standardı şu şekildedir:

Bu standart, doldurulmuş taşıma ambalajlarına uygulanan yatay çarpma deneyine ait metodu kapsar. Bu standart, yatay çarpmanın etkilerini incelemek için tek bir deney olarak uygulanabilir.

Metodun prensibi, deney ambalajına yatay bir hız uygulanıp, ambalajın dikey bir çarpma yüzeyine çarpılarak durdurulması esasına dayanmaktadır. Atmosferik durum, ambalajın durumu ve yatay hız önceden belirlenmelidir.

Deney ambalajı, kullanım amacına uygun malzeme ile doldurulup, normal olarak sevk ediliyormuş gibi kapatılması sağlanmalıdır.

Test sırasında çarpma hızının toleransı önceden belirtilen yatay hızın $\pm 5\%$ 'i olmalıdır.

Çarpmanın paralel kenar bir ambalajın bir kenarı üzerinde olması durumunda, çarpma anındaki ambalajın durumu ambalajın çarpacak yüzeyi ile çarpma yüzeyi arasındaki açı $\pm 5^\circ$ toleransla olmalıdır.

Deney ambalajı çarpma yüzeyine istenilen pozisyonda çarpacak şekilde hareketli yük platformuna yerleştirilir. Hareketli yük platformu, istenilen çarpma hızını sağlayacak eğimdeki yükseklığe çıkarılır ve çarpma için serbest bırakılır.

Anonim 1996 b, TS 1644, Ambalajlama - Doldurulmuş Taşıma Ambalajları Sabit Düşük Frekansta Titreşim Deneyi (uluslararası karşılığı ISO 2247) standardıdır.

Bu standart, doldurulmuş taşıma ambalajları için titreşim deneyinin yapılması ile ilgili metoda ilişkindir. Bu deney titreşim etkilerini incelemek için tek bir deney olarak uygulanabilir.

Metodun prensibi, ambalajın bir titreşim masası üzerine konulması ve titreştirilmesidir. Atmosfer şartları, deney süresi ve ambalajın durumu önceden belirlenir. Gerektiğinde ambalajın yük altındaki durumunu da denemek için, ambalajın üzerine bir yük konulabilir.

Titreşim masası yeterli büyüklükte, rijit ve kütle taşıma kapasiteli ve titreşim sırasında yüzeyi yatay konumda tutabilecek mekanizmaya sahip olmalıdır. Yüzey konumu ile ilgili uç noktalar arasındaki farklılık 10 mm'yi geçmemelidir.

Deney ambalajı, kullanım amacına uygun malzeme ile doldurulmalı ve ambalajın normal olarak sevk ediliyormuş gibi kapatılması sağlanmalıdır.

Ambalajın alt yüzünün merkezi veya ağırlık merkezi, mümkünse masanın merkezine 10 mm toleransla gelecek şekilde, deney ambalajı önceden belirtilen durumda titreşim masasının üzerine konur ve sabitlenir.

0.5 g - 1.1 g aralığında en yüksek ivmelemeyi vermek için titreşim masası 3 Hz ila 4.6 Hz arasında önceden belirtilen sürece çalıştırılır. Hareket düşey komponentlerde yaklaşık sinüzoidal şekilde olmalıdır.

Aydın ve Çarman 1998, elmalar arasında çarpışma enerjisine bağlı olarak zedelenmenin saptanması adlı çalışmalarında, iki farklı (Golden ve Starking) elma çeşidinde sarkaç kol yardımıyla elmanın elmaya çarptırılmasında farklı çarpma enerjilerine bağlı olarak çarpışma katsayıları ve zedelenme hacimlerini belirlemiştir. Çarpışma katsayısı 0.35 - 0.52, zedelenme hacmi ise 0.48 - 5.16 cm³ arasında değişmiştir. Çarpışma enerjisinin artışı, çarpışma katsayısının azalmasına ve zedelenme hacminin ise artmasına neden olmuştur. Starking elma çeşidinin zedelenmeye karşı daha duyarlı olduğu belirtilmiştir.

Duvekot ve Yücel 1971, tahta ambalaj kaplarının tahtaları arasındaki açıklıkların 0.5 cm'yi geçmesi gerektiğini, ambalajlamada kullanılan oluklu kağıtların 42 g/m² olması ve meyvelerin oluklu yüzeye temas etmemesi gerektiğini, sargı kağıtlarının ince, sağlam, pürüzsüz ve 10 g/m² olması gerektiğini, ambalajlamada oyuk tabla sisteminin diyagonal sisteme, odacıklı paketleme sisteminin ise kare sisteme uygun olduğunu ve diyagonal sistemin zedelenme açısından kare sisteme göre avantajlı olduğunu, oyuk tabla sisteminde oyuk genişliği toleransının meyve büyüklüğüne göre 5 mm olması gerektiğini, odacıklı ambalaj sisteminde elma sınıflamasının çok iyi yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, OECD normlarına uygun olan 80x120 ve 100x120 cm'lik paletlerin kullanılmasının gerektiğini, bu standart normlara uygun paletler için çalışmayı kolaylaştırıp işgücü verimini artırarak ambalaj istif alanından en iyi şekilde yararlanmayı sağlayacak ve ISO tarafından kabul edilen standart ambalajların dıştan dışa ölçülerinin 30x40, 30x50, 40x60 cm ve toleransın 1 cm olması gerektiğini, ISO tarafından deneme döneminde olan boyutların 40x50 cm, geçici olarak kabul edilen boyutların ise 30x44, 35x56, 38x57 cm olduğunu, ambalaj içi yükleme yüksekliklerinin ise ambalaj içine konulacak ürüne göre değişeceğini ISO tarafından belirtildiğini ifade etmişlerdir.

Eriş 1989 çalışmasında, meyve ve sebzelerin muhafaza ve taşınmalarında kullanılan ambalajlar ve sorunları hakkında bilgiler ve öneriler vermiştir.

Farklı ambalajlarda elmaların kamyonla 80-100 mil mesafeli taşınmaları sonucu zedelenme ve çürüme durumları belirlenmiş, meyvelerdeki zedelenme oranı fazla olan ambalajlarda çürüyen meyve sayısının arttığı görülmüştür.

Fischer ve ark. 1992 yaptıkları çalışmada, hasattan sonra yapay koşullarda 2-30 Hz'lik vibrasyonlarla yaptıkları taşıma testlerinde, taşıma öncesi, taşımadan hemen sonra ve bir hafta sonra meyve kalitesindeki değişimleri saptamışlar, 9-15 sandık yüksekliğindeki meyvelerde zararlanmaları belirlemişlerdir. En yüksek zararın 5-10 Hz'lik vibrasyonlarda en üst kasalardaki meyvelerde oluştuğunu ortaya koymuşlardır.

Halsey ve ark. 1955, Florida domates çeşidi ile yapay koşullarda yaptıkları taşıma testinde zarar derecesi olgunluğa bağlı olarak değişmiş, meyve büyüklüğü etkili olurken toplama ve ambalajlama sırasındaki işlemlere bağlı olarak zararın arttığı belirtilmiştir.

Kaynaş ve ark. 1987 yaptıkları çalışmada, bazı hibrit domates çeşitlerinin doğal ve yapay koşullarda yapılan testlerle taşımaya duyarlılıkları ile farklı ambalaj tiplerinin taşımaya etkisini incelemişler, test edilen domates çeşitlerinde oluşan zararlanmalar yönünden en iyi ambalaj tipinin plastik viyollü mukavva kutu olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmada; doğal koşullardaki taşıma deneyleri 400 km uzaklıktaki İzmir - Yalova arasında kamyonetle yapılırken, yapay koşullarda taşımada laboratuvar şartlarında sırasıyla düşürme, yataya çarpma ve titreşim testleri uygulanmıştır.

Ülkemizdeki uygulamada tahta kasalarla taşımanın yaygın olduğu ve Ülkemiz şartlarında çeşitlerin yola dayanıklılığını saptamak için uygulamadaki yöntem olan tahta kasalarla taşımanın esas alınmasının gerektiği belirtilmiştir.

Taşımada ambalaj tipi ve araçların yüklenmesi konusunda yapılan araştırmaların önerileri ışığında, doğru ambalaj seçimiyle üründe oluşacak zararın en aza indirilebileceğini belirtmişlerdir.

Taşımanın bir bütün olduğu belirtilmiş ve yapay taşıma testlerinin bütün olarak sırasıyla düşürme, yatay çarpma ve titreşim testlerinden oluştuğu vurgulanmış, zararlanmalar her biri için ayrı ayrı değerlendirilmeyip bir bütün olarak belirlenmiştir.

Yapay koşullarda yapılan taşıma testlerinin ambalaj materyali ve ürünün fiziksel özelliğinin tanımlanması için en uygun yöntem olduğu belirtilmiştir.

Yöresel iç pazara taşımada küçük kamyonet ve traktör kullanılmasına karşılık yurt içinde, uzun mesafelere taşımada üstü açık, 2 akslı, yaklaşık 10 ton kapasiteli kamyonlar, dış pazara taşımada ise, üstü kapalı, 3 akslı, yaklaşık 18 - 20 ton kapasiteli TIR araçlarının kullanıldığı belirtilmiştir. Değişik nedenlerle soğutmalı araçların kullanımının çok az olduğu ve özellikle ortadoğu ülkelerine yapılan dışsatımda geleneksel yöntem aşağıdaki şekilde belirtilmiştir:

Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinde üstü açık kamyonlarla taşınan meyve ve sebzelerin sınır illerimizde soğutmalı araçlara aktarıldığı, bu aktarmada taşımadan kaynaklanan zararlanmaya ek olarak aktarma nedeniyle zedelenme oranının arttığı vurgulanmıştır.

Kaynaş ve ark. 1990 yaptıkları çalışmalarda, karayolu taşımacılığında Türkiye koşullarında, bahçeden manava kadar olan devre dikkate alınarak düşürme testindeki bir taşıma ambalajındaki düşürme sayısının 4, düşürme yüksekliğinin de 30 cm olarak alınabileceğini belirtmişlerdir.

Yatay çarpma testinde test edilen ürün ambalajının taşıma aracındaki durumu dikkate alınarak 1.5 m/s'lik hıza karşılık gelen 660 mm uzaklıktan serbest olarak bırakılarak çarpma sağlandığını, işlemin standart olarak kabul edilen 6 defa yinelenildiğini belirtmişlerdir.

Titreşim testlerinde Türkiye karayolları yapısı için saptanan 25 mm genlik ve 250 d/d'lık frekans değerlerinin kullanıldığını, 1000 km'lik uzun mesafeye taşımayı ifade eden 20 dakika titreşim süresi ile 1000 km'den daha kısa mesafeye taşımacılık için 5-10-15 dakikalık titreşim süreleri kullanıldığını ifade etmişlerdir.

Ayrıca, Türkiye koşullarında karayolu taşımacılığında yaş sebze ve meyve taşıma ambalajlarının taşıma aracına 7-8 sıra istiflendiğine dikkat çekilmiştir.

Maxie ve ark. 1967, bozulabilir ürünlerin pazarlama aşamasında çürümeler, su kaybı, mekanik zedelenme, aşırı olgunlaşma, yaşlanma gibi nedenlerin karşılıklı ilişkisiyle bozulmanın oluştuğunu ve bozulmaların genel olarak tek bir faktöre bağlı olarak oluştuğu şeklindeki bir görüşün yanlış olduğunu belirtmişlerdir.

Mc Colloch 1962 yaptığı çalışmada, domateslerle ilgili taşıma testlerinde ambalaj içerisinde sıralı meyvelerin alt ve üst kesimlerindeki zararlanma oranlarının farklı olduğunu vurgulamış, üstteki meyvelerin alttaki meyvelere çarpması sonucu alttaki meyvelerde oluşan zararlanma oranının arttığını ve bu oranların olgunluğun ilerlemesiyle artarak devam ettiğini belirtmiştir.

Farklı büyüklükte ve farklı ambalajlar içinde taşımada ambalajlarda meyvenin olgunluğu arttıkça zarar oranı artarken, ambalaj büyüklüğü artarken zarar oranı yine artmış fakat ambalajların bağlanması durumunda zarar derecesinin azaldığı vurgulanmıştır.

New 1983, doğal ve yapay koşullarda yapılan taşıma testlerinin ambalaj materyalinin fiziksel özelliğinin tanımlanması yanında taşınan meyve ve sebzelerin çeşitlerine bağlı olarak fizyolojik olgunluklarına göre fiziksel dayanıklılığının iyi bir göstergesi olduğunu belirtmiştir.

Yalova köylerinden yöresel pazara getirilen domateslerin yaklaşık %30'unun fiziksel zararlanma gösterdiğini ve zararlanmış domateslerin tümünün aşırı olgun dönemde olduğunu gözlemlemiştir. Araştırmacı, şeftali pazarlamasında hasattan tüketiciye ulaşıncaya kadar taşımadan kaynaklanan toplam %13'lük mekanik zararın %3'ünün taşıma esnasında, %4'ünün toptancı halinde, %6'sının da manavda görüldüğünü saptamıştır. Domateslerin taşınmasında zarar oranını azaltmak için domateslerin ambalaj içine ikili sıra ile dizilmesini ve 3 veya 4 sandığın birleştirilerek tek ambalaj haline dönüştürülmesini önermiştir. Ayrıca, 138 km'lik asfalt yolda ortalama 50 km/h hızda Golden elmalar taşınmış ve taşıma sonunda kartonsuz kasalarda %45.11, kartonlu kasalarda ise %45.09 oranında zarar tespit etmiştir. Zararlar ağırlık esasına göre %'leri alınarak belirlendiği belirtilmiştir.

Meyve büyüklüğü, kabuk ve et yapısı yönünden çeşitler farklı olduğundan taşımaya duyarlılıklarının farklı olacağı belirtilmiştir. Bu özelliğın doğrudan taşıma testleri yapılarak ortaya konulabileceğini, ancak bu yöntemin pahalı olması ve uzun zaman alması nedeniyle yapay koşullarda çok kısa sürede duyarlılığın derecesinin saptanabileceğini belirtmiştir. Yapay koşullarda yapılan testlerin ambalaj materyali ve ürünün fiziksel özelliğinin tanımlanması için en uygun yöntem olduğu vurgulanmıştır.

Türkiye'de uzun yol taşımacılığında (yurt içi meyve ve sebze taşımacılığında) 3 akslı yaklaşık 12 ton kapasiteli kamyonlar kullanılmakta olduğunu ve daha küçük kapasiteli kamyonet ve traktörler yöresel pazarlara taşıma amacıyla kullanıldığını, kısa aralıktaki taşımalarda bazen küçük kamyonetlerde kullanıldığını belirtmiştir. Taşımada kullanılan kamyonların kasa

boyutları 2.1 - 2.2 m genişlik ve 5.5 - 6.5 m uzunlukta olup, kasalar plastik veya branda bezi ile kapatılıp iple bağlanmakta olduğu ifade edilmiştir.

O'brien ve ark. 1963, taşıma sırasında meyvede oluşacak zararlanmaların titreşim hızına bağlı olarak meydana geldiğini, vibrasyon testinde taşıma aracına istiflenmiş kasalarda üst kasalardaki vibrasyon değerinin daha fazla olduğunu dolayısıyla üstteki kasalarda zarar derecesinin arttığını belirtmişlerdir.

O'brien ve Gaffney 1983 domates ve sanayi şeftalilerinde yaptıkları çalışmalarda, meyvelerin ambalajlanması sırasında zarar derecesinin, meyvenin etkilendiği çarpma veya düşmenin hızı ve düştüğü yüzeyin fiziksel özelliklerine bağlı olduğunu, düşme veya çarpma yüzeyinin yumuşak bir materyal ile kaplanması sonucu zararlanma derecesinin azaldığını belirtmişlerdir. Ambalajlamada; ilk aşamada ambalaj kabının %5-10 oranında doldurulduğunu bu durumda zararlanmanın fazla olduğunu, ikinci aşamada ise ambalajın geriye kalan bölümlerinin doldurulduğunu, bu durumda meyvelerin birbiri üzerine düşmeleri nedeniyle meyvelerin enerjiyi absorbe ederek zarar derecesinin azaldığı belirtilmiştir. Taşıma koşullarında artan enerji nedeniyle alt meyve kasalarında birşey görülmezken, üst meyve kasalarının hareketlenip zıplamaya başladıklarını, dolayısıyla üst meyve kasalarında zararlanmanın daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Taşımada önemli olan noktanın zararlanan meyve sayısından çok zararlanan meyve yüzdesinin önemli olduğunu ve yükleme sırasında ambalajların arasının doldurulmasının ve meyvenin soğutulmasının zararlanmayı azaltacağını belirtmişlerdir.

Semerci ve Der 1985 yaş sebze ve meyve ambalaj tiplerinin yapay koşullarda nakliye uygunluklarının belirlenmesi ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, vibrasyon testinde titreşim süresinin Avrupa şartlarındaki standart değerlerini aşağıdaki şekilde vermişlerdir:

- 20 dakikalık titreşim süresi, 1000 km karayolu veya 3000 km demiryoluna,
- 40 dakikalık titreşim süresi, 1500 km karayolu veya 4500 km demiryoluna,
- 60 dakikalık titreşim süresi, daha uzun kara ve demiryoluna karşılıktır.

Sommer ve ark. 1960, Bartlett armudunda yaptıkları çalışmada titreşimden ileri gelen zararlanmaların epidermis ve onun hemen altındaki hücrelerde oluştuğu, düşürmeden ileri gelen zararlanmaların ise kabuktan daha içerde meyve etinde olduğunu görmüşlerdir.

Titreşim ve düşmeden ileri gelen zararlanmaların meyve yumuşamasının artması şeklinde belirtilmiş ve titreşim nedeniyle zarar gören meyvelerin genel olarak daha erken olgunlaştığı, daha fazla ağırlık kaybettiği, meyve üzerinde herhangi bir zararlı bölgedeki bozulan yüzeyin daha kısa sürede görünür hale geldiği vurgulanmıştır. Dolayısıyla bu ürünlerin pazar sürelerinin kısalmakta olduğu ifade edilmiştir.

Yücel 1971, muhtelif sınıftaki elmalar için en küçük çapların TSE'nin elma standartlarına göre;

	<u>Ekstra</u>	<u>I.Sınıf</u>	<u>II.Sınıf</u>
İri çeşitler	65 mm	60 mm	55 mm
Diğer çeşitler	60 mm	55 mm	50 mm

olduğunu, elma ambalaj kapları ve palet ölçülerinin ISO standartlarına uygun olması gerektiğini, elmanın sarılmasında kullanılacak kağıtların en çok 21 g/m², ambalaj içine konulacak kağıtların ise beyaz sülfite sellüloz olup 40 g/m² olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Ekstra kaliteden elmaların kağıda sarıldığını, 1. ve 2. kaliteden elmalarda sandık içine kağıt kaplandığını, ekstra kaliteden elmaların ambalaj içine muntazam olarak dizildiğini, 1. ve 2. kaliteden elmaların ambalaj içine dökme olarak doldurulduğunu belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3. 1. Materyal

Ülkemizde yaygın olarak üretimi yapılan ve zedelenmeye karşı gösterdikleri tepkiler meyve eti sertlikleri nedeniyle farklılık gösteren ve Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü bahçelerinde üretimi yapılan elma çeşitlerinden M9 anacı üzerine aşılı Granny Smith çeşidi elmalar ile MM 106 anacı üzerine aşılı Starkspur Golden Delicious çeşidi elmalar araştırma materyali olarak seşilmiştir.

Elmaların ağırlıkları ve hacimlerinin belirlenmesinde 30 kg tartım kapasiteli, 1/1000 kg hassasiyetli bir elektronik terazi ile içi saf su dolu bir kap, meyve batırıcı piriñ çubuk, meyveyi piriñ çubukla su içine daldırabilecek bir ayaklık kullanılmıştır (Şekil 3.1).

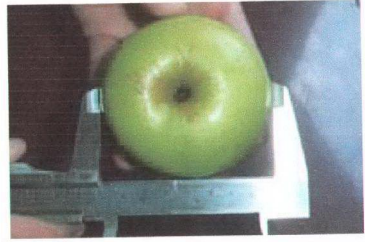


Şekil 3.1. Elektronik terazi ve meyve hacmi ölçme sistemi

Elmaların boyut ölçümlerinde 100 cm ölçüm kapasiteli bir meyve boyut ölçer ve 1 / 20 mm verniyer bölüntülü bir kumpastan yararlanılmıştır (Şekil 3.2).



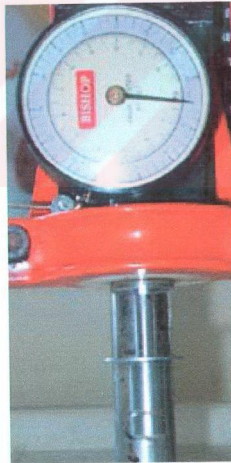
a)



b)

Şekil 3.2. Meyve boyutunun ölçülmesinde kullanılan cihazlar (a) Meyve boyut ölçer ve b) Kumpas)

Elmaların meyve eti sertliklerinin ölçümünde, elmalar ve armutlar için önerilen Fruit Pressure Tester FT 327 (3 - 27 Lbs) model, ölçü kadranı 3 - 27 libre veya 0.5 - 12.5 kg arasında olan, meyve eti sertlik ölçüm ucu çapı 11 mm, boyu 24 mm ve ölçüm ucu konveks yapıda olup, dışbükeylik yarıçapı 11 mm olan bir meyve penetrometresi kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Meyve penetrometresi

Elmaların toplam suda eriyebilir madde miktarlarının belirlenmesinde Brix % 0 - 32 olan bir el refraktometresi kullanılmıştır (Şekil 3.4).



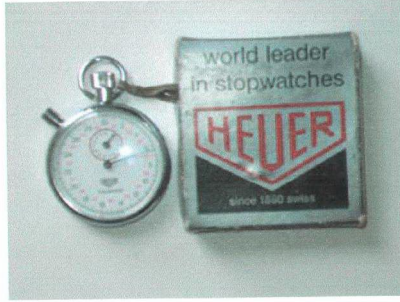
Şekil 3.4. El refraktometresi

Elmaların yuvarlaklıklarının, taşıma testleri sonunda zedelenen alanların ve toplam meyve yüzey alanlarının belirlenmesinde TYPE KP - 27 tipinde bir planimetre kullanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Planimetre

Titreşim testleri sırasında titreşim süresinin belirlenmesi için 0 - 15 dakika ölçüm aralıklı bir kronometre kullanılmıştır (Şekil 3.6).



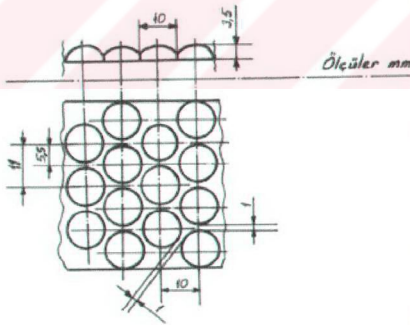
Şekil 3.6. Kronometre

Bu çalışmada halen Ülkemizde uygulamada yaygın olarak kullanılmakta olan TS 3766 'da tanımlanan tahta elma ambalajı (standart tip ambalaj) araştırmada kasa materyali olarak seçilmiştir (Anonim 1982). Ambalajın en x boy x yükseklik olarak dıştan dışa ölçüleri yaklaşık 400 x 600 x 340 mm, içten içe ölçüleri yaklaşık 375 x 570 x 240 mm'dir (Anonim 1975, Ek 1, Şekil 3.7). Elma kasalarının boş ağırlığı ortalama 6 kg'dır. Ambalajın içindeki meyve ile birlikte toplam ağırlığı Granny Smith çeşidi elma için ortalama 30 kg, Starkspur Golden Delicious çeşidi elma için de ortalama 26.5 kg'dır.

Bütün elma ambalajlarında kasa iç taban ve iç kenarlarında yaklaşık 49 g/m² 'lik ambalaj kağıdı kullanılmıştır. Ayrıca geliştirilen ambalajlarda ambalaj kağıdına ilave olarak kasaların iç tabanına serilmek üzere yaklaşık 108 g/m² 'lik polietilen balonlu materyal kullanılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.7. Standart tip ambalaj



a)



b)

Şekil 3.8. Polietilen balonlu materyal (a) Teknik özellikleri, b) Görünümü)

Çalışmada uygulanmış olan laboratuvar şartlarında yapay taşıma testleri Serbest Düşürme Testi, Yatay Çarpma Testi ve Titreşim Testi olmak üzere üç aşamalı olup, testler Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Hasat Sonrası Fizyolojisi Bölümü Ambalaj Test Laboratuvarında bulunan Mekanik Düşürme Test Simülatörü, Mekanik-Hidrolik Yatay Çarpma Test Simülatörü ve Elektro-Mekanik Titreşim Simülatörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Taşıma Testleri sırasında her bir testte ambalaj içerisindeki elmalara gelen mekanik kuvvetlerin ölçümlerinde Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümüne ait Elektronik Veri Toplama Sisteminden yararlanılmıştır. Elektronik Veri Toplama Sistemine ait bazı teknik özellikler Çizelge 3.1'de, Elektronik Veri Toplama Sistemi ve ambalajla bağlantısı Şekil 3.9 'da verilmiştir.



Şekil 3.9. Elektronik veri toplama sistemi ve ambalajla bağlantısı

Çizelge 3.1. Elektronik veri toplama sisteminin teknik özellikleri

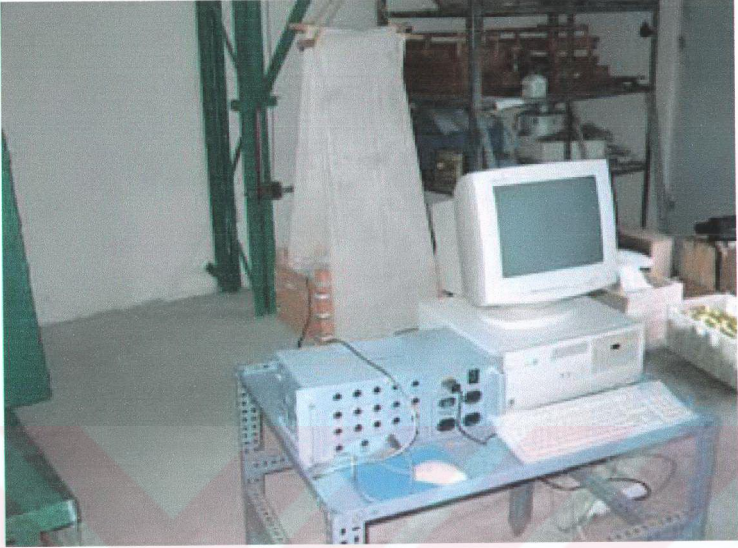
Dinamometre				Veri Değerlendirme Ünitesi					
Marka	Model	Seri	Çıkış (mV/V)	Kapasite (kg)	Boyut EnXBoyXYükseklik (mm)	Yazılım Adı	Çalışma Aralığı (kg)	Okuma Kapasitesi (adet/sn)	Hassasiyet (kg)
ESIT	SPA 20 k	158	1.9	20	30x130x22	Magvt	20 – 1000	2048	1/10000

Elde edilen mekanik kuvvet ve zedelenme değerlerinin istatistik analizleri bilgisayarda yapılmıştır. İstatistik analizler için bilgisayar yazılım programları Microsoft Excel ve Mstat - c kullanılmıştır.

3.1.1. Mekanik Düşürme Test Simülatörü

Simülatör 4 m yükseklikteki profil direğe makaralarla bağlı, istenen düşürme yüksekliğine ayarlanabilen mekanik düşürme kancasından ibarettir. 220 cm en ve 3 m boyundaki pamuktan dokunmuş bezden yapılmış salıncak içine yerleştirilecek ambalajın maksimum düşme yüksekliği 3 m'dir. Yükseklik ayarı cırcırlı bir buçurgat kolu ile kolayca geręekleřtirilebilmekte, kanca kurtarma mekanizması ise mekanizmaya bağlı bir ipi çekmekle sarsıntısızca kancayı serbest bırakıp düşme sağlanmaktadır (Şekil 3.10).

Tarımsal ürünlerin testinde maksimum 80 cm düşme yüksekliği kullanılmakta ise de deneylerin çok yönlü olma olasılığı dikkate alınarak simülatör, düşme yüksekliği 3 m olan Avrupa normuna göre imal edilmiştir (Semerci ve Der 1985).



Şekil 3.10. Mekanik düşürme test simülatörü

3.1.2. Mekanik-Hidrolik Yatay Çarpma Test Simülatörü

Bu simülatör yatayla 10° lik açı yapan 750 mm aralıklı iki ray ile bir çarpma düzleminden ve bir taşıyıcıdan oluşmaktadır. Raylar 3 mm et kalınlığında iki adet 40x60 mm'lik dikdörtgen profilden oluşturulmuş ve kafes kiriş şeklinde birleştirilmiştir. Çarpma düzlemi ise 70x160 mm'lik I profilden yapılmış desteklerle kaynakla bağlanmış 60x60 mm'lik köşegen profiller üzerine 120 cm uzunluğunda 100x100 mm'lik 10 adet kalas ve onun üzerine de 10 mm kalınlığında 1050x1200 mm'lik sac konulmuştur. Çarpma düzlemi ve raylar birbirleriyle 90° lik açı yapmakta olup, sistem betona bağlanarak rijitlik sağlanmıştır. Taşıyıcı ise 1060x910 mm ölçülerinde olup, kasa üzerine 20 mm'lik sunta ve onun üzerine 2 mm'lik sac kaplanarak yapılmıştır. Tekerlekler rulmanlı yataklı olup minimum sürtünme elde edilmiştir. Taşıyıcı, çarpma düzleminden 60 mm daha ileride bir hidrolik sönümleyici sistem yardımı ile

durmakta ve bu sönümleyici sistem sayesinde geri gelme (sıçrama) olmamaktadır. Bu sayede ambalaj çarpma düzlemine sadece bir defa çarpmaktadır (Şekil 3.11).

Testlerde maksimum bırakma mesafesi olarak 2140 mm (2.7 m/s'ye eşdeğer) verilmektedir. Simülâtör Avrupa normlarına uygun olarak yapılmıştır (Semerci ve Der 1985).



Şekil 3.11. Mekanik-hidrolik yatay çarpma test simülâtörü

3.1.3. Elektro-Mekanik Titreşim Simülâtörü

Köşegen profil demirler alın altına kaynakla bağlanarak 1200x800 mm ölçüsünde oluşturulan kafes, sunta ile kaplanıp titreşim tablası oluşturulmuştur. Titreşim tablası civata mafsallı kollar ile bir salıncak mekanizması oluşturacak şekilde iki adet mile aynı düzlemdeki dört adet mafsallı ayakla civatalarla

bağlanmıştır. Her iki mil ise 200 mm çaplı dişlilere rulmanlı yataklarla yataklandırılmış olup, bu dişlilerde bir kramiyer mile oturmuş olarak sıkıca ana şasiye bağlanmıştır. Kramiyer mili hareketini, uzunluğu ayarlanabilen ve bir ucundan eksantrik düzene bağlı bir biyel kolundan almaktadır.

Eksantrik düzenin mili ise hareketini 1/6 transmisyon oranı ile bir kayış kasnak sistemi yardımıyla 2 HP'lık ve 2000 d/d'lık bir doğru akım motorundan almaktadır. Motora bir elektronik varyatör aracılığı ile istenilen devir kademesiz olarak verilebilmekte ve sistem frekansı bir dijital göstergedan anında izlenebilmektedir. Titreşim genlik ayarı elle mekanik bir düzence yapılmakta, titreşim toplam sayısı ise bir mekanik numarâtörden okunabilmektedir (Şekil 3.12).

Titreşim tablasında maksimum yük kapasitesi 200 kg olup, 0–300 d/d'lık frekanslarda 0-27 mm'ler arası genliklerde ve yataydan düşeye kadar kademesiz ayarlı olarak sinüzoidal hareket elde edilebilmektedir. Bu simülâtör de Avrupa normlarına uygun olarak imal edilmiştir (Semerci ve Der 1985).



a)



b)

Şekil 3.12. Elektro-mekanik titreşim simülatorü (a) Titreşimin ilk 10 dakikasında ambalaj titreşim hareketi doğrultusunda boyuna yerleştirilmiş, b) Titreşimin son 10 dakikasında ambalaj titreşim hareketi doğrultusunda enine yerleştirilmiş)

3. 2. Yöntem

Bu çalışmada, elmanın hasadından pazar aşamasına kadar olan taşıma sürecinde oluşacak mekanik zedelenmeleri en aza indirmek amacıyla taşıma sırasında kasalar içindeki elmalar üzerine gelen mekanik kuvvetler ile bu kuvvetlerin neden olduğu zedelenmeleri belirleyebilmek için laboratuvar şartlarında yapay taşıma testleri uygulanmıştır. Belirlenen bu mekanik kuvvet ve zedelenme verilerinden yararlanarak taşıma sırasında ambalaj içinde oluşan mekanik kuvvetlerle bu kuvvetlerin neden olduğu zedelenmelerin ilişkisi ortaya konulmuştur. Bu mekanik kuvvet ve zedelenme ilişkisinden yararlanarak yeni ambalaj tipleri geliştirilmiştir. Bu yeni ambalaj tipleri içerisinde mekanik kuvvetlerin etkisiyle oluşan zedelenmeleri en aza indiren ambalaj tipi belirlenmiştir.

Çalışmalar her iki elma çeşidi için ayrı olarak yapılmıştır.

3.2.1. Elma Çeşitlerine Ait Bazı Fizyolojik ve Teknik Özelliklerin Belirlenmesi

MM 106 anacı üzerine aşılı Starkspur Golden Delicious çeşidi elmalar 2003 yılı eylül ayında, M 9 anacı üzerine aşılı Granny Smith çeşidi elmalar da 2003 yılı ekim ayında elle hasat edilmişlerdir. Elmalar 40 x 60 cm 'lik tahta kasalar içerisinde tarım arabası ile işletme merkezine getirilmişlerdir. İşletme merkezinde elma boylama makinasında boylara ayrılan elmalardan yaklaşık olarak 75 mm 'lik çapa sahip olan elmalar denemede kullanılmak üzere seçilmiştir (Granny Smith çeşidi elmalarda meyve çap ortalaması 76.4 mm, Starkspur Golden Delicious çeşidi elmalarda da meyve çap ortalaması 74.3 mm'dir.). Bu seçilen elmalar elle ayıklanarak plastik kasalara konulmuşlar ve yıkayarak kimyasal uygulama makinası ile yıkama ve kimyasal uygulama işleminden geçirildikten sonra 0 - 1 °C sıcaklıktaki depoda, ambalajlanıp taşıma testlerinde kullanılacakları zaman olan 2003 yılı aralık ayı ortalarına kadar (depolandıktan sonra yaklaşık olarak ortalama Starkspur Golden Delicious

çeşidi elmalar 3 ay, Granny Smith çeşidi elmalar 2 ay sonra kullanılmak üzere) muhafaza altına alınmışlardır (Anonim 1974 a, Tunalıgil 1993). 2003 yılı aralık ayı ortalarında taşıma testlerinde kullanılmak üzere depodan alınan elmaların tanımlamasını yapmak amacıyla bazı fizyolojik ve teknik özelliklerini belirlemek için aşağıdaki işlemler yapılmıştır:

Elmaların en (çap) ve boy ölçümleri yapılmıştır. Elmanın eni, elma sap ve çiçek çukurunu birleştiren eksene dikey olan en geniş ekvatorunun çapıdır. Elma boyu, elma sap ve çiçek çukuru arasındaki mesafedir (Anonim 1983 a, Tunalıgil 1993). Boyut ölçümleri meyve boyut ölçeği ve 10 adet elma kullanılarak yapılmıştır. Meyve çapı ölçümünde 10 adet elma enlerinin birbirlerine temas edecek şekilde meyve boyut ölçeği üzerine yan yana sıralanmış ve elde edilen toplam ölçüm değerinin aritmetik ortalaması alınarak elma çeşidine ait ortalama çap değeri belirlenmiştir. Yine aynı yöntemle meyvelerin çiçek ve sap çukurları birbirlerine temas edecek şekilde boyulmasına meyveler meyve boyut ölçeği üzerine yan yana dizilmişler ve yapılan ölçüm sonucunda alınan değerin aritmetik ortalaması hesaplanarak çeşide ait ortalama meyve boyu belirlenmiştir. Meyve ortalama eninin meyve ortalama boyuna oranı hesaplanarak ortalama meyve en / boy oranı elde edilmiştir.

Elmaların elektronik terazide tartılmaları sonucu meyve ağırlıkları belirlenmiş ve 10 adet meyveye ait ağırlık tartım sonuçlarının aritmetik ortalaması hesaplanarak ortalama meyve ağırlığı bulunmuştur.

Elmanın hacmini belirlemek için içine saf su konulan kap önce elektronik terazide tartılarak darası (d) belirlenmiş ve daha sonra meyveyi su içine tamamen batıran pirinç çubuk ve bu pirinç çubuğun bağlı olduğu ayaklık yardımıyla kap içindeki saf suya meyve tamamen daldırılmış ve teraziden tartım değeri (d1) okunmuştur. Aşağıdaki formülden yararlanılarak toplam meyve hacmi belirlenmiştir (Tunalıgil 1993).

$$V = (d1 - d) / a$$

1

Burada;

V: Meyvenin toplam hacmi (cm^3)

d1: Saf su dolu kap içine tamamen daldırılan meyvenin teraziden okunan tartım değeri (g)

d: Saf su dolu kabın ağırlığı (dara) (g)

a: Saf suyun özgül ağırlığı ($1 \text{ g} / \text{cm}^3$)

Yukarıdaki formül ile hesaplanan 10 adet meyveye ait hacim değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak meyvelere ait ortalama hacim değeri belirlenmiştir.

Her bir meyveye ait ağırlık değerinin o meyveye ait hacim değerine oranı alınarak meyvenin özgül ağırlık değeri belirlenmiş olup (Tunalıgil 1993), 10 adet meyveye ait özgül ağırlık değerlerinin aritmetik ortalaması hesaplanarak elmalara ait ortalama özgül ağırlık değeri belirlenmiştir.

Ortalama meyve eti sertlik değeri aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

Sabit bir sehpa üzerinde bulunan düz bir dişli üzerinde hareket eden ve hareketini elle kumandalı bir koldan alan hareketli bir sehpa üzerine el penetrometresi bir kısıpçla sabitleştirilmiştir. Penetrometre ölçüm ucu altında sabit sehpa üzerinde elmanın istenen pozisyonda hareket etmeden yerleştirilebileceği sert plastikten yapılmış oyuk bir tabla bulunmaktadır. Bu oyuk tabla üzerine yerleştirilen kabuğu bıçakla alınmış elmanın meyve eti üzerine penetrometre ölçüm ucunu, el kumandalı kol yardımı ile ölçüm ucu üzerinde belirlenen derinliğe kadar batırarak ölçüm yapılmıştır. Yapılan ölçüm değeri kg olarak penetrometre kadranı üzerinden okunmuştur (Şekil 3.13). Her elma için sap ve çiçek çukuru arasında bulunan elma ekvator yüzeyi üzerinde birbirine 120 derecelik mesafelerde belirlenen 3 adet noktadan 3 adet ölçüm değeri belirlenmiş olup, bu ölçüm değerlerinin aritmetik ortalaması o elmaya ait meyve

eti sertlik değeri olarak alınmıştır (Özelkök ve ark. 1998). 10 adet elmaya ait meyve eti sertliklerinin aritmetik ortalaması da hesaplanarak ortalama meyve eti sertliği bulunmuştur.



şekil 3.13. Penetrometre ölçüm sistemi

Toplam suda erir madde miktarı meyvenin fizyolojik özelliklerinden biri olup, meyve suyu içinde erimiş maddelerin % olarak miktarını vermektedir. Ölçüm el refraktometresi ile yapılmış olup, meyveden alınan bir miktar meyve suyu refraktometre üzerindeki yerine konularak gözlem ucundan bakmak suretiyle % olarak belirlenmiştir (Kaynaş ve ark. 1987, Özelkök ve ark. 1998). 10 adet meyveye ait ölçüm değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak ortalama toplam suda erir madde miktarı % olarak elde edilmiştir.

Meyvenin en büyük kesit alanının, bu kesitin sığabileceği en küçük çemberin alanına oranına yuvarlaklık denilmektedir. Burada, elmanın yuvarlaklık değerini belirleyebilmek için önce meyvenin en büyük alanını veren

kesiti belirlenmiştir. Bu kesitin şekli, asetat üzerine oradan da ince pelur kağıt üzerine kalemlle çizerek elde edilmiştir. Elde edilen meyvenin bu en büyük kesitinin alanı planimetre ile ölçülmüştür. Sonra, meyvenin bu en büyük kesitinin sığabileceği en küçük çemberin çapı kumpas ile ölçülerek belirlenmiştir. Elde edilen bu değerler ve aşağıdaki formüllerden yararlanılarak meyvenin yuvarlaklık (Y) değeri belirlenmiştir (Gieck 1982, Tunalıgil 1993):

$$A_{\varphi} = 1 / 4 * \pi * d_{\varphi}^2 \quad 2$$

$$Y = A_k / A_{\varphi} \quad 3$$

Burada;

A_{φ} : Meyvenin en büyük kesitinin sığabileceği en küçük çemberin alanı (cm^2),

Y: Yuvarlaklık,

d_{φ} : Meyvenin en büyük kesitinin sığabileceği en küçük çemberin çapı (cm),

A_k : Meyvenin en büyük kesit alanı (cm^2)

Burada, $Y = 1$ ise meyve yuvarlak yapıdadır. 10 adet meyve için yuvarlaklık değerleri belirlenmiş olup, bu değerlerin aritmetik ortalaması alınarak elma çeşidi için ortalama yuvarlaklık değeri belirlenmiştir.

Meyve ile aynı hacme sahip bir küre çapının, bu meyvenin en uzun çapına oranına küresellik denilmektedir. Burada meyvenin hacmi (V_m) saf suya daldırma yöntemiyle, meyvenin en uzun çapı da kumpas ile ölçerek belirlenmiştir. Elde edilen ölçüm değerlerine göre küresellik (K) aşağıdaki formüllerden yararlanılarak belirlenmiştir (Gieck 1982, Tunalıgil 1993):

$$V_m = 1 / 6 * d^3 * \pi$$

4

$$K = d / d_u$$

5

Burada;

V_m : Meyve ile aynı hacme sahip kürenin hacmi (cm^3),

K: Küresellik,

d: Meyve ile aynı hacme sahip küre çapı (cm),

d_u : Meyvenin en uzun çapı (cm)

Burada $K = 1$ ise meyve küresel yapıdadır. 10 adet meyve için küresellik değerleri belirlenmiş olup, bu değerlerin aritmetik ortalaması alınarak elma çeşidi için ortalama küresellik değeri belirlenmiştir.

Elmaların tanımlanmaları ile ilgili olarak yapılan elmaların bazı fizyolojik ve teknik özelliklerinin belirlenmesi çalışmalarından sonra laboratuvar şartlarında yapay taşıma test çalışmaları yapılmıştır.

3.2.2. Taşıma Testleri

Doğal ve yapay koşullarda yapılan taşıma testleri, taşınan meyve ve sebze tür ve çeşitlerinin fizyolojik olgunluklarına bağlı olarak fiziksel dayanıklılığının ve ambalajın fiziksel özelliğinin en iyi göstergesidir. Doğal taşıma testleri hem pahalı ve hem de uzun zaman almaktadır. Yapay taşıma testleri çok kısa sürede ve daha düşük maliyetle yapılabilmektedir (Kaynaş ve ark. 1987, New 1983). Bu çalışmada laboratuvar şartlarında yapay taşıma testleri uygulanmıştır.

Ülkemizdeki uygulamada tahta kasalarla taşımının yaygın olduğu ve ülkemiz şartlarında çeşitlerin yola dayanıklılığını saptamak için uygulamadaki yöntem olan tahta kasalarla taşımının esas alınmasının gerekli olduğu

belirtilmiştir (Kaynaş ve ark. 1987). Bu çalışmada Ülkemizde uygulamada yaygın olarak kullanılmakta olan 40 x 60 cm en x boy ölçülerindeki tahta elma ambalajı (standart tip ambalaj) kullanılmıştır.

Taşıma testlerine başlamadan önce testleri yapılacak olan elma ambalajları hazırlanmıştır. Aynı ambalajlar, önce taşıma testlerinde oluşan mekanik kuvvetlerin belirlenmesi amacıyla uygun olarak, sonra taşıma testlerinde oluşan bu mekanik kuvvetlerin etkisiyle oluşan zedelenmelerin belirlenmesi amacıyla uygun olarak hazırlanmışlardır.

Hazırlanan ambalajların yapay taşıma testleri sırasıyla birbirini izleyen Serbest Düşürme Testi, Yatay Çarpma Testi ve Titreşim Testi olmak üzere üç aşamada yapılmış ve testler sırasında ambalaj içerisindeki elmalara gelen mekanik kuvvetler ile bu mekanik kuvvetlerin etkisi altında oluşan zedelenmeler belirlenmiştir.

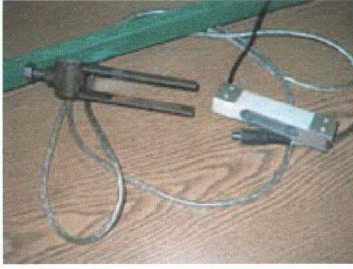
Tahta elma kasaları içine elmalar dizilerek 3 sıra halinde ambalajlanmış ve kuvvet algılayıcı dinamometre daha önce tesadüfi olarak belirlenen örnek noktalarına yerleştirilmiş ve ambalajların üzeri uygun bir şekilde kapatılarak taşıma testleri yapılmış olup, her bir taşıma testinde meyveler üzerine gelen mekanik kuvvet değerleri belirlenmiştir (Şekil 3.14).

Mekanik kuvvet değerlerinin belirlenmesi çalışmasından sonra, mekanik kuvvet değerlerinin belirlenmesinde kullanılan aynı tahta elma kasaları içine elmalar yine aynı şekilde dizilerek 3 sıra halinde ambalajlanmış ve daha önce tek tek gözden geçirilerek elle dikkatlice seçilen, temiz, çürük ve zedelenme olmayan, meyve kabuğu üzerinde güneş yanığı ve scald gibi bozukluklar içermeyen, şekilsel olarak düzgün olan, yaklaşık aynı boyut özelliklerinde olan, homojen yapıya sahip örnek meyveler, daha önce tesadüfi olarak belirlenen ve mekanik kuvvet değerlerinin belirlendiği aynı örnek noktalarına yerleştirilmiş ve ambalajın üzeri uygun bir şekilde kapatılarak taşıma testleri yapılmış olup, testler yapıp bittikten sonra ambalajlar içinden zedelenme değerlerinin

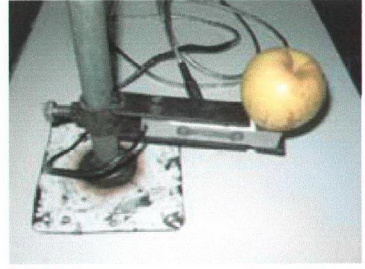
belirlenmesi amacıyla alınan örnek meyveler olgunlaştırma odasına konulmuşlardır. Ambalajlardan alınan örnek elmalar olgunlaştırma odasında 20°C'de 7 gün bekletilmişlerdir (Ertan ve ark. 1991). Bu süre sonunda elmaların kabuğu tamamen soyulup, zedelenen kısımların şekilleri asetat üzerine çıkarılmış, daha sonra bu şekiller ince pelur kağıt üzerine alınmış ve şekiller üzerinden planimetre ile zedelenen kısımların alanları ölçülerek belirlenmiştir (Şekil 3.15).

Laboratuvar koşullarında yapılan yapay taşıma testleri birbirini sırayla izleyen Serbest Düşürme, Yatay Çarpma ve Titreşim Testlerinden oluşmaktadır (Anonim 1988 ç, Kaynaş ve ark. 1987, Kaynaş ve ark. 1990, Semerci ve Der 1985).

Çalışmalar, önce taşıma testleri sırasında ambalaj içinde bulunan elmalar üzerine gelen mekanik kuvvetlerin belirlenmesi için yapılmış, daha sonra bu mekanik kuvvetlerin etkiyle oluşan zedelenme değerlerinin belirlenmesine yönelik olarak devam etmiştir.



a)



b)



c)



d)



e)

Şekil 3.14. Kuvvet ölçüm sisteminin ambalaj içerisine yerleştirilmesi (a) Dinamometre ve bağlantı elemanı, b) Dinamometrenin bağlantı elemanı ile bağlanması ve kuvvet ölçümü, c - d) Dinamometrenin ambalaj içinde kuvvet ölçülecek örnek noktasına yerleştirilmesi, e) İçine dinamometre yerleştirilmiş ambalajın uygun bir şekilde kapatılması)



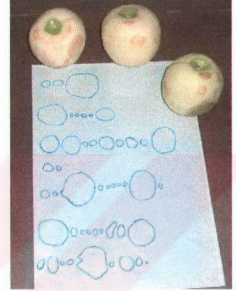
a)



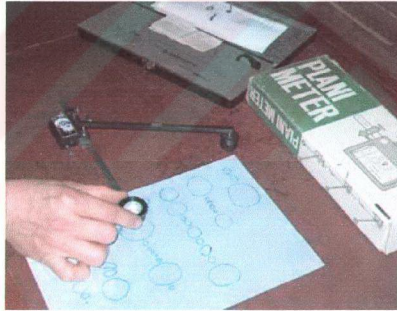
b)



c)



d)



e)

Şekil 3.15. Meyvedeki zedelenme alanlarının ölçülmesi (a - b) Örnek meyve kabuğunun soyulması, c) Zedelene kısımların şekillerinin asetat üzerine çıkarılması, d) Zedelene kısımların şekillerinin pelur kağıt üzerine çıkarılması, e) Pelur kağıt üzerinden planimetreyle zedelene kısımların alanlarının ölçülmesi)

3.2.2.1. Serbest Düşürme Testi

Bu test Mekanik Düşürme Test Simülatörü ile yapılmış olup, elmalarla 3 sıra meyveleri dizerek oluşturulan ambalaj normal olarak üstü kapatılıp simülatör salınacağı içinde otomatik düşürme kancasına asılmış, ambalaja istenilen pozisyon olan ambalaj tabanı düşme yüzeyine paralel hale getirilmiş ve ambalaja istenen yükseklik verildikten ve salınım hareketi durduktan sonra kanca ipi çekilerek salıncak serbest düşmeye bırakılmıştır. Düşürme rijit ve düz beton zemin üzerine yapılmıştır. (Anonim 1974 b, Semerci ve Der 1985).

Serbest düşürme testinde Türkiye koşullarında, bahçeden manava kadar olan devre dikkate alınarak düşürme sayısı 4, düşürme yüksekliği 30 cm olarak alınmıştır (Kaynaş ve ark. 1990).

3.2.2.2. Yatay Çarpma Testi

Bu test Serbest Düşürme Testinden hemen sonra yapılmıştır.

Bu test Mekanik-Hidrolik Yatay Çarpma Test Simülatörü ile yapılmış olup, test edilecek ambalaj çarpma yüzeyine göre taşıyıcı üzerine taşıyıcı hareketi doğrultusunda uzunlamasına yerleştirilerek belirli uzaklıktan serbest olarak bırakılıp çarpma yüzeyine çarpması sağlanmıştır (Anonim 1989).

Yatay çarpma testinde test edilen ürün ambalajının araçtaki durumu dikkate alınarak 1.5 m/s'lik hıza karşılık gelen 660 mm uzaklıktan taşıyıcı serbest bırakılarak çarpma sağlanmış olup, işlem standart olarak kabul edilen 6 defa tekrarlanmıştır (Anonim 1996 a, Kaynaş ve ark. 1990, New 1983, Semerci ve Der 1985).

3.2.2.3. Titreşim Testi

Bu test de Yatay Çarpma Testinden hemen sonra yapılmıştır.

Bu test Elektro-Mekanik Titreşim Simülatörü ile yapılmış olup, test edilecek ambalaj titreşim tablası üzerine ilk 10 dakikalık titreşim süresi için vibrasyon hareketi ile aynı doğrultuda uzunlamasına, ikinci 10 dakikalık titreşim süresi için de vibrasyon hareketi ile aynı doğrultuda enine gelecek şekilde titreşim tablası ortasına, tabla üzerindeki kısaçlarla sabitleştirilmiştir. Testlerde Türkiye karayolları yapısı için saptanan 25 mm genlik ve 250 d/d'lık frekans ile 1000 km'lik mesafeye taşımayı ifade eden 20 dakikalık titreşim süresi kullanılmıştır (Anonim 1988 c, Anonim 1996 b, Kaynaş ve ark. 1990, Semerci ve Der 1985).

3.2.3. Örnek Noktalarının Yerlerinin Belirlenmesi

Ambalaj içinde her meyve sırasında 40 adet olmak üzere 3 meyve sırasında toplam 120 adet meyve bulunmaktadır. Ambalaj içerisindeki bu meyvelerin % 45'i konum olarak ambalajın kenarlarında (% 67'si uzun kenarlarda, % 33'ü kısa kenarlarda), % 10'u ambalajın köşelerinde ve % 45'i ambalajın orta noktalarında bulunmaktadır. Her sıradan 7'şer adet olmak üzere 3 sıradan toplam 21 adet örnek noktası taşıma testleri için belirlenmiştir. Her sıradan belirlenen 7 adet örnek noktasının % 45' i olan 3 adet nokta ambalaj kenarlarından (Bunun % 67'sine karşılık gelen 2 tanesi ambalaj uzun kenarından, % 33'üne karşılık gelen 1 tanesi ambalaj kısa kenarından), % 45'ine karşılık gelen 3 adet nokta ambalaj orta noktalarından, % 10'una karşılık gelen 1 adet nokta ambalaj köşesinden olmak üzere 3 meyve sırasından toplam 21 adet örnek noktasının ambalaj içerisindeki yerleri tesadüfi olarak önceden belirlenmiştir. Taşıma testlerinde ilk olarak kuvvet algılayıcı dinamometre bu örnek noktalarına yerleştirilmiştir. Her bir taşıma testi sırasında meyveler üzerine gelen mekanik kuvvet değerleri belirlenmiştir. Daha sonra aynı örnek noktalarından taşıma testlerinin sonunda alınan örnek meyvelerden de zedelenme değerleri belirlenmiştir. Meyvelerin ambalaj içindeki konumlarına göre belirlenen % değerlerine uygun olarak önceden tesadüfi olarak seçilen örnek noktalarının ambalaj içindeki yerleri sırasıyla e1, a3, e5, c8, b4, c6, d5 koordinatları olarak belirlenmiştir (Şekil 3.16).

8	7	6	5	4	3	2	1	
			○				○	e
			○					d
○		○						c
				○				b
					○			a

Şekil 3.16. Ambalajlanmış bir elma ambalajının her bir sırasından tesadüfi olarak alınan örnek noktaları

3.2.4. Zedelenmelere Neden Olan Mekanik Kuvvetlerin Belirlenmesi

Zedelenmelerin ve mekanik kuvvetlerin belirlenmesinde aynı ambalajlardan yararlanılmıştır. Taşıma Testleri sırasında oluşan, ambalaj içindeki meyveler üzerine gelen mekanik kuvvetleri belirleyebilmek için kuvvet algılayıcı dinamometre örnek noktalarına, testler sırasında oluşan kuvvetlerin doğrultu ve yönüne göre, önce düşey yöndeki kuvvetleri algılayabilecek şekilde, sonra yatay yöndeki kuvvetleri algılayabilecek şekilde farklı pozisyonlarda her testten önce yerleştirilmiştir. Dinamometre ambalaj içinde istenilen yere, diğer meyvelerin ambalaj içindeki konumunu bozmayacak şekilde bir bağlantı elemanı yardımı ile yerleştirilmiştir. Her bir taşıma testinin sonunda mekanik kuvvet değerleri elde edilmiştir.

3.2.4.1. Serbest Düşürme Testinde Mekanik Kuvvet Değerlerinin Belirlenmesi

Serbest Düşürme Testinde her kuvvet ölçümünde dinamometre ambalaj içindeki yerine yerleştirilmiş ve 21 adet örnek noktasının her birinden testin doğrultu ve yönüne göre düşey yönde oluşan mekanik kuvvetlerin ölçümü

yapılmıştır. Her bir örnek noktası için 30 cm yükseklikten yapılan 4 adet serbest düşürmede toplam 4 adet mekanik kuvvet ölçümü yapılmıştır.

Her kuvvet ölçümünde, test simülatörü otomatik düşürme kancasına asılı salıncak içindeki ambalajın tabanı, düşme yüzeyine paralel hale getirildikten ve salınım hareketi durduktan sonra, elektronik veri toplama sisteminin ölçüm değeri sıfırlanarak ölçüm yapmak için hazırlanmıştır. Sistem durağan halde dengedeyken veri almaya başlanılmıştır. Veri almaya başladıktan 2-3 saniye sonra kanca ipi sarsıntısızca çekilerek salıncak serbest düşmeye bırakılmıştır. Düz beton zemin üzerine çarpan ambalaj içindeki meyve üzerine gelen ani şok kuvvet elektronik veri toplama sistemi tarafından okunmuştur. Veri alma süresi testler için 10 saniye olarak seçilmiştir. Ani şok kuvvetlerin belirlenmesi için saniyede 100 adet veri alınmıştır. Testler sırasında her kuvvet ölçüm çalışmasında toplam 1000 adet mekanik kuvvet verisi alınmıştır. Daha sonra bu 1000 adet veri değerlendirilerek 1 adet kuvvet ölçüm verisi elde edilmiştir. Serbest Düşürme Testinde bir örnek noktası için 4 adet mekanik kuvvet ölçümü yapılmış olup, elde edilen bu 4 mekanik kuvvetin ortalaması alınarak bir adet mekanik kuvvet verisi elde edilmiştir. Serbest Düşürme Testinde, bu yöntemle 21 örnek noktasının her birinden 4 tekerrür ortalaması alınarak birer adet olmak üzere toplam 21 adet ortalama mekanik kuvvet değeri elde edilmiştir. Serbest düşürme sırasında yatay yönde kuvvet oluşmadığından bu testte yatay yöndeki kuvvet ölçümü yapılmamıştır. Bu testte sadece düşey yöndeki kuvvet ölçülmüştür. Ortalamada da bu kuvvet alınmıştır.

3.2.4.2. Yatay Çarpma Testinde Mekanik Kuvvet Değerlerinin Belirlenmesi

Yatay Çarpma Testinde, her kuvvet ölçümünde dinamometre ambalaj içindeki yerine yerleştirilmiş ve test edilecek ambalaj çarpma yüzeyine göre, taşıyıcı üzerine, taşıyıcı hareketi doğrultusunda uzunlamasına yerleştirilerek, taşıyıcı 660 mm uzaklığa elle çekilmiştir. Taşıyıcı bu pozisyonda sabit olarak tutulmuştur. Sistem durağan halde hareketsiz durumdayken elektronik veri

toplama sistemi ölçüm değeri sıfırlanarak ölçüm yapmak için hazırlanmıştır. Sistem durağan halde dengede iken veri almaya başlanılmıştır. Veri almaya başladıktan 2-3 saniye sonra taşıyıcı sarsıntısızca serbest olarak bırakılıp ambalajın çarpma yüzeyine çarpması sağlanmıştır. Çarpma yüzeyi üzerine çarpan ambalaj içindeki meyve üzerine gelen ani şok kuvvet elektronik veri toplama sistemi tarafından okunmuştur. Veri alma süresi testler için 10 saniye olarak seçilmiştir. Ani şok kuvvetlerin belirlenmesi için saniyede 100 adet veri alınmıştır. Testler sırasında her kuvvet ölçüm çalışmasında toplam 1000 adet mekanik kuvvet verisi alınmıştır. Daha sonra bu 1000 adet veri değerlendirilerek 1 adet kuvvet ölçüm verisi elde edilmiştir. Bu kuvvet ölçüm verisi bir çarpmada bir örnek noktasının düşey yönü içindir. Dinamometrenin bağlantı şekli ve yönü değiştirilerek ve aynı yöntem kullanılarak aynı örnek noktasının yatay yönünden de mekanik kuvvet ölçümü yapılmıştır. Yine aynı yöntemle diğer örnek noktalarından da mekanik kuvvet verileri elde edilmiştir.

Yatay Çarpma Testinde 21 örnek noktasının her birinden testin doğrultusuna, yönüne ve taşıyıcı düzlemine göre düşey ve yatay yönde oluşan mekanik kuvvetlerin ölçümü yapılmıştır. Her bir örnek noktası için 1.5 m/s'lik hıza karşılık gelen 660 mm uzaklıktan taşıyıcı serbest bırakılarak çarpma sağlanmış, her çarpmada düşey ve yatay yöndeki kuvvetler ayrı ayrı belirlenmiştir. Çarpma işlemi 6 kez tekrarlanmıştır. Burada bir örnek noktası için yatay çarpma testinde, taşıyıcı düzlemine göre 6 adet düşey yönde, 6 adet de yatay yönde kuvvet elde edilmiştir. Düşey yönde elde edilen kuvvetlerin aritmetik ortalaması alınarak ortalama düşey yönde oluşan kuvvet belirlenmiştir. Yatay yönde elde edilen kuvvetlerin aritmetik ortalaması alınarak ortalama yatay yönde oluşan kuvvet belirlenmiştir. Bu düşey ve yatay yönlerde ait belirlenmiş ortalama mekanik kuvvetlerin bileşkesi hesaplanarak Yatay Çarpma Testinde meyve üzerine gelen ortalama mekanik kuvvet değeri elde edilmiştir. Bu ortalama mekanik kuvvet değeri 21 örnek noktası için aynı yöntem kullanılarak ayrı ayrı belirlenmiştir.

3.2.4.3. Titreşim Testinde Mekanik Kuvvet Değerlerinin Belirlenmesi

Titreşim Testinde her kuvvet ölçümünde dinamometre ambalaj içindeki yerine yerleştirilmiş ve test edilecek ambalaj önce titreşim tablası üzerine ilk 10 dakikalık titreşim süresi için vibrasyon hareketi ile aynı doğrultuda uzunlamasına tabla orta noktasına konularak sabitleştirilmiştir. Sistemin titreşim genlik ayarı 25 mm olarak, önceden elle mekanik olarak yapılmıştır.

Testin bu bölümünde önce bir örnek noktasının düşey yönündeki bileşeni olan mekanik kuvvet değeri belirlenmiştir. Burada, titreşim tablası durağan halde hareketsiz durumda dengedeysen elektronik veri toplama sistemi ölçüm değeri sıfırlanarak ölçüm yapmak için hazırlanmıştır. Sonra titreşim simülatörü çalıştırılmış ve titreşim hareketi başlatılmıştır. Titreşim başladıktan hemen sonra elektronik varyatör üzerinden sistem 250 d/d'lık frekansa hızla ayarlanmıştır ve kronometre ile titreşim süresi başlatılmıştır. Test başladıktan bir dakika sonra elektronik veri toplama sistemi çalıştırılıp veri alınmaya başlanılmıştır. 10 saniye süreyle veri alınmıştır. Bu ilk veri alma işleminden sonra testin süre olarak ortası olan beşinci dakikadan sonra elektronik veri toplama sistemi yeniden çalıştırılarak ikinci olarak 10 saniye süreyle veri alınmıştır. Son olarak testin bu bölümünün sonu olan dokuzuncu dakikadan sonra üçüncü olarak 10 saniye süreyle veri alınmıştır. Titreşim sırasında her 10 saniyelik veri alma işleminde en büyük kuvvetlerin belirlenebilmesi için saniyede 100 adet veri alınmıştır. Her veri alma işleminde toplam 1000 adet mekanik kuvvet verisi alınmıştır. Daha sonra bu 1000 adet veri değerlendirilerek, sinüzoidal hareketin tepe noktalarında oluşan en büyük kuvvet değerlerinin ortalaması alınarak 1 adet kuvvet ölçüm verisi elde edilmiştir. Burada 10 dakikalık titreşimin ilk, orta ve son anlarında üç farklı zamanda birer adet olmak üzere toplam 3 adet kuvvet ölçüm verisi elde edilmiştir. Bu 3 adet kuvvet verisinin aritmetik ortalaması alınarak 1 adet mekanik kuvvet verisi elde edilmiştir. Bu son elde edilen veri testin bu bölümü için, seçilen örnek noktasında bulunan meyve üzerine gelen kuvvetin düşey yöndeki bileşenini vermektedir. Dinamometrenin yönü değiştirilerek ve aynı yöntem kullanılarak, aynı örnek noktası üzerine gelen kuvvetin yatay

yöndeki bileşeni de elde edilmiştir. Bu düşey ve yatay yönde elde edilen kuvvetlerin bileşkesi hesaplanarak testin bu bölümündeki örnek noktası üzerine gelen ortalama mekanik kuvvet belirlenmiştir.

Titreşim Testinin ikinci aşamasında da dinamometre ambalaj içindeki yerine yerleştirildikten sonra test edilecek ambalaj titreşim tablası üzerine ikinci 10 dakikalık titreşim süresi için vibrasyon hareketi ile aynı doğrultuda enine gelecek şekilde titreşim tablası ortasına tabla üzerindeki kısıkaçlarla sabitleştirilmiştir. Sonra yukarıda verilen yöntem uygulanarak Titreşim Testinin bu ikinci aşamasında da örnek noktası üzerine gelen ortalama mekanik kuvvet belirlenmiştir.

Testin birinci ve ikinci 10 dakikalık titreşim sürelerinde elde edilen bu mekanik kuvvet değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak titreşim testi için bu örnek noktasındaki meyve üzerine gelen bir adet ortalama mekanik kuvvet değeri belirlenmiştir.

Bu yöntem diğer örnek noktaları için de uygulanarak toplam 21 adet örnek noktasının her biri için Titreşim Testine ait ortalama mekanik kuvvet değerleri belirlenmiştir.

Sonuç olarak, 21 adet örnek noktasının her birinden Serbest Düşürme, Yatay Çarpma ve Titreşim testleri sırasında alınan mekanik kuvvetlerin aritmetik ortalaması hesaplanarak her bir örnek noktasına ait bir adet ortalama mekanik kuvvet değeri elde edilmiştir.

Çalışmaların buraya kadar olan bölümünde Taşıma Testleri sırasında ambalaj içindeki 21 adet örnek noktasında elmalar üzerine gelen mekanik kuvvet değerlerinin belirlenmesi çalışmaları tamamlanmış olup, bundan sonra yine bu aynı 21 adet örnek noktasında bulunan elmalar üzerinde bu mekanik kuvvetlerin neden olduğu zedelenme değerlerinin belirlenmesi çalışmalarıyla devam edilmiştir.

Denemelere alınacak meyveler her ne kadar soğuk depo içinde muhafaza edilseler de zaman içinde meyvelerin teknik ve fizyolojik özelliklerinde değişimler olduğu bilinmektedir. Meyvelerdeki bu özellik değişimleri sonucu elmalar üzerine gelen aynı mekanik kuvvetlerin etkisiyle oluşacak zedelenme değerlerinde farklılıklar görülebileceği düşüncesiyle bütün denemelerde, denemelere ara vermeden bir denemenin bitiminde diğer denemeye hemen başlanılmış, denemeler mümkün olan en kısa sürede tamamlanmıştır.

3.2.5. Taşıma Testlerinde Elmalar Üzerine Gelen Mekanik Kuvvetlerin Etkisiyle Meyveler Üzerinde Oluşan Zedelenmelerin Belirlenmesi

Zedelenme değerlerinin belirlenmesinde 21 örnek noktasına konulacak olan örnek elmalar tek tek gözden geçirilerek elle dikkatlice seçilmişlerdir. Seçilen bu örnek elmalar, temiz, çürük ve zedelenme olmayan, meyve kabuğu üzerinde güneş yanığı ve scald gibi bozukluklar bulunmayan, şekilsel olarak düzgün ve yaklaşık aynı boyut özelliklerinde olan, homojen yapıya sahip elmalardır. Daha sonra bu seçilen örnek elmalar bir gazlı kalem ile elmayı zedelemekten dikkatlice işaretlenmişlerdir. Sonra da testler için hazırlanan elma ambalajları içerisindeki yerlerine bu seçilmiş örnek meyveler yerleştirilmişlerdir. Örnek noktalarına yerleştirilen işaretli meyveler, bu seçilip işaretlenmiş olan elmalar arasından tesadüfi olarak 21 noktaya yerleştirilmiştir.

Taşıma testlerine başlamadan önce her bir örnek meyvenin toplam meyve yüzey alanını belirleyebilmek amacıyla 10 adet elma alınıp meyve hacimlerine göre toplam meyve yüzey alanları belirlenmiştir.

3.2.5.1. Meyve Hacmine Göre Toplam Meyve Yüzey Alanının Belirlenmesi

Bu işlem için 10 adet elma örnek olarak alınmıştır. Burada meyvenin hacmini belirlemek için içine saf su konulan kap önce elektronik terazide

tartılarak darası (d) belirlenmiş ve daha sonra meyveyi su içine tamamen batıran pirinç çubuk ve bu pirinç çubuğun bağlı olduğu ayaklık yardımıyla kap içindeki saf suya meyve tamamen daldırılmış ve teraziden tartım değeri (d1) okunmuştur. Sayfa 31'deki 1 numaralı eşitlikten yararlanılarak toplam meyve hacmi belirlenmiştir.

Sonra hacmi belirlenmiş olan elmanın kabuğu tamamen soyulmuş ve soyulan kabuk şekli asetat üzerine, oradan da ince pelur kağıt üzerine kalemle çıkartılarak planimetre ile toplam meyve yüzey alanı belirlenmiştir. 10 adet elma örneği için yapılan bu işlemde meyve hacmi ile toplam meyve yüzey alanı arasındaki ilişkinin regresyon analizi bilgisayarda excel programında yapılmış ve aradaki ilişkinin formülü her iki elma çeşidi için de ayrı olarak ortaya konulmuştur. Daha sonra, bu ilişki formüllerinden yararlanılarak taşıma testlerine başlamadan önce örnek noktalarına yerleştirilecek örnek meyvelerin sadece hacimleri ölçülerek toplam meyve yüzey alanları belirlenmiştir.

Zedelenme değerlerinin belirlenmesi çalışmasında kullanılan elma ambalajları, daha önce mekanik kuvvet değerlerinin belirlenmesi çalışmasında da kullanılmış ve mekanik kuvvet belirleme çalışmasında yapıldığı gibi aynı şekilde elmalarla 3 sıra meyveleri dizerek ambalajlanıp normal olarak üstü kapatılıp, zedelenme değerlerini belirlemek amacıyla testlere başlanılmıştır. Zedelenme değerlerinin belirlenmesi için yapılan bu çalışmada, denemeler Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

Taşımanın bir bütün olması ve taşımanın bölümlerinin ayrı olarak ele alınmaması nedeniyle zedelenme değerlerinin belirlenmesi çalışmalarında testler bir bütün olarak ele alınmış ve Serbest Düşürme, Yatay Çarpma ve Titreşim Testleri sonunda ambalaj içinden alınan 21 adet örnek noktasındaki örnek meyvelerin zedelenme değerleri belirlenmiştir (Kaynaş ve ark. 1987).

Bir bütün olarak ele alınan taşıma testlerinde elmalar ambalajlandıktan sonra testler sırasıyla aşağıdaki gibi 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir:

3.2.5.2. Zedelenme Değerlerinin Belirlenmesi İçin Serbest Düşürme Testi

Mekanik Düşürme Test Simülatörü ile yapılan bu testte, her elma çeşidine ait 3 adet elma ambalajı ayrı olarak peşpeşe sırayla simülatör salıncağı içinde otomatik düşürme kancasına asılmış, ambalaja istenilen pozisyon olan, ambalaj tabanı düşme yüzeyine paralel hale getirilmiş ve ambalaja istenen yükseklik olan çarpma yüzeyinden ambalaj tabanına kadar olan mesafe 30 cm verildikten ve salınım hareketi durduktan sonra kanca ipi çekilerek salıncak serbest düşmeye bırakılmıştır. Düşürme rijit ve düz beton zemin üzerine yapılmıştır. Düşürme işlemi 4 defa gerçekleştirilmiştir. (Anonim 1974 b, Kaynaş ve ark. 1990, Semerci ve Der 1985).

3.2.5.3. Zedelenme Değerlerinin Belirlenmesi İçin Yatay Çarpma Testi

Bu test Serbest Düşürme Testinden hemen sonra yapılmıştır.

Mekanik-Hidrolik Yatay Çarpma Test Simülatörü ile yapılmış olan bu testte, test edilecek ambalajlar birer birer çarpma yüzeyine göre taşıyıcı üzerine taşıyıcı hareketi doğrultusunda uzunlamasına yerleştirilerek 660 mm uzaklıktan taşıyıcı serbest bırakılarak çarpma sağlanmış olup, işlem standart olarak kabul edilen 6 defa tekrarlanmıştır (Anonim 1989, Anonim 1996 a, Kaynaş ve ark. 1990, New 1983, Semerci ve Der 1985).

3.2.5.4. Zedelenme Değerlerinin Belirlenmesi İçin Titreşim Testi

Bu testte Yatay Çarpma Testinden hemen sonra yapılmıştır.

Elektro-mekanik Titreşim Simülatörü ile yapılmış olan bu testte, test edilecek ambalajlar birer birer sırayla titreşim tablası üzerine ilk 10 dakikalık titreşim süresi için vibrasyon hareketi ile aynı doğrultuda uzunlamasına, ikinci 10 dakikalık titreşim süresi için de vibrasyon hareketi ile aynı doğrultuda enine gelecek şekilde titreşim tablası ortasına tabla üzerindeki kısıkaçlarla sabitleştirilmiştir. Ambalajlar 25 mm genlik ve 250 d/d'lık frekans ile 1000 km'lik mesafeye taşımayı ifade eden 20 dakikalık titreşim süresinde titreştirilmişlerdir (Anonim 1988-c, Anonim 1996 b, Kaynaş ve ark. 1990, Semerci ve Der 1985).

Her bir ambalaj için birbirini sırasıyla izleyen Düşürme Testi, Yatay Çarpma Testi ve Titreşim Testi olan bu 3 taşıma testi sonunda örnek meyveler ambalaj içinden alınıp, olgunlaştırma odasına konulmuşlardır. Zedelenme değerlerinin belirlenmesi amacıyla ambalajlardan alınan örnek elmalar olgunlaştırma odasında 20°C'de 7 gün bekletilmişlerdir (Ertan ve ark. 1991). Bu süre sonunda elmaların kabuğu tamamen soyulup, zedelenen kısımların şekilleri asetat üzerine çıkarılmış, daha sonra bu şekiller ince pelur kağıt üzerine alınmış ve şekiller üzerinden planimetre ile zedelenen kısımların alanları ölçülerek belirlenmiştir. Bir meyve için ölçülen zedelenme değerleri toplanarak, bu meyve için toplam zedelenme değeri cm^2 olarak elde edilmiştir.

Bir örnek meyveye ait toplam zedelenme değerinin, yine bu meyveye ait daha önceden belirlenmiş olan meyve toplam yüzey alanına göre yüzde oranı hesaplanarak, meyveye ait zedelenme değeri % olarak belirlenmiştir. Bu hesaplama işlemi, bütün taşıma testleri sırasıyla yapıp bitirildikten sonra alınıp olgunlaştırma odasında 7 gün bekletilen bütün örnek meyvelere ayrı ayrı uygulanmıştır.

Her iki elma çeşidi için de ayrı ayrı 3 tekerrürlü olarak yapılan zedelenme değerlerinin belirlenmesi çalışmasında, bir örnek noktasına ait 3 adet örnek meyvenin % zedelenme değerlerinin aritmetik ortalaması hesaplanarak, bu örnek noktası için ortalama zedelenme değeri belirlenmiştir. Aynı işlemler 21

adet örnek noktası için de uygulanarak, bütün örnek noktalarına ait zedelenme değerleri ayrı ayrı % olarak belirlenmiştir.

Daha önce kuvvet değerlerinin belirlenmesi çalışmasında elde edilen 21 adet örnek noktasına ait mekanik kuvvet değerleri ile, daha sonra yapılan zedelenme değerlerinin belirlenmesi çalışmasında elde edilen aynı 21 adet örnek noktasına ait ortalama zedelenme değerleri arasındaki ilişkinin istatistik analizi bilgisayarda excel programında yapılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987). Bu çalışmalar sonunda, taşıma testleri sırasında ambalaj içindeki elmalar üzerine gelen mekanik kuvvetler ile bu kuvvetlerin neden olduğu zedelenmeler arasındaki ilişkinin regresyon denklemi ortaya konulmuştur. Ayrıca, üç meyve sıralı ambalajlarda meyve sıraları arasındaki zedelenme farklılıklarını belirleyebilmek için bilgisayarda Mstat-c istatistik programında % 5 düzeyinde hata olasılığı ile Duncan Testine göre varyans analizi yapılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987). Bu istatistik analiz sonucunda da Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre kurulan 3 tekerrürlü zedelenme değerlerinin belirlenmesi çalışmasında meyve sıraları arasındaki zedelenme değerleri farklılıkları ortaya konulmuştur.

Buraya kadar yapılmış olan bütün çalışmalardan elde edilen verilerden ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçlarından yararlanılarak dört yeni ambalaj tipi geliştirilmiş ve bu yeni ambalaj tiplerine ait çalışmalara mümkün olan en kısa sürede başlanılarak geliştirilen bu ambalajların taşıma testleri sırasında oluşan zedelenmeler açısından değerlendirmeleri de yapılarak, elma taşımada zedelenmeye neden olan mekanik kuvvetlerin etkilerini en aza indiren ambalaj tipi belirlenmiştir.

3.2.6. Geliştirilen Ambalajlara Ait Çalışmalar

Belirlenen yeni ambalaj tiplerinin, taşıma testleri sırasında ambalajlar içindeki meyveler üzerine gelen mekanik kuvvetlerin etkisiyle oluşan zedelenmeler açısından değerlendirilmeleri çalışmalarında denemeler, Tesadüf

Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur (Düzgüneş ve ark. 1987). Ambalaj içinden taşıma testleri sonunda zedelenme değerleri belirlenmek üzere alınan örnek meyvelerin konulduğu örnek noktaları, ambalaj içindeki konumlarının %'lerine göre önceden tesadüfi olarak belirlenmişlerdir. Her ambalaj içinden taşıma testleri sonunda her meyve sırasından 7 adet olmak üzere 3 meyve sırasından toplam 21 adet elma örnek meyve olarak örnek noktalarından alınmıştır.

Geliştirilen yeni ambalaj tipleri, daha önceki denemelerde kullanılan TS 3766 'da belirtilen standart tip ambalajın dış ölçüleri ve şekli aynı kalacak şekilde iç kısmında değişiklikler yapılarak elde edilmiştir. Bunun nedeni, elma ambalajlarının dış ölçüleri ambalaj yükleme paletleri, nakliye araçlarının yükleme platformları ve meyve depolama odaları açısından standartlaştırılmıştır. Bu nedenle yeni geliştirilen ambalajların dış ölçülerinde bir değişikliğe gidilmemiştir. Sadece standart tip ambalajın iç yapısında değişiklikler yapılarak yeni ambalaj tipleri elde edilmiştir. Bu geliştirilen yeni ambalaj tipleri, daha önceki denemelerde kullanılan standart elma ambalajı tipinde olduğu gibi ambalaj içi taban ve iç kenarları ambalaj kağıdı ile kaplanmıştır. Geliştirilen ambalaj tipleri aşağıda açıklanmıştır.

A Tipi Ambalaj: Ambalaj tabanı polietilen balonlu malzemeye kaplanmış ambalaj,

B Tipi Ambalaj: Ambalaj tabanı polietilen balonlu malzemeye kaplanmış ve ambalaj içi dikdörtgen şekilde ikiye bölünmüş ambalaj,

C Tipi Ambalaj: Ambalaj tabanı polietilen balonlu malzemeye kaplanmış ve ambalaj içi üçgen şekilde ikiye bölünmüş ambalaj,

D Tipi Ambalaj: Ambalaj tabanı polietilen balonlu malzemeye kaplanmış ve ambalaj içi tabanına özel süspansiyon sistemi yerleştirilmiş ambalaj.

Bu dört tip ambalajın dışında kasa tabanına ön gerilmeli plaka yerleştirme, kasanın dörde bölünmesi gibi değişik alternatiflerde göz önüne alınmıştır. Ancak, bunların ön denemelerinde olumsuz sonuçlar alınması nedeniyle yeni ambalaj tipinden çıkarılarak yukarıdaki 4 tip ambalaj üzerinde çalışmalar yoğunlaştırılmıştır.

3.2.6.1. Geliştirilen Ambalajlarda Taşıma Testleri İçin Örnek Noktaların Yerlerinin Belirlenmesi

Geliştirilmiş olan A ve D tipi ambalajlarda örnek noktalarının yerleri aynı yöntemle aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

Ambalaj içinde her meyve sırasında 40 adet olmak üzere 3 meyve sırasında toplam 120 adet meyve bulunmaktadır. Ambalaj içerisindeki bu meyvelerin % 45'i konum olarak ambalajın kenarlarında, % 10'u ambalajın köşelerinde ve % 45'i ambalajın orta noktalarında bulunmaktadır. Her sıradan 7'şer adet olmak üzere 3 sıradan toplam 21 adet örnek noktası taşıma testleri için belirlenmiştir. Her sıradan belirlenen 7 adet örnek noktasının % 45' i ambalaj kenarlarından (3 adet nokta), % 45'i ambalaj orta noktalarından (3 adet nokta), % 10'u ambalaj köşesinden (1 adet nokta) olmak üzere 3 meyve sırasından toplam 21 adet örnek noktasının ambalaj içerisindeki yerleri tesadüfi olarak taşıma testlerinden önce belirlenmiştir.

Geliştirilmiş olan B tipi ambalajlarda örnek noktalarının yerleri aşağıdaki yöntemle belirlenmiştir:

Ambalaj içinden uzun kenarları orta noktalarından bir tahta perde ile dikdörtgen şekli oluşturarak iki bölmeye ayrılmıştır. Ambalaj içinde her meyve sırasında dikdörtgen şeklindeki her bölmede 20 adet olmak üzere toplam iki bölmede 40 adet meyve bulunmaktadır. 3 meyve sırasında toplam 120 adet meyve bulunmaktadır. Ambalaj içerisindeki bu meyvelerin % 50'si konum olarak ambalajın kenarlarında, % 20'si ambalajın köşelerinde ve % 30'u ambalajın

orta noktalarında bulunmaktadır. Her sıradan 7'şer adet olmak üzere 3 sıradan toplam 21 adet örnek noktası taşıma testleri için belirlenmiştir. Her sıradan belirlenen 7 adet örnek noktasının % 50'si ambalaj kenarlarından (4 adet nokta), % 30'u ambalaj orta noktalarından (2 adet nokta), % 20'si ambalaj köşesinden (1 adet nokta) olmak üzere 3 meyve sırasından toplam 21 adet örnek noktasının ambalaj içerisindeki yerleri tesadüfi olarak taşıma testlerinden önce belirlenmiştir.

Geliştirilmiş olan C tipi ambalajlarda örnek noktalarının yerleri aşağıdaki yöntemle belirlenmiştir:

Ambalaj içinden bir köşesinden çapraz olarak karşı köşeye üçgen şekli oluşturarak bir tahta perde ile iki bölmeye ayrılmıştır. Ambalaj içinde her meyve sırasında üçgen şekildeki her bölmede 19 adet olmak üzere toplam iki bölmede 38 adet meyve bulunmaktadır. 3 meyve sırasında toplam 114 adet meyve bulunmaktadır. Ambalaj içerisindeki bu meyvelerin % 52.6'sı konum olarak ambalajın kenarlarında, % 15.8'i ambalajın köşelerinde ve % 31.6'sı ambalajın orta noktalarında bulunmaktadır. Her sıradan 7'şer adet olmak üzere 3 sıradan toplam 21 adet örnek noktası taşıma testleri için belirlenmiştir. Her sıradan belirlenen 7 adet örnek noktasının % 52.6'sı ambalaj kenarlarından (4 adet nokta), % 31.6'sı ambalaj orta noktalarından (2 adet nokta), % 15.8'i ambalaj köşesinden (1 adet nokta) olmak üzere 3 meyve sırasından toplam 21 adet örnek noktasının ambalaj içerisindeki yerleri tesadüfi olarak taşıma testlerinden önce belirlenmiştir.

Zedelenme değerlerinin belirlenmesi çalışmalarında, her ambalajda 21 adet örnek noktasına konulan ve taşıma testleri sonunda zedelenme değerleri belirlenen örnek meyveler tek tek gözden geçirilerek elle dikkatlice seçilmişlerdir. Seçilen bu örnek meyveler, temiz, çürük ve zedelenme olmayan, meyve kabuğu üzerinde güneş yanığı ve scald gibi bozukluklar bulunmayan, şekilsel olarak düzgün ve yaklaşık aynı boyut özelliklerinde olan, homojen yapıya sahip meyvelerdir. Daha sonra bu seçilen örnek meyveler bir gazlı kalem

ile meyveyi zedelemeyen dikkatlice işaretlenmişler ve meyve hacimlerine göre toplam meyve yüzey alanlarını belirleyebilmek amacıyla meyve hacimleri belirlendikten sonra testler için hazırlanan elma ambalajları içerisindeki 21 örnek noktasına yerleştirilmişlerdir. Örnek noktalarına yerleştirilen örnek meyveler, bu seçilip işaretlenmiş ve hacimleri belirlenmiş olan elmalar arasından tesadüfi olarak seçilmişlerdir.

Üç sıra olarak meyveleri dizerek ambalajlayıp normal olarak üstü kapatılan ambalajlardaki elmaların zedelenme değerlerini belirlemek amacıyla ambalajların taşıma testleri sırasıyla yapılmıştır. Her ambalaj için ayrı olarak yapılan taşıma testleri sırasıyla birbirini izleyen Düşürme, Yatay Çarpma ve Titreşim testlerinden oluşmuştur.

3.2.6.2. Geliştirilen Elma Ambalajları İçin Serbest Düşürme Testi

Mekanik Düşürme Test Simülatörü ile yapılan bu testte, her elma çeşidine ait 3 adet elma ambalajı ayrı olarak peşpeşe sırayla simülatör salınacağı içinde otomatik düşürme kancasına asılmış, ambalaja istenilen pozisyon olan ambalaj tabanı düşme yüzeyine paralel hale getirilmiş ve ambalaja istenen yükseklik olan çarpma yüzeyinden ambalaj tabanına kadar olan mesafe 30 cm verildikten ve salınım hareketi durduktan sonra kanca ipi çekilerek salıncak serbest düşmeye bırakılmıştır. Düşürme rijit ve düz beton zemin üzerine yapılmıştır. Düşürme işlemi 4 defa gerçekleştirilmiştir. (Anonim 1974 b, Kaynaş ve ark. 1990, Semerci ve Der 1985).

3.2.6.3. Geliştirilen Elma Ambalajları İçin Yatay Çarpma Testi

Bu test Serbest Düşürme Testinden hemen sonra yapılmıştır.

Mekanik-Hidrolik Yatay Çarpma Test Simülatörü ile yapılmış olan bu testte, test edilecek ambalajlar birer birer çarpma yüzeyine göre taşıyıcı üzerine taşıyıcı hareketi doğrultusunda uzunlamasına yerleştirilerek 660 mm uzaklıktan

taşıyıcı serbest bırakılarak çarpma sağlanmış olup, işlem standart olarak kabul edilen 6 defa tekrarlanmıştır (Anonim 1989, Anonim 1996 a, Kaynaş ve ark. 1990, New 1983, Semerci ve Der 1985).

3.2.6.4. Geliştirilen Elma Ambalajları İçin Titreşim Testi

Bu testte Yatay Çarpma Testinden hemen sonra yapılmıştır.

Elektro-mekanik Titreşim Simülatörü ile yapılmış olan bu testte, test edilecek ambalajlar birer birer sırayla titreşim tablası üzerine ilk 10 dakikalık titreşim süresi için vibrasyon hareketi ile aynı doğrultuda uzunlamasına, ikinci 10 dakikalık titreşim süresi için de vibrasyon hareketi ile aynı doğrultuda enine gelecek şekilde titreşim tablası ortasına tabla üzerindeki kısıkaçlarla sabitleştirilmiştir. Ambalajlar 25 mm genlik ve 250 d/d'lık frekans ile 1000 km'lik mesafeye taşımayı ifade eden 20 dakikalık titreşim süresinde titreştirilmişlerdir (Anonim 1988 c, Anonim 1996 b, Kaynaş ve ark. 1990, Semerci ve Der 1985).

Serbest Düşürme, Yatay Çarpma ve Titreşim Testlerinden oluşan taşıma testleri yapıp bittikten sonra ambalajlar içinden zedelenme değerlerinin belirlenmesi amacıyla alınan örnek meyveler olgunlaştırma odasına konulmuşlardır. Ambalajlardan alınan örnek elmalar olgunlaştırma odasında 20°C'de 7 gün bekletilmişlerdir (Ertan ve ark. 1991). Bu süre sonunda elmaların kabuğu tamamen soyulup, zedelenen kısımların şekilleri asetat üzerine çıkarılmış, daha sonra bu şekiller ince pelur kağıt üzerine alınmış ve şekiller üzerinden planimetre ile zedelenen kısımların alanları ölçülerek belirlenmiştir. Bir örnek meyve için ölçülen zedelenme değerleri toplanarak, meyve için toplam zedelenme değeri cm^2 olarak elde edilmiştir.

Bir örnek meyveye ait toplam zedelenme değerinin, yine bu meyveye ait daha önceden belirlenmiş olan meyve toplam yüzey alanına göre yüzde oranı hesaplanarak, meyveye ait zedelenme değeri % olarak belirlenmiştir. Bu hesaplama işlemi, bütün örnek meyvelere ayrı ayrı uygulanmıştır.

Geliştirilen ve taşıma testleri sırasıyla yapılan ambalajların arasındaki zedelenme farklılıklarını belirleyebilmek için elde edilen % zedelenme değerlerinin bilgisayarda Mstat-c istatistik programında % 5 düzeyinde hata olasılığı ile Duncan Testine göre varyans analizi yapılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987). Bu istatistik analiz sonucunda Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre kurulan 3 tekerrürlü çalışmada geliştirilen ambalajlar arasındaki zedelenme değerleri farklılıkları ortaya konulmuş ve bu ambalajlar içinden elma taşımada zedelenmeye neden olan mekanik kuvvetlerin etkilerini en aza indiren ambalaj tipi belirlenmiştir.



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Elma Çeşitlerine Ait Elde Edilen Bazı Fizyolojik ve Teknik Özellikler

2003 yılı aralık ayı ortalarında taşıma testlerinde kullanılmak üzere depodan alınan elmaların testlerden önce tanımlamasını yapmak amacıyla tesadüf olarak seçilen 10 adet elma üzerinde bazı fizyolojik ve teknik özellikleri belirlenmiştir. Granny Smith çeşidi elmalara ait bazı fizyolojik ve teknik özellikler Çizelge 4.1'de, Starkspur Golden Delicious çeşidi elmalara ait bazı fizyolojik ve teknik özellikler de Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Elmaların tanımlanmaları ile ilgili olarak yapılan elmaların bazı fizyolojik ve teknik özelliklerinin belirlenmesi çalışmalarından sonra laboratuvar şartlarında yapay taşıma test çalışmaları yapılmıştır.

4.2. Taşıma Testleri Sırasında Oluşan, Ambalaj İçindeki Elmalar Üzerine Etki Eden ve Zedelenmelere Neden Olan Mekanik Kuvvetler

Dinamometre elma ambalajı içindeki yerine yerleştirildikten sonra elmalar ile ambalajlanmış olan elma ambalajlarına Serbest Düşürme, Yatay Çarpma ve Titreşim Testleri sırasıyla uygulanmış olup, her bir testte 21 adet örnek noktasındaki meyveler üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler belirlenmiştir. Yöntemde belirtildiği gibi Serbest Düşürme Testi 4, Yatay Çarpma Testi 6 ve Titreşim Testleri 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Her bir örnek noktasına ait değerler ayrı bir çizelge halinde olmak üzere, bir elma çeşidi için 21 adet örnek noktasına ait değerler 21 adet çizelgede verilmiştir. Çizelgelerde Serbest Düşme Testi için yatay kuvvet oluşmadığından sadece düşey kuvvet yer almıştır. Yatay Çarpma ve Titreşim Testlerinde hem yatay hem de düşey kuvvetler verilmiş ve bu kuvvetlerin bileşke değerleri de hesaplanarak çizelge üzerinde gösterilmiştir. Çizelgede bu üç kuvvetin

Çizelge 4.1. Granny Smith çeşidi elmalara ait bazı fizyolojik ve teknik özellikler

Elma Çeşidi	Tarih	Ortalama Ağırlık (g)	Ortalama En = Çap (mm)	Ortalama Boy (mm)	Ortalama En / Boy	Ortalama Hacim (cm ³)	Ortalama Özgül Ağırlık (g / cm ³)	Ortalama Meyve Eti Sertliği (kg)	Ortalama Toplam Suda Erir Madde (%)	Ortalama Yuvarlaklık (Y)	Ortalama Küresellik (K)
M 9 Anacı Üzerine Açılı Granny Smith Çeşidi Elma	Aralık, 2003	201	76.4	72	1.1	244	0.824	7.96	12.8	0.95	1.01
										Y=1 ⇒ Yuvarlak Meyve	K=1 ⇒ Küresel Meyve

Çizelge 4.2. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmalara ait bazı fizyolojik ve teknik özellikler

Elma Çeşidi	Tarih	Ortalama Ağırlık (g)	Ortalama En = Çap (mm)	Ortalama Boy (mm)	Ortalama En / Boy	Ortalama Hacim (cm ³)	Ortalama Özgül Ağırlık (g/cm ³)	Ortalama Meyve Eti Sertliği (kg)	Ortalama Toplam Suda Erir Madde (%)	Ortalama Yuvarlaklık (Y)	Ortalama Küresellik (K)
MM 106 Anacı Üzerine Açılı Starkspur Golden Delicious Çeşidi Elma	Aralık. 2003	172	74.3	67	1.1	212	0.811	5.16	12.5	0.96	0.99
										Y=1 ⇒ Yuvarlak Meyve	K=1 ⇒ Küresel Meyve

ortalaması olan ve taşımada doğrudan etkili olan ortalama kuvvet çizelge sonunda verilmiştir. Granny Smith çeşidi elmalara ait elde edilen mekanik kuvvet verileri Çizelge 4.3 - 4.23 'de, Starkspur Golden Delicious çeşidi elmalara ait elde edilen mekanik kuvvet verileri de Çizelge 4.24 - 4.44 'de verilmiştir.

Çalışmaların buraya kadar olan bölümünde taşıma testleri sırasında ambalaj içindeki 21 adet örnek noktasında elmalar üzerine gelen mekanik kuvvet değerlerinin belirlenmesi çalışmaları tamamlanmış olup, bundan sonra yine bu aynı 21 adet örnek noktasında bulunan elmalar (örnek meyveler) üzerinde bu mekanik kuvvetlerin neden olduğu zedelenme değerlerinin belirlenmesi çalışmalarıyla devam edilmiştir.

Zedelenme değerlerinin toplam meyve yüzey alanına göre % olarak belirlenmesi için taşıma testlerine başlamadan önce her bir örnek meyvenin toplam meyve yüzey alanını belirleyebilmek amacıyla her elma çeşidi için 10 'ar adet elma alınıp meyve hacimlerine göre toplam meyve yüzey alanları belirlenmiştir. Meyve hacmine göre toplam meyve yüzey alanına ait değerler ve bu ilişkinin regresyon denklemi Granny Smith çeşidi elma için Çizelge 4.45 ve Şekil 4.1 'de, Starkspur Golden Delicious çeşidi elma için de Çizelge 4.46 ve Şekil 4.2 'de görülmektedir. Elma çeşitleri için belirlenen meyve hacmine göre toplam meyve yüzey alanı ilişkisinin regresyon denklemlerinden yararlanarak, taşıma testlerine başlamadan önce örnek noktalarına yerleştirilecek örnek meyvelerin sadece hacimleri ölçülerek toplam meyve yüzey alanları belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) e5 koordinatındaki (3. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler

	Serbest Düşürme Testi			Yatay Çarpma Testi			Titreşim Testi					
	Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama	İlk 10 dakika		Son 10 dakika		Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler
					Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama				
Düşey Yönde Oluşan Kuvvet (N)	29.48 20.30 11.58 15.39	19.19	26.78 21.63 61.21 60.86 56.35 36.96	43.96	4.75 4.63 4.89	4.76	5.30 5.23 5.55	5.36				
Yatay Yönde Oluşan Kuvvet (N)	—	—	26.57 22.85 31.82 35.90 33.46 31.06	30.28	1.75 1.02 0.98	1.25	0.52 0.68 0.53	0.58				
Bileşke Kuvvet (N)		19.19		30.60		4.92		5.39				
Ortalama Kuvvet (N)		19.19		30.60		5.16						
Taşıma Testleri Sırasında Meyve Üzerine Gelen Ortalama Kuvvet (N)												18.32

Çizelge 4.6. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) c8 koordinatındaki (4. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler

	Serbest Düşürme Testi		Yatay Çarpma Testi		Titreşim Testi			
	Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama	İlk 10 dakika		Son 10 dakika	
					Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama
Düşey Yönde Oluşan Kuvvet (N)	37.85 42.72 35.58 33.39	37.39	5.51 4.05 5.32 4.98 4.88 4.01	4.79	4.08 4.00 4.05	4.04	4.34 4.52 4.47	4.44
Yatay Yönde Oluşan Kuvvet (N)	-	-	3.13 6.23 3.67 3.43 3.06 3.90	3.90	1.45 1.54 1.63	1.54	1.69 1.70 1.69	1.69
Bileşke Kuvvet (N)		37.39		6.18		4.32		4.75
Ortalama Kuvvet (N)		37.39		6.18			4.54	
Taşıma Testleri Sırasında Meyve Üzerine Gelen Ortalama Kuvvet (N)				16.04				

Çizelge 4.11. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) a3 koordinatındaki (9. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler

	Serbest Düşürme Testi		Yatay Çarpma Testi		Titreşim Testi			
	Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama	İlk 10 dakika		Son 10 dakika	
					Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama
Düşey Yönde Oluşan Kuvvet (N)	16.99 15.64 15.33 13.70	15.42	3.26 4.63 4.13 3.82 4.00 3.99	3.97	4.03 3.38 3.25	3.55	4.35 4.45 4.70	4.50
Yatay Yönde Oluşan Kuvvet (N)	--	--	31.09 24.24 34.41 33.08 26.62 32.76	30.37	0.45 0.45 0.53	0.48	0.54 0.61 0.62	0.59
Bileşke Kuvvet (N)		15.42		30.63		3.58		4.54
Ortalama Kuvvet (N)		15.42		30.63		4.06		
Taşıma Testleri Sırasında Meyve Üzerine Gelen Ortalama Kuvvet (N)				16.70				

Çizelge 4.14. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) b4 koordinatındaki (12. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler

	Serbest Düşürme Testi		Yatay Çarpma Testi		Titreşim Testi			
	Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama	İlk 10 dakika		Son 10 dakika	
					Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama
Düşey Yönde Oluşan Kuvvet (N)	11.35 7.39 4.32 12.28	8.84	1.72 2.79 3.22 5.81 4.77 3.96	3.71	4.11 3.52 3.84	3.94 3.64 3.54	3.71	
Yatay Yönde Oluşan Kuvvet (N)	-	-	17.83 20.34 20.28 20.02 18.12 14.88	18.58	2.06 1.73 1.01	1.41 0.92 1.26	1.20	
Bileşke Kuvvet (N)		8.84		18.95			4.14	3.90
Ortalama Kuvvet (N)		8.84		18.95			4.02	
Taşıma Testleri Sırasında Meyve Üzerine Gelen Ortalama Kuvvet (N)							10.60	

Çizelge 4.15. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) c6 koordinatındaki (13. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler

	Serbest Düşürme Testi		Yatay Çarpma Testi		Titreşim Testi			
	Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama	İlk 10 dakika		Son 10 dakika	
					Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama
Düşey Yönde Oluşan Kuvvet (N)	15.71 13.81 11.60 15.26	14.10	3.62 2.59 3.44 3.51 3.05 3.53	3.29	4.80 4.62 4.61	4.68	3.40 3.42 3.48	3.43
Yatay Yönde Oluşan Kuvvet (N)	-	-	13.47 16.57 9.24 11.36 15.88 11.19	12.95	2.16 2.00 2.14	2.10	1.64 1.62 1.63	1.63
Bileşke Kuvvet (N)		14.10		13.36		5.13		3.80
Ortalama Kuvvet (N)		14.10		13.36		4.47		
Taşıma Testleri Sırasında Meyve Üzerine Gelen Ortalama Kuvvet (N)				10.64				

Çizelge 4.16. Granny Smith çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) d5 koordinatındaki (14. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler

	Serbest Düşürme Testi		Yatay Çarpma Testi		Titreşim Testi			
	Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama	İlk 10 dakika		Son 10 dakika	
					Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama
Düşey Yönde Oluşan Kuvvet (N)	12.38 19.14 18.53 11.58	15.41	5.04 2.27 1.26 6.34 3.30 2.08	3.38	4.26 4.20 4.25	4.88 4.23 3.71	4.24	4.27
Yatay Yönde Oluşan Kuvvet (N)	—	—	21.65 26.90 24.84 27.25 19.97 26.04	24.44	2.70 2.55 2.64	1.65 0.98 1.03	2.63	1.22
Bileşke Kuvvet (N)		15.41		24.67			4.99	4.44
Ortalama Kuvvet (N)	15.41		24.67				4.72	
Taşıma Testleri Sırasında Meyve Üzerine Gelen Ortalama Kuvvet (N)	14.93							

Çizelge 4.25. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) a3 koordinatındaki (2. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler

	Serbest Düşürme Testi		Yatay Çarpma Testi		Titreşim Testi			
	Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama	İlk 10 dakika		Son 10 dakika	
					Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama
Düşey Yönde Oluşan Kuvvet (N)	22.45 19.54 23.26 22.73	22.00	10.89 10.53 11.50 10.63 12.19 11.92	11.28	2.25 2.47 2.69	2.47	5.54 5.75 5.66	5.65
Yatay Yönde Oluşan Kuvvet (N)	—	—	18.56 16.19 15.63 17.80 17.82 16.37	17.06	3.23 3.41 3.13	3.26	2.35 2.09 2.26	2.23
Bileşke Kuvvet (N)		22.00		20.45		4.09		6.07
Ortalama Kuvvet (N)		22.00		20.45		5.08		
Taşıma Testleri Sırasında Meyve Üzerine Gelen Ortalama Kuvvet (N)								15.84

Çizelge 4.27. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 1. meyve sırasında (kasa tabanı) c8 koordinatındaki (4. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler

	Serbest Düşürme Testi		Yatay Çarpma Testi		Titreşim Testi			
	Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama	İlk 10 dakika		Son 10 dakika	
					Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama
Düşey Yönde Oluşan Kuvvet (N)	25.12 20.60 23.27 17.60	21.65	4.91 3.04 2.87 2.63 2.82 3.24	3.25	4.01 4.21 4.25	4.16	1.34 1.21 1.50	1.35
Yatay Yönde Oluşan Kuvvet (N)	-	-	2.94 5.16 3.72 7.31 5.60 5.43	5.03	0.86 1.19 1.36	1.14	3.47 4.85 4.51	4.28
Bileşke Kuvvet (N)		21.65		5.99		4.31		4.49
Ortalama Kuvvet (N)		21.65		5.99		4.40		
Taşıma Testleri Sırasında Meyve Üzerine Gelen Ortalama Kuvvet (N)								10.68

Çizelge 4.35. Starkspur Golden Delicious çeşidi elma ambalajında taşıma testleri sırasında 2. meyve sırasında (kasa ortası) b4 koordinatındaki (12. örnek noktası) meyve üzerine gelen ve zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler

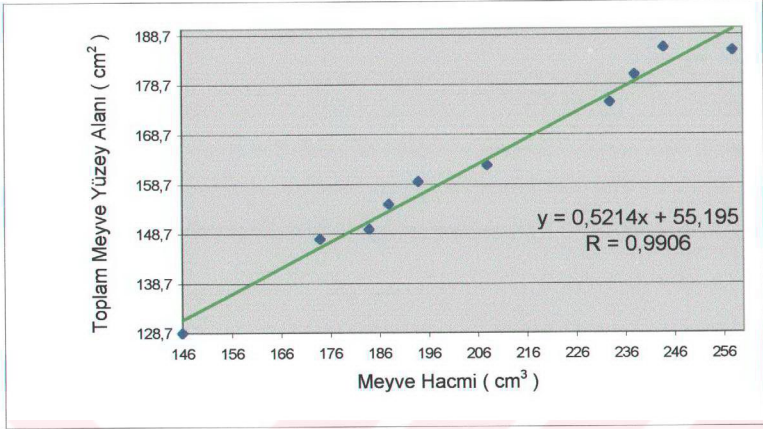
	Serbest Düşürme Testi		Yatay Çarpma Testi		Titreşim Testi			
	Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama	İlk 10 dakika		Son 10 dakika	
					Ölçülen Değerler	Ortalama	Ölçülen Değerler	Ortalama
Düşey Yönde Oluşan Kuvvet (N)	13.37 19.51 13.62 19.73	16.56	2.21 2.06 3.73 2.84 4.72 4.94	3.42	3.67 3.59 3.35	3.54	6.17 6.15 6.09	6.14
Yatay Yönde Oluşan Kuvvet (N)	—	—	11.90 14.59 13.26 9.83 12.98 7.83	11.73	3.35 3.01 2.57	2.98	1.82 2.13 2.15	2.03
Bileşke Kuvvet (N)		16.56		12.22		4.63		6.47
Ortalama Kuvvet (N)		16.56		12.22		5.55		
Taşıma Testleri Sırasında Meyve Üzerine Gelen Ortalama Kuvvet (N)				11.44				

Çizelge 4.45. Granny Smith çeşidi elmada meyve hacmi ile toplam meyve yüzey alanı arasındaki ilişki

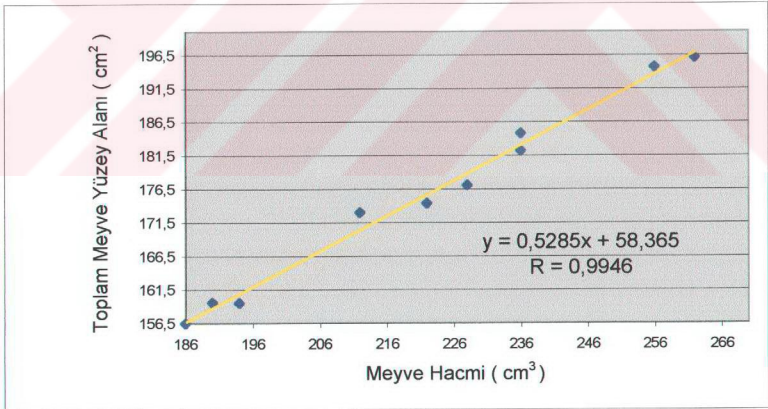
Meyve No	Meyve Hacmi (X; cm ³)	Toplam Meyve Yüzey Alanı (Y; cm ²)
1	174	147.6
2	194	159.2
3	188	154.65
4	208	162.45
5	146	128.7
6	233	175.1
7	184	149.6
8	238	180.7
9	258	185.5
10	244	186.15
$Y = 0.5214 * X + 55.195 , R = 0.9906$		

Çizelge 4.46. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada meyve hacmi ile toplam meyve yüzey alanı arasındaki ilişki

Meyve No	Meyve Hacmi (X; cm ³)	Toplam Meyve Yüzey Alanı (Y; cm ²)
1	262	196.1
2	256	194.7
3	186	156.5
4	190	159.6
5	228	177.1
6	212	173
7	194	159.5
8	222	174.4
9	236	182.2
10	236	184.8
$Y = 0.5285 * X + 58.365 , R = 0.9946$		



Şekil 4.1. Granny Smith çeşidi elmada meyve hacmi ile toplam meyve yüzey alanı arasındaki ilişki



Şekil 4.2. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada meyve hacmi ile toplam meyve yüzey alanı arasındaki ilişki

4.3. Taşıma Testlerinde Elmalar Üzerine Gelen Mekanik Kuvvetlerin Etkisiyle Meyveler Üzerinde Oluşan Zedelenme Değerleri

Örnek meyveler, hacimleri belirlendikten sonra örnek noktalarına yerleştirilerek elma ambalajları hazırlanmış ve zedelenme değerlerini belirlemek amacıyla taşıma testleri sırasıyla uygulanmıştır. 3 tekerrürlü olarak yapılan taşıma testleri sonunda ambalajlardan alınıp, 7 gün bekletildikten sonra kabuğu tamamen soyulup, zedelenen kısımların şekilleri asetat üzerine alınıp, zedelenen kısımların alanları planimetre ile ölçülüp, toplam meyve yüzey alanına göre zedelenme değerleri % olarak belirlenen örnek meyvelere ait zedelenme değerleri ile bu zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler ve mekanik kuvvet zedelenme ilişkisinin regresyon denklemi Granny Smith çeşidi elma için Çizelge 4.47 ve Şekil 4.3 'de, Starkspur Golden Delicious çeşidi elma için de Çizelge 4.48 ve Şekil 4.4 'de görülmektedir.

Çizelge 4.47. Granny Smith çeşidi elmada taşıma testleri sonunda zedelenmeler ve bu zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler ile mekanik kuvvet (X) - zedelenme (Y) ilişkisi

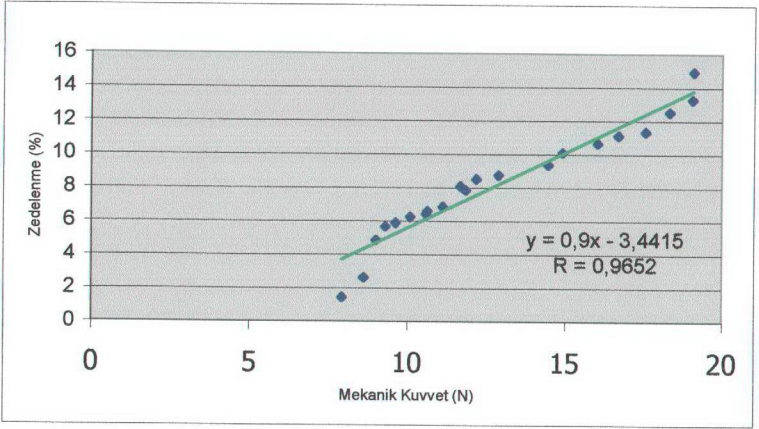
Meyve Örnekleme Noktasının İçindeki Konumu	Örnek Meyve No	Ortalama Mekanik Kuvvet (X; N)	Zedelenme (Y; %)			Ortalama
			1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	
Alt Sıra e1	1	12.89	7.52	8.35	10.38	8.75
Alt Sıra a3	2	19.06	13.54	12.87	13.42	13.28
Alt Sıra e5	3	18.32	11.66	13.12	12.77	12.52
Alt Sıra c8	4	16.04	9.08	10.67	12.21	10.65
Alt Sıra b4	5	11.69	7.41	7.47	9.33	8.07
Alt Sıra c6	6	12.19	7.38	8.35	9.82	8.52
Alt Sıra d5	7	19.09	13.44	14.88	16.45	14.92
Orta Sıra e1	8	11.13	6.47	6.58	7.53	6.86
Orta Sıra a3	9	16.70	10.34	10.55	12.48	11.12
Orta Sıra e5	10	17.56	9.68	11.43	12.91	11.34
Orta Sıra b4	11	9.02	4.2	5.14	5.23	4.86
Orta Sıra c8	12	10.60	5.98	6.07	7.18	6.41
Orta Sıra c6	13	10.64	6.31	6.4	7.11	6.61
Orta Sıra d5	14	14.93	9.17	9.41	11.71	10.1
Üst Sıra e1	15	7.94	1.64	1.04	1.61	1.43
Üst Sıra a3	16	14.47	8.76	8.62	10.69	9.36
Üst Sıra e5	17	11.86	6.88	7.46	9.18	7.84
Üst Sıra c8	18	8.63	1.44	4.23	2.18	2.62
Üst Sıra b4	19	9.31	5.74	4.73	6.54	5.67
Üst Sıra c6	20	9.64	5.37	5.85	6.41	5.88
Üst Sıra d5	21	10.10	5.99	6.09	6.65	6.24

$$Y = 0.9 * X - 3.4415, R = 0.9652$$

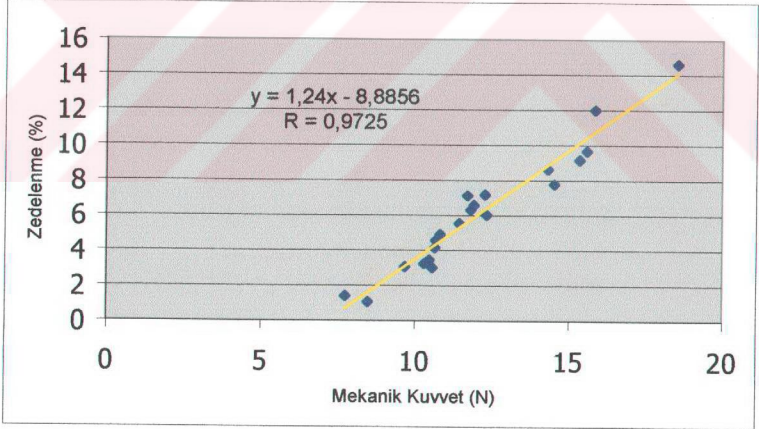
Çizelge 4.48. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada taşıma testleri sonunda oluşan zedelenmeler ve bu zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetler ile mekanik kuvvet (X) - zedelenme (Y) ilişkisi

Meyve Örnek Noktasının Ambalaj İçindeki Konumu	Örnek Meyve No	Ortalama Mekanik Kuvvet (X; N)	Zedelenme (Y; %)			Ortalama
			1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	
Alt Sıra e1	1	10.46	4.25	2.98	3.16	3.46
Alt Sıra a3	2	15.84	12.47	11.95	11.56	11.99
Alt Sıra e5	3	14.53	7.79	7.42	8.11	7.77
Alt Sıra c8	4	10.68	5.69	3.04	4.98	4.57
Alt Sıra b4	5	15.34	10.43	7.77	9.28	9.16
Alt Sıra c6	6	18.53	11.11	12.62	20.11	14.61
Alt Sıra d5	7	11.70	7.66	6.22	7.47	7.12
Orta Sıra e1	8	10.57	2.43	3.16	3.45	3.01
Orta Sıra a3	9	14.31	10.17	7.82	7.87	8.62
Orta Sıra e5	10	12.27	6.94	6.29	8.3	7.18
Orta Sıra c8	11	8.48	0.84	0.9	1.45	1.06
Orta Sıra b4	12	11.44	5.66	3.97	7.01	5.55
Orta Sıra c6	13	15.58	10.63	8.56	9.78	9.66
Orta Sıra d5	14	12.33	6.23	5.23	6.59	6.02
Üst Sıra e1	15	11.81	6.58	5.4	6.95	6.31
Üst Sıra a3	16	10.81	5.02	4.45	5.27	4.91
Üst Sıra e5	17	9.68	3.01	2.35	3.82	3.06
Üst Sıra c8	18	7.74	1.7	0.51	1.98	1.4
Üst Sıra b4	19	11.91	7.35	5.44	6.9	6.56
Üst Sıra c6	20	10.31	2.99	3.45	3.32	3.25
Üst Sıra d5	21	10.64	3.78	3.3	5.39	4.16

$$Y = 1.24 * X - 8.8856, R = 0.9725$$



Şekil 4.3. Granny Smith çeşidi elmada taşıma testlerinde oluşan mekanik kuvvetler ile bu mekanik kuvvetlerin neden olduğu zedelenmelerin ilişkisi



Şekil 4.4. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada taşıma testlerinde oluşan mekanik kuvvetler ile bu mekanik kuvvetlerin neden olduğu zedelenmelerin ilişkisi

Çizelge 4.47 ve Çizelge 4.48 'de görüldüğü gibi her iki elma çeşidinde de mekanik kuvvetlerin etkisiyle elmalar üzerinde oluşan zedelenmeler arasındaki ilişki doğrusal olup, bu ilişkinin % 96.52 'lik korelasyonla Granny Smith çeşidi elmada regresyon eşitliği;

$$Y = 0.9 * X - 3.4415$$

6

ve % 97.25 'lik korelasyonla da Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada regresyon eşitliği ise;

$$Y = 1.24 * X - 8.8856 \text{ 'dir.}$$

7

Eşitliklerde;

Y: Zedelenme (%),

X: Mekanik Kuvvet (N)'dur.

Grafik ve eşitliklerde görüldüğü gibi mekanik kuvvetler büyüdükçe zedelenmeler artmış, mekanik kuvvetler küçüldükçe zedelenmeler de azalmıştır.

Üç meyve sıralı elma ambalajlarında meyve sıraları arasındaki zedelenme farklılıklarını belirleyebilmek için bilgisayarda Mstat-c istatistik programında % 5 düzeyinde hata olasılığı ile Duncan Testine göre varyans analizi yapılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987). Granny Smith çeşidi elma için elde edilen zedelenme değerlerine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.49 'da, Starkspur Golden Delicious çeşidi elma için de elde edilen zedelenme değerlerine ait istatistik analiz sonuçları da Çizelge 4.50 'de görülmektedir.

Çizelge 4.49. Granny Smith çeşidi elmada taşıma testleri sonunda meyve sıralarında oluşan zedelenmelere ait varyans analizi

Meyve Sırası	Örnek Meyvelerde Oluşan Ortalama Zedelenme (%)	Sıralar Arasındaki İlişki
Alt Meyve Sırası	10.960	A
Orta Meyve Sırası	8.183	B
Üst Meyve Sırası	5.577	C

Çizelge 4.50. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada taşıma testleri sonunda meyve sıralarında oluşan zedelenmelere ait varyans analizi

Meyve Sırası	Örnek Meyvelerde Oluşan Ortalama Zedelenme (%)	Sıralar Arasındaki İlişki
Alt Meyve Sırası	8.387	A
Orta Meyve Sırası	5.870	B
Üst Meyve Sırası	4.237	C

Çizelge 4.49 ve Çizelge 4.50 'de varyans analizi sonuçlarından görüldüğü gibi her iki elma çeşidinde de taşıma testleri sonunda mekanik kuvvetlerin etkisiyle oluşan zedelenmeler açısından meyve sıraları arasında farklılık vardır ve önemlidir.

Granny Smith çeşidi elmada % 10.96 'lık ortalama zedelenme değeriyle, Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada da % 8.387 'lik ortalama zedelenme değeriyle en büyük zedelenme kasa tabanında alt meyve sıralarında oluşmuştur.

Granny Smith çeşidi elmada % 8.183 'lük ortalama zedelenme değeriyle, Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada da % 5.870 'lik ortalama zedelenme değeriyle orta derecede zedelenme kasa ortasında orta meyve sıralarında oluşmuştur.

Granny Smith çeşidi elmada % 5.577 'lik ortalama zedelenme değeriyle, Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada da % 4.237 'lik ortalama zedelenme değeriyle en küçük zedelenme kasa üstünde üst meyve sıralarında oluşmuştur.

Elde edilen istatistik analiz sonuçlarından görüldüğü gibi elma ambalajlarında taşıma testleri sırasında oluşan en büyük zedelenmeler, meyvelerin ağırlıklarından ve taşıma testleri sırasında oluşan dinamik yüklerden oluşan mekanik kuvvetlerin etkisiyle, ambalaj tabanına doğru inildikçe artmaktadır. Ambalaj üst sıralarına doğru çıkıldıkça mekanik kuvvetler azalmakta ve buna bağlı olarak zedelenme değerleri de küçülmektedir.

Bütün bu sonuçlardan görüldüğü gibi taşıma testleri sırasında oluşan ve elmalar üzerine gelen mekanik kuvvetler azaltılarak taşıma sırasında meyveler üzerinde oluşan zedelenmeler azaltılabilecektir.

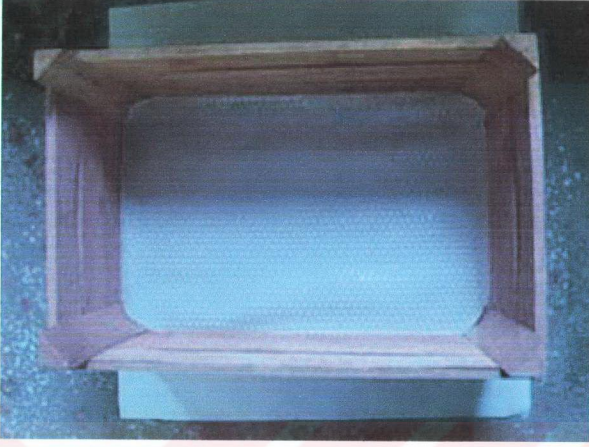
Taşıma sırasında oluşan zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetlerin etkilerinin küçültülebilmesi için, özellikle mekanik kuvvetlerin en büyük olduğu ambalaj tabanında, elmalar üzerine etki eden bu mekanik kuvvetlerin bir kısmının başka bir sistem tarafından emilerek küçültülmesi amacıyla ambalaj tabanına kuvvet sönmüleyici polietilen balonlu malzeme serilerek A tipi ambalaj geliştirilmiştir (Ek 2, Şekil 4.5). Burada hem üzerine bir kuvvet geldiğinde elastik olarak şekil değiştirmesi yani özelliğinin kolay bozulmaması ve hem de defalarca ambalajlarda kullanılabilecek kadar sağlam, hafif ve ucuz olması nedeniyle kuvvet sönmüleyici olarak polietilen balonlu malzeme seçilmiştir. Ambalajın standart elma ambalajında olduğu gibi iç tabanı ve iç kenarları ambalaj kağıdı ile kaplıdır.

Taşıma testleri sırasında ambalaj içindeki meyveler üzerine gelecek mekanik kuvvetlere neden olan meyve yükünü azaltmak amacıyla ambalaj uzun kenarları orta noktaları arasına yaklaşık 12 mm kalınlığında bir tahta perde dik olarak konularak ambalaj dikdörtgen şekilde iki eşit parçaya bölünerek B tipi ambalaj geliştirilmiştir (Ek 3, Şekil 4.6). Ambalaj standart elma ambalajı gibi iç

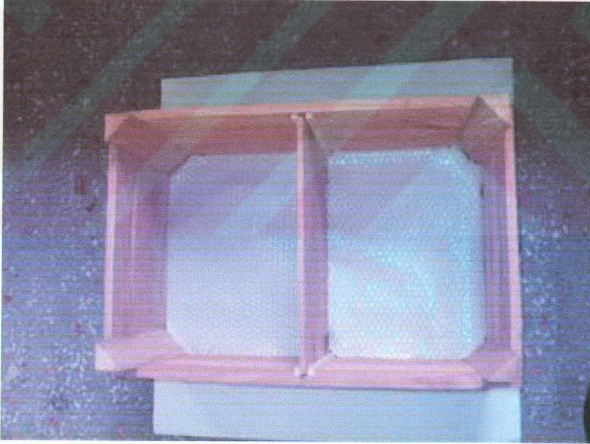
tabanı ve iç kenarları ambalaj kağıtlı olup, tabanında bir kat polietilen balonlu malzeme ile kaplıdır.

Taşıma testleri sırasında oluşan ve meyveler üzerine etki eden mekanik kuvvetleri dağıtıp, bu kuvvetlerin meyve üzerine olan etkisini azaltabilmek amacıyla ambalaj içinden bir köşesinden karşı köşeye gelecek şekilde yaklaşık 12 mm kalınlığında bir tahta perde dik olarak yerleştirilerek ambalaj üçgen şekilde iki eşit parçaya bölünerek C tipi ambalaj geliştirilmiştir (Ek 4, Şekil 4.7). Ambalaj standart elma ambalajı gibi iç tabanı ve iç kenarları ambalaj kağıtlı olup, tabanında bir kat polietilen balonlu malzeme ile kaplıdır.

Taşıma testleri sırasında oluşacak kuvvetleri meyvelerde zıplamaya neden olmadan daha fazla miktarda sönümleyebilecek özel bir süspansiyon sistemi ambalaj tabanına yerleştirilerek D tipi ambalaj geliştirilmiştir. Bu özel süspansiyon sistemi yaklaşık 169 cm²'lik (13 X 13 cm) kare şeklinde kesilen 3 adet polietilen balonlu malzemenin üst üste yapıştırılmasıyla oluşturulan hava yastıklarından oluşmaktadır. Özel süspansiyon sistemi 6 adet hava yastığının kasa içinde ambalaj tabanına yerleştirilen 3.5 mm kalınlığındaki düz bütün bir tahtanın alt yüzeyine baklava dilimi şeklinde homojen olarak yan yana yapıştırılarak sabitleştirilmesiyle elde edilmiştir. Bu süspansiyon sistemi hem ucuz ve hem de defalarca kullanılabilir kadar sağlam özelliindedir (Ek 5, Şekil 4.8). Ambalaj standart elma ambalajı gibi iç tabanı ve iç kenarları ambalaj kağıtlı olup, tabanında bir kat polietilen balonlu malzeme ile kaplıdır.



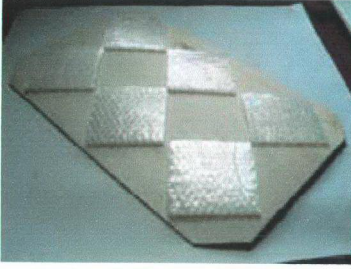
Şekil 4.5. A tipi ambalaj



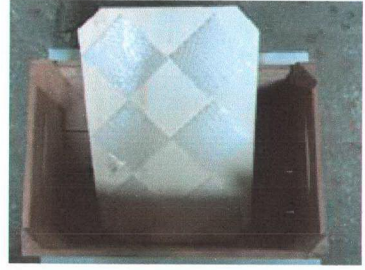
Şekil 4.6. B tipi ambalaj



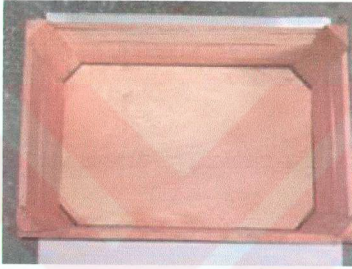
Şekil 4.7. C tipi ambalaj



a)



b)



c)



d)

Şekil 4.8. D tipi ambalaj (a) Süspansiyon sistemi, b - c) Süspansiyon sisteminin kasa içine yerleştirilmesi, d) Ambalaj tabanının polietilen balonlu malzemeli hali)

Geliştirilen elma ambalajları içinde bulunan elmalarda taşıma testlerinde oluşacak zedelenme değerlerini belirleyebilmek için ambalajlardaki örnek noktaları ile bu noktalara yerleştirilecek örnek meyveler belirlendikten ve örnek meyvelerin hacim ölçümleri yapıp ambalajlama işlemi tamamlandıktan sonra belirtilen yöntemlere göre ambalajlara sırasıyla Serbest Düşürme, Yatay Çarpma ve Titreşim testleri uygulanmıştır. Granny Smith çeşidi elmaya ait geliştirilen ambalajlarda taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri Çizelge 4.51 - 4.54 'de, Starkspur Golden Delicious çeşidi elmaya ait geliştirilen ambalajlarda taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri de Çizelge 4.55 - 4.58 'de verilmiştir.

3 tekerrürlü olarak yapılan bu çalışmada taşıma testleri yapılan ambalajların arasındaki zedelenme farklılıklarını belirleyebilmek için elde edilen % zedelenme değerlerinin bilgisayarda Mstat-c istatistik programında % 5 düzeyinde hata olasılığı ile Duncan Testine göre varyans analizi yapılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987). Granny Smith çeşidi elmaya ait geliştirilen ambalajlarda taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerlerinin istatistik analizi sonuçları Çizelge 4.59 'da, Starkspur Golden Delicious çeşidi elmaya ait geliştirilen ambalajlarda taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerlerinin istatistik analiz sonuçları da Çizelge 4.60 'da verilmiştir.

Granny Smith çeşidi elmada standart tip ambalaj ile geliştirilen ambalajlarda taşıma testleri sonucu oluşan zedelenmeler Şekil 4.9 'da, Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada standart tip ambalaj ile geliştirilen ambalajlarda taşıma testleri sonucu oluşan zedelenmeler de Şekil 4.10 'da verilmiştir.

Çizelge 4.51. Geliştirilen A tipi ambalajda Granny Smith çeşidi elmaya ait taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri

Örnek Meyve No	Zedelenme (%)		
	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür
1	4.77	4.49	6.03
2	7.09	7.57	6.98
3	2.78	3.05	5.95
4	10.9	3.17	7.71
5	11.23	12.3	7.98
6	9.48	6.84	5.99
7	11.62	12.2	10.78
8	3.95	15.14	10.5
9	5.59	8.11	8.86
10	10.88	14.8	5.16
11	14.54	3.98	16.28
12	4.02	10.31	6.79
13	7.67	3.89	4.03
14	0.66	5.72	8.11
15	7.6	9.28	7.2
16	4.8	4.5	5.47
17	3.11	3.18	1.8
18	2.35	3.75	7.41
19	7.26	11.11	2.95
20	4.67	4.37	4.18
21	6.66	8.15	1.25
Ortalama	6.744	7.424	6.734
		6.967	

Çizelge 4.52. Geliştirilen B tipi ambalajda Granny Smith çeşidi elmaya ait taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri

Örnek Meyve No	Zedelenme (%)		
	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür
1	4.71	6.7	8.48
2	2.45	1.63	2.8
3	6.31	8.31	3.31
4	2.39	8.68	2.64
5	7.09	6.99	6.05
6	6.2	8.03	6.34
7	7.4	5.46	6.5
8	13.06	10	10.52
9	10.87	9.92	10.49
10	7.1	10.83	3.63
11	11.63	16.37	1.14
12	3.68	4.38	5.25
13	10.36	11.66	4.41
14	9.07	6.05	6.55
15	7.92	3.4	5.23
16	6.26	2.45	5.35
17	10.69	1.23	7.92
18	3.2	3.81	4.47
19	5.76	1.42	9.12
20	1.38	6.93	2.41
21	2.48	1.35	1.32
Ortalama	6.667	6.457	5.425
		6.183	

Çizelge 4.53. Geliştirilen C tipi ambalajda Granny Smith çeşidi elmaya ait taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri

Örnek Meyve No	Zedelenme (%)		
	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür
1	11.37	3.95	7.86
2	5.58	2.9	3.7
3	2.17	3.96	7.55
4	8.49	8.36	8.85
5	2.4	4.45	2.45
6	3.9	5.36	7.27
7	6.65	6.24	6.52
8	10.09	9.92	7.63
9	5.62	8.2	4.62
10	9.56	7.37	5.35
11	6.16	2.88	5.36
12	5.09	11.43	5.46
13	0.75	3.93	3.68
14	6.2	6	5.45
15	4.47	5.82	3.67
16	4.08	5.91	5.84
17	2.42	3.94	5.22
18	6.07	5.56	5.63
19	5.61	6.63	5.83
20	2.88	1.34	2.79
21	7.53	1.57	3.63
Ortalama	5.576	5.511	5.446
		5.511	

Çizelge 4.54. Geliştirilen D tipi ambalajda Granny Smith çeşidi elmaya ait taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri

Örnek Meyve No	Zedelenme (%)		
	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür
1	1.23	1.03	7.11
2	5.93	5	2.25
3	5.02	5.95	2.33
4	2.01	2.87	3.1
5	4.96	2.4	3.36
6	1.4	4.99	4.89
7	2.26	2.78	1.43
8	6.08	1.88	1.2
9	4.03	6.78	0.25
10	1.52	8.61	3.68
11	5.39	2.92	3.54
12	7.32	3.7	5.75
13	6.23	1.94	2.98
14	1.12	3.28	5.9
15	0.78	2.03	2.12
16	4.15	1.66	0.41
17	1.62	0.81	2.75
18	5.85	3.7	0.6
19	3.22	1.39	2.01
20	2.76	3.25	3.43
21	0.73	1.23	5.03
Ortalama	3.505	3.248	3.053
		3.269	

Çizelge 4.55. Geliştirilen A tipi ambalajda Starkspur Golden Delicious çeşidi elmaya ait taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri

Örnek Meyve No	Zedelenme (%)		
	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür
1	5.75	5.92	7.52
2	8.99	9.74	2.2
3	6.78	2.16	9.48
4	7.22	5.74	4.27
5	5.95	6.39	6.33
6	6.75	7.59	6.1
7	8.27	6.33	7.74
8	8.21	4.13	7.3
9	6.59	2.08	9.92
10	7.13	6.2	3.78
11	5.04	4.94	2.65
12	5.42	2.04	9.45
13	3.49	7.92	7.64
14	8.19	13.54	5.55
15	3.25	5.98	7.55
16	2.97	2.35	4.49
17	1	3.23	5.94
18	5.48	2.25	3.64
19	6.72	3.97	5.62
20	6.68	6.61	5.56
21	3.51	2.17	1.98
Ortalama	5.876	5.299	5.939
		5.705	

Çizelge 4.56. Geliştirilen B tipi ambalajda Starkspur Golden Delicious çeşidi elmaya ait taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri

Örnek Meyve No	Zedelenme (%)		
	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür
1	8.05	5.21	6.99
2	6.97	7.02	5.74
3	6.83	7.68	6.72
4	3.18	3.87	7.8
5	6.45	5.59	4.21
6	6.46	2.44	0.59
7	2.32	3.24	4.22
8	9.04	6.88	5.17
9	7.94	10.99	1.59
10	5.57	7.86	6.64
11	12.74	3.74	4.93
12	10.25	5.57	4.09
13	3.87	5.66	0.92
14	1.16	2.35	9.3
15	7.89	4.9	4.93
16	1.63	4.81	1.47
17	1.76	6.98	3.63
18	10.7	8.05	1.67
19	6.21	2.88	8.72
20	7.34	3.06	7.12
21	4.88	1.92	4.98
Ortalama	6.25	5.271	4.83
		5.45	

Çizelge 4.57. Geliştirilen C tipi ambalajda Starkspur Golden Delicious çeşidi elmaya ait taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri

Örnek Meyve No	Zedelenme (%)		
	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür
1	6.86	9.06	6.56
2	5.81	3.6	4.96
3	5.13	5.1	3.09
4	7.01	9.36	3.99
5	4.39	3.2	5.76
6	6.03	5.78	5.66
7	3.51	5.52	3.38
8	11.53	7.86	3.3
9	2.25	0.53	2.3
10	0.95	11.05	0.93
11	3.3	3.96	3.65
12	0.13	5.72	5.71
13	8.43	7.25	1.74
14	6.7	2.57	4.69
15	7.85	1.97	5.82
16	1.16	2.88	4.76
17	2.78	4.4	3.99
18	5.02	1.44	1.73
19	7.46	5.96	5.01
20	0.7	2.3	2.73
21	6.99	3.3	2.08
Ortalama	4.952	4.896	3.897
		4.582	

Çizelge 4.58. Geliştirilen D tipi ambalajda Starkspur Golden Delicious çeşidi elmaya ait taşıma testleri sonucu oluşan zedelenme değerleri

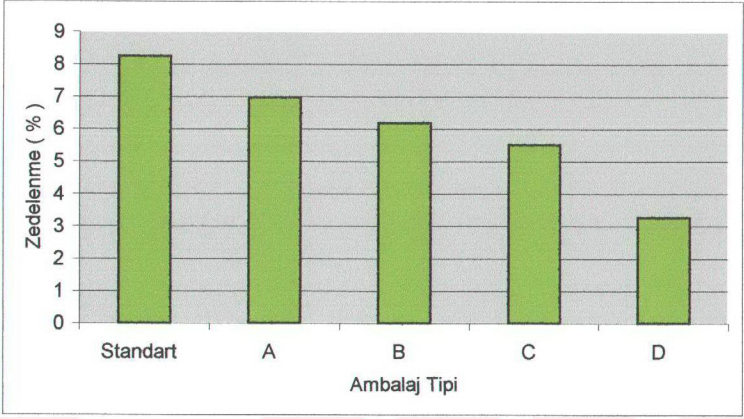
Örnek Meyve No	Zedelenme (%)		
	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür
1	2.86	4.9	1.62
2	3.71	2.95	2.05
3	0.57	1.83	3.34
4	1.98	1.93	1.93
5	3.87	1.71	0.36
6	0.8	1.93	4.31
7	2.45	1.29	2.78
8	3.89	5.01	3.07
9	5.3	2.92	4.93
10	1.95	1.97	3.05
11	4.32	6.44	5.01
12	2.47	5.9	8.07
13	1.58	1.5	3.33
14	4.38	3.85	4.84
15	0.72	2.35	2.72
16	2.59	0.98	2.18
17	3.99	1.68	3.16
18	0.34	0.19	3.27
19	0.15	1.8	1.39
20	2.2	0.93	2.24
21	1.51	5.74	0.8
Ortalama	2.459	2.752	3.069
		2.76	

Çizelge 4.59. Granny Smith çeşidi elmaya ait standart ve geliştirilen ambalajlarda taşıma testleri sonucu oluşan ortalama zedelenme değerleri ve varyans analizi sonuçları

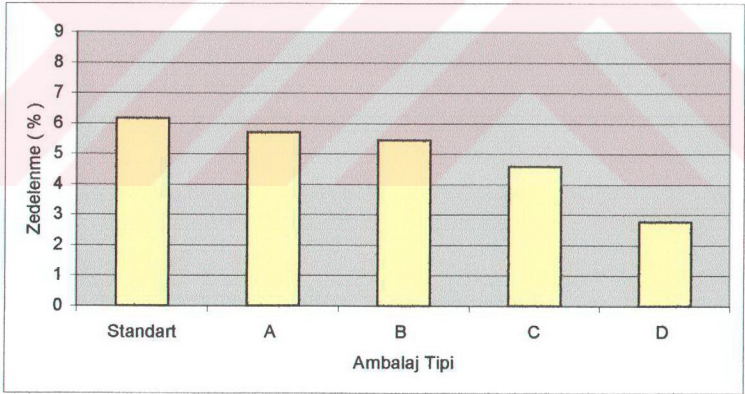
	Zedelenme (%)				
	Standart Tip Ambalaj	A Tipi Ambalaj	B Tipi Ambalaj	C Tipi Ambalaj	D Tipi Ambalaj
1. Tekerrür	7.524	6.744	6.667	5.576	3.505
2. Tekerrür	8.062	7.424	6.457	5.511	3.248
3. Tekerrür	9.133	6.734	5.425	5.446	3.053
Ortalama	8.24	6.967	6.183	5.511	3.269
Varyans Analizi Sonucu Ambalajlar Arasındaki İlişki	A	B	BC	C	D

Çizelge 4.60. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmaya ait standart ve geliştirilen ambalajlarda taşıma testleri sonucu oluşan ortalama zedelenme değerleri ve varyans analizi sonuçları

	Zedelenme (%)				
	Standart Tip Ambalaj	A Tipi Ambalaj	B Tipi Ambalaj	C Tipi Ambalaj	D Tipi Ambalaj
1. Tekerrür	6.321	5.876	6.25	4.952	2.459
2. Tekerrür	5.373	5.299	5.271	4.896	2.752
3. Tekerrür	6.798	5.939	4.83	3.897	3.069
Ortalama	6.164	5.705	5.45	4.582	2.76
Varyans Analizi Sonucu Ambalajlar Arasındaki İlişki	A	A	AB	B	C



Şekil 4.9. Granny Smith çeşidi elmada standart tip ambalaj ile geliştirilen ambalajlarda taşıma testleri sonucu oluşan zedelenmeler



Şekil 4.10. Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada standart tip ambalaj ile geliştirilen ambalajlarda taşıma testleri sonucu oluşan zedelenmeler

Çizelge 4.59 ve Çizelge 4.60 'da görüldüğü gibi Granny Smith ve Starkspur Golden Delicious çeşidi elmalarda geliştirilen 4 tip ambalaj ile Ülkemizde genel olarak kullanılan standart ambalaj tipi taşıma testleri sırasında oluşan ortalama zedelenmeler açısından değerlendirilmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre zedelenme açısından ambalaj tipleri arasında fark vardır ve önemlidir.

Granny Smith çeşidi elmada Çizelge 4.59 'a göre taşıma zedelenmesi açısından en olumsuz ambalaj % 8.24 'lük en büyük ortalama zedelenme değeriyle standart tip ambalajdır. Taşıma zedelenmesi açısından en uygun ambalaj % 3.269 'luk en küçük ortalama zedelenme değeriyle D tipi ambalaj olup, bunu % 5.511 'lik ortalama zedelenme değeriyle C tipi ambalaj, % 6.183 'lük ortalama zedelenme değeriyle B tipi ambalaj, % 6.967 'lik ortalama zedelenme değeriyle A tipi ambalaj ve % 8.24 'lük en büyük ortalama zedelenme değeriyle de standart tip ambalaj izlemiştir. Burada, standart tip ambalajda taşıma testleri sırasında oluşan zedelenmeye göre, A tipi ambalajda % 15.45 oranında daha az zedelenme, B tipi ambalajda % 24.96 oranında daha az zedelenme, C tipi ambalajda % 33.12 oranında daha az zedelenme ve D tipi ambalajda da % 60.33 oranında daha az zedelenme görülmüştür.

Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada Çizelge 4.60 'a göre taşıma zedelenmesi açısından en olumsuz ambalajlar % 6.164, % 5.705 'lik en büyük ortalama zedelenme değerleriyle sırasıyla standart tip ve A tipi ambalajlardır. Burada standart ve A tipi ambalajlar arasında taşıma testleri sırasında oluşan zedelenmelerde ortalama değerler açısından farklılık görülmekte ancak, istatistiksel açıdan standart ve A tipi ambalajlar arasında % 5 düzeyinde hata olasılığı ile fark bulunmamıştır. Taşıma zedelenmesi açısından en uygun ambalaj % 2.76 'lık en küçük ortalama zedelenme değeriyle D tipi ambalaj olup, bunu % 4.582 'lik ortalama zedelenme değeriyle C tipi ambalaj, % 5.45 'lik ortalama zedelenme değeriyle B tipi ambalaj ve % 5.705 'lik ortalama zedelenme değeriyle A tipi ambalaj ile % 6.164 'lük en büyük ortalama zedelenme değeriyle de standart tip ambalaj izlemiştir. Burada, standart tip

ambalajda taşıma testleri sırasında oluşan zedelenmeye göre, B tipi ambalajda % 11.58 oranında daha az zedelenme, C tipi ambalajda % 25.67 oranında daha az zedelenme ve D tipi ambalajda da % 55.22 oranında daha az zedelenme görülmüştür.

Sonuç olarak, Granny Smith çeşidi elmada A tipi ambalajda taşıma sırasında oluşan zedelenmelere neden olan mekanik kuvvetlerin etkilerinin küçültülebilmesi için, özellikle mekanik kuvvetlerin en büyük olduğu ambalaj tabanında, elmalar üzerine etki eden bu mekanik kuvvetlerin bir kısmının emilerek bu mekanik kuvvetlerin neden olduğu zedelenme miktarı Ülkemizde kullanılan standart tip ambalajda taşıma testleri sırasında oluşan zedelenmeye göre ortalama % 15.45 oranında azalmıştır. Bu zedelenme azalışının nedeni kuvvet sönümleyici olarak ambalaj tabanına yerleştirilen polietilen balonlu malzemedir.

Granny Smith çeşidi elmada B tipi ambalajda ambalaj tabanına kuvvet sönümleyici olarak yerleştirilen polietilen balonlu malzemeye ilave olarak ambalaj uzun kenarları orta noktaları arasına yaklaşık 12 mm kalınlığında bir tahta perde dik olarak konularak ambalaj dikdörtgen şekilde iki eşit parçaya bölünerek taşıma testleri sırasında ambalaj içindeki meyveler üzerine gelen mekanik kuvvetlere neden olan meyve yükü azaltılmış ve mekanik kuvvetlerin neden olduğu zedelenme değeri Ülkemizde kullanılan standart tip ambalajda taşıma testleri sırasında oluşan zedelenmeye göre ortalama % 24.96 oranında daha az zedelenme değeriyle A tipi ambalaja göre zedelenme açısından daha iyi sonuç vermiştir.

Granny Smith çeşidi elmada C tipi ambalajda ambalaj tabanına kuvvet sönümleyici olarak yerleştirilen polietilen balonlu malzemeye ilave olarak ambalaj içinden bir köşesinden karşı köşeye gelecek şekilde yaklaşık 12 mm kalınlığında bir tahta perde dik olarak yerleştirilerek ambalaj üçgen şekilde iki eşit parçaya bölünerek taşıma testleri sırasında ambalaj içindeki meyveler üzerine gelen mekanik kuvvetlere neden olan meyve yükü azaltılmış, ayrıca

ambalaj için üçgen şeklinde iki eşit parçaya bölen ve ambalajın içinde meyveler arasında taşıma testleri sırasında ambalajın yönüne göre eğik yüzey oluşturan tahta perde, taşıma testleri sırasında oluşan ve meyveler üzerine etki eden mekanik kuvvetleri eğik yüzey üzerinde bileşenlerine ayırarak ambalaj içerisine dağıtıp elmalar üzerine gelen kuvvetleri azaltarak, standart tip ambalajda taşıma testleri sırasında oluşan zedelenmeye göre ortalama % 33.12 oranında daha az zedelenme değeriyle B tipi ambalaja göre zedelenme açısından daha iyi sonuç vermiştir.

Granny Smith çeşidi elmada D tipi ambalajda ambalaj tabanına kuvvet sönmüleyici olarak yerleştirilen polietilen balonlu malzemeye ilave olarak taşıma testleri sırasında oluşacak kuvvetleri meyvelerde zıplamaya neden olmadan daha fazla miktarda sönmüleyebilen özel bir süspansiyon sistemi ambalaj tabanına yerleştirilmiş ve standart tip ambalajda taşıma testleri sırasında oluşan zedelenmeye göre ortalama % 60.33 oranında daha az zedelenme değeriyle C tipi ambalaja göre zedelenme açısından daha başarılı olmuştur.

Starkspur Golden Delicious çeşidi elmanın Granny Smith çeşidi elma kadar taşımaya karşı hassas olmaması nedeniyle Starkspur Golden Delicious çeşidi elma için A tipi ambalajda Ülkemizde kullanılan standart tip ambalaja göre taşıma testleri sırasında oluşan ortalama zedelenme açısından istatistiki anlamda bir farklılık görülmemiştir.

Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada B tipi ambalajda, standart tip ambalajda taşıma testleri sırasında oluşan zedelenmeye göre ortalama % 11.58 oranında daha az zedelenme değeriyle standart tip ambalaja göre zedelenme açısından daha iyi sonuç vermiştir.

Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada C tipi ambalajda standart tip ambalajda taşıma testleri sırasında oluşan zedelenmeye göre ortalama % 25.67 oranında daha az zedelenme değeriyle, B tipi ambalaja göre zedelenme açısından daha iyi sonuç vermiştir.

Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada D tipi ambalajda, standart tip ambalajda taşıma testleri sırasında oluşan zedelenmeye göre ortalama % 55.22 oranında daha az zedelenme değeriyle C tipi ambalaja göre zedelenme açısından daha başarılı olmuştur.

Bütün bu veriler ve değerlendirmelerin ışığında sonuç olarak D tipi ambalaj taşıma testleri sonunda oluşan Granny Smith çeşidi elmada % 3.269 'luk, Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada da % 2.76 'lık en az ortalama zedelenme değerleriyle bütün tip ambalajlar içinde en başarılısı olmuş ve ele alınan ambalajlar içinden elma taşımada zedelenmeye neden olan mekanik kuvvetlerin etkilerini en aza indiren ambalaj tipi olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada Ülkemizde taşımada, yüklemede ve depolamada kullanılan aletler, makinalar ve mekanlar açısından standart hale gelmiş olan, standart ambalajın ölçüsünü değiştirmeden üreticinin çok az bir masrafla ambalaj içerisinde polietilen balonlu malzeme ile yapacağı bir düzenleme ile D tipi ambalaja dönüştürmesi mümkün görülmektedir. Bu düzenlemenin yapılması durumunda taşıma sırasında mekanik kuvvetlerin neden olduğu zedelenmeler Granny Smith çeşidi elmada % 60.33, Starkspur Golden Delicious çeşidi elmada % 55.22 oranında azalmış olacaktır. Bu değer Ülkemiz ekonomisi açısından son derece önemlidir.

KAYNAKLAR

ANONİM. 1974 a. TS (Türk Standartları) 1221 Elma Soğuk Depolama Kılavuzu. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. s. 8.

ANONİM. 1974 b. TS (Türk Standartları) 1642 Ambalajlama - Doldurulmuş Taşıma Ambalajları - Bölüm 4: Düşürerek Düşey Çarpma Deneyi. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. s. 3.

ANONİM. 1975. TS (Türk Standartları) 1891 Ahşap Ambalajlar (Terimler, Tarifler ve Ölçme Metotları). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. s. 23.

ANONİM. 1982. TS (Türk Standartları) 3766 Taşıma Ambalajları - Rijit, Dikdörtgen Prizma Biçimli Taşıma Ambalajlarının Boyutları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. s. 4.

ANONİM. 1983 a. TS (Türk Standartları) 100 Elma. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. s. 9.

ANONİM. 1983 b. Türkiye İkinci Meyve ve Sebze Projesi, Meyve ve Sebze Alt Sektörü Ana Planı ve Sektör Etütleri. Cilt 1. Başbakanlık D.P.T. Ankara.

ANONİM. 1988 a. TS (Türk Standartları) 5902 Doldurulmuş Taşıma Ambalajları - Performans Deney Programlarının Hazırlanmasıyla İlgili Genel Kurallar - Genel Prensipler. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. s. 7.

ANONİM. 1988 b. TS (Türk Standartları) 5903 Doldurulmuş Taşıma Ambalajları - Performans Deney Programlarının Hazırlanması ile İlgili Genel Kurallar - Bölüm: 2 Kantitatif Veriler. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. s. 20.

ANONİM. 1988 c. ISO-2247 Recommendation on the Standardization of Packaging for the International Transport of Fresh or Refrigerated Fruit and

Vegetables, Under the OECD Scheme for the Application of International Standard for Fruit and Vegetables. Manuel on the Packaging of Fresh Fruits and Vegetables, International Trade Centre UNCTAD/GATT, Geneva. p. 155-160.

ANONİM. 1988 ç. TS (Türk Standartları) 5901 Doldurulmuş Taşıma Ambalajları - Dağıtım Denemeleri - Kaydedilmesi Gereken Bilgiler. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. s. 4.

ANONİM. 1989. TS (Türk Standartları) 6528 Taze Meyve ve Sebzeler - Paralel Yüzlü Ambalajların Kara Nakil Vasıtalarına Yerleştirilmesi Kuralları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. s. 5.

ANONİM. 1996 a. TS (Türk Standartları) 1643 Ambalajlama - Doldurulmuş Taşıma Ambalajları - Yatay Çarpma Deneyleri (Yatay veya Eğik Düzlem Deneyi). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. s. 4.

ANONİM. 1996 b. TS (Türk Standartları) 1644 Ambalajlama - Doldurulmuş Taşıma Ambalajları - Sabit Düşük Frekansta Titreşim Deneyi. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. s. 2.

ANONİM. 1997. Türkiye Karayolları Haritası. M.S.B. Harita Genel Komutanlığının Onayıyla Milliyet Gazetesi Yayını.

ANONİM. 1998. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer). T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü. Ankara. s. 7.

AYDIN, C. ve K. ÇARMAN. 1998. Elmalar Arasında Çarpışma Enerjisine Bağlı Olarak Zedelenmenin Saptanması. Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal kongresi. Trakya Üni. Tekirdağ Zir. Fak. Tar. Makinaları Bölümü. Tekirdağ. s. 773-778.

DOKUZOĞUZ, M. 1983. Türkiye'de Meyve Muhafazasının Gelişmesi ve Sorunları. Türkiye'de Bahçe Ürünlerinin Depolanması Pazara Hazırlanması ve Taşınması Simpozyumu. Ç. Ü. Zir. Fak. Bahçe Bit. Böl. Adana. s. 1-9.

DUVEKOT, W.S. ve A. YÜCEL. 1971. Yaş Sebze ve Meyvelerin Ambalajlanması. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yayını. Yayın No: 23. Yalova. s. 50.

DÜZGÜNEŞ, O., T. KESİCİ, O. KAVUNCU, F.GÜRBÜZ. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları - II). Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ders Kitabı: 295, Ankara. s. 381.

ERİŞ, A. 1989. Meyve ve Sebzelerin Muhafaza ve Taşınmalarında Kullanılan Ambalajlar, Sorunları ve Öneriler. MPM Verimlilik Dergisi. Sayı: 1989-2.- 171. Ankara. s. 135.

ERTAN, Ü., Ç. GENÇ, S. ÖZELKÖK, i. MOLTAY. 1991. Bazı Standart Elma Çeşitlerinde Gözlenen Önemli Fizyolojik Bozukluklar Üzerinde Araştırmalar I. Acı Benek. Yumuşak Çekirdekli Meyveler Araştırma Projesi Ara Sonuç Raporu. Atatürk Bahçe Kül. Merk. Araş. Enstitüsü.. Yalova. s. 15.

FISCHER, D., W.L. CRAIG, A.E. WATADA, W. DOUGLAS and B.H. ASHBY. 1992. Simulated In-Transit Vibration Damage to Packaged Fresh Market Grapes and Strawberries. App. Eng. In Agric. 8(3): 363-366. Postharvest News and Inf. 1992. 3(6): No.2509.

GIECK, K. 1982. Engineering Formulas " E. Y. ALIÇLI (Editör) ", Güven Yayıncılık San. ve Tic. A. Ş. Ankara. p. 11-74.

GÜNDÜZ, M. 1997. Yumuşak Çekirdekli Meyveler Dünya Ticareti ve Türkiye Açısından Değerlendirme. Yumuşak Çekirdekli Meyveler Sempozyumu. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü.. Yalova. s. 295 – 304.

HALSEY, L.H., L.P. MC COLLOCH., A.H.SPURLOCK AND R.K. SHOWALTER. 1955. Containers for Shipping Florida Tomatoes. Flo. Agric. Expt. Sta. Bull. p. 560.

KAYNAŞ, K., E. SEMERCİ VE T. BAŞ. 1987. Bazı Domates Çeşitlerinin Doğal ve Yapay Koşullarda Taşımaya Uygunluklarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Bahçe Dergisi 16 (1-2). Yalova. s.56-57.

KAYNAŞ, K., N. SÜRMEİ VE N. TÜRKEŞ. 1990. Şencan 9 ve H-2274 Domates Çeşitlerinin Doğal ve Yapay Koşullarda Taşımaya Duyarlılıklarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Gıda Sanayii Dergisi 4 (1). s. 51-56.

MAXİE, E.C., N.F. SOMMER AND F.G. MITCHELL. 1967. The Postharvest Scientist's View of Some Problems in Perishables Handling. Proc. Fruit and Veg. Perishables Hand. Conf. ABD. p. 5-9.

MC COLLOCH, L.P. 1962. Bruising Injury of Tomatoes. USDA Marketing Research Rep. No: 513.

NEW, J.H. 1983. Reports on Visits to Turkey to Review the Packaging of Fresh Fruits and Vegetables. TDRI Rep. No: 1170 (A).

O'BRIEN, M., L.L. CLAYPOOL and J. LEONARD. 1963. Effect of Mechanical Vibration on Fruit Damage During Transportation with Special Reference to Cling Peaches. Food Technology 17(12). p. 106-109.

O'BRIEN, M., J.J. GAFFNEY. 1983. Postharvest Handling and Transport Operations. In: Principles and Practices for Harvesting, Handling Fruits and Nuts. (Ed: M. O'Brien, B.F. Carpill and R.B. Fridley). The AVI Publishing Com. Inc. Connecticut. p. 636.

ÖZELKÖK, İ. S., K. KAYNAŞ, M. BURAK. 1998. Üretimi Öngörülen Bazı Elma Çeşitlerinde Uygulamada Önemli Olan Olgunluk Parametreleri (Ölçüt)'nin Saptanması. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler, Yayın No: 122, Yalova. s. 16 - 17.

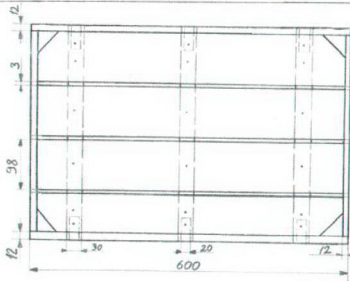
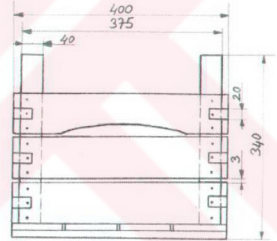
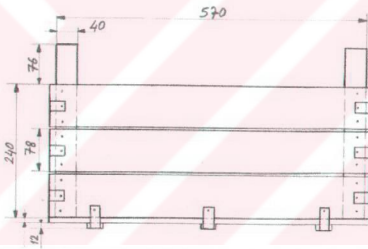
SEMERCİ, E., M. DER. 1985. Yaş Sebze ve Meyve Ambalaj Tiplerinin Yapay Koşullarda Nakliye Uygunluklarının Saptanması. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yayını. Yayın No: 7. Yalova.

SOMMER, N.F., F.G. MITCHELL, R. GUILLOU and D.A. LUVİSİ. 1960. Fresh Fruit Temperatures and Transit Injury. Amer. Soc. Hort. Sci. 76. p. 156-162.

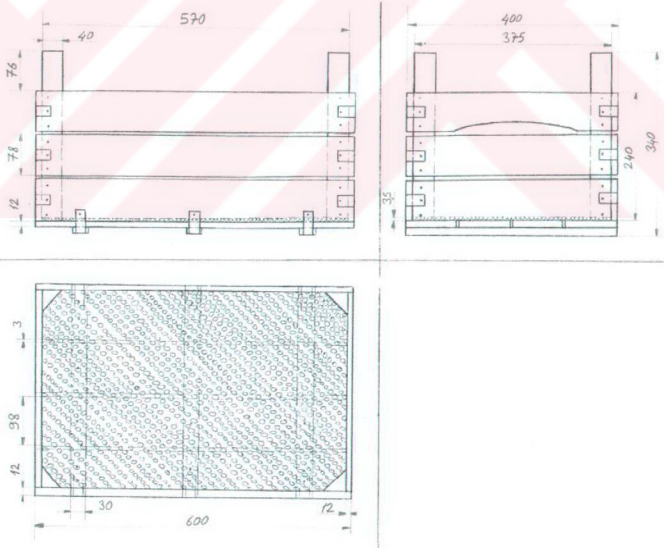
TUNALIGİL, B. G. 1993. Biyolojik Malzemelerin Teknik Özellikleri. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1305, Ders Kitabı: 379, Ankara. s. 136.

YÜCEL, A. 1971. Elmaların Hasat, Tasnif ve Ambalajlanması. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yayını. Yayın No: 24. Yalova. s. 14.

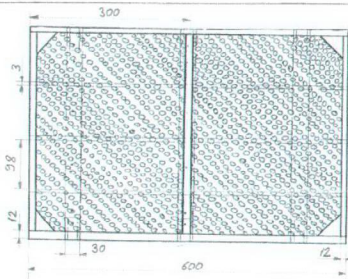
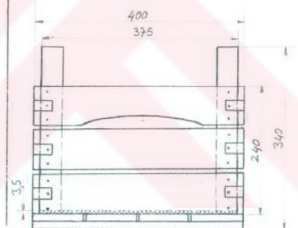
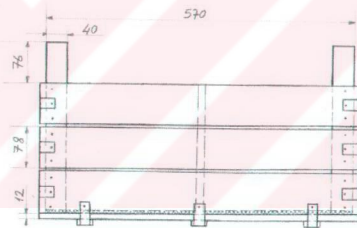
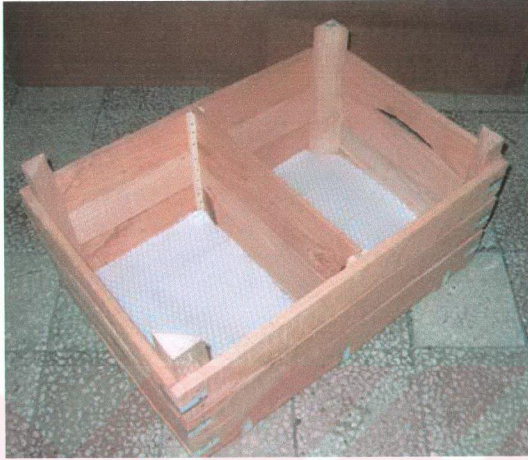
Ek-1. Standart tip ambalajın görünümü ve teknik resmi (TS 3766)



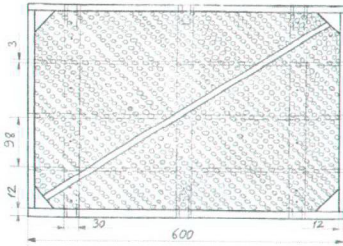
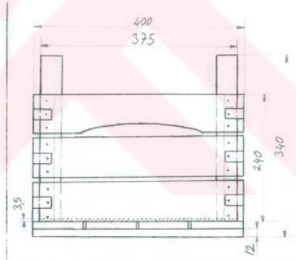
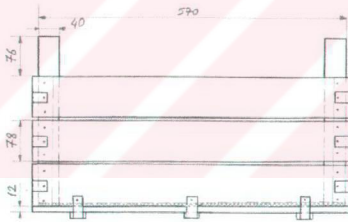
Ek-2. A tipi ambalajın görünümü ve teknik resmi



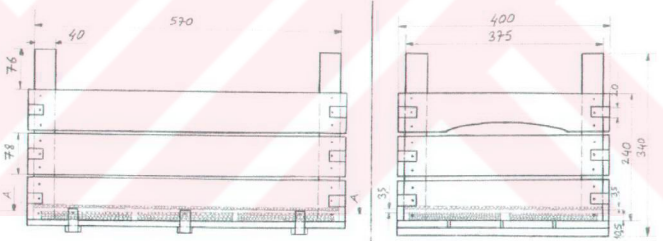
Ek-3. B tipi ambalajın görünümü ve teknik resmi



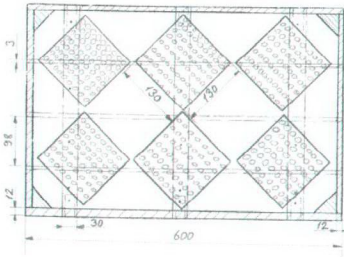
Ek-4. C tipi ambalajın görünümü ve teknik resmi



Ek-5. D tipi ambalajın görünümü ve teknik resmi



A-A Kesiti:



TEŞEKKÜR

Uzun süreli çalıőmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyerek beni aydınlatan,

Prof. Dr. Kamil ALİBAŞ'a,

Prof. Dr. Atilla ERİŞ'e,

Yrd. Doç. Dr. Eşref İŐIK'a,

Prof. Dr. Kenan KAYNAŞ'a

Doç. Dr. İ.Sözzer ÖZELKÖK'e,

Dr. Burhan ERENOĞLU'na,

Dr. M. Emin ERGUN'a,

Dr. Temel YALÇIN'a,

Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü İdaresi ve Personeli'ne

sonsuz saygı ve őükranlarımı sunarım.

Ayrıca beni manevi olarak destekleyen babam **Bekir ACICAN**, eőim **Nafiye ACICAN** ve oğlum **Berkay ACICAN'a** sevgilerimi sunarım.

Tuncay ACICAN

ÖZGEÇMİŞ

Çorum İli İskilip ilçesi nüfusuna kayıtlı bulunan Tuncay ACICAN 1963 yılında Erzurum'da doğmuştur. İlk, orta ve lise eğitimini Ankara'da tamamlamıştır. 1989 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünden mezun olmuştur. 1990 yılında askerlik görevini tamamlamış, 1991-1992 yılları arasında otomotiv sanayiinde 1.5 yıl süreyle çalışmıştır. Mart 1994 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak göreve başlamış ve eylül 1995 yılında Yüksek Lisans eğitimini tamamlamıştır. 1998 yılında Tarım ve Köyşleri Bakanlığı TAGEM Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Hasat Sonrası Fizyolojisi Bölümüne Ziraat Mühendisi olarak naklen atanmıştır. Halen aynı görevde bulunmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.