

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
2022-YL-085

KIRAZ MEYVESİNİN FİZİKO-MEKANİK VE
HİDRODİNAMİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Yağmur ÜNSAL
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN

AYDIN - 2022

KABUL VE ONAY

T.C. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Yüksek Lisans Programı öğrencisi Yağmur ÜNSAL tarafından hazırlanan ‘KİRAZ MEYVESİNİN FİZİKO-MEKANİK VE HİDRODİNAMİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ’ başlıklı tez, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 25/08/2022

	Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan (Danışman):	Prof.Dr. Cengiz ÖZARSLAN	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	
Üye :	Doç.Dr. Arzu YAZGI	Ege Üniversitesi	
Üye :	Doç.Dr. Türker SARAÇOĞLU	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	

ONAY:

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Fen Bilimleri Enstitüsünün tarih ve sayılı oturumundan alınan numaralı Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Gönül AYDIN

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam sűresince, bu tezin oluőum ve yűnetim aőamalarında yardımlarını ve desteęini benden esirgemeyen, çalıőmalarımnda her tűrlű olanaęı saęlayan saygıdeęer danıőman hocam Prof. Dr. Cengiz ŐZARSLAN' a sonsuz saygı ve teőekkűrlerimi sunarım.

Denemelerimde destekçim ve yardımcıım olan baőta babam Nurettin ŐNSAL olmak űzere, bu yoęun sűrete desteklerini benden esirgemeyip maddi ve manevi her zaman yanımda yer alan sevgili aileme ve sevgili arkadaőlarımna sonsuz teőekkűrler.



Yağmur ŐNSAL

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
RESİMLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Araştırmada Kullanılan Kiraz Çeşidi	15
3.1.2. Deneme Yeri.....	15
3.1.3. Araştırmada Kullanılan Cihazlar ve Aletler	15
3.1.3.1. El Dinamometresi	15
3.1.3.2. Etüv.....	16
3.1.3.3. Dijital Kumpas.....	16
3.1.3.4. Hassas Terazî.....	17
3.1.3.5. El Penetrometresi.....	17
3.1.3.6. Silindirik Kap	18
3.1.3.7. Dereceli Ölçekli Silindirik Kap	18
3.1.3.8. Yuvarlanma Direnç Katsayısı Ölçüm Düzeneği	19
3.1.3.9. Üniversal Test Cihazı	19
3.1.3.10. Su Tankı ve Kamera	20

3.2. Yöntem	20
3.2.1. Nem İçeriğinin Belirlenmesi	22
3.2.2. Boyut Özellikleri	22
3.2.3. Projeksiyon Alanının Belirlenmesi.....	23
3.2.4. Meyve Eti/Çekirdek Oranı	24
3.2.5. Meyve Eti Sertliği.....	25
3.2.6. Yığın Hacim Ağırlığı.....	25
3.2.7. Gerçek Hacim Ağırlığı	26
3.2.8. Porozitenin Belirlenmesi	27
3.2.9. Yuvarlanma Direnç Katsayısı.....	27
3.2.10. Sıkıştırma Testi.....	28
3.2.11. Hidrodinamik Özelliklerin Belirlenmesi	29
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	30
4.1. Kiraz Meyvesinin Kopma Kuvveti Değerleri.....	30
4.2. Nem İçeriğine İlişkin Sonuçlar.....	32
4.3. Boyut Özelliklerine İlişkin Sonuçlar	32
4.4. Meyve Eti/Çekirdek Oranına İlişkin Sonuçlar	34
4.5. Meyve Eti Sertliğine İlişkin Sonuçlar	35
4.6. Yığın Hacim Ağırlığı, Gerçek Hacim Ağırlığı ve Poroziteye İlişkin Sonuçlar.....	36
4.7. Yuvarlanma Direnç Katsayısına İlişkin Sonuçlar	37
4.8. Sıkıştırma Testine İlişkin Sonuçlar.....	38
4.9. Hidrodinamik Özelliklere İlişkin Sonuçlar.....	42
5. SONUÇ.....	44
KAYNAKLAR.....	46
BİLİMSEL ETİK BEYANI	50
ÖZGEÇMİŞ.....	51

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

A_p	: Projeksiyon alanı
C	: Sürtünme katsayısı
D₀	: Geometrik ortalama çap
F	: Kuvvet
FAO	: Food and Agriculture Organization
F_b	: Kaldırma kuvveti
F_d	: Su içinde sürtünme kuvveti
F_w	: Yerçekimi kuvveti
g	: Yerçekimi ivmesi
GA₃	: Gibereellik asit
J	: Joule
L	: Uzunluk
L₀	: İlk boy
L₁	: Son boy
m	: Meyve kütlesi
N	: Newton
PVC	: Polivinil klorür
S	: Yüzey alanı
SÇKM	: Suda çözünür kuru madde
S_p	: Küresellik
T	: Kalınlık
TEPGE	: Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
V	: Ortalama meyve hacmi

v_t	: Kritik hız
W	: Genişlik
W'	: Kuru ürün ağırlığı
W_0	: Yaş ürün ağırlığı
W_w	: Yer değiştiren suyun ağırlığı
α	: Eğim açısı
ε	: Porozite
ε_d	: Birim deformasyon
μ	: Yuvarlanma direnç katsayısı
ρ_b	: Yığın hacim ağırlığı
ρ_f	: Gerçek hacim ağırlığı
ρ_w	: Suyun yoğunluğu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Kiraz üretiminde önemli ülkeler	3
Şekil 1.2. Türkiye'nin önemli kiraz üreticisi illeri.....	3
Şekil 4.1. Yuvarlanma direnç katsayısı değerleri.....	38
Şekil 4.2. Kiraz meyvesinin y-y eksenindeki kuvvet-birim uzama değişimi.....	39
Şekil 4.3. Kiraz meyvesinin y-y eksenindeki kuvvet-birim uzama değişimi.....	40
Şekil 4.4. Kiraz meyvesinin y-y eksenindeki kuvvet-birim uzama değişimi.....	40
Şekil 4.5. Kiraz meyvesinin z-z eksenindeki kuvvet-birim uzama değişimi	41
Şekil 4.6. Kiraz meyvesinin z-z eksenindeki kuvvet-birim uzama değişimi	41
Şekil 4.7. Kiraz meyvesinin z-z eksenindeki kuvvet-birim uzama değişimi	42

RESİMLER DİZİNİ

Resim 3.1. El dinamometresi	16
Resim 3.2. Etüv	16
Resim 3.3. Dijital kumpas	17
Resim 3.4. Hassas terazi.....	17
Resim 3.5. El penetrometresi	18
Resim 3.6. Silindirik kap.....	18
Resim 3.7. Silindirik ölçekli kap.....	19
Resim 3.8. Yuvarlanma direnç katsayısı ölçüm düzeneği	19
Resim 3.9. Üniversal test cihazı (a); Sıkıştırma plakası (b).....	20
Resim 3.10. Su tankı ve kamera.....	20
Resim 3.11. Meyve kopma kuvveti ölçümü.....	21
Resim 3.12. Kopan meyvelerin, yönlerine göre numaralandırılarak etiketlenmesi.....	21
Resim 3.13. Etüvde kurutulmuş kiraz meyveleri	22
Resim 3.14. Kiraz meyvelerinin dijital kumpas ile boyut ölçümü.....	23
Resim 3.15. Kiraz meyvelerinin projeksiyon alanlarının belirlenmesi amacıyla görüntülerin alınması	24
Resim 3.16. Meyve ve çekirdek kütlelerinin hassas terazide belirlenmesi.....	24
Resim 3.17. Saplı kiraz meyvelerinin yığın hacim ağırlığının belirlenmesi.....	25
Resim 3.18. Sapsız kiraz meyvelerinin yığın hacim ağırlığının belirlenmesi	26
Resim 3.19. Kiraz meyvelerinin gerçek hacim ağırlığının belirlenmesi.....	27
Resim 3.20. Kiraz meyvelerinin yuvarlanma direnç katsayılarının belirlenmesi	28
Resim 3.21. Kiraz meyvelerinin sıkıştırma testi	28
Resim 4.1. Vişnenin olgunluk evreleri	34

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Sapsız olarak kopan kiraz meyvelerinin ortalama kütlesi, kopma kuvveti ve F/m oranları.....	30
Çizelge 4.2. Saplı olarak kopan kiraz meyvelerinin ortalama kütlesi, kopma kuvveti ve F/m oranları.....	31
Çizelge 4.3. Saplı kiraz meyvelerinin boyut özellikleri	32
Çizelge 4.4. Sapsız kiraz meyvelerinin boyut özellikleri.....	33
Çizelge 4.5. Meyve eti/çekirdek oranı.....	34
Çizelge 4.6. Meyve eti sertliği.....	36
Çizelge 4.7. Yığın hacim ağırlığı, gerçek hacim ağırlığı ve porozite	37
Çizelge 4.8. Sıkıştırma testi.....	39
Çizelge 4.9. Hidrodinamik özellikler	43

ÖZET

KIRAZ MEYVESİNİN FİZİKO-MEKANİK VE HİDRODİNAMİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Ünsal Y., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Programı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 2022.

Amaç: Bu araştırma İzmir ilinde kiraz meyvesinin fiziksel, mekanik ve hidrodinamik özelliklerini belirlemek amacı ile yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem: Araştırma, 2021 yılı Haziran ayında İzmir ili Kemalpaşa ilçesinde üretici bahçesinden toplanan Salihli çeşidi kiraz ile gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen kirazlar fiziksel, mekanik ve hidrodinamik yöntemler ile tanımlanmıştır. Bahçe denemeleri ile kopma kuvveti analizleri ve laboratuvar denemeleri ile nem içeriği, boyut özellikleri, projeksiyon alanı, meyve eti/çekirdek oranı, meyve eti sertliği, yığın ve gerçek hacim ağırlığı, porozite, yuvarlanma direnç katsayısı, sıkıştırma testi, hidrodinamik özellik analizleri yapılmıştır.

Bulgular: Bahçe denemelerinde 200, laboratuvar denemelerinde ise 1200 adet kiraz meyvesinin belirli yöntemler çerçevesinde fiziksel, mekanik ve hidrodinamik özellikleri saptanmıştır.

Sonuç: Biyolojik materyallerin fiziksel, mekanik ve hidrodinamik özelliklerinin bilinmesinin, ürünlerin hasat ve hasat sonrasında yaşayabilecekleri kayıp miktarlarının azaltılmasında etkili olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kiraz, Fiziksel özellikler, Mekanik özellikler, Hidrodinamik özellikler.

ABSTRACT

DETERMINATION OF PHYSIO-MECHANICAL AND HYDRODYNAMIC PROPERTIES OF CHERRY FRUIT

Unsal Y., Aydın Adnan Menderes University, Institute of Science, Agricultural Machinery Program, Master Thesis, Izmir, 2022.

Objective: This research was carried out to determine the physical, mechanical and hydrodynamic properties of cherry fruit in Izmir.

Material and Method: The research was carried out with the Salihli variety cherry collected from the producer's orchard in the Kemalpaşa district of Izmir in June 2021. Harvested cherries were identified by physical, mechanic and hydrodynamic methods. Fruit rupture force analyses were performed by orchard experiments. Moisture content analysis, fruit detachment force, dimension properties, projected area, fruit flesh/fruit seed ratio, fruit firmness, bulk volume, grain volume, porosity value, rolling resistance coefficient, compression test and hydrodynamic properties analyses were performed by lab experiments.

Results: The physical, mechanical and hydrodynamic properties of 200 cherry fruits in the orchard experiments and 1200 cherry fruit in the lab experiments were determined through certain methods.

Conclusion: It has been concluded that knowing the physical, mechanical, and hydrodynamic properties of biological materials will be effective in reducing the amount of losses that products may experience during and after harvest.

Keywords: Cherry, Physical properties, Mechanical properties, Hydrodynamic properties.

1. GİRİŞ

Kiraz (*Prunus avium* L.) meyvesi, *Rosales* takımının içinde bulunan bir meyve türüdür (Turan, 2010).

Kirazın anavatanı Güney Kafkasya, Hazar Denizi ve Kuzeydoğu Anadolu arasındaki bölge olarak bilinmektedir. Bu bölgelerden, Dünya'nın doğusuna ve batısına yayılarak geniş bir üretim alanını kaplamıştır. Dünya üzerinde 1500 adet civarında çeşidi bulunmaktadır. Kiraz üretimi, Afrika'nın kuzeyi, Avrupa'nın tamamı, Ortadoğu'nun batı kısmında yer alan ülkeler, Anadolu, Hazar Denizi ve buraya yakın ülkeler ile Kuzey ve Güney Amerika kıtasında yoğun olarak yapılmaktadır. Kirazın yaygın olarak yetiştirildiği ülke ve bölgeler; Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan Michigan, Oregon, California, Washington, New York, Utah ve Pensilvania eyaletleri, Rusya'nın Avrupa kısmı, Kanada'da Ontario bölgesi, Akdeniz çevresinde Türkiye, Yunanistan, İtalya ve Cezayir gibi ülkeler, Doğu Pireneler, Rhone Havzası, Kuzey Avrupa ülkeleridir (Çelik ve Sarıaltın, 2019).

Kiraz, özellikle 80'li yıllardan sonra Türkiye'de meyve yetiştiriciliğinde oldukça önem kazanmış en önemli meyve türlerinden biridir (Turan, 2010). Ülkemiz, birçok meyve türünde olduğu gibi kiraz yetiştirme konusunda da zamanla artan bir üretim potansiyeline ve üretici ülkeler arasında önemli bir yere sahiptir. Kiraz meyvesi, ülkemizin birçok bölgesinde üretilmektedir ve bununla birlikte, en çok üretim Ege Bölgesi'ndedir. Ege Bölgesi %28'lik bir oranla ülkemizdeki kiraz üretiminin büyük bir kısmını karşılamaktadır. Türkiye ekolojik çeşitlilik anlamında avantajlı bir ülke olup, dış pazarlara daha erken dönemlerde ve daha kaliteli ürün sunma imkanına sahiptir. Avrupa ülkeleri kiraz yetiştirme konusunda söz sahibi ülkelerdir ve bununla birlikte, yetiştirilen pazar değeri yüksek, kaliteli ve erkenci çeşitlerde de Türkiye önemli bir potansiyele sahiptir (Çelik ve Sarıaltın, 2019).

Kirazın yetiştirilmeye başladığı zaman net olarak bilinmemektedir ancak bununla ilgili en eski kayıtlar Yunanistan'da bulunmuştur. 16. yüzyıldan sonra İngiltere ve Almanya'da bu meyvenin kültürü ile ilgili gelişmeler başlamıştır. Kirazdan en iyi verimin alınması için toprağın kumlu-tınlı geçirgen, derin ve kolay işlenen bir yapıya sahip olması gerekmektedir. Kiraz ağaçlarının kökleri uzun süre suda kalmaya dayanıklı değildir. Yazları serin geçen ve oransal nemi yüksek olan yerlerde en kaliteli meyveleri vermektedir (Turan, 2010). Çok soğuk havalara dayanımı düşüktür ve bu nedenle kış aylarında hava sıcaklığının sık sık -20°C'nin altına düştüğü yerlerde kiraz yetiştirmek verimli olmayacağı için yetiştirilme

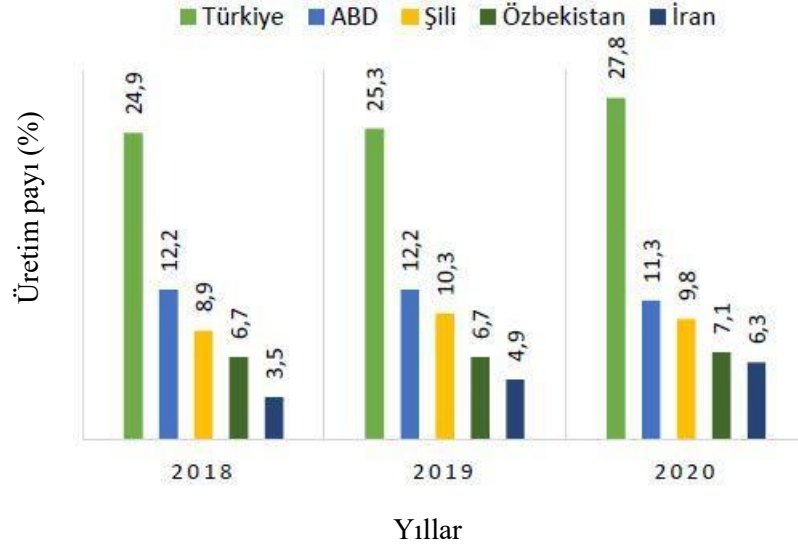
önerilmemektedir. Ağaçları 12 m ve üzeri boylanabilen, dikine gelişmekte bazen de yayvan olabilmektedir. Meyveler genelde kalp ya da küresel şekildedir. Kirazların meyve rengi sarı, pembe, sarı zemin üzerine parçalı pembe veya kırmızı, koyu kırmızı veya mor renktedir (Demirsoy, 2021).

Dünya üzerinde yaklaşık 1500 adet çeşide sahip olan kiraz, sert çekirdekli, sulu, tatlı aromalı meyveli bir ağaç türüdür (Levent, 2020). Ülkemiz piyasasında ve dünya pazarlarında fazlasıyla aranan bir ürün olmaktadır (Eroğul, 2016). Meyveleri taze veya kurutulmuş olarak tüketilebilir. Bunun haricinde reçel, sirke, dondurulmuş gıda olarak da kullanılabilir. Ayrıca tatlı, şekerleme ve içki yapımında da sıkça kullanılmaktadır. Çiçeklerinden değişik kimyasal maddeler elde edilmektedir (Levent, 2020).

Kiraz meyvesi, ilkbaharda meyve üretiminin az olduğu dönemde pazara çıkmakta, kendine özgü tadı ve güzel rengi ile tüketiciler tarafından tercih edilmektedir. Türkiye’de farklı ekolojik koşullara sahip bölgelerde farklı zamanlarda olgunlaşan çeşitlerin varlığı, kiraz meyvesinin soğuk hava depolarında muhafazasına ihtiyaç göstermeksizin Mayıs ayı başından Temmuz ayı ortasına kadar pazarlarda yer almasını sağlamaktadır. Kiraz, meyvelerini erken olgunlaştıran bir türdür. Bu, kirazın doğasından kaynaklanan ve kiraza özgü bir özelliktir. Gün geçtikçe kiraz meyvesine olan talep artış göstermektedir. Bunun sebebi ise kirazın sevilerek tüketilen bir meyve olması ve dış pazarda fazlasıyla aranmasıdır (Levent, 2020).

Meyve üretimini belirleyen en temel faktör, o meyveye olan taleptir. Taze meyve üretiminde ekolojik faktörler, meyve çeşidinin tadı ve aromasında önemli bir etkiye sahiptir. Talebin fazla olması sebebiyle Dünya’daki kiraz üretim ekim alanları ve üretim miktarları yıllar itibariyle artış göstermektedir (Öz, 2016).

FAO (Food and Agriculture Organization) verilerine göre Türkiye 2020 yılında 83 bin ha kiraz dikim alanı ve yaklaşık 725 bin ton üretim miktarı ile Dünya kiraz üretim alanı ve üretim miktarı sıralamasında ilk sırada yer almaktadır. Kiraz dikim alanında Türkiye’den sonra ikinci sırada 40 bin ha ile Şili yer alırken, 34 bin ha ile üçüncü sırada ABD, 30 bin ha ile dördüncü sırada Suriye takip etmektedir. Kiraz üretiminde ise Türkiye’yi ikinci sırada 295 bin ton ile ABD takip ederken, üçüncü sırada 255 bin ton ile Şili ve dördüncü sırada 185 bin ton ile Özbekistan takip etmektedir (Şekil 1.1) (Anonim, 2022a).



Şekil 1.1. Kiraz üretiminde önemli ülkeler (%) (Anonim, 2022a)

Türkiye’de 2020 yılında 724 bin ton olan kiraz üretiminde, İzmir 108 bin ton kiraz üretimi ile birinci sırada yer alırken, Konya 64 bin ton ile ikinci, Bursa ise 55 bin ton ile üçüncü sırada yer almaktadır. Ülkemizde kiraz üretimi son beş yılda %21,06 oranında artış göstermiştir. Ülkemizdeki kiraz üretimi yüzdeler olarak Şekil 1.2’de verilen haritada gösterilmiştir (Şekil 1.2) (Anonim, 2022a).



Şekil 1.2. Türkiye'nin önemli kiraz üreticisi illeri (Anonim, 2022a)

Kirazı hasat etmek fazlasıyla zor ve zaman alıcı bir durumdur. Hasat yapılacak olgunluğa gelmiş, çeşide özgü renk, irilik ve tada sahip meyveler günün erken saatlerinde sapsarı ile toplanmalı ve yapılan hasat sırasında bir sonraki yılın meyve gözlerine zarar verilmeyecek şekilde dikkat edilmelidir. Meyvelerin zamanından erken hasat edildiklerinde çeşide özgü renk, aroma ve iriliğe ulaşmadığı; olması gereken zamandan geç hasat

edildiklerinde ise yumuşadıkları, saplarının kuruduğu ve yola dayanımlarının azaldığı görülmektedir. Hasat edilen meyveleri korumak amacıyla gölge ve serin bir yerde muhafaza etmek gerekmektedir (Anonim, 2022b). Kirazın hasadı, Mayıs ayının başları ile Temmuz ayının ortalarına kadar yapılabilmektedir. Hasat zamanı, çeşitlere göre değişiklik göstermektedir (Demirsoy, 2021).

Tarımsal ürünleri işleyen, temizleyen, taşıyan ve depolayan tarım makinalarının tasarlanmasında, ürünlerin olgunluğu, kalite farklılığı gibi parametrelerinin belirlenmesinde, ürünlerin hidrolik olarak sınıflandırılması, taşınması gibi parametrelerin belirlenmesinde kullanılan en önemli kriterler; bu ürünlerin fiziksel, mekanik ve hidrodinamik özellikleridir. Biyolojik materyallerin fiziksel, mekanik ve hidrodinamik özelliklerinin bilinmesi, ürünlerin hasat ve hasat sonrasındaki kayıp miktarlarının azaltılmasında oldukça etkilidir (Taşova ve Güzel, 2017).

Tarımsal ürünlerin biyolojik özelliklerinin bilinmesi; tarımsal makinaların tasarımında, üretilmesinde, çalıştırılmasında, kontrollerin sağlanmasında, verimlerin saptanmasında, analizinde, bitkisel ya da hayvansal orijinli yeni ürünlerin tüketime sunulmasında ve ürünlerin kalitesinin değerlendirilmesinde gerekli olmaktadır. Bu özelliklerin bilinmesi yalnız mühendisler için değil gıda bilimcileri ve gıda işleyicileri, bitki yetiştiricileri ve hayvansal üretim yapan diğer uzmanlar için de oldukça önemlidir. Meyvelerin dikim, hasat, taşıma, iletim, sınıflandırma, doldurma, boşaltma, paketleme gibi işlemlerinin gerçekleştirilmesinde tarımsal alet ve makinaların tasarımında, ürün işleme, ürün kalite kontrolü aşamalarında ve en son tüketiciye sunulan ürünün kalitesinin iyileştirilmesinde fiziksel ve mekanik özelliklerin bilinmesi belirleyici bir faktör olmaktadır (Alniak, 2012).

Kirazlarda meyve kalite faktörleri olarak üzerinde durulan en önemli kriterler; meyve iriliği, meyve ağırlığı, meyve şekli, meyve eti sertliği, sap renginin uzun süre yeşil kalması, tat, renk olarak kabul edilmektedir (Bolsu ve Akça, 2011). Bu gibi kalite özellikleri, kirazın pazarlanma durumunu etkilemektedir (Eroğul, 2016).

Meyvelerin boyut özelliklerinin belirlenmesinde kütle, hacim ve projeksiyon alanı gibi fiziksel karakteristiklerin bilinmesi önem arz etmektedir. Meyvelerin kalite farklılıkları yoğunluklarındaki değişimler izlenerek tespit edilebilmektedir. Meyvelerin hidrolik iletiminde akış hızları meyvenin yoğunluğu, ağırlığı ve şekli ile ilişkilidir. Meyvelerin hacim ve projeksiyon alanları soğutma ve kurutma sırasındaki ısı ve kütle transferlerinin doğru

modellenmesi için bilinmelidir. Tarımsal ürünlerin hidrodinamik özellikleri ürünün kritik hızı ve taşıma kanalının yapısına bağlıdır (Saraçoğlu vd., 2010).

Biyolojik materyallerin boyutsal ve geometrik özellikleri hasat makinalarının tasarımında, ürünlerin mekanik, pnömatik ve elektrostatik sistemler aracılığı ile temizlenmesinde kullanılan önemli parametrelerdendir. Ayrıca tarımsal ürünlerin mekanik özelliklerinin bilinmesi, mühendislik tasarımları açısından önemli olmaktadır. Hasat yapılırken biyolojik materyaller bazı mekanik etkiler sebebiyle zarar görebilir ve bu zararın sonucu olarak dış katmanlarında zedelenmeler meydana gelebilir. Bu zedelenmeler sonucunda biyolojik materyaller, olması gereken zamandan daha erken bozulabilir. Bu gibi etkenler ürünlerin depolanabilir olma durumunu ve rafta kalma zamanlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu tür olumsuzlukların önüne geçebilmek için üreticiler ürünlerini tam olarak olgunlaşmadan hasat etmeyi tercih etmektedir. Bu durum hem ürün kalitesinin düşmesine hem de tüketiciler tarafından tercih edilmemesine yol açmaktadır. Bu gibi sorunların minimum düzeyde yaşanması için biyolojik materyallerin mekanik özelliklerini bilmek oldukça önemlidir. Hasat işlemi gerçekleşen ürünün depolama alanına taşınmasında birbirinden farklı sürtünme yüzeylerine sahip bantlar kullanılmaktadır. Ürünlerin zarar görmeyeceği bir sürtünme yüzeyinde taşınması oldukça önemlidir. (Altıkat ve Temiz, 2019).

Günümüze kadar; biyolojik materyallerin fiziksel, mekanik ve hidrodinamik özelliklerinin belirlenmesi için, alanında uzman kişiler tarafından birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda araştırmacılar; Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) kabuklu ve iç meyvesinin bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi (Altuntaş ve Mutlu, 2007), bazı turunçgil meyvelerinin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi (Kabaş, 2010a), Iğdır ili kayısı çeşitlerinin fiziko-mekanik ve bazı kimyasal özellikleri (Altıkat ve Temiz, 2019), İstanbul çeşidi vişnenin (*Prunus cerasus* L.) fiziko-mekanik özellikleri ile renk değerlerinin belirlenmesi (Taşova ve Güzel, 2017), Yabani ve Limon çeşidi ayva meyvelerinin bazı fiziksel ve hidrodinamik özelliklerinin belirlenmesi (Saraçoğlu vd., 2010), İzmir ilinde yetiştirilen bazı önemli kiraz çeşitlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi (Eroğul, 2016), vişnenin mekanik hasadına ilişkin bazı parametrelerin belirlenmesi (Özgüven vd., 1998), Stanley çeşidi eriğın bazı hasat parametrelerinin belirlenmesi (Sonmete, 2012), Konya'da yetiştirilen bazı elma çeşitlerinde mekanik hasat parametrelerinin belirlenmesi (Yokuş, 2008), badem meyvesinin mekanik hasadı (Polat vd., 2007) gibi çalışmalarla biyolojik malzemelerin fiziksel, mekanik ve hidrodinamik özelliklerini ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmada kiraz meyvelerinin fiziko-mekanik ve hidrodinamik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla; kirazların nem içeriği, uzunluk, genişlik, kalınlık, küresellik, projeksiyon alanı, yığın hacim ağırlığı, gerçek hacim ağırlığı, hacim, kütle, porozite, yuvarlanma direnç katsayısı, meyve eti/çekirdek oranı, sıkıştırma yükü altındaki davranışı (ezilme gerilimi, birim uzama, elastiklik modülü) gibi fiziko-mekanik ve su içerisindeki yerçekimi kuvveti, sürtünme kuvveti ve kaldırma kuvveti gibi bazı hidrodinamik özellikleri belirlenmiştir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Dünya’da ve ülkemizde bazı biyolojik materyallerin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine yapılan çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Bunlarla ilgili bazı literatür tarama sonuçları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Saraçoğlu ve Akçakal (2019), elmanın bazı geometrik ve hidrodinamik özellikleri ile zedelenme parametrelerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. İki yerli elma üzerinde çalışmışlardır. Çalışmaları sonucu boyutsal özellikleri bakımından Arapkızı çeşidini, Amasya çeşidinden daha büyük bulmuşlardır. Su içerisindeki kritik hız, sürtünme kuvveti ve kaldırma kuvveti değerlerini, Arapkızı çeşidi için sırasıyla 0,414 m/s, 0,327 N, 1,874 N olarak, Amasya çeşidi için ise sırasıyla 0,417 m/s, 0,264 N, 1,571 N olarak belirlemişlerdir.

Saraçoğlu vd. (2010), Yabani ve Limon çeşidi ayva meyvelerinin hidrodinamik özelliklerini belirleme üzerine bir çalışma yapmışlardır. Kritik hız, su içinde sürtünme kuvveti ve kaldırma kuvveti değerlerini Limon çeşidi için sırasıyla 0,24 m/s, 0,19 N ve 2,28 N; Yabani ayva için sırasıyla 0,21 m/s, 0,14 N ve 2,28 N olarak elde etmişlerdir.

Jordan ve Clark (2004)’e atfen Saraçoğlu (2017) farklı yoğunluklardaki akışkanlar içerisinde yapılacak biyolojik materyalin sınıflara ayrılması işleminde, meyvenin su içerisindeki kritik hız değerinin kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Su içerisinde farklı kritik hız değerlerinde hareket edebilen biyolojik materyaller, kanal içerisinde farklı derinliklere ulaşmakta ve bununla beraber kanal içinde uygun ayırıcılar yardımı ile meyve ayırma işlemi gerçekleştirilebilmektedir.

Saraçoğlu vd. (2011), çalışmalarında iki farklı zeytin çeşidinin lineer boyutlar, küresellik, meyve kütlesi, öngörülen alan, yüzey alanı, gerçek yoğunluk, hacim gibi geometrik özelliklerini, sudaki hidrodinamik özelliklerini, yani kritik hız, sürtünme kuvveti, kaldırma kuvveti ve zedelenme özelliklerini ele almışlardır. Her iki çeşit için paslanmaz çelik yüzeyde zedelenme alanı ve zedelenme hacminin en büyük değerleri elde edilmiştir.

Vursavuş (2004)’e atfen Civil (2009) mekanik zedelenmelerin çarpma, düşme, ani kuvvet uygulanması, titreşime maruz kalma ve sıkıştırma gibi dış kuvvetlerin etkisiyle meydana geldiğini belirtmektedir.

Vursavuş vd. (2006), üç kiraz çeşidinin bazı kimyasal ve fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Ayrıca, üç kiraz çeşidinin meyve kütlesini

tahmin etmek için doğrusal modellemeler geliştirmişlerdir. Üç kiraz çeşidinin özelliklerinin istatistiksel olarak farklı olduğunu söylemişlerdir. Bu farklılıkların sebebinin, çeşitlerin karakteristik özelliklerine, çevresel koşullarına ve yetiştirilme koşullarına bağlı olabileceğini söylemişlerdir.

Yurtlu ve Erdoğan (2005), çalışmalarında domates meyvesinin sıkıştırma testlerinde algılayıcı olarak bir çeki-bası dinamometresi ile veri ölçümlene kartının birlikte kullanılarak geliştirildiği bir yöntem uygulamışlardır. Sıkıştırma testinde, deneme materyallerinin silindirik batıcı uca doğru hareketi ve teması sonucunda ortaya çıkan kuvvet değerini dinamometre ile belirlemişlerdir. Elde edilen veriler bilgisayar programına kayıt edilmiş ve her bir deneme için kuvvet-deformasyon eğrisi grafikleri oluşturmuşlardır.

Hamleci ve Güner (2015), çalışmalarında Sariaşlama, Ayıtabanı ve Vakit kestane çeşitlerinin boyut, aritmetik ve geometrik ortalama çap, küresellik, kütle, hacim, özgül kütle, porozite gibi fiziksel özellikleri ile kabuk yırtılma, kırılma enerjisi ve özgül deformasyon gibi mekanik özelliklerini belirlemişlerdir. Kestane çeşitleri 3 farklı nem (%30, %20, %15), sabit yüklenme oranı (40 mm/min) ve 3 farklı ekseninde paralel plakalar arasında sıkıştırılarak kırılmıştır. Denemeler sonucunda kestanelerin, nem seviyesinin yükselmesiyle birlikte kırılma kuvvetinin düştüğü, bununla beraber, kırılma için gerekli enerji değerlerinin artış gösterdiği belirlenmiştir.

Kabaş (2010b), çalışmasında 'Balo' tipi dolmalık biberin uzunluk, genişlik, kalınlık ve izdüşüm alanı gibi bazı fiziksel özelliklerini, görüntü işleme tekniğinden yararlanarak belirlemiştir. Araştırmalarında 3 farklı hasat döneminde (Haziran, Ekim ve Şubat) ürünlerin, meyve eksenine yere paralel ve dik gelecek şekilde iki farklı ekseninde ölçümlerini yapmıştır.

Alniak (2012), çalışmasında farklı hasat dönemlerindeki eriklerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Çalışmada 2000 ml ölçüğe sahip kap içerisine 1000 mm sabit yükseklikten erik meyvelerini doldurarak tartma işlemini gerçekleştirmiş ve yığın hacim ağırlığını belirlemiştir. Sonuç olarak üç farklı hasat dönemindeki erik meyvelerinin farklı hasat dönemlerinin yığın hacim ağırlıkları üzerine $p < 0,01$ önem seviyesinde önemli olduğunu belirlemiştir.

Altuntaş vd. (2018), çalışmalarında Türkiye'de yetiştirilen 3 farklı taflan çeşidinin fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. 54 K 01 çeşidi taflan meyvesi, hacim yoğunluğu ve gerçek yoğunluk gibi en yüksek hacimsel özelliklere sahipken, 55 K 07 çeşidi, bu özellikler için bu üç taflan meyvesi arasında en az değerlere sahip çıkmıştır. Meyve

kalitesini, hasat için ekonomik değeri ve hasat sonrası teknolojileri artırabilmek için meyvelerin fiziko-mekanik ve kimyasal özelliklerini belirlemenin oldukça önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Levent (2020), dalbastı kiraz çeşidi üzerine yaptığı çalışmasında hasat öncesinde yapılan giberellik asit ve kalsiyum uygulamalarının meyve kalitesi üzerindeki etkisinin belirlenmesini amaçlamıştır. MaxMa 14 anacı üzerine aşılı olan kiraz ağaçları ile çalışılmıştır. Denemelerden elde edilen sonuçlara bakıldığında 1000 ppm kalsiyum uygulamasının meyve eti sertliğini önemli oranda yükselttiği sonucu elde edilmiştir. Ayrıca 40 ppm giberellik asit ve 40 ppm giberellik asit + 1000 ppm kalsiyum uygulamaları sonucunda da meyve eti sertliği bakımından olumlu sonuçlar tespit edilmiştir. Meyve eti sertliği bakımından olumlu sonuçların sağlandığı bu uygulamaların, sofralık kirazların raf ömürlerinin uzamasına ve meyvelerin yola dayanımlarının artmasına fırsat vererek kiraz yetiştiriciliğinde satış rekabetini arttıracaktır.

Altuntaş ve Mutlu (2007), çalışmalarında antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) kabuklu ve iç meyvesinin bazı fiziksel özelliklerini belirlemişlerdir. Uzunluk, genişlik ve kalınlık değerlerini antepfıstığı kabuklu meyvesi için sırasıyla 19,81, 10,94 ve 9,33 mm olarak, geometrik ortalama çap değerini ise 12,60 mm olarak bulmuşlardır. Antepfıstığı iç meyvesi için ise uzunluk, genişlik ve kalınlık değerlerini 15,32, 7,64, 7,03 mm, geometrik ortalama çap değerini ise 9,71 mm olarak belirlemişlerdir. Antepfıstığı kabuklu meyvesi için tek meyve ağırlığı 0,917 g, küresellik %63,72, yığılma açısı 16,97°, yığın hacim ağırlığı 539,04 kg/m³, tane hacim ağırlığı 1050,18 kg/m³, tek meyve hacmi 0,874 cm³, yüzey alanı 5,00 cm² ve porozite değeri %48,62 olarak bulunmuştur. İç meyvesi için ise tek meyve ağırlığı 0,452 g, küresellik %60,55, yığılma açısı 18,34°, yığın hacim ağırlığı 518,82 kg/m³, tane hacim ağırlığı 953,53 kg/m³, tek meyve hacmi 0,474 cm³, yüzey alanı 2,76 cm² ve porozite değeri %45,55 olarak bulunmuştur. Meyvelerin sürtünme katsayısı değerlerini incelemek amacıyla sac, lastik ve galvaniz metal yüzeylerde çalışmalar yapılmıştır. Lastik sürtünme yüzeyi, hem antepfıstığı kabuklu meyvesi için hem de antepfıstığı iç meyvesi için en yüksek statik ve dinamik sürtünme katsayısı değerlerini verirken galvaniz metal yüzey ise en düşük değerleri vermiştir.

Sevilmiş (2018), Iğdır'da üreticiye ait bir kiraz bahçesinde 2016 yılında yürütülen çalışmada Gisela 5 anacına aşılı 10 yaşlı 0900 Ziraat kiraz çeşidinde tam çiçeklenme zamanında uygulanan farklı kimyasalların meyve kalitesi üzerine etkilerini araştırmıştır. Denemelerde kimyasal madde kullanılmadan sadece kontrol amaçlı bulunan sonuçlar

incelendiğinde meyve ağırlığı 10,41 g, çekirdek ağırlığı 0,50 g, sap ağırlığı 0,12 g olarak bulunmuş, meyve sap uzunluğu ise 43,0 ile 48,4 mm arasında bulunmuştur. Meyve eni 27,2 mm iken meyve boyu 24,9 mm olarak belirlenmiştir.

Kabaş (2010a), çalışmasında Antalya yöresinde yetişen dört farklı turunçgil (*Citrus decumana*) çeşidinin (Valencia portakalı, Interdonate limonu, Red blush altıntopu ve Satsuma mandarini) birçok fiziksel özelliğini belirlemiştir. Bu dört turunçgil meyvesinde uzunluk, çap, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, ürün ağırlığı, meyve hacmi, meyve özgül ağırlığı, yığın hacim ağırlığı, boşluk oranı hesaplanmıştır.

Altıkat ve Temiz (2019), çalışmalarında Iğdır ilinde yetiştiriciliği yapılan Şalak, Ordubat ve Teberze kayısı çeşitlerinin; fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerini belirlemiştir. Şalak kayısı çeşidinde belirlenen boyut, ağırlık, delme direnci, hacim ağırlığı ve yoğunluk değerleri, diğer kayısı çeşitlerine oranla daha yüksek bulunmuştur. En yüksek sürtünme değeri Teberze çeşidinde bulunmuştur. Sürtünme yüzeyleri arasında en düşük sürtünme katsayısı galvanize sac yüzeyde, en yüksek sürtünme katsayısı ise plastik yüzeyde gözlemlenmiştir.

Taşova ve Güzel (2017), çalışmalarında İstanbul çeşidi vişnenin fiziko-mekanik özelliklerini belirlemiştir. Meyvenin uzunluk, genişlik, kalınlık ve geometrik ortalama çap değerleri sırasıyla, 19,02, 17,23, 16,68 ve 17,56 mm bulunmuştur. Ürünün tek tane ağırlığı, küreselliği, yığın hacim ağırlığı, tane hacim ağırlığı, tek meyve hacmi, yüzey alanı ve porozite değeri ise sırasıyla; 3,76 g, %92,41, 630 kg/m³, 963,44 kg/m³, 3,72 cm³, 9,72 cm², %34,54 olarak belirlenmiştir. Ürünün; kontrplak (0,56), galvaniz metal (0,57), sunta (0,54) ve lastik yüzeylerdeki (0,64) dinamik sürtünme katsayısı değerleri incelendiğinde lastik yüzeydeki değer en büyük olarak belirlenmiştir. Biyolojik materyallerin önemli parametrelerinden biri olan hasat sırasındaki saptan kopma kuvveti vişne için 2,97 N olarak hesaplanmıştır.

Altuntaş ve Erdoğan (2017), çalışmalarında yenibahar meyvesi (*Newspice*, *Allspice*) ve tohumlarının bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışma kapsamında yenibahar meyvesi ve tohumlarının geometrik ortalama çapı, yüzey alanı, hacmi, gerçek ve yığın hacim ağırlıkları, renk özellikleri, mekanik özellikleri ile sürtünme katsayısına ait değerleri belirlenmiştir. Yenibahar meyvesi ve tohumlarının geometrik ve mekanik özelliklerinin bilinmesinin hasat sonrası uygulamalarda kullanılan alet ve ekipmanların tasarımına katkı sunacağı ve ekonomik değerini artıracacağı ifade edilmiştir.

Saraçoğlu vd. (2012), çalışmalarında ayva meyvesinin geometrik ve hidrodinamik özelliklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. 2 farklı ayva çeşidi kullanmışlardır. Geometrik ve hidrodinamik özelliklerin ayvadaki her iki çeşitte de oldukça benzer olduğu bulunmuştur.

Ertekin vd. (2006), çalışmalarında Antalya'da yetişen iki erik çeşidinin (Stanley ve Freze 90) çeşitli fiziksel, pomolojik ve besinsel özelliklerini belirlemişlerdir. Eriklerin ortalama meyve boyu, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik, meyve kütlesi, bin meyve kütlesi ve meyve hacmi gibi değerlerini Freze 90 erik çeşidinde daha büyük bulmuşlardır. Ayrıca statik sürtünme katsayısını bulmak için kauçuk, kontrplak ve galvaniz olmak üzere 3 farklı yüzeyde çalışma yapmışlardır. Bu çalışmalar sonucunda katsayı değerleri Stanley erik çeşidi için sırasıyla 0,194, 0,187 ve 0,164 olarak, Freze 90 erik çeşidi için ise sırasıyla 0,147, 0,127 ve 0,125 olarak bulunmuştur. Kauçuk yüzey çalışmada kullanılan 2 erik çeşidi için de en yüksek sonucu verirken, galvaniz sürtünme yüzeyi en düşük sonuçları vermiştir.

Demir ve Kalyoncu (2003), Konya'da yetiştirilmiş olan bazı kızılcık meyvelerinin (*Cornus mas* L.) besinsel, pomolojik ve fiziksel özelliklerini belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucunda meyvelerin projeksiyon alanı değerleri 147 ve 320 mm² arasında değişiklik gösterirken, hacimleri ise 775 ve 2415 mm³ değerleri arasında değişiklik göstermiştir.

Aydın ve Özcan (2007), çalışmalarında Mersin'de yetişen yaban mersini meyvesinin bazı besinsel ve fiziksel özelliklerini hesaplamışlardır. Yapılan çalışmalar sonucunda nem içeriği, uzunluk, genişlik, kalınlık ve geometrik ortalama çap değerlerini sırasıyla %8,32 mm, 13,75 mm, 8,11 mm, 7,57 mm ve 10,53 mm olarak bulmuşlardır.

Güleryüz vd. (1998), Çoruh Vadisi'nde yetişen sofralık kızılcık (*Cornus mas* L.) tiplerinin seleksiyonu üzerine çalışmışlardır. Meyve ağırlığını 2,90-3,90 g, meyve eti/çekirdek oranını ise 5,95-10,70 aralığında bulmuşlardır.

Eroğul (2016), İzmir ilinde yetiştirilen 8 farklı kiraz çeşidinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini inceleyerek, bu çeşitler arasında farklar gözlemlemiştir. Regina ve 0900 Ziraat kiraz çeşitlerinin meyve çapı, meyve ağırlığı, meyve eti sertliği, saptan kopma kuvveti değerleri diğer çeşitlere göre daha yüksek bulunmuş, Sapıkısa çeşidinde ise bulunan verilerin daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Polat vd. (2007), badem meyvesinin mekanik hasadı üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada badem meyvesinin hasadına yönelik olarak meyve kopma kuvvetinin zaman

içerisindeki değişimi, dal ve gövde yaylanma katsayısı ve atalet kütleli bir dal sarsıcı ile hasat etkinliği belirlenmiştir. Meyve kopma kuvvetinin meyve ağırlığına oranı denemelere başlanmasıyla beraber Ağustos ayının ikinci haftasında (F/W) 1,8 N/g olarak bulunmuştur. 120-130 mm çapındaki gövdeler için gövde yaylanma katsayısı değeri 8,2 N/mm ve 55-60 mm çaplı dallar için dal yaylanma katsayısı 2,85 N/mm olarak hesaplanmıştır. Atalet kütleli dal sarsıcı ile yapılan sarsma deneylerinde 50 mm sarsma genliği ve 20 Hz sarma frekansında ağaç üzerindeki tüm bademlerin düşürüldüğü (hasat etkinliği %100) belirlenmiştir.

Yokuş (2008), çalışmasında Konya'da yetiştirilen bazı elma çeşitleri için mekanik hasat parametrelerinin belirlenmesi üzerine çalışmıştır. Meyve tutunma kuvvetinin zamana bağlı olarak azaldığını gözlemlemiştir. Bu azalma çeşitlere göre değişkenlik göstermiş olup 3,03-0,87 kg arasında gerçekleşmiştir. Çeşitler arasında daldan kopma kuvveti ($p<0,01$), meyve eti sertliği ($p<0,01$) ve kök genişliği ($p<0,05$) sonuçlarında önemli farklar gözlemlenmiştir.

Civil (2009), Eğirdir bölgesinde yetiştirilen 2 farklı erik çeşidinde mekanik hasat parametrelerinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapmıştır. Yapılan denemeler sonucunda; Angeleno çeşidi erikte 2 Ekim 2008 tarihinde yapılan ölçümlerde meyve kopma kuvveti değeri 6,40 N, M/R (meyve kopma kuvvetinin meyve kütesine oranı) 14,21, kabuk yırtılma kuvveti ise 4,54 N olarak hesaplanmıştır. President çeşidi erikte ise 25 Eylül 2008 tarihinde yapılan ölçümlerde bu değerler sırasıyla 12,67 N, 7,46 ve 6,51 N olarak hesaplanmıştır.

Kocabıyık vd. (2009), Çanakkale ilinde bazı meyvelerin elle hasadının teknik ve ekonomik analizi ve meyvelerin makineli hasada yönelik bazı özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Denemelerde elma, şeftali, kayısı, kiraz ve erik meyveleri ile çalışılmıştır. Meyvelerin hasat işleminde meyve kopma kuvveti, kabuk yırtılma değeri ve meyve kütesinin kopma direncine oranı gibi bazı fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Mekanik özelliklerin belirlenmesi için çekme ve zımba testleri yapılmıştır. Kiraz ve erik meyvelerinin kabuk yırtılma dirençleri diğer meyvelere (şeftali ve kayısı) oranla oldukça düşük değerlerde bulunmuştur. Şeftali ve kayısı meyvelerinin kopma kuvveti değerleri birbirine yakın değerlerde bulunurken kiraz ve erik meyvelerinin kopma kuvveti değerleri birbirine çok yakın olarak bulunmuştur. Meyvelerin makinalı hasat için uygunluk parametrelerinden bir tanesi olan M/F_{kop} oranı tüm meyvelerde 0,55 ile 9,27 arasında bulunmuş ve en yüksek oran şeftalide elde edilirken en düşük oran kirazda elde edilmiştir.

Polat vd. (2006), erik ağaçlarında hasat tekniğinin belirlenmesi amacıyla meyve kopma kuvveti ve yaylanma değerleri üzerine çalışmışlardır. Çalışmalarında, ağaçta yetişen meyvelerinin hasat işlemine yönelik makina seçimi ya da makine tasarımının yapılması ve hasat işleminin mekanik yöntemlerle gerçekleştirilebilmesi için öncelikle bazı ağaç ve meyve özelliklerinin belirlenmesi gerektiğini savunmuşlardır. Yapılan denemeler sonucunda; ağaç, dal ve gövde çap değerlerinin artmasıyla, yaylanma katsayısının arttığı gözlemlenmiştir. Erik ağaçlarında dal yaylanma katsayısı 3-4 cm aralığındaki dallar için ortalama 52,01 N/cm ve 7-8 cm aralığındaki dallar için 75,11 N/cm olarak bulunmuştur. Gövde yaylanma katsayısı 8-9 cm çaplı gövdelerde ortalama 203,18 N/cm ve 12-13 cm çaplı gövdelerde ortalama 321,53 N/cm olarak bulunmuştur. Meyve kopma kuvveti değeri zamana bağlı olarak azalmıştır. Denemelerin başlamasıyla birlikte 4. haftanın sonunda meyve kopma kuvveti 114 N ve meyve ağırlığı 46,5 g olarak belirlenmiştir.

Sonmete (2012), Stanley çeşidi erik meyvesinin hasat parametrelerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Yapılan denemeler sonucunda; Stanley çeşidi erik için Eylül ayının ilk haftasında yapılan ölçümlerde, meyve kopma kuvveti değeri 11,93 N, M/R oranı 3,76, kabuk yırtılma kuvveti 6,88 N, meyve eti/çekirdek oranı ise 18,16 olarak bulunmuştur.

Aslantaş vd. (2016), çalışmalarında vişnenin çeşitli olgunluk aşamalarındaki meyve özellikleri ve ayrılma parametrelerini incelemişlerdir. Meyve olgunluğu ve kalitesindeki değişkenlik, optimum hasat olgunluğunun belirlenmesinde öneme sahiptir. Bu nedenle hasatta olgunluk aşaması hem meyve kalitesi hem de meyve ayrılma kuvvetini en aza indirmek için çok önemlidir. Bu çalışmada vişneler renk ve boyutlarına göre gözlemlenerek beş farklı olgunluk evresine ayrılmıştır. Olgunluk evresinin bir fonksiyonu olarak meyve kütlesi ve boyutu artmıştır; bununla birlikte meyve kütlesi 4. aşamadan sonra neredeyse aynı kalmıştır. Meyve olgunluğunun artması, meyve ayrılma kuvveti değerlerinde 4,25 ile 1,78 N arasında değişen bir azalmaya neden olmuştur. Vişne hasadı, hasat maliyetini düşürmek için en uygun zamanda sadece bir kez yapılmıştır. Ağaç boyunca meyve olgunluğundaki değişkenliği en aza indirmenin, bu uygun zamanda maksimum karı elde etmek ve meyve ayrılma kuvvetini düşürmek için esas olduğunu vurgulamışlardır. Bu çalışmanın sonuçları 3. ve 5. olgunluk evrelerinin hasat için kritik olduğunu göstermiştir. Pazar için ağaç ve renk başına maksimum kara ulaşmak için meyvelerin çoğunun bu aşamalarda olması gerektiği ifade edilmiştir. Bu nedenle, ağaç genelinde olgunluğu homojenize edebilecek uygun yönetim stratejilerinin uygulanması gerektiği belirtilmiştir.

Özgüven vd. (1998), vişne meyvesinin mekanik hasat parametrelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Kütahya vişnesinin küresellik oranını %91 olarak belirlemişlerdir. Meyvenin ortalama sap uzunluğu değeri 58,16 mm olarak belirlenmiştir. Ağacın dalına ve gövdesine uygulanacak olan titreşimin, uzun saplı meyve çeşitlerinde meyveye daha az etkili olacağından dolayı sapın uzun olmasının mekanik hasat bakımından önem taşıdığını belirtmişlerdir. Kütahya vişnesinde meyve kütle değeri 3-4,2 g arasında değişiklik gösterirken, kabuk yırtılma direncinin 0,04-0,05 N/mm² arasında olduğu bulunmuştur. 1997 yılında yapılan hasat işleminde ortalama meyve yoğunluğunun 1,09-1,15 g/cm³ arasında değiştiği saptanmıştır.

Çelik ve Sarıaltın (2019), çalışmalarında Dünya'daki ve Türkiye'deki kiraz üretiminin durumunu incelemişlerdir. Türkiye üretim açısından ilk sırada yer almaktadır. Ancak buna rağmen ülkedeki pazarlama stratejilerinin verimli ve yeterli olmaması sebebiyle kiraz ihracatında Türkiye'nin, Şili ve ABD'den sonra üçüncü sırada yer aldığını belirtmişlerdir. Ülkemizin sahip olduğu ekolojik anlamda çeşitlilik ve uygunluk durumu pozitif bir etki oluştururken, işletmelerin yapısal açıdan sorunları ve üretici örgütlenmesinin yeterli derecede olmamasının dezavantaj oluşturduğunu belirtmişlerdir. İhracat imkanlarını artırabilmek için üreticilerin örgütlenmesi ve bu örgütlerin etkinliğinin artırılması gerektiğini, aynı zamanda kiraz üretiminin bilimsel esaslar dikkate alınarak gerçekleştirilmesi, uluslararası pazarlarda tat ve aroma açısından tüketici tarafından tercih edilen kiraz çeşitlerinin yaygınlaştırılması gerektiğini söylemişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırmada Kullanılan Kiraz eşidi

Denemelerde materyal olarak Salihli kiraz çeşidi kullanılmıştır. Meyveleri yuvarlağa yakın kalp şekline sahip olan, meyve kabuğu parlak koyu kırmızı, meyve eti sert, tatlı, sulu ve çatlamaya oldukça dayanıklıdır. Salihli kirazının diğer kiraz çeşitlerinden en önemli farklılığı olarak ince ve uzun bir sapa sahip olması gösterilebilir. Bu çeşidin taşınmaya dayanımı oldukça iyidir.

3.1.2. Deneme Yeri

Çalışmanın laboratuvar denemeleri Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir. Bahçe denemeleri ise, içerisinde Napolyon ve Salihli kirazı bulunan İzmir ili Kemalpaşa ilçesindeki üretici bahçesinde gerçekleştirilmiştir. Deneme alanı 38,42079 N - 27,65621 E koordinatlarındadır. Bu bahçe, sıra arası (doğu-batı) mesafe 4 m ve sıra üzeri (kuzey-güney) mesafe 2 m olacak şekilde tesis edilmiştir.

3.1.3. Araştırmada Kullanılan Cihazlar ve Aletler

3.1.3.1. El Dinamometresi

Meyvelerin kopma kuvvetinin belirlenebilmesi için Resim 3.1'de görülen 2 kg kapasiteye sahip ve 0,01 kg ölüm hassasiyetine sahip Shimpo Instruments marka el dinamometresi kullanılmıştır.



Resim 3.1. El dinamometresi

3.1.3.2. Etüv

Meyvelerin nem içeriği Resim 3.2’de görülen ve maksimum sıcaklığı 220 °C olan Memmert UNB 500 marka etüv cihazı ile ölçülmüştür.



Resim 3.2. Etüv

3.1.3.3. Dijital Kumpas

Meyvelerin uzunluk (L), genişlik (W), kalınlık (T), sap uzunluğu, sap çapı değerleri Resim 3.3’te görülen 0,01 mm duyarlılıkta ölçüm yapan Mitutoyo marka dijital kumpas yardımı ile ölçülmüştür.



Resim 3.3. Dijital kumpas

3.1.3.4. Hassas Terazı

Denemelerde kullanılan meyvelerin kütleleri Resim 3.4'te görülen 120 g kapasiteli ve 0,001 g ölçüm hassasiyetine sahip Denver Instrument marka dijital hassas terazi ile ölçülmüştür.



Resim 3.4. Hassas terazi

3.1.3.5. El Penetrometresi

Meyve eti sertliği Resim 3.5'te görülen 196 N maksimum kapasiteli ve 0,05 N hassasiyete sahip PCE-FM200 marka el penetrometresi ile 4 mm'lik uç kullanılarak ölçülmüştür.



Resim 3.5. El penetrometresi

3.1.3.6. Silindirik Kap

Meyvelerin yığın hacim ağırlıkları Resim 3.6’da görülen altı ve üstü açık 0,00124 m³ hacme sahip silindirik kap ile ölçülmüştür.



Resim 3.6. Silindirik kap

3.1.3.7. Dereceli Ölçekli Silindirik Kap

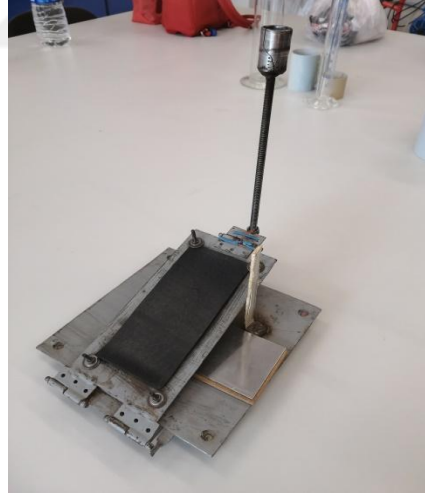
Meyvelerin gerçek hacim ağırlıkları Resim 3.7’de görülen 100 ml hacmindeki silindirik ölçekli kap ile ölçülmüştür.



Resim 3.7. Silindirik ölçekli kap

3.1.3.8. Yuvarlanma Direnç Katsayısı Ölçüm Düzeneği

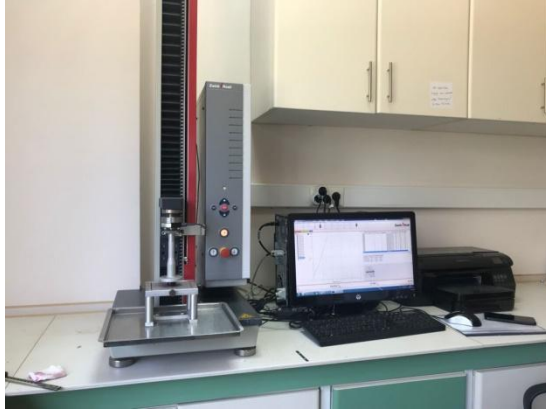
Meyvelerin kontrplak, çelik ve kauçuk yüzeyler üzerindeki yuvarlanma direnç katsayısı, Resim 3.8’de görülen yüzey eğimi ayarlanabilir düzenek ile ölçülmüştür. Düzenek; farklı sürtünme yüzeylerinin kullanımına imkan sağlayan bir plaka, açölçer ve plakanın eğimini ayarlamaya yardımcı olan bir vidadan meydana gelmektedir.



Resim 3.8. Yuvarlanma direnç katsayısı ölçüm düzeneği

3.1.3.9. Üniversal Test Cihazı

Sıkıştırma testleri için Resim 3.9’da görülen ve maksimum 500 N’a kadar ölçüm yapabilen Zwick Roell marka Üniversal Test Cihazı kullanılmıştır. Cihaz, 50 mm çaplı dairesel plakaya sahip olup, veri aktarımını sağlayan masaüstü bilgisayar ve TestXpert 2 yazılım programından oluşmaktadır.



(a)



(b)

Resim 3.9. Üniversal test cihazı (a); Sıkıştırma plakası (b)

3.1.3.10. Su Tankı ve Kamera

Meyvelerin hidrodinamik özellikleri (su içindeki kritik hız, yerçekimi kuvveti, su içinde sürtünme kuvveti ve kaldırma kuvveti) Resim 3.10'da görülen 250×250 mm kesite sahip 600 mm yükseklikteki cam malzemedeki su tankı ve 1792×828 çözünürlüğe sahip kamera kullanılarak ölçülmüştür.



Resim 3.10. Su tankı ve kamera

3.2. Yöntem

Denemeler, rastgele seçilen 5 kiraz ağacından alınan örneklerle yapılmıştır. Meyvenin daldan kopma kuvvetinin belirlenmesi için her ağacın kuzey, güney, doğu ve batı yönlerinden 10'ar adet olacak şekilde toplamda 200 kiraz örneği el dinamometresi aracılığıyla daldan

koparılmıştır, kopma anında dinamometrede okunan değer kayıt edilmiştir (Resim 3.11). Denemelerde öncelikle ağaçtan dalcıkla alınan meyveler el dinamometresi ile dalından tutulup koparılarak sap-dal kopma kuvveti belirlenmiştir. Daha sonra aynı saplı kiraz örnekleri el dinamometresi ile sapından tutulup koparılarak meyve-sap kopma kuvveti elde edilmiştir. Sapsız bir şekilde kopan meyveler (meyve-sap) ve saplı bir şekilde kopan meyveler (sap-dal) yönlerine göre numaralandırılarak etiketlenmiştir (Resim 3.12). Deneme yapılan her kirazın meyve kopma kuvveti değeri (g) meyve kütlesine (g) oranlanarak, F/m değerleri hesaplanmıştır.



Resim 3.11. Meyve kopma kuvveti ölçümü



Resim 3.12. Kopan meyvelerin, yönlerine göre numaralandırılarak etiketlenmesi

Saplı ve sapsız olarak hasat edilen meyveler, taşınma esnasında mekanik etkiye maruz kalmamaları için taşıma kutuları içerisinde, aralarına darbe emici malzeme yerleştirilerek, analizleri yapılmak üzere Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Tarımsal Makine Sistemleri ABD Laboratuvarı'na götürülmüştür. Meyveler denemeler süresince 4°C sıcaklığındaki buzdolabında muhafaza edilmiştir.

3.2.1. Nem İçeriğinin Belirlenmesi

Kiraz meyvesinin nem içeriğinin belirlenmesi amacıyla 30 meyve birbirinden ayrılmayacak ve çekirdekleri çıkarılmayacak şekilde ikiye bölünerek 72°C sıcaklıktaki etüvde sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar tutulmuştur (Resim 3.13). Kiraz meyvelerinin nem içeriğinin belirlenmesinde aşığıdaki eşıtlikten yararlanılmıştır (Alayunt, 2000);

$$Nem(\%) = \frac{W_0 - W'}{W_0} \times 100$$

Burada;

W_0 : Yaş ürün ağırlığı (g)

W' : Kuru ürün ağırlığı (g)



Resim 3.13. Etüvde kurutulmuş kiraz meyveleri

3.2.2. Boyut Özellikleri

Denemeye alınan kiraz örneklerinde zedelenme, çürük gibi fiziksel kusurların olmamasına dikkat edilmiş ve rastgele seçilen 100 sapsız, 20 saplı olmak üzere toplamda 120 adet kirazın uzunluk, genişlik, kalınlık, sap uzunluğu ve sap çapı 0,01 mm duyarlılıkta ölçüm yapan dijital kumpas ile ölçülmüştür (Resim 3.14). Kiraz meyvelerine ilişkin geometrik ortalama çap, küresellik (%) ve yüzey alanı değerleri aşığıda bulunan eşıtlıklar kullanılarak belirlenmiştir (Taşova ve Güzel, 2017);

$$L = T$$

—

$$(D_o)^2$$

Burada;

D_o : Geometrik ortalama çap (mm)

L : Uzunluk (mm)

W : Genişlik (mm)

T : Kalınlık (mm)

S_p : Kuresellik (%)

S : Yuzey alanıdır (mm²)



Resim 3.14. Kiraz meyvelerinin dijital kumpas ile boyut lümü

3.2.3. Projeksiyon Alanının Belirlenmesi

20 saplı ve 20 sapsız olmak üzere toplamda 40 meyvenin projeksiyon alanının belirlenmesi amacıyla, sapsız olan her bir meyvenin iki temel ekseninde ve saplı olan her meyvenin tek ekseninde, 1 cm²'lik kalibrasyon yuzeyleriyle beraber fotoğrafları çekilmiş ve Image Tool 3.0 görüntü işleme programı kullanılarak analizleri yapılmıştır (Resim 3.15).

Sapsız meyveler için ortalama projeksiyon alanı aşağıdaki eşitlik ile tespit edilmiştir (Alayunt, 2000);

$$A_{port} = \frac{A_{p1} + A_{p2}}{2}$$

Burada;

A_{port} : Ortalama projeksiyon alanı (m^2)

A_{p1} , A_{p2} : Meyvenin iki temel eksenindeki iz düşüm alanları



Resim 3.15. Kiraz meyvelerinin projeksiyon alanlarının belirlenmesi amacıyla görüntülerin alınması

3.2.4. Meyve Eti/Çekirdek Oranı

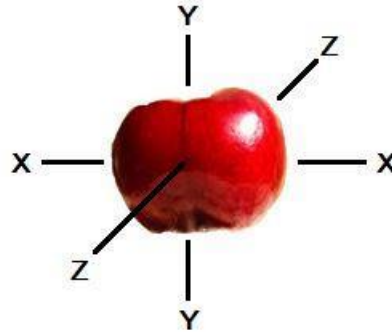
Rastgele seçilen 150 meyvenin meyve ve çekirdek kütleleri 0,001 g'a duyarlı dijital hassas terazide birer birer ölçülmüştür (Resim 3.16). Daha sonra meyve kütlesi çekirdek kütlesine bölünerek, meyve eti/çekirdek oranı hesaplanmıştır.



Resim 3.16. Meyve ve çekirdek kütlelerinin hassas terazide belirlenmesi

3.2.5. Meyve Eti Sertliği

El penetrometresi ile silindirik uç (4 mm) kullanılarak 30 adet meyvenin x-x (omuz) ekseninden, 30 adet meyvenin z-z (sütur) ekseninden olmak üzere toplamda 60 meyvenin ölçümü yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Meyve eksenleri

3.2.6. Yığın Hacim Ağırlığı

Ölçümler, 0,001 g'a duyarlı dijital hassas terazi kullanılarak belirlenmiştir. Hacmi belirlenen silindirik kap içerisine silme olacak şekilde meyveler doldurularak tartımı yapılmıştır. Saplı ve sapsız meyvelerin ölçümleri 3'er tekerrür olmak üzere, ayrı ayrı yapılmıştır (Resim 3.17; Resim 3.18).



Resim 3.17. Saplı kiraz meyvelerinin yığın hacim ağırlığının belirlenmesi



Resim 3.18. Sapsız kiraz meyvelerinin yığın hacim ağırlığının belirlenmesi

3.2.7. Gerçek Hacim Ağırlığı

Ölçümler, 100 ml hacmindeki silindirik ölçekli kap kullanılarak yapılmıştır. Silindirik kabın içerisine 50 ml seviyesine kadar saf su doldurulmuştur ve meyveler ince bir tel yardımı ile birer birer suya koyulmuştur. Bu şekilde her bir meyve için yer değiştiren suyun ağırlığı hesaplanmıştır. Meyvelerin hacimleri ve gerçek hacim ağırlıkları aşağıdaki eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir (Resim 3.19) (Saraçoğlu ve Akçakal, 2019);

—
—

Burada;

V : Ortalama meyve hacmi (m^3)

w_w : Yer değiştiren suyun ağırlığı (kg)

: Suyun yoğunluğu (kg/m^3)

m : Meyve kütlesi (kg)

: Gerçek hacim ağırlığı (kg/m^3)



Resim 3.19. Kiraz meyvelerinin gerçek hacim ağırlığının belirlenmesi

3.2.8. Porozitenin Belirlenmesi

Porozite, materyalin yığın hacim ağırlığı ve gerçek hacim ağırlığına bağlı özelliğidir ve yığın halindeki materyalin gözenek (boşluk) miktarını belirtmektedir. Porozite aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Altuntaş vd., 2018);

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_f}\right) \cdot 100$$

Burada;

ε : Porozite (%)

ρ_b : Yığın hacim ağırlığı (kg/m^3)

3.2.9. Yuvarlanma Direnç Katsayısı

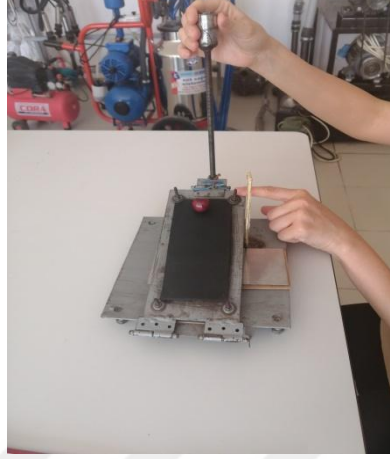
Kiraz meyvesinin kontrplak, çelik ve kauçuk yüzeyler üzerindeki yuvarlanma direnç katsayısı belirlenmiştir. Bu yüzeylerin seçimi için kiraz meyvesinin hasattan tüketiciye ulaşana kadar olan süreçte karşılaştığı araçların genel malzeme özellikleri göz önünde bulundurularak seçim yapılmıştır. Denemede yüzey eğimi ayarlanabilir ölçüm düzeneği kullanılmıştır (Resim 3.20). 10 tane kiraz meyvesi 3 ayrı yüzeye sap eksenini doğrultusunda tek tek koyularak ayarlanabilir plaka ile materyalin teması sağlandıktan sonra ayar kolu ile ayarlanabilir plakanın açısı kademesiz bir şekilde artırılmıştır. Materyalin ilk hareket ettiği değer, açıölçerden okunmuştur. Okunan değer aşağıdaki eşitlikte yerine koyularak yuvarlanma direnç katsayısı hesaplanmıştır (Saraçoğlu vd., 2010);

$$\mu = \tan \alpha$$

Burada;

μ : Yuvarlanma direnç katsayısı

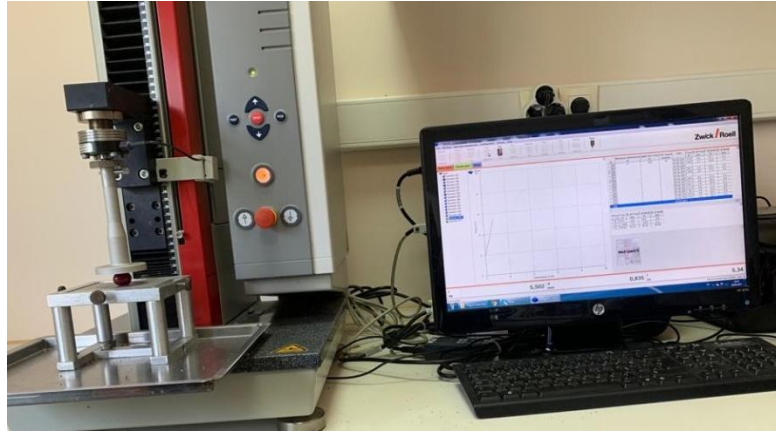
α : Eğim açısı (°)



Resim 3.20. Kiraz meyvelerinin yuvarlanma direnç katsayılarının belirlenmesi

3.2.10. Sıkıştırma Testi

Sıkıştırma testleri için Zwick Roell marka, otomatik kontrollü biyolojik malzeme test cihazı kullanılmıştır (Resim 3.21). Her test için rastgele seçilen toplam 60 meyve kullanılmış ve tek bir kiraz meyvesi yassı çelik plaka üzerine y-y ekseni (30 adet) ve z-z ekseni doğrultusunda (30 adet) yerleştirilmiş ve ardından 10 mm/min hız ile 50 mm çapında iki paralel plaka arasındaki ezilme noktasına kadar sıkıştırılmıştır.



Resim 3.21. Kiraz meyvelerinin sıkıştırma testi

Birim deformasyon değeri aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır.

—

Burada;

ϵ_d : Birim deformasyon (mm)

ΔL : İlk boy ile son boy arasındaki fark

L_0 : İlk boy

L_1 : Son boy

Deformasyon enerjisi değeri, grafiklerin altındaki alan kullanılarak hesaplanmıştır.

3.2.11. Hidrodinamik Özelliklerin Belirlenmesi

Denemede 250×250 mm kesite sahip ve 600 mm yükseklikteki cam malzemeden su tankı kullanılmıştır. Tank 20 °C sıcaklığa sahip musluk suyuyla 550 mm yüksekliğe kadar doldurulmuştur. 20 saplı ve 20 sapsız olmak üzere toplamda 40 meyve, tek tek suya bırakılmış ve meyvenin su içinde hareketi kamera kullanılarak kayda alınmıştır. Kayıt edilen görüntüler bilgisayarda analiz edilmiş ve meyvenin batma zamanı bulunarak kritik hız değeri hesaplanmıştır. Kiraz meyvesinin su içinde meydana gelen hareketlerinde etkili olan kuvvetler aşağıdaki eşitliklerden elde edilmiştir (Saraçoğlu vd., 2011);

$$F_w = m \cdot g$$
$$F_d = C \cdot A_{port} \cdot \frac{\rho_w \cdot v_t^2}{2}$$
$$F_b = \rho_w \cdot V \cdot g$$

Burada;

F_w : Yerçekimi kuvveti (N)

F_d : Su içinde sürtünme kuvveti (N)

F_b : Kaldırma kuvveti (N)

g : Yerçekimi ivmesi (m/s²)

C : Sürtünme katsayısı

A_{port} : Ortalama projeksiyon alanı (m²)

v_t : Kritik hız (m/s)

Sürtünme katsayısı aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (Saraçoğlu vd., 2011);

$$C = \frac{2 \cdot m \cdot g \cdot (\rho_f - \rho_w)}{v_t^2 \cdot A_{port} \cdot \rho_f \cdot \rho_w}$$

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Kiraz Meyvesinin Kopma Kuvveti Değerleri

Sapsız bir şekilde kopan kiraz meyvelerinin ortalama meyve kütlesi, kopma kuvveti (meyve-sap) ve kopma kuvveti/kütle değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelgeye göre en büyük kütle değeri 5,16 g iken kopma kuvveti değeri 484 g olarak belirlenmiştir. Bunun sonucunda F/m oranı 93,79 olarak belirlenmiştir. En küçük kütle değeri ise 4,6 g iken kopma kuvveti değeri 526 g olarak belirlenmiştir ve bunun sonucunda F/m oranı 114,34 olarak belirlenmiştir. 3 ve 5 numaralı ağaçlardaki meyve kütle değerleri aynı olmasına rağmen kopma kuvveti değerleri farklı bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Sapsız olarak kopan kiraz meyvelerinin ortalama kütlesi, kopma kuvveti ve F/m oranları

Ağaç	Kütle (g)	Kopma Kuvveti (g)	F/m
1	5,16	484	93,79
2	4,92	608	123,57
3	4,84	770	159,09
4	4,6	526	114,34
5	4,84	547	113,01
Ortalama±SS	4,87±0,20	587±111,64	120,76±24,00

Saplı bir şekilde kopan kiraz meyvelerinin ortalama kütlesi, kopma kuvveti (sap-dal) ve kopma kuvveti/kütle değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelgeye göre en büyük kütle değeri 5,16 g iken kopma kuvveti değeri 760 g olarak belirlenmiştir. Bunun sonucunda F/m oranı 147,28 olarak belirlenmiştir. En küçük kütle değeri ise 4,6 g iken kopma kuvveti değeri 691 g olarak belirlenmiştir ve bunun sonucunda F/m oranı 150,21 olarak belirlenmiştir. Farklı ağaçlarda aynı kütle değerlerinin bulunmasına rağmen kopma kuvveti değerleri farklı bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Saplı olarak kopan kiraz meyvelerinin ortalama kütlesi, kopma kuvveti ve F/m oranları

Ağaç	Kütle (g)	Kopma Kuvveti (g)	F/m
1	5,16	760	147,28
2	4,92	702	142,68
3	4,84	965	199,38
4	4,6	691	150,21
5	4,84	775	160,12
Ortalama±SS	4,87±0,20	778,6±110,27	159,93±22,95

Taşova ve Güzel (2017), vişnenin hasat esnasında önem arz eden saptan kopma kuvvetini maksimum 4,62 N, minimum 1,00 N ve ortalama 2,97 N olarak bulmuşlardır. Tutunma kuvveti değerinin değişimi üzerinde etkili olan faktörler oldukça fazladır. Vişne ve kiraz meyvelerinin tutunma kuvveti değerleri arasındaki fark meyvelerin olgunlaşma dönemleri, meyve türleri, ağaç üzerindeki konum (doğu-batı-kuzey-güney), hasat dönemleri, yetiştirme koşulları, meyve dokuları, iklimsel faktörler gibi parametrelere bağlıdır. Meyvelerin tutunma kuvveti değerleri, kendi içlerinde de çeşit ve hasat dönemlerine göre farklılıklar göstermektedir. Vişne meyvesinin tutunma kuvveti, kiraz meyvesinden daha düşüktür.

Göksel ve Aksoy (2014), 2008 ve 2009 yıllarında hasadı yapılan 3 farklı kiraz çeşidini incelediklerinde, kopma kuvveti değerinin 0900 Ziraat çeşidinde (4,80 N), Regina (4,52 N) ve Sweetheart (4,33 N) çeşidine göre daha güçlü olduğunu görmüşlerdir. Bu literatürdeki kiraz meyvelerinin kopma kuvveti sonuçları, araştırmadaki kiraz meyvelerinin sonuçlarına yakın bulunmuştur.

Kocabıyık vd. (2009), meyvelerin önemli özelliklerinden biri olan meyve kopma kuvvetini şeftalide 19,02-41,38, kayısıda 17,40-30,20, kirazda 3,80-13,20 ve erikte 3,80-10,00 N olarak belirlemişlerdir. Şeftali ve kayısı meyvelerinin kopma kuvvetleri birbirine yakın değerlerde bulunurken, kiraz ve eriğin kopma kuvveti değerleri ise birbirine fazlasıyla yakın bulunmuştur. Bu literatürdeki kiraz meyvesinin kopma kuvveti sonuçları, araştırmadaki kirazlar ile benzerlik göstermektedir. Ancak, aynı çeşidin aynı dönemde aynı ağaç üzerinde farklı meyvelerinde bile kopma kuvveti değeri değişimi gözlemlenmektedir.

Civil (2009), 2 farklı erik çeşidinin daldan kopma kuvvetini belirlemek için el dinamometresi kullanarak meyveleri daldan koparmış, kopma esnasında da dinamometre üzerinde okunan değeri belirtmiştir. President çeşidi eriğe ait meyve kütlesi ve kopma direnci

değerlerinin, Angeleno çeşidi eriğe göre daha fazla olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak meyve kopma direnci 2 erik çeşidinde de hasadın yapıldığı zamana bağlı olarak azalma göstermiştir.

Yokuş (2008), elma çeşitlerinin daldan kopma kuvvetini Granny Smith elma çeşidi için 2,0 kg, Golden Delicious elma çeşidi için 1,23 kg, Starking Delicious için 0,87 kg olarak bulmuştur. Elmaların daldan kopma kuvvetleri Ağustos ayının son haftasından başlayıp 1 ay sonrasına kadar altı kez ölçüm yapılarak hesaplanmıştır. Meyveler olgunlaştıkça, kopma kuvveti değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir.

4.2. Nem İçeriğine İlişkin Sonuçlar

Kiraz meyvelerinin yaş baza göre ortalama nem içeriği $80,22 \pm 0,10$ olarak belirlenmiştir.

4.3. Boyut Özelliklerine İlişkin Sonuçlar

Saplı kiraz meyvelerinin boyut özelliklerine ilişkin değerler Çizelge 4.3'te verilmiştir. Çizelgeye göre ortalama uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri sırasıyla; 23,27, 20,46 ve 19,55 mm olarak belirlenirken, en büyük değerleri; 25,86, 23,94 ve 21,45 mm ve en küçük değerleri ise; 20,63, 18,89 ve 17,08 mm olarak belirlenmiştir. Küresellik değeri ortalama %90 olarak bulunmuştur. Meyvelerin ortalama projeksiyon alanı değeri ise $418,96 \text{ mm}^2$ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Saplı kiraz meyvelerinin boyut özellikleri

Özellik	En Büyük Değer	En Küçük Değer	Ortalama \pm SS
Uzunluk (mm)	25,86	20,63	23,27 \pm 1,38
Genişlik (mm)	23,94	18,89	20,46 \pm 1,30
Kalınlık (mm)	21,45	17,08	19,55 \pm 1,13
Geometrik ortalama çap (mm)	23,43	18,81	21,03 \pm 1,17
Küresellik (%)	91	88	90 \pm 0,008
Yüzey alanı (mm ²)	1723,96	1111,07	1393,56 \pm 156,30
Sap uzunluğu (mm)	42,39	21,28	28,98 \pm 4,45
Sap çapı (mm)	2,32	1,34	1,73 \pm 0,26
Kütle (g)	7,92	4,12	5,74 \pm 0,95
Projeksiyon alanı (mm ²)	522,33	330,22	418,96 \pm 52,35

Sapsız kiraz meyvelerinin boyut özelliklerine ilişkin değerler Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelgeye göre ortalama uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri sırasıyla; 22,46, 20,20 ve 19,35 mm olarak belirlenmiştir. Küresellik değeri ortalama %91 olarak bulunmuştur. Meyvelerin ortalama projeksiyon alanı değeri ise 319,88 mm² olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Sapsız kiraz meyvelerinin boyut özellikleri

Özellik	En Büyük Değer	En Küçük Değer	Ortalama±SS
Uzunluk (mm)	24,42	20,98	22,46±1,09
Genişlik (mm)	21,37	18,38	20,20±0,89
Kalınlık (mm)	20,99	16,85	19,35±1,01
Geometrik ortalama çap (mm)	21,81	19,46	20,62±0,74
Küresellik (%)	95	88	91±0,02
Yüzey alanı (mm²)	1494,87	1189,44	1336,76±96,70
Kütle (g)	6,33	4,44	5,42±0,59
Projeksiyon alanı (mm²)	374,76	279,29	319,88±29,04

Meyve çeşitlerinde aynı dalda yan yana duran iki meyvenin kütle değerleri bile farklılık gösterebilmektedir. Bu durum bize kütle değerlerinin heterojen olduğunu göstermektedir.

Levent (2020), dalbastı kirazının boyut özelliklerinden olan uzunluk, genişlik ve kalınlık değerlerini sırasıyla; 19,98, 19,13 ve 18,38 mm olarak belirlemiştir. Meyve sap uzunluğunu ise 47,97 mm olarak belirlemiştir. Meyve boyutları ve sap uzunluklarına baktığımız zaman, araştırmada bulunan sonuçlar ile bu literatürdeki sonuçlar arasındaki farklılık, çeşit karakteristiği olarak açıklanabilir.

Vursavuş vd. (2006), Van, Noir de guben ve 0900 Ziraat çeşidi kiraz meyvelerinin küresellik değerlerini sırasıyla %85,27, %92,29 ve %90,66 olarak bulmuşlardır. Küresellik değeri, biyolojik materyallerin şeklinin küresel olduğunu ve bu sebeple yüzeyde yuvarlanmayı kolaylaştırdığını göstermektedir. Bu literatürdeki küresellik değerleri, araştırmadaki kiraz meyveleri ile benzerlik göstermektedir.

Taşova ve Güzel (2017), İstanbul çeşidi vişnenin uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap ve yüzey alanı değerlerini sırasıyla 19,02, 17,23, 16,68, 17,56 mm ve 9,72 cm² olarak belirlemişlerdir.

Aslantaş vd. (2016), deney için Prunus mahlep anacı üzerine aşılı 15-20 yıllık Kütahya vişne ağaçlarını kullanmışlardır. Hasat sırasında elde edilen vişneler renklerine ve boyutlarına göre gözlemlerle beş farklı olgunluk evresine ayrılmışlardır (Resim 4.1). 1. ve 5. olgunluk evresi arasındaki süre 7 ila 10 gün arasında değişmiştir. Şekil olarak bakıldığında meyve uzunluğu, genişliği, kalınlığı, hacmi, saplı kütle ve sapsiz kütle, meyve olgunluğunun ilerlemesiyle arttığını belirtmişlerdir. Olgunluk aşamasının ne kadar yüksek olursa, meyve kütlesi ve boyutlarının o kadar yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.



Resim 4.1. Vişnenin olgunluk evreleri (Aslantaş vd., 2016)

Sevilmiş (2018), kiraz meyvelerinin sap uzunluğu değerlerini incelediğinde bu değerlerin 43,0 ile 48,4 mm arasında değiştiğini belirtmiştir. Bu sonuçlar, araştırmada kullanılan kiraz meyvelerinin sap uzunluklarıyla karşılaştırıldığında bir fark olduğu gözlemlenmektedir. Bu farkın çeşit özelliğinden kaynaklandığı öngörülmektedir.

4.4. Meyve Eti/Çekirdek Oranına İlişkin Sonuçlar

Kiraz meyvelerinin kütleleri ve çekirdek kütleleri hesaplanıp birbirine oranlanarak meyve eti/çekirdek oranı bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelgeye göre 150 meyvenin meyve kütlesi ortalama 4,68 g iken çekirdek kütlesi ortalama 0,28 g olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Meyve eti/çekirdek oranı (Ortalama±SS)

Meyve kütlesi (g)	Çekirdek kütlesi (g)	Meyve eti/Çekirdek oranı
4,68±0,65	0,28±0,04	16,55±2,09

Demir ve Kalyoncu (2003), kızılılık meyvesinin ortalama meyve eti/çekirdek oranını 9,10 ile 11,96 arasında bulmuşlardır. Bununla birlikte, Güteryüz vd. (1998) Çoruh Vadisi'nde yetişen kızılılık türleri için meyve eti/çekirdek oranının 5,95 ile 10,70 arasında olduğunu bildirirken, Kalkışım ve Odabaş (1994) Samsun'da seçilen aynı meyve türlerinde meyve eti/çekirdek oranını 2,05 ile 7,42 olarak bulmuşlardır. Meyvelerin hasat zamanı ilerledikçe meyve kütleleri artış göstermektedir ve bunun sonucunda meyve eti/çekirdek oranı değerleri büyümektedir. Bu literatürde kızılılık meyvelerine ait verilmiş olan meyve eti/çekirdek oranı değerleri arasındaki farklılıklar, meyvelerin çeşit karakteristikleri ve hasat edilme zamanları olarak açıklanabilir.

Vursavuş vd. (2006), Van, Noir de guben ve 0900 Ziraat çeşidi kiraz meyvelerinin meyve eti/çekirdek oranını incelediklerinde değerler 17,70 ile en düşük Van çeşidinde belirlenirken, bunu 19,30 ile Noir de guben çeşidi takip etmiş ve 20,73 ile en yüksek 0900 Ziraat çeşidinde tespit edilmiştir. Bu literatürdeki kiraz çeşitlerine ait sonuçlar, araştırmadaki meyve eti/çekirdek oranı sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Civil (2009), Angeleno ve President çeşidi eriklerde meyve eti/çekirdek oranının hasat zamanıyla ilişkili olarak iki erik çeşidinde de artış gösterdiğini ifade etmiştir. Angeleno çeşidi için 21 Ağustos tarihinde 43,86 olan meyve eti/çekirdek oranı 2 Ekim tarihinde 58,49 olarak belirlenmiştir. President çeşidinde ise, 21 Ağustos tarihinde 21,67 olan meyve eti/çekirdek oranı 25 Eylül tarihinde 27,95 olarak belirlenmiştir. Denemeler sonucunda, Angeleno çeşidi erikten elde edilen verilerin daha büyük olduğu gözlemlenmiştir.

Sevilmiş (2018), kiraz meyvelerinin meyve eti/çekirdek oranını hesaplamak için meyvelerin ve çekirdeklerinin kütlelerini ölçmüştür. Meyve kütlelerini ortalama 10,41 g, çekirdek kütlelerini ortalama 0,50 g ve meyve eti/çekirdek oranını ortalama 17,4 olarak bulmuştur. Çekirdek kütlelerinin az, meyve eti kütlelerinin ise yüksek olması kalite açısından tercih sebebi olmaktadır.

4.5. Meyve Eti Sertliğine İlişkin Sonuçlar

El penetrometresi ile bulunan meyve eti sertliği sonuçları Çizelge 4.6'da ortalama olarak verilmiştir. Meyvelerin x-x ekseninde meyve eti sertliği değeri ortalama 12,53 N iken, z-z ekseninde ise ortalama 13,19 N olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Meyve eti sertliği (Ortalama±SS)

Eksen	x-x	z-z
Meyve eti sertliği (N)	12,53±1,87	13,19±1,84

Göksel ve Aksoy (2014), 2008 ve 2009 yıllarında hasadı gerçekleştirilen 3 kiraz çeşidinin meyve eti sertliği değerleri incelediğinde, 0900 Ziraat çeşidinin diğer çeşitlerden istatistiki olarak önemli derecede farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. 1. yıl kiraz çeşitlerinin meyve eti sertliği 4,60 N ile en yüksek 0900 Ziraat çeşidinde belirlenirken bunu 4,43 N ile Regina çeşidi takip etmiş ve 4,35 N ile en düşük Sweetheart çeşidinde tespit edilmiştir. 2. yıl kiraz çeşitlerinin meyve kalitelerine bakıldığında; meyve eti sertliği 5,41 N ile en yüksek Regina çeşidinde bulunurken bunu 5,38 N ile Sweetheart çeşidi takip etmiş ve 4,62 N ile en düşük 0900 Ziraat çeşidinde tespit edilmiştir. Meyve eti sertliği pazar değeri bakımından özellikle yurtdışı pazarları için önemli bir parametredir. Bu literatürdeki kiraz çeşitlerinin meyve eti sertliği değerleri, araştırmada bulunan meyve eti sertliği değerlerinden oldukça küçük bulunmuştur. Bu farklılıklara sebep olarak, meyvelerin çeşit karakteristikleri ve hasat edilme zamanları örnek gösterilebilir. Ayrıca olgunlaşmanın gelişmesi ile birlikte meyve dokusunda oluşan yumuşama iklim, toprak etkilerinin sonucu da olabilmektedir. Ağır ve nemli topraklarda azotlu gübrenin fazla kullanılması da meyvelerin yumuşamasını artırıcı yönde etkilemektedir.

Yokuş (2008), 3 farklı elma çeşidinin meyve eti sertliği değerleri arasındaki farkları istatistiki açıdan önemli bulmuştur ($p<0,01$). Meyve eti sertliği değerinin çeşitler arasında nasıl bir farkı olabileceğini incelemek amacıyla LSD testi yapılmıştır. Testin sonucu incelendiğinde, Granny Smith elma çeşidinin meyve eti sertliği 6,40 kg/cm², Golden Delicious ve Starking Delicious elma çeşitlerinin meyve eti sertliği ise 5,40 kg/cm² olarak bulunmuştur.

4.6. Yığın Hacim Ağırlığı, Gerçek Hacim Ağırlığı ve Poroziteye İlişkin Sonuçlar

Meyvelerin yığın hacim ağırlığı, gerçek hacim ağırlığı ve porozite değerlerine ait sonuçların ortalamaları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Silindirik kap içerisine sapsız olarak silme bir şekilde doldurulan kiraz meyvelerinin ortalama yığın hacim ağırlığı 526,89 kg/m³ olarak belirlenmiş ve saplı kiraz meyvelerinin ortalama yığın hacim ağırlığından büyük bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Yığın hacim ağırlığı, gerçek hacim ağırlığı ve porozite (Ortalama±SS)

Çeşit	Yığın hacim ağırlığı (kg/m ³)	Gerçek hacim ağırlığı (kg/m ³)	Porozite (%)
Saplı	432,31±12,43	1071,50±43,69	59,65
Sapsız	526,89±8,81	1071,50±43,69	50,82

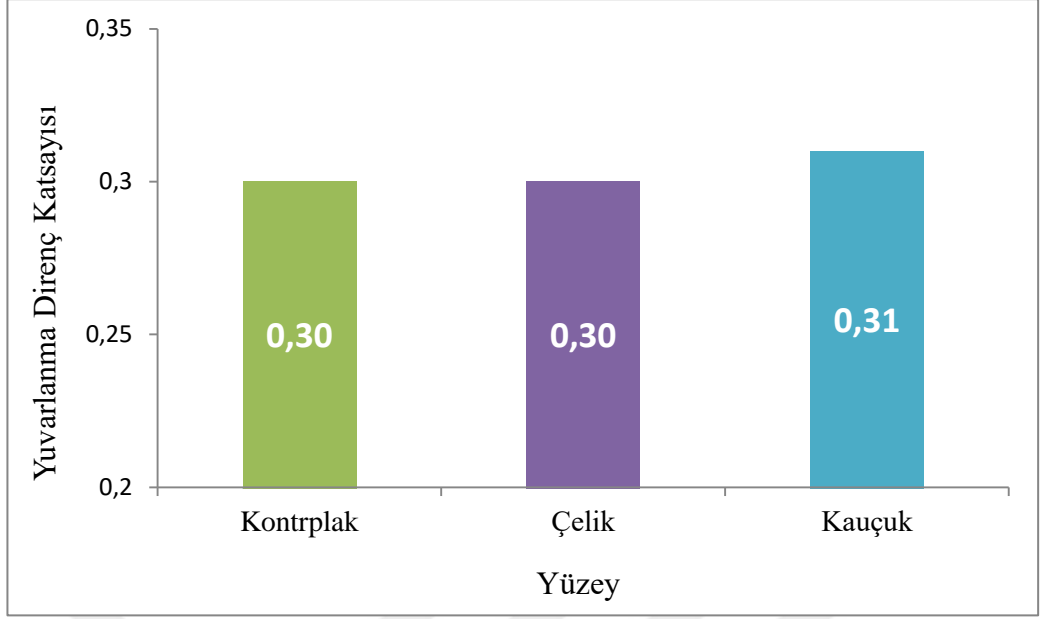
Taşova ve Güzel (2017), vişnenin fiziko-mekanik özelliklerini incelerken, vişnenin yığın hacim ağırlığını 630 kg/m³, gerçek hacim ağırlığını 963,44 kg/m³, porozite değerini ise %34,54 olarak belirlemişlerdir. Vişne meyvesi boyut olarak kiraz meyvesinden daha küçük olabildiği için yığın hacim ağırlığı hesaplamasında silindirik kap içerisine çok daha fazla sayıda meyve sığabilmektedir. Bu sebeple yığın hacim ağırlığı değeri vişne meyvesinde daha büyük bulunabilmektedir.

Altuntaş ve Mutlu (2007), antepfıstığı kabuklu meyvesini incelemiş ve yığın hacim ağırlığı değerinin 536,46 kg/m³ ile 544,00 kg/m³ arasında değişirken, tane hacim ağırlığı değerinin 1006,20 kg/m³ ile 1089,13 kg/m³ arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Porozite değeri ise %46,43 ile %50,51 arasında değişip ortalama %48,62 olarak belirlenmiştir.

Altuntaş vd. (2018), 3 farklı çeşitteki taflan meyvelerinin yığın hacim ağırlıklarını 525,39 ile 559,50 kg/m³ arasında bulurken, gerçek hacim ağırlıklarını ise 1104,34 ile 1149,08 kg/m³ arasında bulmuşlardır. Bu literatürdeki yığın hacim ağırlığı sonuçları, araştırmada elde edilen sapsız kiraz meyveleriyle benzerlik göstermektedir. Saplı kiraz meyvelerinin yığın hacim ağırlığı ise daha düşük bulunmuştur. Bunun sebebi olarak, denemelerde silindirik kaba meyveler saplı bir şekilde doldurulduğunda meyveler arasındaki boşluğun, sapsız meyvelere oranla çok daha fazla olması gösterilebilir.

4.7. Yuvarlanma Direnç Katsayısına İlişkin Sonuçlar

Yuvarlanma direnç katsayısına ilişkin değerler Şekil 4.1’de verilmiştir. Kiraz meyvesinin yuvarlanma direnç katsayısı değeri 0,30 ile kontrplak ve çelik yüzeylerde aynı bulunmuştur. Kauçuk yüzeyde ise 0,31 ile en yüksek olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.1. Yuvarlanma direnç katsayısı değerleri

Altuntaş vd. (2018), 3 farklı çeşitteki taflan meyvelerinin kontrplak, galvanizli metal, PVC, kauçuk ve cam yüzeylerdeki statik sürtünme katsayısı değerlerini belirlemişlerdir. En düşük statik sürtünme katsayısı değeri 0,29 ile PVC yüzeyde bulunmuş iken, en yüksek değer 0,72 ile kauçuk yüzeyde bulunmuştur.

Vursavuş vd. (2006), Van, Noir de guben ve 0900 Ziraat çeşidi kiraz meyveleri için statik sürtünme katsayısı değerlerini kontrplak, galvanizli çelik sac ve fiberglas yüzeyler üzerinde belirlemişlerdir. Bu katsayı değerleri 0,19 ile 0,27 arasında değişmiştir. Kontrplak yüzeyde, statik sürtünme katsayısı Van ve 0900 Ziraat çeşidi kiraz meyveleri için ortalama 0,26 olarak belirlenmiştir. Noir de guben çeşidi kiraz meyveleri için bu değer 0,22 olarak bulunmuştur. Galvanizli çelik sacda, Van çeşidi kiraz meyvesinin statik sürtünme katsayısı ortalama 0,27 ile diğer çeşitlerinkinden önemli ölçüde daha büyük bulunmuştur. Noir de guben ve 0900 Ziraat çeşitleri için bu değerler sırasıyla 0,20 ve 0,23 olarak bulunmuştur. Fiberglas yüzeyde, üç kiraz çeşidi için statik sürtünme katsayısının 0,19 ile 0,25 arasında değişmesi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Üç yüzeydeki statik sürtünme katsayısının %1 ve %0,1 olasılık düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı etki gösterdiği belirlenmiştir.

4.8. Sıkıştırma Testine İlişkin Sonuçlar

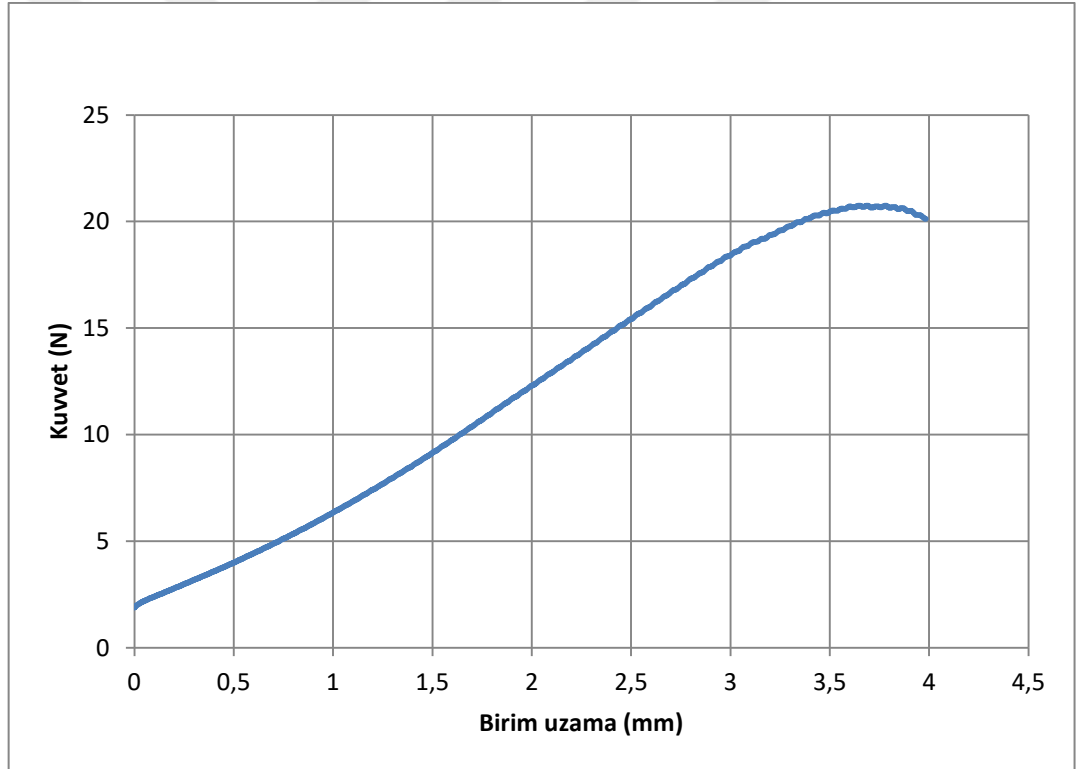
Kiraz meyvelerine sıkıştırma testi yapılarak belirlenen ezilme sırasındaki pik kuvvet, birim deformasyon ve deformasyon enerjisi değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Deformasyon enerjisi değeri, grafiklerin altındaki alan kullanılarak hesaplanmıştır. Her iki eksen de L_0

(ilk boy) ve L_1 (son boy) değerleri arasındaki fark birbirine yakın bulunmuştur. Ezilme sırasındaki pik kuvvetin y-y ekseninde 21,57 N olarak daha büyük bulunması, y-y ekseninde ezilme için daha fazla kuvvet uygulanması gerektiğini belirtmiştir. Birim deformasyon değeri de 0,29 ile y-y ekseninde daha büyük bulunmuştur.

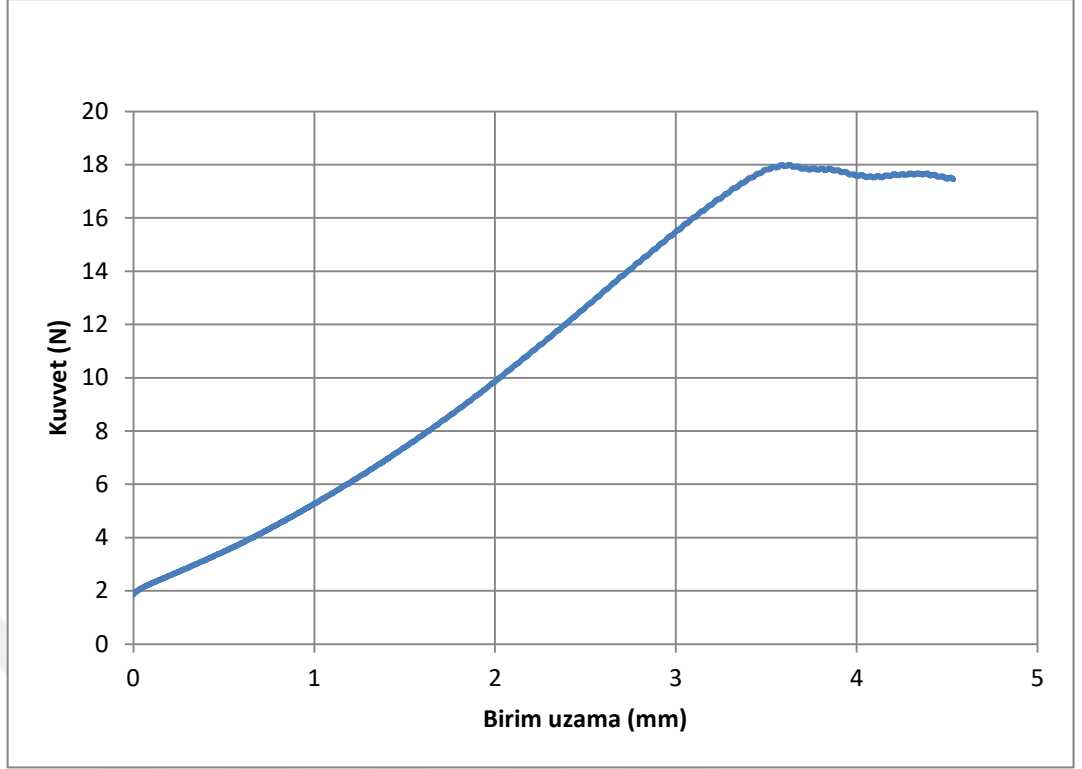
Çizelge 4.8. Sıkıştırma testi (Ortalama \pm SS)

Eksen	L_0 (mm)	L_1 (mm)	Ezilme sırasındaki kuvvet (N)	Birim deformasyon	Deformasyon enerjisi (J)
z-z	18,08 \pm 0,50	12,96 \pm 1,33	18,57 \pm 3,48	0,28 \pm 0,06	0,04 \pm 0,01
y-y	20,13 \pm 1,00	14,20 \pm 1,94	21,57 \pm 6,02	0,29 \pm 0,10	0,05 \pm 0,04

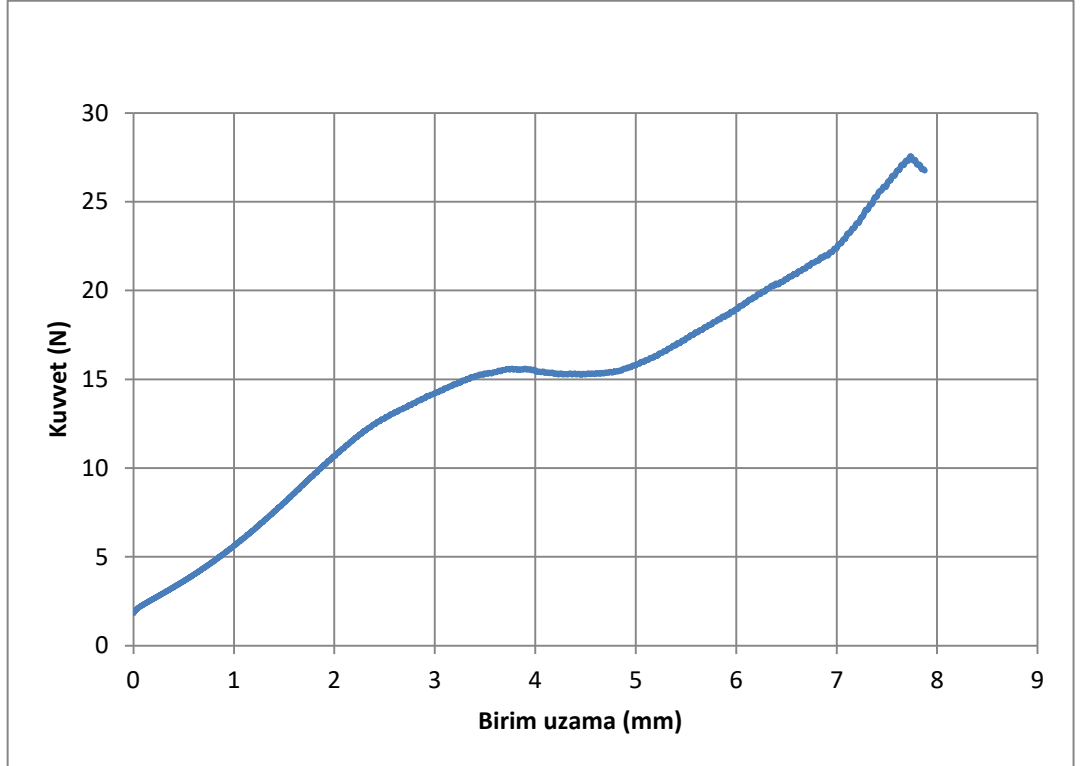
y-y eksenine ait belirlenen sıkıştırma testi grafiklerinden bazıları Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.2. Kiraz meyvesinin y-y eksenindeki kuvvet-birim uzama değişimi (örnek 1)

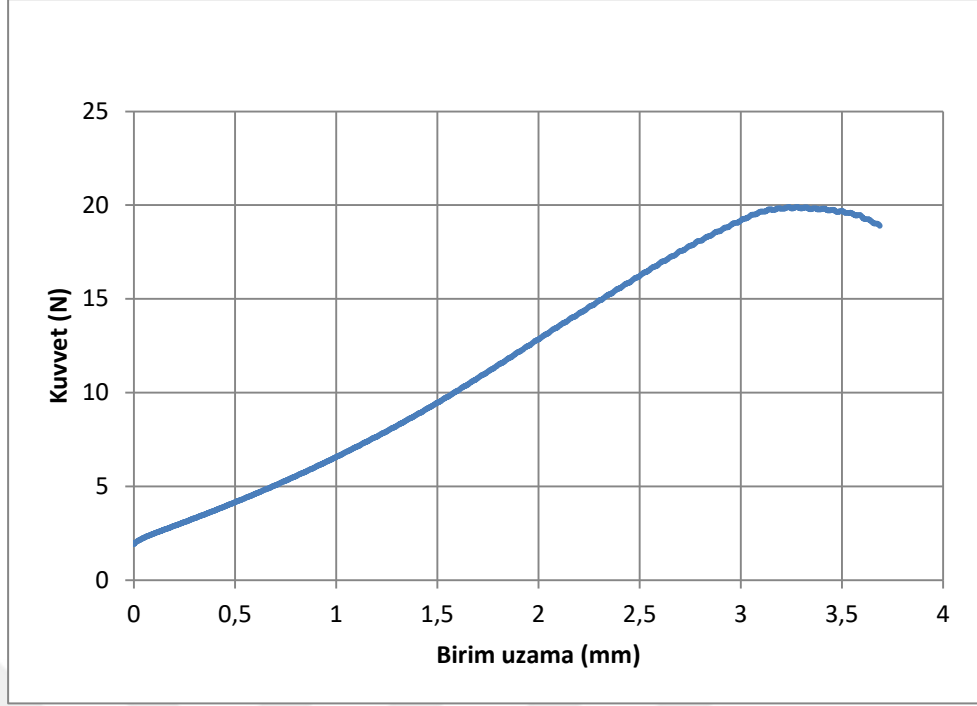


Şekil 4.3. Kiraz meyvesinin y-y eksenindeki kuvvet-birim uzama değişimi (örnek 2)

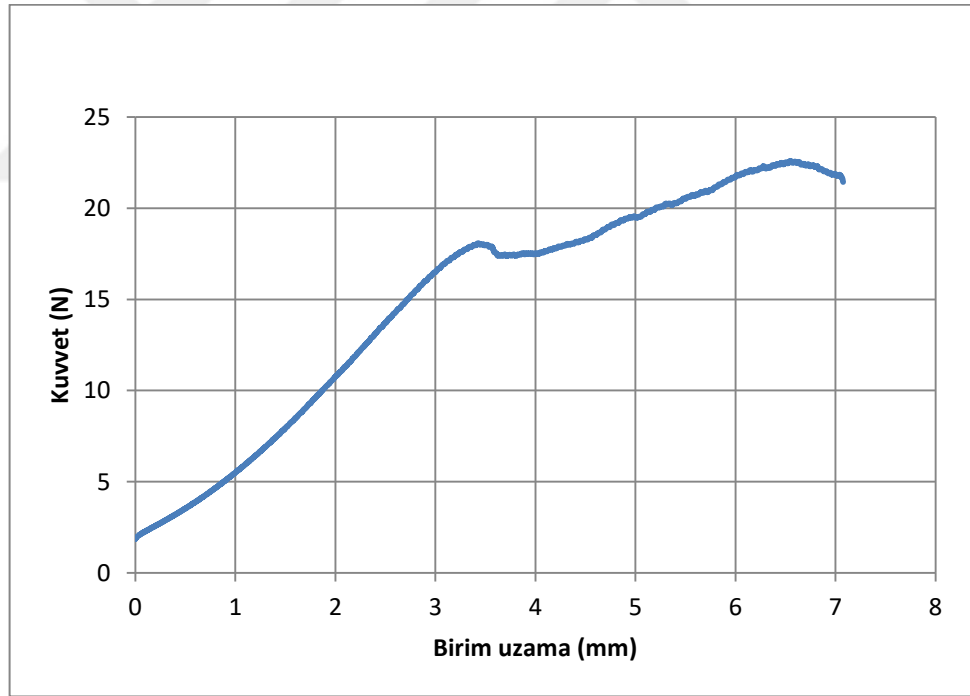


Şekil 4.4. Kiraz meyvesinin y-y eksenindeki kuvvet-birim uzama değişimi (örnek 3)

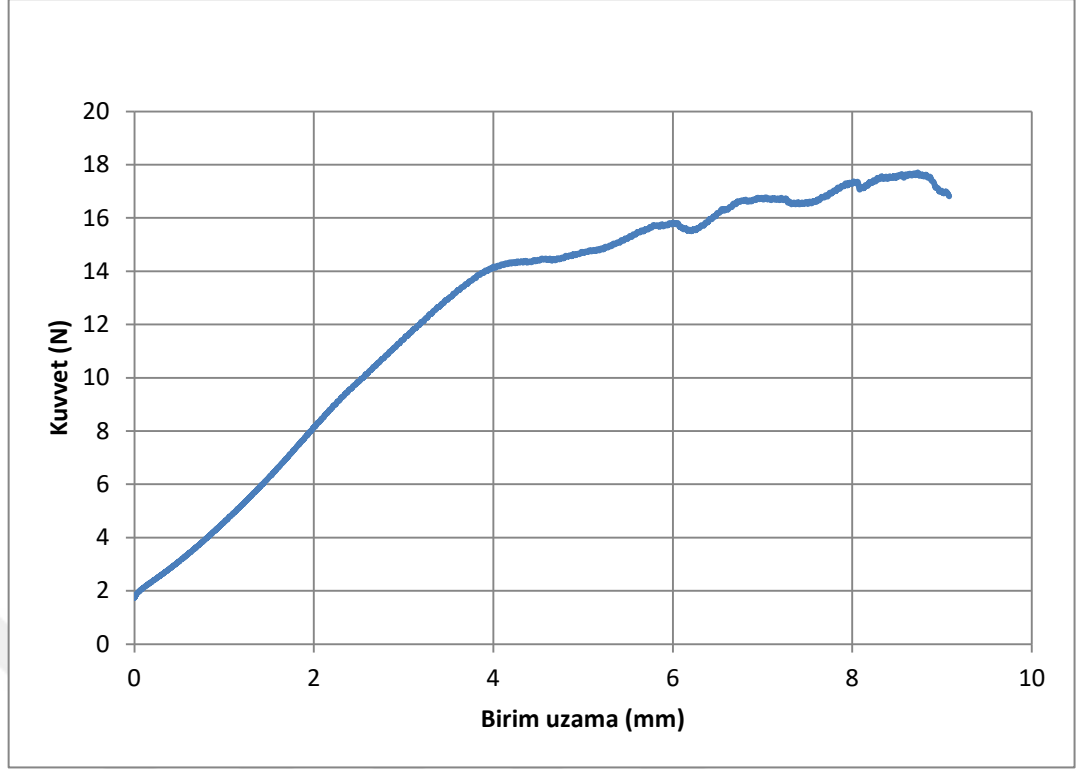
z-z eksenine ait belirlenen sıkıştırma testi grafiklerinden bazıları Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.5. Kiraz meyvesinin z-z eksenindeki kuvvet-birim uzama değişimi (örnek 1)



Şekil 4.6. Kiraz meyvesinin z-z eksenindeki kuvvet-birim uzama değişimi (örnek 2)



Şekil 4.7. Kiraz meyvesinin z-z eksenindeki kuvvet-birim uzama değişimi (örnek 3)

Vursavuş vd. (2006), Van, Noir de guben ve 0900 Ziraat çeşidi kiraz meyvelerinin ezilme sırasındaki kuvvet ve birim deformasyon değerlerini incelemişlerdir. 15,04 N ile en yüksek ezilme sırasındaki kuvvet değeri 0900 Ziraat çeşidi kiraz meyvesinde bulunmuştur. Birim deformasyon değerleri ise Van, Noir de guben ve 0900 Ziraat çeşitleri için sırasıyla 0,26, 0,24, 0,27 mm/mm olarak belirlenmiştir. Bu literatürdeki birim deformasyon değeri sonuçları, araştırmadaki sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Ezilme sırasındaki kuvvet değerleri ise araştırmada 18,57 ve 21,57 N olarak, bu literatürdeki kiraz meyvelerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu farkın sebebi olarak, meyvelerin çeşit farklılıkları, farklı iklimsel koşullar ve sulama, gübreleme gibi yetiştirme koşullarının farklılık gösterebileceği söylenebilir.

Alnıak (2012), çalışmasında farklı hasat dönemlerindeki eriklerin biyolojik akma noktasındaki deformasyon enerjisini 15 Nisan, 1 Mayıs ve 15 Mayıs 2010 tarihleri için sırasıyla 6,21, 11,98 ve 16,05 Nmm olarak hesaplamıştır.

4.9. Hidrodinamik Özelliklere İlişkin Sonuçlar

Hidrodinamik özelliklere ilişkin sonuçlar Çizelge 4.9'da verilmiştir. Saplı meyvelerin kütlesi sapsız meyvelerden daha büyük olduğu için, saplı meyvelerin yerçekimi kuvveti

değeri daha büyük bulunmuştur. Saplı meyvelerin su içinde sürtünme kuvveti değeri 0,0038 N ile daha büyük bulunmuştur. Kritik hız değeri 0,05 m/s ile hem saplı hem de sapsız meyvelerde aynı bulunduğu için bu değer önemsiz olduğu söylenebilir. Sürtünme katsayısı ise saplı meyvelerde 7,24 iken, sapsız meyvelerde 8,03 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9. Hidrodinamik özellikler (Ortalama±SS)

Çeşit	Yerçekimi kuvveti (N)	Su içinde sürtünme kuvveti (N)	Kaldırma kuvveti (N)	Kritik hız (m/s)	Sürtünme katsayısı (C)
Saplı	0,056±0,009	0,0038±0,0006	0,045	0,052±0,008	7,24±2,45
Sapsız	0,050±0,006	0,0033±0,0004	0,045	0,052±0,006	8,03±2,00

Tennes vd. (1969), Napolyon ve Windsor çeşidi kiraz meyvelerinin sürtünme katsayısı değerlerini incelediklerinde bu değeri Napolyon çeşidi için 7,25 ve Windsor çeşidi için 8,94 olarak hesaplamışlardır. Bu literatürdeki sonuçlar ile araştırmadaki sonuçlar oldukça yakın bulunmuştur.

Saraçoğlu ve Akçakal (2019), hidrodinamik parametrelerden elma çeşitlerinin su içerisindeki kritik hız değerlerini Arapkızı ve Amasya çeşitleri için sırasıyla; 0,414 ve 0,417 m/s olarak belirlemişlerdir ancak aradaki farkın önemsiz olduğu görülmektedir. Suyun kaldırma kuvvetini ve su içindeki sürtünme kuvvetini ise, Arapkızı çeşidi için; 1,87 N ve 0,33 N ve Amasya çeşidi için; 1,57 N ve 0,26 N olarak ölçmüşlerdir.

Saraçoğlu vd. (2011), Memecik ve Domat çeşidi zeytinlerin hidrodinamik özelliklerini incelediklerinde yerçekimi kuvvetini, kaldırma kuvvetini ve sürtünme kuvvetini Memecik çeşidi için sırasıyla 0,07, 0,06 ve 0,006 N, Domat çeşidi için ise sırasıyla 0,06, 0,06 ve 0,005 N olarak hesaplamışlardır. Kritik hız değerini Memecik çeşidi için 0,10 m/s olarak bulurken, Domat çeşidi için 0,06 m/s olarak bulmuşlardır. Sürtünme katsayısını ise Memecik çeşidi için 2,70 ve Domat çeşidi için 3,67 olarak bulmuşlardır. Meyvelerin su içindeki davranışlarını belirleyen yer çekimi kuvveti, kaldırma kuvvetinden büyük olduğunda meyveler batma, tersi durumda ise yüzeye doğru hareketlenme davranışı sergilemektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada kiraz meyvesinin nem içeriği, uzunluk, genişlik, kalınlık, küresellik, projeksiyon alanı, yığın hacim ağırlığı, gerçek hacim ağırlığı, hacim, kütle, porozite, yuvarlanma direnç katsayısı, meyve eti/çekirdek oranı, sıkıştırma yükü altındaki davranışı (ezilme gerilimi, birim uzama, elastiklik modülü), su içerisinde yapılan çalışmalarla yerçekimi kuvveti, sürtünme kuvveti ve kaldırma kuvveti değerleri incelenerek meyvelerin fiziksel, mekanik ve hidrodinamik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda yer almaktadır:

Bahçe denemelerinde meyvelerin kopma kuvveti değerleri ölçülürken, meyvelerin koparıldığı ağaç yönlerinin kopma kuvveti değerlerinde herhangi bir fark yaratmadığı görülmüştür.

Saplı kiraz meyvelerinin uzunluk, genişlik ve kalınlık değerlerinin ortalamaları sırasıyla 23,27, 20,46 ve 19,55 mm olarak bulunmuştur. Sapsız kiraz meyvelerinde ise bu değerler sırasıyla 22,46, 20,20 ve 19,35 mm olarak bulunmuştur.

Geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri saplı kiraz meyvelerinde ortalama olarak sırasıyla 21,03 mm, %90 ve 1393,56 mm² olarak bulunurken sapsız kiraz meyvelerinde ise bu değerler sırasıyla 20,62 mm, %91 ve 1336,76 mm² olarak bulunmuştur.

Saplı kiraz meyvelerinde kütle değerleri 4,12 ile 7,92 g arasında değişiklik gösterirken, sapsız kiraz meyvelerinde ise 4,44 ile 6,33 g arasında değişiklik göstermiştir.

Saplı kiraz meyvelerinde ortalama projeksiyon alanı 418,96 mm² bulunmuş iken sapsız meyvelerde bu değer 319,88 mm² olarak bulunmuştur.

Meyve eti sertliği değeri x-x ekseninde 12,53 N iken z-z ekseninde 13,19 N olarak bulunmuştur. x-x eksenindeki değerin daha küçük bulunmasının sebebi, o ekseninde meyve dokusunun daha yumuşak olmasıdır.

Yığın hacim ağırlığı, gerçek hacim ağırlığı ve porozite değerleri saplı meyveler için sırasıyla 432,31 kg/m³, 1071,50 kg/m³ ve %59,65 olarak, sapsız meyveler için ise sırasıyla 526,89 kg/m³, 1071,50 kg/m³ ve %50,82 olarak bulunmuştur. Yığın hacim ağırlığı değerleri arasındaki fark, ölçüm yapılan kap içerisinde saplı meyvelerde daha fazla boşluk kalmasından kaynaklanmaktadır.

Meyvelerin yuvarlanma direnç katsayısı kontrplak ve çelik yüzeylerde 0,30 olarak bulunmuşken, kauçuk yüzeyde 0,31 olarak bulunmuştur.

Sıkıştırma testi y-y ve z-z olmak üzere iki farklı ekseninde gerçekleştirilmiştir. y-y ekseninde ezilme sırasındaki kuvvet, birim deformasyon ve deformasyon enerjisi değerleri ortalaması sırasıyla 21,57 N, 0,29 ve 0,05 J olarak belirlenirken, z-z ekseninde bu değerlerin ortalaması sırasıyla 18,57 N, 0,28 ve 0,04 J olarak bulunmuştur. Meyvelerin ilk boyları ile ezildikten sonraki boyları arasındaki fark, her iki ekseninde de birbirine yakın bulunmuştur.

Hidrodinamik özelliklerde saplı kiraz meyvelerinin yerçekimi kuvveti, su içinde sürtünme kuvveti, kaldırma kuvveti, kritik hız ve sürtünme katsayısı değerlerinin ortalamaları sırasıyla 0,056 N, 0,0038 N, 0,045 N, 0,052 m/s ve 7,24 N iken, sapsız meyveler için bu değerlerin ortalaması sırasıyla 0,050 N, 0,0033 N, 0,045 N, 0,052 m/s ve 8,03 N olarak bulunmuştur.

Çalışmada meyvelerin olgunlaştıkça kütlelerinin arttığı ve bununla birlikte kopma kuvvetlerinin azaldığı; meyvelerin su içerisindeki davranışlarını belirleyen yerçekimi kuvvetinin, kaldırma kuvveti ve sürtünme kuvveti toplamından büyük olması durumunda meyvelerin batma eylemi gösterdiği söylenebilmektedir.

Ürünlerin işlenmesi, temizlenmesi, taşınması ve depolanması işlemlerinde kullanılan makinaların tasarlanmasında, ürünlerin hasat olgunluğu, kalite farklılığı gibi parametrelerinin belirlenmesinde, hidrolik olarak sınıflandırılması, işlenmesi ve taşınması gibi parametrelerin belirlenmesinde, ürünlerin fiziksel, mekanik ve hidrodinamik özellikleri önemli bir yere sahiptir. Biyolojik materyallerin bu özelliklerinin bilinmesi, ürünlerin hasat ve hasat sonrasında yaşayabilecekleri kayıp miktarlarının azaltılmasında etkili olacaktır.

Bu denemeler sonucunda elde edilen verilerle, ileriki zamanlarda Salihli çeşidi kiraz meyvesinin hasat ve hasat sonrası işlemleri için geliştirilecek sistemlerde göz önüne alınması gereken parametreler ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

- Alayunt, F. N. (2000). *Biyolojik malzeme bilgisi*. İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 541.
- Alınak, S. (2012) *Erik meyvesinin (Prunus cerasifera ehrh.) farklı hasat dönemlerindeki bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi* Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Altıkat, S. ve Temiz, Ş. (2019). Iğdır ili kayısı çeşitlerinin fiziko-mekanik ve bazı kimyasal özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(3), 373-381.
- Altuntaş, E. ve Mutlu, A. (2007). Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) kabuklu ve iç meyvesinin bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1), 19-25.
- Altuntaş, E. ve Erdoğan, M. (2017). Yenibahar (*Pimenta dioica* L.) meyvesinin bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32, 316-320. doi: 10.7161/omuanajas.343724
- Altuntaş, E., Saraçoğlu, O., Polatçı, H. (2018). *Physico-mechanical, colour and chemical properties of selected cherry laurel genotypes of Turkey*. <https://www.researchgate.net/publication/326416594> [Erişim Tarihi: 24/02/2022]
- Anonim, (2022a). *Tarım Ürünleri Piyasaları*. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2022-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Rapor%C4%B1/Kiraz,%20Ocak-2022,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu--+.pdf>
- Anonim, (2022b). *Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. (2011). Kiraz Yetiştiriciliği*. <https://www.arastirma.tarim.gov.tr/marem> [Erişim Tarihi: 10/07/2022]
- Aslantaş, R., Angın, İ., Boydaş, M., Özkan, G., Kara, M. (2016). Fruit characteristics and detachment parameters of sour cherry (*Prunus cerasus* L. cv. 'Kütahya') as affected by various maturity stages. *Erwerbs-Obstbau*, 58, 127-134. doi: 10.1007/s10341-016-0270-1

- Aydın, C. ve Özcan, M. (2007). Determination of nutritional and physical properties of myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits growing wild in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 79, 453-458.
- Bolsu, A. ve Akça, Y. (2011). Mahlep anacı üzerine aşılı 5 kiraz çeşidinin bazı morfolojik özellikleri ile meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(3), 152-157.
- Civil, C. (2009) *Eğirdir bölgesinde yetiştirilen bazı erik çeşitlerinde mekanik hasat parametrelerinin belirlenmesi* Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çelik, Y. ve Sarıaltın, H. (2019). Türkiye’de kiraz üretiminin yapısal analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4), 596-607.
- Demir, F. ve Kalyoncu, İ. (2003). Some nutritional, pomological and physical properties of cornelian cherry (*Cornus mas* L.). *Journal of Food Engineering*, 60, 335-341.
- Demirsoy, H. (2021). *Vişne-Kiraz Yetiştiriciliği. On Dokuz Mayıs Üniversitesi. <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/husnud/66653/Kiraz-Vi%C5%9Fne%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi-1.pdf> [Erişim Tarihi: 04/02/2021]*
- Eroğul, D. (2016). İzmir ilinde yetiştirilen bazı önemli kiraz çeşitlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(4), 579-585.
- Ertekin, C., Gözlekçi, S., Kabaş, O., Sönmez, S., Akıncı, I. (2006). Some physical, pomological and nutritional properties of two plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. *Journal of Food Engineering*, 75, 508-514.
- Göksel, Z. ve Aksoy, U. (2014). Sofralık bazı kiraz çeşitlerinin fizikokimyasal özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2.
- Güleryüz, M., Bolat, İ., Pırlak, L. (1998). Selection of table cornelian cherry (*Cornus mas* L.) types in Çoruh valley. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22, 357-364.
- Hamleci, B. ve Güner, M. (2015). Kestanenin sıkıştırma yükü altındaki mekanik davranışlarının belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 11(4), 301-307.
- Kabaş, Ö. (2010a). Bazı turunçgil meyvelerinin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 27(1), 33-42.

- Kabaş, Ö. (2010b) 'Balo' dolmalık biber çeşidinin aerodinamik sınıflandırılma olanaklarının belirlenmesi üzerine bir araştırma Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Kalkışım, Ö. ve Odabaş, F. (1994). Samsun'un Vezirköprü ilçesinde kızılçik'in (*Cornus mas L.*) seleksiyon yoluyla ıslahı üzerinde bir araştırma Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Kocabıyık, H., Kavdır, İ., Özpınar, S. (2009). Çanakkale ilinde bazı meyvelerin elle hasadının teknik ve ekonomik analizi ve meyvelerin makineli hasada yönelik bazı özelliklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1).
- Levent, Y. (2020) Dalbastı kirazında hasat öncesi gaz ve kalsiyum uygulamalarının bazı meyve kalite özelliklerine etkileri Yüksek Lisans Tezi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Malatya.
- Öz, F. (2016) Isparta ili kiraz ihracatının analizi Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Özgüven, F., Özgüven, A., Vursavuş, K. (17-18 Eylül 1998). Vişnenin mekanik hasadına ilişkin bazı parametrelerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi, Tekirdağ.
- Polat, R., Ülger, P., Sağlam, C., Açar, İ. (2006). Erik ağaçlarında hasat tekniği açısından meyve tutunma kuvveti ve yaylanma rijiditesinin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2(4), 329-335.
- Polat, R., Güner, M., Dursun, E., Erdoğan, D., Gezer, İ., Bilim, H. (5-6 Eylül, 2007). Badem meyvesinin mekanik hasadı [Konferans sunumu]. Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi, Kahramanmaraş.
- Saraçoğlu, T., Üçer, N., Özarslan, C. (22-23 Eylül, 2010). Yabani ve limon çeşidi ayva meyvelerinin bazı fiziksel ve hidrodinamik özelliklerinin belirlenmesi [Konferans sunumu]. 26. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, Hatay.
- Saraçoğlu, T., Üçer, N., Özarslan, C. (2011). Engineering properties and susceptibility to bruising damage of table olive (*Olea europaea*) fruit. *International Journal of Agriculture & Biology*, 13, 801-805.

- Saraçoğlu, T., Üçer, N., Özarslan, C. (2012). Selected geometric characteristics, hydrodynamic properties and impact parameters of quince fruit (*Cydonia vulgaris pers.*). *International Journal of Food Properties*, 15, 758-769. doi: 10.1080/10942912.2010.501468
- Saraçoğlu, T. (2017). Bazı narenciye türlerinin seçilmiş fiziksel ve hidrodinamik özellikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(2017), 206-215. doi: 10.7161/omuanajas.303881
- Saraçoğlu, T. ve Akçakal, T. (2019). Elmanın bazı geometrik ve hidrodinamik özellikleri ile zedelenme parametrelerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(4), 465-474. doi: 10.20289/zfdergi.535309
- Sevilmiş, E. (2018) *Kirazlarda bazı kimyasal uygulamaların meyve kalitesi üzerine etkileri* Yüksek Lisans Tezi, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Iğdır.
- Sonmete, M. (2012). Stanley çeşidi eriğin bazı hasat parametrelerinin belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(1), 92-96.
- Taşova, M. ve Güzel, M. (2017). İstanbul çeşidi vişnenin (*Prunus cerasus L.*) fiziko-mekanik özellikleri ile renk değerlerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6, 73-80.
- Tennes, B., Levin, J., Stout, B. (1969). Sweet cherry properties useful in harvesting and handling equipment design. *Transactions of ASAE*, 710-714.
- Turan, B. (2010) *Gümüşhane ilinde yetişen kiraz (Prunus avium L.) tiplerinin pomolojik özellikleri* Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Vursavuş, K., Kelebek, H., Selli, S. (2006). A study on some chemical and physico-mechanic properties of three sweet cherry varieties (*Prunus avium L.*) in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 74, 568–575.
- Yokuş, S. (2008) *Konya’da yetiştirilen bazı elma çeşitlerinde mekanik hasat parametrelerinin belirlenmesi* Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yurtlu, Y. ve Erdoğan, D. (2005). Domates çeşitlerinde depolama süresinin bazı mekanik özelliklere etkisinin incelenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(2), 201-206. doi: 10.1501/Tarimbil_0000000416

T.C.

AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLİMSEL ETİK BEYANI

‘KİRAZ MEYVESİNİN FİZİKO-MEKANİK VE HİDRODİNAMİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ’ başlıklı Yüksek Lisans tezindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Yağmur ÜNSAL

25/08/2022

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı : Yağmur ÜNSAL

Doğum Yeri ve Tarihi.

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Biyosistem Mühendisliği

Yabancı Diller : İngilizce