

Zeytinin (*Olea europaea* L.cv. Memecik) Bazı Çarpma Parametrelerinin Belirlenmesi

Kâmil SAÇILIK¹

Ahmet ÇOLAK¹

Geliş Tarihi : 23.05.2001

Özet : Çarpma parametrelerinin bilinmesi, biyolojik materyallerin hasadında ve iletiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada, zeytinin kuvvet, ivme, enerji, momentum ve temas süresi gibi çarpma parametrelerinin düşme yüksekliği ve kütleye bağlı olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Çarpma denemeleri, düşme yüksekliği ve yüzeyi değiştirilebilen çarpma deney düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Denemelerden önce zeytinler 5 gruba ayrılmış ve sonra her grup zeytin 0.4 m'den 2 m'ye kadar değişen yüksekliklerden iki farklı çarpma yüzeyine düşürülmüştür. Ölçülen çarpma kuvvetlerinden yararlanılarak diğer çarpma parametreleri hesaplanmıştır.

Yapılan varyans analizlerinde düşme yüksekliğinin kuvvet, ivme ve temas süresi üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Araştırma sonuçlarına göre, düşme yüksekliği arttıkça, zeytinin çarpma kuvveti, ivmesi, enerjisi ve momentumu artmış ancak temas süresi azalmıştır. Ayrıca, düşme yüksekliğine bağlı olarak gözlemlenen parametrelerin grafikleri ve bunlara ilişkin % 95 olasılıklı güven aralıkları da araştırmada verilmiştir.

Anahtar Kelimeler : zeytin, çarpma, kuvvet, ivme, enerji, momentum, temas süresi

Determination of Some Impact Parameters of the Olive (*Olea europaea* L.cv. Memecik)

Abstract : Impact parameters make an important role in harvesting and handling of biological materials. In this research, impact parameters of the olive such as impact force, impact acceleration, impact energy, momentum and impact duration was evaluated depending on drop height and mass of the olive. Impact parameters were determined by using impact testing apparatus whose drop height and impact surface was changeable. Before the impact experiments, the olives were divided into five groups and then every groups of the olives were dropped from different drop heights varying between 0.4 and 2 m onto two different impact surfaces. Other impact parameters were calculated by using measured impact force values.

The analysis of variance showed that the drop height has a significant effect on the impact force, impact acceleration and impact duration of the olives. As a result of the study, for each group the olives, as the drop height increases, the impact force, impact acceleration, impact energy and momentum increase, but the impact duration decreases. Furthermore, the data on impact parameters versus the drop height are illustrated together with the confidence intervals of 95 %.

Key Words : olive, impact, force, acceleration, energy, momentum, impact duration

Giriş

Çarpma ya da çarpışma, biyolojik materyallerin kendi aralarında veya değişik yüzeyler üzerinde oluşmaktadır. Çarpma; biyolojik materyallerin hasadı, harmanlaması ve iletimi aşamalarında zedelenmeye neden olup ürünün kalitesini, dolayısıyla pazar değerini düşürmektedir (Lichtensteiger ve ark. 1988). Biyolojik materyaller hasattan depolanmaya kadar olan süreç içerisinde zedelenmeyle sonuçlanan fiziksel etkilerin altındadır. Meyvelerde zedelenme; meyvenin daldan koptuğu anda, düşme sırasında ağaç dallarına çarptığında ve diğer meyvelerin üzerine veya meyvenin toplandığı tutucu yüzeylere çarpması durumunda oluşmaktadır (Vursavuş ve Özgüven 2000). Zedelenmenin şiddeti ise, düşme yüksekliği, çarpma enerjisi, çarpma sayısı, çarpma yüzeyinin özellikleri ile meyvenin boyutu ve olgunluğuna bağlı olarak değişmektedir (Chen ve Yazdani 1991).

Çarpma, çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Fluck ve Ahmed (1973) araştırmalarında, çeşitli

meyve ve sebzelerin çarpma özelliklerini ayrıntılı olarak incelemişlerdir. Araştırmalarında düşme yüksekliği 40 cm'ye kadar değişebilen bir test düzeninden farklı kütledeki meyve ve sebzeleri sert bir yüzey üzerine düşürmüşlerdir. Çeşitli çarpma parametrelerini belirlemek için çarpma yüzeyine, piezoelektrik esaslı ivme ölçer ile yükleme hücreyi yerleştirmişler ve alınan sinyalleri bir yükselticiden osiloskopa aktarmışlardır. Araştırma bulgularına göre, geliştirilen ölçme düzeninin çeşitli tarımsal ürünlerin çarpma testlerinin yapılmasında yararlı olduğunu, düşme yüksekliği arttıkça çarpma ivmesi, kuvveti ve momentumun arttığını ancak temas süresinin azaldığını belirtmişlerdir. Mohsenin (1970) eserinde, çeşitli tarımsal ürünlerin çarpma özelliklerini ayrıntılı olarak incelemiştir. Meyve, ağaç ve toplama yüzeylerinde oluşan çarpmanın, zedelenmeye yol açtığını belirtmiştir. Horsfield ve ark. (1972), meyvenin hasadı ve taşınmasında zedelenmeyi en aza indirecek çarpma parametrelerini araştırmışlardır. Delwiche ve ark. (1987), sert bir yüzeye çarpan şeftalilerin

¹ Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü-Ankara

çarpma kuvvetini belirlemişlerdir. Çarpma kuvveti parametresini kullanarak şeftalinin sertliğini ve olgunluğunu araştırmalarında saptamışlardır. Araştırma bulgularına göre şeftalinin çarpma kuvveti karakteristiklerinin; elastikiyet modülü ve sertlikle yüksek bir ilişki içerisinde olduğunu ancak kütle ve yarıçapla ise zayıf bir ilişkide olduğunu ifade etmişlerdir. De Baerdmaeker ve ark. (1982), sert bir yüzey üzerine düşen elmaların çarpma kuvvetlerini araştırmalarında ölçmüşlerdir. Elde edilen çarpma kuvvetlerinden yararlanarak elmanın sertliğini belirlemişlerdir. Çarpma kuvvetlerinin frekansını analiz etmek için ise fourier dönüşümlerini kullanmışlar ve böylece elmanın elastikiyet modülü ile sertliğini saptamışlardır. Daha sert meyvelerin çarpma kuvvetinin daha yüksek frekans bileşenleri içerdiğini araştırma bulgularında vermişlerdir. Rohrbach ve ark. (1982), yaban mersininin çarpma kuvvetlerini ölçmek için benzer bir sistem geliştirmişler ve sert bir yüzeye çarpan meyvelerin kuvvet zaman eğrilerini incelemişlerdir. Lichtensteiger ve ark. (1988), domates ve küre biçimli materyallerin çarpma parametrelerini belirlemek için, piezoelektrik esaslı kuvvet ölçen algılayıcı, dijital osiloskop ile mikro işlemci içeren bir çarpma deney düzeneği geliştirmişlerdir. Denemeler sonunda zamana bağlı olarak çarpma kuvveti, hız ve yer değiştirme arasındaki ilişkileri incelemiştir. Ayrıca, denemeye alınan malzemelerin çarpma anındaki davranışlarını incelemek için yüksekliğe bağlı olarak değişen sıçrama katsayılarını, momentum ve enerjinin korunumu ilkesine göre belirlenmiştir. Lang (1994), elmanın izin verilebilir çarpma enerjisi üzerine hız ve kütle etkisini incelemiştir. Elmalar sert bir yüzey üzerine düşürülerek çarpma kütlesi, hız ve zedelenmeye yol açan enerji düzeyi arasında matematiksel ilişkiler kurmuştur. Araştırma bulgularında; kütle ve hızın etkilerinin birbirinden farklı olduğunu, kütle ile yükseklik arasındaki ilişkinin ise modellenerek $m=A+B/h$ şeklinde olduğunu, en yüksek izin verilebilir çarpma enerjisinin ise kütleden bağımsız olduğunu ifade etmiştir.

Bu çalışma, geliştirilen çarpma deney düzeneğinde, farklı iki yüzey (toprak ve yaygı bezi) üzerine değişik yüksekliklerden bırakılan farklı kütlelere sahip zeytinlerin kuvvet, ivme, enerji, momentum ve temas süresinden oluşan çarpma özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ayrıca, düşme yüksekliği ve zeytin kütlesi gibi bağımsız değişkenlerin, çarpma parametrelerine olan etkileri de araştırmada incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

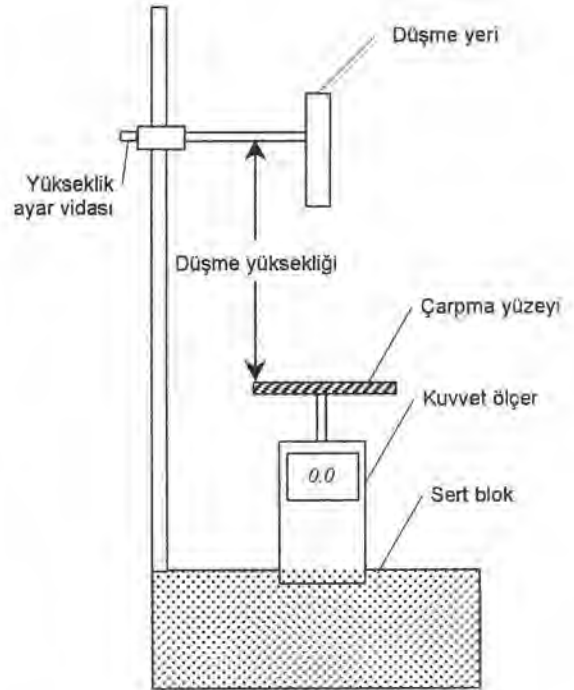
Bu çalışmada, zeytin kütlelerinin değişik yüzeylerdeki bazı çarpma parametrelerini belirlemek amacıyla sofralık olarak üretimi yapılan Memecik zeytini (*Olea europaea* L. cv. Memecik) kullanılmıştır. Araştırma materyali zeytinler, İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü bahçesinden uygun hasat mevsiminde elle toplanmış ve hasattan denemeye kadar olan süre içerisinde, +4°C'de soğuk hava deposunda bekletilmiştir. Denemelerden önce zeytinler normal sıcaklığa ulaşması için 24 saat oda sıcaklığında bırakılmıştır. Araştırmada kullanılan zeytinlere ilişkin bazı fiziko-mekanik özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çarpma parametrelerinin belirlenmesinde kullanılmak amacıyla bir deney düzeneği geliştirilmiştir (Şekil 1).

Zeytinler, hasat sırasında genellikle çeşitli yüksekliklerden tarla yüzeyine ya da ağaç altına serilen bezlere düşürülmekte ve daha sonra bu yüzeylerden toplanmaktadır. Zeytinlerin değişik yüksekliklerden düşmesi sonucu oluşan çarpma parametrelerinin bilinmesi, zedelenmelerin önlenmesi açısından önemli olmaktadır. Denemelerde çarpma yüzeyi olarak tarla toprağı ile bu toprağın üzerine serilen ve yaygı olarak adlandırılan bez kullanılmıştır. Seçilen yüzeyler üzerine zeytinler, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6 ve 2 m olmak üzere 5 farklı yükseklikten serbest düşmeye bırakılmıştır. Çarpma kuvvetlerinin ölçülmesinde, ölçme alanı 50 N ve hassasiyeti 0.05 olan Chatillon marka kuvvet ölçerden yararlanılmıştır.

Çizelge 1. Zeytinlere ilişkin bazı fiziko-mekanik özellikler

Özellik	Değer
Geometrik ortalama çap (mm)	17.99
Küresellik (%)	80.21
Hacim ağırlığı (kg/m ³)	583.33
Nem (%)	90.1
Elastikiyet modülü (N/mm ²)	3.55
Renk koordinatı (X;Y)	(0.3189; 0.3244)



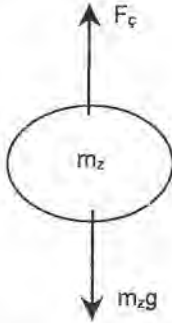
Şekil 1. Geliştirilen çarpma deney düzeneği

Denemelerden önce zeytin popülasyonu tesadüfi olarak her birinde 30 zeytin tanesi olacak şekilde 5 gruba ayrılmış ve bunlara zeytin grubu denilmiştir. Her zeytin grubu için bir yükseklik değeri belirlenmiş olup her grup aynı yükseklikten üç kez bırakılacak şekilde denemeler gerçekleştirilmiştir. Her gruptaki zeytinlere ait kütleler ise 0.01 hassasiyetindeki hassas terazi ile ölçülmüştür.

Değişik yüksekliklerden bırakılan zeytin kütlelerine etkiyen kuvvetler, Newton'un ikinci yasasına göre ifade edilmektedir (Delwiche ve ark. 1996):

$$\sum F = m_z a \dots\dots\dots 1$$

Serbest düşmeye bırakılan zeytine etkiyen kuvvetlerin serbest cisim diyagramı Şekil 2'de verilmiştir. Zeytine etkiyen denge kuvvetleri 1' nolu eşitlikte yerine konursa çarpma anında zeytine etkiyen kuvvetler, 2'nolu eşitlik ile ifade edilebilmektedir:



Şekil 2. Zeytin kütlelerinin serbest cisim diyagramı

$$m_z a = F_ç - m_z g \dots\dots\dots 2$$

Burada;

- m_z : Zeytinin kütlesi (kg),
- a : Zeytinin çarpma ivmesi (m/s^2),
- g : Yerçekimi ivmesi ($9.81 m/s^2$),
- $F_ç$: Çarpma kuvveti (N)'dir.

Denemelerde her grup zeytin için kuvvet ölçerden çarpma kuvvetleri belirlenmiş ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla çarpma ivmeleri belirlenmiştir:

$$a = \frac{F_ç}{m_z} - g \dots\dots\dots 3$$

Çarpma hızı ise düşme yüksekliğine bağlı olarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir:

$$V_ç = \sqrt{2gh} \dots\dots\dots 4$$

Zeytin gruplarının çarpma enerjisi ise;

$$W = m_z g h \dots\dots\dots 5$$

ile hesaplanmıştır. Zeytinlerin temas yüzeyine çarpması sırasında oluşan çarpma kuvvetinin oluşturduğu

momentum ve temas süresi, sıçrama katsayısının belirlenmesi açısından önemlidir. Hammerle ve Mohsenin (1966), temas süresinin zedelenmeyi etkileyen en önemli çarpma parametresi olduğunu ifade etmişlerdir. 1'nolu denklem yeniden düzenlenirse momentum;

$$F_ç \cdot \Delta t = m_z V_ç \dots\dots\dots 6$$

denklemleri elde edilmiştir. Bu eşitlik, 2'nolu denklemde yerine yazılırsa temas süresi;

$$\Delta t = \frac{V_ç}{(a + g)} \dots\dots\dots 7$$

biçiminde bulunmuştur.

Burada;

- W : Çarpma enerjisi (Nmm),
- Δt : Temas süresi (s),
- h : Düşme yüksekliği (m)'dir.

Ölçülen veya hesaplanan çarpma parametrelerinin zeytin grupları ile olan ilişkisini araştırmak için varyans analizi tekniği kullanılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre farkın önemli çıktığı durumlarda bunun hangi grupların etkisinden kaynaklandığını belirlemek amacıyla da Duncan Çoklu Karşılaştırma testi uygulanmıştır. Ayrıca zeytin gruplarına bağlı olarak oluşan çarpma parametrelerinin ortalamaları ve bunlara ilişkin hata çubukları da (% 95 olasılıklı güven aralıkları) grafiklere eklenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Zeytin kütlelerinin çarpma parametrelerine olan etkisini araştırmak için zeytin gruplarının kütle ortalamalarına varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Ayrıca, 5 farklı düşme yüksekliğinden bırakılan zeytin gruplarının kütle ortalamaları ile bunlara ilişkin güven aralıkları da Şekil 3'de verilmiştir. Çizelge 2'de görüldüğü gibi zeytin gruplarının kütle ortalamaları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Böylece, 5 zeytin grubundaki kütlelerin, çarpma parametreleri üzerine etkisi olmadığı belirlenmiştir.

5 farklı düşme yüksekliğinden bırakılan zeytin gruplarının toprak ve yaygı yüzeyde oluşturduğu çarpma kuvveti ortalamalarına varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Ayrıca, farklı yüksekliklerden bırakılan zeytin gruplarının toprak ve yaygı yüzeyde oluşturduğu çarpma kuvveti ortalamaları ile bunlara ilişkin güven aralıkları da Şekil 4'de verilmiştir. Çizelge 3'de görüldüğü gibi iki farklı yüzeyde elde edilen çarpma kuvveti ortalamaları arasındaki fark ile 5 farklı düşme yüksekliğinden bırakılan zeytin gruplarının bu kuvvetlere etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Kuvvet ortalamaları arasındaki bu farkın nereden ileri geldiğini belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları ise Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi her düşme yüksekliği ve iki çarpma yüzeyinde oluşan çarpma kuvveti ortalamaları arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

Çizelge 2. Zeytin gruplarına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Genel	149	19.09		
Zeytin Grubu	4	0.92	0.230	1.838 öd
Hata	145	18.17	0.125	

öd : önemli değil

Çizelge 3. Çarpma kuvveti ortalamalarına uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Genel	9	0.50938	-	-
Konular	5	0.50918	-	-
Düşme yüksekliği	4	0.48255	0.12064	2397.62**
Yüzey	1	0.02663	0.02663	529.18**
Hata	4	0.00020	0.00005	-

** : % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 4. Çarpma kuvveti ortalamalarına uygulanan Duncan testi sonuçları

Düşme yüksekliği	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Yüzey	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$
0.40 m	0.45 ± 0.018a*	Toprak	0.80 ± 0.0201a
0.80 m	0.58 ± 0.0187b	Yaygı	0.69 ± 0.0194b
1.20 m	0.70 ± 0.0161c		
1.60 m	0.91 ± 0.0189d		
2.00 m	1.06 ± 0.0183e		

* : Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.01)

Toprak yüzeyde oluşan çarpma kuvveti, yaygı yüzeye göre daha büyük bulunmuştur (Şekil 4). Toprak yüzey üzerine serilen yaygı, çarpma kuvvetini % 16.46 oranında düşürmüştür. Yüzey özellikleri dikkate alınmadığında düşme yüksekliğinin 0.4 m'den 2 m'ye çıkması, çarpma kuvvetini % 135.56 oranında artırmıştır. Ancak yaygı kullanılması, düşme yüksekliğine bağlı olarak çarpma kuvvetini 0.4 m'de % 25, 2 m'de ise % 12 oranında düşürdüğü görülmüştür.

Çarpma kuvvetinin, zeytin kütlesi ve düşme yüksekliğine bağlı değişimini araştırmak için çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda toprak yüzey için;

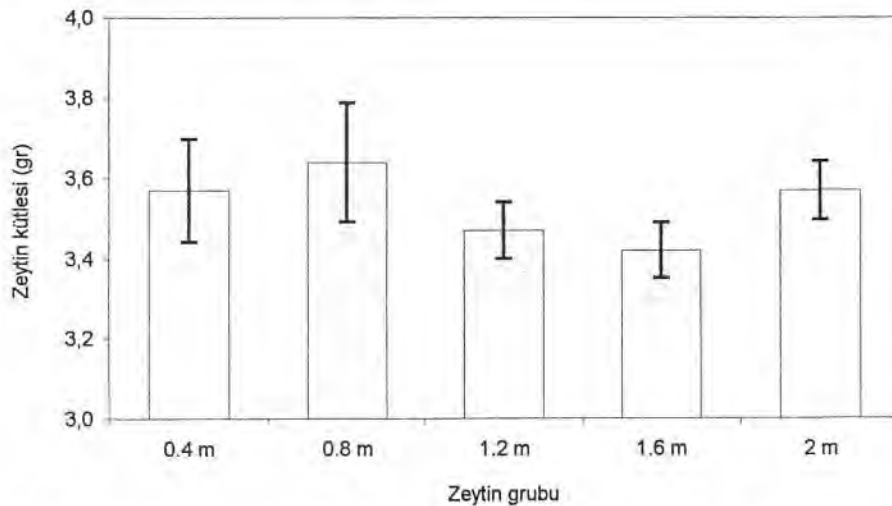
$$F_{\varphi} = 227.19m_z + 0.41h - 0.49 \dots\dots\dots (R^2 = \% 93)$$

yaygı yüzey için de;

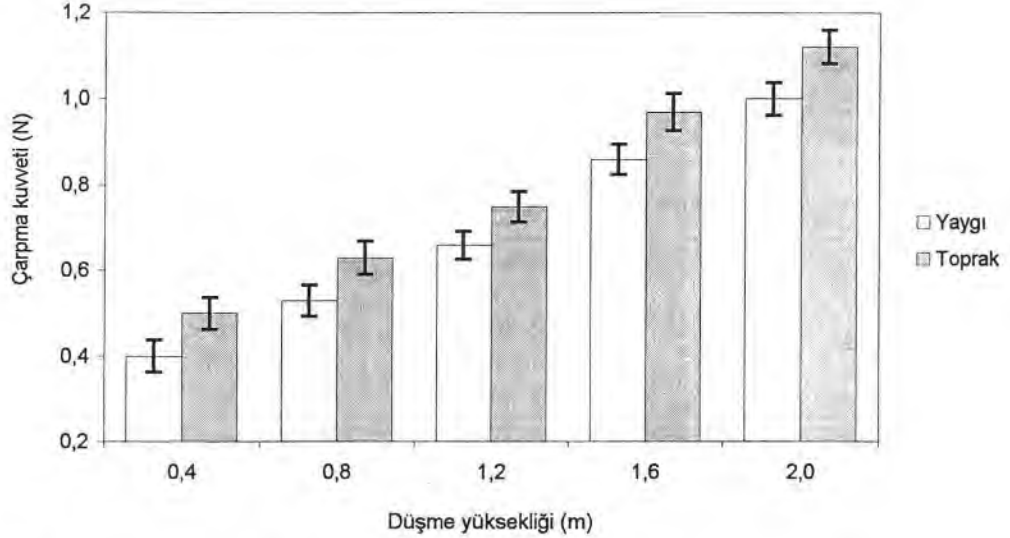
$$F_{\varphi} = 217.63m_z + 0.39h - 0.55 \dots\dots\dots (R^2 = \% 94)$$

matematiksel modelleri elde edilmiştir. Matematiksel modellerde yer alan katsayılarla ilişkin tanıttıcı istatistikler ile bazı önem kontrolleri Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, düşme yüksekliği ve zeytin kütlesinin matematiksel modellere etkisi önemli bulunmuş ve modellerde yer almaları tahminin isabet derecesini yükseltmiştir.

5 farklı düşme yüksekliğinden bırakılan zeytin gruplarının toprak ve yaygı yüzeyde oluşturduğu çarpma ivmesi ortalamalarına varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Ayrıca, farklı yüksekliklerden bırakılan zeytin gruplarının toprak ve yaygı yüzeyde oluşturduğu çarpma ivmesi ortalamaları ile bunlara ilişkin güven aralıkları da Şekil 5'de verilmiştir. Çizelge 6'da görüldüğü gibi, toprak ve yaygı yüzeylerin çarpma ivmesi ortalamalarına etkisi önemli bulunmuştur (p<0.01). Ayrıca, 5 farklı düşme yüksekliğinden bırakılan zeytin gruplarının, çarpma ivmesi ortalamalarına etkisi de p<0.01 düzeyinde önemli olmuştur.



Şekil 3. Beş zeytin grubuna ilişkin kütle ortalamaları (hata çubukları %95 olasılıklı güven aralığını göstermektedir)



Şekil 4. Çarpma kuvveti ortalamaları (Hata çubukları %95 olasılıklı güven aralığını göstermektedir)

Çizelge 5. Geliştirilen çarpma kuvveti modellerine ilişkin katsayılar ve bazı önem kontrolleri

Katsayı	Tahminin				t	p	Tahminin % 95 güven aralığı				
	\bar{x}		$S_{\bar{x}}$				Alt sınır		Üst sınır		
	Toprak	Yaygı	Toprak	Yaygı	Toprak	Yaygı	Toprak	Yaygı	Toprak	Yaygı	
Sabit	-0.49	-0.55	0.056	0.050	-8.85	-10.974	**	-0.60	-0.65	-0.38	-0.45
m_z	227.19	217.63	15.084	13.53	15.06	16.087	**	197.39	190.89	257.00	244.36
h	0.41	0.39	0.010	0.009	42.52	46.021	**	0.39	0.376	0.42	0.41

** : % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 6. Çarpma ivmesi ortalamalarına uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Genel	9	43868.5	-	-
Konular	5	43850.5	-	-
Düşme yüksekliği	4	41667.0	10416.8	2319.61**
Yüzey	1	2183.5	2183.5	486.21**
Hata	4	18.0	4.5	-

** : % 1 düzeyinde önemli

Toprak yüzeyde oluşan çarpma ivmesi, yaygı yüzeye göre daha büyük bulunmuştur (Şekil 5). Toprak yüzey üzerine serilen yaygı, çarpma ivmesini % 17.69 oranında düşürmüştür. Yüzey özellikleri dikkate alınmadığında düşme yüksekliğinin 0.4 m'den 2 m'ye çıkması, çarpma kuvvetini % 149.59 oranında artırmıştır. Ancak yaygı kullanılması, düşme yüksekliğine bağlı olarak çarpma ivmesini 0.4 m'de % 28.19, 2 m'de ise % 12.39 oranında düşürdüğü görülmüştür.

Çarpma ivmesinin, zeytin kütlesi ve düşme yüksekliğine bağlı değişimini araştırmak için çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda toprak yüzey için;

$$a = 699.84m_z + 115.26h + 74.93 \dots\dots\dots (R^2 = \% 91)$$

yaygı yüzey için de;

$$a = 6681.66m_z + 111.94h + 28.22 \dots\dots\dots (R^2 = \% 92)$$

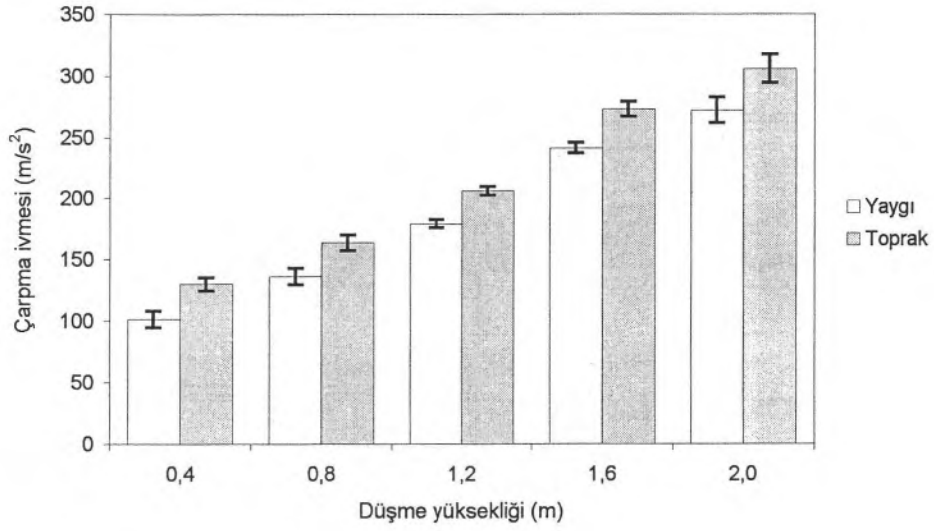
matematiksel modelleri elde edilmiştir. Matematiksel modellerde yer alan katsayılar ile ilgili tanıttıcı istatistikler ile bazı önem kontrolleri Çizelge 7'de verilmiştir. Düşme yüksekliği ve zeytin kütlesinin matematiksel modellere etkisi önemli bulunmuş ve modellerde yer almaları tahminin isabet derecesini yükseltmiştir.

5 farklı düşme yüksekliğinden bırakılan zeytin gruplarının çarpma enerjisi ortalamaları ile bunlara ilişkin güven aralıkları Şekil 6'da verilmiştir. Düşme yüksekliğinin 0.4 m'den 2 m'ye çıkması çarpma enerjisini % 400 oranında artırmıştır. Denemelerde çarpma enerjisinin artışı, üründe zedelenmeye yol açtığı görülmüştür. Benzer sonuca, Aydın ve Çarman (1998)'da ulaşmışlardır.

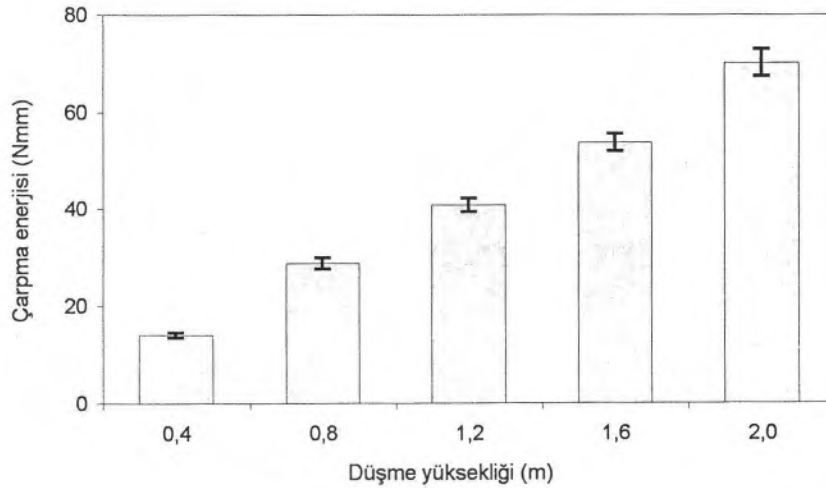
Çizelge 7. Geliştirilen çarpma ivmesi modellerine ilişkin katsayılar ve bazı önem kontrolleri

Katsayı	Tahminin						Tahminin% 95 güven aralığı				
	\bar{x}		$S_{\bar{x}}$		t		p	Alt sınır		Üst sınır	
	Toprak	Yaygı	Toprak	Yaygı	Toprak	Yaygı		Toprak	Yaygı	Toprak	Yaygı
Sabit	74.93	28.22	17.345	16.08	4.32	1.76	**	40.65	-3.55	109.20	59.99
m_z	699.84	6681.6	4694.93	4351.4	0.15	1.54	**	-8578	-1917	9978.11	15281
h	115.26	111.94	2.961	2.74	38.93	40.79	**	109.41	106.52	121.12	117.37

** : % 1 düzeyinde önemli



Şekil 5. Çarpma ivmesi ortalamaları (hata çubukları %95 olasılıklı güven aralığını göstermektedir)



Şekil 6. Çarpma enerjisi ortalamaları (hata çubukları, %95 olasılıklı güven aralığını göstermektedir)

5 farklı düşme yüksekliğinden bırakılan zeytin gruplarının çarpma momentumu ortalamaları ile bunlara ilişkin güven aralıkları Şekil 7'de verilmiştir. Düşme yüksekliğinin 0.4 m'den 2 m'ye çıkması çarpma momentumunu % 124 oranında artırmıştır.

5 farklı düşme yüksekliğinden bırakılan zeytin gruplarının toprak ve yaygı üzerinde oluşturduğu temas süresi ortalamalarına varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Çizelge 8'de verilmiştir. Ayrıca, farklı yüksekliklerden bırakılan zeytin gruplarının toprak ve yaygı yüzeyde oluşturduğu temas süresi ortalamaları ile bunlara ilişkin güven aralıkları da Şekil 8'de verilmiştir. Çizelge 8'de görüldüğü gibi, toprak ve yaygı yüzeylerin temas süresi ortalamalarına etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Ayrıca, 5 farklı düşme yüksekliğinden bırakılan zeytin gruplarının, temas süresi ortalamalarına etkisi de $p < 0.01$ düzeyinde önemli olmuştur.

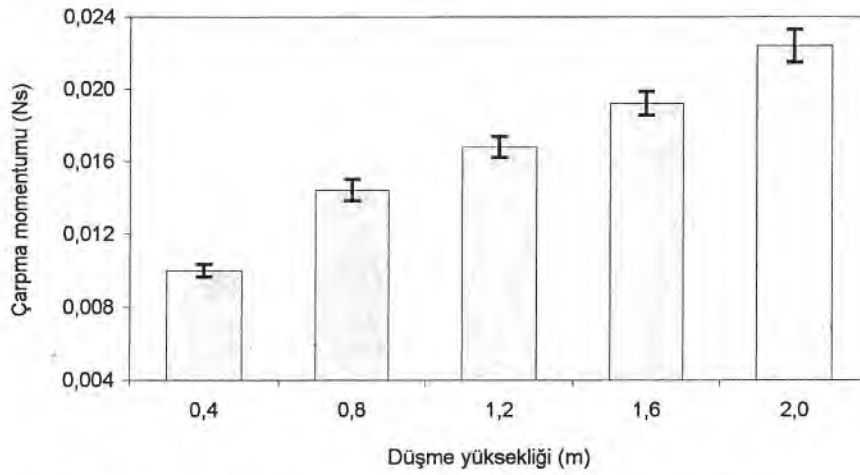
Toprak yüzeyde oluşan temas süresi, yaygı yüzeye göre daha düşük bulunmuştur (Şekil 8). Toprak yüzey

üzerine serilen yaygı, temas süresini % 17.24 oranında artırmıştır. Yüzey özellikleri dikkate alınmadığında düşme yüksekliğinin 0.4 m'den 2 m'ye çıkması, temas süresini % 22.59 oranında düşürmüştür. Ancak yaygı kullanılması, düşme yüksekliğine bağlı olarak temas süresini 0.4 m'de % 19.12, 2 m'de ise % 18.44 oranında düşürdüğü görülmüştür.

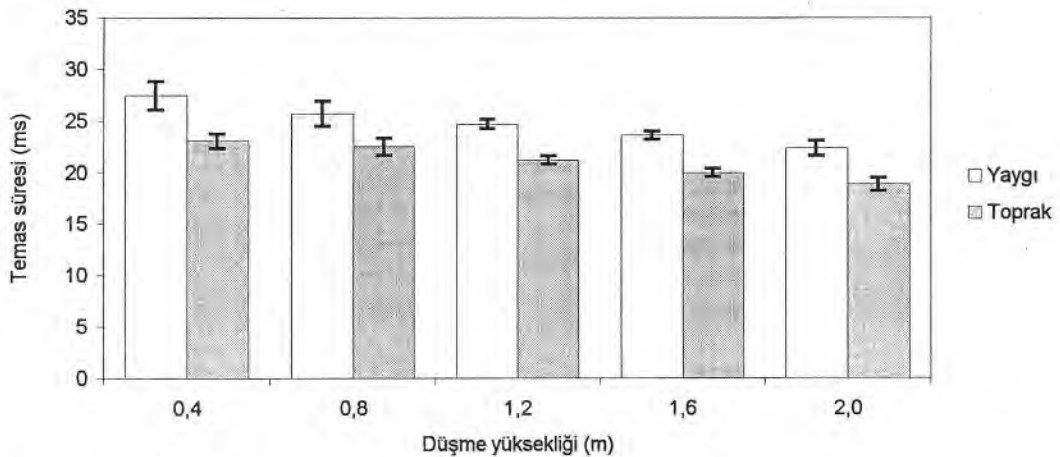
Çizelge 8. Temas süresi ortalamalarına uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Genel	9	60.504	-	-
Konular	5	60.081	-	-
Düşme yüksekliği	4	27.030	6.758	63.83**
Yüzey	1	33.051	33.051	312.20**
Hata	4	0.423	0.106	-

** : % 1 düzeyinde önemli



Şekil 7. Çarpma momentumu ortalamaları (hata çubukları, %95 olasılıklı güven aralığını göstermektedir)



Şekil 8. Temas süresi ortalamaları (hata çubukları, %95 olasılıklı güven aralığını göstermektedir)

Sonuç

Zeytinin çarpma parametrelerinin belirlenmesine ilişkin araştırma sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Çarpma kuvveti, düşme yüksekliğine bağlı olarak artmıştır. Düşme yüksekliğinin 0.4 m'den 2 m'ye çıkması, çarpma kuvvetini % 135.56 oranında artırmıştır. Toprak yüzey üzerine serilen yaygı ise çarpma kuvvetini %16.46 oranında azaltmıştır. Düşme yüksekliği ve zeytin kütlelerinin geliştirilen matematiksel modellere etkisi önemli bulunmuş ve modellerde yer almaları tahminin isabet derecesini yükseltmiştir. Ayrıca, çarpma kuvveti, diğer çarpma parametrelerini etkileyen en önemli unsur olduğu görülmüştür.

2. Çarpma ivmesi, düşme yüksekliğine bağlı olarak artmıştır. Düşme yüksekliğinin 0.4 m'den 2m'ye çıkması, çarpma kuvvetini % 149.59 oranında artırmıştır. Toprak yüzey üzerine serilen yaygı ise çarpma ivmesini %17.69 oranında azaltmıştır. Düşme yüksekliği ve zeytin kütlelerinin geliştirilen matematiksel modellere etkisi önemli bulunmuş ve modellerde yer almaları tahminin isabet derecesini yükseltmiştir.

3. Çarpma enerjisi, düşme yüksekliğine bağlı olarak artmıştır. Düşme yüksekliğinin 0.4 m'den 2 m'ye çıkması, çarpma enerjisini % 400 oranında artırmıştır. Çarpma enerjisinin artması ise meyvenin zedelenmesini etkileyen en önemli parametre olmuştur.

4. Çarpma momentumu da, düşme yüksekliğine bağlı olarak artmıştır. Düşme yüksekliğinin 0.4 m'den 2 m'ye çıkması, çarpma momentumunu % 124 oranında artırmıştır. Çarpma momentumu, zeytinin sıçrama katsayısının belirlenmesi için önemli bir çarpma parametresi olmuştur.

5. Temas süresi, düşme yüksekliğine bağlı olarak azalmıştır. Düşme yüksekliğinin 0.4 m'den 2 m'ye çıkması, temas süresini % 22.59 oranında düşürmüştür. Toprak yüzey üzerine serilen yaygı ise temas süresini %17.24 oranında artırmıştır.

Kaynaklar

- Aydın, C. ve K. Çarman, 1998. Elmalar arasında çarpışma enerjisine bağlı olarak zedelenmenin saptanması. Tarımsal Mekanizasyon 18.Ulusal Kongresi, Tekirdağ.
- Chen, P. and R. Yazdani, 1991. Prediction of apple bruising due to impact on different surfaces. Transactions of the ASAE, 34 (3) 956-961.
- De Baerdmaecker, J. L., L. Lemaitre and R. Meire, 1982. Quality detection by frequency spectrum analysis of the fruit impact force. Transactions of the ASAE, 25 (1) 175-178.
- Delwiche, M. J., T. McDonald and S. V. Bowers, 1987. Determination of peach firmness by analysis of impact forces. Transactions of the ASAE, 30 (1) 249-254.
- Delwiche, M. J., H. Arevalo and J. Mehlschau, 1996. Second generation impact force response fruit firmness sorter. Transactions of the ASAE, 39 (3) 1025-1033.
- Fluck, R. C. and E. M. Ahmed, 1973. Impact testing of fruits and vegetables. Transactions of the ASAE, 16 (4) 660-666.
- Hammerle, J. R. and N. N. Mohsenin, 1966. Some dynamic aspects of fruit impacting hard and soft materials. Transactions of the ASAE, 9 (4) 484-448.
- Horsfield, B. C., R. B. Fridley and L. I. Claypool, 1972. Application of theory of elasticity to the design of fruit harvesting and handling equipment for minimum bruising. Transactions of the ASAE, 15 (4) 746-750, 753.
- Lang, Z. 1994. The influence of mass and velocity on the maximum allowable impact energy of apples. J. of Agricultural Engineering Research, 57, 213-216.
- Lichtensteiger, M. J., R. G. Holmes, M. Y. Hamdy and J. L. Blaisdell, 1988. Impact parameters of spherical viscoelastic objects and tomatoes. Transactions of the ASAE, 31 (2) 595-602.
- Mohsenin, N. N. 1970. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Vol. I. Gordon and Breach Science Publishers, NY.
- Rohrbach, R. P., J. E. Franke and D. H. Willits, 1982. A firmness sorting criterion for blueberries. Transactions of the ASAE, 25 (2) 261-265.
- Vursavuş, K. ve F. Özgüven, 2000. Çarpma durumunda elmanın fiziko-geometrik özelliklerinin mekanik zedelenme üzerindeki etkisinin araştırılması. Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi, 1-2 Haziran, Erzurum.