

## Ege Bölgesi Bazı Yağlık Zeytin Çeşitlerinin Mekanik Hasat Kriterlerinin Belirlenmesi\*

Türker SARAÇOĞLU<sup>1</sup>, Ediz ULUSOY<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Aydın

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü İzmir  
turksar@hotmail.com

**Özet:** Günümüzde sağlık bilincinin artmasıyla beraber artan talep sonucunda zeytin, önemi gittikçe yükselen bir üründür. Bu nedenle zeytin yetiştiriciliğine ve dolayısıyla zeytin yetiştiriciliğinin en sorunlu aşaması olan hasat mekanizasyonuna ilgi yoğunlaşmaktadır. Bu çalışmada arazi denemeleriyle Memecik, Ayvalık ve Gemlik zeytin çeşitlerinin mekanik hasat kriterleri belirlenmeye çalışılmıştır. Öncelikle her üç çeşidin olgunlaşma düzeyleri, yaklaşık bir aylık dönemde, 6 değişik tarihte tutunma kuvveti değişimi, meyve kütlesi değişimi ve olgunlaşma indisi kriterlerine göre incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; Gemlik, Ayvalık ve Memecik çeşitleri için olgunlaşmayla beraber meyve tutunma kuvveti azalmış (sırasıyla %17,8 - %15,9 - %2,2), meyve kütlesi önemli derecede değişmemiş, ancak bunlara bağlı olarak tutunma kuvvetinin meyve kütlesine oranında (F/m) bir azalma meydana gelmiştir. Olgunlaşma indisi her üç çeşit için de olgunlaşmaya bağlı olarak 5 değerine yaklaşmıştır. Hasat denemelerinde üç farklı genlik (50, 40, 30 mm), üç farklı frekans (40, 30, 20 Hz) ve 2 farklı sarsma süresi (5 ve 10 s) kombinasyonları üç tekerrürlü uygulanmıştır. Deneme sonuçlarına göre; Gemlik, Ayvalık ve Memecik çeşitleri için hasat yüzdelilerinin ortalamalarına bakıldığında en yüksek hasat yüzdesi (sırasıyla, %83,66-%85,33-%83,48), 50 mm genlik, 40 Hz frekans ve 10 s'lik sarsma süresinde gerçekleşmiştir. Bu çalışma koşullarında zarar oranları Gemlik çeşidinde % 4,05, Ayvalık çeşidinde, % 3,92 , Memecik çeşidinde % 6,18 olmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Zeytin, zeytin hasat mekanizasyonu, zeytin hasat makinası

### Determination of Mechanical Harvest Criteria of Some Ege Region Oil Olive Variety

**Abstract:** At the present time, demand for olive was increased in parallel with increasing on health conscious. Therefore, importance of olive is becoming higher and for this reason, concern on olive production and consequently its most problematic stage harvest mechanization is also increasing. In this study, mechanical harvest criteria of Memecik, Ayvalık and Gemlik varieties were determined in situ conditions. Firstly, fruit maturity levels of three varieties were examined during approximately one month, according to changing of detachment force at six different dates, changing of fruit mass and maturity index. According to the obtained results; with the increasing on maturity, while detachment force for Gemlik, Ayvalık ve Memecik varieties decreased (respectively %17,8 - %15,9 - %2,2), fruit mass wasn't change significantly, therefore, detachment force/ fruit mass ratio (F/m) decreased. Maturity index approached to 5 depending on the maturation for these three varieties. Three amplitude (50, 40, 30 mm), three frequencies (40, 30, 20 Hz) and two shaking time (5 and 10 s) were studied with three replication during the harvest experiments. As a result, the highest average harvest percentages for Gemlik, Ayvalık and Memecik varieties (%83,66 - %85,33 - %83,48 respectively) were obtained at 50 mm amplitude, 40 Hz frequency and 10 s time condition. Damage ratios for Gemlik, Ayvalık and Memecik varieties were %4,05, %3,92 and %6,18 respectively under this circumstances.

**Key words:** Olive, olive harvest mechanization, olive harvest machine

### GİRİŞ

Akdeniz iklim özellikleri gösteren ülkelerde ekonomik olarak tarımı yapılabilen zeytin günümüzde yaklaşık 38 ülkede yetiştirilmektedir. Dünya zeytin üretiminin %97'si Akdeniz ülkelerinde gerçekleşmekte

olup, en büyük zeytin üretici ülkeler İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Suriye, Tunus, Fas, Portekiz, Mısır ve Cezayir'dir. Türkiye üretim miktarı ve verim değerleri ile Dünya'da 4. sırayı almaktadır. Ege

\* Bu çalışma doktora tezinin bir kısmını kapsamaktadır.

Bölgesi %61,3'lük payla en fazla üretimin yapıldığı bölge olup onu sırasıyla %19,1 ile Marmara, %16 ile Akdeniz ve %3,1 ile Güneydoğu Anadolu Bölgeleri izlemektedir. Dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de üretilen tane zeytinin yaklaşık %65-70'i yağlığa, %30-35'i sofralığa işlenmektedir (FAO 2007; Anonim 2006).

Zeytin hasadı gerek arazilerin topografik durumu, gerek plantasyonların özelliği, gerekse işlem giderleri bakımından üretim maliyetinin en önemli payını oluşturan büyük bir sorundur. Toplam insan işgücünün ihtiyacının çok yüksek olması, bu işgücüne kısa periyotta ihtiyaç duyulması ve bulunamaması, kış aylarının olumsuz koşulları nedeniyle iş veriminin düşmesi, hasat giderlerini daha da arttırmaktadır. Ürünün optimum olgunluk döneminde toplanmaması durumunda meydana gelen kalite kayıpları da karlılığı dolaylı yoldan etkilemektedir.

Özetlenen bu durum nedeniyle son yıllarda ülkemizde zeytin hasat mekanizasyonuna olan ilgi artmıştır. Gelişen talep sonucunda yurtdışından çok çeşitli zeytin hasat makineleri ithal edilmektedir. Ancak bu makinelerde fiyatların yüksekliği, birçoğunun kullanım gücünün ve yorucu olması, bazılarında iş başarısının yetersizliği gibi olumsuzluklarla karşılaşmaktadır. Ayrıca makina seçiminde göz önünde tutulması gereken kriterler çok iyi bilinmediğinden ve alternatif çözümler sınırlı olduğundan uygulama sonucu tatminkâr değildir.

Bu gelişme doğrultusunda yerli makina imalatçıları konuya ilgi göstermiş olup yurtiçinde üretilen yerli zeytin hasat makinelerinin sayısı her geçen gün artmaktadır. Bu makinelerin yapımında ya ithal edilen zeytin hasat makineleri birebir kopyalanmakta, ya da amacı belli olmayan bazı değişiklikler yapılmaktadır. Buna bağlı olarak, ülkemiz zeytin çeşitlerinin mekanik hasat kriterleri tam olarak bilinmeden, bilimsel temel veriler kullanılmadan, alternatif çözüm olanakları incelenmeden mekanik zeytin hasadı gerçekleştirilmeye çalışılmakta, sonuç olarak teknik yönden yetersiz, ekonomik olmaktan uzak, insan sağlığına zararlı, zeytin ağaçlarına zarar verebilecek durumlarla karşılaşmaktadır.

Konunun ülkemiz zeytin çeşit özellikleri, mekanik hasat kriterleri boyutlarıyla pratik ve teorik bir bütünlük içinde ele alınması, üretim maliyetinde en büyük paya sahip "hasat" işlemini etkinleştirebileceği gibi, mevcut hasat makinelerindeki bazı özelliklerin geliştirilmesine de katkı sağlayacaktır.

Bu nedenle çalışmada Memecik, Ayvalık ve Gemlik zeytin çeşitlerinin mekanik hasat kriterlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Deneme yeri ve bitkisel materyal

Mekanik hasat kriterlerini belirlemeye yönelik arazi denemeleri Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü'nün Kemalpaşa'daki araştırma ve üretim alanında Gemlik ve Ayvalık çeşitlerinde, Adnan Menderes Üniversitesi Merkez Kampus alanında bulunan zeytin bahçelerinde Memecik zeytin çeşidi üzerinde 2006-2007 hasat döneminde yapılmıştır. Çizelge 1'de denemelerde kullanılan çeşitlere ait bahçe ve ağaç karakteristikleri görülmektedir.

### Sarsıcı düzenler

Denemelerde Taral-Mavi Kuş (Makina A) (Şekil1) ve Öztunçlar-Star 2000 (Makina B) (Şekil 6) firmalarına ait sarsıcı düzenler üzerinde modifikasyonlar yapılarak kullanılmıştır. Her iki makina çalışma prensibi olarak aynı olmasına rağmen yapısal değişiklikleri bulunmaktadır. Çizelge 2' de Makina A'ya ait teknik özellikler görülmektedir.

### Çizelge 1. Denemelerde kullanılan çeşitlere ait bahçe ve ağaç karakteristikleri.

Çeşit	Gemlik	Ayvalık	Memecik
<b>Bahçe</b>			
Dikim Aralığı (m)	5x6	7x7	7x6
Dikim Yoğunluğu (ağaç/ha)	333	204	238
Meyil	Düz	Düz	Düz
<b>Ağaç</b>			
Yaş (yıl)	15-16	16-17 (Taban Yaşı 35)	30
Budama Tipi	Serbest	Serbest	Serbest
Ortalama Ağaç Yüksekliği (m)	4,00	4,27	4,14
Ortalama Taç Çapı (m)	3,89	4,87	4,25
Ortalama Taç Hacmi (m <sup>3</sup> )	32,33	62,99	41,21
Ortalama Ürün Ağırlığı (kg/ağaç)	18,60	30,81	25,73

Makina A sırtta taşınan iki zamanlı motora sahip olup buradan alınan hareket, spiral bir mil ve uzatma çubuğu içerisine yataklandırılmış transmisyona mili yardımıyla uç kısmında bulunan krank-biyel mekanizmasına iletilmektedir. Burada hareket 15/35 oranında redükte edilirken konik dişli yardımıyla yön değiştirmekte ve ayna dişli üzerinde bulunan çarka eksantrik bağlanan biyel kolu yardımıyla kancanın ileri-geri hareketi sağlanmaktadır. Şekil 2'de Makina A'nın sarsıcı organı görülmektedir.



**Şekil 1. Taral firmasına ait mekanik dal sarsıcı (Makina A).**

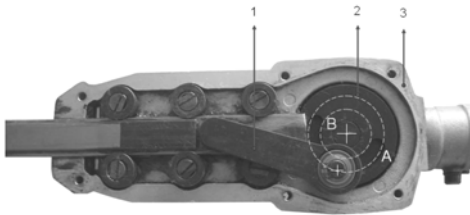
**Çizelge 2. Makina A'ya ait teknik özellikler.**

Genel	
Şaft boyu	Fleksible Spiral Mil+1800 mm
Ağırlık	9,8 kg
Frekans	~33 Hz
Genlik	40 mm
Redüksiyon oranı	15/35
Motor Özellikleri	
Silindir hacmi	54 cm <sup>3</sup>
Gücü	2,3 kW
Yakıt deposu kapasitesi	1 L



**Şekil 2. Makina A sarsıcı organı.**

Makinanın orijinalinde eksantrik çarkın çapı 40 mm dir (Şekil 3' de A yörüngesi). Maksimum gaz verildiğinde frekansı ~33 Hz olmaktadır.



**Şekil 3. Makina A'ya ait sarsıcı düzenin içyapısı.**

Makinada yapılan modifikasyonlar çerçevesinde genlik denemeleri için öncelikle krank-biyel mekanizması üzerinde biyel kolunun (1) bağlı olduğu eksantrik çark (2) üzerinde, biyel kolunun bağlandığı noktanın konumunun değiştirilmesiyle 30 mm genlik değeri elde edilmiştir (Şekil 3'de B yörüngesi).

Eksantrik çarkın 50 mm genlik değerini verecek şekilde çapının artırılması, hareket muhafaza bloğu (3) içerisinde mümkün olmadığından bu genlik değerinin denemeleri Makina B ile gerçekleştirilmiştir.

Frekans değişimlerini sağlayabilmek için öncelikle Makina A'nın orijinal güç kaynağı olan 2 zamanlı motor üzerinde farklı gaz kademelerinde makinanın çalıştırılması düşünülmüş (Şekil 4), fakat tam gaz harici diğer çalışma kademelerinde motor devrinin düzensiz olması nedeniyle araştırmada güç alma kaynağı olarak elektrik motorunun kullanılmasına karar verilmiştir.

Sistemin spiral milinin elektrik motoruna bağlanması ve elektrik motorunun da elektronik bir AC motor hız kontrol ünitesi yardımıyla çalıştırılması, istenilen frekansların elde edilmesine olanak sağlamıştır.

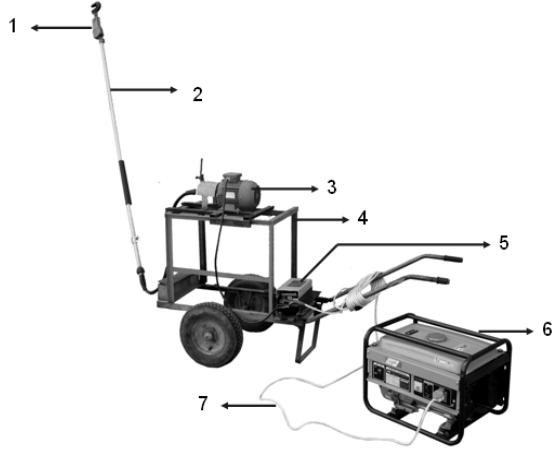


**Şekil 4. Motor gaz ayar kolu.**

Arazi koşullarında çalışma sırasında elektrik motoruna bağlı sarsıcının hareketini sağlayabilmek amacıyla elektrik motoru tekerlekli bir el arabasına, şasesinin profillerle yukarı doğru uzatılmış bölümüne monte edilmiştir. Ayrıca arazi koşullarında çalışma nedeniyle elektrik motoru güç kaynağı olarak bir jeneratör kullanılmıştır. Şekil 5'te denemelerde kullanılan modifiye edilmiş sarsıcı makinanın genel görünüşü verilmiştir.

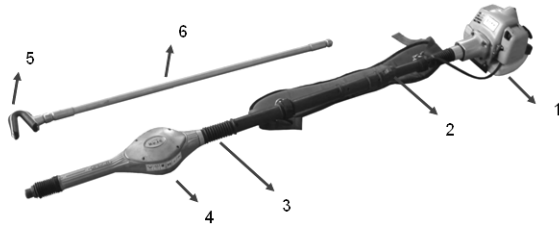
Makina B daha önce belirtildiği gibi yapısal bakımdan Makina A'dan farklı olmasına karşın çalışma prensibi aynıdır. Makina B aynı Makina A gibi git-gel hareketi ile ağaç dallarının sarsılması amacıyla kullanılmaktadır (Şekil 6).

Makina B'nin orijinalinde 54 mm olan genlik değeri 50 mm'ye indirilmiştir. Makinanın yapısal durumunun farklılığı nedeniyle elektrik motoruna bağlanması sağlanamamıştır. Bu nedenle çalışmada sadece orijinal frekans değeri olan 40 Hz kullanılabilmiştir. Makina B'ye ait teknik özellikler Çizelge 3' te görülmektedir.



No	Açıklama
1	Sarsıcı kafa
2	Uzatma çubuğu
3	Elektrik motoru
4	Şasi
5	AC motor hız kontrol ünitesi
6	Jeneratör
7	Uzatma kablosu

Şekil 5. Taral firmasına ait olan dal sarsıcısının modifiye edilmiş genel görünüşü (Makina A).



No	Açıklama
1	Motor
2	Açma – kapama butonu
3	Vibrasyon sönümleyici
4	Krank-biyel mekanizması ve redüktör
5	Kanca
6	Uzatma çubuğu

Şekil 6. Öztunçlar firmasına ait sarsıcı makina (Makina B).

Çizelge 3. Makina B'ye ait teknik özellikler.

Genel	
Toplam Boyu	3410 mm
Ağırlık	15 kg
Frekans	40 Hz
Genlik	54 mm
Redüksiyon Oranı	1/4
Motor Özellikleri	
Silindir Hacmi	41 cm <sup>3</sup>
Gücü	1,8 kW
Yakıt Deposu Kapasitesi	1,5 L

Çalışmada 50 mm genlik Makina B ile sadece 40 Hz frekans değeriyle denenebilirken, Makina A ile 40 ve 30 mm genlik değerlerinde, 40 Hz, 30 Hz ve 20 Hz frekanslarda denemeler yapılabilmektedir.

#### Elektrik motoru

Çalışmada Makina A'ya ait sarsıcı sistemin tahrikinde istenilen frekansların elde edilebilmesi amacıyla güç kaynağı olarak 1,5 kW, 2800 min<sup>-1</sup> devirli ve 50 Hz frekanslı bir elektrik motoru kullanılmıştır.

#### AC Motor hız kontrol ünitesi

Denemelerde, elektrik motoru ile tahrik edilecek olan sarsıcıda istenilen devir ayarlamalarını yapabilmek amacıyla AC Hız Kontrol Ünitesi (ENELMAK 2,2 kW) kullanılmıştır. AC motor hız kontrol ünitesi, motorun hızını yüksek kalkış momentiyle sıfırdan istenen değere, istenen sürede ayarlayabilen bir hız kontrol cihazıdır. Menüden motor maksimum hızı, hızlanma süresi, yavaşlama süresi, frenleme zamanı gibi tüm sürücü uygulamaları ayarlanabilmektedir.

#### Jeneratör

Denemelerde, modifiye edilmiş (Makina A) sarsıcı sistemin tahrikinde kullanılan elektrik motorun besleme kaynağı olarak maksimum çıkış gücü 2,8 kVA olan, 50 Hz frekans ve 220 Volt gerilimli fırçasız alternatörlü, 4 zamanlı motora sahip, 11 saat/depo çalışma kapasitesi olan, üzerinde voltmetre, otomatik voltaj regülatörü ile düşük yağ ikazı bulunan 39 kg ağırlığında bir jeneratör (RAINBOW LT-3000 CL) kullanılmıştır.

#### Çalışmada kullanılan diğer yardımcı materyaller

Çalışmada zeytin örneklerinin tutunma kuvvetlerinin ölçümü mekanik bir el dinamometresi ile gerçekleştirilmiştir. El dinamometresi metrik bir skalaya sahip olup, çeki ve baskı kuvvetlerini ölçebilmektedir. Ölçüm kapasitesi 10 kg ve ölçüm aralığı 0,05 kg' olan cihaz ölçülebilen maksimum kuvveti sabitleyebilme özelliğine sahiptir. Tutunma kuvveti ölçümleri yapılarak numaralandırılmış poşetlere konulan zeytin tanelerinin kütlelerini belirlemek için maksimum kapasitesi 610 g olan ve 0,01 g duyarlılıkla ölçüm yapabilen elektronik terazi (SARTORIUS BL610) kullanılmıştır. Hasat edilen zeytinlerin toplanmasını kolaylaştırmak amacıyla ağaçların altına serilen 6x8 m ölçülerinde 2 adet sergi kullanılmıştır. Hasat edilen zeytinler, ağırlık ölçümlerinin yapılması için poşetlere konularak

laboratuvara taşınmıştır. Ağaçların geometrik özelliklerini belirlemek için şerit metre, dalların sarsma sürelerini ölçmek için dijital bir kronometre kullanılmıştır.

### Metot

#### Arazi denemelerine ilişkin uygulamalar

Denemeler, benzer iş kapasitesi ve deneyime sahip işçilerden oluşturulan bir ekiple ve tane tutunma kuvveti değerlerindeki farklılık hatasını en az düzeyde tutabilmek amacıyla, olabildiğince dar bir zaman periyodu içerisinde gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

Denemelerde farklı frekans, genlik ve sarsma süresi grupları üçer tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Her grubun denemesi sırasında öncelikle ağaç üzerinden örnek tutunma kuvvetleri ve meyve kütlesi ölçümleri için örnekler alınmıştır. Daha sonra ağaç hasat edilmiş ve dökülen ürün ile dal, yaprak, sürgün ağırlıkları ayrı ayrı ölçülmüştür. Hasat işleminin sonunda ağaçta kalan ürün Oliviero marka bir çırpıcı ve işçiler tarafından toplanarak ürün ağırlığı belirlenmiş ve bu sayede ağaç üzerindeki toplam ürün miktarı bulunabilmektedir.

Hasat denemeleri sırasında aşağıdaki aşamalar izlenmiştir:

- Hasat yüzdesinin (etkinlik) belirlenmesi
- Zarar düzeyinin belirlenmesi
- Sarsma süresi etkisinin belirlenmesi

Bu çalışmada optimum hasat zamanının belirlenmesi için hasat öncesi tutunma kuvveti, meyve kütlesi ve olgunlaşma indisi esas alınmıştır.

#### Meyve tutunma kuvvetinin saptanması

Denemelerde optimum hasat zamanının belirlenmesi amacıyla hasattan önce periyodik olarak 6 ayrı zamanda (20 Ekim–24 Kasım tarihleri arasında) 10 ağaç üzerinden ağacın 4 ayrı bölgesinden 30'ar tane olmak üzere toplam 120 adet örneğin tutunma kuvveti ölçülmüştür. Daha sonra bir karşılaştırma kriteri olarak bu örneklerin kütleleri ölçülerek F/m değerleri belirlenmiştir. Ayrıca 28.11.2006–15.12.2006 tarihleri arasında Gemlik, 19.12.2006–29.12.2006 tarihleri arasında Ayvalık ve 08.01.2007–17.01.2007 tarihleri arasında Memecik çeşitleriyle yapılan hasat sırasında da her denemenin gerçekleştirildiği ağaçtan 30'ar örnek alınarak F/m değerleri saptanmıştır.

Tutunma kuvvetinin meyve ağırlığına oranı,

$$\frac{F}{m} = \frac{\text{Meyve kopma direnci (N)}}{\text{Meyve kütlesi (g)}} \quad (1)$$

şeklinde tanımlanan bir değer olup meyvenin dala tutunma kuvveti ile meyve ağırlığı arasındaki ilişkiyi belirten ve bilimsel araştırma sonuçlarının karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılan bir büyüklüktür.

#### Olgunlaşma indisinin belirlenmesi

Denemelerde meyve tutunma kuvveti ve meyve kütlesi ölçümleri için alınan örnekler, üzeri kodlanmış poşetlere konularak, laboratuvar ortamında et ve kabuk renginde meydana gelen değişimler Çizelge 4'de belirtilen kriterlere göre değerlendirilmiştir. Meyve etinin durumunu belirlemek amacıyla meyveden uzunlamasına çekirdeğe teğet olarak kesit alınmış ve renk yoğunluğu gözlenmiştir. Bu indis 0–7 arasında bir rakam verir. 100 adet zeytinin karakter gruplarına göre dağılımı esas alınarak zeytin olgunlaşma indisi aşağıdaki eşitlikle ifade edilmektedir;

$$I_z = \frac{[(n_0 \cdot 0) + (n_1 \cdot 1) + (n_2 \cdot 2) + \dots + (n_7 \cdot 7)]}{100} \quad (2)$$

Burada;

$I_z$  : Zeytin olgunlaşma indisi (0.....7),

$n_n$  : Karakter grubundaki örnek sayısı.

#### Hasat denemeleri

##### Hasat yüzdesinin (etkinlik) belirlenmesi

Hasat denemeleri 50, 40 ve 30 mm genlik değerlerinde 40, 30 ve 20 Hz frekans uygulanarak, sarsma süresi 5 ve 10 s olacak şekilde kombinasyonlarla üçer tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Ancak teknik kısıtlamalar nedeniyle 50 mm genlikle sadece 40 Hz frekansta, 5 ve 10 s sarsma sürelerinde çalışılabilmektedir.

#### Çizelge 4. Olgunlaşma indisi kriterleri (Caran, 1990).

Karakter	Karakterin sayısal değeri
Kabuk koyu yeşil	0
Kabuk yeşil-sarı	1
Kabuk pembeleşme başlangıcında	2
Kabukta alacalanma	3
Kabuk siyah, pulp beyaz	4
Kabuk siyah, pulpun yarısına yakın kısmı menekşe	5
Kabuk siyah, pulpun yarısı menekşe (Çekirdeğe henüz ulaşmamış)	6
Kabuk siyah, pulp çekirdeğe kadar menekşe	7

Çalışmada incelenen hasat kriterleri için hasat etkinliği ağaç başına ayrı ayrı aşağıdaki şekilde belirlenmiştir;

$$HY = \left( \frac{K_1}{K_1 + K_2} \right) \cdot 100 \quad (3)$$

Burada;

HY : Hasat yüzdesi (etkinlik) (%),

$K_1$  : Mekanik yolla hasat edilen ürün miktarı (kg/ağaç),

$K_2$  : Ağaçta kalan ürün miktarı (kg/ağaç) dir.

Zeytin hasadının sarsma prensibine göre yapılmasında en etkili faktörler genlik ve frekans olmakla birlikte, hasat yüzdesi (etkinlik) sarsma süresiyle de ilişkilidir. Bu üç parametrenin kombinasyonu farklı sonuçlar doğurabileceğinden "Ortalama sarsma hızı-hasat yüzdesi" ilişkisi çerçevesinde de bazı değerlendirmeler yapılmıştır.

#### Zarar düzeyinin belirlenmesi

Zeytin hasadı sırasında oluşan dal, filiz kırılmaları ve yaprak kayıpları, hasadı takip eden yılın ürününe olumsuz şekilde yansımakta ve periyodisiteyi keskinleştirmektedir.

Bu nedenle yapılan çalışmada uygulanan hasat kriterlerinin incelenmesinde, her bir ağaç için hasat sonunda düşürülen toplam materyal (ürün+yaprak+dal+filiz) içerisindeki yaprak+dal+filiz miktarının yüzdesi belirlenmiştir;

$$\text{Zarar} = \left[ \frac{(\text{Yaprak} + \text{Dal} + \text{Filiz})}{(\text{Ürün} + \text{Yaprak} + \text{Dal} + \text{Filiz})} \right] \cdot 100 \quad (4)$$

#### Sarsma süresi ölçümleri

Sarsıcı makineler ile hasat sırasında her bir dala kancanın takıldıktan sonra sarsılma süresi digital bir el kronometresi ile 5 ve 10 s olarak ölçülmüştür. Uygun sarsma süresinin belirlenmesi için tek tek zeytin taneleri üzerinde laboratuvar ortamında yapılacak ölçümler yerine, ağaç üzerinde yapılacak ölçümlerin hasat yüzdesi ile ilişkili olarak daha gerçekçi sonuçlar vereceği düşünülmüş ve bu sürelerin 5, 10 ve 15 s olması ön görülmüştür. Ancak yapılan ön denemelerde 10 s'lik sarsma süresinden sonra kayda değer miktarda zeytin dökülmediğinden 15 s'lik sarsma süresi ölçümlerinden vazgeçilmiştir.

#### İstatiksel analizler

Çalışmada elde edilen verilerin analizinde SPSS ve JMP 5.0.1a gibi programlar kullanılmıştır. Tutunma kuvveti ve meyve kütlesi arasındaki ilişkinin

belirlenmesi amacıyla SPSS programında korelasyon yapılmıştır. JMP 5.0.1a İstatistik Programı'nda yapılan varyans analizinde ise bağımlı değişken olan etkinlik değerlerine göre üçlü interaksiyonların önem seviyeleri incelenmiş ( $p < 0.05$ ) ve faktör seviyelerinin ortalamalarına ait farklılıklar t testi kullanılarak ve Tukey düzeltme faktörü dikkate alınarak karşılaştırılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

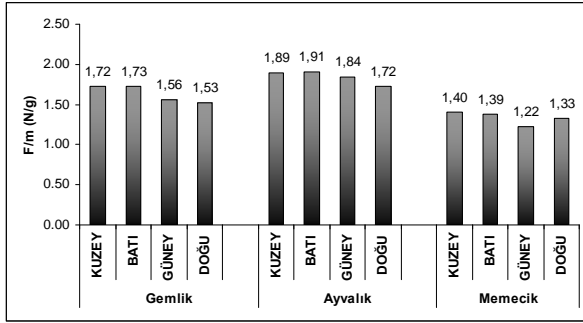
### Olgunlaşma

Zeytinin hasat zamanındaki F/m oranı mekanizasyon açısından önemli bir parametre olmakla birlikte doğru hasat zamanını belirleyen daha önemli kriterler de vardır. Bunların başında meyvenin yağ oranı ve kalitesinin değişimi, renk dönüşümü, nem oranı gibi hususlardır. Ancak hasat kolaylığı bakımından sadece F/m oranı incelenirse Gemlik ve Ayvalık çeşitlerinde hasada yakın dönemde bu oranın sırasıyla 1,54 N/g ve 1,59 N/g olduğu görülürken Memecik çeşidinde daha bir ay öncesinden itibaren bu değer 1,40 N/g' ın altına düşmektedir. Bu durum Memecik çeşidinin mekanik olarak daha yüksek bir etkinlikle hasat edilebileceğini göstermektedir.

Hasadın çok geciktirilmesi durumunda Gemlik ve Ayvalık çeşitlerinde tutunma kuvvetinin önemli ölçüde değişmediği (5,03 N ve 5,73 N), Memecik çeşidinde ise çok düştüğü belirlenmiştir (3,66 N). Hasattaki gecikme sonucunda Gemlik ve Ayvalık çeşitlerinde kütlelerin de çok değişmediği (3,34 g ve 3,76 g) ancak Memecik çeşidinde kütlelerin azaldığı gözlenmiştir (2,24 g). Tutunma kuvveti ve kütle değişimlerinin paralelliği nedeniyle bu farklılaşma F/m oranına yansımamaktadır. Hasat zamanında F/m oranı Gemlikte 1,55 N/g, Ayvalıkta 1,57 N/g ve Memecikte 1,68 N/g olmuştur. Ancak Memecik çeşidiyle yapılan hasat denemelerinde, daha önceki don vurgunu ve parsel değişikliği nedeniyle yukarıdaki yorumun genellemesine gidilmemesi doğru olur.

Zeytin hasadında frekans, genlik, meyve tutunma kuvveti ve meyve kütlesi ile ilgili teorilerin geliştirilmesinde, özellikle F/m oranının önemi üzerinde durulmakla beraber bu değerlerin çok değişken olması kesin yargılara varmayı engellemektedir. Ağaç yaşı ve özellikleri gibi faktörlerin yanı sıra mevsimsel iklim ve gelişme koşulları da varyasyonu arttırmaktadır. Etkili

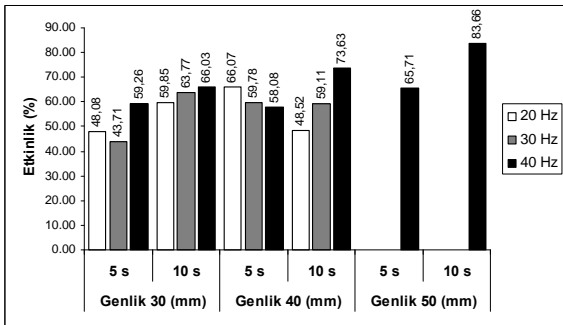
parametreleri sistematik olarak inceleyecek bir deneme deseni kurmak hemen hemen mümkün değildir. Ancak bu konuya hiç değilse biraz açıklık kazandırabilmek amacıyla zeytin ağaçlarının kuzey, batı, güney, doğu yönlerinde bir farklılık olup olmadığı araştırmacıların ilgilendikleri bir husus olmuştur. Bu çalışmada da yön etkisi 20 Ekim–24 Kasım tarihlerinde yapılan ölçme sonuçlarının ortalaması olarak değerlendirilmeye çalışılmış ve hesaplanan değerler Şekil 7’de özetlenmiştir. İstatistiksel anlamda çok belirgin olmamakla beraber her üç zeytin çeşidinde de kuzey ve batı yönlerindeki F/m değerlerinin, güney ve doğu yönlerindeki F/m değerlerinden biraz daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir.



**Şekil 7. 20 Ekim–24 Kasım tarihleri arasındaki F/m oranı ortalamalarının yöne ve zeytin çeşidine göre değişimleri.**

### Frekans, Genlik ve Sarsma Süresinin Hasat Yüzdesine (Etkinlik) Etkisi

#### Gemlik çeşidi



**Şekil 8. Gemlik zeytin çeşidinde frekans, genlik ve sarsma süresinin hasat yüzdesine (etkinlik) etkisi.**

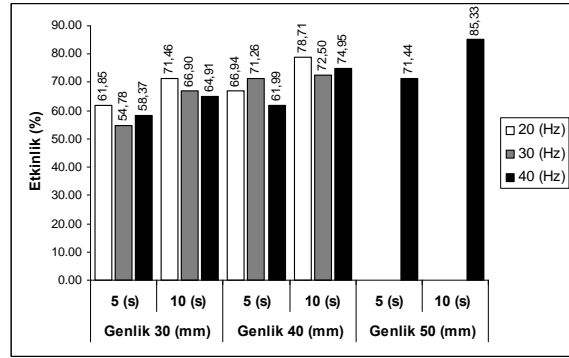
Gemlik zeytin çeşidinde yapılan denemelerin sonuçlarına göre farklı frekans, genlik ve sarsma sürelerinde hasat yüzdesi Şekil 8’de görülmektedir. Şekil incelendiğinde en yüksek hasat yüzdesi (etkinlik) değerinin 50 mm genlik 40 Hz frekans ve 10 s’lik sarsma süresinde (%83,66) gerçekleştiği

görülmektedir. 50 mm genlik ile yalnızca 40 Hz frekansta denemeler yapıldığından istatistiksel analizlerde 50 mm genlik ve 40 Hz frekanstaki sonuçlar dikkate alınmamıştır.

Genlik zeytin çeşidi deneme sonuçlarına göre bağımlı değişken olan etkinlik değerleri için yapılan varyans analizinde üçlü interaksiyonların önemli olduğu görülmüştür ( $p < 0.05$ ). Bu sonuca göre faktör seviyelerinin ortalamalarına ait farklılıklar t testi kullanılarak ve Tukey düzeltme faktörü dikkate alınarak karşılaştırılmıştır.

Bu sonuçlara göre 40 Hz frekans, 40 mm genlik ve 10 s sarsma süresi’ nin en iyi etkinlik değerini (%73,63) verdiği ve diğer faktör seviyelerinden istatistiksel anlamda farklı olduğu görülmektedir.

#### Ayvalık çeşidi



**Şekil 9. Ayvalık zeytin çeşidinde frekans, genlik ve sarsma süresinin hasat yüzdesine (etkinlik) etkisi.**

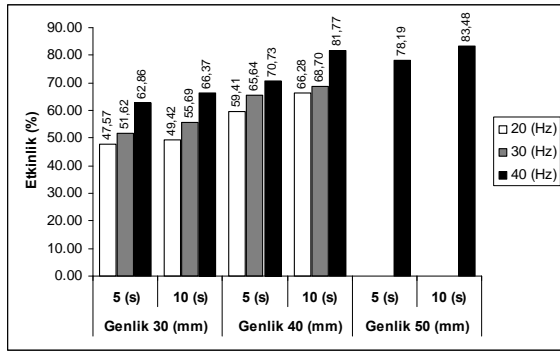
Ayvalık zeytin çeşidinde yapılan denemelerin sonuçlarına göre farklı frekans, genlik ve sarsma sürelerinde hasat yüzdesi Şekil 9’da görülmektedir. Şekil incelendiğinde en yüksek hasat yüzdesi (etkinlik) değerinin 50 mm genlik 40 Hz frekans ve 10 s’lik sarsma süresinde (%85,33) gerçekleştiği görülmektedir. 50 mm genlik ile yalnızca 40 Hz frekansta denemeler yapıldığından istatistiksel analizlerde 50 mm genlik ve 40 Hz frekanstaki sonuçlar dikkate alınmamıştır.

Ayvalık zeytin çeşidi deneme sonuçlarına göre bağımlı değişken olan etkinlik değerleri için yapılan varyans analizinde üçlü interaksiyonların önemli oldukları görülmüştür ( $p < 0,05$ ). Bu sonuca göre faktör seviyelerinin ortalamalarına ait farklılıklar t testi kullanılarak ve Tukey düzeltme faktörü dikkate alınarak karşılaştırılmıştır.

Bu sonuçlara göre 40 Hz frekans, 40 mm genlik ve 10 s sarsma süresi' nin en iyi etkinlik değerini (%74,95) verdiği görülmektedir.

Memecik zeytin çeşidinde yapılan denemelerin sonuçlarına göre farklı frekans, genlik ve sarsma sürelerinde hasat yüzdeleri Şekil 10'da görülmektedir. Şekil incelendiğinde en yüksek hasat yüzdesi (etkinlik) değerinin 50 mm genlik, 40 Hz frekans ve 10 s' lik sarsma süresinde (%83,48) gerçekleştiği görülmektedir. 50 mm genlik ile yalnızca 40 Hz frekansta denemeler yapıldığından istatistiksel analizlerde 50 mm genlik ve 40 Hz frekanstaki sonuçlar dikkate alınmamıştır.

### Memecik çeşidi



Şekil 10. Memecik zeytin çeşidinde frekans, genlik ve sarsma süresinin hasat yüzdesine (etkinlik) etkisi.

Memecik zeytin çeşidi deneme sonuçlarına göre bağımlı değişken olan etkinlik değerleri için yapılan varyans analizinde üçlü interaksiyonların önemli oldukları görülmüştür ( $p < 0,05$ ). Bu sonuca göre faktör seviyelerinin ortalamalarına ait farklılıklar t testi kullanılarak ve Tukey düzeltme faktörü dikkate alınarak karşılaştırılmıştır.

Bu sonuçlara göre 40 Hz frekans, 40 mm genlik ve 10 s sarsma süresi' nin en iyi etkinlik değerini (%81,77) verdiği görülmektedir.

Genel olarak deneme sonuçları incelendiğinde, her üç çeşitte de 50 mm genlik, 40 Hz frekans ve 10 s'lik sarsma süresinde en yüksek hasat yüzdesine ulaşıldığı görülmektedir. Ancak yapılan istatistiksel analizlerde 50 mm genlik değerlendirme dışında bırakılmış olduğundan bu yüksek genlikte elde edilebilecek sonuçları yorumlamak eksik kalmaktadır.

Denemelerde incelenen tüm çeşitlerde frekans, genlik ve sarsma sürelerinin üçlü interaksiyonlarının önemli olduğu görülmüş ( $p < 0,05$ ), en yüksek hasat yüzdesine 40 mm genlikte Gemlik çeşidinde %73,63,

Ayvalık çeşidinde %74,95 ve Memecik çeşidinde %81,77'ye ulaşılmıştır. Genlik 50 mm'ye yükseltildiğinde etkinliğin Gemlik çeşidinde %83,66, Ayvalık çeşidinde %85,33 ve Memecik çeşidinde %83,48'e çıktığı saptanmıştır. Bu bulgu zeytin hasat makinelerinde daha yüksek genliklerle çalışılabileceğine de işaret etmekle birlikte interaksiyonlar göz ardı edilmemelidir. Nitekim Sessiz and Özcan (2006) çalışmalarında 60 mm sabit genlik değeri ile 12, 16, 20 ve 24 Hz frekanslarda yapmış oldukları hasatta frekans değerinin artmasıyla hasat yüzdesinin arttığını belirtmişler, fakat çalışmalarında ele aldıkları en yüksek frekans değerinde bile (24 Hz) ancak %51'lik bir hasat yüzdesine ulaşabilmişlerdir. Bu nedenle hasat yüzdesini arttırmak amacıyla kimyasal madde kullanmışlardır. Bu araştırma çerçevesinde yapılan ve yukarıda özetlenen hasat yüzdeleri dikkate alındığında, kimyasal madde kullanmaya gerek kalmaksızın, sadece frekansın artırılmasıyla daha yüksek hasat oranlarına ulaşılabileceği söylenebilir. Yine de her iki çalışmada ele alınan çeşitlerin, iklim koşullarının ve diğer etkenlerin farklılığını da göz önünde bulundurmak gereklidir.

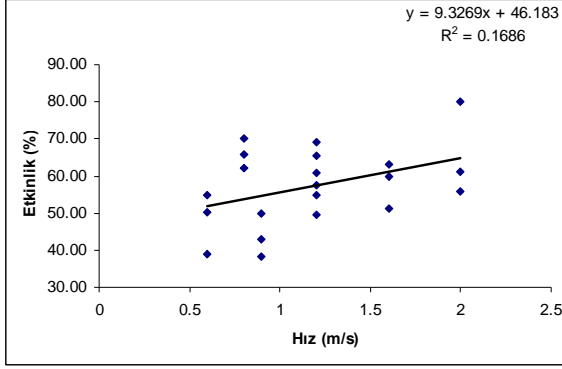
Sarsma süreleri açısından bakıldığında 10 s'lik sarsma süresinin 5 s'lik sarsma süresine göre daha etkili görülmektedir.

### Sarsma Hızının Hasat Yüzdesine (Etkinlik) Etkisi

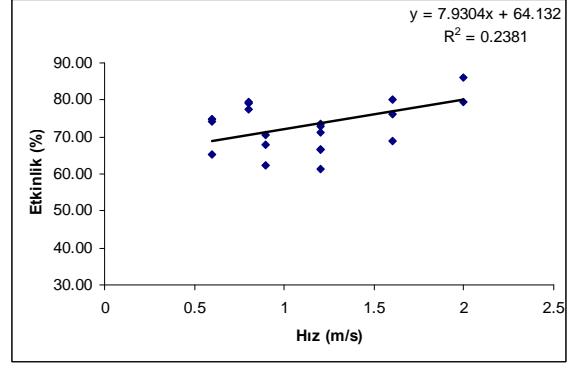
Makinalı zeytin hasadında etkinliğin artırılması, yani sarsma sonucunda düşen zeytin meyveleri yüzdesinin daha fazla olmasında en etkili faktörler olarak genlik ve frekans öne çıkmaktadır. Bu iki parametrenin en uygun kombinasyonu ise optimum çalışma koşullarını belirleyecektir. Ne var ki genlik ve frekansın sarsma süresiyle de bağlantılı olarak tek tek etkisini incelemek kolay olduğu halde, değişik kombinasyonlarının ortak etkisini belirlemek çok kolay değildir. Bu etki zeytin çeşidiyle de ilgili olabileceğinden elde edilen deneme sonuçlarından böyle bir kombinasyon etkisinin yakalanıp yakalanamayacağı "Ortalama Sarsma Hızı - Hasat Yüzdesi" ilişkisi gözden geçirilerek incelenmiştir.

Titreşim olayında frekans ve genlikten oluşan konum değiştirme döngüsü süresince, sinüsoidal yörünge üst ve alt noktalara ulaştıktan sonra yön değiştirmekte, ulaşılan bu üst ve alt noktalar arasında hareket hızı sürekli olarak değişmektedir. Hareket hızının sürekli değişimi nedeniyle "Ortalama Hız" bir değerlendirme kriteri olarak ele alınmış ve hasat etkinliği ile ilişkisi aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir.

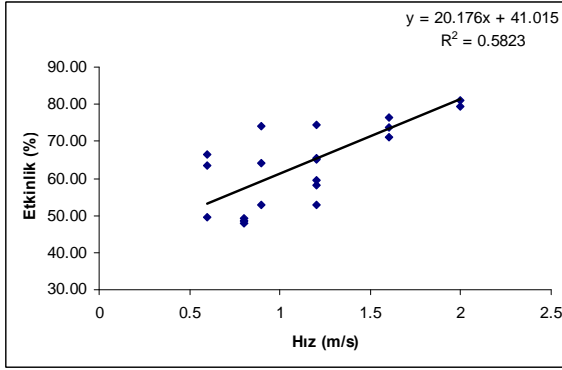




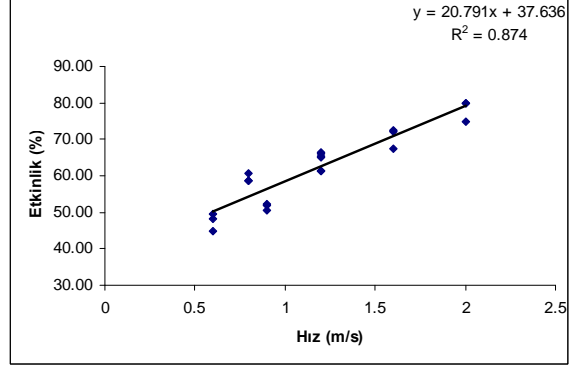
**Şekil 11. Gemlik zeytin çeşidinde 5 s sarsma süresinde hız-etkinlik ilişkisi**



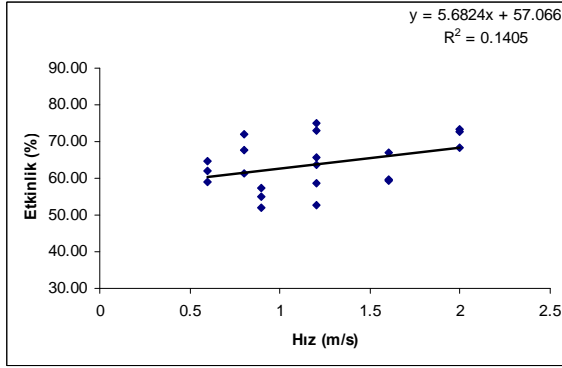
**Şekil 14. Ayvalık zeytin çeşidinde 10 s sarsma süresinde hız-etkinlik ilişkisi**



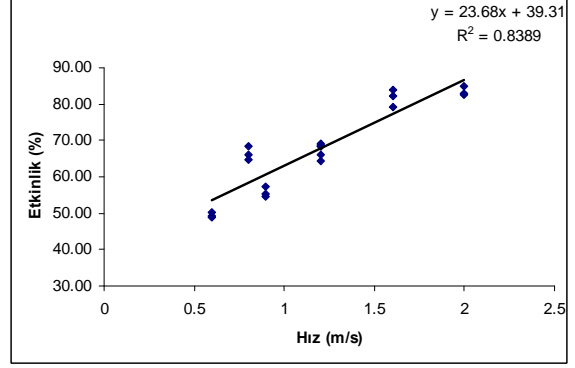
**Şekil 12. Gemlik zeytin çeşidinde 10 s sarsma süresinde hız-etkinlik ilişkisi**



**Şekil 15. Memecik zeytin çeşidinde 5 s sarsma süresinde hız-etkinlik ilişkisi**



**Şekil 13. Ayvalık zeytin çeşidinde 5 s sarsma süresinde hız-etkinlik ilişkisi**



**Şekil 16. Memecik zeytin çeşidinde 10 s sarsma süresinde hız-etkinlik ilişkisi**

Sarsma hızı ile etkinlik ilişkisi sadece doğrusal bir modelle irdelenmiş, denemelerdeki ölçüm sayısının yetersiz kalacağı düşünülerek daha yüksek tutarlılıkta farklı modeller arayışına girilmemiştir. Grafiklerden görüleceği üzere Gemlik ve Ayvalık çeşidinde doğrusal olarak tanımlanabilecek bir ilişki saptanamamış,  $R^2$  değerleri 0,1405 ile 0,5823 arasında kalmıştır. Memecik çeşidinde ise  $R^2$  değerinin 0,874'e kadar

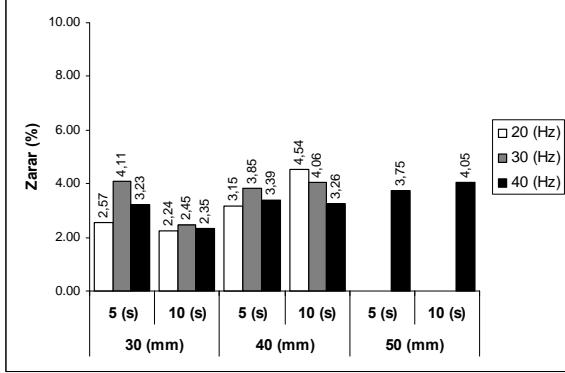
çıktığı görülmüş ve nispeten tatmin edici doğrusal bir ilişki belirlenmiştir.

### **Frekans, Genlik ve Sarsma Süresinin Zarar Yüzdesine Etkisi**

#### **Genlik çeşidi**

Genlik zeytin çeşidinde yapılan denemelerin sonuçlarına göre farklı frekans, genlik ve sarsma

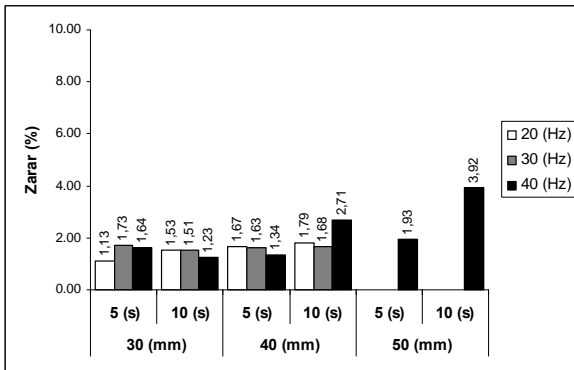
sürelerinde zarar yüzdeleri Şekil 17’de görülmektedir. Zarar oranları ile ilişkili olarak yapılan varyans analizi sonuçlarına göre hiçbir faktör %5 önem seviyesine göre önemli değildir. Fakat genlik faktörünün %5 önem seviyesine oldukça yakın olması sebebiyle (0,053) genlik değerinin zarar yüzdesinde önemli bir kriter olduğu söylenebilir.



Şekil 17. Gemlik zeytin çeşidinde frekans, genlik ve sarsma süresinin zarar yüzdesine etkisi.

#### Ayvalık çeşidi

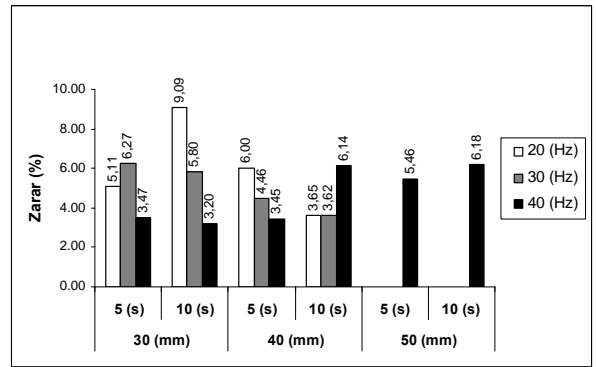
Ayvalık zeytin çeşidinde yapılan denemelerin sonuçlarına göre farklı frekans, genlik ve sarsma sürelerinde zarar yüzdeleri Şekil 18’de görülmektedir. Zarar oranları ile ilişkili olarak yapılan varyans analizi sonuçlarına göre hiçbir faktör %5 önem seviyesine göre önemli bulunmamıştır. Fakat genlik faktörünün %5 önem seviyesine oldukça yakın olması sebebiyle (0,056) genlik değerinin zarar yüzdesinde önemli bir kriter olduğu söylenebilir.



Şekil 18. Ayvalık zeytin çeşidinde frekans, genlik ve sarsma süresinin zarar yüzdesine etkisi.

#### Memecik çeşidi

Memecik zeytin çeşidinde yapılan denemelerin sonuçlarına göre farklı frekans, genlik ve sarsma sürelerinde zarar yüzdeleri Şekil 19’da görülmektedir. Bağımlı değişken olan zarar değerleri için yapılan varyans analizinde üçlü interaksiyonların önemli olduğu görülmüştür ( $p < 0,05$ ). Bu sonuca göre faktör seviyelerinin ortalamalarına ait farklılıklar t testi kullanılarak ve Tukey düzeltme faktörü dikkate alınarak karşılaştırılmıştır.



Şekil 19. Memecik zeytin çeşidinde frekans, genlik ve sarsma süresinin zarar yüzdesine etkisi.

Bu sonuçlara göre 40 Hz frekans, 30 mm genlik ve 10 s sarsma süresi’ nin en az zarar değerini (%3,20) verdiği görülmektedir. Ancak bu çalışma koşullarında hasat etkinliği %66,37 gibi düşük bir değerde kalmıştır.

Genel olarak bakıldığında zeytin hasadında genlik değerinin ağaç zararı üzerine etkili bir parametre olduğu söylenebilir. 50 mm genlik değeri ile yapılan denemeler sırasında bazı dal kırılmalarının olması da bu kanıyı güçlendirmektedir. Işık 2002 yılında yapmış olduğu çalışmasında, titreşimle çalışan zeytin hasat makinalarında 50 mm ve üzerindeki genlik değerlerinin kullanılması sırasında ortaya çıkan dengelenemeyecek dinamik kuvvetler sebebiyle dal kırılmalarının olabileceğini belirtmiştir. Bu sonuçlar ışığında zeytin hasadında dal sarsıcı makina kullanımı sırasında 50 mm genlik değerinin aşılmasının ağaç üzerine olumsuz etkisi olacağı söylenebilir.

## SONUÇLAR

Son yıllarda Dünya’da ve ülkemizde sağlıklı beslenme bilincinin artmasıyla beraber zeytin yetiştiriciliği ve bu çerçevede zeytin yetiştiriciliğinin en önemli problemi olması nedeniyle hasat mekanizasyonuna ilgi gittikçe artmıştır.

Gelişen talep sonucunda özellikle son 10 yıllık periyod içerisinde yurtdışından çok çeşitli zeytin hasat makinaları ithal edilmeye başlanmıştır. Bu gelişme doğrultusunda yerli makina imalatçıları da konuya ilgi göstermiş olup yurtiçinde üretilen yerli zeytin hasat makinalarının sayısı her geçen gün artmaktadır. Zeytin hasat makinalarının yapımında ya ithal edilen zeytin hasat makinaları birebir kopyalanmakta, ya da nedeni objektif olarak açıklanamayan bazı değişiklikler yapılmaktadır. İthal edilen veya yerli yapım zeytin hasat makinalarının yerli zeytin çeşitlerimiz için bazı önemli mekanik hasat kriterlerinin belirlenmeden kullanılması veya imal edilmesi sebebiyle teknik yönden yetersiz, ekonomik olmaktan uzak, insan sağlığına zararlı, zeytin ağaçlarına hasar verebilecek durumlarla karşılaşmaktadır.

Bu düşünceden yola çıkarak yapılan denemelerde Ege Bölgesi bazı zeytin çeşitlerinin (Gemlik, Ayvalık ve Memecik) mekanik hasat kriterlerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

Çalışmada şu sonuçlara ulaşılmıştır;

- Her üç çeşit için de optimum etkinlik değerine ulaşmada frekans, genlik ve sarsma sürelerinin üçlü interaksyonu etkilidir.
- Gemlik zeytin çeşidinde hasat yüzdelерinin ortalamalarına bakıldığında en yüksek hasat yüzdesi (etkinlik) değerinin 50 mm genlik, 40 Hz frekans ve 10

s’lik sarsma süresinde (%83,66) gerçekleştiği görülmektedir. Bu çalışma rejiminde % 4,05 zarar saptanmıştır.

- Ayvalık çeşidinde hasat yüzdelерinin ortalamalarına bakıldığında, en yüksek hasat yüzdesi (etkinlik) değerinin 50 mm genlik 40 Hz frekans ve 10 s’lik sarsma süresinde (%85,33) gerçekleştiği görülmektedir. Bu çalışma koşullarında zarar oranı % 3,92 olarak belirlenmiştir.

- Memecik çeşidinde hasat yüzdelерinin ortalamalarına bakıldığında en yüksek hasat yüzdesi (etkinlik) değerinin 50 mm genlik 40 Hz frekans ve 10 s’lik sarsma süresinde (%83,48) gerçekleştiği görülmektedir. Bu üçlü kombinasyonda çalışılması durumunda zarar oranı % 6,18 olmuştur.

- Ortalama sarsma hızı ile hasat yüzdesi arasındaki ilişki incelendiğinde, Gemlik ve Ayvalık çeşidinde doğrusal olarak tanımlanabilecek bir ilişki saptanamamış,  $R^2$  değerleri 0,1405 ile 0,5823 arasında kalmıştır. Memecik çeşidinde ise  $R^2$  değerinin 0,874’e kadar çıktığı görülmüş ve daha tatmin edici doğrusal bir ilişki belirlenmiştir.

- Zeytin hasadında dal sarsıcı makina kullanımı sırasında 50 mm genişliğin aşılmasının ağaç üzerinde olumsuz etkisi olacağı söylenebilir.

- Bir sonraki yılın ürün miktarını etkileyen dal, sürgün kırılmaları ve yaprak dökümlerinin yanında, kancalı sarsıcılarla yapılan hasatta dikkat edilmesi gereken bir diğer konu da kancanın dala bağlandığı noktadaki kabuk soyulmalarıdır. Caran (1998), bu yaralanmaların ağaçların dal kanseri riskini arttırdığını söylemektedir.

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonim, 2006. T.B.M.M. Zeytin ve Zeytinyağı Araştırma Komisyonu Raporu, Ankara.
- Caran, D., 1990. *Zeytin Hasat Mekanizasyonu (1)*, Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 51 Bornova İzmir
- Caran, D., 1998. Zeytinde Hasat, Zeytin Yetiştiriciliği Kursu, Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No:61 s: 203 Bornova İzmir.

- FAO, 2007. FAOSTAT Agricultural Database Web Page. Erişim: Kasım 2007
- Işık, E., 2002. Titreşimli Zeytin Hasat Makinalarında Kullanılan Mekanizmanın Kinematik Analizi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16 (2):93-100, Bursa.
- Sessiz, A. and M.T. Özcan, 2006. Olive Removal with Pneumatic Branch Shaker and Abscission Chemical, Journal of Food Engineering, 79:148-153.