

532/1:631.561.74

K 96 d

Isitek - 4

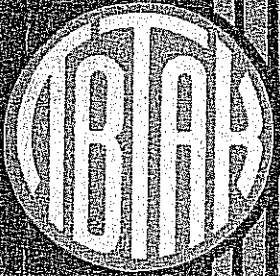
K 96 a (1996-1043) 1997-65

ANTEPFISİTİĞİ ÇITLAMASINDA BASINCIN YERİ

Yurdakul KURTEKİN ve Mehmet AKYURT

Ekim 1973

TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU
BİLİMSEL VE TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU
BİLİMSEL VE TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU



TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU

Isı Tekniği Desteklenen Araştırma Ünitesi

Heat Technique Research Unit

Yayın No: 15

532, 11 : 631, 561, 74

K 96 a (1996-1043) ~~1997~~ 65

ANTEPFİSTİĞİ ÇITLAMASINDA BASINCIN YERİ

Yurdakul KURTTEKİN ve Mehmet AKYURT

Ekim 1973

ODTÜ Makine
Müh. B1.

S-15

R-6

Bu yayın, ISITEK 4: Antepfıstığı Çıtlatma Projesinin
kesin raporudur.

14883

ANTEPFISTIĞI ÇITLAMASINDA BASINCIN YERİ

Yurdakul KURTTEKİN* ve Mehmet AKYURT*

ABSTRAKT-Antepfistiğinin hidrostatik hava basıncıyla içten çıtlatılması imkânıyla teorik analizler yapıldı, ve deney düzenleri geliştirildi. Yapılan deneylerden, bu metodun ümit verici olduğu anlaşıldı. Çıtlama ve ayrılmanın tatminkâr bir seviyeye gelebilmesi için (a) iç basıncın yükseltilmesinin, (b) göbek gaz geçirgenliğinin azaltılmasının, ve (c) gerekirse kabuğun mekanik mukavemetinin azaltılmasının faydalı olacağı tesbit edildi.

ABSTRACT-Theoretical analyses as well as experimental studies were undertaken for investigating the possibility of pistachio shelling by the use of hydrostatic gas pressures. Experiments have shown that the method employed has some promise. It was ascertained that for satisfactory cracking and shelling one needs to (a) utilize higher internal pressures, (b) lower the gas diffusivity of the nut shell, and (c) if necessary weaken the mechanical strength of the shell.

1. GİRİŞ

Türkiye, İran, Afganistan ve Pakistan'da büyük ekonomik önemi haiz olan antepfistiği (*pistacia vera*), dağlık ve kıraç arazileri değerlendirir ve bu memleketler için önemli bir döviz kaynağını teşkil eder. Çeşitli iklim ve çevre şartlarında yetişebilen fıstık ağacı son yıllarda, memleketimizin güney-doğu bölgesine ilâveten, orta ve batı Anadolu'da da hızla yayılmaktadır.

Antepfistiği (meyva), başlıca dört kısımdan teşekkül eder:

(*) Makina Mühendisliği Bölümü, O.D.T.Ü.

- a) Fıstık içi
- b) Fıstık zarı
- c) Fıstık kabuğu
- d) Dış kabuk

Fıstık içi, % 19 protein, % 28 yağ, % 0.1 kalsiyum, % 1.0 potasyum ve % 0.5 fosfor ihtiva eden zengin bir gıda kaynağıdır. Fıstık kabuğunun ise % 54 'ü lif olup, çok kuvvetli bir yapıya sahiptir. Çoğu zaman gübre, kimya ve ilâç sanayiinde kullanılan dış kabukta ortalama % 8 protein, % 8 yağ, % 15 lif, % 6 potasyum ve % 0.2 fosfor mevcuttur [1].

Fıstık cinsiyle değişmekle beraber, olgun fıstıkların ortalama % 45-50 si tabii olarak çitlamış olarak hasat edilir. Depo edilecek fıstıklar güneşte sergilenerek dış kabuklarıyla birlikte kurutulur. Bu halde 2-2.5 sene depolanabilen fıstıklar, pazarlanmadan önce ıslatılır, dibeklerde dış kabukları soyulur ve tekrar kurutulur. Çitlamamış fıstıklar teker teker ve elle çitlatılır, gerekirse kavrulur, ve piyasaya arz edilir.

Fıstığın mekanik olarak seri halde çitlatılması konusunda Almanya, İtalya ve Amerika'daki bazı şirketlerde çalışmaların yapıldığı bilinmekle beraber bu hususta hiçbir yayına rastlanamamıştır. Aşağıda, bu konuya bir başka açıdan bakan bir araştırmanın sonuçları açıklanmaktadır.

2. HİDROSTATİK İÇBASINÇLA FISTIK ÇITLATILMASI

Ortotropik bir yapıya sahip olan fıstık kabuğu, geometrisinden ötürü dış hidrostatik basınca karşı çok mukavimdir. Kabuk kalınlığının, kabuğun diğer boyutlarına nisbeten düşük olan oranından dolayı konu, kalın kabuk teorisiyle ince kabuk teorisi arasındaki geçiş bölgesine girmektedir (Şekil 1). Fıstığın boyuna ekseni yönünde uzanan karşılıklı uzunca bir çift ağız çizgisi, ve bu çizgilerin birleşme noktasında da ağız bulunur. Kertik tesirinden dolayı tabii çitlama en çok ağızda başlar, ve ağız çizgisi boyunca ilerler.

Ağız çizgisinin kaybolduğu bölgede, fıstığın ağaca bağlantısını sağlayan bir göbek mevcuttur. Takriben 2 mm çapında olan göbek, mantarimsı, mikroskopik gözenekli bir yapıya mâliktir. Fıstık içi göbeğe içten bağlı olup, ortalama % 4 nemlilikte kurutulduğu için, kabuk iç hacminin ancak % 60 kadarını doldurur.

Fıstığın basınçlı bir kaba konduğunu farzedelim. Bu takdirde dışdaki hidrostatik basıncın göbek yoluyla içeriye dolması beklenir. Burada göbek malzemesinin kâfi bir geçirgenliğe sahip olduğu farzedilmektedir. İçerideki basınçla dış basıncın denkleşmesini müteakip dış basınç aniden düşürülürse, fıstık bir müddet hidrostatik iç basınca maruz kalır. İç basıncın mertebesi ve süresi, tabiatıyla, göbeğin özellikleriyle ilgilidir.

Misâl olarak, kap basıncının düşmesi üzerine fıstık kabuğuna tesir eden net iç basınç 20 kg/cm^2 olsun. Bu basınç altında kabuk genişleyecektir. Fıstığı yaklaşık olarak elipsoid biçimli kabul edelim. Yarı eksenlerine a, b, ve c denirse fıstığın iç hacmi

$$V = \frac{4}{3} \pi a b c$$

olur. Bir genişleme halinde vaki olacak hacim artışı δV ise,

$$\delta V = \frac{4}{3} \pi [bc\delta a + ac\delta b + ab\delta c]$$

şeklinde ifade edilebilir. Yarı eksenlerin azami uzama miktarı, ilk boyutlarının % 15 i olarak kabul edilirse

$$\delta V = \frac{0.45(4)\pi}{3} abc$$

olur. Böylece nihai toplam iç hacim

$$V_n = V + \delta V$$

veya
$$V_n = \frac{1.45(4)}{3} \pi abc$$

olarak elde edilir. Genleşmenin adiyabatik olduğu kabul edilirse, iç basınç

$$P_2 = P_1/1.68$$

veya

$$P_2 = 11.8 \text{ kg/cm}^2$$

ye düşer.

Kabuk, büyük eksen boyunca radyal simetrik kabul edilir, ve et kalınlığı $t = 1 \text{ mm}$, büyük eksene dik olan en büyük çap da 15 mm alınırsa, alınacak ince bir yüzük üzerindeki azami gerilimler

$$\begin{aligned} \tau_{\text{çekme } 1} &= \frac{P d}{2 t} \text{ (ince kabuk teorisi)} \\ &= \frac{11.8(1.5)}{2(0.1)} \end{aligned}$$

$$\tau_{\text{çekme } 1} = 89 \text{ kg/cm}^2$$

veya,

$$\tau_{\text{çekme } 2} = \frac{x^2 + y^2}{y^2 - x^2} P \text{ (kalın kabuk teorisi)}$$

olur. Burada

$x =$ ikinci eksen çapı (iç)

$y =$ ikinci eksen çapı (dış) tır. Değerler yerine konunca

$$\tau_{\text{çekme } 2} = 171 \text{ kg/cm}^2$$

elde edilir.

Burada $t/r = 1/7.5$ olduğundan kalın kabuk teorisi daha geçerli sayılmaktadır.

Diğer taraftan, kabukta lif yönünün büyük eksene paralel doğrultuda olduğu hatırlanır, ve kabuğun lif yönüne dik doğrultudaki çekme mukavemetinin 75 kg/cm^2 olduğu [2] düşünülürse, kabuğun, meydana gelecek gerilimlere dayanmayacağı anlaşılır. Ağız çizgisinde meydana gelen gerçek gerilimler yukarıda hesaplananların kertik tesiri katsayısı katıdır.

Aynı hidrostatik basıncın dıştan tesir etmesi halinde ise dış cidarda meydana gelen azami basma gerilimi:

$$\tau_{\text{basma}} = - \frac{2 y^2 P}{y^2 - x^2}$$
$$= \frac{-2(15)^2(20)}{(15)^2 - (14)^2}$$

$$\tau_{\text{basma}} = 310 \text{ kg/cm}^2$$

olur. Buna mukabil malzemenin aynı yöndeki mukavemeti ise [2] (kabuk için sert ağaç özellikleri kabul edilmiştir):

$$\tau_{\text{basma}} = 4630 \text{ G}^{2.25}$$

ifadesiyle verilebildiğinden, izafi ağırlık $G = 0.8$ alınır, basma oranı sınırı 2800 psi (190 kg/cm^2) olarak bulunur. Kabuğun çökmesi için gerekli dış basınç ise [5]

$$P_d = K.E\left(\frac{t}{D}\right)^3$$

dir. Burada K bir katsayı ve E mukavemet modulüdür. Yaklaşık olarak

$$\text{Poisson modülü} = 0.3$$

$$E = 1.76 \times 10^6 \text{ psi [2]}$$

$$t/D = 1/15$$

$$\text{ve } K = 14 \text{ [5]}$$

kabul edilirse, antepfıstığına çökertebilmek için gerekli dış basınç $P_d=7300$ psi (495 kg/cm^2) olarak bulunur.

Görüldüğü gibi kabuk, dış basınca karşı daha mukavimdir.

Kabuğun genellikle diğer yükleme yönlerinde yukarıda ele alınanlardan daha mukavim olduğu şu ifadelerden anlaşılmaktadır [2]:

Lif yönüne paralel olarak tatbik edilen kuvvetlere karşı basma mukavemeti, psi olarak,

$$\tau_3 = 12 \ 200 \text{ G}$$

Lif yönüne paralel olarak tatbik edilen kuvvetlere karşı basma mukavemeti, psi olarak,

$$\tau_s = 16\ 700\ G^{1.25}$$

Aynı izafî ağırlık değeri için lif yönüne paralel yöndeki kesme mukavemeti ise 1500 psi (102 kg/cm²) mertebesindedir.

Bu düşüncelerden gidilerek kabuğun iç basınçla çıtlatılmasının araştırılması yönüne dönüldü.

3. DENEY DONANIMI

Yukarıdaki mülâhazalardan, 20 kg/cm² lik bir basınç farkının, kabuğu içten patlatmaya kâfi gelebileceği anlaşılmaktadır. Burada en kritik nokta göbeğin hava geçirgenliği olmakla beraber, mevcut imkânlarla bu özelliğin hassas olarak ölçülmesi mümkün olmadığından, geçirgenliğin, kabuğun patlamasına imkân verecek kadar düşük olduğu başlangıçta kabul edildi.

Ticari bir bütan gazı tüpü tâdil edilerek bir ânî boşaltma vanasıyla donatıldı (Şekil 2). Vananın özellikleri bir başka yayında açıklanmaktadır [3]. Hava kaçaqları, lâstik halkalar yardımıyla önlendi. Tüp basıncı, önceden 100 atü hava basılan bir oksijen tüpünden boru-vana sistemiyle temin edildi. Bu sistemin 30 kg/cm² basınca kadar emniyetle kullanılabileceği hesaplandı.

4. DENEYLER VE SONUÇLARI

Sert kabuklu yemişlerin, ve bilhassa antepfıstığının iç basınçla çıtlatılma imkânını incelemek maksadıyla bazı deneyler yapıldı. Denemeye tabi tutulacak fıstıklar deney odasına kondu, ve ânî boşaltma vanası kapatıldı (Şekil 2). Müteakiben basınç yükseltildi. Balli bir bekleme zamanının sonunda, ânî boşaltma vanası marifetiyle deney odasındaki basınç birden düşürüldü. Bu muamelelerin fıstıklar üzerindeki tesirleri incelendi.

Deneylerde kullanılan kırmızı kabuklu fıstıklar bir yıl öncesinin (1971)

mahsulü olup, dış kabuğun içinde kurutulmuş olduğu için, fıstıklar önce ıslatılarak dış kabuklardan temizlendi. Alınan nünunelerin ortalama % 45 inin tabii olarak çıtlamış olduğu görüldü [4]. Çıtlamamış fıstıklar dikkatlice seçilerek denemeye tabi tutuldu. Basınç altında bekleme süresi 2 saat ilâ 24 saat arasında değiştirildi. İlk deney serisinin sonuçları Cetvel I de verilmektedir. Görüleceği gibi, bu şartlar altında çıtlama olmamaktadır. Bir başka deyişle, ya iç basınç kâfi gelmemekte, veya içeriye kâfi miktarda hava iletimi olmamakta, yahut ta deney odasının basıncı yeteri kadar hızla boşaltılamamaktadır.

İç basıncı daha fazla artırmak deney aletinin çalışması açısından mahzurlu görüldüğünden, diğer şıkların araştırılmasına karar verildi. Önce, içeride basıncın yükseldiğinden emin olmak amacıyla fıstıkların göbeğinde yaklaşık olarak 1 mm çaplı delikler açıldı. Onar fıstıkla, sırasıyla 10 ve 17 atm. basınçta yapılan 24 saat beklemeli iki deneyden de bir sonuç alınamadı. Bunun üzerine, göbekten hava geçişinin istenenden yüksek seviyede olduğu ihtimali üzerinde duruldu.

Üçüncü deney serisinde suda ıslatılmış fıstıklar kullanıldı. Maksud, hem kabuğun ıslatılınca mukavemetinin yeteri kadar düşüp düşmediğinin tesbiti, hem de göbekteki hücrelerin su ile şişirilmesi sonucunda hava geçirgenliğinin düşürülmesiydi. Her defasında otuzar fıstık kullanılarak yedi deney yapıldı. Fıstıklar sırasıyla bir ilâ yedi gün suda bırakılıp, 24 saat basınç altında tutuldu. Basınç seviyesi 5 deneyde 15 atm., son iki deneyde de 20 atm. idi. Deneyler sonunda çıtlama olmadığı görüldü.

Dördüncü deney serisi yer fıstıklarıyla yapıldı. Deney şartları ve sonuçları Cetvel II'de özetlenmektedir. Buradan elde edilen sonuçlar, antepfıstığı çıtlatılması için basınç seviyesinin kâfi gelmediği kanaatini kuvvetlendirmektedir. Deney şartları altında yer fıstıklarının % 50 sinin çıtlatılabildiği, bir kısmının da tamamen kabuktan ayrıldığı Cetvel II'den anlaşılmaktadır.

İlk dört deney serisinin sonuçlarından şu neticeleri çıkarmak mümkündür:

a) Deney odasındaki basınç kolaylıkla kabuktan içeriye intikal etmektedir.

b) Antepfıstığının çitlaması için mevcut deney odasının boşalma zamanı ve çalışma basınçları uygun olmamaktadır. Göbeğin hava geçirgenliği yüksek olduğu için, ya iç basıncın seviyesi birkaç misli yükseltilmeli, ve/veya deney odasının boşalma zamanı birkaç misli kısaltılmalıdır. Bir başka çözüm olarak da göbeğin geçirgenliğini değiştirmek akla gelebilir.

Mevcut deney düzeninde 20 atm. basıncın çok üzerine çıkılması mümkün olmadığı için, bir alternatif olarak kabuğun zayıflatılması üzerinde durulabilir. Kâğıt sanayiinde, selüloz liflerinin arasındaki ligninin eritilmesi maksadıyla tomruk yongaları % 30 luk NaOH eriyiğinin içinde ve 5 atmosfer basınç altında ortalama 250°C sıcaklıkta birkaç saat muamele edilmektedir. Bu işlem sonunda yongalar hamurumsu bir kıvama gelmektedir. Bu özellikten istifade etmek amacıyla mütevazî bir deney serisi daha yapıldı. Antepfıstıkları, 20, 30, 40, 50, ve 60 dakika müddetle atmosfer basıncındaki % 30 luk NaOH banyosunda kaynatıldı. Sonra da içbasınç deneylerine tabi tutulan kırkar fıstıklık beş partiden de bir sonuç alınamadı. Gerekli sıcaklık ve basınca ulaşılamadığı için, bu metodun yararlılığı hakkında fikir yürütmek şimdilik mümkün olmamaktadır.

5. HİDROSTATİK YAĞ BASINÇLI ÇITLATMA DENEYLERİ

Yukarıda özetlenen iç hava basınçlı deneyleri müteakip, kabuğun iç basınca mukavemetini ölçmek amacıyla yağlı hidrostatik iç basınç deneyleri yapıldı. Deney düzeninde bir hidrostatik basınçlı yağ aleti (Şekil III) ile adaptör, basınç göstergesi, ve bir adet zerk iğnesi kullanıldı. Ağırlık kullanılmak suretiyle temin edilen basınçlı yağ, adaptör-

den geçerek basınç göstergesine, ve paralel bir kanaldan da zerk iğnesinin ucundaki antepfıstığına sevk edilir. Zerk iğnesi fıstığa göbekten daldırıldı, ve 404 yapıştırıcısı marifetiyle sızdırmazlık sağlandı.

Deneyler sırasında hidrostatik basınç aletinin kefesine gittikçe artan bir şekilde ağırlıklar konmak suretiyle fıstık içten tazyiğe maruz bırakıldı. Aynı zamanda göstergeden de basınçlar okundu. Bu ameliyeye fıstık çatlayıncaya kadar devam edildi. Sonuçlar Cetvel III'de özetlenmektedir.

Görülebileceği gibi, alınan numüneleri çatlatmak için ortalama 19 kg/cm^2 lik bir iç basınç farkı gerekmektedir (standart sapma = 3.16). Bu sonuç da göstermektedir ki, tatbik edilen iç basınçlar (11.8 kg/cm^2) gerekli seviyeden düşüktür. Ayrıca, göbeğin yüksek geçirgenliğinden ötürü, bu teorik basınç bile yeterli süreyle tatbik edilememektedir.

6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yapılan teorik ve tecrübi çalışmalar göstermektedir ki sert kabuklu yemişleri, ve bilhassa antepfıstığını iç basınçla çatlatmak ve kabuğundan ayırmak mümkündür. Bir ön çalışma şeklinde yürütülen mevcut araştırma antepfıstığının iç basınçla çatlatılabilmesi için aşağıdaki alternatiflerden bir veya birkaçının seçilmesi gerektiğini göstermiştir:

a) İç basınç seviyesi yükseltilmelidir.

Mevcut iç basıncın üst seviyesi 12 kg/cm^2 mertebesinde olduğuna göre, diğer tesirler değiştirilmeden çatlatma ve ayırma yapabilmek için bu tazyiğin bir mertebe kadar artırılması zarurî görülmektedir.

b) Göbeğin hava geçirgenliği azaltılmalıdır.

Deneylerde göbek geçirgenliğinin çok yüksek olduğu müşahade edilmiştir. Bu yüzden iç basınç kabuk üzerinde yeteri kadar tesir icra etmeye fırsat bulamamaktadır. Tabiatıyla basınçlı kabın boşalma zamanının (takriben 0.04 saniye) da net basınç farkına tesiri olmaktadır.

Bu iki faktörün uygun hale getirilmesi halinde kap basıncının ancak 40-50 kg/cm² seviyesine yükseltilmesi çıtlatmayı sağlayabilecektir.

c) Kabuk zayıflatılmalıdır.

Uygun bir şekilde fıstık kabuğunun mekanik mukavemeti azaltılabilirse, çıtlatma ve ayırma için gerekli iç basınçlar düşük seviyelerde kalabilecektir.

En uygun çıtlatma ve ayrılma şartlarına her üç faktörün de optimum olması halinde erişileceği anlaşılmaktadır.

Bütün bu mülâhazaların yanı sıra, aynı konuda yapılacak araştırmalara yön verirken üzerinde durulması gereken bir husus da, mevzu bahis çıtlatma metodunun iktisadi olup olmadığı sorusudur. Antepfıstığı çıtlatılması gibi tatbikî bir çalışmadan maksat elde edilecek sonuçların sanayiye aktarılması olduğuna göre, tatbikat şansı yüksek olmayan bir metot üzerinde lüzumundan fazla durulması elbette arzu edilmez.

İç basınçla çıtlatma metodunu enine-boyuna yoklayan bu araştırmaya paralel olarak ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümünde yürütülen çalışmaların ara sonuçlarından anlaşılmaktadır ki [6], Antepfıstığı'nın mekanik usullerle çıtlatılması, iç basınçla çıtlatmadan çok daha ekonomik olmaktadır. Mekanik çıtlatma usullerinde gerek ilk tesis masrafları, gerekse işletme giderleri, iç basınç metodundakilere kıyasla çok daha cazip seviyelerde tutulabilmektedir.

Sarıldığı bu netice ve düşüncelerin ışığı altında bundan sonraki çıtlatma çalışmalarında iç basınçla çıtlatma yerine mekanik usuller üzerinde durulması daha uygun olacaktır kanaatindeyiz.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmayı kısmen destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu'na, Güneydoğu Birlikleri Tarım Satış K.B. ğine ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi'ne müteşekkirimiz.

KAYNAKLAR

- [1] Bloch, F. ve Brekke, J.E., (1960) Processing of Pistachio Nuts, Econ. Bot. 14(2) 129-144.
- [2] (1955) "Wood Handbook", U.S., Dept. Agr., Handbook No:72.
- [3] Akyurt, M. ve Kurttekin, Y., (1973). Bir vana mekanizmasının dinamik analizi, TBTAK IV. Bilim Kongresinde okundu, Kasım 1973 Ankara.
- [4] Kurttekin, Y., (1973), Feasability of application of the puffing process on nuts, Yayınlanmamış M.S. tezi, Makina Müh. Bl., ODTÜ, Ankara.
- [5] Vidosic, J.P., (1958) "Mechanics of Materials", Marks' Mech. Eng. Handbook, 6. Baskı, McGraw-Hill, New York.
- [6] Sipahi, S. (1974) Mechanical shelling of pistachio nuts, Yayınlanmamış M.S. tezi, ODTÜ, Ankara.

CETVEL I

BİRİNCİ SERİ ANTEFFİSTİĞİ DENEY SONUÇLARI

<u>Nümune No</u>	<u>Fıstık Adedi</u>	<u>Bekleme süresi (saat)</u>	<u>Basınç (atm)</u>	<u>Çıtlama</u>	<u>İçolma</u>
1	50	2	1	-	-
2	50	2	4	-	-
3	50	2	6	-	-
4	50	2	10	-	-
5	50	2	15	-	-
6	50	6	10	-	-
7	50	6	15	-	-
8	50	12	15	-	-
9	50	24	13	4	1
10	50	24	17	-	-

CETVEL II

YER FİSTİĞİ DENEY SONUÇLARI

<u>Nümune No</u>	<u>Yer Fıstığı Adedi</u>	<u>Bekleme Süresi (saat)</u>	<u>Basınç (atm)</u>	<u>Çıtlama</u>	<u>İçolma</u>
1	15	24	15	9	2
2	20	24	20	10	6
3	20	24	20	13	4

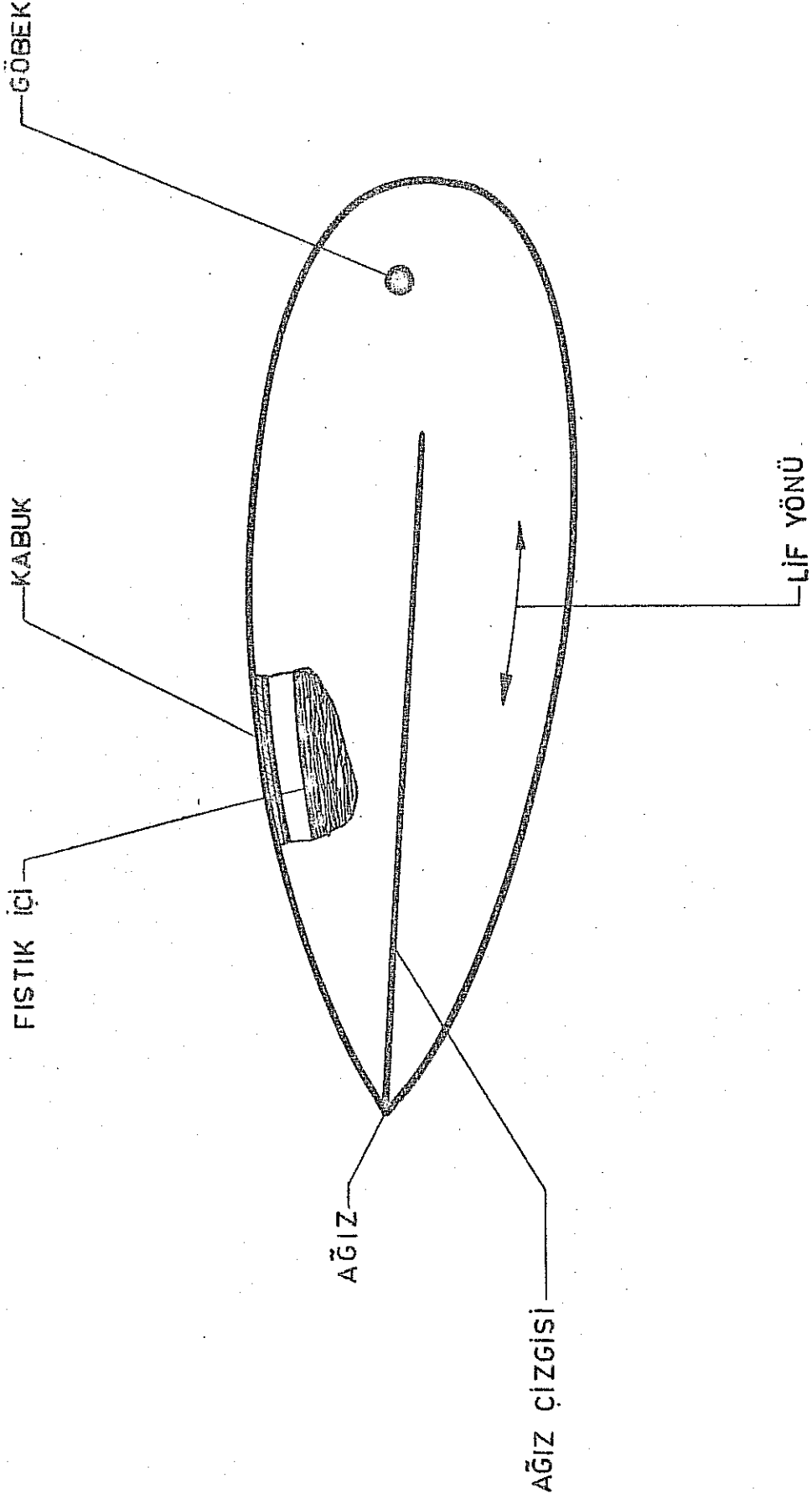
CEZVEL III

HİDROSTATİK YAĞ BASINCI ALTINDA ANTEPFİSTİĞİ ÇİTLAMASI

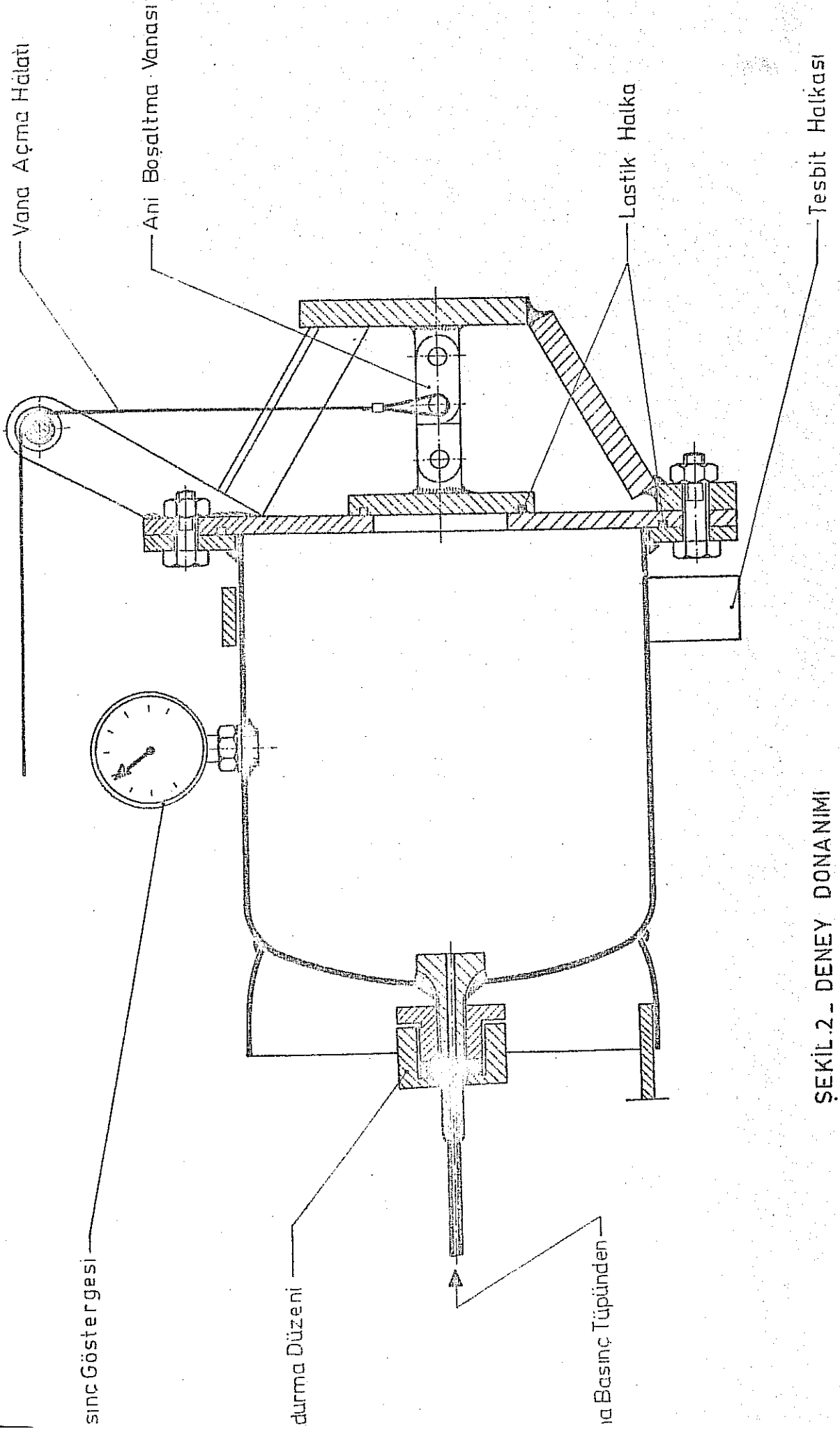
<u>Nümune No:</u>	<u>Çıtlama Basıncı (kg/cm²)</u>
1	25
2	18
3	19
4	15
5	21
6	18
7	14
8	22
9	21
10	17

Aritmetik ortalama çıtlama basıncı = 19 kg/cm²

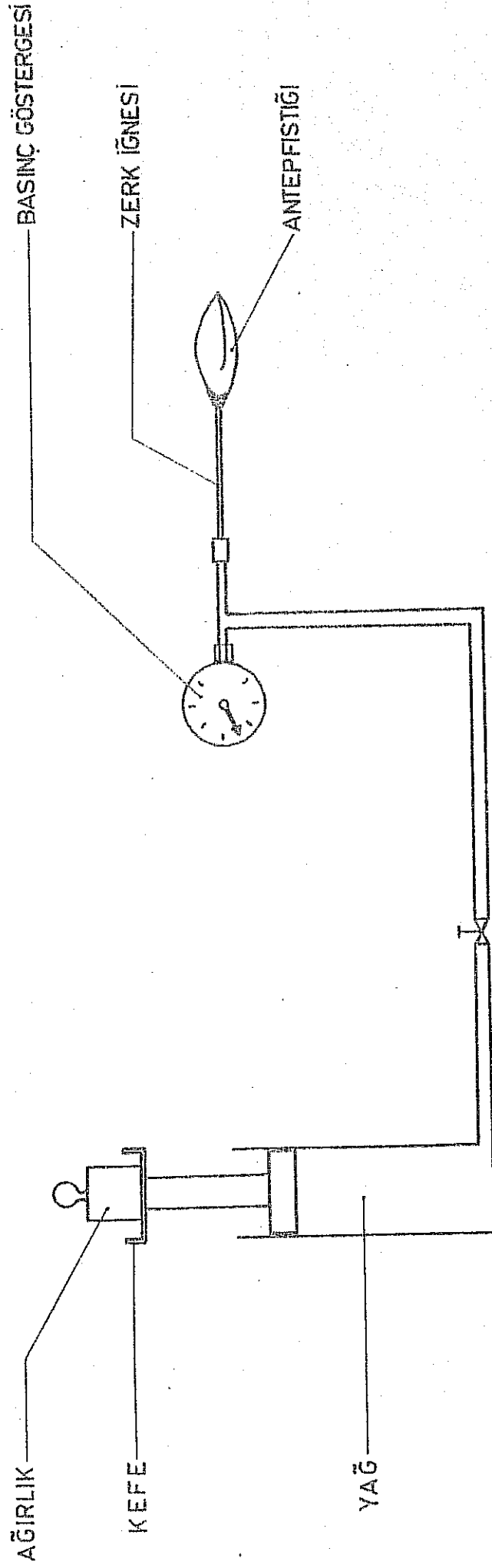
Standart sapma = 3.16 kg/cm²



ŞEKİL 1. ANTEPFISTIĞI



ŞEKİL.2. - DENEY DONANIMI



ŞEKİL.3 _ YAĞLI HİDROSTATİK İÇ BASINÇLI DENEY DÜZENİ