

## TANELİ ÜRÜN DEPO VE SİLOLARINDA ÜRÜN BASINCININ BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK BİR BİLGİSAYAR PROGRAMININ GELİŞTİRİLMESİ

Hakan KİBAR

Turgut ÖZTÜRK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, SAMSUN

Naci MURAT

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü, SAMSUN

Geliş Tarihi: 20.09.2005

**ÖZET:** Taneli ürünler muhafaza edildiği depo ve silolarda yatay ve düşey doğrultularda basınç oluştururlar. Depolanmış taneli ürünlerin oluşturduğu ürün basıncının saptanmasında ürünün yarı akışkan sıvı özelliğine sahip olduğu esası temel alınır. Bu bağlamda ürün basıncına yönelik mühendislik hesaplamalarda klasik yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, konuya yönelik kullanılabilir bir bilgisayar programı geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ürün basıncı, depo, silo, bilgisayar programı

### DEVELOPING A SOFTWARE FOR DETERMINATION OF CROP PRESSURES IN GRAIN BINS AND SILOS

**ABSTRACT:** Grainy products constitute pressure at horizontal and vertical directions in storages which they keep in. Calculating pressure of grainy products are based on the fact that the product has semi-fluid liquid property. So the classical methods are used in engineering calculations about product pressures. In this study, a usable software was developed about this topic.

**Key words:** Crop pressure, bin, silo, computer program

#### 1. GİRİŞ

Tarım işletmelerinde işletmenin üretim yapısına bağlı olarak bir takım ürün (bitkisel veya hayvansal) muhafaza yapılarına gereksinim duyulur. Bu yapıların kendilerinden beklenen işlevleri yerine getirebilmeleri yapıların mühendislik biliminin ilkeleri doğrultusunda planlanması ile olasıdır.

Ambar ve silo gibi depolama yapılarında depolanan taneli ürünler depolandıkları yüzey üzerinde dikey ve yanal doğrultularda basınç oluştururlar. Depolanan tarımsal taneli ürünlerin (biyolojik malzemeler) depo ortamında oluşturacakları basınçlar önemli ölçüde ürünün fiziksel ve mekanik özellikleriyle ilintilidir. Bu bağlamda ürün basıncına ilişkin çözümlerinin yapılmasında ürün hacim ağırlığı, ürün statik sürtünme katsayısı gibi özellikler önem kazanır (Mohsenin, 1980).

Taneli ürünler katı, sıvı ve gaz formunu bünyelerinde barındırdıkları için depolama koşulları büyük oranda temel fiziksel ve mekanik özelliklerine bağlıdır. Bu bağlamda bu ürünlerin yeterli düzeyde muhafazaları için mühendislik uygulamaları açısından önemli temel fiziksel özelliklerinin ve bu fiziksel özellikler arasındaki ilişkilerin bilinmesi gerekir (Horabik ve Molenda, 1988).

Depolanmış ürünlerin depo yüzeyinde oluşturacağı basınçların saptanmasında klasik Rankine eşitliği ile Janssen eşitlikleri kullanılır. Bu eşitliklerdeki önemli parametreler depo hidrolik yarıçapı, basınç oranı, statik sürtünme katsayısı ve ürün hacim ağırlığıdır (Ross ve ark., 1979).

Depolanan taneli ürünlerde ürünün oluşturacağı basınç üzerinde depo karakteristikleriyle birlikte özellikle ürün nem içeriği de etkili olur (Anonymous, 1983).

Taneli ürün depo ve siloların duvarlarının projelenmesinde, depolanan ürünün oluşturduğu yanal basıncın göz önüne alınması gerekir (Öztürk, 2003).

Günümüzde bilgisayar destekli modeller diğer sektörlerde olduğu gibi tarımsal alanda da etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada taneli ürün depo ve silolarının projelendirilmesinde etkin olan ürün basıncının hesaplanmasında kullanılabilir bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Programın kullanımında depolama karakteristiği olarak (depo yapısı ve ürüne ilişkin) dokuz değişken programa girilmekte ve depolanan ürünün oluşturacağı proje basınçları hesaplanabilmektedir.

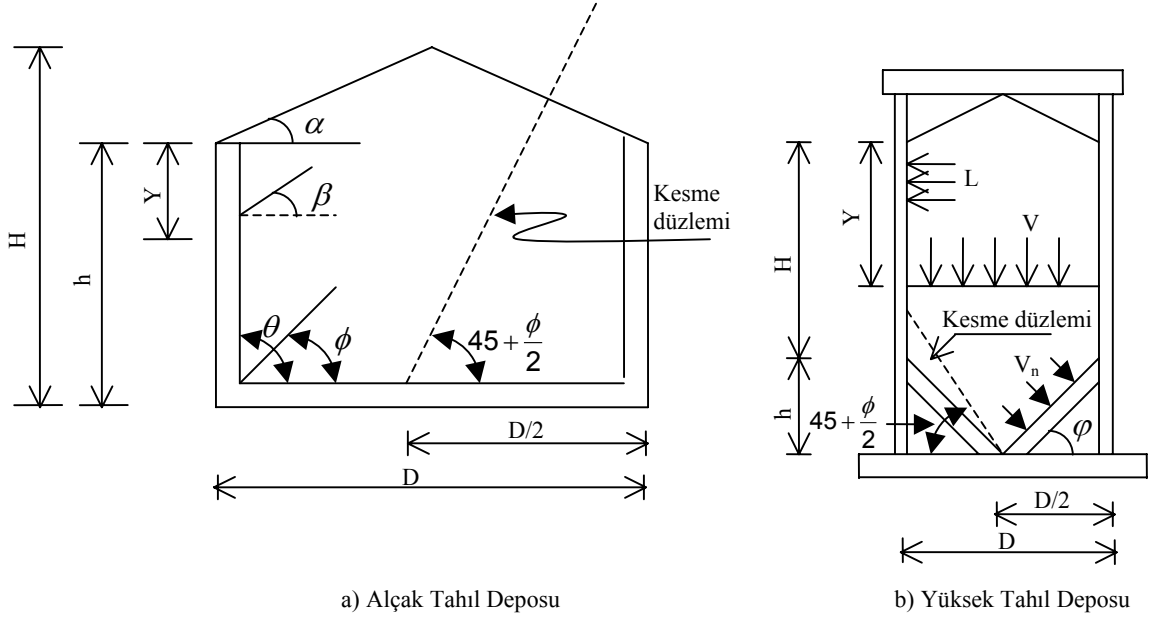
#### 2. KURAMSAL GELİŞME

##### 2.1. Taneli Ürünlerin Oluşturduğu Yükler

Taneli ürünler yarı akışkan özelliğe sahiptir. Dolayısıyla muhafaza edildikleri deponun duvarlarını yatay bir basınçla yanlara ve düşey bir basınçla aşağıya doğru itmeye çalışırlar. Depolanmış taneli ürünler sıvının depolandığı depo duvarına uyguladığı basınca benzer basınç oluştururlar. Uygulanan yatay basınç yığının üst düzeyinde sıfır, depo tabanında ise maksimum seviyededir (Anonymous, 1983).

Taneli ürün depolarında düşey basınç ürün ile depo duvarları arasındaki sürtünmeden ortaya çıkar (Anonymous, 1992).

Taneli ürün depo ve silolarında depolanan ürünün ortaya çıkardığı yatay ve düşey basınç deponun alçak veya yüksek oluşuna göre farklı eşitlikler kullanılmak suretiyle hesaplanabilir. Deponun alçak veya yüksek oluşuna depodaki ürünün yüksekliği (h) ile depo hidrolik yarıçapı (R) karşılaştırılarak karar verilir. Taneli ürün depolarında  $h < R$  ise alçak depo,  $h > R$  ise yüksek depo olarak kabul edilir (Öztürk, 2003). Taneli



Şekil 1. Taneli ürün depolarında depo sistem karakteristikleri

ürün depolarının projelenmesine yönelik depo sistem karakteristikleri şekil 1’ de verilmiştir.

## 2.2. Klasik Rankine Eşitliği

Alçak depolarda yatay basınç yığın yüksekliği ile lineer olarak artış gösterir. Dolayısıyla alçak depolarda klasik Rankine eşitliğinin kullanılması daha uygundur (Ekmekyapar, 1997).

Klasik Rankine eşitliğine göre ürün depolarında oluşan basınçların saptanmasında kullanılan eşitlikler aşağıda verilmiştir;

- Yığın yüksekliğinden Y derinliğinde depo duvarına yapılan yanal basınç;  
 $L = \gamma x Y x k$  eşitliği,
- Yanal proje basıncı;  
 $L_p = \frac{1}{2} x \gamma x h^2 x k$  eşitliği,
- Yığın yüksekliğinden Y derinliğinde depo duvarında oluşan düşey basınç;  
 $V = \mu x \gamma x Y x k$  eşitliği,
- Toplam düşey basınç;  
 $V_T = \frac{1}{2} x \mu x \gamma x h^2 x k$

eşitlikleri yardımıyla hesaplanabilir (Öztürk, 2003).

Eşitliklerde ve şekilde;

- L = Yığın yüksekliğinden Y derinliğinde depo duvarına yapılan yanal basınç (kg.f/m<sup>2</sup>),
- L<sub>p</sub> = Yanal proje basıncı (kg.f/m<sup>2</sup>),
- V = Yığın yüksekliğinden Y derinliğinde depo duvarında oluşan düşey basınç (kg.f/m<sup>2</sup>),
- V<sub>T</sub> = Toplam düşey basınç (kg.f/m<sup>2</sup>),
- γ = Taneli ürün birim hacim ağırlığı (kg/m<sup>3</sup>),
- φ = İçsel sürtünme açısı (derece),
- h = Yığın yüksekliği (m),
- α = Çatı eğim açısı (derece),
- β = Ürün yığın açısı (derece),

- Y = Tepeden itibaren olan yığın yüksekliği(m),
- φ = Depo taban açısı (derece),
- μ = Statik sürtünme katsayısı,
- D = Deponun çapı (m),
- k = Yatay basıncın düşey basınca oranı

$$k = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \text{ ifade etmektedir.}$$

## 2.3. Klasik Janssen Eşitliği

Yüksek depolarda yatay basıncın yığın yüksekliğine bağlı olan artışı, alçak depolardaki yatay basıncın yığın yüksekliğine bağlı olan lineer artışına göre daha azdır. Bu amaçla yüksek depolarda yatay basıncın hesaplanmasında Janssen eşitliğinin kullanılması daha uygundur (Ekmekyapar, 1997). Bu bağlamda yüksek depolarda oluşan basınçların saptanmasında kullanılan eşitlikler aşağıda verilmiştir;

- Yığın yüksekliğinden Y derinliğinde depo duvarına yapılan yanal basınç;  
 $L = \frac{\gamma x R}{\mu} x \left( 1 - e^{-\frac{k x \mu x Y}{R}} \right)$  eşitliği,
- Yanal proje basıncı;  
 $L_p = \frac{\gamma x R}{4 \mu} x \left( h + \frac{e^{-4 x k x \mu x h / R}}{4 x k x \mu / R} - \frac{R}{4 x k x \mu} \right)$  eşitliği,
- Yığın yüksekliğinden Y derinliğinde depo duvarında oluşan düşey basınç;  
 $V_T = L_p x \mu$   
 $= \frac{\gamma x R}{4} x \left( h + \frac{e^{-4 x k x \mu x h / R}}{4 x k x \mu / R} - \frac{R}{4 x k x \mu} \right)$  eşitliği yardımıyla hesaplanabilir (Öztürk, 2003).

Yüksek depoların projelenmesi için verilen eşitliklerde;

$L$  = Yığın yüksekliğinden  $Y$  derinliğinde depo duvarına yapılan yanal basınç ( $\text{kg.f/m}^2$ ),

$L_P$  = Yanal proje basıncı ( $\text{kg.f/m}^2$ ),

$V$  = Yığın yüksekliğinden  $Y$  derinliğinde depo duvarında oluşan düşey basınç ( $\text{kg.f/m}^2$ ),

$V_T$  = Toplam düşey basınç ( $\text{kg.f/m}^2$ ),

$\gamma$  = Taneli ürün birim hacim ağırlığı ( $\text{kg/m}^3$ ),

$\phi$  = İçsel sürtünme açısı (derece),

$h$  = Yığın yüksekliği (m),

$R$  = Depo hidrolik yarıçapı (m),

$\mu$  = Statik sürtünme katsayısı,

$k$  = Yatay basıncın düşey basınca oranı

$$k = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \text{ ifade etmektedir.}$$

Depo kesit geometrisine bağlı olarak depo hidrolik yarıçap ( $R$ ) değerleri;

- Daire kesitli depolarda,

$$R = \frac{D}{4}$$

- Dikdörtgen kesitli depolarda,

$$R = \frac{a \times b}{2 \times (a + b)}$$

- Kare kesitli depolarda,

$$R = \frac{a}{4}$$

eşitlikleri yardımıyla elde edilir (Öztürk, 2004).

Depo hidrolik yarıçapı için verilen eşitliklerde;

$D$  = Depo çapını (m),

$a$  = Depo genişliğini(m),

$b$  = Depo uzunluğunu (m) ifade etmektedir.

### 3. UYGULAMA

Taneli ürün depo ve silolarında depolanan ürünün oluşturduğu basınçların saptanması amacıyla geliştirilen program MS Visual Basic 6.0 program dilinde yazılmıştır.

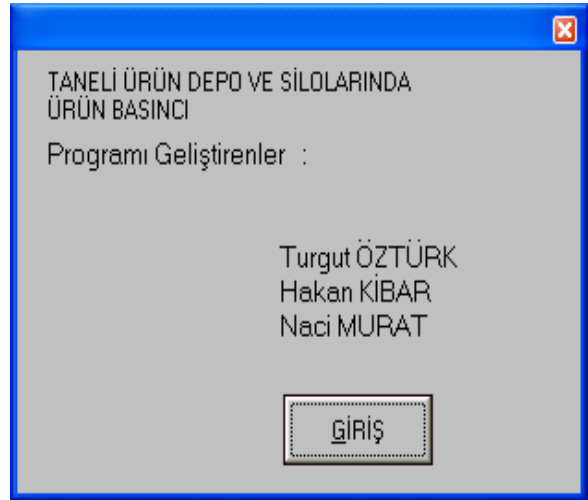
#### 3.1. Gerekli Veriler

Programın kullanımında depolama karakteristiği olarak (depo yapısı ve ürüne ilişkin) bazı değişkenler programa girildiğinden bu bilgilerin önceden bilinmesi gerekmektedir. Bu bağlamda gerekli olan veriler;

hidrolik yarıçap, ürün birim hacim ağırlığı, depo üst düzeyinden olan derinlik, içsel sürtünme açısı, ürün yüksekliği ve statik sürtünme katsayısıdır.

#### 3.2. Veri Girişi

Programın giriş sayfası aşağıda şekil 2' de gösterildiği gibidir. Bu sayfada giriş komutuyla programa girilmektedir. Bundan sonra depolanan ürün kitlesine bağlı olarak yatay ve düşey basıncı hesaplayan bir pencere açılmaktadır (Şekil 3). Bu sayfada kullanıcıya hidrolik yarıçap, ürünün birim hacim ağırlığı, depo üst düzeyinden olan derinlik, içsel sürtünme açısı, ürün yüksekliği, ürün kitlesi ile depo duvarı arasındaki statik sürtünme katsayısı ile ilgili bilgiler sorulmaktadır. Yine bu pencerede hidrolik yarıçap seçeneğine girilerek depo kesit geometrisinin daire, dikdörtgen ve kare durumuna göre ilgili değerler girilerek hidrolik yarıçap pratik olarak hesaplanabilmektedir (Şekil 4). Ayrıca programda girilen verilere bağlı olarak, eşitlikler doğrultusunda deponu alçak depo veya yüksek depo oluşunu programın kendisi belirlemektedir. Tüm bu bilgiler girildikten sonra hesapla komutu ile program taneli ürün deposunda meydana gelen yatay ve düşey basıncı, deponun alçak depo (Şekil 6) veya yüksek depo (Şekil 8) oluşuna göre hesaplamaktadır.



Şekil 2. Programın giriş sayfası

**Yatay ve Düşey Basıncın Belirlenmesi.....**

Hidrolik Yarıçap  m

Ürün birim hacim ağırlığı  kg / m<sup>3</sup>

Depo üst düzeyinden olan derinlik  m

İçsel sürtünme açısı  derece

Yığın yüksekliği  m

Ürün kitlesi ile depo duvarı arasındaki statik sürtünme katsayısı

Şekil 3. Yatay ve düşey basıncın hesaplanması için gerekli veriler

**Hidrolik Yarıçap Değer Hesaplaması**

Şekil 4. Hidrolik yarıçap değerinin belirlenmesi

**Yatay ve Düşey Basıncın Belirlenmesi.....**

Hidrolik Yarıçap  m

Ürün birim hacim ağırlığı  kg / m<sup>3</sup>

Depo üst düzeyinden olan derinlik  m

İçsel sürtünme açısı  derece

Yığın yüksekliği  m

Ürün kitlesi ile depo duvarı arasındaki statik sürtünme katsayısı

Şekil 5. Programa gerekli verilerin girilmesi

**Alçak Tahıl Deposu**

Yığın yüksekliğinden Y derinliğinde depo duvarına yapılan yanal basınç	586,64	kg.f/m <sup>2</sup>
Yanal proje basıncı	1055,95	kg.f/m <sup>2</sup>
Yığın yüksekliğinden Y derinliğinde depo duvarında oluşan düşey basınç	111,46	kg.f/m <sup>2</sup>
Toplam düşey basınç	200,63	kg.f/m <sup>2</sup>

Kapat

Şekil 6. Alçak depoda oluşan yatay ve düşey basınçlar

**Yatay ve Düşey Basıncın Belirlenmesi.....**

Hidrolik Yarıçap	2.5	m
Ürün birim hacim ağırlığı	680	kg / m <sup>3</sup>
Depo üst düzeyinden olan derinlik	3	m
İçsel sürtünme açısı	34	derece
Yığın yüksekliği	12	m
Ürün kitlesi ile depo duvarı arasındaki statik sürtünme katsayısı	0.320	

Temizle Hesapla

Şekil 7. Programa gerekli verilerin girilmesi

**Yüksek Tahıl Deposu**

Yığın yüksekliğinden Y derinliğinde depo duvarına yapılan yanal basınç	546,499	kg.f/m <sup>2</sup>
Yanal proje basıncı	8377,16	kg.f/m <sup>2</sup>
Yığın yüksekliğinden Y derinliğinde depo duvarında oluşan düşey basınç	2680,691	kg.f/m <sup>2</sup>

Kapat

Şekil 8. Yüksek depoda oluşan yatay ve düşey basınçlar

#### 4. SONUÇ

Taneli ürünlerin oluşturacağı yatay ve düşey basınçların hesaplanmasında varsayımlar ürünün yarı akışkan sıvı özelliğine sahip olduğu esasına dayanır. Taneli ürün depo ve silolarında depolanan ürünün ortaya çıkardığı yatay ve düşey basınç deponun alçak veya yüksek oluşuna göre Rankine veya Janssen eşitlikleri kullanılmak suretiyle hesaplanmaktadır.

Günümüzde bilgisayar destekli modellemeler diğer sektörlerde olduğu gibi Ziraat Mühendisliği alanında da etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Özellikle depo konstrüksiyonunun oluşturulmasına yönelik geliştirilen bu programın kullanılması depo konstrüksiyonu alanında çalışan mühendis ve diğer uygulayıcılara uygulama açısından kolaylıklar getirmektedir.

#### 5. KAYNAKLAR

- Anonymous, 1983. Structures and Environment Handbook Chapter 101.1: Loads, 11th Edition, MWPS. USA.
- Anonymous, 1992. Design and Management of Storages For Bulk, Foll-Crop. ASAE Engineering Practice: ASAE EP 475.

- Ekmekyapar, T., 1997. Tarımsal İnşaat. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 151, Erzurum
- Horabik, J., Molenda, M., 1988. Force and Contact Area of Wheat Grain In Friction. Journal of Agriculture England Research 41(1), P.32-42.
- Mohsenin, N., 1980. Structure, Physical Characteristics and Mechanical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- Ross, J. J., Bridges, T.C., Loewer, O. J. and J. N. Walker, 1979. Grain Loads as Affected by Grain Moisture and Vertical Pressure. Transactions of the ASAE, 22 (3); 592-597.
- Öztürk, T., 2003. Tarımsal Yapılar. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 49, Samsun.
- Öztürk, T., 2004. Tarımsal İnşaat Ders Notları (Yayınlanmamış). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun.