

8. TOHUM TEMİZLEME İLKELERİ VE MAKİNALARI

8.1. Giriş

Tohumluğun hazırlanmasında 3 ana kademe vardır. Bunlar;

Mekanik hazırlama: Ana bitki danelerinin yabancı maddelerden ayrılması için yapılan bütün işlemleri kapsar.

Sınıflandırma: Mekanik temizlemeden elde edilen temiz daneler kendi aralarında sınıflandırılarak en iri ve dolgun olan daneler tohumluk olarak ayrılır.

İlaçlama: Bu son kademede sınıflandırma ile ayrılan tohumluk ekime kadar geçen devre içinde ambar zararlılarına karşı ilaçlanır. Bu ilaçlama aynı zamanda ekimden sonra çimlenmeye kadar geçen devre içinde çeşitli hastalık ve zararlılara karşı danelerin korunmasını da sağlar.

8.2. Tohum Temizleme ve Sınıflandırma İlkeleri

Tohumluğun ayrılmasında yararlanılan fiziko-mekanik özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Boyut özellikleri
2. Aerodinamik özellikler
3. Yüzey özellikleri
4. Şekil özellikleri
5. Özgül ağırlık özellikleri
6. Esneklik özellikleri
7. Mekanik direnç özellikleri
8. Statik elektrik özellikleridir
9. Renk (optik) özellikleridir.

8.2.1. Boyut Özellikleri

Karışımı oluşturan unsurların boyut özelliklerine göre ayrılması uygulamada en fazla kullanılan yöntemdir. Bir danelenin uzunluk, genişlik ve kalınlık olmak üzere üç boyutu vardır (Şekil 8.1). Uzunluk danelenin en büyük, genişlik orta ve kalınlık en küçük boyutudur. Bu üç boyut yönünden farklı olan gruplar kolayca birinden ayrılabilir.

8.2.1.1. Genişliklerine Göre Ayırma

Danelerin genişliğine göre ayrılmasında yuvarlak delikli elekler kullanılır. Yuvarlak bir delikten ancak genişliği delik çapından az olan daneler geçebilir (Şekil 8.2.). Yuvarlak delikli eleklerle ayırmada diğer boyutların hiçbir rolü yoktur. Uzun olan danelerin yuvarlak delikten geçebilmesi için uzunluk eksenleri elek düzlemine dik gelmelidir. Aksi halde deliklerle karşılaşma olasılığı çok azalır. Bu, eleğin düşey yönde titreşimi ile sağlanabilir. Kullanılan tohum temizleme makinalarının çoğunda elekler yatay salınım hareketi yapar. Bu nedenle yulaf, çavdar v.b. gibi uzun daneler, genişlikleri delik çapından az dahi olsa, yuvarlak delikli eleklerden kolay geçememektedir. Yalnız uzunlukları genişliklerinin bir katını geçmeyen nohut, darı, tıfıl, yonca gibi daneler yatay salınımlı yuvarlak delikli eleklerden kolayca

geçebilir. Uygulamada herhangi bir tohumluğun genişliğine göre sınıflandırılmasında bu husus göz önünde bulundurulmalıdır. Tohumluk karışımını genişlik ölçülerine göre ayırabilmek için, elek deliklerinin çapı, tohumluğa ayrılacak danelerin genişliği ile elek altına geçmesi istenen danelerin genişlikleri arasında bulunan bir değerde olmalıdır.

8.2.1.2. Kalınlıklarına Göre Ayırma

Kalınlığına göre danelerin ayrılmasında dikdörtgen ve oblong delikli elekler kullanılır. Bu tip eleklerden, yalnızca kalınlıkları delik genişliğinden az olan daneler alta geçebilir (Şekil 8.3). Bunun sonucu daneler uzunluk eksenleriyle elek düzlemine hem dik ve hem de paralel düzende bulunabilir. Şekil 8.3 de kalınlıkları (a,b,c) delik genişliğinden az olan daneler elekten aşağı geçerler. Kalınlığı (d) delik genişliğinden fazla olan daneler ise elek üzerinde kalır.

Danenin uzunluk eksenini elek düzlemine paralel bulunduğu takdirde deliklere denk gelmesi için şu koşulların oluşması gerekir.

1. Dar kenarı üzerine oturmalı
2. Delikler paralel bir hale gelmeli
3. Delik danelerden daha uzun olmalıdır.

Bu koşullar eleğin yatay salınımlı bir hareket yapması ile sağlanabilir. Tohumluk karışımını danelerin kalınlık ölçülerine göre ayırabilmek için elek deliklerinin elek üstünde kalması istenen danelerin kalınlıklarından dar, fakat alta geçecek danelerin kalınlıklarından daha geniş olması gerekir.

8.2.1.3. Uzunluklarına Göre Ayırma

Danelerin uzunluğuna göre ayrılmasında silindirik ayırıcılar ile diskli ayırıcılardan yani triyörlerden yararlanır. Triyörler, üzerinde yuvalar bulunan silindirik veya disk şeklindeki yüzeylerdir. Triyör yuvalarına giren uzun danelerin ağırlık merkezleri yuva dışında kalacağından triyörün dönmesi ile uzun daneler yuvadan düşer. Kısa daneler ise yuva içinde kalarak ayrılır (Şekil 8.4).

8.2.2. Aerodinamik Özelliklere Göre Ayırma

Tohumluk karışımını oluşturan çeşitli danelerin aerodinamik özelliklerine göre ayrılması en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Bu tip ayırma, hava akımı ile danenin karşılıklı hareketleri ile oluşur.

Hava, içinde hareket eden bir cisme direnç gösterir. Bu dirence göre, hareket eden cismin hızı değişir. Karışım içindeki grupların aerodinamik özellikleri farklı olursa, hava akımının da hızları farklı olacağından ayırma yapılabilir. Aerodinamik özelliklere göre ayırma durağan ve hareketli hava içinde olmak üzere iki şekilde yapılabilir.

Durağan hava içinde ayırmada dane hava içine fırlatılır. Kütleli dolayısıyla ataleti fazla olan daneler uzağa gider. Buna karşın cılız ve hafif daneler hava direncini yenebilecek atalete sahip olmadıklarında yakına düşerler. Bu şekilde karışım gruplara ayrılabilir.

Durağan hava içinde ayırma yerine bugün modern tohum temizleme makinalarında hareketli hava akımı kullanılır. Hava akımına bırakılan karışım içindeki hafif kısımlar, ataletleri az olduğundan, hava hızına çabuk uyum sağlayarak, kütleli fazla olanlara oranla daha uzağa

götürülür ve böylece ağır daneler ve varsa taş gibi bazı yabancı maddeler toz, kavuz ve saman gibi hafif olan yabancı maddelerden ayrılır.

Aerodinamik özellikler daha çok temizleme işinde kullanılır. Çünkü sınıflandırma işlemi için hava akımından yararlanmak çoğu kez etkili olmamakta ve tam ayırım yapılamamaktadır. Havanın cisimlere karşı gösterdiği direnç, çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu direnç aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$R = C \frac{\rho}{g} A_k V^2$$

Burada;

R = Cismin hareketine karşı koyan direnç (N)

C = Cismin şekline bağlı direnç (sürüklenme) katsayısı

ρ = Havanın özgül kütlesi (1.23 kg/m^3)

A_k = Cismin hareket yönüne dik kesit alanı (m^2)

V = Cisimle hava arasındaki bağıl hız farkıdır(m/s)

Tohumluğu oluşturan daneler eğik ya da yatay bir hava akımına bırakılırsa, hava akımı danelere bir R kuvveti ile etki eder. Bu kuvvetin etkisi altında daneler belirli bir hız ve ivme kazanır. R direnç kuvveti büyüdükçe danelerin hızı artar ve daneler de o oranda daha uzağa fırlatılır. R direnç kuvvetinin cisme uyguladığı ivme aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$a_R = \frac{R}{m} = \frac{C \rho A_k V^2}{mg} = \frac{C \rho A_k V^2}{G}$$

Burada;

a_R = R direnç kuvvetinin cisme uyguladığı ivme (m/s^2)

m = Cismin kütlesi (kg)

G = Cismin ağırlığıdır(N).

Bu formülde $\frac{C\rho A_k}{G}$ terimi cismin aerodinamik (incelik oranı) katsayısıdır ve k_{ad} ile gösterilir.

Bu katsayı cismin aerodinamik özelliklerinin bir ölçüsü olabilir. Fakat pratikte aerodinamik özellikleri tanımlamak için diğer bir ölçü olan *kritik hız* kullanılır.

Aşağıdan yukarıya sürekli bir hava akımının bulunduğu bir kanal içerisine bir cisim bırakılırsa bu cisim 2 kuvvetin etkisinde kalır. Bunlar hava akımın direnci (R) ve cismin kendi ağırlığıdır (G). R direnci aşağıdan yukarıya, G ağırlığı ise yukarıdan aşağıya doğru yönelmiştir (Şekil 8.5). Bu kuvvetlerin durumlarına göre aşağıdaki durumlar ortaya çıkar.

$G > R$ ise cisim aşağıya düşer.

$G < R$ ise cisim yukarı çıkar.

$G = R$ ise cisim havada askıda kalır.

$G = R$ olduğu zaman cismin bağıl hızı, havanın gerçek hızına eşittir, ancak yönü hava akımının tersi yönündedir. İşte bu *hıza kritik hız* denir. Kritik hız aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$G = R = k \frac{\rho}{g} A_k V_k^2$$

$$V_k = \sqrt{\frac{g G}{C \rho A_k}}$$

Kritik hız bir dane için belli bir değerde değildir. Çünkü dane düşey kanal içinde devamlı bir dönme hareketi yapar ve her seferinde hava akımına karşı gelen kesit değiştiği için buna bağlı olarak R değişir ve daneye etki eden hız da değişir. Böylece dane kanal içinde sabit yükseklikte kalmaz. Çizelge 8.1 de bazı tarımsal ürünlerin kritik hızları (V_k), direnç katsayıları (C) ve aerodinamik katsayı verilmiştir.

Dik kanal içine daneler fazla miktarda bırakılırsa bunlar birbirine çarparak ayırma işinin kalitesini bozarlar. Aerodinamik özelliklere göre ayırmada dik ya da yatık kanallar kullanılır.

Dik kanalda vantilatörden gelen havanın hızı üç kademe halinde düşürülür. Hava hızının düşmesi bu kanalın üç yerinde (1,2 ve 3) görülür bir şekilde genişletilmesinden ileri gelir. Değişik ölçüde kanallar kullanılarak farklı kesitlerde farklı daneler elde edilir (Şekil 8.6).

Yatay yöndeki hava akımının etkisi daha azdır. Hava akımına bırakılan daneler havanın (R) itme kuvvetinden başka aynı zamanda yer çekiminin de etkisi altında bulduklarından bu iki kuvvetin bileşkesi yönünde yol alarak Şekil 8.7 den de görülebileceği gibi hafif olanlar daha uzağa atıldığı halde ağır daneler daha yakına düşer.

Hava akımının yönü dikleştikçe etkisi de artar. Daneler hava akımı içinde daha uzun süre kalabilir ve bu şekilde değişik yüzeylerden hava akımının etkisinde kalarak daha iyi bir ayrılma elde edilir. Bu nedenle en basit tohum temizleme ve sınıflandırma makinalarında bile vantilatörden gelen hava kanalı az çok eğik yapılır. Yüksek verimli tohum temizleme ve sınıflandırma makinalarında ise genel olarak dik hava akımından yararlanır.

8.2.3. Yüzey Özelliklerine Göre Ayırma

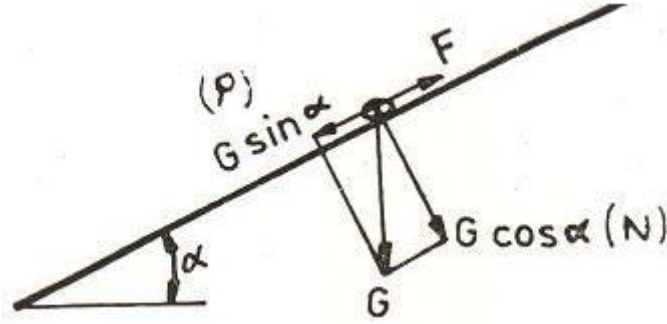
Bir karışımı oluşturan çeşitli danelerin yüzey özellikleri farklıdır. Bazı bitki tohumlarında yüzey pürüzlü, tüylü, girintili ve çıkıntılı olduğu halde, bazılarında yüzey düz ve parlaktır. Eğik bir düzlem üzerinde hareket eden cisimlere eğik yüzey tarafından gösterilen direnç, bunların yüzey durumlarına ve dolayısıyla cisim ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısına bağlıdır. Yüzey durumları bakımından farklı tohum ve yabancı maddeleri birbirinden ayırmada eğik yüzeylerin bu farklı dirençlerinden yararlanır.

Eğik yüzeyin cisimlerin hareketine karşı gösterdiği direnç, sürtünme kuvvetidir. Sürtünme kuvveti (F), cismin eğik yüzey üzerine yaptığı basıncın yüzeye dik olan bileşeni (N) ve sürtünme katsayısına (f) bağlıdır. Sürtünme kuvveti $F=f \times N$ yazılabilir.

Bir eğik düzlem üzerindeki danenin hareketi Şekil 8.8. göz önüne alınarak incelenebilir. Danenin ağırlığı (G) ve sürtünme kuvveti (F) olsun. G kuvveti, biri $G \times \sin \alpha$ ve diğeri $G \times \cos \alpha$ olan iki bileşene ayrılır. Danenin eğik yüzey üzerinde hareketsiz olması için aşağıdaki eşitlikler yazılabilir (Ayık 1985).

$$G \sin \alpha \leq F \leq fN = fG \cos \alpha$$

$$f \geq \frac{G \sin \alpha}{G \cos \alpha} \geq \tan \alpha$$



Şekil 8.8. Eğik yüzeyde daneye etkiyen kuvvetler (Ayık 1985)

Bu sonuca göre danenin hareketsiz olması için sürtünme katsayısının, eğim açısının tanjantına eşit ya da bundan büyük olması gerekir. Buna göre tanjantı, sürtünme katsayısına eşit olan eğim açısının, sürtünme açısı olarak tanımlanmasına yol açar. Sürtünme açısı ϕ ile gösterilirse $f = \tan \phi$ olur.

Karışım içindeki grupların farklı f ve ϕ değerlerine sahip olması halinde bu gruplar birbirinden kolayca ayrılabilir. Danenin sürtünme katsayısı ve sürtünme açısı büyüdükçe eğik yüzey üzerinde kayabilmesi için eğim açısının da o kadar büyük olması gerekir.

Sürtünme katsayısı danenin ağırlığına bağlı değildir. Ancak dolgun ve iri danelerin daha düzgün bir yüzeye sahip oldukları çoğu bitkiler için doğru bir deyimdir. Hastalıklı ve cılız daneler ise buruşuk ve pürüzlü bir yüzeye sahiptir. Böylece cılız ve hastalıklı daneleri yüzey özelliklerinden yararlanarak tohumluktan ayırmak olasıdır.

Danelerin yüzey özelliklerine göre ayrılmasında eğik yüzeyler kullanılır. Bu fiziksel özelliklere göre ikinci ayırma yolu elektro manyetik silindirlere. Bu yöntem özellikle yonca içinden küsküt tohumlarını ayırmak için kullanılır.

8.2.4. Danelerin Şekil Özelliklerine Göre Ayrılması

Daneler şekil yönünden farklılıklar gösterir. Yuvarlak ve oval olan daneler ile yassı ve gayrı muntazam olan daneler eğik bir yüzey üzerine konulduğunda yüzey üzerindeki hareketleri farklı olur. Çünkü yuvarlak daneler yuvarlanma sürtünmesi, diğerleri ise kayma sürtünmesinin etkisindedir. Bilindiği gibi yuvarlanma sürtünme katsayısı daha küçük değerde olduğundan şekil bakımından gruplar kolayca ayrılabilir. Şekil özelliklerinden yararlanılarak ayırmada bezli eğik yüzeyler ve spiral triyörler kullanılır.

Şekil özelliklerinden yararlanılarak bazı daneler eleklerle de kolayca birbirinden ayrılabilir. Özellikle üçgen delikli elekler kırık ve sağlam daneleri ayırabilmektedir. Üçgen şeklindeki delikten kırık daneler kolayca geçerken dolgun olan sağlam daneler geçemez.

6.2.5. Danelerin Özgül Ağırlıklarına Göre Ayrılması

Tohumluğu oluşturan kısımların yapısı, nem oranı, olgunluk derecesi v.b. bakımından farklı oluşu özgül ağırlıklarının da farklı olmasına neden olur. Özgül ağırlığı sabit olan bir ortam içinde farklı özgül ağırlıktaki gruplardan oluşan bir karışım konulursa bunları birbirinden ayırmak mümkün olur. Ortam genellikle bir sıvıdır. Sıvının özgül ağırlığı γ_s , cismin yani danenin özgül ağırlığı γ_c olsun. Bu durumda üç durum meydana gelir.

$\gamma_s > \gamma_c$ ise dane yüzer.

$\gamma_s = \gamma_c$ ise dane askıda kalır.

$\gamma_s < \gamma_c$ ise dane batar.

Özgül ağırlığına göre ayırma yapılabilmesi için kullanılan sıvının özgül ağırlığının, birbirinden ayrılması istenen unsurlardan birinin özgül ağırlığından fazla, diğerinden az olmalıdır. Kullanılan sıvılar daha çok tohumluğa zarar vermeyen tuz eriyikleridir.

Danelerin özgül ağırlığına göre ayrılması durgun sıvı içinde olduğu gibi hareketli sıvı içinde de yapılabilir. Dik bir kanalda aşağıdan yukarıya doğru akan sıvıda danenin mutlak hareket hızı V ise, bu hız aşağıdaki gibi yazılır.

$$V = V_d - V_s$$

Burada;

V_d =Danenin durgun suda düşme hızı (m/s)

V_s =Sıvının kanaldaki hareket hızıdır (m/s)

Bu hızların değerlerine göre de üç durum ortaya çıkar.

$V_d > V_s \Rightarrow$ Daneler dibe çöker.

$V_d < V_s \Rightarrow$ Daneler yukarı çıkar.

$V_d = V_s \Rightarrow$ Daneler sıvı içinde askıda kalır.

Karışım içindeki grupları ayırmak için sıvı hızı o şekilde alınır ki bazı daneler dibe çökerken, diğerleri su ile yukarı çıkar. Suyun hızı, ayrılması istenen cisimlerin düşme hızları arasında olmalıdır.

Yatay su akımındaki ayırma da aynı ilkeye dayanır. Yatay su akımına bırakılan dane, su hızı ile düşme hızı etkisi altındadır. Dane bu hızların bileşkesi olan V yönünde hareket eder. V_s sabit kaldığına göre α açısının değeri V_d ye yani danenin özgül ağırlığıyla ilgili olan hıza bağlıdır. V_d hızı arttıkça α açısı azalır ve dane sıvı akımına bırakıldığı noktanın yakınına düşer. Böylece özgül ağırlıkları farklı olan danelerin dibe çökme hızları da farklı olur ve sıvının içinde farklı uzaklıklarda dibe çöker ve ayrılma sağlanır. Buradaki uygun sıvı hızı 0.5 m/s kabul edilir.

8.2.6. Danelerin Esneklik Özelliklerine Göre Ayrılması

Çeşitli danelerin yapı, nem, olgunluk derecesi v.b. bakımından farklı oluşları, esnekliklerinin de farklı olmasına neden olur. Esneklik cisimlerin deformasyondan sonra tekrar eski şekillerini alabilme yeteneğidir. Bir cismin esneklik derecesi katsayısı, bu cismin esnek bir yatay yüzey üzerine düştükten sonraki hızı (V_2) nin, düşmeden önceki (V_1) hızına oranıdır.

$$e = \frac{V_2}{V_1}$$

Eğer havanın direnci göz önüne alınmazsa esneklik yüksekliklere bağlı olarak yazılabilir (Şekil 8.9).

$$e = \frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{h}{H}}$$

Burada;

H=Cismin düşme yüksekliği (m)

h= Cismin düştükten sonraki yükseliş miktarıdır (m).

Yatay düzleme göre bir α açısı ile yerleştirilen eğik düzlem üzerine düşen daneler yansıtılarak belli bir uzaklığa fırlatılır. Fazla esnek olanlar (b) uzağa, daha az esnek olanlar ise (a) yakına düşerler. İyi bir ayırma için $\alpha=22.5^\circ$ ve $H=1.5$ m alınmalıdır.

Danelerin esneklik özelliklerine göre ayrılmasında kullanılan diğer bir yöntem de sarsıntılı masalardır.

8.2.7. Danelerin Mekanik Direnç Özelliğine Göre Ayrılması

Danelerin gösterdiği mekanik direnç de ayırıcı bir özellik olabilir. Örneğin toprak parçaları ve cılız daneler sağlam danelerden bu şekilde ayrılır. Bunun için ters yönde birbirine temas ederek dönen kauçuk silindirler kullanılır. Toprak parçaları bu iki silindir arasından geçerken parçalanır. Sağlam daneler ise kauçuğu esneterek ezilmeden geçer. Böylece toz haline gelmiş olan toprak elek veya rüzgârla ayrılır (Şekil 8.10).

8.2.8. Danelerin Statik Elektrik Özelliklerine Göre Ayrılması

Daneler elektriksel özellik farkından yararlanarak ayrılır. Karışımı meydana getiren materyaller statik elektrikle yüklenir. Bu yüklemde sürtme, kontak ve korona yöntemlerinden birisi kullanılabilir.

Sürtme yönteminde danelerin birbirlerine ve diğer cisimlere sürtünmesiyle meydana gelen statik elektrikten yararlanır. Statik elektrikle yüklenen karışım pozitif ve negatif elektrotların oluşturduğu elektrik alanı içerisinde geçirilir. Pozitif yüklü olanlar negatif elektroda, negatif yüklenmiş olanlar pozitif elektroda doğru çekilirler. Yeşil yem bitkileri tohumlarının içinden hafif maddelerin ayrılmasında iyi sonuç verirler.

Kontakt yükleme yönteminde kondaktivitesi yüksek olan daneler daha fazla elektrikle yüklenir ve diğer danelerden daha uzağa itilirler. Özellikle nem farkı olan materyallerin ayrılmasında kullanılırlar.

Korona, bir iletkenin elektrik alan şiddeti veya yüzeysel alan şiddeti kendisini çeviren gazın delinme dayanımını aştığında meydana gelen kısmi boşalmadır. Meydana gelen bu kısmi boşalmalar (korona) geçici veya sürekli nitelikte olabilmektedir. Korona ismi ise delinme sırasında meydana gelen ışımaların güneşi kuşatan koronaya benzerliğinden gelmektedir (<http://www.elektrikce.com>). Korona etrafındaki hava moleküllerinin elektrik yüküyle yüklenmesine neden olur. Koronanın etrafında meydana gelen pozitif ve negatif yüklü iyonlar

daneleri etkiler. Koronanın etrafında oluşan pozitif iyonlar korona tarafından çekilirken, negatif iyonlar korona tarafında itilir. Negatif iyonlar daneleri negatif elektrikle yükler. Daha sonra pozitif ve negatif elektrotların arasından geçen pozitif yüklü daneler negatif elektrotlar tarafından çekilir.

8.2.9. Danelerin Renk Özelliklerine Göre Ayrılması

Tarımsal ürünlerin ışığı yansıtma, tutma ve geçirme özelliklerinden yararlanılarak daneler renk özelliklerine göre birbirinden ayrılır. Renk ya da optik özelliğe göre ayırmada renk farklılıklarını ortaya çıkaran sensörlerden yararlanılır. Renkleri farklı olan materyaller renk sensörleri yardımıyla birbirinden ayrılır. Materyalin üzerine beyaz ışık demeti gönderilir. Bu ışığın materyalden yansıma ve geçme durumlarına göre ayırım yapılır. Her ürünün belirleyici dalga boyu vardır.