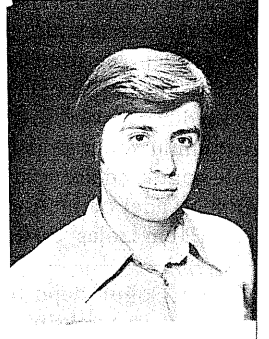


## SEBZE VE MEYVELERİN KONTROLLU ATMOSFERDE DEPOLANMASI

● M. OĞUZHAN PEKER

ODTÜ Makina Bölümünde eğitimini sürdürmektedir. Hall-Thermotank Products Limited (Dartfort-İNGİLTERE) Şirketi fabrikalarında eğitim görmüştür. Bir özel şirkette birkaç yıldır yardımcı eleman olarak çalışmaktadır.



### ÖZET:

Meyve ve sebzeleri olabildiğince uzun süre saklamak soğutma mühendisinin başlıca görevidir. Kontrollü atmosferli depolamayla meyve ve sebzelerin depolanması olağan metodlarla olduğundan çok daha uzun sürelerde olabilmektedir. Bu metodla elmaların 6 - 8 ay arası firesiz depolanması rahatlıkla mümkün olmaktadır.

### SUMMARY:

Storing fruits and vegetables as long as possible is the basic aim of the refrigeration engineers. With the help of controlled atmosphere storage principles it is possible to store food twice as long as we can with conventional methods. The system can be practically used in cold stores in which fruits and vegetables are stored.

## SEBZE VE MEYVELERİN KONTROLLU ATMOSFERDE DEPOLANMASI

Soğutma alanında çalışan bir kişi bazen işin teknik yönlerine o kadar dalar ki soğutmanın genellikle yiyeceklerin depolanmasında esas etken olduğunu unuttur. Gerçekten de soğutmanın ilk amacı depolanan malın tazeliğini mümkün olduğu kadar uzun müddet korumaktır. Bu noktada sebze ve meyvelerin kontrollü atmosferde depolanması (CA STORAGE) yani depolama süresinin birkaç misli artırılması büyük önem kazanmaktadır.

Son zamanlarda teknolojik yönleri araştırılan ve daha uygulamaya yeni konulan bu yöntemle ürünün soluma hızı kontrol edilerek çürüme ve bozulma hızı yavaşlatılır. Sebze ve meyveler depolandığında ürünün solumasıyla CO<sub>2</sub> açığa çıkar, O<sub>2</sub> ise kullanılır. Bu solunum depolanan malların yavaş ve sürekli çürümeye ve bozulmasına yol açar. Soluma hızı depo sıcaklığını düşürerek veya CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> miktarlarını kontrol etmekle azaltılabilir. Deneyler göstermiştir ki olgunlaşma ve bakteriyel bozulma her 10°C sıcaklık düşümünde yarı yarıya azalmaktadır. Böylece daha düşük sıcaklıklar daha uzun depolamayı mümkün kılmaktadır. Fakat birçok meyve ve sebzelerin bünyesel dayanıklılık limitleri vardır ve bu limitlerin altında dehidrasyon dahil olmak üzere birçok istenmeyen kimyasal olay meydana gelmektedir.

Gazlardan yalıtılmış bir odada O<sub>2</sub> oranı azalırken CO<sub>2</sub> oranı artar. Bu durumda CO<sub>2</sub> dışarı atılmalıdır, çünkü yüksek CO<sub>2</sub> oranı depolanan ürünleri çürütür. Meyve tarafından açığa çıkarılan CO<sub>2</sub> miktarı meyvenin çeşidine, tipine, miktarına, depo sıcaklığına ve oksijen yüzdesine bağlıdır. En fazla açığa çıkma ise ürün daha depoya yeni konunca yani 15-20°C'de ve % 21 oksijen oranında olur. CA depolamasının temel amacı da depodaki CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> miktarını mümkün olduğu kadar çabuk istenilen orana indirmek ve o oranda sabit tutmaya çalışmaktır.

### KONTROLLU ATMOSFERİN SAĞLANMASI İÇİN YÖNTEMLER

Kontrollü atmosferin sağlanması için birçok yöntem mevcuttur. Ancak gerek ekonomik ve gerek pratik olması nedeniyle bunlardan ancak birkaçı tesislerde kullanılmaktadır. Bu metodlar özet olarak aşağıda anlatılmıştır.

**KİREÇ:** Kireç, gazdan yalıtılmış bir odaya konularak bir fanla depoya irtibatlandırılır. 10 ton elmaya yaklaşık 1 ton kireç bir depolama süresi için yeterlidir. Ancak kireç için yer ihtiyacının yüksek olması ve değiştirilmesi bir sorun olduğu için bu metod küçük depolar dışında kullanılmamaktadır.

**POTAŞ SOLÜSYONU:** Potaş solüsyonu sirküle edilirken karbon dioksiti emer ve rejenerasyon odasında temiz hava vasıtasıyla atmosfere bırakır. Aygıtların dikkatli çalıştırılması gerekir. Aşırı köpüklenmeyi önlemek için solüsyona köpük önleyici (defoamer) katmak zorunluluğu vardır. Absorbsiyon kapasitesini yani solüsyonun özgül ağırlığının devamlı kontrolü ve kullanılan suyun mutlaka arındırılması gereklidir.

**CO<sub>2</sub> ADSORBERİ\*:** CO<sub>2</sub> aktiflenmiş karbon yardımıyla emilir. Gerek fiyat gerekse bakım ve işletme masrafları söz konusu edildiğinde bu sistem öncekilerden daha elverişli olmaktadır. Adsorber depolama süresi içinde bakım gerektirmez. Kapasitesi ise birkaç yıl boyunca korunur.

**CA Depolanmasında** bir yenilik de oksijen oranını birkaç saatte istenilen orana indirmektir. (Pull-Down of Oxygen Content). Bu ise yüksek oranda nitrojen içeren bir gazla oksijeni tasfiye etmekle başılır. Oksijen tasfiyesi bilhassa depolamanın başlangıcında önemlidir çünkü yüksek oranda oksijen vardır. Bu şekilde soluma hızı önemli oranda azaltılır. Önlenemeyen kaçaklara karşı O<sub>2</sub> oranını belli aralıklar arasında tutmak olasıdır. Hızlandırılmış oksijen tasfiyesi için gerekli gaz aşağıdaki yollarla sağlanabilir:

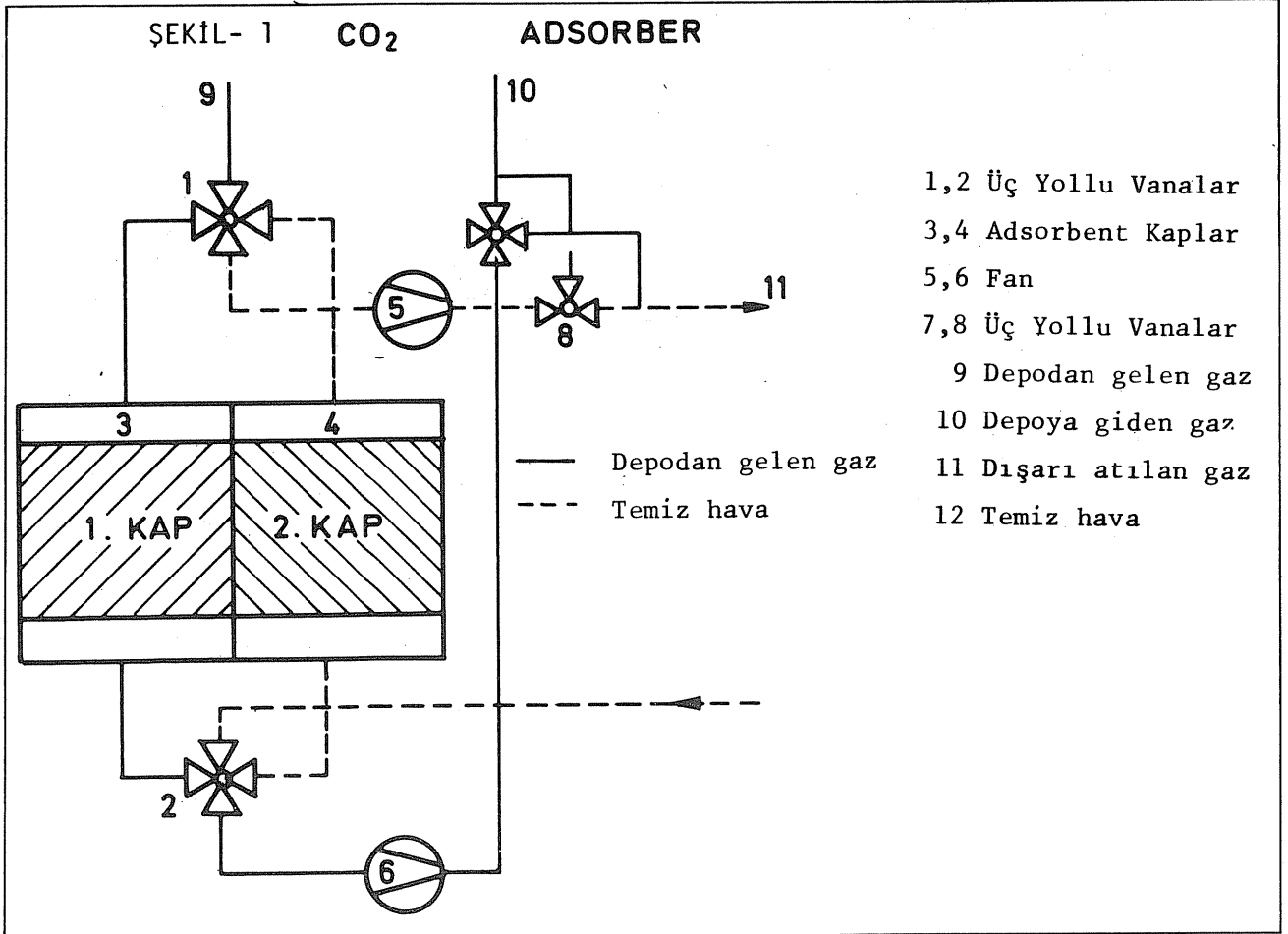
**O<sub>2</sub> KONVERTERİ:** Bu sistemde deponun havasındaki oksijen propanla katalitik bir reaksiyona sokulmak suretiyle karbondioksit ve su buharına dönüşür. Bu şekilde oksijen oranı devamlı azaldığından aşırı oksijensizlik yaratmamak için sürekli kontrol gereklidir. Yanma için kullanılan katalizör çok pahalı olup küçük bir amonyak kaçağında hemen bozulabilmektedir.

**NİTROJEN JENERATÖRÜ\*:** Bu sistemde propan temiz havayla yakılır. Yanma gazları CO<sub>2</sub> adsorberine verilir ve saf nitrojen odaya gönderilir. Deponun havası ise atmosfere bırakılır. Yüksek propan tüketimine karşın işletme ve yatırım giderleri azdır. Depodaki O<sub>2</sub> oranından bağımsız çalıştığı için odanın gaz analiz aygıtlarıyla kontrolü gerekir.

**SIVI NİTROJEN:** Sıvı nitrojenle hava tasfiyesi; pahalı oluşu ve temin etme zorluklarından dolayı az kullanılmaktadır.

**Ekonomik analiz:** Bu metodlarla depolanan malların bozulması büyük oranda önlenmiş olup, süreler büyük ölçüde arttırılmıştır. (Elma için 7-8 aya kadar, Portakal 5-6 aya kadar) CO<sub>2</sub> Adsorber tipi bir tesisin işletme masrafları 6 aylık depo süresi, 10 yıllık amortisman, % 10 faiz ve 2.5 TL/kWh enerji masrafı üzerinden depolanan ton başına 65-70 Türk lirası arasındadır. Nitrojen jeneratörünün masrafları ise % 3'lük O<sub>2</sub> oranı ve 150 ton soğutma kapasitesi itibarı ile:

\* İşaretili yöntemlerle işleyen aygıtlar yapılmış olup halen piyasada yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca iyi bir depolama için gaz analizi aygıtları da gereklidir. Basit aletler ORSAT metoduna göre çalışmaktadır. Daha büyük tesislerde Feed-back metoduyla çalışan otomatik analiz aygıtları kullanılır. Bunlar havanın karışımını otomatik olarak ayarlayıp belirli sınırlar arasında tutarlar.



propan 2.500,- TL  
su 1.150,- TL  
elektrik 75,- TL

4.725,- TL (Bir depolama süresi için)

TABLO 1- BAZI SEBZE VE MEYVELER İÇİN  
O<sub>2</sub> VE CO<sub>2</sub> ORANLARI VE DEPOLAMA SÜRELERİ

| Çeşit ve Cinsler        | Sıcaklık |       | Kontrollü Atmosfer Hücimsal % |                | Depolama Süresi (Ay) |
|-------------------------|----------|-------|-------------------------------|----------------|----------------------|
|                         | °C       | °F    | CO <sub>2</sub>               | O <sub>2</sub> |                      |
| PORTAKAL                | 3 - 4    | 37-39 | 3                             | 3              | 4 - 5                |
| ELMA                    | 0 - 2    | 32-36 | 3                             | 3              | 6 - 8                |
| JONATHAN (ELMA)         | 3 - 4    | 37-39 | 3                             | 2,5-3          | 6 - 7                |
| GOLDEN DELICIOUS (ELMA) | 0 - 2    | 32-36 | 3 - 5                         | 2 - 3          | 6 - 8                |

ralı valflerin durumuna göre depodan gaz bir fan yardımıyla kaplardan birine emilir. (Bakınız Şekil 1) Arıtılan gaz fanla odaya gönderilir. Bu zaman zarfında diğer kaptaki adsorbent hava ile temizlenir. Dolayısıyla CO<sub>2</sub> havaya atılmış olur. Akış diyagramında süreç gösterilmiştir. İkinci kap temizlendiğinde üç yollu vana ile akış yönü değiştirilir. Aynı işlemler değişik kaplarda olur. Valflerin zamanlaması iyi yapıldığı takdirde odaya oksijen kaçması tamamiyle önlenir.

#### N<sub>2</sub> JENERATÖRÜN İŞLEMESİ

Nitrojen jeneratörü depolardaki oksijeni havaya tasfiye etmek için propanı temiz havayla yakarak nitrojen gazı elde eder. Bu, yanma gazlarını CO<sub>2</sub> adsorberinden geçirek nitrojeni serbest bırakmak suretiyle olur.

Sıvı propan şişelerden üç yollu vana yardımı ile evaporatöre gönderilir. Üç yollu vana şişelerden biri boşaldığı zaman otomatik olarak diğeriyle irtibatlanır. (Bakınız Şekil 2) Propan elektrikle ısıtılan evaporatörde buharlaştırılır. Karıştırıcı ünite gerekliliği havayla karıştırılan propan özel bir brülörde yakılır. Sıcak gaz yakanarak soğutulur ve bir fanla depoya CO<sub>2</sub> üzerinden irtibatlanır.

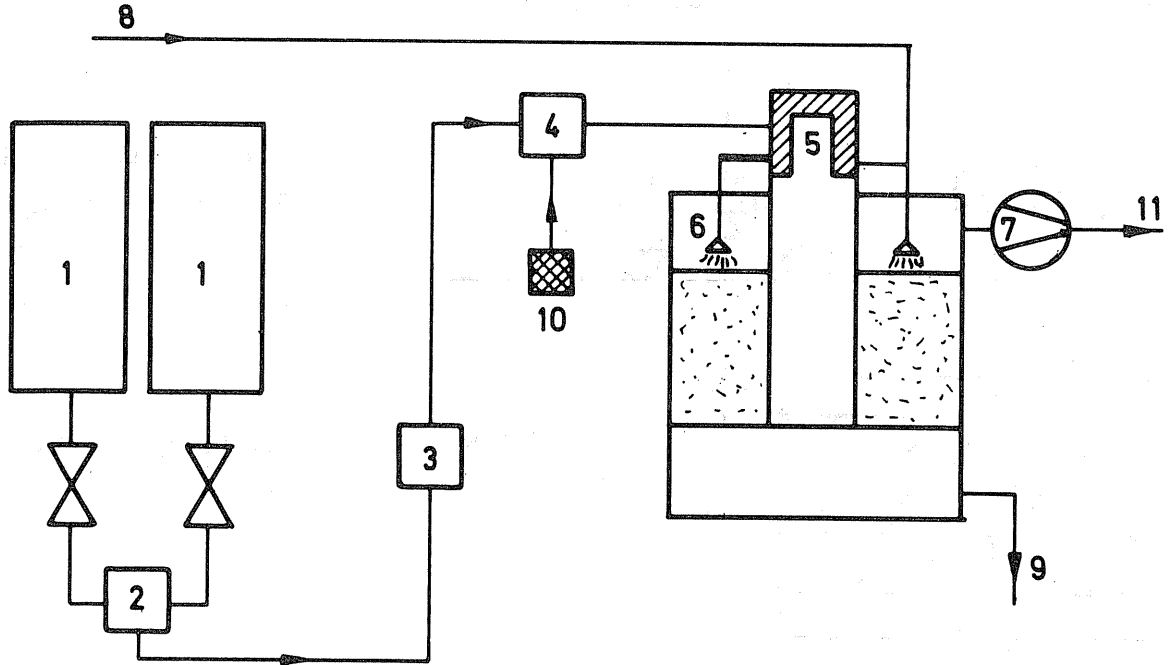
#### CO<sub>2</sub> ADSORBERİNİN İŞLEYİŞİ

CO<sub>2</sub> Adsorberi kuru emiciyle çalışır. (etkinleştirilmiş karbon) Adsorbent iki tersinir kaba konulur. 1 ve 2 numara-

#### KAYNAKÇA:

- 1- Hall Thermotank Products Ltd Technical Bulletin
- 2- ASHRAE 77 Systems Book, 1977
- 3- Basic Refrigeration, Wiley Sons, 1975.

ŞEKİL- 2 N<sub>2</sub> - JENERATÖRÜ



- |                      |                           |                        |
|----------------------|---------------------------|------------------------|
| 1. Propan şişeleri   | 2. Otomatik üç yollu vana | 3. Evaporatör          |
| 4. Karıştırıcı Ünite | 5. Özel Brülör            | 6. Soğutma Spreyi      |
| 7. Fan               | 8. Soğutma suyu girişi    | 9. Soğutma suyu çıkışı |
| 10. Temiz hava       | 11. Atılan gaz            |                        |