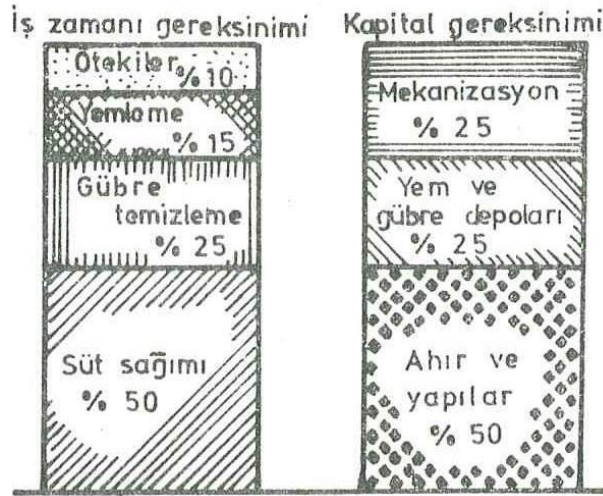


5. SÜT ÜRETİMİ MEKANİZASYONU

En önemli hayvancılık dallarından olan süt inekçiliğinde iş zamanı gereksiniminin ve yatırım masraflarının oransal dağılımı Şekil 132'de grafik olarak verilmiştir. Buna göre; toplam iş zamanının % 50'si süt üretimi için gereklidir. % 25'i gübre temizleme, % 15'i yemleme ve %10'u da öteki işler için tüketilir. Öte yandan, toplam yatırım masrafları içinde dağılım ise şöyledir: % 50'sini ahır yapısı, % 25'ini yem ve gübre depoları, % 25'ini de mekanizasyona ilişkin alet makine oluşturur.



Şekil 132. Süt inekçiliğinde iş zamanının ve yatırım masraflarının oransal dağılımı (Schön vd, 1975)

İş zamanı yönünden en büyük paya sahip olan ve ağır işlerin başında gelen süt sağımının mekanizasyonu, süt inekçiliği işletmelerinde öncelikle üzerinde durulması gereken bir husustur. Öte yandan, süt verimi, meme sağlığı ve süt kalitesi özenli sağım ile makine-ekipmanların bilinçli kullanılmasına bağlıdır. Bu nedenle, sağımın mekanizasyonunda hayvan-makine ve çalışma yöntemi arasındaki optimum uyumun sağlanması amaçlanır. Ayrıca, kaliteli süt üretimi için, sütün sağımı ve işletme içinde depolanması, temiz ve sağlıklı şekilde gerçekleştirilmelidir. Makineli sağımda hayvanın psikolojisi ve anatomisinin de göz önünde bulundurulması unutulmamalıdır.

5.1. Süt Sağım Makinesi

Süt üretimi; sütün sağımını, işletme içinde depolanmasını ve fabrikaya taşınmasını içerir.

Sütün sağımı iki şekilde olur.

1. Doğal sağım. Hayvan yavrusunun memeyi emmesiyle sağlanır.
2. Yapay sağım. Bu ise, el ile ve makine ile olmak üzere iki türlü gerçekleştirilebilir.

Sağımda gerekli iş zamanını kısaltması yanında, makine ile sağımın el ile sağıma göre

üstünlükleri şöyle sıralanabilir:

- . Süt sağım makinesi, sütün temiz ve sağlıklı sağılmasına olanak verir.
- . Süt verimini artırır.
- . Sağım verimini (birim zamanda sağılan hayvan sayısını) artırır.
- . Otomasyona olanak sağlar.

Makine ile sağımda, buzağının emişindeki doğal sağım için söz konusu fiziksel olgular aynen taklit edilir. Öyle ki, sağım için gerekli vakum, üretilerek sütün memeden alınmasında gerekli, emilip gevşetilme işi için, vakumun periyodik olarak kesilmesi sağlanır.

Genel olarak, sağım makinesi, üç sistemi içeren şu elemanlardan oluşur:

1. Vakum üretme sistemi. Burada, vakum pompası ve tahrik için kuvvet kaynağı ile vakum kazanı, vakum ventili (regülatör), vakum-metre vb. elemanlar bulunur.
2. Basınç farkı yaratma sistemi. Periyodik olarak emme gevşetme işinin yapılmasında vakumun fasılalı kesilmesini sağlayan pulsatör ve ilgili devrelerinden oluşur.
3. Süt, hava ve temizleme sıvılarının hareket ettiği sistem. Bu sistemde borular, sağım başlıkları, süt filtresi ve öteki elemanlar bulunur.

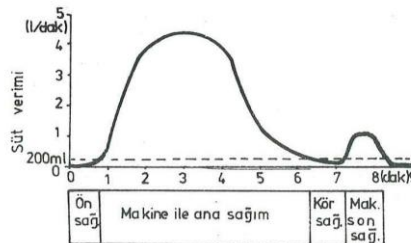
Sağıma başlamadan önce, memelerin temizlenmesi, meme kanallarındaki sütün alınması ve sağım başlıklarının memeye takılması işi, *ön sağım* aşamasını oluşturur.

Sağım başlığı memeye takıldıktan sonra sağılan süt miktarı (debi) önce giderek artar. Belirli bir süreden sonra ise birim zamanda sağılan süt miktarı giderek azalarak 200 ml/dak değerine düşer. Bu aşamaya da *ana sağım* süresi denir. Ana sağım süresi, inek cinsine bağlı olarak 4- 6 dakika arasında değişmektedir.

Süt debisi 200 ml/dakikanın altına düştüğünde *kör sağım* söz konusudur. Kör sağım, memelerin aşırı yüklenmesine meme kanallarının sürtünmesine vb. neden olduğu için zamanında önlenmelidir (yarı otomatik ya da otomatik sağım başlıkları).

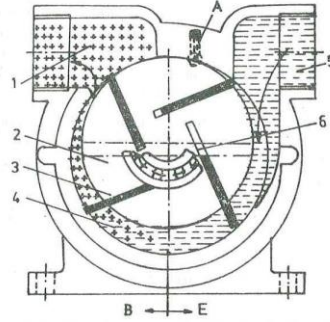
Son sağım ise, memenin masajı ve sağım başlıklarının memeden alınması işlerini içerir. Son sağım süresinde memedeki son süt (0,3 kg/sağım) de sağılır.

Şekil 133'de süt sağımının aşmaları ve ilgili süt debisi değerleri grafik olarak verilmiştir.



Şekil 133. Makineli sağımda sağım aşamaları (Ayık, 1993).

Sağım makinesinin düzgün ve sağlıklı çalışabilmesi için, ilkin, süt ve havanın hareket ettiği sistemin büyüklüğüne göre saptanan sabit basınçta (vakumda) belirli bir hava debisinin üretilmesi gerekir. Sabit basıncın değeri ortalama olarak 0,5 bar (= 50 kPa) olup, sağım sırasında basınç dalgalanması olmamalıdır. Vakumun üretilmesinde çoğunlukla döner hareketli ya da düz pistonlu (git-gel hareketli) vakum pompalarından yararlanır. Şekil 134'de döner hareketli paletli bir vakum pompasının çalışma ilkesi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 134. Döner hareketli paletli vakum pompası (1. Basma ağzı, 2. Döner silindir, 3. Paletler, 4. Hilal şeklinde hücreye sahip silindir, 5. Emme ağzı, 6. Palet yuvası, A: Yağ emiş borusu, B: Basınç hattı, E: Vakum hattı) (Ayık, 1975).

Çoğunlukla elektrik motoruyla tahrik edilen vakum pompasının güç gereksinimi şu eşitlikten bulunur:

$$N = 0,2 + 0,003 \cdot V$$

Burada;

N : Güç gereksinimi (kW) ve

V : 50 kPa basınçta (vakumda) sağım için gerekli hava debisidir (litre/dakika).

Öte yandan, sağım için gerekli hava debisi (V), vakum üretim sistemindeki parçaların hava gereksinimleri ve sağım başlığı sayısı ile doğru orantılıdır. Öteki organların hava gereksinimleri sabit varsayılarak, sağım başlığı sayısına göre gerekli hava debisi ise şöyle bulunur:

Kovaya sağımda;

$$V = 50 + 60 \cdot SBS$$

Boruya sağımda ise;

$$V = 150 + 60 \cdot SBS$$

Burada, SBS sağım başlığı sayısıdır. Bir önceki eşitlikle ilgi kurulursa, sağım makinesinin güç gereksiniminin doğrudan sağım başlığı sayısına bağlı olduğu vurgulanabilir.

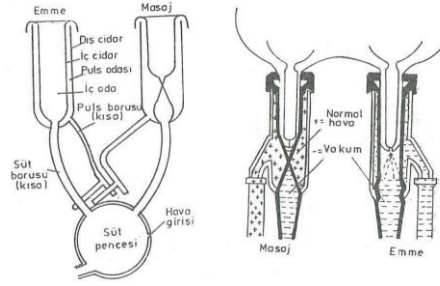
Süt sağım makinesinin enerji tüketimi doğrudan sağım süresine bağlıdır. Enerji tüketiminin düşük olabilmesi için sağımın kısa sürede gerçekleştirilmesi gerekir. Sağım süresinin kısaltılmasında alınabilecek önlemler şöyle sıralanabilir:

- . Yetenekli ve çalışkan sağıcılar çalıştırılmalıdır.
- . Bir sağıcı tarafından komuta edilen sağım başlığı sayısı olanaklar içinde en fazla

olmalıdır.

- . Ana sağım süresi kısa olan hayvan ırkları seçilmelidir.
- . Sağım için gerekli iş zamanları en az olmalıdır (örneğin, memenin temizlenmesi, sağım başlıklarının takılması ve alınması vb.).
- . Sağılacak hayvanın sağıcıya gelişindeki (sağım yeri) ya da sağıcının hayvana gidişindeki (bağlamalı ahır) yolda geçen zaman kısa olmalıdır.

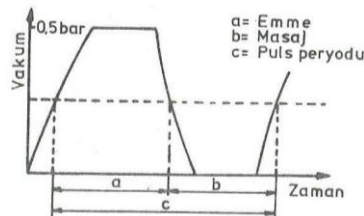
Sağım makinesinde hayvan ile temas eden ana organ *sağım başlığıdır*. Dört memelikten oluşan sağım başlığı iki cidarlı olarak yapılmıştır (Şekil 135). Hayvanın memesine tutunan iç cidar esneyebilen fakat deforme olmayan lastik malzemeden yapılıdır. Dış cidar ise sert plastik ya da paslanmaz metalden olabilir. Sağım başlığındaki memeliklerde sağılan süt, iç cidarın uzantısı olan kısa süt boruları ile süt pençesine iletilir. Süt pençesi, uzun süt borusu ile kovaya ya da süt iletim borusuna bağlanmıştır. Aynı şekilde memeliklerin dış cidarları da kısa puls boruları ile kendi aralarında birleştikten sonra uzun vakum borusuyla pulsatöre bağlanmıştır.



Şekil 135. Sağım başlıklarının yapısı ve çalışma ilkesi.

Hayvanın memesi ile lastik iç cidar arasındaki bölme sürekli olarak vakum altında olmasına karşın, iç cidar ile dış cidar arasındaki bölmede (puls bölmesi), pulsatör verisine bağlı sırayla vakum ve atmosfer basıncı hakimdir. Puls bölmesinde vakum etkili olunca emme sağlanır. Atmosfer basıncı etkili olması durumunda ise lastik iç cidar içe doğru katlanarak emme kesilir (masaj etkisi).

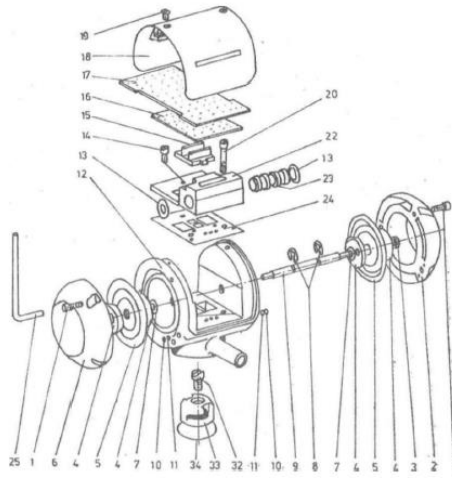
Emme ve masaj sürelerinin toplamı bir puls periyodu olarak adlandırılır. Emme ve masaj sürelerinin oranı ise puls oranı olup, değeri 50:50 ya da 75:25 arasında değişmektedir. Şekil 136'da, bir puls periyodu ile emme ve masaj işindeki basınç değerlerinin zamana göre değişimi verilmiştir.



Şekil 136. Puls periyodu ve puls bölmesindeki basıncın zamana göre değişimi (Ayık, 1975).

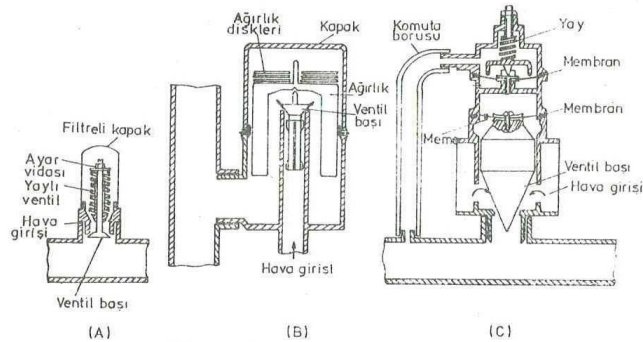
Birim zamandaki puls periyodu sayısına puls frekansı denir. Puls frekansının değeri uygulamada 40-60 puls periyodu/dakika olarak yaygındır. Sağım hızı doğrudan puls frekansıyla ilgilidir. Öyle ki, puls frekansı arttıkça ve puls oranı (emme/masaj) büyüdükçe sağım hızı artar. Ne var ki, memelerde fizyolojik hastalıklara neden olduğu için hızlı sağım sakıncalıdır.

Puls periyodunun emme/masaj işinin gerçekleştirilmesinde, vakumun periyodik olarak kesilmesini sağlayan organa *pulsatör* adı verilir. Pulsatörlerin, pnömatik (hava ile) ya da elektronik olarak tahrik edilen tipleri vardır. Şekil 137' de pnömatik olarak tahrik edilen pistonlu bir pulsatör verilmiştir. Pulsatör uzun puls borusu ile süt pençesi üzerindeki hava dağıtma başlığına bağlanmıştır. Pulsarlar, ya sırayla ikişer memelikte sağlanır (alternatif, değişken puls) ya da tüm memeliklerde aynı anda oluşturulur (eş zamanlı puls).



Şekil 137. Pnömatik tahrikli pistonlu pulsatör (Yavuzcan, 1983).

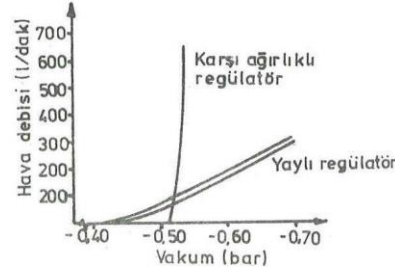
Vakum ventili (regülatörü) sağımda gerekli vakumun (basıncın) ayarlanan belirli bir değerden fazla olmasını engeller. Öyle ki, vakum üretme sisteminde oluşan vakum basıncı, istenilen değerden fazla olduğunda devreye girerek, sisteme ventil üzerinden hava girmesini sağlar. Vakum istenilen düzeye ulaştınca, hava girişini keser. Üç tip vakum ventili vardır (Şekil 138). Bunlar:



Şekil 138. Vakum ventili (regülatörü) tipleri.
(A: Yaylı tip, B: Karşı ağırlıklı tip, C: Membranlı (servo) tip) (Yavuzcan, 1983).

1. Yaylı vakum ventili,
2. Karşı ağırlıklı vakum ventili ve
3. Membranlı (servo) vakum ventili.

Karşı ağırlıklı ile membranlı tip vakum ventillerinin çalışma hassasiyeti ve ayar sahaları yaylı tiplerden üstündür. Şekil 139'da yaylı ve karşı ağırlıklı tip regülatörlerin ventil karakteristikleri grafik olarak belirtilmiştir.



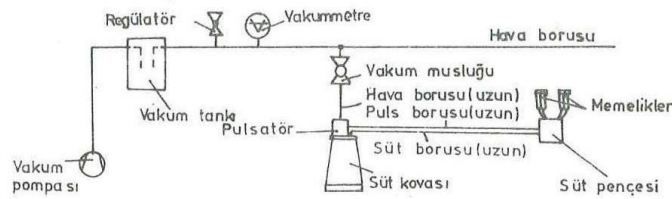
Şekil 139. Yaylı ve karşı ağırlıklı vakum regülatörlerinin ventil karakteristik eğrileri (Ayık, 1993).

Vakum üretme sistemindeki *vakummetre*, sistemdeki basınç değerini gösterir. Vakummetre, sağıcının görebileceği bir yere konulmalıdır. Vakum pompasının emiş ağızına yerleştirilen *vakum tankı* ise, sağım sırasında oluşacak vakum dalgalanmalarını (şoklarını) dengeler. Ayrıca, vakumun bulunduğu elemanlardan sürüklenen sıvının (süt, su, temizleme sıvısı) pompaya girmeden ayrılmasını da sağlar. Bu amaç için vakum tankı alt seviyesine bir musluk yerleştirilmelidir. Elektrik motoru ile çalışan süt sağım tesislerinde olabilecek elektrik kaçaklarının sisteme yayılmaması için, vakum tankı çıkışı ile vakum borusu, elektrik iletmeyen bir malzeme ile (lastik) birleştirilmelidir.

Sağılan sütün iletilme (alınma) durumuna göre, sağım tesisinin iki yapı şekli vardır.

1. Kovaya sağım yapan tesis,
2. Boruya sağım yapan tesis.

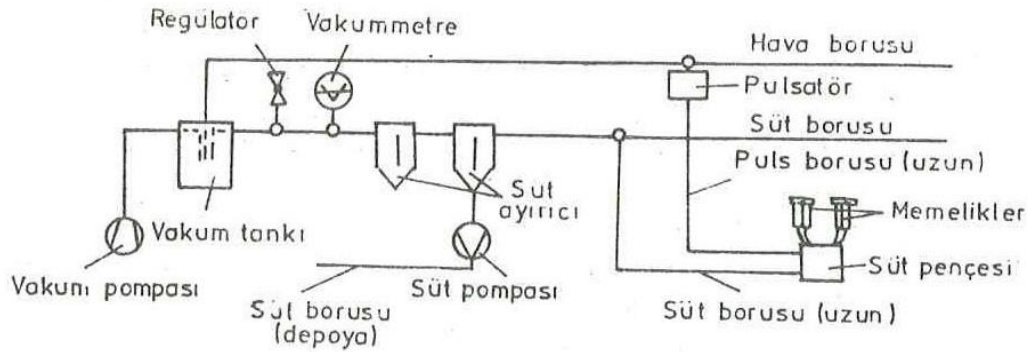
Şekil 140'da kovaya sağım yapan bir sağım tesisinin şeması verilmiştir. Burada, sağılan süt, süt pençesinden uzun süt borusu ile doğrudan kovaya iletilir. Kova, vakum üretme sistemine bağlandığı için sürekli vakum altında bulunur. Vakum tekniği yönünden kovaya sağım yapan tesisler basit yapıdadırlar. Ancak, sağılan sütün sağım süresince biriktirildiği kovanın dolması durumunda, boşaltılmak için süt odasına götürülmesi, geri getirilmesi zor ve zaman alıcıdır.



Şekil 140. Kovaya sağım yapan süt sağım tesisinin şeması (Schön vd, 1975).

Boruya sağım yapan tesislerde süt ve vakura boruları sabit olarak monte edilmiştir. Sağılan süt, borularda sağlanan vakumun etkisiyle süt odasına iletilir. İletim işi için vakumdan yararlanılması, vakum üretme sisteminin hava debisini artırdığı için süt iletim borularının dikkatli planlanması gerekir. Borular, süt odasına doğru, düzgün bir meyle sahip olmalı ve arada yükselme yapmamalıdır. Ayrıca, süt odasında sütün vakumdan ayrılması için, boru sonunda bir ayırıcı eleman bulunmalıdır.

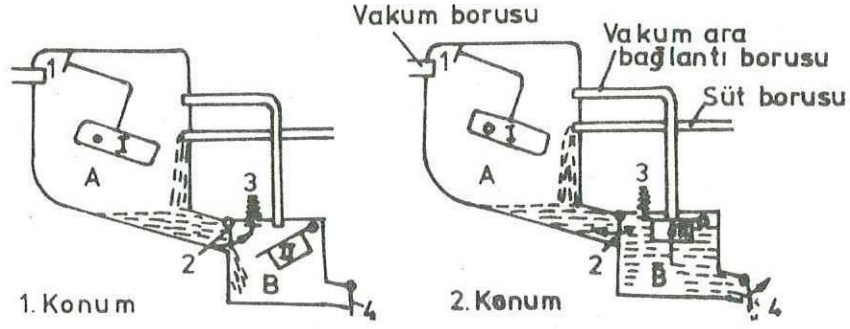
Boruya sağım yapan tesisin kovaya sağım yapan tesisten ayrıcalığı, sütün, uzun borular içinde iletilmesi dışında, süt ayırıcıya ve süt deposunun boru çıkışından yüksek düzeyde olması koşulunda da bir süt pompasına gereksinim olmasıdır. Şekil 141'de boruya sağım yapan bir süt sağım tesisinin şeması verilmiştir.



Şekil 141. Boruya sağım yapan süt sağım tesisi (Schön vd, 1985).

Bağlamalı ahırlardaki boruya sağım yapan tesislerde, süt boruları durakların 1,8 m yukarısından geçecek şekilde yerleştirilir. Sağım yerlerinde ise zemin ya da zemin altında olabilir. Boru malzemesi olarak cam, akril cam ya da krom-nikel-çeliği kullanılır.

Vakumla taşınan sütün vakumdan ayrılmasını sağlayan *süt ayırıcının* çalışma ilkesi Şekil 142'de belirtilmiştir. İki hücreye sahip süt ayırıcının A hücresinde sürekli vakum bulunur. B hücresi bir ara boru ile A hücresine bağlanmış olup, 2 nolu kapaktan B hücresine dolan süt, II nolu şamandırayı kaldırarak ara bağlantı borusunu tıkadığı anda B hücresindeki vakum kesilir. Aynı zamanda 3 nolu ventil açılarak atmosfer havası içeri girer ve süt, 4 nolu kapaktan süt deposuna akar. B hücresindeki süt boşaldıktan sonra 3 nolu ventil ile 4 nolu kapak kapanırken II nolu şamandıra da vakum bağlantı borusunu açar.



Şekil 142. İki hücreli süt ayırıcısı.

Süt sağım tesislerinde istenilen teknik özellikler cetvel 24'de özetlenmiştir.

Cetvel 24. Süt sağım tesislerinde aranan teknik özellikler (Schön vd, 1985).

Özellik	İstenen değer	Kabul edilen sapma	Açıklama
Sağım vakumu	(0,4) ... 0,5 bar	$\pm 0,02$ bar	Yüksek vakum, hızlı sağım sağlar, ancak son sağım süresi artar.
Vakum dalgalanması	Boruya sağımda Kovaya sağımda	0,2 bar/s 0,4 bar/s	Sağım başlığı değiştirmede vakum düşmesi şeklinde oluşur.
Vakum pompasının debisi	Kovaya sağımda: (50 l/dak + 60 l/dak. SBS) Boruya sağımda: (150 l/dak + 60 l/dak. SBS)		Olması gereken en düşük debidir.
Puls frekansı Puls oranı Masaj süresi	40...60 Puls periyodu/dak 1/1...2,5/1 % 50...% 30	$\pm \% 5$ $\pm \% 5$ $\pm \% 5$	Emme süresinin büyük olması hızlı sağımı sağlar ancak, son sağım süresi artar.
Vakum borusu (İç çapı)	Vakum pompasının debisine göre 300 l/dak 25 mm 300...600 l/dak.... 32 mm 600...1000 l/dak..... 40 mm 1000 l/dak..... 50 mm		Değerler, sadece ana borular içindir. Yerleştirilmede en az %0,4 meyil verilmelidir. Açılı ya da daralan boru kullanılmamalıdır.
Süt borusu (iç çapı) Açık düz boru Kapalı (ring) boru	Boyu/ SBS 20 m/2 SBS 32 mm 30 m/3 SBS 38 mm 30 m/12 SBS 38 mm 60 m/ 5 SBS 34 mm		Borularda yükselme olmamalıdır. Kapalı (ring) borulu sistemde, borular süt ayırıcıda birleştirilmelidir.

Yılın her gününde düzenli bir şekilde kullanılan süt sağım tesisinin sürekli bakımı ve temizliği önemlidir. Sağım tesisinin zaman dilimlerine göre bakım işleri Cetvel 25'de verilmiştir.

Cetvel 25. Süt sağım tesisinin bakım işleri

Zaman	Kontrol ve Bakım
Günlük	Vakumetre nin kontrolü (sıfır ve işletme vakumu). Puls frekanslımın kontrolü ve ayan. Süt pençesindeki hava giriş deliğinin temizlenmesi. Kısa süt ve vakum borularının kontrolü.
Haftalık	Vakum ventilinin (regülatörün) temizlenmesi. Vakum pompasının yağ seviyesinin kontrolü. Sağım başlığındaki lastik iç cidarının kontrolü (sertleşme, yırtılma vb.).
Aylık	Pulsatörün temizlenmesi. Süt musluklarının sızdırmazlığının kontrolü.
Altı Aylık	Vakum pompasına motordan hareket ileten kayış gerginliğinin kontrolü. Vakum pompasının temizlenmesi. Vakum boruları ve vakum tankının temizlenmesi. Sağım başlıklarındaki lastik iç cidarlarının yenilenmesi. Süt borularının ve bağlantı elemanlarının sızdırmazlığının kontrolü

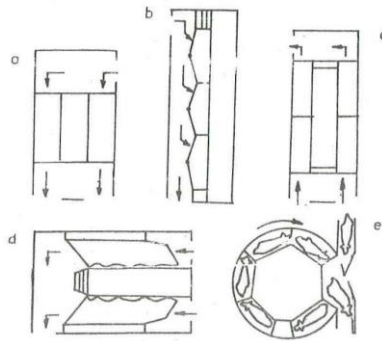
Özellikle sağım tesisinin günlük her sağımdan sonraki temizliğine ve dezenfeksiyonuna büyük özen gösterilmelidir. Ayrıca her 15 günde bir genel temizliği de yapılarak tortu ve birikintilerden arındırılmalıdır.

5.2. Sağım Tesisleri ve Sağım Yöntemleri

Süt ineği işletmelerinde sürü büyüklüğüne ve ahır yapısına göre, çeşitli sağım tesisleri ve ilgili sağım yöntemleri söz konusudur. Sağım tesisleri üç ana grupta incelenebilir. Bunlar:

1. Bağlı ahırdaki sağım tesisleri. 30 ve daha az sağmal hayvana sahip işletmeler için uygun olan bu tesislerde sağım işi, bağlı hayvana gidilerek gerçekleştirilir. Süt, kovaya ya da sabit boruya sağılabilir.

2. Sağım merkezi şeklindeki sağım tesisleri. Bu tip tesisler 30'dan fazla sağılan hayvan bulunan süt ineği işletmelerinde kurulabilir. Sağılacak inekler sağım merkezine gelerek sağım gerçekleştirilir. Sağımda iş ekonomisi yönünden çeşitli sağım merkezleri geliştirilmiştir. Yapılarına göre bunlar şu şekilde sıralanabilir (Şekil 143): I tip sağım merkezi, U tip sağım merkezi, balık kılçığı tip sağım merkezi ve döner platformlu (karusel) tip sağım merkezi.



Şekil 143. Sağım merkezi tipleri (a, c: U tip, b: I tip, d: balık kılıcı ve e: döner platformlu tip) (Schön vd, 1985).

3. Seyyar (gezici) sağım tesisleri. Bunlar mer'a ya da tarlada sağım yapmak için geliştirilmiş olup, vakum pompası genellikle traktör kuyruk milinden ya da üzerindeki benzin motorundan tahrik edilir.

Sağım yöntemlerinde iş verimi (sağım verimi) öncelikle bir sağıcının komuta ettiği sağım başlığı sayısına bağlıdır. Bunun yanında, sağılan hayvanın ana sağım süresi ve sağıcının kat etmesi gereken yolun uzunluğu da önemli unsurlardandır.

Bir sağıcı tarafından tam olarak komuta edilebilecek sağım başlığı sayısı ise yaklaşık olarak şu eşitliğe göre saptanabilir:

$$\text{Sağıcı başına SBS} = \frac{\text{Ana sağım süresi (dak/inek)}}{\text{Sağım için rutin işlerin süresi (dak/inek)}}$$

Ana sağım süresi, inek ırkına göre 4...6 dakika/inek arasında değişmektedir. Rutin işler için gerekli süre ise çok değişik unsurlara bağlı olup, 0,7-3,0 dakika/inek arasında olur.

Sağımda söz konusu rutin işler şöyle sıralanır:

- Memenin temizlenmesi, ön sağım.
- Sağım başlığının memeye takılması.
- Son sağım.
- Sağım başlığının memeden alınması.
- Sağım başlığının öteki bağlantı yerine taşınması (bağlı ahırda).
- Süt kovasının boşaltılması (bağlı ahırda kovaya sağım).
- Kesif yem verme (sağım merkezinde).
- İneklerin sağım merkezine girmesinin sağlanması.
- İneklerin sağım merkezinden çıkmasının sağlanması.
- Sağımdan sonra memenin kontrolü.

Rutin işler yanında sağım için gerekli yan işlerde söz konusudur. Bunları da şöyle sıralayabiliriz:

- Sağım başlıklarının sağıma hazırlanması.
- Süt depolarının temizliği-dezenfeksiyonu.
- Sağım makinesinin ve tesisin temizliği-dezenfeksiyonu.
- Sağım merkezlerinin ve bekleme yerlerinin temizlenmesi ve hazırlanması.

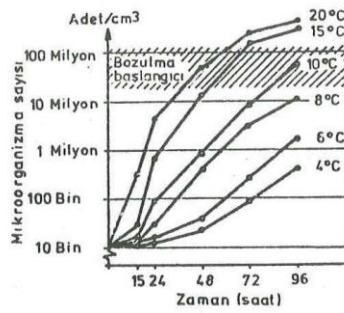
Cetvel 26'da sağımda iş zamanı gereksinimi için saptanmış ortalama değerler verilmiştir.

Cetvel 26. Sağım işi için iş zamanı gereksinimi (Schön vd, 1985).

İş Aşaması	İş Zamanı ve Sağım Zamanı
Rutin İşler:	
Memenin temizlenmeği ve ön sağım	0,43...1,00 İG dak/inek
Sağım başlığının memeden alınması	0,12...0,20
Sağım başlığının memeye takılması	0,23...0,40
Son sağım	0,65...1,00
Memenin kontrolü	0,23...0,50
İneklerin sağım merkezine girmesinin sağlanması	0,19...0,33
İneklerin sağım merkezinden çıkmasının sağlanması	0,13...0,15
Kesif yem verme (sağım merkezinde)	0,03...0,14
Yan İşler:	
Kovaya sağım (bağlı ahır)	15 İG dak/sürü ve sağım
Boruya sağım (bağlı ahır)	27
Balık kılçığı sağım merkezi (2 x 6)	35
Döner platformlu sağım merkezi	100

5.3. Sütün Depolanması ve Soğutulması

Sütün, sağımdan sonra fabrikaya nakledilmesine dek işletme içinde depolanması için çeşitli yapıda ve büyüklüklerde tank ya da güğümlerden yararlandır. Ancak, kalitenin bozulmadan depolanması için, sağılan sütün soğutulması gerekir. Çünkü sütün içinde bulunan ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaların etkinlikleri, sıcaklığı düşürerek engellenebilir. Şekil 144'de farklı depolama sıcaklığı ve süresine göre sütün içinde bulunan mikroorganizma sayısı grafik olarak verilmiştir.

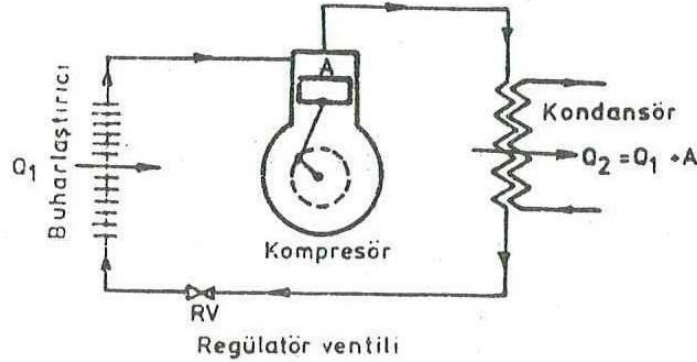


Şekil 144. Sütün içindeki mikroorganizma sayısının sıcaklık ve depolama süresine göre değişimi (Ayık, 1975).

Bu nedenle, kalitenin düşmeden sütün depolanmasında günlük periyotlarda sevkiyatta; 2,5 saatlik bir süre içinde, akşam sütün 4°C'ye sabah sütün de 8°C'ye dek soğutulmalıdır. Bu denli düşük sıcaklık şebeke suyu ile soğutma yapılan doğal soğutma yöntemiyle gerçekleştirilemez. Bunun için yapay soğutma yöntemlerinden yararlanır. Şebeke suyundan, sütün belirli düzeye dek ön soğutulmasında yararlanması da olasıdır.

Yapay yoldan soğukluk üretiminde fiziksel kurallar geçerlidir. Burada, buharlaşma sıcaklığı düşük ve buharlaşma ısısı büyük olan, kolay buharlaşan bir soğutucu madde, kapalı bir sistemde dolaştırılır. Yapay soğutma sisteminde dört ana organ vardır (Şekil 145). Bunlar;

1. Kompresör ve tahrik için kuvvet kaynağı (E-motoru),
2. Regülatör ventili,
3. Buharlaştırıcı (Evaporator) ve
4. Yoğuşturucu (Kondansör).



Şekil 145. Kompresörlü kapalı bir soğutma sisteminin şeması (Ayık ve Dinçer, 1984).

Soğutma makinesi, buharlaştırıcının bulunduğu ortamdaki soğutulacak maddenin ısısını alarak kompresörün mekanik enerjisinden yararlanıp yoğuşturucuya taşır.

Buharlaştırıcının görevi, içinden geçen soğutma maddesinin (akışkanın) ortamdaki ısıyı çekerek buharlaşmasını, dolayısıyla ortamın soğumasını sağlamaktır. Kompresör, buharlaştırıcıda buharlaşan (gaz haline geçen) soğutma maddesini emer ve sıkıştırarak (basıncını artırarak) yoğuşturucuya iletir. Soğutucu akışkan, ortamdaki aldığı ısı miktarı ile kompresörün verdiği mekanik enerji toplamı kadar ısı yükünü yoğuşturucuda bırakarak yoğuşur (sıvı hale döner). Yoğuşturucunun görevi, yoğuşan soğutma maddesinin ısısını sistem dışına aktarmaktır. Kapalı soğutma devresini tamamlayan regülatör ventili ise, sıvı haldeki soğutma maddesinin, tekrar buharlaşmak üzere, sıcaklık ve basınç değerlerini ayarlayarak buharlaştırıcıya geçişini sağlar.

Soğutma makinelerinde kullanılan soğutma maddelerinde istenilen özellikler şöyle sıralanabilir:

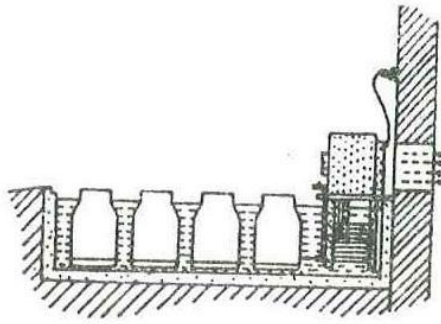
- Buharlaşma ısısı yüksek olmalıdır.
- Buharlaşma sıcaklığı düşük olmalıdır.
- Yanıcı ya da patlayıcı olmamalıdır.
- Zehirli olmamalıdır.
- Ucuz olmalı ve kolay bulunabilmelidir.
- Kapalı soğutma devresinde olabilecek kaçağın kolayca bulunmasına olanak vermelidir.

Bu sayılan niteliklerin tümüne sahip olan ve uygulamada en çok kullanılan soğutma maddesi freon ve bileşenleridir. Bunun dışında amonyak ve karbondioksit de soğutucu akışkan olarak kullanılmaktadır.

Yapay yoldan soğutma yapılan tesisler iki grupta incelenir. Bunlar;

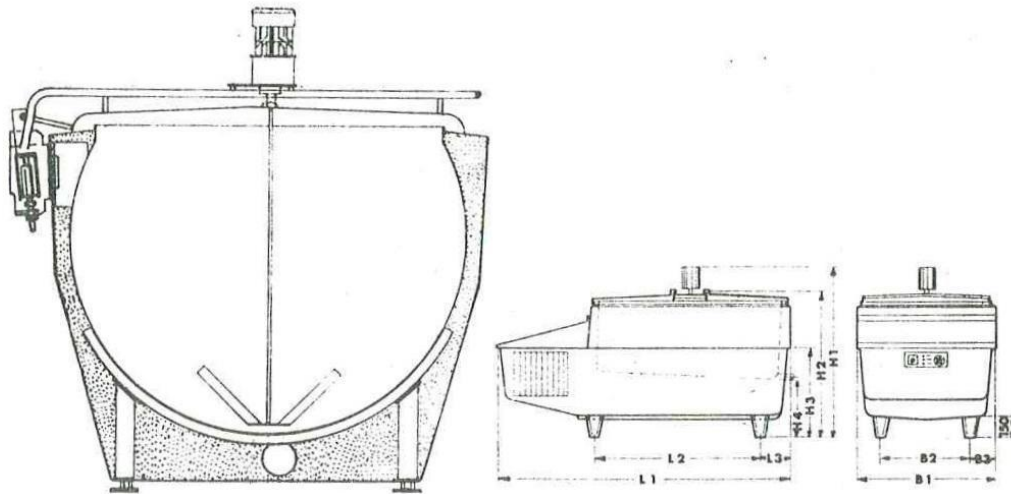
1. Dolaylı (indirek) soğutma yapan tesisler ve
2. Doğrudan (direkt) soğutma yapan tesislerdir.

Dolaylı soğutma yapan tesislerde, soğutma makinesinin buharlaştırıcısı, soğukluk taşıyan aracı bir sıvıyı (salamura) soğutur. Süt ise bu aracı sıvı ile dolaylı olarak soğutulur. Bu durumda, soğutucu akışkandan salamuraya ve salamuradan süte olmak üzere iki aşamalı ısı geçişi söz konusudur. Bu nedenle, doğrudan soğutma tesislerine göre daha az güç gereksinmelerine karşın, özgül enerji tüketimleri % 25-35 daha fazladır. Öte yandan, salamura bünyesinde büyük miktarda soğukluk depolanabileceği için, bu tip tesisler daha çok büyük kapasiteli uygulamalar için uygundur. Şekil 146'da dolaylı soğutma yapan havuzlu bir süt soğutma tesisi verilmiştir.



Şekil 146. Salamura havuzlu dolaylı süt soğutma tesisi (güğümde soğutma) (Ayık ve Dinçer, 1984).

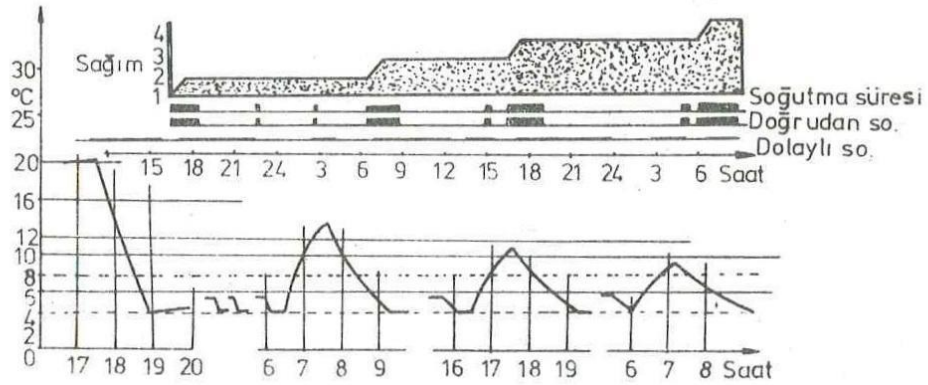
Doğrudan soğutma tesislerinde, soğutma makinesinin buharlaştırıcısı doğrudan soğutulacak süt ile temas eder. Bu durumda ısı geçişi, aracı olmaksızın bir aşamada gerçekleşir. Doğrudan soğutma tesislerinin özgül güç gereksinimleri büyük olup, daha çok küçük kapasiteli uygulamalarda kullanılırlar. Şekil 147'de çeşitli yapı şekline sahip doğrudan soğutma yapan süt tankları verilmiştir.



Şekil 147. Doğrudan soğutma yapan süt tankları.

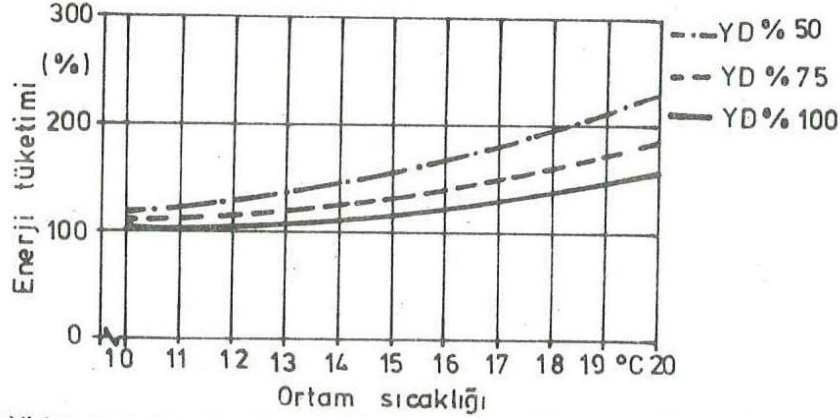
Soğutma tesisinin güç gereksinimi; soğutulacak süt miktarına, soğutulması istenen sıcaklığa, soğutma süresine ve ısı kayıplarına bağlıdır. Doğrudan soğutma yönteminde, yeni sağılan (35-36 °C) beher 100 litre sütün 2 saat içinde 8°C'ye dek soğutulması için ortalama 0,5 kW'lık elektriksel güce gereksinim vardır. Bu değer dolaylı soğutma yönteminde % 40 kadar daha azdır. Çünkü dolaylı yöntemde soğukluk taşıyan aracı salamura sıvısının hazırlanması, zaman sınırı olmaksızın sütün sağımından önce gerçekleştirilebilir.

Şekil 148'de sütün iki günde bir sevk edilmesi durumunda işletme içinde muhafaza edilebilmesi için gerekli soğutma işlemindeki süt sıcaklığının zamanla değişimi grafik olarak verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi doğrudan soğutma yöntemindeki tesisin çalışma süresi soğutma süresiyle aynıdır. Dolaylı soğutma yöntemindeki tesisin çalışma süresi ise farklıdır.



Şekil 148. Soğutma ve depolama sırasında süt sıcaklığının zamana göre değişimi (Ayık, 1975).

Süt soğutma tesisinin enerji tüketimi; soğutmak için süttten alınacak ısı miktarına ve depolama sırasında oluşacak ısı kayıplarına bağlıdır. Isı kayıpları ise, ortam sıcaklığı, süt tankının yapısal özelliği (ısı yalıtımı) ve tesisin yüklenme derecesiyle ilgilidir. Doğrudan soğutma yönteminde özgül enerji tüketimi, 10°C ortam sıcaklığında ve % 100 yüklenme derecesinde 100 litre süt başına 1,34 kWh olarak saptanmıştır. Bu değer % 100 alındığında enerji tüketiminin; ortam sıcaklığına ve tesisin yüklenme derecesine göre oransal değişimi Şekil 149'da grafik olarak verilmiştir.



Şekil 149. Doğrudan süt soğutma tesislerinde ortam sıcaklığına ve yüklenme derecesine (YD) bağlı özgül enerji tüketimi (Ayık, 1975).

Örneğin, ortam sıcaklığı 20°C olduğunda ve yüklenme derecesi % 100 ise, özgül enerji tüketimi 10 °C 'dekine göre % 57 daha fazla olmaktadır. Tesisin yüklenme derecesinin enerji tüketimine etkisi, düşük ortam sıcaklıklarında fazla olmamasına karşın, ortam sıcaklığı arttıkça ve yüklenme derecesi azaldıkça enerji tüketimi de artmaktadır. Öyle ki, 20 °C ortam sıcaklığında ve % 50 yüklenme derecesindeki özgül enerji tüketimi 10°C deki baz değerine (% 100) göre 2,27 katı kadar, yani 3,05 (kWh/100 litre) olmaktadır. Buna göre, süt tankı büyüklüğünün uygun kapasitede seçilmesi ile enerji kayıpları büyük oranda önlenebilir.

Öte yandan, dolaylı soğutma yönteminde ısı geçişi iki aşamada gerçekleştiğinden ve ısı kayıplarının fazla olması nedeniyle doğrudan soğutma yöntemine göre % 25-30 daha fazla enerji tüketilmektedir.

Ayrıca, sağılan sütün her gün yerine iki günde bir nakledilmesi durumunda ise, soğutma tesisi güç gereksiniminin aynı kalmasına karşın, özgül enerji tüketimi günlük sevkiyattaki değerden yaklaşık % 15 daha fazla olmaktadır.

5.4. Sıcak Su Hazırlama ve Temizleme

5.4.1. Sıcak su hazırlayıcılar

Kaliteli süt üretiminde hijyenik koşulların sağlanması önemlidir. Bunun için, işletmede ve özellikle de süt bölmesinde temizlik için yeterli sıcak suyun bulunması gerekir. Süt üretiminde sıcak suyun kullanıldığı yerler şöyle sıralanabilir: Süt sağım tesisinin temizlenmesi, süt depo ya da tankının temizlenmesi, inek memelerinin temizlenmesi, el yıkama ve buzağaların beslenmesi. Cetvel 27'de bu işler için gerekli sıcak su miktarları verilmiştir.

Çizelge 27. Süt inekçiliğinde sıcak su gereksinimi (Ayık, 1975).

	Sıcak su miktarı
--	------------------

	(60 ⁰ C) (litre)
Meme yıkama (günde inek başına)	1,5
Bir kez el yıkama	2
Süt tankının yıkanması (kapasite 400...2000 litre)	25...100
Buzağılara (günde buzağı başına)	~6
Öteki tüketim yerleri (sağım tesisi vb. için günde)	~30

Sıcak su hazırlanmasında gaz, kömür, elektrik vb. çeşitli enerji kaynaklarından yararlanılabilir. Elektrik enerjisinin bulunduğu ve ucuz akım tarifesinin (çift tarifeli uygulama) uygulandığı yörelerde elektrikli sıcak su hazırlayıcılar teknik en basit çözümdür. Bunların çalışmaları temiz ve tehlikesizdir.

Sıcak su hazırlayıcılar yapılarına göre; ısı yalıtımlı depolu, yalıtımsız depolu ve deposuz sıcak su hazırlayıcılar olarak incelenirler.

Isı yalıtımlı depolu sıcak su hazırlayıcılarda, suyun ısıtılması ve kullanılma zamanları birbirine bağlı değildir. Önceden ısıtılarak hazırlanan sıcak su, depoda muhafaza edilir. Elektrikli tiplerde, ısıtma genellikle, varsa ucuz akım tarifesinin uygulandığı sürede gerçekleştirilir. Bu tip sıcak su hazırlayıcıların kapasitesi 120- 3000 litre arasında değişir.

Isı yalıtımsız sıcak su hazırlayıcılar küçük kapasiteli (15-80 litre) olup, sıcak suya gereksinme olduğu zamanlardan hemen önce devreye sokulurlar.

Deposuz sıcak su hazırlayıcılar ya da sürekli ısıtıcılar ise, suyu gereksinme anında ısıtırlar. Yani, ısıtma ve kullanma süreleri aynıdır. Bunların sıcak su verimleri, başka deyişle, birim zamanda ısıtılacak su miktarı, doğrudan güç gereksinimlerine bağlıdır. Bu nedenle, genellikle büyük güçlü (12-33 kW) olurlar. Elektrik enerjisiyle çalışan bu tip ısıtıcıların tarımda kullanılması sakıncalı olup, daha çok ısı yalıtımlı tip depolu sıcak su hazırlayıcılar tercih edilmelidir. Cetvel 28' de süt ineği işletmelerinde kullanılan elektrik enerjisiyle çalışan ısı yalıtımlı depolu sıcak su hazırlayıcılar için güç ve enerji değerleri verilmiştir.

Cetvel 28. Süt ineği işletmelerinde kullanılan ısı yalıtımlı depolu sıcak su hazırlayıcıların güç ve enerji tüketim değerleri (Ayık, 1975, Ayık, 1983)

Sıra büyüklüğü (inek)	Günlük sıcak su tüketimi (60 ⁰ C) (litre/gün)	Depo kapasitesi (litre)	Güç gereksinimi (kW)	Yıllık enerji tüketimi	
				(kWh)	(kWh/inek)
20	90...105	120...200	1,5...6,0	2204...2571	110...129
40	150...175	200...300	6,0	3674...4285	92...107
60	190...230	300...400	6,0	4653...5633	78...94
80	260...310	300...600	6,0...9,0	6367...7592	78...94

5.4.2. Sağım tesisinin temizlenmesi ve sterilizasyonu

Sağım tesisinde ve süt tankında (güğümlerde) süt ile temas eden tüm organların temiz ve steril

olması, bakteriler için ideal gelişme ortamı olan sütün kalitesinde önemli etkidir. Bu nedenle, süt sağım işi bittikten sonra ve süt tankı boşaltıldıktan sonra sütün geçtiği tüm organlar temizlenip sterilize edilmelidir.

Süt içindeki bakteri miktarı iki kısımdan oluşur:

1. Kaçınılamayan bakteri miktarı ve
2. Kaçınılabilen bakteri miktarı.

Kaçınılamayan bakteri sayısı, sütün orijininde, sağdan memeden kaynaklanıp beher ml süt içinde bir kaç bin adet kadardır. Kaçınılabilir bakteri miktarı ise, sütün temas ettiği temiz olmayan yüzeylerden kaynaklanmakta olup, beher ml süt içinde 500.000'e dek ulaşabilmektedir. Buna, ayrıca, sağıcının temiz olmaması ve hava kirliliğinin neden olduğu bakteri kirlenmesi de katılabilir (yaklaşık 20.000 adet/ml). Süt içinde bulunan bakterilerin büyük bir kısmının sağım tesisinden bulaşması nedeniyle, tesisin temizliği ve sterilizasyonu büyük önem arz eder. Ne var ki, temizlemede sadece temiz su ve sterilizasyon ilacının kullanılması yeterli olmayıp, belirli temizleme aşamalarına da uyulmalıdır. Bu aşamalar

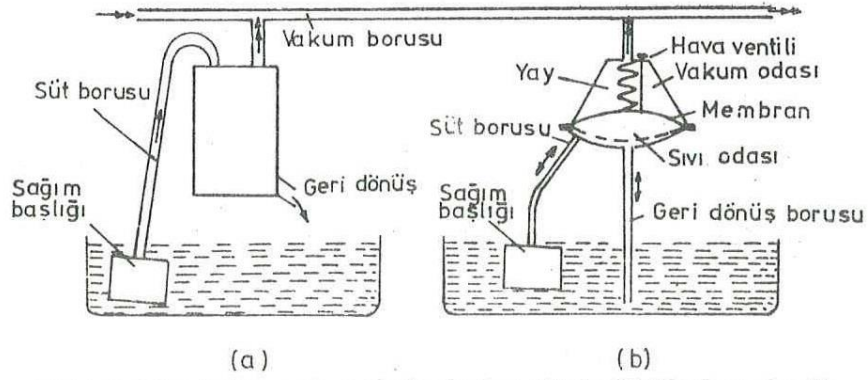
1. Ön temizleme, 2. Ana temizleme ve sterilizasyon ve 3. Durulamadan oluşur.

Ön temizlemede, süt ile temas eden tüm organlar 20-30°C sıcaklıkta ılık su ile yıkanır. Bu aşama, süt sağım işinin bitmesinden hemen sonra gerçekleştirilir. Sağım tesisinde kalan süt artıklarının donmadan ya da kurumadan uzaklaştırılması amacıyla ön görülen ön temizleme aşaması, kovaya sağım yapan tesislerde fırça ve benzeri el aletleriyle gerçekleştirilir. Bu aşama, boruya sağım yapan tesislerde, önce boru içinden sünger geçirildikten sonra ön temizleme suyunda bulanıklık kaybolana dek sürdürülür.

Ana temizleme ve sterilizasyon için tesis büyüklüğüne uygun temizleme sıvısı alan bir ya da iki küvetten yararlanılır. Bu aşama, termik ya da kimyasal yoldan gerçekleştirilir. Termik yöntemde, tesis elemanlarından su buharının dolaştırılması söz konusu olup, yaygın kullanılmaz. Kimyasal yöntemde ise, sterilizasyon, temizleme ilacı eklenen sıcak ya da soğuk su ile gerçekleştirilir. Soğuk sulu uygulamada temizleme ve sterilizasyon ilacı olarak fosfor asidi, iyot ve klor kullanılmakta olup, bu uygulama yaygın değildir. En çok kullanılan kimyasal temizleme yöntemi ise, bazik ya da alkalik özellikte uygun sterilizasyon ilacının katıldığı sıcak su (50-55°C) ile temizleme esasına dayanır.

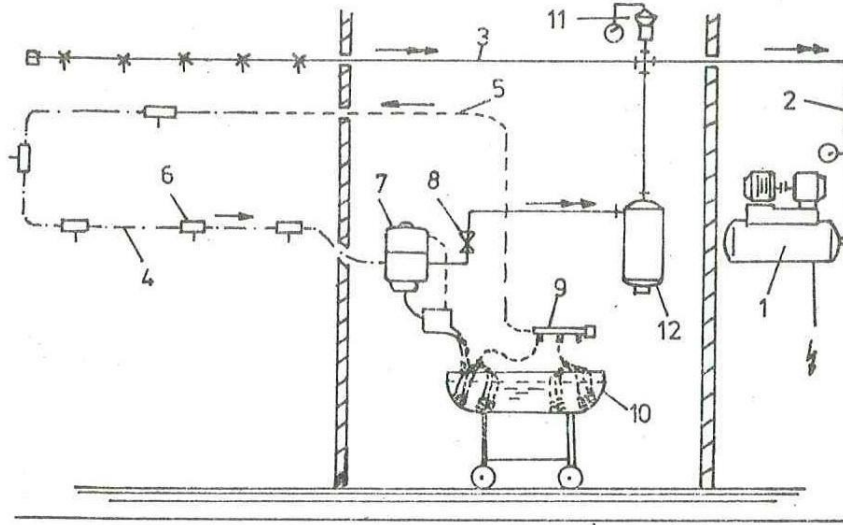
Kimyasal ilaçlarla yapılan sterilizasyon içinden sonra tesisin soğuk, duru suyla temizlenmesi gerçekleştirilmelidir. Son temizleme (durulama) aşamasının amacı, sterilizasyon artıklarının tesisten uzaklaştırılmasıdır.

Kovaya sağım yapan tesislerin temizliği çoğunlukla el ile gerçekleştirilir. Sağım başlıklarının temizlenmesi için ise vakum ile çalışan özel temizleme cihazları vardır. Şekil 150'de iki farklı sağım başlığı temizleme cihazı verilmiştir.



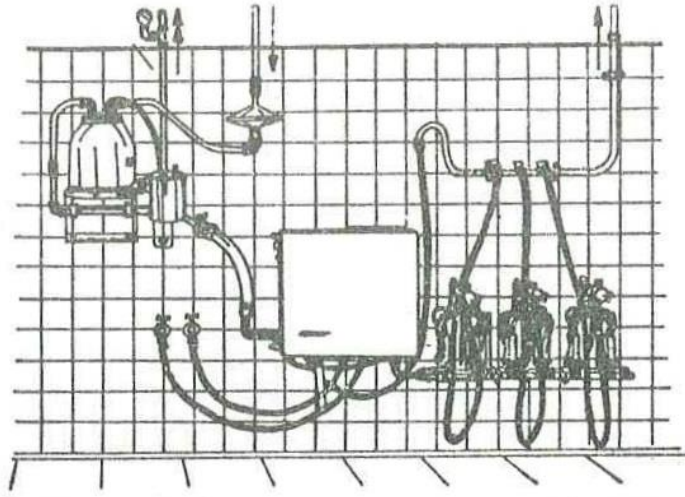
Şekil 150. Sağım başlığı temizleme cihazları (a: Otomatik, b: Çift hücreli, membranlı).

Boruya sağım yapan tesislerin temizlenmesi için temizleme sıvısının tesiste kapalı çevrimde dolaştırılması söz konusudur. Sıvının hareketi yine vakum sayesinde gerçekleştirilir. Bir küvet içine doldurulan temizleme sıvısı, genel olarak, sağım başlıkları tarafından tesise emilerek, tesiste dolaştıktan sonra tekrar küvete gelir. Bu dolanım, istenilen temizlik sağlanana dek sürdürülür. Ancak, sağıcı her temizleme aşamasında küvete ilgili temizleme sıvısını doldurur. Şekil 151'de boruya sağım yapan tesisin temizleme şeması verilmiştir.



Şekil 151. Boruya sağım yapan tesisin temizleme şeması (Ayık, 1975).

Sağıcı gözetimi olmadan temizleme ve sterilizasyon aşamalarının otomatik olarak gerçekleştirildiği programlı temizleme otomatları da geliştirilmiştir. Bunlarda, sağıcı, sadece sağım işi bittikten sonra otomati temizleme konumuna getirerek çalıştırır. Tüm temizleme aşamaları, mevcut programa göre gerçekleştirildikten sonra sistem kendiliğinden durur. Şekil 152'de programlı temizleme otomatına sahip bir işletmeye ait süt odasının resmi verilmiştir. Buna benzer olarak süt soğutma tanklarının temizlenmesinde kullanılan programlı temizleme otomatları da mevcuttur.



Şekil 152. Otomatik temizleme cihazı ve süt odasındaki yeri.

KAYNAKÇA

- Ayık, M. Ve H. Dinçer, 1984. Süt Teknolojisi Makineleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 890, Ofset Basım Ders Kitabı 1, Ankara.
- Ayık, M. Ve H. Dinçer, 1984. Süt Teknolojisi Makineleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 890, Ofset Basım Ders Kitabı 1, Ankara.
- Ayık, M., 1975. Analyse des elektrischen Leistungs- und Energiebedarfs wichtiger Bereiche der Milchviehhaltung. AEL Bericht 1/1975, Dissertation-Weihenstephan, TU-München.
- Ayık, M., 1993. Hayvancılıkta Mekanizasyon. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 1300, Ders Kitabı 375, Ankara.
- Schön, H. ve ark., 1975. Arbeitsverfahren des Melkens. RKL-Kartei für Rationalisierung-Sonderdruck.
- Yavuzcan, G., 1983. İçsel Tarım Mekanizasyonu. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 871, Ankara.
- Yavuzcan, G., 1983. Tarımsal Elektrifikasyon Uygulama Örnekleri. 3. Baskı. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 872, Ankara.