

**YATAY TİP MISIR KURUTMA MAKİNESİ
TASARIMI**

MEHMET YÜREKDELEN

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

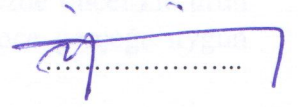
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MERSİN
HAZİRAN – 2012**

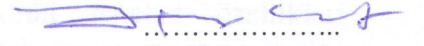
Mehmet YÜREKDELEN tarafından Yrd.Doç.Dr. Hüseyin MUTLU danışmanlığında hazırlanan “ Yatay Tip Mısır Kurutma Makinesi Tasarımı ” başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

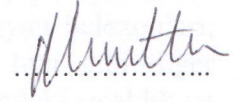
Doç. Dr. İbrahim SEVİM



Doç. Dr. Hüseyin CANBOLAT



Yrd. Doç.Dr. Hüseyin MUTLU



Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 12./10./2012 tarih ve 2012.19/584 sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Prof. Dr. A. Murat GİZİR
Enstitü Müdürü



YATAY TİP MISIR KURUTMA MAKİNESİ TASARIMI

Mehmet YÜREKDELEN

ÖZ

Kurutma işlemi ve tarım sektöründe oldukça yaygın kullanım alanlarına sahiptir. Ürünler kuru olarak tüketime hazırlanması veya depolanması için mutlaka kurutma süreçleri uygulanmaktadır. Çok çeşitli kurutma süreçleri içerisinde en hızlı olanı ürünün sıcak hava akımı ile buluşturulmasıdır. Ürün ile hava etkileşiminde havanın ürün etrafındaki akış özelliklerinin belirlenmesi kurutma sürecinin en önemli aşamasıdır. Bu tezde öncelikle ürün hava etkileşimi bilgisayar simülasyon programları yardımı ile olabildiğince gerçeğe uygun modellenerek incelenmiştir.

Geometrik yapısı, akış hızı, sıcaklık, basınç ve ürün hareket özellikleri simülasyonlarda sistematik olarak değiştirilmiş ve kurutma hızını maksimum yapan parametre seti tespit edilmiştir. Daha sonra optimum parametreleri sağlayan ürün taşıyıcı helezonları, kurutma odası hacmi, hava üfleme fanlar ve yakıt brülörleri besleme hızı gibi diğer aksamaların tasarımı gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kurutma sürecinde oda içerisindeki sıcaklık ve nemi ölçen kontrol sistemleri vasıtası ile geri besleme yapılarak kurutma hızı ve verimi iyileştirilmiştir. Yatay tipte tasarlanan kurutma makinesi daha az yer kaplamakta, ürünün hareketliliği nedeni ile daha hızlı kurutmakta, taşınabilir hale getirilebilmekte, ürün üretim maliyetini düşürmektedir. Üstelik kullanım bakımından emsallerine göre ergonomiktir.

Anahtar Kelimeler: Mısır Kurutma, Hava akışı, Sayısal Akışkanlar Dinamiği, Isı ve Kütle transferi

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hüseyin MUTLU, Mersin Üniversitesi, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı

HORIZONTAL TYPE DESIGN OF DRYING PROCESS MACHINE OF CORN

Mehmet YÜREKDELEN

ABSTRACT

Drying Process has been commonly used in food industry and agricultural sector. Drying process is needed for storage and consumers. The product is dried using the air flow within all over the variety of drying types. The interaction of product and air is the most important characteristic of the process. In this thesis, the interaction between product and air was investigated through computer simulation programs using realistic models.

Geometry, temperature, flow velocity, pressure, characteristic movement of the product have been changed in the simulation to identify the parameters which give the highest drying velocity. Then the product carrying augers, drying chamber volume, air blower fans, flow rate of fuel burner are designed according to the optimal parameters obtained in the simulation. Since the drier is designed horizontally, the end product has the following advantages: little requirements, high drying speed due to product mobility, easy conversion to a portable model, economic processing of product. Furthermore, the system is more ergonomic than the other existing designs.

Keywords: Grain Drying, Air Flow, Computational Fluid Dynamics, Heat and Mass Transfer

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Hüseyin MUTLU, Department of Mechanical Engineering, University of Mersin

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanmasında emeği geçen danışmanım Yrd. Doç. Dr. Hüseyin MUTLU hocama teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca tez çalışmalarında ve imalat detaylarının hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen Mak. Müh. Emrah SERT ‘e, daha önceki yapmış olduğu çalışmalar ve tecrübesinden yararlandığım Prof. Dr. Serdar ÖZTEKİN ‘ e, laboratuvar çalışmalarında ve ürün analizleri konusunda yardımcı olan Prof. Dr. Fadime TANER’ e yardımları için ayrı ayrı teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
EKLER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
2.1. TAHIL KURUTMANIN ÖNEMİ VE YÖNTEMLERİ	2
2.1.1. Kurutma Nedir?	2
2.1.2. Mısır ve Kurutulmasının Önemi	2
2.1.3. Mısır Kurutma Sistemleri	6
2.1.3.1. Doğal sıcak havalı kurutma sistemleri	7
2.1.3.2. Düşük sıcak havalı kurutma sistemleri	7
2.1.3.3. Yüksek sıcak havalı kurutma sistemleri	7
2.1.3.4. Kombine Kurutma Sistemleri	9
2.2. MISIRIN KURUMA DAVRANIŞLARI VE KURUTULMASININ GEREĞİ	10
2.2.1. Neden Tahıl Kurutma	10
2.2.2. Mısırın Kuruma Davranışı	11
2.2.2.1. Sabit Hızda ve Azalan Hızda Kurutma Süreci	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM	15
3.1. TAHIL KURUTMA MAKİNESİ	15
3.1.1. Yatay Tip Tahıl Kurutma Makinesi Nasıl Çalışır	15
3.1.2. Tahıl Kurutma Makinesinin İmalat Gereksinimleri ve Önemi	15
3.2. Yatay Tip Mısır Kurutma Makinesi Tasarım ve İmalat Aşamaları	16
3.2.1. İmalat Resimlerinin Hazırlanması ve İzlenen Yollar	17
3.2.1.1. Alt Şase ve Acil Boşaltma Kapakları	17
3.2.1.2. Gövde	24
3.2.1.3. Ön Bölüm	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	35
4.1. GÜNEŞTE KURUTULAN TANELİ MISIRIN KURUMASINA İLİŞKİN SONUÇLAR	35

4.2. MAKİNEDE KURUTULAN TANELİ MISIRIN KURUMASINA İLİŞKİN SONUÇLAR	36
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	38
KAYNAKLAR	41
EKLER	43
ÖZGEÇMİŞ	52

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Güneş Altında Koçanlı Olarak Kurutulan Mısırın Zamana Göre Nem Değeri Grafiği	4
Şekil 2.2. Güneş Altında Taneli Olarak Kurutulan Mısırın Zamana Göre Nem Değeri Grafiği	5
Şekil 2.3. Mısır Kurutma Makinesi ile Taneli Olarak Kurutulan Mısırın Zamana Göre Nem Değeri Grafiği	6
Şekil 2.4. Yatay Tip Tahıl Kurutma Makinesi	8
Şekil 2.5. Dikey Tip Tahıl Kurutma Makinesi	9
Şekil 2.6. Kuruma Hızının Zamanla Değişimi	12
Şekil 2.7. Mısırın Neminin Zamana Göre Değişimi	13
Şekil 2.8. Kuruma Hızının Neminin Değişimi	13
Şekil 3.1. Tahıl Kurutma Makinesinin Bölümleri	17
Şekil 3.2. Şase	18
Şekil 3.3. Sabitlenen Noktalar	18
Şekil 3.4. Şasenin Küçük Parçacıklara ayrılması	19
Şekil 3.5. Yer Değiştirme ve Esneme	19
Şekil 3.6. Emniyet Katsayısı	20
Şekil 3.7. Acil Boşaltma Kapağı Genel Görünüşü	20
Şekil 3.8. Acil Boşaltma Kapağı Taslak Çizimi	21
Şekil 3.9. Acil Boşaltma Kapağı Hesaplamaları	21
Şekil 3.10. Acil Boşaltma Kapağı Kapalı Hali	23
Şekil 3.11. Acil Boşaltma Kapağı Açık Hali	23
Şekil 3.12. Acil Boşaltma Kapağı Uygulanması	24
Şekil 3.13. Gövde	25
Şekil 3.14. Karıştırıcıdan Ürün Geçişine Hazırlanışı	26
Şekil 3.15. Karıştırıcı	26
Şekil 3.16. Karıştırıcıdan Ürün Geçişine Hazırlanışı	27
Şekil 3.17. Ürünün Yön Değiştirmesi	27
Şekil 3.18. Ürünün Karışmış Hali	28
Şekil 3.19. Ürün Karıştırıcı Sistem Diyagramı	28
Şekil 3.20. Ön Bölüm	29
Şekil 3.21. Fan Kesiti	30
Şekil 3.22. Fanın Davlumbaza Yerleşimi	30
Şekil 3.23. Fanın Makine Üzerindeki Uygulanışı	31
Şekil 3.24. Nem Tablosu-1-	32
Şekil 3.25. Nem Tablosu-2-	32
Şekil 3.26. Yönlendirici Kanat	34
Şekil 3.27. Yanma Odasındaki Isı Dağılımı	34
Şekil 4.1. Güneşte Kurutulan Taneli Mısırın Neminin Kuruma Süresi İlişkileri	36
Şekil 4.2. Mısır Kurutma Makinesi ile Taneli Olarak Kurutulan Mısırın Zamana Göre Nem Değişim Grafiği	37

EKLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Ek 1. Psikometrik Kart	44
Ek 2. 900 lük Fan Hesaplamaları.....	45
Ek 3. 1000' lik Fan Hesaplamaları.....	48
Ek 3 Fan Yerleşimi.....	51

1.GİRİŞ

Türkiye' nin milli gelirinde sanayi ve hizmet sektörünün rolü her geçen gün artmaktadır. Ancak halen tarım sektörünün ülke ekonomisinde önemli bir yeri vardır. Ülkemizde çalışan nüfusun yaklaşık % 50 si tarımsal faaliyetlerle uğraşmaktadır. İnsanların temel gıda maddesi ekmektir ve ekmek yapımında en çok tahıllar kullanılır. Tahıllar içerisinde ilk sırayı buğday daha sonra da mısır kullanımı almaktadır. Tahıllar içinde de buğdaydan sonra en geniş ekim alanına sahip bitki mısırdır. Mısır hem insan beslenmesinde hem de hayvan yemi olarak kullanılan önemli bir tahıl ürünüdür[1].

Mısırın endüstriyel kurutulması için kurutma makinelerine çok büyük ihtiyaç vardır. Bu ihtiyacın ancak bir bölümü yurt dışından ithal edilen özellikle Amerikan ve İtalyan menşeli pahalı ve işletme masrafları yüksek kurutma makineleri ile karşılanmaya çalışılmaktadır. Bu durum teknolojik kurutmanın yaygın bir şekilde kullanımı engellemekte ve ayrıca kurutulan ürünün kurutma maliyetlerini yukarı çekmektedir.

Tarım ürünlerinin kurutma prosesini etkileyen organik yapıları, nem içerikleri, sıcaklıktan etkilenmeleri ve istenilen kurulukları birbirlerinden çok farklıdır. Dolayısıyla her ürün için ayrı kurutma şartları gerekli olmaktadır. Çoğu zaman aynı ürün için çok farklı prosesler ve kurutma makineleri geliştirilmiştir. Prosesin kalitesi, ürün kurutma kalitesine ve yakıt sarfiyatına göre değerlendirilir. Proses konusunda ne kadar çok bilgiye sahip olunursa o kadar ileri teknoloji geliştirilebilir [2].

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. TAHIL KURUTMANIN ÖNEMİ VE YÖNTEMLERİ

2.1.1. Kurutma Nedir?

Yas veya nemli malzemeden sıvının alınması işlemine kurutma denir. Teknikte çeşitli yöntemlerle malzemeden sıvı uzaklaştırılabildiği gibi, birkaç procesten sonra malzemeden sıvının alındığı da görülmektedir. Örneğin süt tozu ve hazır çorba üretiminde olduğu gibi bir çözeltinin sıcak gaz akımı içerisine damlacıklar halinde püskürtülmesi ve sıvının buharlaştırılarak alınması, bir prosesle gerçekleştirilen kurutma yöntemidir.

Buharlaşmada sıvı yüzeyinde yalnız sıvının serbest kalan kendi buharı vardır ve bu buharın basıncı toplam basınca eşittir. Buğulaşma ise sıvı yüzeyinde, sıvının kendi buharı ile havanın karışımı vardır ve toplam basınç bu karışım gazlarının kısmi basınçları toplamına eşittir. Kurutma aynı zamanda es zamanlı ısı ve kütle geçişine dayalıdır. Kurutmanın türleri kurutulacak madde çeşidi kadar değişik olabilir. Tarım ürünlerindeki kurutmanın ana amacı ürünün bozulmadan uzun süre saklanmasıdır [3].

2.1.2. Mısır ve Kurutulmasının Önemi

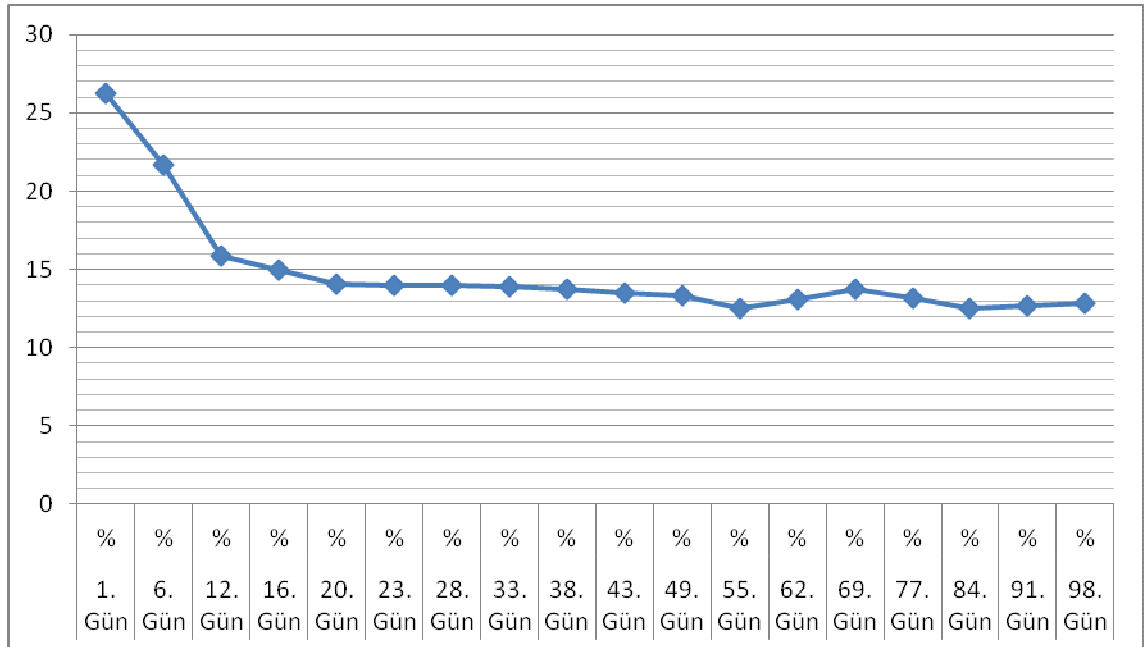
Mısır yem, nişasta, glikoz şurubu ve yağ üretimi başta olmak üzere birçok sanayi kolunda kullanılan önemli bir ticari tarım bitkisidir [4] Türkiye’de mevcut mısır üretimi, tüketimi karşılayamamaktadır, yaklaşık bir milyon tonluk mısır açığı olduğu tahmin edilmektedir [5]. Bu durum başta hayvancılık olmak üzere mısıra dayalı bütün üretim sektörlerini olumsuz etkilemektedir. Adana yöresinin toprak, sulama ve iklim koşulları uygun olmasına rağmen 2008 yılında mısır üretimi 14 500 tonla sınırlı kalmıştır. Verim 315 kg/da olarak belirlenmiştir. Verimin dünya ortalaması 434 kg/da olduğu rapor edilmiştir. [6]. Tokatlı çiftçilerle yapılan görüşmeler sonucunda mısırın tam olarak kurutulamadığı için kısa sürede mısırdaki bozulma ve kızışmanın başladığı belirlenmiştir. Bu sebeple, çiftçiler mısır ekimini sınırlı yapmakta ve hasat ettikleri nemli mısırı hemen hayvanlara yem olarak kullanmaktadırlar. Akdeniz bölgesinde mısır için uygun ve ekonomik kurutma ve depolama şartlarının belirlenmesi, mısır üretimini ve mısıra dayalı hayvancılık gibi ticari faaliyetleri artıracaktır.

Mısır yem sanayisinde kullanılacaksa yüksek sıcaklıkta kurutulmasının olumsuz etkisi yoktur. Kurutulan ürün gıda sanayisinde kullanılacaksa kurutma sıcaklığının 60°C' nin üzerine çıkmaması gerekir. Bunun yanında, mısır tohumluk olarak kullanılacak ise 36°C' den daha yüksek sıcaklıkta kurutulmalıdır [7].

Mısır tahılının hasat nemi yaklaşık olarak % 25 civarındadır. Hasat nemine sahip mısır tahılının, bozulmadan veya küflenmeden uzun süre saklanabilmesi için nem değeri, % 13 – 14' ün altına muhakkak kurutma işlemiyle düşürülmelidir [3]. Kurutma havasının belirli bir sıcaklığa kadar ısıtılmasındaki amaç, kurutma potansiyelini arttırıcı etkiye sahip olan havanın bağıl nemini düşürmektir. En ekonomik kurutma güneşte yapılmaktadır. Fakat bu şekildeki doğal yöntemlerle kurutmanın dezavantajları vardır. Ayrıca doğal yöntemlerle kurutulan taneli mısırın istenilen neme düşürülmesi ve taneli mısırın istenilen neme düşürülmesi ile ilgili çizelge 2.1'de verilmiştir ve sonuç olarak her iki yöntemde de tane halinde kurutulan mısırlar koçanlı halinde kurutulan mısırdan daha çabuk kurumuşlardır [8]. Doğal yöntemlerden farklı olarak mısır kurutma makinesi ile kurutulan mısırın nemi çizelge 2.1. ve şekil 2.1.' de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Güneş Altında Koçanlı Olarak Kurutulan Mısır Neminin Zamana Göre Değişimi

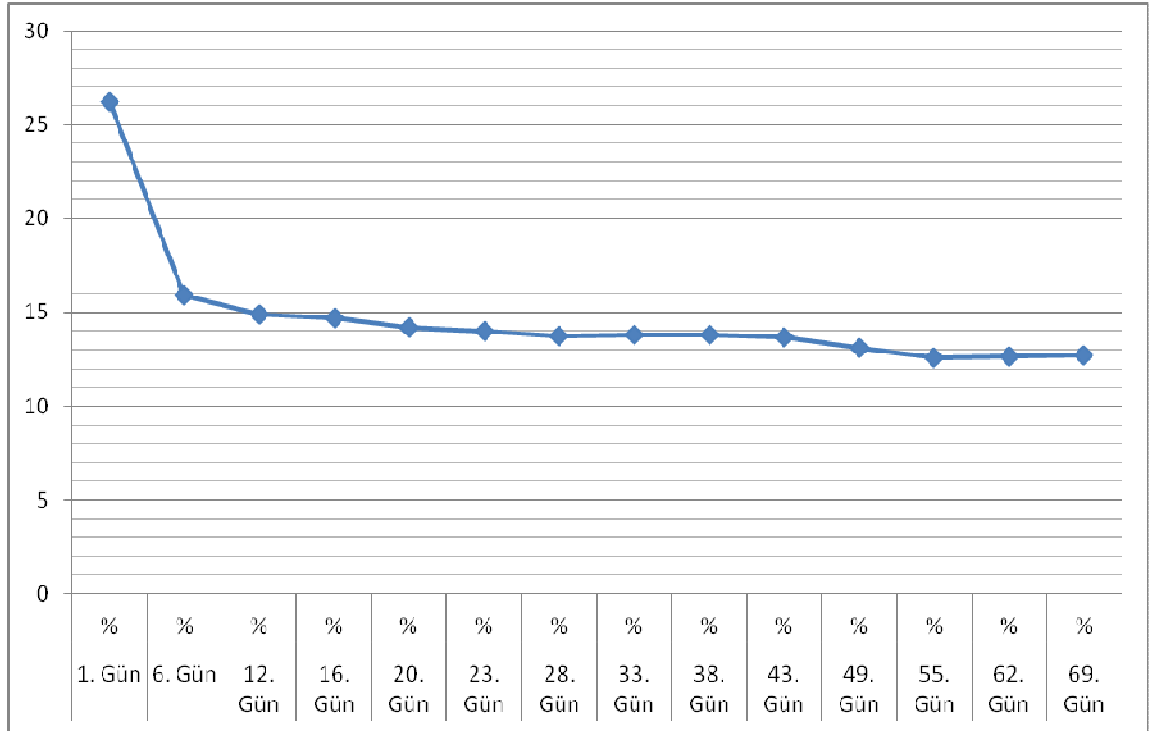
GÜN	% NEM
1. Gün	26,26
6. Gün	21,64
12. Gün	15,9
16. Gün	14,97
20. Gün	14,04
23. Gün	14,02
28. Gün	14
33. Gün	13,9
38. Gün	13,7
43. Gün	13,5
49. Gün	13,35
55. Gün	12,5
62. Gün	13,12
69. Gün	13,74
77. Gün	13,13
84. Gün	12,52
91. Gün	12,66
98. Gün	12,8



Şekil 2.1. Güneş Altında Koçanlı Olarak Kurutulan Mısır Neminin Zamana Göre Nem Değişimi

Çizelge 2.2. Güneş Altında Taneli Olarak Kurutulan Mısır Neminin Zamana Göre Değişimi

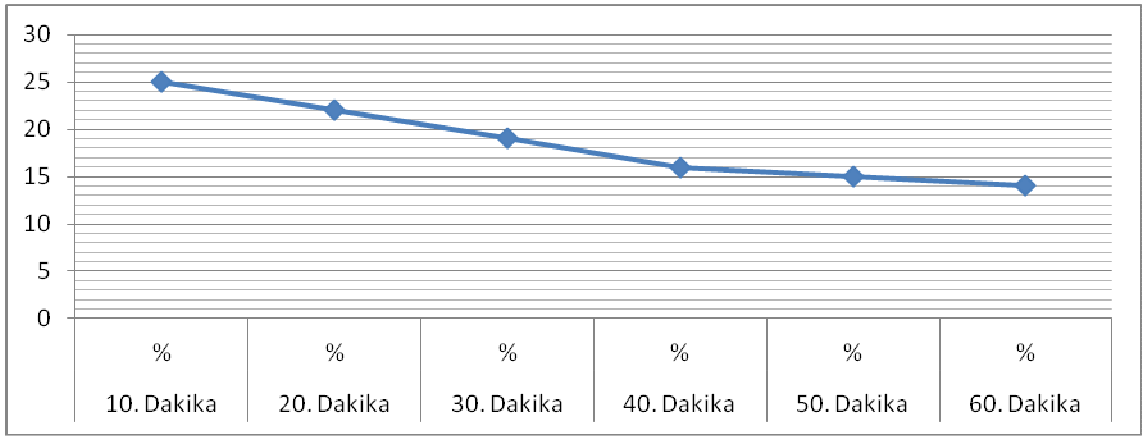
GÜN	% NEM
1. Gün	26,26
6. Gün	15,9
12. Gün	14,9
16. Gün	14,7
20. Gün	14,2
23. Gün	14
28. Gün	13,75
33. Gün	13,8
38. Gün	13,83
43. Gün	13,66
49. Gün	13,11
55. Gün	12,56
62. Gün	12,63
69. Gün	12,7



Şekil 2.2. Güneş Altında Taneli Olarak Kurutulan Mısır Neminin Zamana Göre Değişimi

Çizelge 2.3. Mısır Kurutma Makinesi ile Taneli Olarak Kurutulan Mısır Neminin Zamana Göre Değişimi

DAKİKA	% NEM
10. Dakika	25
20. Dakika	22
30. Dakika	19
40. Dakika	16
50. Dakika	15
60. Dakika	14



Şekil 2.3. Mısır Kurutma Makinesi ile Taneli Olarak Kurutulan Mısır Neminin Zamana Göre Değişimi

Çizelge 2.1. , 2.2. ve 2.3. e bakıldığı zaman mısırın doğal yöntemler ile kuruması günler alırken mısır kurutma makinesi ile kurutma dakikalar içinde olmaktadır. Bu da çiftçinin ve tüccarın ürününü çabuk hasat etmesi ve maddi olarak gelir elde etmesi için önemli bir etkidir.

2.1.3. Mısır Kurutma Sistemleri

Mısır kurutma sistemlerinde genellikle sıcak hava kullanılmaktadır ve kullanılan hava sıcaklığına göre sınıflandırılmaktadır [3].

- Doğal sıcak havalı kurutma sistemleri
- Düşük sıcak havalı kurutma sistemleri
- Yüksek sıcak havalı kurutma sistemleri
- Kombine kurutma sistemleri

2.1.3.1. Doğal sıcak havalı kurutma sistemleri

Çevre havasının, herhangi bir ısıtma işlemine tabi tutulmadan doğrudan kurutma havası olarak kullanıldığı sistemlerdir. Bağıl nemin düşük olduğu ve hava sıcaklığının göreceli olarak yüksek olduğu durumlarda kurutma işlemi gerçekleştirilebilir. Kurutma işleminin olabilmesi için çevre havasının sıcaklığına ve nemine bağlı denge neminin mısırın o andaki neminden küçük olması gerekir. Bu tür kurutma daha çok silo tipi kurutucularda görülür. Kurutma havası bir fan vasıtasıyla siloya gönderilir. Havayı siloya gönderen fan, hava sıcaklığının 1-2,5°C artmasını sağlar. Bu sıcaklık farkı ilave olarak bir kurutma potansiyeli sağlar [9]. Kurutmanın üretici tarafından yapılması halinde, doğal hava ile kurutma, basitliği ve kolay uygulanabilmesi nedeniyle önem kazanmaktadır. Kullanılan depo tipi kurutucular aynı zamanda ürünün kış sezonu boyunca saklanması için kullanılabilirler [3].

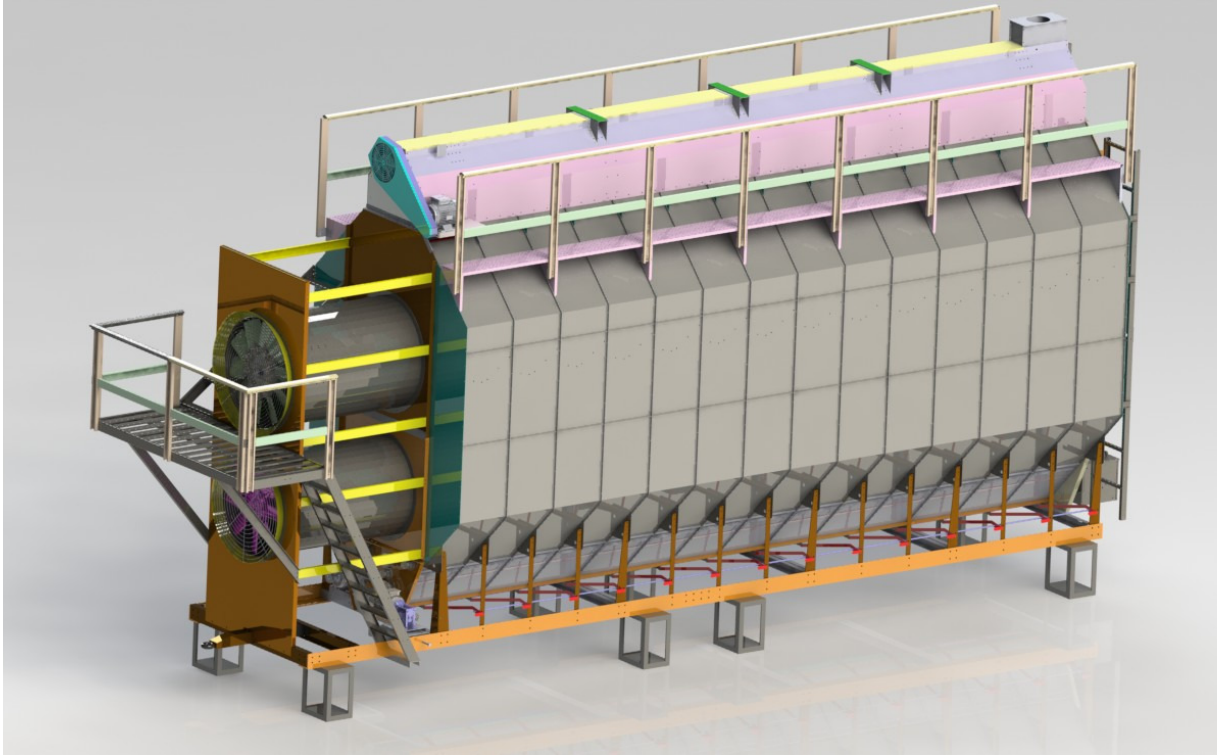
2.1.3.2. Düşük sıcak havalı kurutma sistemleri

Bu tür kurutucularda kurutma havasının kurutma potansiyelini arttırmak amacı ile çevre havası 2-10°C arasında ısıtılır. Bu sıcaklık artışı, kurutma havasının bağıl neminde hissedilir oranda bir düşme sağlar. Bu durum kurutma havasının denge neminin düşmesine ve kurutma potansiyelinin artmasına neden olur. Tip olarak yine doğal havalı kurutmadaki silo tipi kullanılır. Ancak fan girişine veya çıkışına hava ısıtıcısının ilave edilmesi gerekir. Havanın bağıl nemi belli bir değerin altında iken, sistem doğal havalı kurutucu olarak kullanılır. Bağıl nem, belirlenen limiti aştığı takdirde ısıtıcı devreye girer. Sistemin doğal havalı kurutucuya göre avantajlı yanı, çevre koşullarına olan bağımlılığın söz konusu olmamasıdır. Enerji girdisi doğal havalı kurutucuya göre daha yüksektir. Bu da kurutma maliyetini etkileyen bir faktördür [9].

2.1.3.3. Yüksek sıcak havalı kurutma sistemleri

Çevre havasının, kurutma işleminden önce 10-80°C arasında ısıtıldığı sistemlere yüksek sıcaklıklı havalı kurutucular denir. Sabit yataklı veya hareketli yataklı olmak üzere iki ayrı tipi vardır; sabit yataklı tip, silo tipi kurutucu olup tahıl kuruma sürecinde hareketsizdir. Hareketli tipte ise tahıl sürekli hareket halinde olup kurutucunun bir tarafından giren nemli tahıl, çıkış bölgesinden kurumuş olarak çıkmaktadır. Bu sistemler ısı transferini ve bunun sonucunda kütle transferini arttırmak amacıyla çeşitli

şekillerde yapılmaktadırlar. Paralel akımlı, karşıt akımlı ve çapraz akımlı kurutucu türleri vardır. Bu tür kurutucuların üstünlükleri; kuruma hızının yüksek olması, kurutma kapasitesinin büyük olması, hava koşullarına bağımlılığın söz konusu olmamasıdır. Dezavantajları ise yatırım, bakım ve işletme giderlerinin yüksek olması, sıcaklığın iyi kontrol edilemediği koşullarda yangın tehlikesinin söz konusu olmasıdır [10]. Bu sistemleri iki gruba ayrılabilir. Birincisi yatay tip kurutucular, diğeri ise dikey tip kurutucular. Bu sistemlerde Yatay tip kurutucuların taşınabilir olması, montaj kolaylığı ve çok yer kaplamaması açısından tercih edilirken, dikey tip kurutma makinesi ise yüksek tonajlı ürün kurutulmasında daha fazla tercih edilmektedir.



Şekil 2.4. Yatay Tip Tahıl Kurutma Makinesi



Şekil 2.5. Dikey Tip Tahıl Kurutma Makinesi

2.1.3.4. Kombine Kurutma Sistemleri

Yukarıdaki üç gruptan birkaçının bir arada bulunduğu kurutma sistemleridir. Kombine sistemlerde kurutma iki aşamada tamamlanır. Hasat sonrası elde edilen, ilk nemi %20 den fazla olan ürün, yüksek sıcaklıkta çalışan bir kurutucuyla ön kurutmaya alınır. Nemi kısa sürede %20-%18 neme indirildikten sonra çevre havası veya düşük sıcaklıkta çalışan ikinci bir kurutucuya aktarılarak kurutmaya devam edilir. Bu yöntemin, ürünün bastan sona sıcak hava ile kurutulmasına göre en az %25 daha az enerji tüketimi sağladığı görülmüştür.

2.2. MISIRIN KURUMA DAVRANIŞLARI VE KURUTULMASININ GEREĞİ

2.2.1. Neden Tahıl Kurutma

Kurutma meyve, sebze ve tahıl ürünlerindeki biyokimyasal, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmayı minimuma indirmek için ürünlerdeki su içeriğinin azaltıldığı endüstriyel hazırlama yöntemidir. Kurutmanın temel amacı ürünlerdeki nem içeriğinin düşürülmesi ve ürünlerdeki nem içeriğinin uzun sürede güvenli depolamaya izin verilecek seviyeye indirilmesidir. Aksi takdirde üründe erken çürüme ve mikrobiyolojik bozulma meydana gelmektedir. Açık havada yapılan geleneksel kurutmada ürün ortamdaki toprak, kum v.s tarafından kirletilir ve kuruma süresi de oldukça uzundur. Ayrıca güneş altında yapılan kurutma sırasında gelişen küf nedeni ile insan ve hayvan sağlığına zararlı toksinlerle beraber üründe önemli oranda kayıp gözlenir.

Ürünlerin bünyesinden nemin uzaklaştırılması işlemi olarak tanımlanabilen kurutma, giderek önemini artırmaktadır. Kurutma yardımıyla sağlanabilecek yararlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Ürünlerin erken hasat edilmelerine olanak sağlar. Böylece yüksek nemde yapılan hasatta ürün dökülmeleri önlenir. Hasat kayıpları azalır. Erken hasat ikinci ürün için uygun yetiştirme periyodu sağlar,
- Ürünün bozulmadan uzun süre korunmasını sağlar,
- Tohumların çimlenme kabiliyeti daha uzun süre korunabilir,
- Tütün, kuru meyve ve kuru sebze gibi ekonomik değeri olan başka ürünlerin üretimine olanak verir,
- Tarımsal üretim artıklarının yeniden değerlendirilmesine olanak sağlar (küspe, kabuk, posa vb.)
- Ürünün nem miktarının düşmesi ile aroma ve besin değeri gibi kalite özelliklerinin muhafaza edilmesini sağlar,
- Ürünün hacminin azalması, dolayısıyla ürünün önemli bileşenlerinin taşınma ve depolanmasındaki verimin artmasına olanak verir.
- Açık havada yapılan geleneksel kurutma yöntemlerinde ürün ortamdaki toprak, kum vs. tarafından kirlenir. Ayrıca güneş altında yapılan kurutma sırasında gelişen küf nedeni ile insan ve hayvan sağlığında zararlı toksinler oluşur. Kurutma makinesi bu zararlı faktörleri ortadan kaldırmaktadır.

- Güneş altında kurutulan koçan mısırlar 98 günde, taneli mısırlar ise 69 günde istenilen neme ulaşırken, kurutma makinesinde ise istenilen neme sadece 1 saat gibi kısa sürede ulaşılır.

Çizelge 2.4. Hasat ve Depolamada Çeşitli Ürünler İçin Uygun Nem % leri

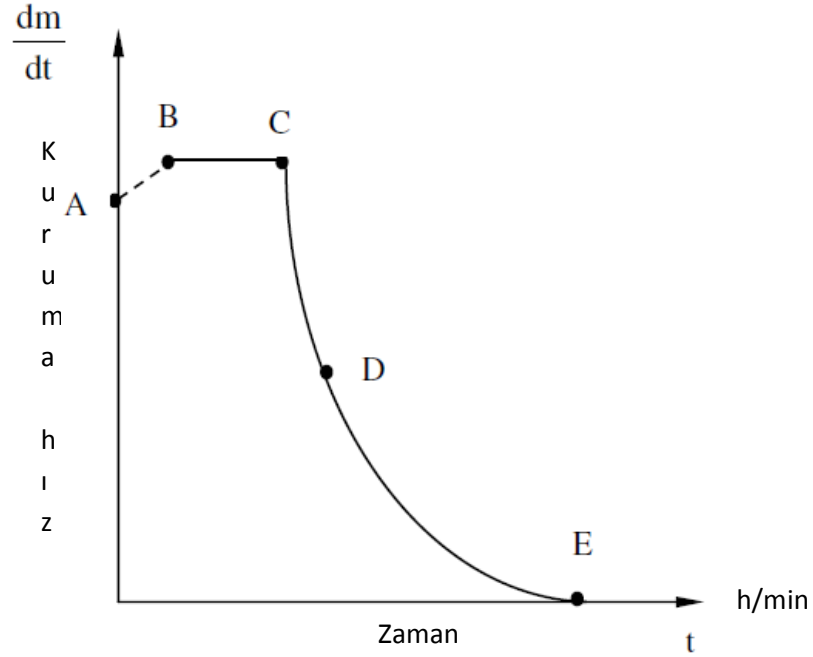
Ürün	En Yüksek Hasat Nemi %	En Uygun Hasat Nemi %	Uygulamadaki Hasat Nemi %	Emniyetli Depolama İçin Max. Nem %
Mısır	35	24-30	14-30	13
Buğday	28	16-20	9-17	13-14
Arpa	-	16-20	10-18	13
Yulaf	32	-	10-18	13
Çeltik	30	17-23	16-24	13
Soya	-	-	9-20	13

2.2.2. Mısırın Kuruma Davranışı

Mısırın kurutulması hangi türde olursa olsun, kuruma davranışının değişmediği görülmektedir. Nemi %70'in üstünde olan bir mısır herhangi bir şekilde kurutulursa, kurutma hızının, belli süreçte farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Mısırın belirli bir neme kadar kurutma hızının sabit kaldığı, yani kurutma şartları değişmediği sürece, birim zamanda mısırdan alınan nemin değişmediği gözlenmiştir. Bu sürece sabit kuruma süreci denir. Kuruma hızının azalmaya başladığı andaki mısırdaki neme mısır kritik nemi denir. Sekil 2.7.' de şematik olarak gösterilmiştir. Kritik nem daha az nem içeren mısırlarda ise kuruma zamanı ilerledikçe, mısırdaki sürekli azalan miktara da nem alınmakta olduğu gözlenmiştir. Bu sürece de azalan hızda kurutma süreci adı verilir. Birçok tahılda azalan hızda kuruma sürecinin birkaç kademedan oluştuğu belirlenmiştir. Bu süreçler 1.nci azalan hız süreci ve 2.nci azalan hız süreci gibi isimlerle adlandırılmıştır [3].

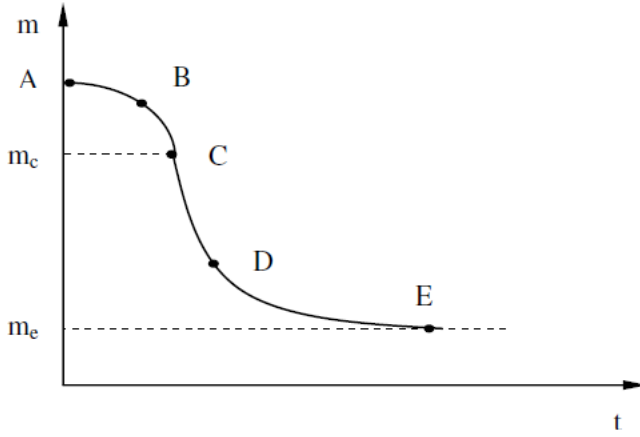
Kurutma işlemi temel olarak bir ısı ve kütle transferi olayıdır. Ürün ile çevresi arasında oluşan ısı ve nem geçişleri sonucunda ürün bünyesindeki su buharlaşarak çevre havasına karışır ve ortamdan uzaklaşır. Ürün ile çevresi (kurutma ortamı) arasında su taşınımı sona erene kadar süren kuruma süreci içinde üç ayrı evre izlenir. Bunlar;

- Ürün ısınma evresi
- Sabit hızla kuruma evresi
- Azalan hızla kuruma evresi

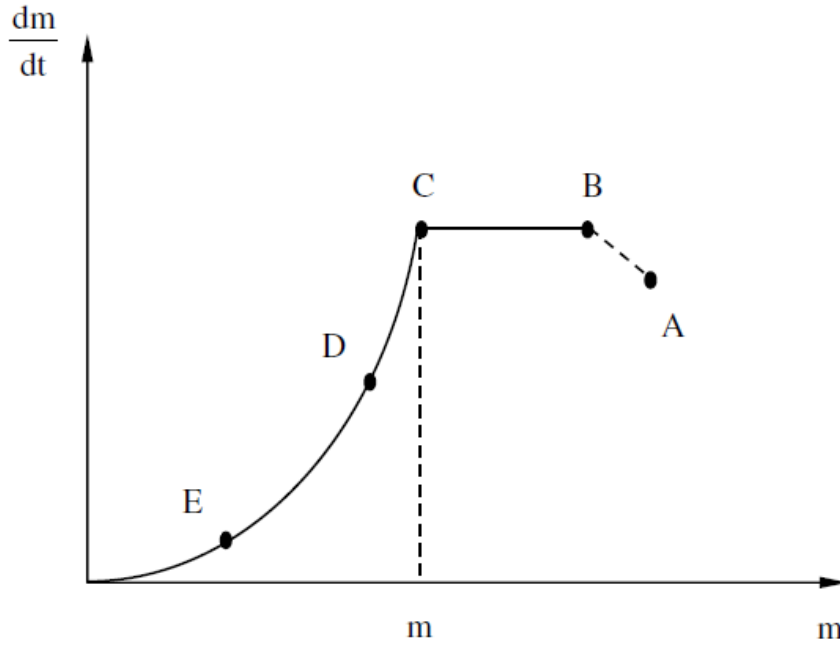


Şekil 2.6. Kuruma Hızının Zamanla Değişimi

Ürün ısınma evresi (A-B), toplam kuruma sürecine göre daha kısa sürdüğünden tarım ürünlerinin kurutulması işlemlerinde dikkate alınmayabilir. Sabit hızda kuruma evresinde (B-C), kurumakta olan materyalden birim zaman içinde buharlaşan su miktarı sabit kalmaktadır. Bu evre süresince materyal yüzeyinin ince bir su filmiyle kaplı kaldığı kabul edilir. Bu durumun gerçekleşebilmesi için iç kısımlardan yüzeye taşınan suyun geliş hızı ile yüzeyden ayrılan suyun buharlaşma hızı eşit olmalıdır. Materyalin iç kısımlarından yüzeye su iletim hızı buharlaşma hızına göre azaldığında yüzey üzerindeki su filmi yer yer ortadan kalkmaya başlar. Bu andan itibaren sabit hızla kuruma evresi sona erer.



Şekil 2.7. Mısırın Nemin Zamana Göre Değişimi



Şekil 2.8. Kuruma Hızının Nem Değişimi

2.2.2.1. Sabit Hızda ve Azalan Hızda Kurutma Süreci

Nemli veya ıslak olan malzemenin dış yüzeyinde bütün sıvı yüzeylerinde olduğu gibi doymuş hava filmi bulunur. Bu doymuş havanın sıcaklığı havanın yaş termometre sıcaklığıdır. Doymuş hava içindeki su buharının kısmi basıncıda P_{b0} , dış hava içindeki malzemeyi kurutan su buharının kısmi basıncıda $P_{b\infty}$ olsun. Birim malzeme yüzeyinden birim zamanda buharlaşan nem miktarı aşağıdaki şekilde hesaplanır [3].

$$\dot{m}_b \cong \frac{h'}{R_b T} (P_{b0} - P_{b\infty})$$

Burada;

\dot{m}_b : Birim zamanda buharlaşan nem miktarı (kg/sn)

h' : Kütle transfer katsayısı olup

$$h' = \frac{D}{\delta} \text{ tanımlanmıştır.}$$

δ : Derişiklik sınır tabaka kalınlığı (1/m)

D : Difüzyon katsayısı (m^2/sn)

Dış şartlar sabit kaldığı sürece buna bağlı olarak P_{b0} , $P_{b\infty}$ sabit kalır ve kuruma sabiti hızla devam eder. Malzeme yüzeyine gelen sıvı beslemesi azalmaya başladığı an azalan hız süreci başlar. Azalan hız süreci sabit hız sürecinin ardından sonra ortaya çıkar. Kritik nem oranı bu iki süreç arasında meydana gelir. Hasat edilen mısırın nem oranı kritik nem oranından daha düşük olduğundan kuruma azalan hız sürecinde gerçekleşmektedir [3].

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. TAHIL KURUTMA MAKİNESİ

3.1.1. Yatay Tip Tahıl Kurutma Makinesi Nasıl Çalışır

Genellikle yatay tip tahıl kurutma makinesinin üst bölümü kurutma, alt bölümü ise soğutma prosesi olarak çalışmaktadır. Bu proses kombinasyonu ile kurutmanın daha kontrollü, etkili ve verimli çalışması sağlanmıştır. Ayrıca proses akışları ısı değiştiricilerinde tercih edilen çapraz akışlara benzer bir yapıdadır. Mısır, kurutma makinesinin kanallarından aşağıya akarken sırasıyla çapraz akışlı kurutma ve soğutma havaları ile temas geçmektedir. Böylece kurutma kalitesi yükselmiş, ideal homojen sıcaklık ortamı sağlanmıştır.

Merdaneler altındaki döner helezon üzerinde kurumuş ürün toplanarak sistemden kontrollü bir şekilde alınmaktadır. Sürekli ölçülen ürün nemine göre helezonun dönme hızı kontrollü bir şekilde ayarlanmaktadır. Kurutma makinesinin kurutma ve soğutma bölümleri iç hacmi yatayda birbirinden izole edilmiş üst üste yerleşik iki odaya bölünmüştür. Üst yanma odasına LPG veya doğalgaz yakıtlı yeni geliştirilmiş yakma sistemi ve hava ısıtma sistemi yerleştirilmiştir. Alt soğutma odasında ise sıcak mısırı soğutan taze hava toplanmaktadır. Üst bölüme ısınan ürünün alta indiğinde soğutmaya maruz kaldığında sistemden çıkan kuru ve sıcak hava yakma sistemine gönderilmektedir. Böylece soğutma enerjisi kurutma prosesine geri kazandırılmakta ve yakıt sarfiyatı azalmaktadır. Tüm makine içine ve dışına yerleştirilen sıcaklık ölçme cihazları ve nem ölçme cihazları ile kurutma prosesi (yakma sistemi, mısır akış debisi, hava sıcaklığı ve debisi) kontrol edilerek istenilen ideal proses şartları elde edilmiştir.

3.1.2. Tahıl Kurutma Makinesinin İmalat Gereçekleri ve Önemi

- Ürünlerin erken hasat edilmesine olanak sağlayarak hasat kayıplarını azaltır
- Ürünün bozulmadan uzun süre korunmasını sağlar.
- Tohumların çimlenme kabiliyeti daha uzun süre korunabilir.
- Ürünün nem miktarının düşmesi ile besin değeri gibi kalite özellikleri korunur.

- Ürünün hacminin azalması dolayısı ile taşıma ve depolama verimi artar.
- Ülkemizde kullanılan kurutma makineleri önemli miktarda yurt dışından ithal edilmektedir. Bu projede çağdaş mühendislik yaklaşımları kullanılarak özgün bir ürün geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Ortaya çıkacak ürünün özgün olması nedeni ile maliyet azaltılarak yurtiçi ve yurtdışı rekabet gücünün artması ile de ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır. Kurutma sektöründe yerli teknoloji üretimine geçilmesi zorunlu hale gelmiştir. Dışa bağımlı ve bazen de geri kalmış teknolojilerin kullanımı engellenmelidir.
- Günümüz rekabet ortamında makine tasarımında ihtiyaçlara hızlı ve verimli biçimde cevap vermek için çağdaş mühendislik yaklaşımlarını kullanmak kaçınılmaz olmuştur. Bu bağlamda, bu tezin öncelikli hedefi ürünün Ülkemiz koşullarına uyan özgün ürün olması, maliyetinin yurtdışında üretilen emsallerine göre azaltılması ve ideal tasarım koşulları elde edilerek 1 kg ürünün kurutulması için harcanan enerji miktarının ve kurutma süresinin en aza indirilmesidir. Ayrıca ürünün kullanımı olabildiğince basitleştirilerek kalifiye eleman gerektirmemesi, taşınabilirliği ile mekânı verimli kullanması da tezin hedefleri arasındadır.
- Yapılan araştırmalar doğrultusunda Avrasya ve Doğu Avrupa da kullanılan makineler çok eski ve verimsizdir. Bu da Avrasya ve Doğu Avrupa' yı ihracat için önemli bir pazar haline getirmektedir.

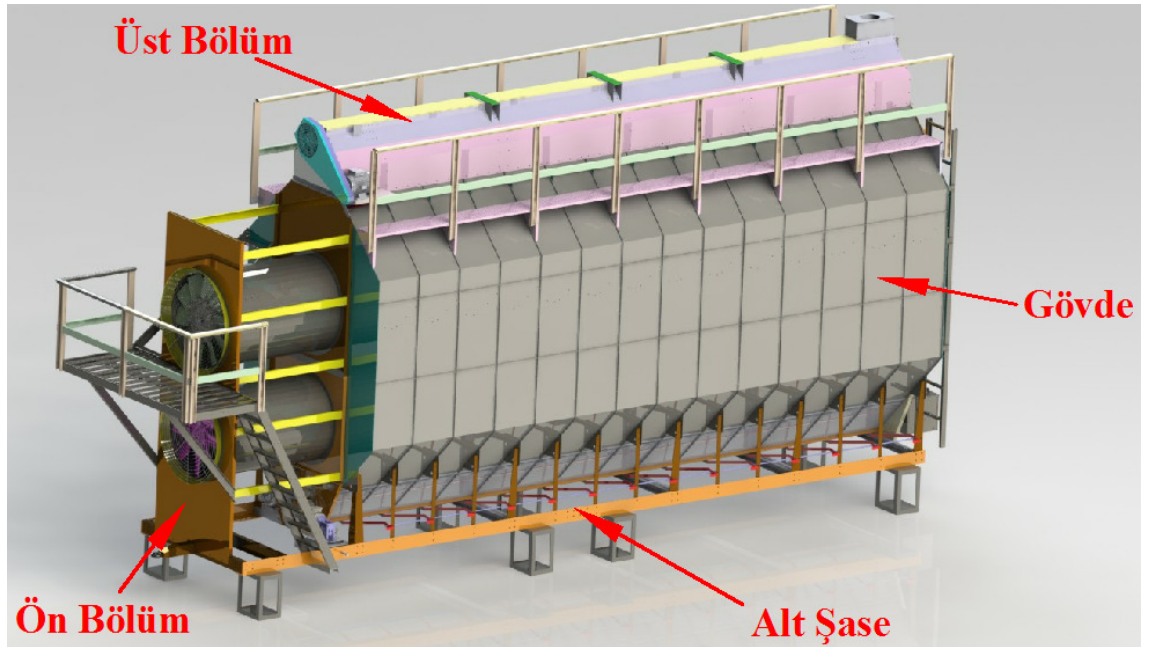
3.2. YATAY TİP MISIR KURUTMA MAKİNESİ TASARIM VE İMALAT AŞAMALARI

Proje kapsamında bir adet prototip mısır kurutma makinesi imal edilmiştir. Prototip imalatı üç safhadan oluşmaktadır. İlk olarak tasarım, daha sonra prototip imalatı ve son olarak prototipin denenmesi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Daha sonra prototipe ait teknik resimler oluşturulmuş ve imalatı için hazır hale getirilmiştir. Teknik resimlerde parçaların imalat resimleri ve montaj resimleri çizilerek malzeme özellikleri detaylı olarak belirlenmiş ve gerekli olan analizler ve hesaplamalar yapılmıştır. Bu adımlar tamamlandığında prototip bileşenlerinin tüm teknik resimleri hazır duruma gelmiştir.

3.2.1. İmalat Resimlerinin Hazırlanması ve İzlenen Yollar

Yatay tip tahıl kurutma makinesinin tasarımına başlarken ilk olarak makine bölümlere ayrılmıştır. Daha sonra bu bölümler kendi içinde detaylandırılmış ve detay resimleri hazırlanmıştır. Makineyi tamamlayan ana bölümler Şekil-3.1 de görüldüğü gibi;

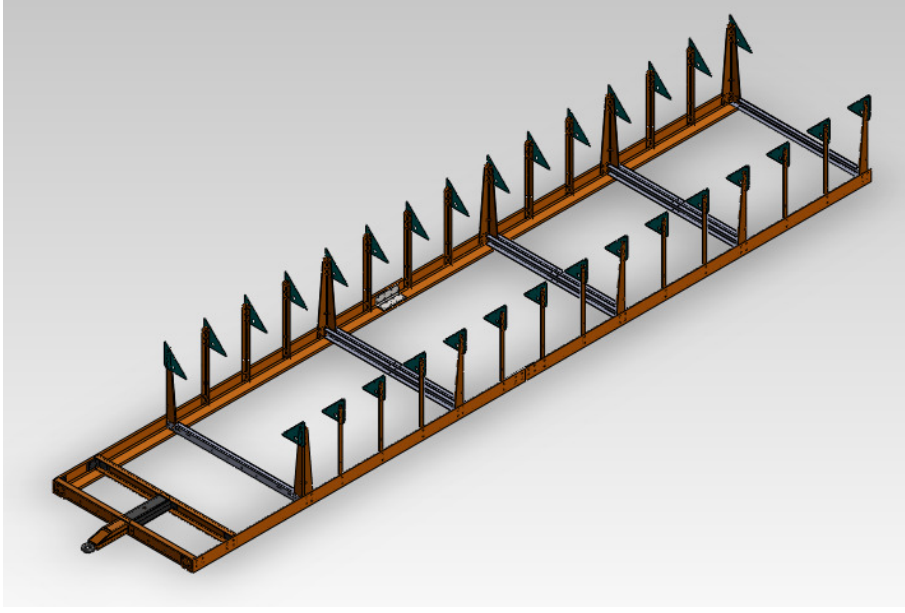
- 1- Alt Şase ve Acil Boşaltma
- 2- Gövde
- 3- Ön Bölüm
- 4- Üst Bölüm



Şekil 3.1. Tahıl Kurutma Makinesinin Bölümleri

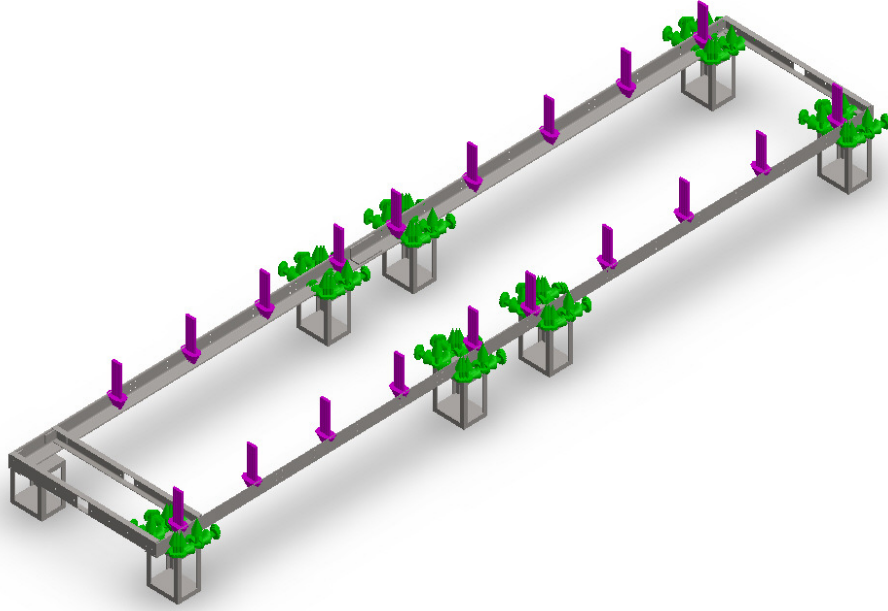
3.2.1.1. Alt Şase ve Acil Boşaltma

Alt şase çizimleri hazırlanırken gövdenin boş ve dolu ağırlıkları göz önünde bulundurularak sanal olarak mukavemet analizleri yapılmış ve gerekli olan materyal seçilmiştir.

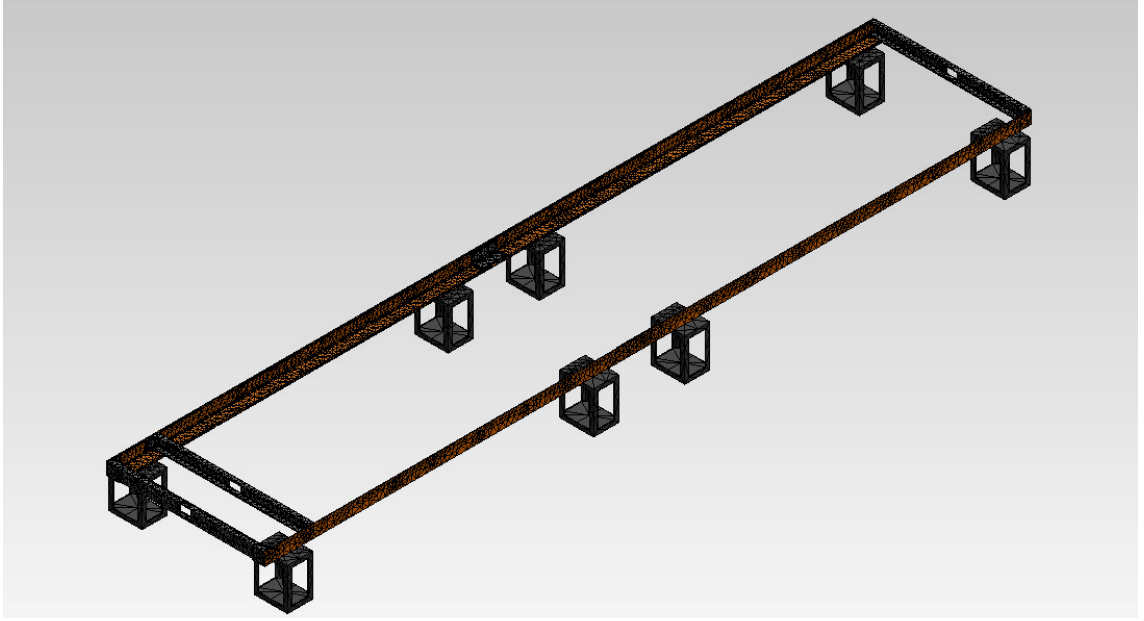


Şekil 3.2. Şase

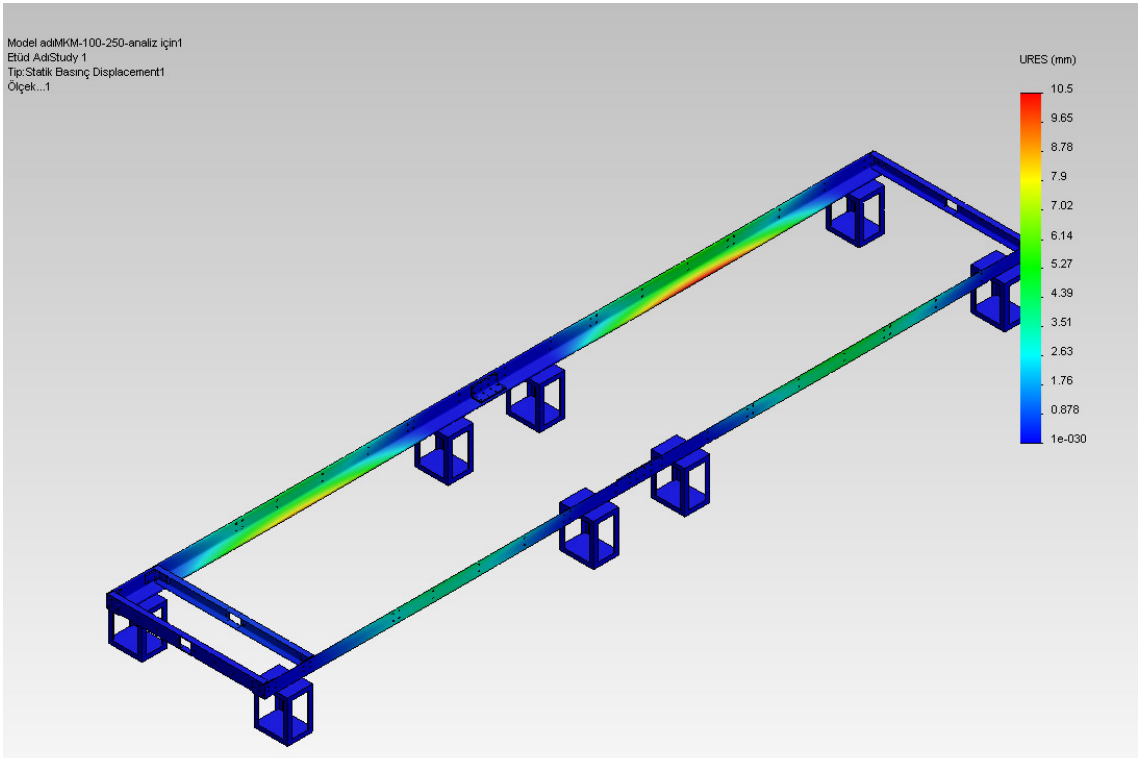
Şasenin analizi yapılırken Solidworks programından yararlanılmıştır. Analiz yapılırken şaseyi oluşturan köşebentlere makinenin ürün alma kapasitesi ve kendi ağırlıkları hesaplanarak 25 ton luk bir yükleme yapılmış, emniyet katsayıları verilmiştir ve yükleme sonucunda aşağıdaki raporlar oluşmuştur.



Şekil 3.3. Sabitlenen Noktalar

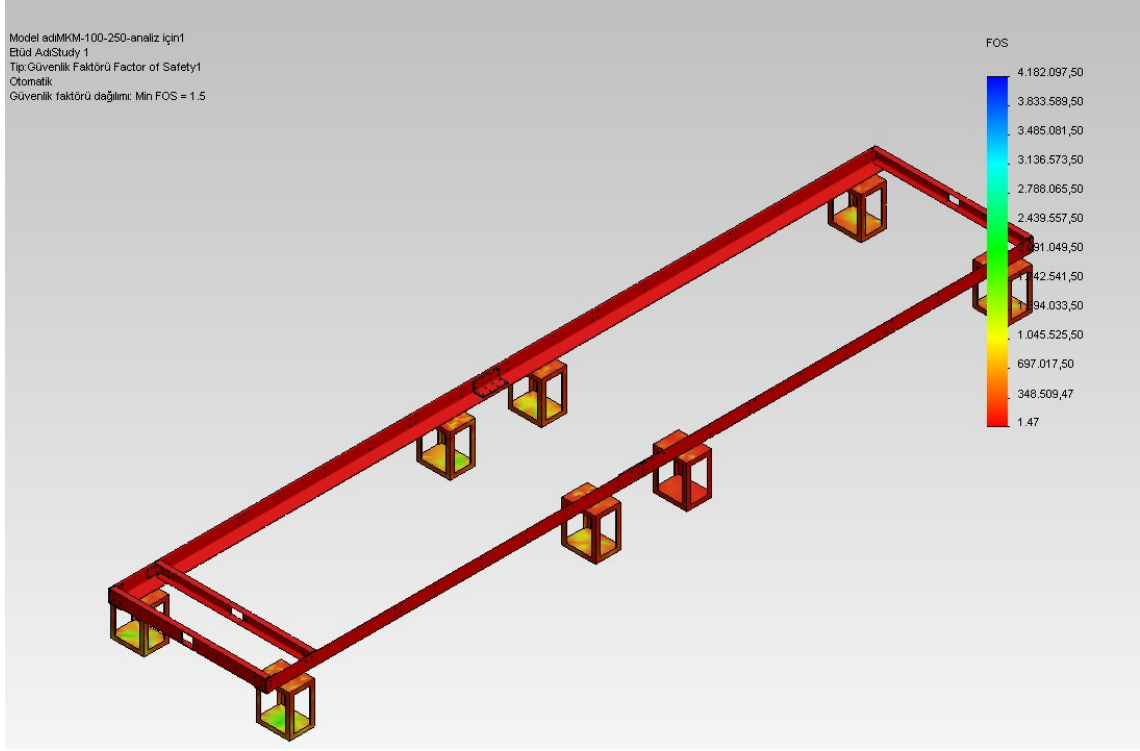


Şekil 3.4. Şasenin Küçük Parçacıklara ayrılması



Şekil 3.5. Yer Değişirme ve Esneme

Yukarıdaki şekle bakıldığında yüklemeler sonucunda maksimum 10.5 mm esneme olduğu gözlenmektedir.

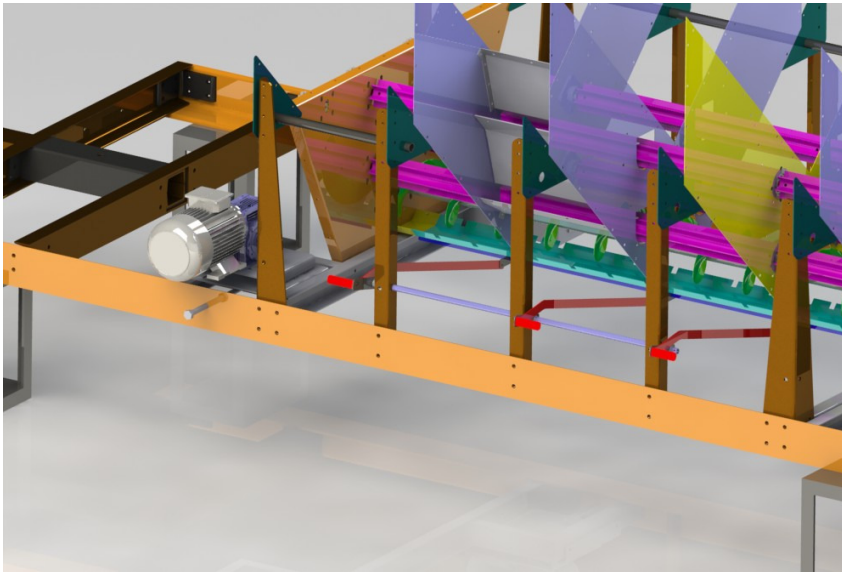


Şekil 3.6. Emniyet Katsayısı

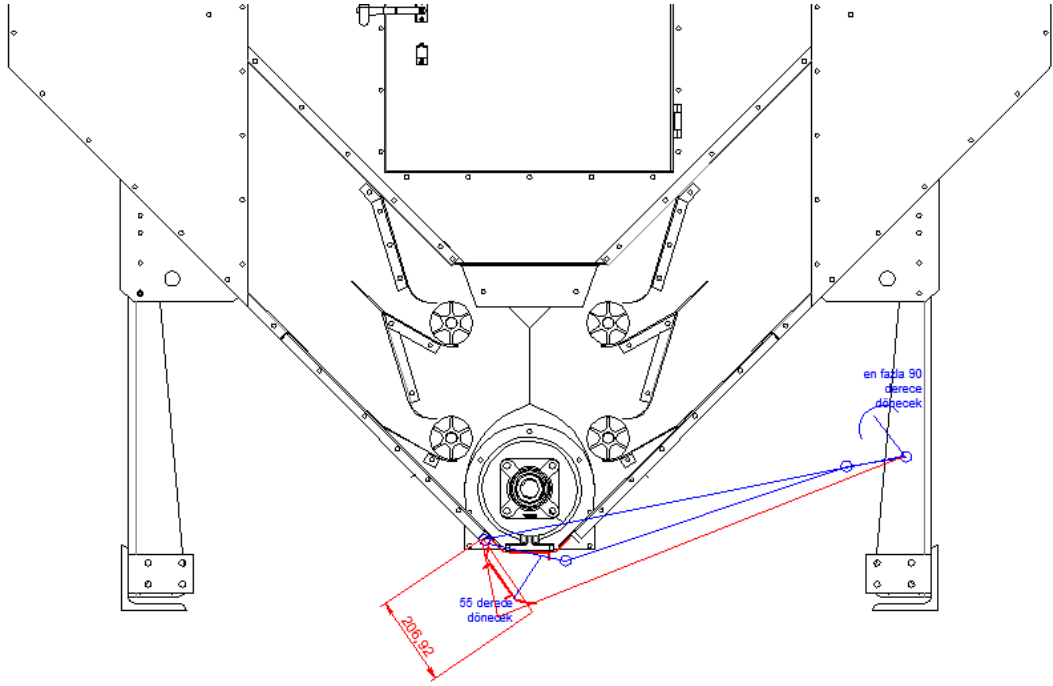
Gerekli analizler sonucunda çeşitli varyasyonlar uygulanarak en uygun materyal bu şekilde seçilmiştir.

Acil Boşaltma Kapakları

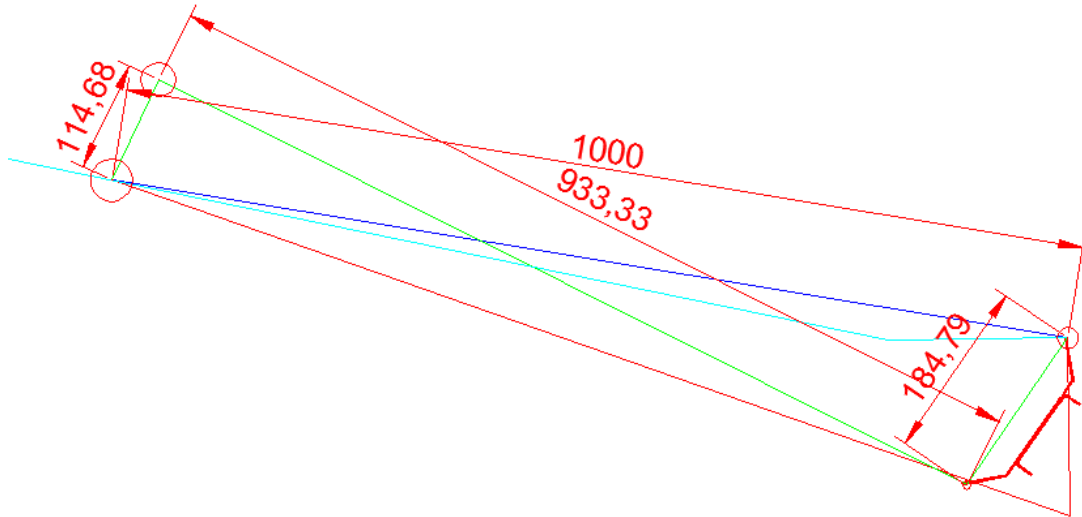
Acil boşaltma kapakları ani bir durumda makinenin içindeki ürünü boşaltmaya yarayan sistemdir. Buradaki mekanizmanın çizilmesi için aşağıdaki hesaplamalar yapılmıştır.



Şekil 3.7. Acil Boşaltma Kapağı Genel Görünüşü



Şekil 3.8. Acil Boşaltma Kapağı Taslak Çizimi



Şekil 3.9. Acil Boşaltma Kapağı Hesaplamaları

Sürekli bir dönü hareketinin bir salınım hareketine çevrilmesi probleminin en basit çözümü bir kol sarkaç mekanizmasının tasarımı ile olanaklıdır. Bunun yolu da, bir

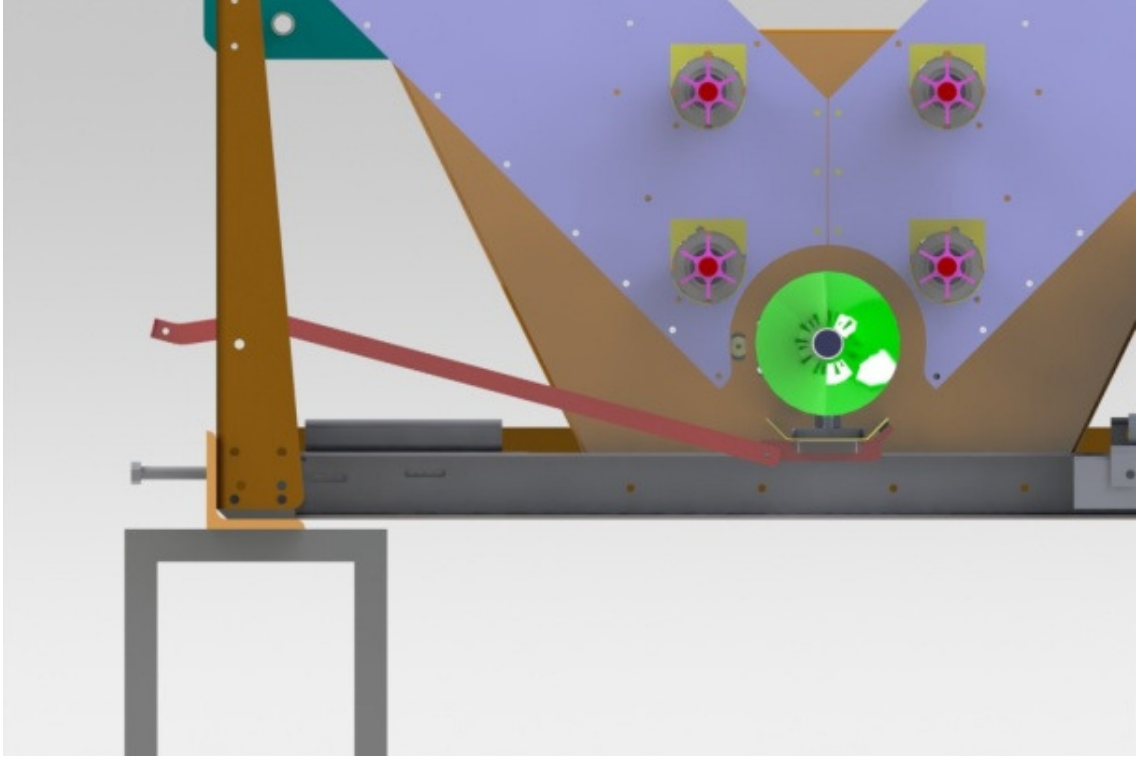
dört-çubuk mekanizması olan kol-sarkaç mekanizmasının kinematik eşitliklerinin verilen bazı kısıtlayıcı koşullar altında çözülmesidir. Bu çözümleme, kinematik sentez problemi olarak adlandırılır. Kol- sarkaç mekanizmasının yük taşıma karakteristiğini belirleyen, bağlanma açısının 90 dereceden olan sapmasının en az olmasıdır. Grafik çözümler kapsam ve çizim hassasiyeti bakımından sınırlı olmasının yanı sıra her çözüm için tekrarı gerektirdiğinden oldukça zaman alıcıdır. Ardışık tekrarı gerektiren metotların ortak sorunları arasında, yakınsama garantisinin olmayışı, uygun başlangıç değerlerinin seçilmesine gereksinim duyması ve fazla hesap yükü olmasına karşılık tek bir çözüm değerinin elde edilmesidir. Bunlardan yola çıkarak Kol-Sarkaç mekanizması, Grashof kriteri göz önüne alındığında, giriş kolu tam dönü yaparken çıkış kolunun salınım hareketi yapabildiği bir dört çubuk mekanizmasıdır. Mekanizmanın giriş kolunun iki farklı konumlarında ortaya çıkan iki sınır konumu tanımlayan parametrelerin belirlenmesi tasarım açısından büyük önem taşır [11]. Aşağıdaki hesaplamalar sonucunda açık ve kapalı halindeki 90° lik açı ile açılıp kapanması sağlanmıştır.

Verilenler: alfa, fi, beta

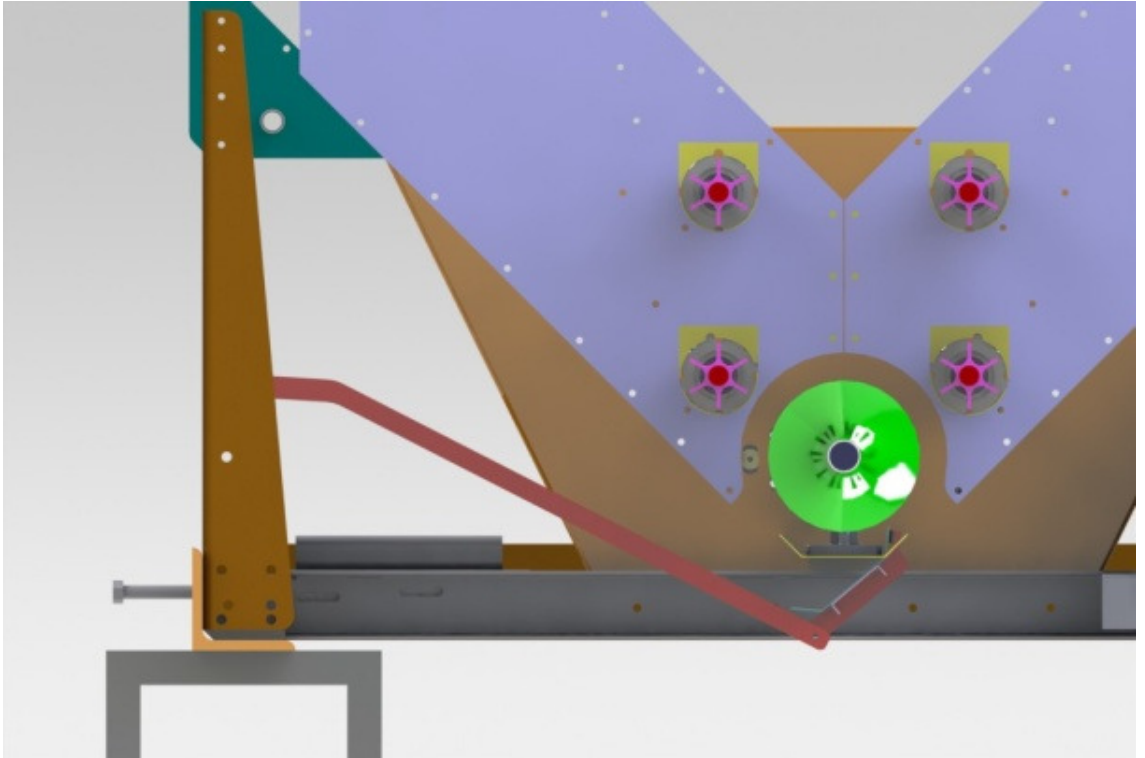
90.00 80,00 10,00

Kol Sarkaç Tasarım Sonuçları

Salınma açısı	(alfa) =	90,00
En küçük sinir konum salınım açısı	(fi) =	80.00
Zaman oranı	(zo) =	0.92
Zaman açısı	(ita) =	-7.7536
En küçük sinir konum krank açısı	(beta) =	10.00
Çıkış kolunun gövdeye oranı	(s/p) =	0.19
Biyel kolunun gövdeye oranı	(r/p) =	0.93333
Krank kolunun gövdeye oranı	(q/p) =	0.11468
Max. Bağlama açısı	(Mu_max.) =	110.57583
Min. Bağlama açısı	(Mu_min.) =	101.47452



Şekil 3.10. Acil Boşaltma Kapağı Kapalı Hali



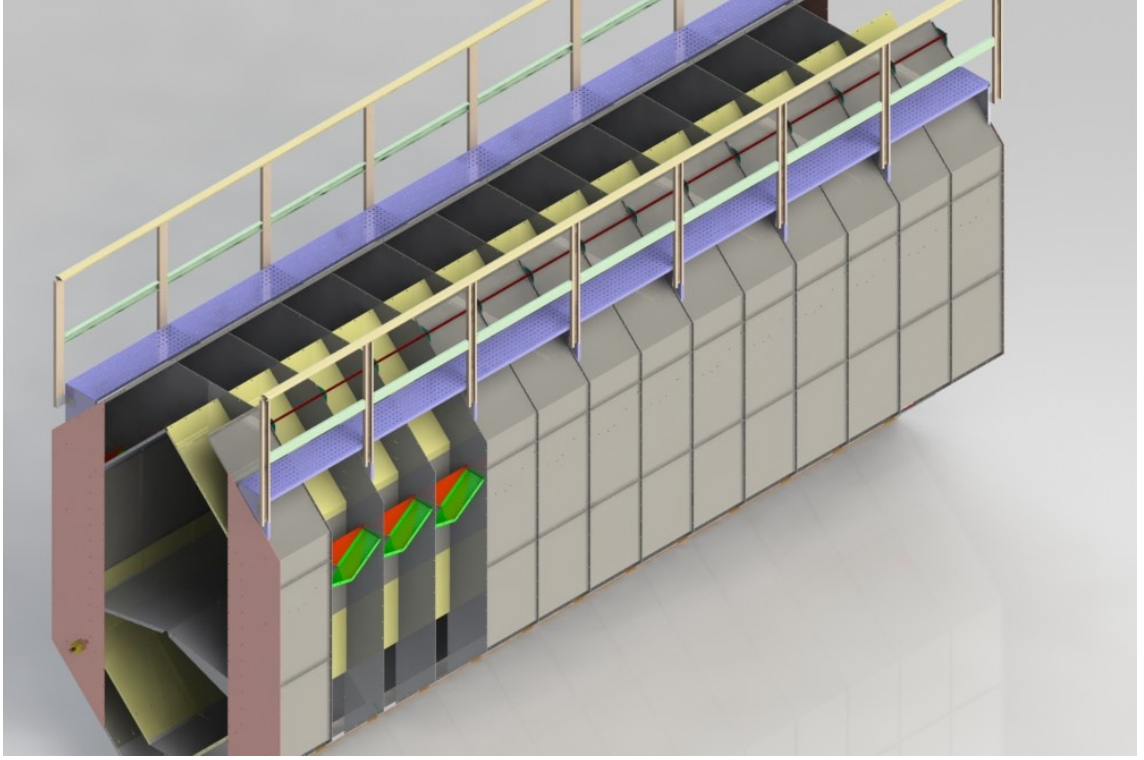
Şekil 3.11. Acil Boşaltma Kapağı Açık Hali



Şekil 3.12. Acil Boşaltma Kapağı Uygulaması

3.2.1.2. Gövde

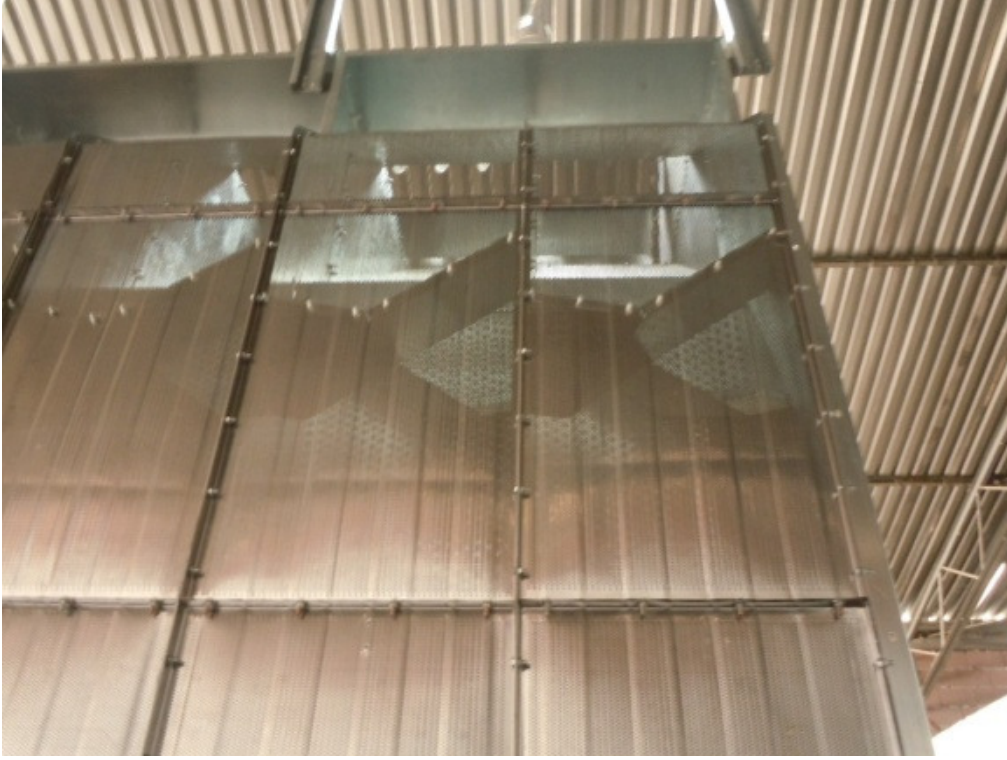
Gövde tasarımı yapılırken sac kalınlıkları ve ürün akışının bulunduğu yan duvar saclarındaki delik çapları dikkate alınmış ve içerideki sıcak havanın dışarı çıkışı için uygun şartlar sağlanmıştır. Ayrıca kolonlara ürün karıştırıcılar yerleştirilerek homojen bir akış sağlanmıştır.



Şekil 3.13. Gövde

A) Delikli Yan Saclar

Delikli yan saclar makinenin gövde kısmını oluşturmaktadır. Ürün akışının gerçekleştiği bu kısımda krom sac veya galvanizli sac kullanılarak sağlıklı ürün çıktısı amaçlanmıştır. Krom sacların maliyetini artıran unsur olmasından dolayı müşterinin opsiyonuna sunulmuştur. Kolonlarda akan ürünün yığılma yükü nedeniyle oluşabilecek sac eğilmelerini önlemek için saclar sağlam mukavemetli olacak şekilde tasarlanmıştır ve tamamen demonte olacak şekilde dizayn edilmiştir.



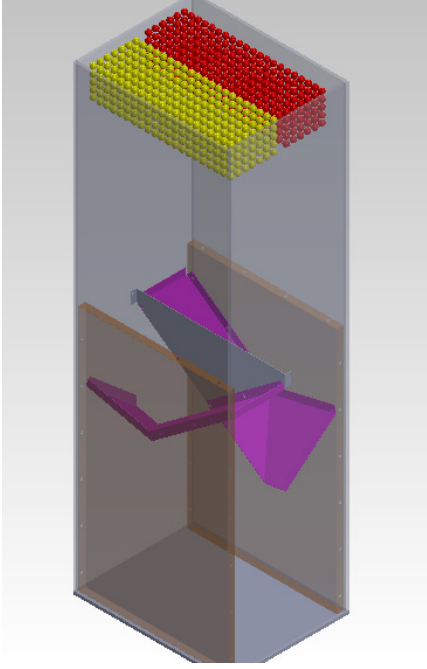
Şekil 3.14. Yan Saclar

Ürün karıştırıcı sistem

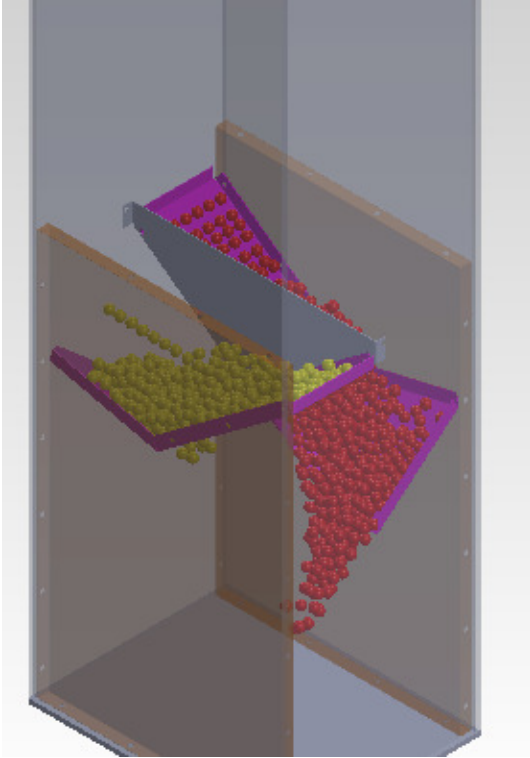
Kolanlarda akmakta olan ürünün homojen bir şekilde kuruması için ürünlerin akış yönlerinin ters-düz yapılarak sağlanır. Yani dış taraftaki ürün iç tarafa iç taraftaki ürün dış tarafa geçer. Böylece iç ve dış taraftaki üründe oluşabilecek nem farkı minimuma indirilir.



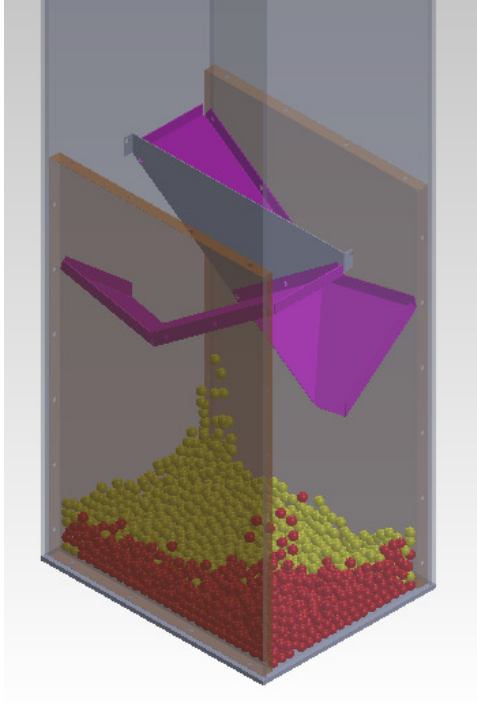
Şekil 3.15. Karıştırıcı



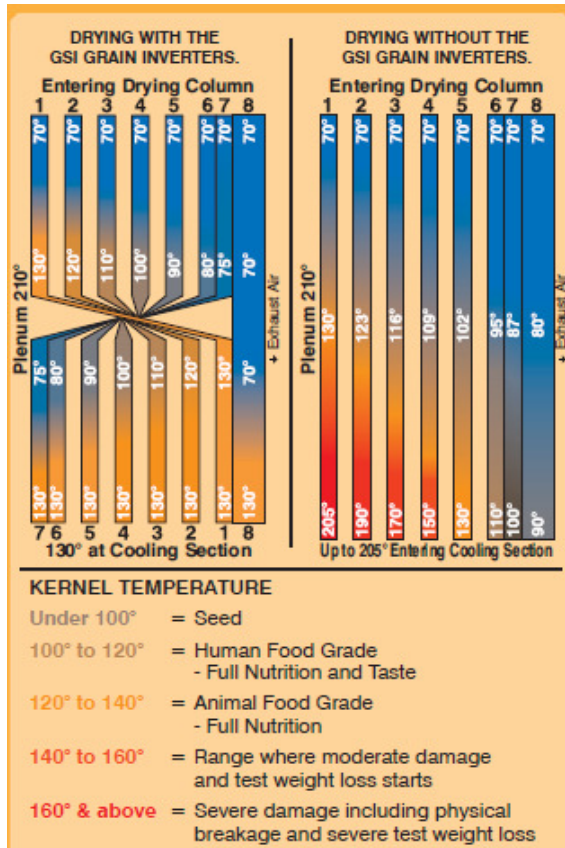
Şekil 3.16. Karıştırıcıdan Ürün Geçişine Hazırlanışı



Şekil 3.17. Ürünün Yön Değiştirmesi



Şekil 3.18. Ürünün Karışmış Hali

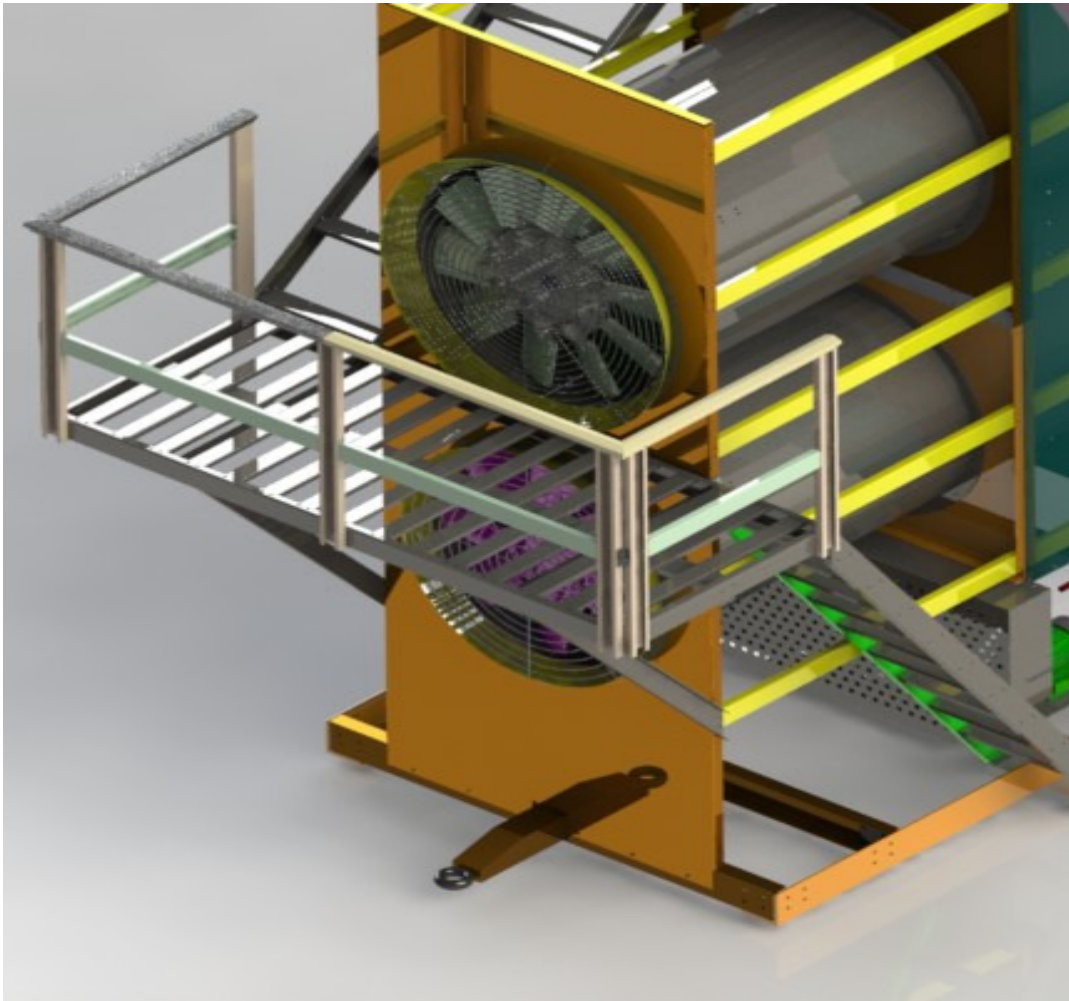


Şekil 3.19. Ürün Karıştırıcı Sistem Diyagramı [12]

Karıştırıcı sistem ürünün kolonlardan yukarıdan aşağı inerken kurumaya etkisi Şekil-3.17’ de görülmektedir. Sol tarafta karıştırıcı sistem bulunurken sağ tarafta bulunmamaktadır. Karıştırıcıda ürün homojen olarak ısınırken diğerinde içerideki ürün çok ısınmakta kolonun dışında kalan kısmı ise çok fazla ısınmamaktadır. Normal şartlarda bu sistem dikey tip mısır kurutma makinelerinde kullanılırken yatay tip olarak makinelere ilk defa bu sistem denenmiş ve başarılı olunmuştur.

3.2.1.3. Ön Bölüm

Ön bölüm makinenin en önemli kısmıdır. Bu kısım alt fan, üst fan ve yakıt sistemi gibi önemli ekipmanlardan oluşur. Fan seçimi ve yakıt seçimleri yapılırken gerekli olan tüm hesaplamalar yapılmış ve tasarım süreci bu doğrultuda şekillenmiştir.



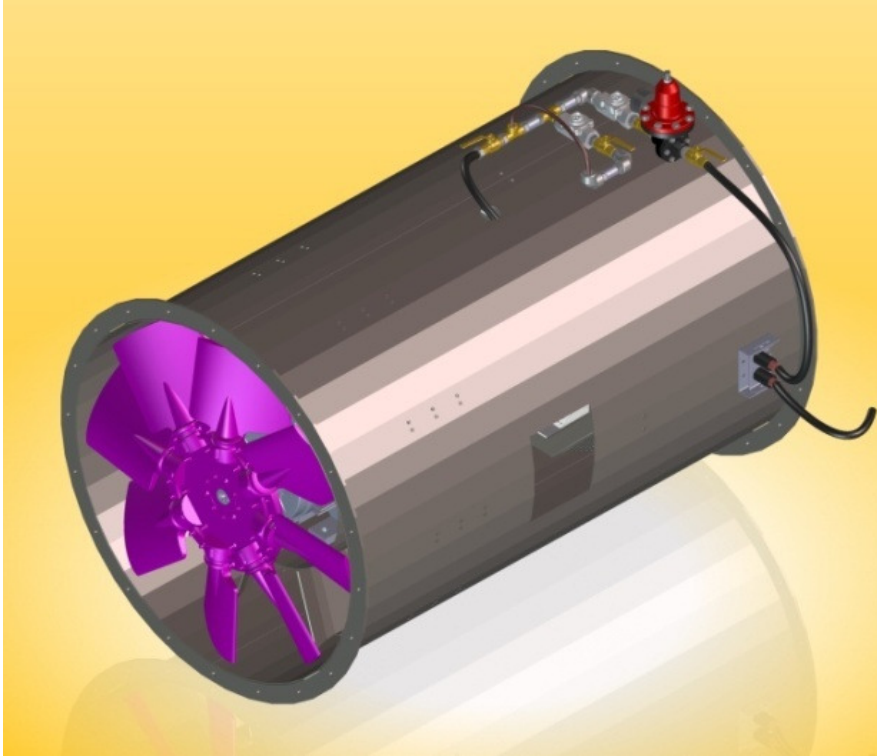
Şekil 3.20. Ön Bölüm

Fanlar

Fanlar makinenin içine istenilen havayı basmak için tasarlanmış ve hesapları makinenin hacmine göre yapılmıştır. Burada izlenen yol öncelikle iç oda hacmi ve gerekli olan havadır.



Şekil 3.21. Fan Kesiti



Şekil 3.22. Fanın Davlumbaza Yerleşimi



Şekil 3.23. Fanın Makine Üzerindeki Uygulanışı

Makinenin kurutma işlemini gerçekleştirebilmesi için ihtiyaç olan fanları satın alabilmek için tedarikçi firmanın bizden istemiş olduğu hesaplamaları ve verileri aşağıdaki yöntemler ile hesaplayıp tedarikçi firmaya gönderdiğimizde uygun fan seçimi firma tarafından yapılmıştır.

Isı odasının hacmi: 28 m^3

Ürün hacmi: 28 m^3

Tane mısırın yoğunluğu: 720 kg/m^3

14 bölümde mısır kütlesi= $28 \text{ m}^3 * 720 = 20\ 160 \text{ kg}$

Hesaplamalara öncelikle 100 ton üzerinden gidilmiştir.

Yaş mısır miktarı = 100 ton

Yaş mısırın nemi = % 35

Yaş mısırdaki su miktarı = $100 \text{ ton} \times 35/100 = 35 \text{ ton}$

Kuru mısırın nemi = % 13

Kuru mısır miktarı= $100 \cdot (100-35) / (100-13) = 74,7$ ton

Kuru mısırdaki su miktarı = $74,71264 \cdot 13 / 100 = 25,3$ ton

Havanın giriş sıcaklığı: 25 °C (Mersin için)

Havanın bağıl nemi = % 65 (Mersin için)

Karışım oranı $x = 0,0129$ (kg su/kg kuru hava) Ek-1 Tablodan

Inputs			Outputs		
Unit Chosen:	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> IP	Atmospheric Press	1.01323875979	bar
Parameter Name	Value	Unit	Sat. Vapor Press.	31.6920839823	mbar
Dry Bulb Temp.:	25	C	Partial Vapor Press.	20.5998545885	mbar
Wet Bulb Temp.:	<input type="radio"/> 20.1774240094	C	Humidity Ratio	0.01290812750	kg/kg
Relat. Humidity:	<input checked="" type="radio"/> 65	%	Enthalpy	58.0020511563	kJ/kg
Dew Point Temp	<input type="radio"/> 17.9907888465	C	Specific Volume	0.86121434440	m ³ /kg
Altitude	0	m			
Calculate					

Şekil 3.24. Nem Tablosu 1 [13]

Havanın çıkış sıcaklığı = 62 °C

Karışım oranı $x = 0,17$ (kg su / kg kuru hava) Ek-1 Tablodan

Inputs			Outputs		
Unit Chosen:	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> IP	Atmospheric Press	1.01323875979	bar
Parameter Name	Value	Unit	Sat. Vapor Press.	44.9592975743	mbar
Dry Bulb Temp.:	31	C	Partial Vapor Press.	27.8747644960	mbar
Wet Bulb Temp.:	<input type="radio"/> 24.9733994011	C	Humidity Ratio	0.01759563328	kg/kg
Relat. Humidity:	<input checked="" type="radio"/> 62	%	Enthalpy	76.1557887080	kJ/kg
Dew Point Temp	<input type="radio"/> 22.8737253170	C	Specific Volume	0.88497084301	m ³ /kg
Altitude	0	m			
Calculate					

Şekil 3.25. Nem Tablosu 2 [13]

Nem farkı =0,1571 (kg su / kg kuru hava)

Girişteki havanın miktarı = 25,3 / 0,1571= 160,96 ton hava

Girişteki havanın su miktarı = 0,0129X160,96= 2,1 ton buhar

Toplam su (havadan + mısırdan)= 25,28+2,07=27,36 ton

Toplam yaş hava = 160,96+2,07=163,04 ton

Üflenecek hava = 163,04/1,1839=137,7 m³ (havanın yoğunluğu =1,1839 ton/km³)

20 ton makine için = 20 ton*137,7142/100 = 25000 m³ hava gerekmektedir.

600 Pa civarı statik basınç kayıpları mevcuttur.

Hesaplamış olduğumuz bu değer sonucunda fan tedarik edeceğimiz firma ile yapmış olduğumuz bilgi alışverişinde fan seçimine karar verilmiştir. 600 Pa statik basınç kaybı ve 30000 m³ /s hava ile 1 metre çapında üst fan seçimi yaptık. 30000 m³ hava seçmemizin nedeni ise hesaplanan değerlerden biraz yukarı alarak olası verimsizliklerin önüne geçmektir. Çünkü fan uç açıklıklarının artması debinin düşmesine sebep olmaktadır.

Soğutma fanı seçebilmek için istenilen veriler;

- 1- Hava debisi: 30 000 m³/h
- 2- Statik basınç kaybı: 600 Pa civarı
- 3- Ortam sıcaklığı: 35 C
- 4- Fan çapı: 1 000-900 mm
- 5- Statik basınç kaybı ya da motor gücü: 15-11 kw/h

Bu parametreler doğrultusunda EK-2 ve EK-3' teki tablolar sayesinde fan seçimimiz gerçekleştirilmiştir. EK-4' teki tablo ile de fanın davlumbaz üzerindeki duruş şekli belirlenmiştir. Fanların seçimini yapılırken motor güçlerini de tedarikçi firma hesaplamış ve motor seçimleri Gamak Motorun teknik özellik tablosundan[14] yapılmıştır ve bu tablo EK-5' te verilmiştir.

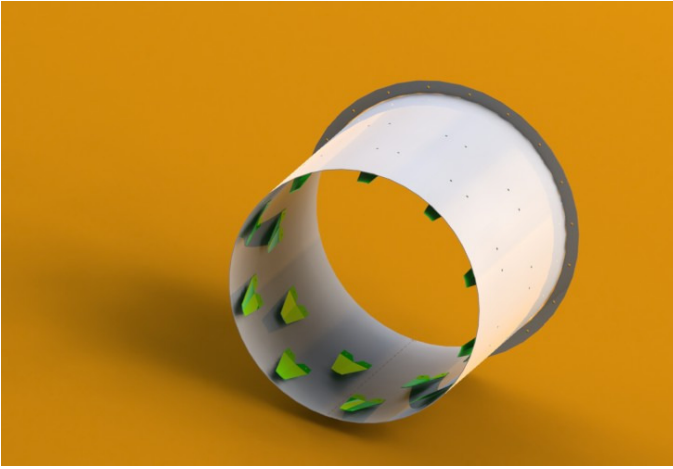
Motor özellikleri;

Üst fan: Dökme Demir (PİK) Gövde 15 KW GM2E 160 L4 1 500 rpm

Alt fan: Dökme Demir (PİK) Gövde 11 KW GM2E 160 M4 1 500 rpm

Yönlendirici Kanatçıklar;

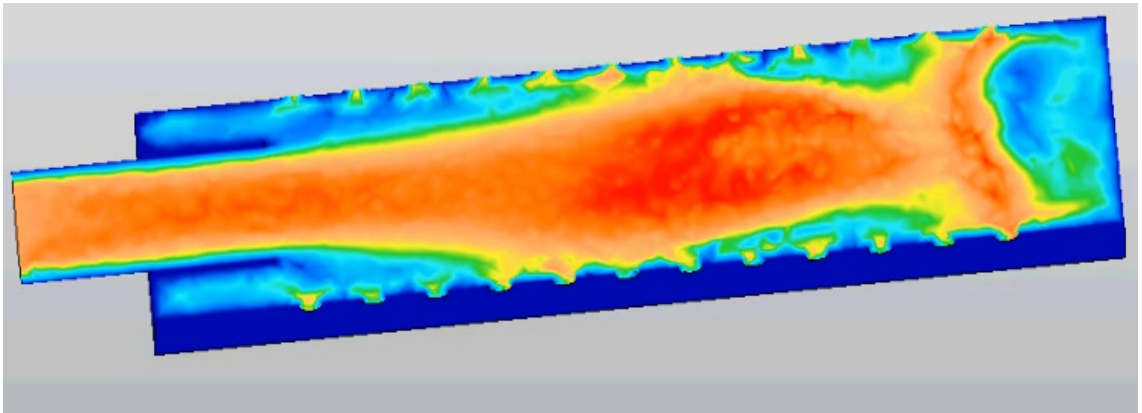
Isıtılan havanın ürünle doğrudan temasını önlemek ve homojen ısı dağılımı için tasarlanmıştır. Bu tasarımla üflenen havanın yanma odasına homojen bir şekilde dağılımı amaçlanmıştır.



Şekil 3.26. Yönlendirici Kanat

Yanma Odasında Isı Dağılımı;

Yanma odasındaki ısı dağılımı odadaki homojen dağılımın en uygun şekilde sağlanabilmesi için yapılmıştır ve bu analizde Ansys programından faydalanmıştır.



Şekil 3.27. Yanma Odasındaki Isı Dağılımı

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Mısır örneklerine ait nem içeriklerinin farklı kurutma yöntemleri sonucunda Sakarya Bölgesi için en avantajlı yöntem belirlenmiştir.

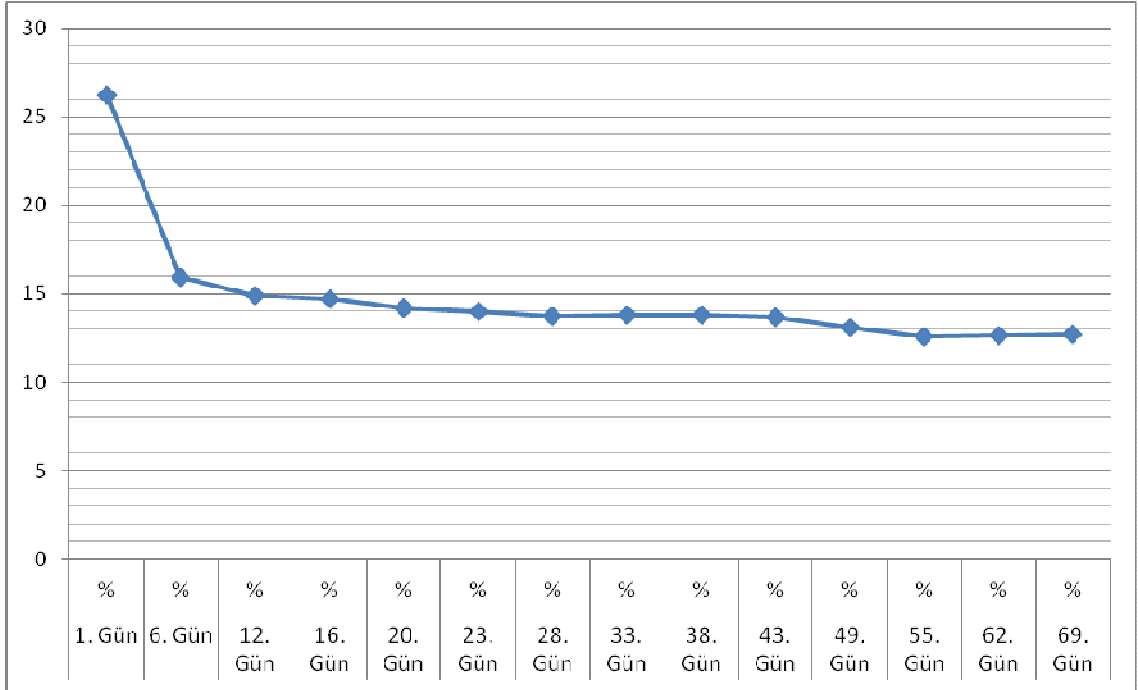
4.1. Güneşte Kurutulan Taneli Mısırın Kurumasına İlişkin Sonuçlar

Elle hasat ettiğimiz mısır örneklerinden 10 koçanı tanelenip, 1 cm kalınlığında, ince bir tabaka halinde, ebatları 55 x 40 cm olan tabla üzerine serilmiştir. Hasat günü ilk ölçümü yapıp tanede bulunan nem değeri belirlenmiştir. Daha sonra günlere göre yapılan kuruma eğrisi çıkarılmıştır. Güneşe serilen taneli mısırın nem oranları tablo ve grafik üzerinde incelenmiştir [8].

Çizelge 4.1. Güneşte Kurutulan Taneli Mısırdaki Nem Değeri

GÜN	% NEM
1. Gün	26,26
6. Gün	15,9
12. Gün	14,9
16. Gün	14,7
20. Gün	14,2
23. Gün	14
28. Gün	13,75
33. Gün	13,8
38. Gün	13,83
43. Gün	13,66
49. Gün	13,11
55. Gün	12,56
62. Gün	12,63
69. Gün	12,7

Sıcaklık değerleri Sakarya Meteoroloji İstasyonu'ndan sağlanmakta olup, güneş altında doğal yöntemle kurutmanın kuruma eğrisi şekil 4.1' de verilmiştir.



Şekil 4.1. Güneşte Kurutulan Taneli Mısırın Nemin Zamanla Değişimi

Hasat günündeki nem oranından 6. gündeki nem oranına kadar olan kısımda tanede bulunan nem değerinde bir azalma görülmüştür. Grafikte 12. günden itibaren 33. güne kadar olan kısımda tanede bulunan nem değerinin sabit kaldığı bunun nedenin de hava şartlarının serinlemesi yani hava sıcaklığının giderek düşmesidir. Hava şartlarının gittikçe serinlemesi tanedeki nem miktarını sürekli olarak arttıracaktır. 33. günden itibaren tanedeki nem azalmaya başlayıp denge nemine ulaştığı anlaşılmıştır (Kurutulmakta olan madde ile kurutucu ortam arasındaki nem alış verisi sona erdiğinde maddede kalan, uzaklaştırılamayan neme dinamik denge nemi adı verilmektedir).

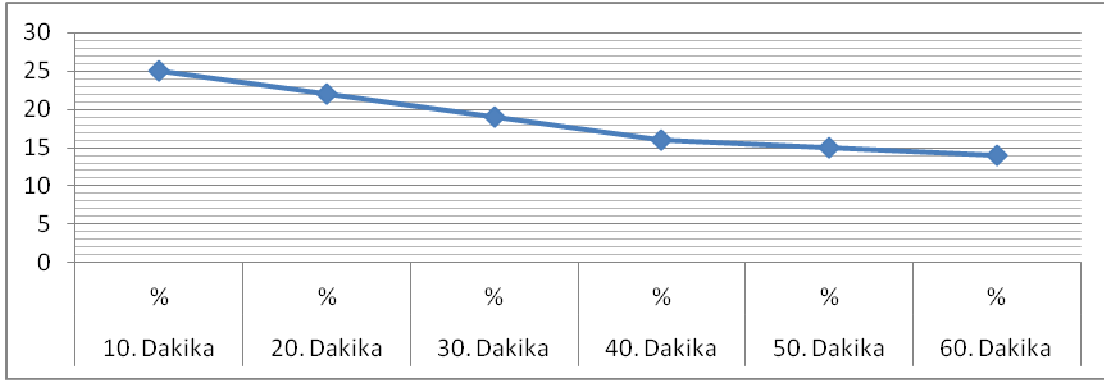
Sonuç olarak; taneli mısırdaki nem değeri 55. günden itibaren sabitlendiği, Sakarya Bölgesi için istenilen nem değerine kadar düştüğü anlaşılmıştır [8].

4.2. Makinede Kurutulan Taneli Mısırın Kurumasına İlişkin Sonuçlar

Makinede kurutulan taneli mısırın giriş nem değeri % 25, çıkış nem değerinin % 14 olarak belirlenmiştir. Kurutma makinesi 12 dakikadan sonra kurutmaya geçmektedir. Taneli mısır için harcanan süre 60 dakikadır.

Çizelge 4.2. Mısır Kurutma Makinesi ile Taneli Olarak Kurutulan Mısırın Neminin Zamana Göre Değişimi

DAKİKA	%NEM
10. Dakika	25
20. Dakika	22
30. Dakika	19
40. Dakika	16
50. Dakika	15
60. Dakika	14



Şekil 4.2. Mısır Kurutma Makinesi ile Taneli Olarak Kurutulan Mısır Neminin Zamana Göre Değişimi

Mısırın makinede kurutulması ile açık havada güneşte kurutulması arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Her sedyen önce; yere serilerek güneş tesirine bırakılmak suretiyle kurutulan mısırın dış pazar değerini, toz- toprak kalıntıları gibi istenmeyen yabancı maddelerin düşürmesi, yağmur-rüzgar gibi hava koşullarının ürünü olumsuz yönde etkilemesi önlenmektedir. Ayrıca, yapılan hesaplamalar sonucunda, kurutucuda kurutma ile açık havada kurutmaya göre zaman, yer ve işgücünde önemli kazançlar belirlenmiştir [8]. Mısırın genel olarak makinede kurutulmasının doğal kurutma yöntemlerine göre zamandan tasarruf sağlayarak bir avantaj sağlamasının yanında en büyük dezavantajının çiftçiye verdiği maddi zorluktur. Fakat bu zorlukta makinenin kendisini 1 sezonda amorti etmesi ile aşılmaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında sanal ortamda bir tahıl kurutma makinesine ait bütün çizimler, analizler ve hesaplamalar yapılmış daha sonra Mersin Üniversitesi Teknoparkta faaliyet gösteren TEKGER MÜHENDİSLİK MAKİNE İMALAT SAN. TİC. LTD. ŞTİ.' nde imalatı gerçekleştirilmiştir.

Projede elde edilen ürün kurutma mekanizmasının matematik modeli oluşturularak sanal mühendislik yaklaşımları ile bilgisayar ortamında makinenin tasarımı ve iyileştirilmesi gerçekleştirildiğinden ürün tamamen bize ait özgün ürün olmuştur. Bu sayede kurutma karakteristiği en iyi olacak biçimde kurutma parametreleri optimize edilerek ürün tasarımına hızlıca yansıtılabilecektir. Dolayısıyla emsallerine göre makinenin maliyetinde önemli düşüslere neden olacaktır. Geliştirilen mısır kurutma makinesinde mevcut sistemlere göre avantajlar bulunmaktadır. Bu özellikleri şu şekilde sıralayabiliriz.

1- Ürün kurutma esnasında kurutma odasının çeşitli noktalarından anlık nem ölçme cihazları ile ölçümleri yapılarak duruma göre kontrol sistemleri geri beslenmiştir. Optimal ayar değerleri bu duruma göre kontrol sistemleri tarafından düzeltilmiş ve bu yolla gereksiz enerji sarfiyatlarının ve kurutma kalitesinin bozulması engellenmiştir.

2- Mevcut makinelerde, uygulanmak istenen giriş neminin, çıkış neme göre geri beslemesiz çalışmaktadır. Bu proje kapsamında geliştirilen sistem geri beslemeli olarak dizayn edilmiş ve kurutma parametrelerini ürünün makineye giriş koşullarını (sıcaklık, nem vs.) dikkate alarak ayarlanmıştır.

3- Makineyle ilgili matematik model ve bu modele göre yapılan tasarım sonuçları neticesinde oluşan kurumsal hafıza sayesinde makine değişen koşullara göre (yakıt türü, sistemi, kapasitesi vs.) tasarım süreci yeniden tekrar edilerek makine üzerinde gerekli modifikasyonlar hızlıca yapılabilecek duruma getirilmiştir.

4- Çıkan havadaki atık ısı değerlendirilmiş ve sisteme geri besleme yapılarak kurutma sürecinde yeniden kullanılması sağlanmıştır. Bunun için rakip yabancı şirketlerde ayrı ayrı olan kurutma ve soğutma süreçleri yeni kurutma makinesinde aynı proseste birleştirilmiştir. Soğutma sürecinden yanma havasının ön ısıtılması için

yaralanılmıştır. Bu yenilik ve gelişmeyle prosesin yakıt sarfiyatının yaklaşık 1/3 e düşmesi sağlanmıştır. Kurutma prosesinin işletme maliyetleri aşağıya çekilmiştir. Diğer taraftan da ürün kalitesi yükselmiştir. Çiftçiler için teknolojik kurutma cazip hale gelmiştir.

5- Mevcut sistemlerde dolaştırılan sıcak hava doğrudan kurutma odası içerisinde hareket ettiğinden çıkışa doğru hava sıcaklığı düşmekte ve kuruma homojen olmamaktadır. Yeni uygulanacak projelerde sistemdeki hava yönlendirici kanatçıklar ve yapılan bilgisayar simülasyonları desteği ile kurutma odasının geometrisi uygun hale getirilerek homojen bir kurutma sağlanması öngörülmektedir.

6- Makinenin taşınabilir olması ve kullanım kolaylığı emsallerine göre avantajlar arasındadır.

7- Mısır kuruma bölümündeki 35 cm ‘ lik kolonlardan aşağı inerken düz indiğinden dolayı homojen kurutma sağlanamamaktadır. Homojen kurumayı sağlayabilmek için kolon arasında yönlendirici kanatçıklar ve karıştırıcılar konularak içerideki ürünün karışmasına ve daha etkili bir kuruma yapılması sağlanmıştır. Diğer mevcut sistemlerde bu yöntem kullanılmamaktadır. Yatay tip kurutma makinelerinde bu karıştırıcıların kullanılması önerilmektedir.

8- Mısır kurutma makinesinin kontrol ünitesi kablosuz iletişimle sağlanarak bir kumanda odası oluşturulması planlanmıştır. Bu yolla kurutma süreci bir merkezden izlenerek kurutma sürecine anında ve hızlı bir şekilde müdahale edilerek olası olumsuzluklar giderilecektir. Bu sistemin oluşturulmasında uzaktan kontrolü telsiz bağlantı ile sağlanması daha hızlı bir şekilde müdahale olanağı sağlayacaktır.

Tez çalışması ve prototip hazırlanmasında aşağıdaki deneyimler elde edilmiştir;

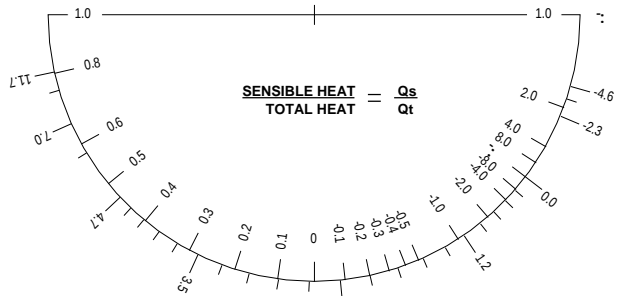
- Mısırın ve çeltiğin yoğunlukları ve akışkanlıkları farklı olduğundan aynı makine kurutulmamaktadır,
- Prototipi yapılan makinelerde pervane duruş açıları değiştirilebilir. Bu değiştirilebilir pervane açısı hava debisi ve basıncını ayarlamayı sağlamıştır.
- Mısır ve çeltik kurutma makineleri yaklaşık olarak 120 000 TL’ ye ithal edilmekte biz ise aynı işi yapabilecek makineyi daha kaliteli bir şekilde 80 000 TL’ ye piyasaya sunulacak şekilde dizayn etmiş bulunmaktayız.

- Makineden çıkan sıcak hava atılmamakta, sisteme geri kazandırılarak enerji tasarrufu sağlanmaktadır.
- Tüm makinelerin tasarımında en önemli belirleyici kriterlerimiz ürünleri iyi tanımamızdır.

KAYNAKLAR

- [1] Şahin, S. , “Türkiye’ de Mısır Ekim Alanlarının Dağılışı ve Mısır Üretimi”, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi 21(1): 73-90, (2001).
- [2] Ogur, A. and ÖZTEKİN, S., “Mısır Kurutma Makinesi Tasarım ve Prototip İmalatı”, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Konya Şubesi V. Makine Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi, Konya, (2009).
- [3] Korkmaz, C., “Mısırın Kuruma Davranışının Deneysel Olarak Belirlenmesi ve Değişik Modellerle Simülasyonu”, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, (2000).
- [4] Kırtok, Y., “Mısır Üretimi ve Kullanımı”, Kocaoluk Yayıncılık Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., İstanbul, (1998)
- [5] Kırtok, Y., “Mısırın Ekonomik Durumu”, Cine-Tarım Dergisi, Sayı 45, (2003)
- [6] Anonim, “Tarımsal Yapı Üretim, Fiyat, Değer”, TC Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, (2002).
- [7] Özler, S., “Mısırdaki Farklı Ön İşlemlerin Kurutma Hızına Etkisi”, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, (2005).
- [8] Baş, B., “Mısırın Çeşitli Kurutma Yöntemleriyle Kurutulması Üzerinde Bir Araştırma”, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, (2010).
- [9] Kunze, E. R.W. Schmitt & Toole J.M., “The energy balance in a warm-core ring’s near-inertial critical layer”, J.Phys.Oceanogr., 25: 942-957, (1995).
- [10] Steffe, J. F., and Singh, R. P., “Liquid diffusivity of rough rice components”, Trans. ASAE 23: 767-774, (1980).
- [11] Mutlu, H., “Çeşitli Kriterler Altında Kol-Sarkaç Mekanizmasının Tasarımı”, 11. Ulusal Makine Teorisi Sempozyumu Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 6: 359, (2003)

- [12] Grain Systems Inc., “X-Stream Portable Dryers”,
http://www.grainsystems.com/farm/conditioning/xstream_dryers.php,
(05.04.2012).
- [13] Sugar Engineers, “Psychrometric Calculations”
<http://www.sugartech.co.za/psychro/index.php>, (05.04.2012).
- [14] Gamak A.Ş., “3 Fazlı Tam Kapalı (IP 55) Standart Asenkron Motorlar”,
http://www.gamak.com/images/urun-pdf/standart_motorlar.pdf, (05.04.2012).



PSYCHROMETRIC CHART

Normal Temperature
SI Units

SEA LEVEL

BAROMETRIC PRESSURE: 101.325 kPa

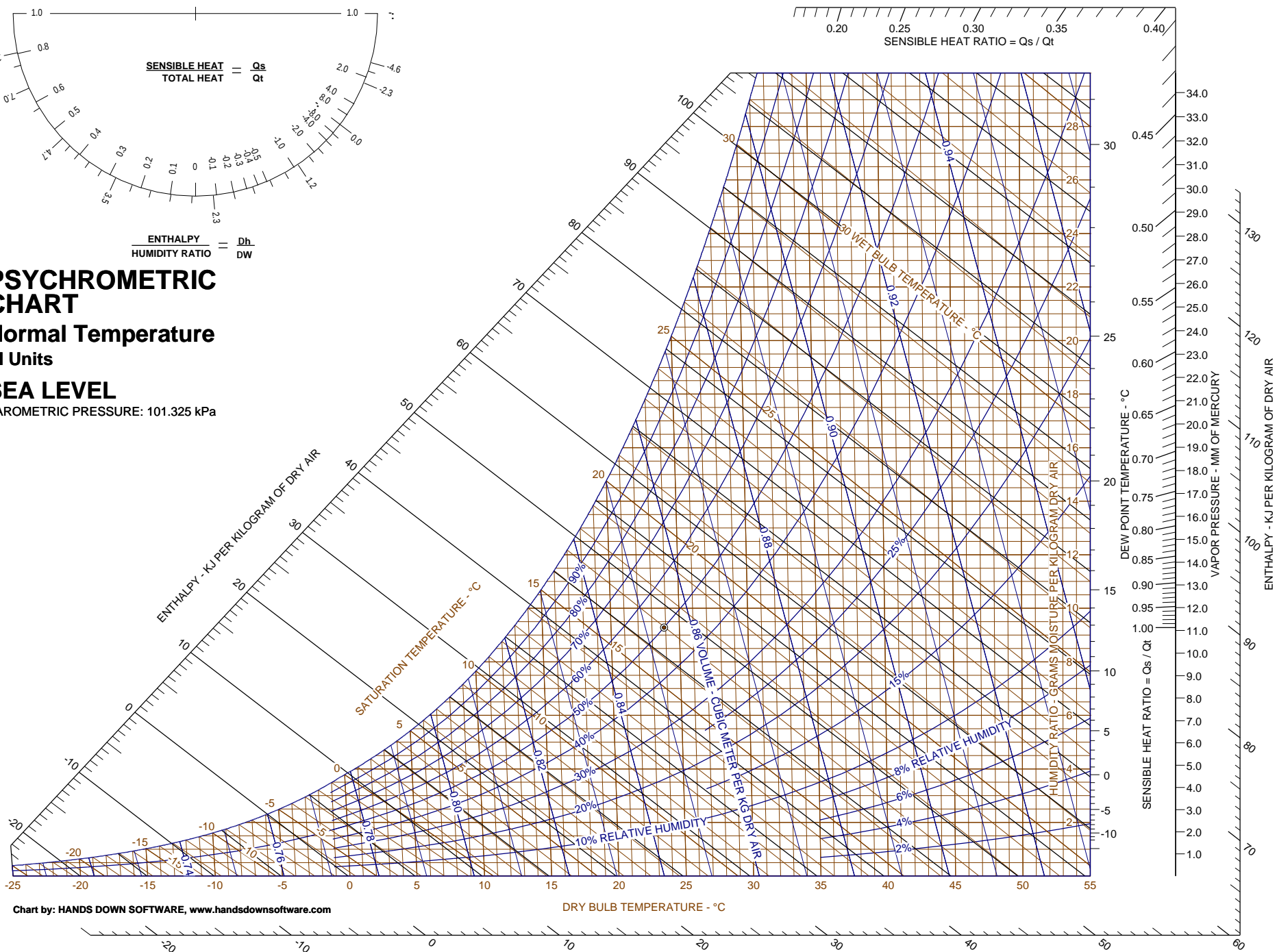


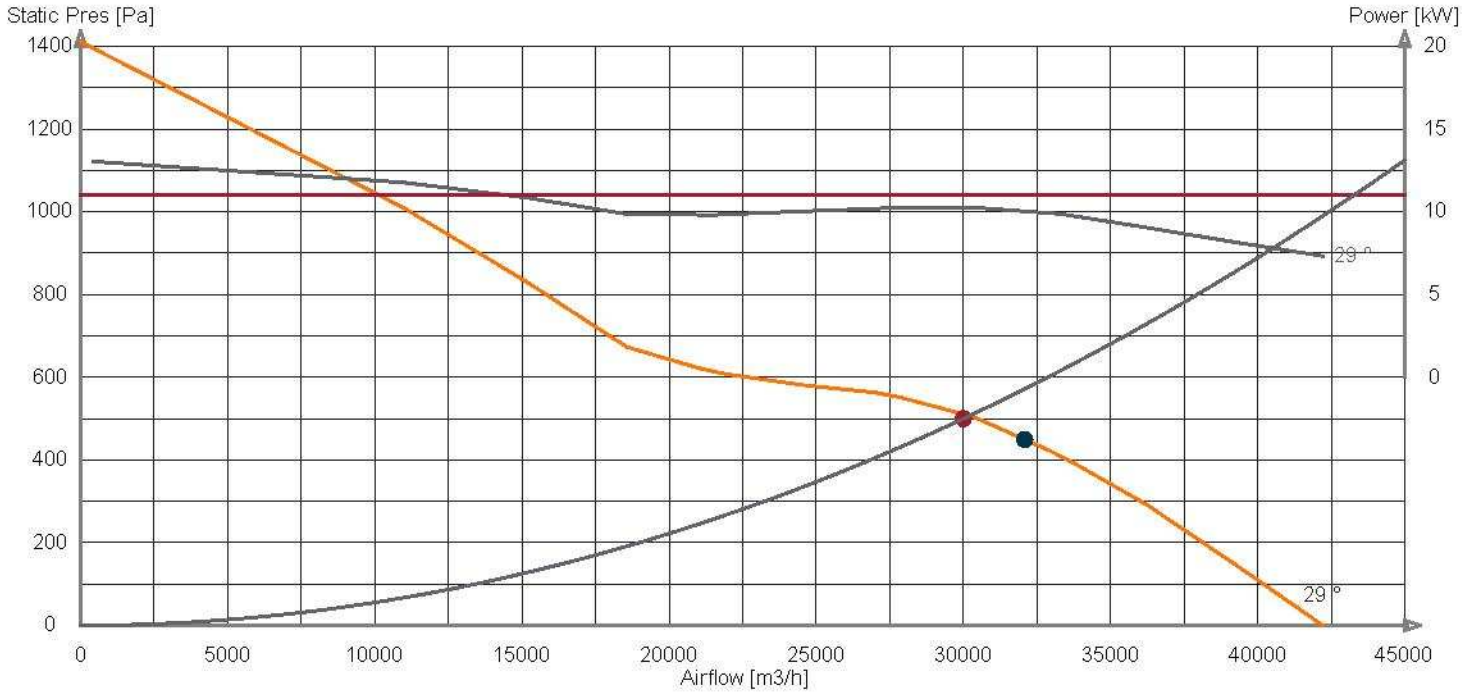
Chart by: HANDS DOWN SOFTWARE, www.handsdownsoftware.com

900/8-8/29°/PAG/9W/TP 10 mm

DATE: 15.08.2011

COMPANY: MERSİN ÜNİVERSİTESİ
ATTN: EMRAH BEY

FROM: FRIGO SOĞUTMA SAN. VE TIC. A.Ş.
ALI KEMAL KULAKSIZ



IMPELLER INFORMATION:

Impeller Diameter: 900 mm
No of blades: 8
Pitch: 29 °
Blade Material: PAG
Blade Type: 9W
Impeller Rotation: L

Tests are carried out according to methods described in ANSI / AMCA 210-99 (ISO 5801, DIN 24163)
Sound data is calculated and should be used as guideline only
Version: 7.0.1.85 27.07.2011 10:23:14

APPLICATION:

Speed: 1455 RPM
Tip Clearance: 10 mm
Temperature: 35 °C
Altitude: 0 m
Density: 1,145 kg/m³

REMARKS:

-
-
-
-

FRIGO SOĞUTMA SAN. VE TIC. A.Ş. MUMHANE CAD. NO:39-A
TÜRKİYE KARAKÖY
34425 İSTANBUL

+90 212 2931130 Telephone
+90 212 2933772 Fax

akulaksiz@frigo.info
<http://www.multi-wing.com>

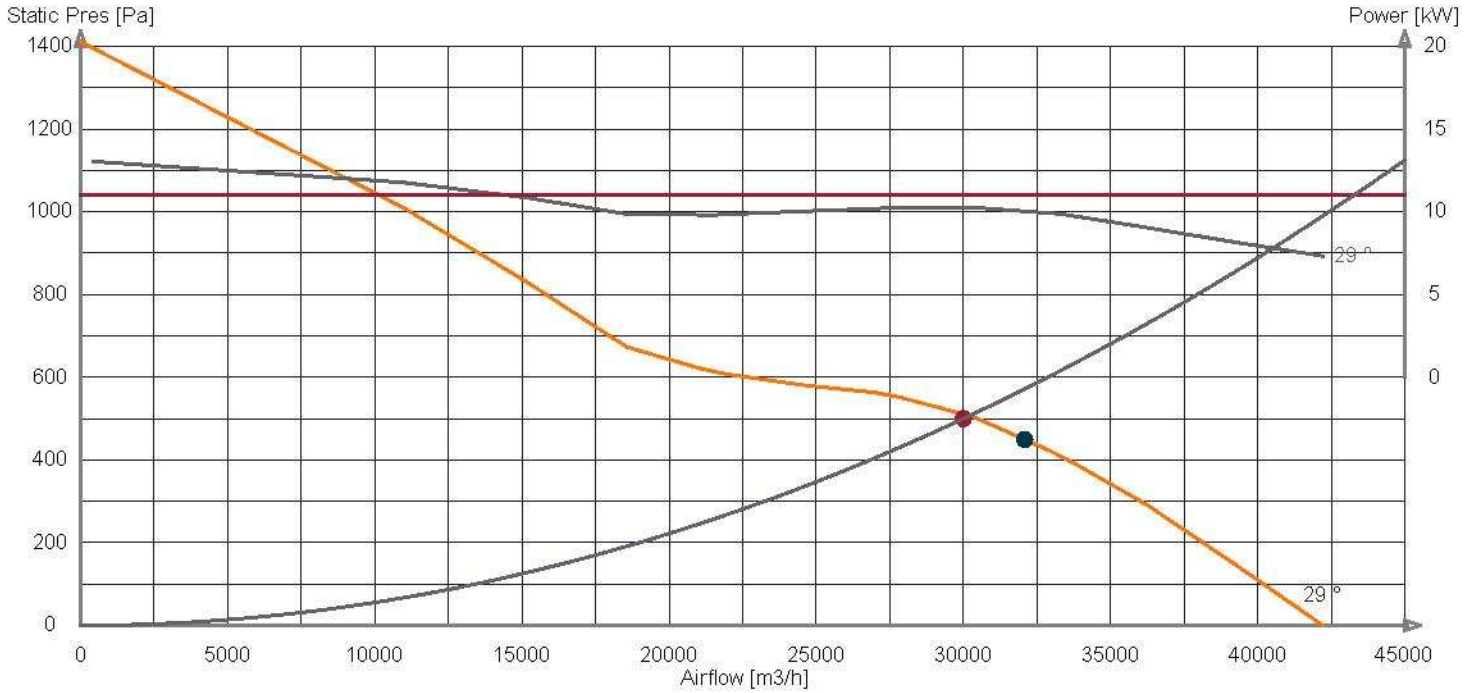
All technical data is given in accordance with Terms of sale and delivery for Frigo Soğutma Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
We reserve the right to unnotified changes

900/8-8/29°/PAG/9WL/Tp 10 mm

DATE: 15.08.2011

COMPANY: MERSİN ÜNİVERSİTESİ
ATTN: EMRAH BEY

FROM: FRIGO SOĞUTMA SAN. VE TIC. A.Ş.
ALI KEMAL KULAKSIZ



IMPELLER INFORMATION:

Impeller Diameter: 900 mm
No of blades: 8
Pitch: 29 °
Blade Material: PAG
Blade Type: 9W
Impeller Rotation: L

Tests are carried out according to methods described in ANSI / AMCA 210-99 (ISO 5801, DIN 24163)
Sound data is calculated and should be used as guideline only
Version: 7.0.1.85 27.07.2011 10:23:14

APPLICATION:

Speed: 1455 RPM
Tip Clearance: 10 mm
Temperature: 35 °C
Altitude: 0 m
Density: 1,145 kg/m³

REMARKS:

-
-
-
-

FRIGO SOĞUTMA SAN. VE TIC. A.Ş. MUMHANE CAD. NO:39-A
TÜRKİYE KARAKÖY
34425 İSTANBUL

+90 212 2931130 Telephone
+90 212 2933772 Fax

akulaksiz@frigo.info
<http://www.multi-wing.com>

All technical data is given in accordance with Terms of sale and delivery for Frigo Soğutma Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
We reserve the right to unnotified changes

900/8-8/29°/PAG/9WL/Tp 10 mm

DATE: 15.08.2011

COMPANY: MERSİN ÜNİVERSİTESİ
ATTN: EMRAH BEY

FROM: FRIGO SOĞUTMA SAN. VE TIC. A.Ş.
ALI KEMAL KULAKSIZ

Current Working Point

Airflow	32100 m ³ /h	Total Pres	562 Pa	Propagation	Spherical
Static Pres	450 Pa	Power	10 kW	Sound Power	102,5 LW dB
Dynamic Pressure	113 Pa	Efficiency	50 %		

OPERATIONAL DATA:

Tip Speed:	69 m/s
Temperature	35 °C
Air Velocity:	14 m/s
Torque:	65,8 Nm
Axial Force:	358 N

OPERATIONAL IMPELLER LIMITS:

Tip Speed:	106 m/s (2249 RPM)
Temperature	-40°C - 120 °C
Diameter range:	900 - 1891 mm
Blade, load factor:	42,1 %
Hub, load factor:	25,1 %
Power, load factor:	N.A. %

Static impeller data:

Moment of Inertia:	0,976 kgm ²
Blade Centrifugal force:	7530 N
Solidity factor:	0,65
Mass with std. boss:	17,5 kg

IMPELLER INFORMATION:

Impeller Diameter:	900 mm
No of blades:	8
Pitch:	29 °
Blade Material:	PAG
Blade Type:	9W
Impeller Rotation:	L

Tests are carried out according to methods described in ANSI / AMCA 210-99 (ISO 5801, DIN 24163)

Sound data is calculated and should be used as guideline only

Version: 7.0.1.85 27.07.2011 10:23:14

APPLICATION:

Speed:	1455 RPM
Tip Clearance:	10 mm
Temperature	35 °C
Altitude:	0 m
Density:	1,145 kg/m ³

REMARKS:

-
-
-
-
-

900/8-8/29°/PAG/9WL/Tp 10 mm

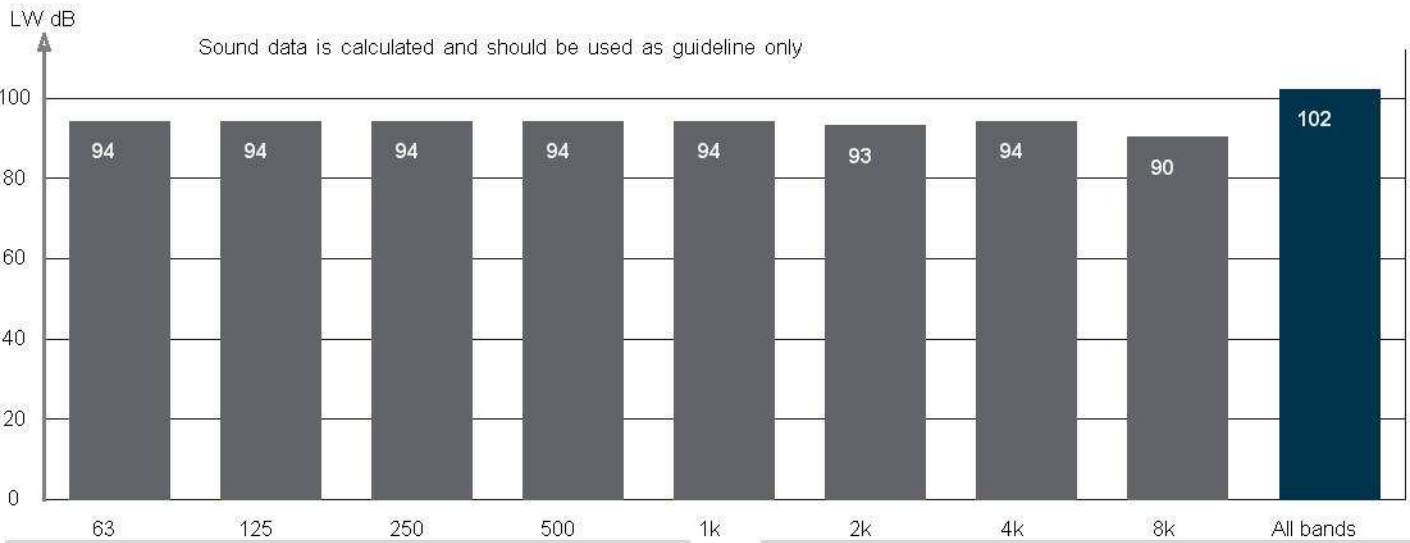
DATE: 15.08.2011

COMPANY: MERSİN ÜNİVERSİTESİ
ATTN: EMRAH BEY

FROM: FRIGO SOĞUTMA SAN. VE TIC. A.Ş.
ALI KEMAL KULAKSIZ

Current Working Point

Airflow	32100 m ³ /h	Total Pres	562 Pa	Propagation	Spherical
Static Pres	450 Pa	Power	10 kW	Sound Power	102,5 LW dB
Dynamic Pressure	113 Pa	Efficiency	50 %		



IMPELLER INFORMATION:

Impeller Diameter:	900 mm
No of blades:	8
Pitch:	29 °
Blade Material:	PAG
Blade Type:	9W
Impeller Rotation:	L

Tests are carried out according to methods described in ANSI / AMCA 210-99 (ISO 5801, DIN 24163)

Sound data is calculated and should be used as guideline only

Version: 7.0.1.85 27.07.2011 10:23:14

APPLICATION:

Speed:	1455 RPM
Tip Clearance:	10 mm
Temperature:	35 °C
Altitude:	0 m
Density:	1,145 kg/m ³

REMARKS:

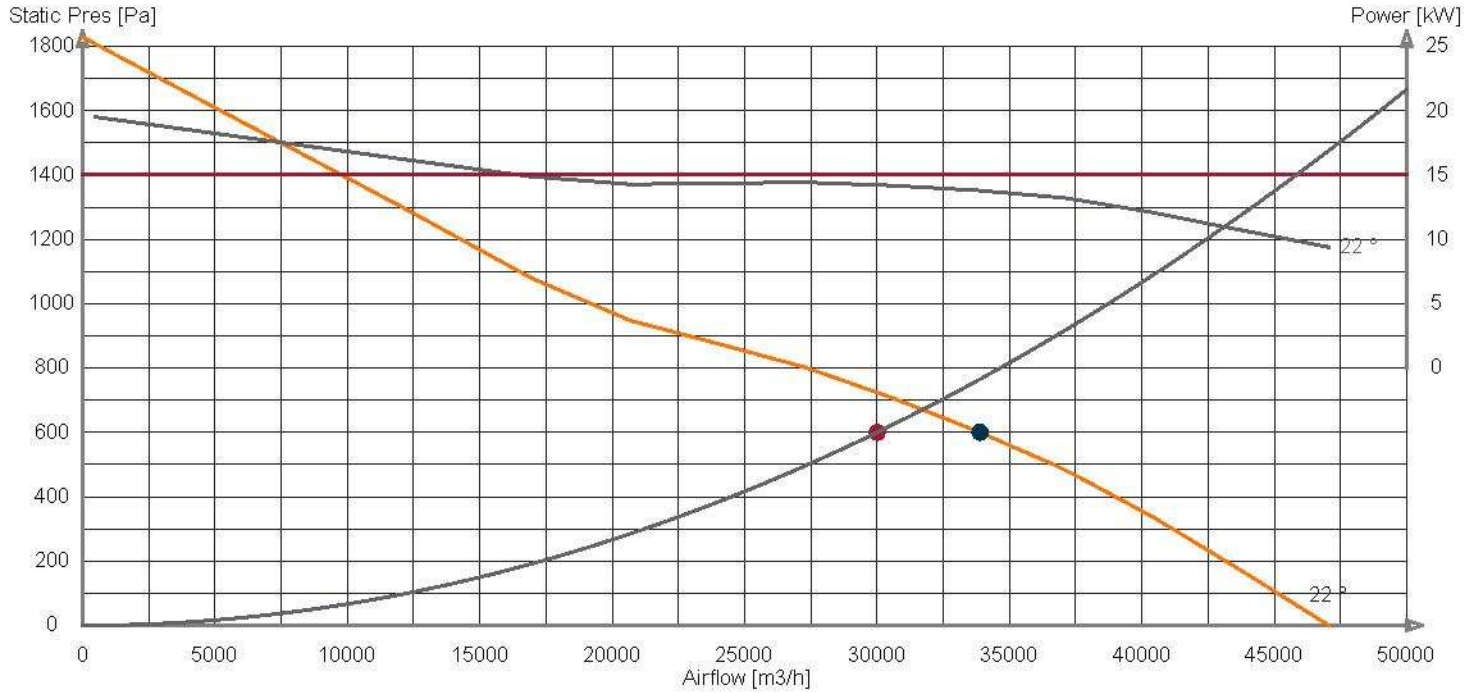
-
-
-
-

1000/10-10/22°/PAG/6W/Tp 10 mm

DATE: 15.08.2011

COMPANY: MERSİN ÜNİVERSİTESİ
ATTN: EMRAH BEY

FROM: FRIGO SOĞUTMA SAN. VE TIC. A.Ş.
ALI KEMAL KULAKSIZ



IMPELLER INFORMATION:

Impeller Diameter: 1000 mm
No of blades: 10
Pitch: 22 °
Blade Material: PAG
Blade Type: 6W
Impeller Rotation: L

Tests are carried out according to methods described in ANSI / AMCA 210-99 (ISO 5801, DIN 24163)

Sound data is calculated and should be used as guideline only

Version: 7.0.1.85 27.07.2011 10:23:14

APPLICATION:

Speed: 1460 RPM
Tip Clearance: 10 mm
Temperature: 35 °C
Altitude: 0 m
Density: 1,145 kg/m³

REMARKS:

-
-
-
-

FRIGO SOĞUTMA SAN. VE TIC. A.Ş. MUMHANE CAD. NO:39-A
TÜRKİYE KARAKÖY
34425 İSTANBUL

+90 212 2931130 Telephone
+90 212 2933772 Fax

akulaksiz@frigo.info
<http://www.multi-wing.com>

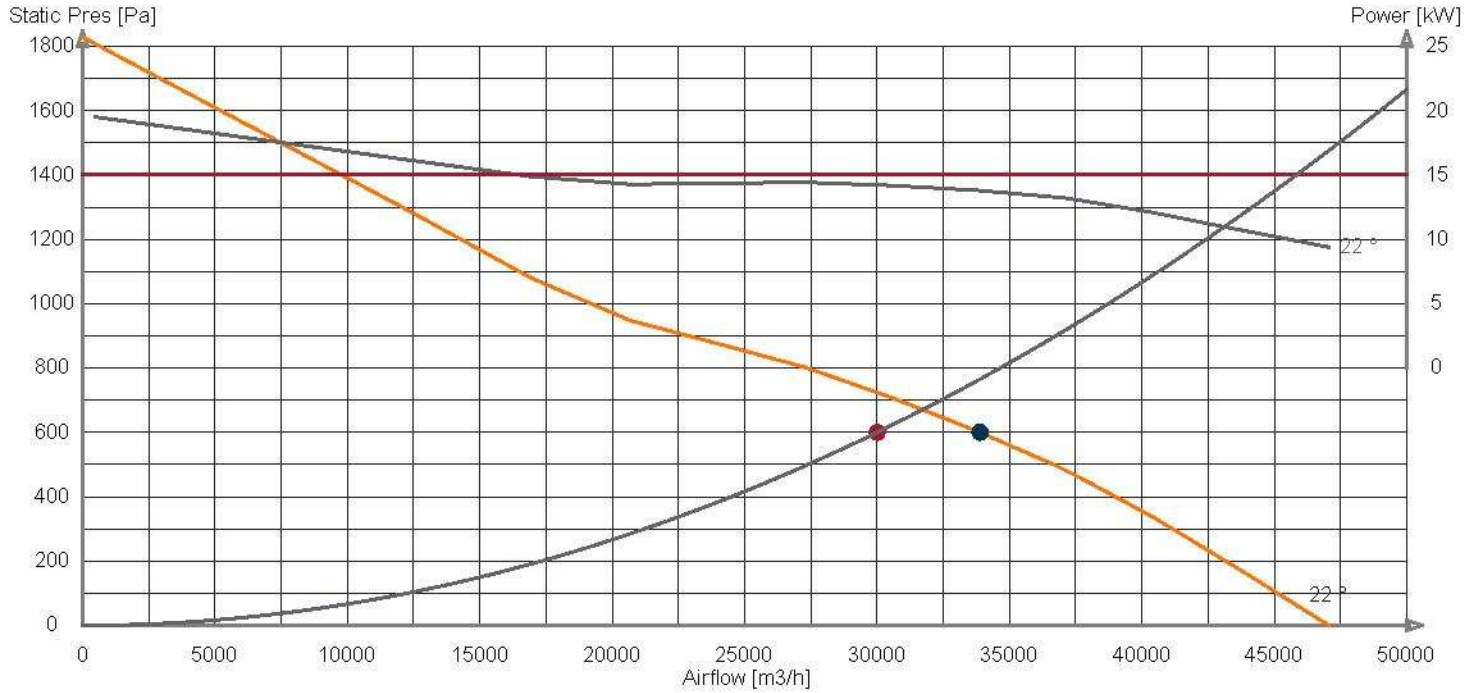
All technical data is given in accordance with Terms of sale and delivery for Frigo Soğutma Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
We reserve the right to unnotified changes

1000/10-10/22°/PAG/6WL/Tp 10 mm

DATE: 15.08.2011

COMPANY: MERSİN ÜNİVERSİTESİ
ATTN: EMRAH BEY

FROM: FRIGO SOĞUTMA SAN. VE TIC. A.Ş.
ALI KEMAL KULAKSIZ



IMPELLER INFORMATION:

Impeller Diameter: 1000 mm
No of blades: 10
Pitch: 22 °
Blade Material: PAG
Blade Type: 6W
Impeller Rotation: L

Tests are carried out according to methods described in ANSI / AMCA 210-99 (ISO 5801, DIN 24163)

Sound data is calculated and should be used as guideline only

Version: 7.0.1.85 27.07.2011 10:23:14

APPLICATION:

Speed: 1460 RPM
Tip Clearance: 10 mm
Temperature: 35 °C
Altitude: 0 m
Density: 1,145 kg/m³

REMARKS:

-
-
-
-

FRIGO SOĞUTMA SAN. VE TIC. A.Ş. MUMHANE CAD. NO:39-A
TÜRKİYE KARAKÖY
34425 İSTANBUL

+90 212 2931130 Telephone
+90 212 2933772 Fax

akulaksiz@frigo.info
<http://www.multi-wing.com>

All technical data is given in accordance with Terms of sale and delivery for Frigo Soğutma Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
We reserve the right to unnotified changes

1000/10-10/22°/PAG/6WL/Tp 10 mm

DATE: 15.08.2011

COMPANY: MERSİN ÜNİVERSİTESİ
ATTN: EMRAH BEY

FROM: FRIGO SOĞUTMA SAN. VE TIC. A.Ş.
ALI KEMAL KULAKSIZ

Current Working Point

Airflow	33900 m ³ /h	Total Pres	682 Pa	Propagation	Spherical
Static Pres	600 Pa	Power	13,8 kW	Sound Power	108,4 LW dB
Dynamic Pressure	82,3 Pa	Efficiency	47 %		

OPERATIONAL DATA:

Tip Speed:	76 m/s
Temperature	35 °C
Air Velocity:	12 m/s
Torque:	90,2 Nm
Axial Force:	536 N

OPERATIONAL IMPELLER LIMITS:

Tip Speed:	105 m/s (2005 RPM)
Temperature	-40°C - 113 °C
Diameter range:	900 - 1428 mm
Blade, load factor:	52,8 %
Hub, load factor:	17 %
Power, load factor:	N.A. %

Static impeller data:

Moment of Inertia:	1,1 kgm ²
Blade Centrifugal force:	5090 N
Solidity factor:	0,61
Mass with std. boss:	18,7 kg

IMPELLER INFORMATION:

Impeller Diameter:	1000 mm
No of blades:	10
Pitch:	22 °
Blade Material:	PAG
Blade Type:	6W
Impeller Rotation:	L

Tests are carried out according to methods described in ANSI / AMCA 210-99 (ISO 5801, DIN 24163)

Sound data is calculated and should be used as guideline only

Version: 7.0.1.85 27.07.2011 10:23:14

APPLICATION:

Speed:	1460 RPM
Tip Clearance:	10 mm
Temperature	35 °C
Altitude:	0 m
Density:	1,145 kg/m ³

REMARKS:

-
-
-
-
-

1000/10-10/22°/PAG/6WL/Tp 10 mm

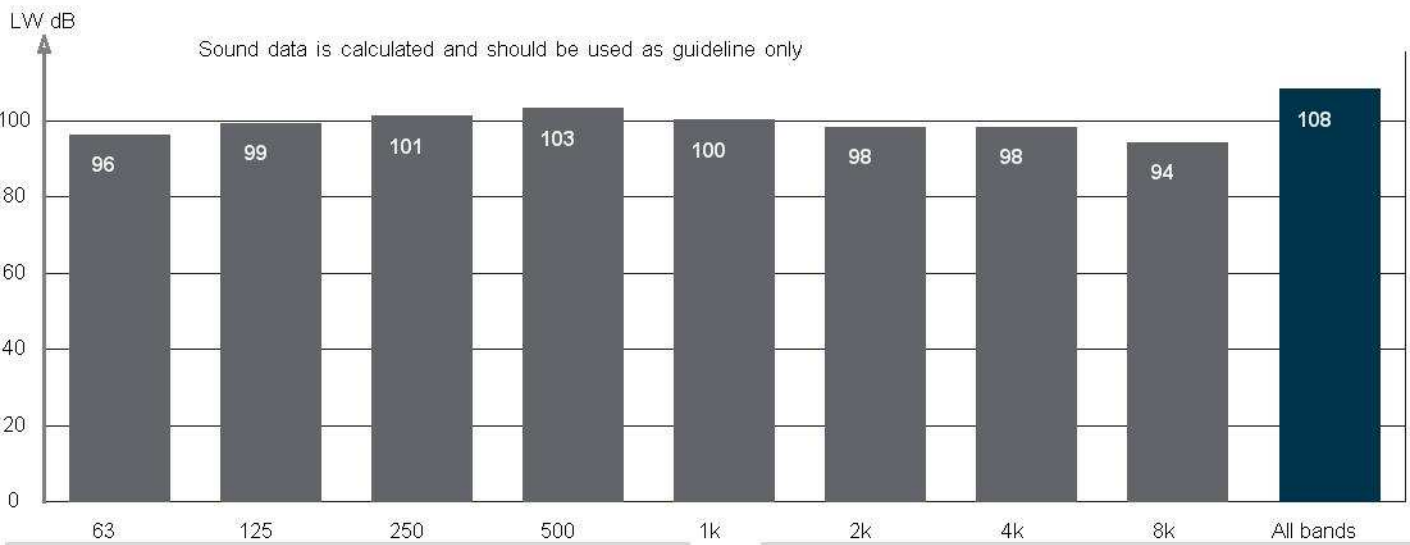
DATE: 15.08.2011

COMPANY: MERSİN ÜNİVERSİTESİ
ATTN: EMRAH BEY

FROM: FRIGO SOĞUTMA SAN. VE TIC. A.Ş.
ALI KEMAL KULAKSIZ

Current Working Point

Airflow	33900 m ³ /h	Total Pres	682 Pa	Propagation	Spherical
Static Pres	600 Pa	Power	13,8 kW	Sound Power	108,4 LW dB
Dynamic Pressure	82,3 Pa	Efficiency	47 %		



IMPELLER INFORMATION:

Impeller Diameter:	1000 mm
No of blades:	10
Pitch:	22 °
Blade Material:	PAG
Blade Type:	6W
Impeller Rotation:	L

Tests are carried out according to methods described in ANSI / AMCA 210-99 (ISO 5801, DIN 24163)

Sound data is calculated and should be used as guideline only

Version: 7.0.1.85 27.07.2011 10:23:14

APPLICATION:

Speed:	1460 RPM
Tip Clearance:	10 mm
Temperature:	35 °C
Altitude:	0 m
Density:	1,145 kg/m ³

REMARKS:

-
-
-
-

FRIGO SOĞUTMA SAN. VE TIC. A.Ş. MUMHANE CAD. NO:39-A
TÜRKİYE KARAKÖY
34425 İSTANBUL

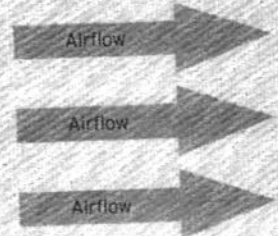
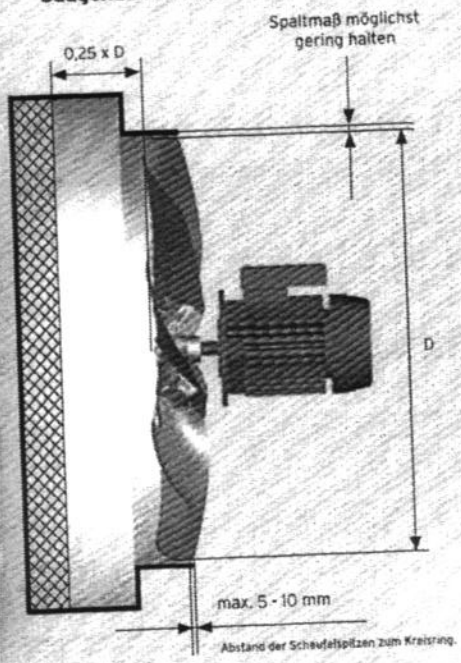
+90 212 2931130 Telephone
+90 212 2933772 Fax

akulaksiz@frigo.info
<http://www.multi-wing.com>

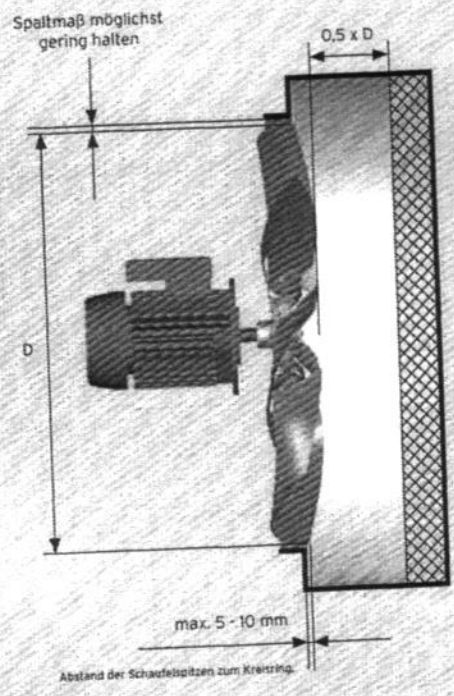
All technical data is given in accordance with Terms of sale and delivery for Frigo Soğutma Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
We reserve the right to unnotified changes

Einbausituation Sichellüfter; Kreisring

Saugende Kühlerbeaufschlagung

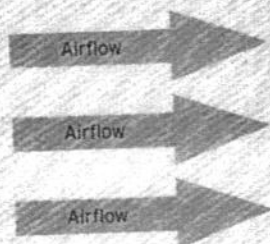
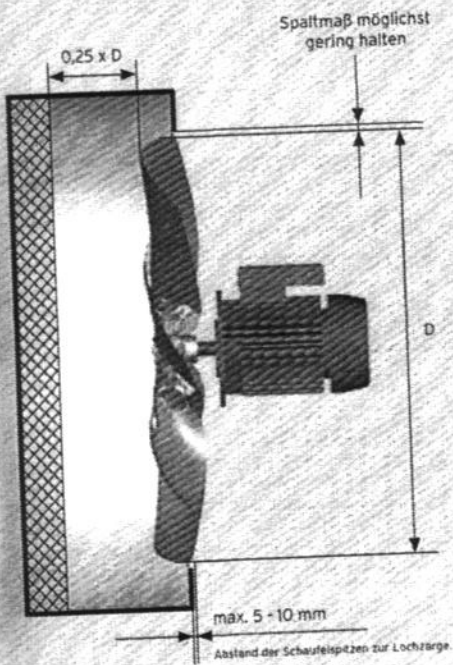


Drückende Kühlerbeaufschlagung

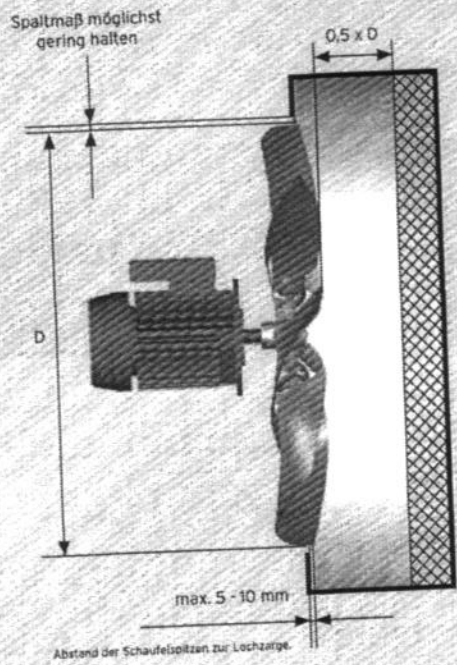


Einbausituation Sichellüfter; Kreisabschnitt

Saugende Kühlerbeaufschlagung

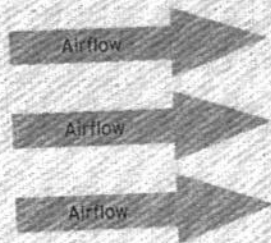
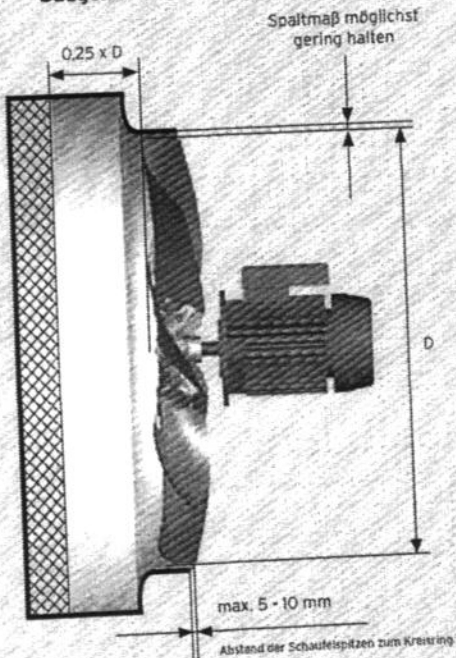


Drückende Kühlerbeaufschlagung

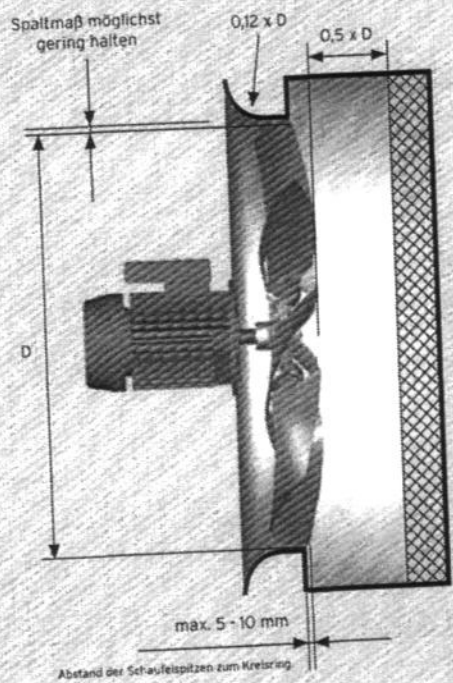


Einbausituation Sichellüfter; Einströmdüse

Saugende Kühlerbeaufschlagung

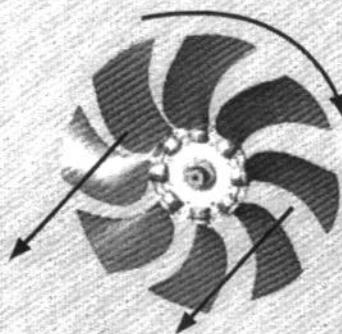


Drückende Kühlerbeaufschlagung

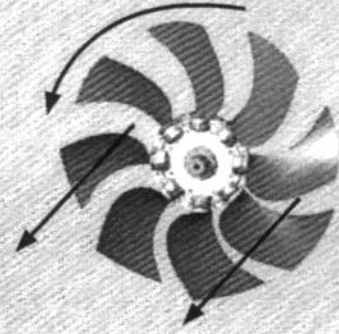


Drehrichtung

Zur Bestimmung der Drehrichtung muss Ihnen die Luft in das Gesicht strömen. Dreht das Laufrad dabei im Uhrzeigersinn (CW), ist die Drehrichtung **rechts** (=rechtsdrehend), dreht es gegen den Uhrzeigersinn (CCW), so ist sie **links** (= linksdrehend).



Rechtsdrehend



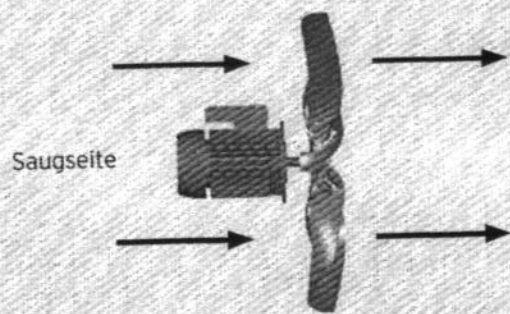
Linksdrehend

Bestimmung der Montageseite A oder B

Die Angabe von A oder B ist wichtig, damit bei der Montage des Laufrades die Flanschnabe (oder der Butzen bei Naben mit angegossenem Butzen) auf der Antriebsseite angeordnet werden kann.

Montageseite A (Antrieb auf Saugseite)

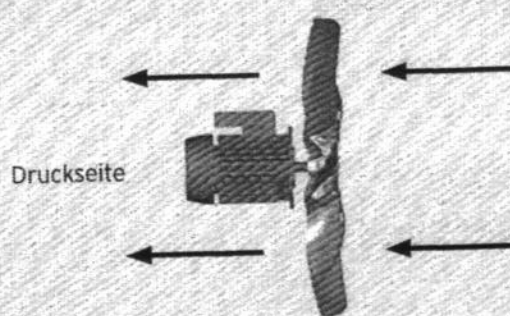
Strömt die Luft vom Antrieb zum Laufrad (befindet sich der Antrieb also auf der Saugseite des Laufrades), handelt es sich um die Montageseite A.



Saugseite

Montageseite B (Antrieb auf Druckseite)

Strömt die Luft vom Laufrad zum Antrieb (befindet sich der Antrieb auf der Druckseite), dann handelt es sich um die Montageseite B



Druckseite

Montageseite bei Verwendung von Spannbuchsen (Taper Bushings)

Montageseite AS



Flanschnabe saugseitig,
Spannbuchse druckseitig

Montageseite AR



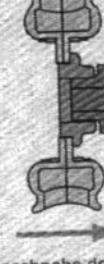
Flanschnabe saugseitig,
Spannbuchse saugseitig

Montageseite BS



Flanschnabe druckseitig,
Spannbuchse saugseitig

Montageseite BR



Flanschnabe druckseitig,
Spannbuchse druckseitig

ÖZGEÇMİŞ ve ESERLER LİSTESİ

Adı Soyadı: Mehmet YÜREKDELEN

Doğum Tarihi: 01.06.1984

Öğrenim Durumu: Yüksek Lisans

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lise	Makine	Tarsus Endüstri Meslek Lisesi	1998-2001
Lisans	Makine Öğretmenliği	Gazi Üniversitesi	2002-2006
Yüksek Lisans	Makine Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2007-2012

Varsa) Görevler:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl

ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)