

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AHP TEKNİĞİYLE TENKE KUTU KURUTMA FIRINI
SEÇİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak. Müh. Engin KESKİNOCAK

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : ENERJİ
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Hüseyin PEHLİVAN

Haziran 2012

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AHP TEKNİĞİYLE TENKE KUTU KURUTMA FİRİNİ SEÇİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak. Müh. Engin KESKİNOCAK


Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : ENERJİ

Bu tez 15/06/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


Doç. Dr.
Mustafa ÖZDEMİR
Jüri Başkanı


Yrd. Doç. Dr.
Alper GÖKSU
Üye


Yrd. Doç. Dr.
Hüseyin PEHLİVAN
Üye

TEŞEKKÜR

“Teneke kutu üretiminde kullanılan fırınların performansının iyileştirilmesi” adlı yüksek lisans tez çalışmasında, karşılaşılan her güçlükte bilimsel ve manevi desteğini benden esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Hüseyin PEHLİVAN’ a, AHP programı uygulamasında tezime katkıda bulunan Yrd. Doç. Dr. Alparslan Serhat DEMİR’ e ve her zaman yardımcı olan Prof. Dr. Yaşar İSLAMOĞLU’ na, değerli bilgilerini esirgemeyen Darex, Mumcu Teneke, Nordson, Wakol firmalarına, gösterdikleri anlayıştan dolayı eşim ve aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY.....	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Teneke Ambalajın Avantajları.....	3
1.3. Tarihsel Gelişim ve Literatür Taraması.....	3
1.4. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	5
1.5. Çalışmanın Organizasyonu.....	6
BÖLÜM 2.	
KURUTMA FIRINLARI.....	7
2.1. Giriş.....	7
2.2. Kurutma Çeşitleri.....	9
2.2.1. Güneşte, açık havada doğal kurutma.....	9
2.2.2. Vakum altında kurutma.....	10
2.2.3. Sıcak hava ile kurutma	10
2.2.4. Soğutarak kurutma.....	10
2.2.5. Kimyasal kurutma.....	10
2.3. Kurutu Tipleri.....	11
2.3.1. Tepsili kurutucular.....	11

2.3.2. Tünel kurutucular.....	11
2.3.3. Konveyör kurutucular.....	13
2.3.4 Akışkan yataklı kurutucular.....	14
2.3.5. Püskürtmeli kurutucular.....	16
2.3.6. Valsli kurutucular.....	17
2.3.7 Güneş enerjili kurutucular.....	18
2.4. Teneke Kutu Kapağı Üretiminde Kullanılan Kurutucu Çeşitleri....	19
2.4.1. Güneşte, açık havada doğal kurutma.....	19
2.4.2. Sıcak hava ile kurutma.....	20
2.4.2.1. Yatay fırın ile kurutma.....	20
2.4.2. 2. Dikey fırın ile kurutma.....	21
2.4.3. İndüksiyon fırın ile kurutma.....	24
2.5. Kurutmayı Etkileyen Faktörler.....	26

BÖLÜM 3.

CONTA.....	27
3.1. Giriş.....	27
3.2. Kurutma Prosesi.....	27
3.3. Kurutmayı Etkileyen Parametreler.....	30
3.3.1. Hava sıcaklığının etkisi.....	30
3.3.2. Hava nem miktarının etkisi.....	30
3.3.3. Hava akış hızının etkisi.....	31
3.4. Nem Miktarının Tanımı	31
3.5. Kurutucu Verimi.....	31
3.6. Kurutmada Kütle ve Enerji Bilançosu.....	32
3.7. Contalar.....	33
3.8. Conta Çeşitleri.....	34
3.8.1. Solvent Bazlı Contalar.....	34
3.8.2. Su Bazlı Contalar.....	35
3.9. Contaların Kullanım Alanları.....	35
3.10. Conta İle İlgili Teknik Veriler.....	36
3.11. Contanın Depolanması.....	36
3.12. Contanın Kullanım Şekli.....	36

3.13. Contanın Uygulanması.....	37
3.14. Contanın Kuruması.....	38
3.15. Contanın Kurumasını Etkileyen Faktörler.....	39
3.16. Mutlak Nem Conta Kuruması Prosedürü.....	39
3.17. Hekzan Testi.....	40
BÖLÜM 4.	
MATERYAL ve YÖNTEM.....	42
4.1. Giriş.....	42
4.2. Analitik Hiyerarşi Süreci.....	43
4.3. AHP' nin Katkı ve Kısıtları.....	45
4.4. Analitik Hiyerarşi Süreci.....	45
4.4.1. Hiyerarşik yapının oluşturulması.....	45
4.4.2. İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.....	46
4.4.3. Sentez aşaması.....	47
4.5. AHP Yapısının Oluşturulması.....	48
4.5.1. Hiyerarşik yapının oluşturulması.....	48
4.5.2. İkili karşılaştırmalar matrisi ve ağırlıklar kümesi.....	49
4.6. AHP' de Kullanılacak Notasyonlar.....	50
BÖLÜM 5.	
UYGULAMA: TENKE KUTU SEKTÖRÜNDE KURUTMA FIRINI SEÇİMİ İÇİN AHP UYGULAMASI.....	52
5.1. Giriş.....	52
5.2. AHP ile Değerlendirme.....	52
5.3. İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması.....	55
5.4. Görelî Önem Vektörünün Elde Edilmesi.....	57
5.5. Tutarlılık Oranının Belirlenmesi.....	60
5.6. Her Bir Kriter İçin M Alternatif Noktasındaki Yüzde Önem Dağılımları.....	61
5.7. Alternatif Sonuç Dağılımının Bulunması ve En İyi Alternatifin Belirlenmesi.....	64

BÖLÜM 6	
SONUÇLAR.....	65
BÖLÜM 7	
TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	72
KAYNAKLAR.....	75
ÖZGEÇMİŞ.....	78

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1. Teneke kutu.....	2
Şekil 2. 1. Tepsili kurutucu	12
Şekil 2. 2. Tünel kurutucu	13
Şekil 2. 3. Bantlı kurutucu.....	14
Şekil 2. 4. Akışkan yataklı kurutucu	16
Şekil 2. 5. Püskürtmeli kurutucu (Tek noktadan ürün çıkışı)	17
Şekil 2. 6. Valsli kurutucu.....	18
Şekil 2. 7. Güneş enerjili kereste kurutma fırını	19
Şekil 2. 8. Yatay fırın	21
Şekil 2. 9. Yatay fırın içerisine üst üste konan kapakların görüntüsü.....	21
Şekil 2. 10. Contalama makinası ve dikey fırın görüntüsü	22
Şekil 2. 11. Dikey fırın ceplerinde kapakların aralıklı şekilde dizilmesi	23
Şekil 2. 12. Dik fırın ceplerinde kapakların detaylı şekli.....	23
Şekil 2. 13. Köşeli kapaklarda dik fırında conta kuruma resmi	24
Şekil 2. 14. İndüksiyon fırını.....	25
Şekil 2. 15. İndüksiyon fırınında bobin görüntüsü.....	25
Şekil 3. 1. Kurutma prosesi	29
Şekil 3. 2. Sürekli Kurutucuda Madde Akışı	32
Şekil 3. 3. Sürekli Kurutucular için enerji bilançosu	33
Şekil 3. 4. Teneke ambalajın kenet bölgesindeki Contanın görüntüsü (Sarı bölge contayı göstermektedir) [Wakol GmbH, Pirmasens, Almanya, Ocak 2009, sızdırmazlık ürünleri eğitim kitabı	34
Şekil 3. 5. Contanın uygulama ve kuruma sürecindeki molekül yapısı	35
Şekil 3. 6. Conta tabancası resmi	38
Şekil 4. 1. nxn ikili karşılaştırma matrisi	46
Şekil 6. 1. Kriterlere ait önem değerleri yüzdeleri	66
Şekil 6. 2. Yatırım Maliyet kriterine göre alternatiflerin yüzde önem dağılımları	67

Şekil 6. 3. Tamir Bakım ve İşçilik Maliyeti kriterine göre alternatiflerin yüzde önem dağılımları	68
Şekil 6. 4. Kapasite kriterine göre alternatiflerin yüzde önem dağılımları	68
Şekil 6. 5. Kurutma süresi kriterine göre alternatiflerin yüzde önem dağılımları.....	69
Şekil 6. 6. Iskarta oranı kriterine göre alternatiflerin yüzde önem dağılımları	70
Şekil 6. 7. Enerji tüketimi kriterine göre alternatiflerin yüzde önem dağılımları	70
Şekil 6. 8. Genel sonuç.....	71

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3. 1. Contaya ait teknik bilgiler.....	36
Tablo 3. 2. On kapak için kurutma ölçümleri sonucu mutlak nem tayini	40
Tablo 3. 3. Çeşitli cins contaların kapak çapına göre uygulama ağırlıkları (mg)	41
Tablo 4. 1. Kriterleri karşılaştırmada kullanılan tercih ölçeği	47
Tablo 4. 2. Tutarlılık İndeksleri.	48
Tablo 5. 1. Kriterlerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisi	55
Tablo 5. 2 Yatırım Maliyeti kriterine göre alternatiflerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisi	56
Tablo 5. 3. Tamir Bakım ve İşçilik Maliyeti kriterine göre alternatiflerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisi.....	56
Tablo 5. 4. Kapasite kriterine göre alternatiflerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisi	56
Tablo 5. 5. Kurutma Süresi kriterine göre alternatiflerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisi.....	57
Tablo 5. 6. Iskarta Oranı kriterine göre alternatiflerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisi	57
Tablo 5. 7. Enerji Tüketimi kriterine göre alternatiflerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisi.....	57

ÖZET

Anahtar kelimeler: Teneke kutu imalatı, Teneke kapak kurutma, Conta, Teneke kapak, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Bu çalışmada teneke kutu üretimi yapan fabrikalarda kapak kurutma fırınlarının kurutma performansını arttırmada kullanılabilecek belirleyici kriterler incelendi ve araştırıldı. Teneke kutu üretiminde kullanılan fırınların tasarımında gerekli olan birçok konu ile ilgili çok az yayınlanmış bilgi bulunmaktadır. Pazar koşulları ve rekabetten dolayı daha belirgin olan bu eksikliği bir ölçüde telafi etmek amacıyla bu tez çalışmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Bir teneke kutunun üretimi süresinde, sırasıyla lak kurutma, teneke kutu gövde kaynak bölgeleri iç ve dış lak kurutma ve teneke kapak conta kurutmaları uygulanır. Bu işlemlerin uygulandığı teneke kutu kapaklarının üretiminde kullanılan kurutma fırınları genel olarak yatay, dikey ve indüksiyonlu olmak üzere üç türdür. Üretim performansı dikkate alındığında ürünün kalitesini en çok etkileyen faktör teneke kapak conta kurutma fırınları olduğu bilinmektedir ve bu nedenden dolayı bu çalışma kapsamında incelenmiştir.

Bu tezde teneke kutu imalat sanayisinde kullanılan farklı tip teneke kapak conta kurutma fırınlarının karşılaştırılması yapıldı. Bu tip teneke kapak üretimi gerçekleştiren işletmeler için belirleyici kriterler oluşturuldu. Firmaların yatırım kararları almaları ve verimli çalışma şartlarına ulaşabilmeleri için gerekli bilgi standartları belirlendi.

Bu çalışmada, teneke kutu imalatı ve bu alanda kullanılan kurutma fırınlarının seçiminin önemine değinilip, bu seçiminde etkili olan kriterler belirlenmiştir. Çalışmanın devamında bu kriterler dikkate alınarak Analitik Hiyerarşi Prosesi(AHP) tekniği ile fırın seçimi sırasında dikkat edilmesi gereken kriterlerin önem sırası belirlenmiştir.

Elde edilen bu veriler çok amaçlı karar verme yöntemlerinden biri olan AHP tekniği ile değerlendirilmiş ve örnek işletme için en uygun kurutma fırınının seçiminin yapılması sağlanmıştır.

IMPROVING THE PERFORMANCE OF OVENS USED IN PRODUCING CANS

SUMMARY

Keywords: manufacture of tin can, tin can cover drying, sealing, tin lid, Analytical Hierarchy Process (AHP)

In this study, the decisive criteria improving the drying performance of ovens for the covers of tin cans employed by tin can manufacturing plants have been determined and investigated. There is little published work regarding the topics needed for the design and manufacture of the ovens used during the manufacture of tin cans. Due to market conditions and competition, this lack of knowledge is more noticeable. As a result, this research has been conducted in order to address the lack of available information to some extent.

During the manufacture of tin cans, a series of drying processes is applied in a sequence including: lacquer drying, internal and external lacquer drying of the weld regions of tin cans, and drying of tin cover gaskets. The drying ovens used during the manufacture of tin can covers are, in general, three types: horizontal, vertical and induction. The drying ovens for tin cover gaskets have the most important impact on the quality of products with the consideration of the performance of tin can manufacturing processes. As a result, this type of ovens has been investigated in this study.

In this thesis, the different types of the drying ovens for tin cover gaskets used by tin can manufacturing industry have been differentiated and compared. For companies manufacturing such tin can covers, a series of decisive criteria has been defined. The set of standards, which is required for achieving right investment decisions and efficient working conditions by manufactures, has been identified.

In this study, the importance of the selection decisions for the drying ovens for the covers of tin cans employed by tin can manufacturing plants has been emphasized. The set of the important criteria affecting the decision process has been identified.

In this work, the priority and importance of those criteria has been determined by making use of the Analytical Hierarchy Process (AHP).

Using the available data and information and employing the Analytical Hierarchy Process (AHP), which is one of the multi-objective decision making techniques, the selection process of the drying oven of a representative plant has been carried out.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Giriş

Artan insan nüfusuna bağlı olarak gelişen teknolojilerle enerji tüketimi hızla artmaktadır. Ülkemiz enerji ihtiyacının büyük bir kısmının ithal etmekte ve bunun da büyük miktarı petrol ve türevleri olan fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Bu tür yakıtların verimli ve doğru bir şekilde kullanılması ülkemiz açısından büyük önem arz etmektedir.

Günümüzde enerji kullanımının verimliliği üretim maliyetlerini önemli ölçüde etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Çalışmamızın temelini oluşturan kurutma sistemleri sanayide çok yaygın olarak kullanılmakta ve enerji girdilerinin büyük kısmını oluşturmaktadır. Kurutma sistemlerinde kullanılan enerji kaynakları petrol ve bunun türevini oluşturan kaynaklar olduğundan optimum kullanımları çevre kirliliği ve maliyet açısından önem taşımaktadır.

Kurutmada amaç ürünün içindeki nemin belli bir değerden alınarak istenilen değere getirilmesidir. Nem alma işlemi değişik usullerle yapılabilir. Kurutmanın tarihsel gelişimine bakıldığında ilk aklımıza gelen olay güneşte, açık havadaki doğal kurutma yöntemidir. Bu durum günümüzde hala uygulanmasına karşın, sanayi uygulamalarında buna olanak olmadığı için tercih edilmemekte ve yerini çeşitli makinelerle yapılan kurutma sistemlerine bırakmıştır.

Kurutma işlemi gıda, kimya, tarım, ilaç, çimento, ağaç, makine gibi birçok sektörde ara işlem veya son ürün üretimi için her bir kademedeki yaygın olarak kullanılmaktadır. Buradaki sistemlerde yaygın olarak akışkan olarak sıcak hava kullanılmaktadır. Sıcak havanın eldesinde de doğal gaz, elektrik gibi enerji kaynakları kullanılmaktadır.

1970-80 li yıllarda sadece var olan Vatan markalı ürünler şimdilerde raflarda onlarca farklı marka ve çeşide yerini bırakmıştır. Teneke ambalaj olarak bitkisel ve madeni yağlar, zirai ilaç, aerosol sprey, konserve, salça, kuru gıdaları örnek verebiliriz. Conta ayrıca varil, kova, kavanoz kapağı üretiminde kullanılmaktadır. Teneke kutu gövde, alt ve üst kapaktan oluşur. Kapaklar gövdeye kenetleme usulü ile birleştirilir. Kapakların gövde ile birleşme yerine conta uygulaması yapılmaktadır. Conta teneke kutu içine konan ürünün sızıntı yapmamasını sağlar.

Bu çalışmanın konusunu oluşturan kurutma fırınları metal ambalaj üretimi sektöründe ki teneke kutu ve bunların kapak contalarının kurutulduğu sistemlerdir. Kutu gövdelerinin ve kapakların birbirleriyle birleştirilmesinde conta kullanılır. Burada kullanılan contalar su bazlı ve solvent bazlı olmak üzere iki ana guruba ayrılır. Solventbazlı contalar maliyetlerinin yüksek olmasından ve ambalajlandığı ürüne kimyasal geçişi (migrasyon) dolayı daha az tercih edilirler.



Şekil 1.1. Teneke kutu

Su bazlı contalar sektörde maliyet ve gıda güvenliğinden dolayı daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Su bazlı contaların katı madde oranları %50-65 seviyelerindedir. Kurutma sonrası, uygulama öncesi en az %85 kurulukta olmaları istenmektedir. Kapak contalarının depolama süresince katı madde oranlarının %90-95 seviyelerine ulaştığı görülmektedir. Uygun depolama şartları ve süreleri sonunda kurumanın %98 seviyelerine ulaştığı görülmüştür.

1.2. Teneke Ambalajın Avantajları

1. Konserve yapımı, gıda maddelerinin özünü korurken, teneke ambalaj ise bu gıda koruma işleminin doğru ve etkin olarak gerçekleşmesini sağlar.
2. Teneke kutu hızlı üretim prosesinden dolayı hızlı sevkiyat özelliğine sahiptir.
3. Teneke kutularda saklanan konserve gıdalar herhangi bir katkı maddesine ihtiyaç duymaz, besin değerlerini kaybetmez ve ilk günkü lezzetini korur.
4. Teneke ambalajın ağırlığı düşük, dayanıklılığı yüksektir. Fiziksel darbelere karşı dirençlidir, bu sayede kolay depolama özelliği vardır.
5. Teneke kutu üzerine çok renkli baskı uygulanabilir bu kutu içerisindeki ürünün albenisini arttırarak iyi bir pazarlama aracı olur.
6. Farklı şekil ve boyutlarda üretilebildiği için istenen gramajda ürün doldurulabilir.
7. Isıl işleme tabi tutulabildiği ve havasız olarak kapatılabildiği için steril gıda ürünleri için doğru bir ambalajdır. Migrasyonun olmadığı bir ambalajdır.
8. Teneke kutuyla ambalajlanmış ürünlerin raf ömrü minimum iki yıl olur.
9. Teneke kutu kalay kaplı çelikten üretilir ve ham maddesi doğal bir element olan demirdir. Bu nedenle geri dönüşümlüdür, %100 çevreci bir malzemedir[1] .

1.3. Tarihsel Gelişim ve Literatür Taraması

Şekil 1.1' de gösterilen teneke kutu ilk olarak 1700 li yıllarda Fransız aşçı NicolasAppert tarafından geliştirilmiştir [1]. Fransız aşçının geliştirdiği bu yöntemin temel prensibi hava almadan kapatılan kutunun içinde bulunan ürünün ısı yardımıyla sterilize edilmesiydi. Amacı bu yeni yöntemle gıda ürünlerini besin değerleri kaybolmadan uzun süre saklayabilmektir.

Bu çalışmada teneke kutu üretiminde AHP tekniği kullanılarak kurutma fırını seçimi yapılmıştır. AHP tekniği 1900 lü yıllardan beri çeşitli sektörlerde yaygın olarak uygulaması yapılan bir sistemdir. Literatürde imalat sektörüyle ilgili AHP tekniğinin uygulandığı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmada ise metal ambalaj sektöründe kullanılan kurutma fırını seçiminde AHP tekniği kullanılmıştır.

Günümüzde teneke ambalaj, büyük fabrikalarda son teknolojinin kullanıldığı bilgisayar kontrollü makineler ile üretilmektedir. Gıda ve birçok sektörün ilk tercihi

olan teneke ambalajın kullanımı her geçen gün daha da artmakta ve günümüzde dünya genelinde her yıl yaklaşık olarak 80 Milyar teneke kullanılmaktadır.

Kurutmayla ilgili ilk patent 1878 yılında Almanya da alınmıştır. Kurutucu tasarımında sadece ısı transferi teorileri dikkate alınmıştır. Daha sonra Psikometrenin gelişmesiyle sıcaklık, entalpi ve nem bağıntıları ile daha kapsamlı çalışmalara 1920 lerden sonra devam edilmiştir. 1920'lerden çok önceleri Davies buharlaşma hızının sıvı buhar ve havanın "buhar gerilim" farkına eşit olduğunu ifade etmiştir. Genellikle son %10 luk rutubetin alınması için gerekli zaman ilk %50 için gereken zamandan fazla çıkmıştır. Buradan alınabilecek olan "kurutma etkisiyle nem azaldıkça kurutma hızı da giderek azalır" önermesi Luikov'a göre 1908'de Kossovitch tarafından bulunmuştur. Bir tekstil teknolojisi olan Fisher de boyanmamış tek bir yün elyafı ile yaptığı deneyler sonucunda kurutmayı üç devreye ayırarak bununla ilgili bağıntıları verip deneysel sonuçlarla karşılaştırmıştır [2].

Yapılan literatür taraması sonucunda teneke kapak conta kurutulmasıyla ilgili çok fazla yayına rastlanamamıştır. Aşağıda yer alan literatür taramasının önemli kısmını conta tedarikçisi firmalar tarafından yapılan teknik bültenler oluşturmaktadır.

Su bazlı contaların kurutulmasıyla ilgili ilk yayınlanan bültenlerde bu tip contaların kullanımını artmasıyla birlikte uygun kullanımı için bazı ana başlıklar verilmiştir. Contanın kapak kapama öncesi %98 kuruluk oranına ulaşmış olması ve fırınlama sonrası 2 gün bekletilip sonrasında kapama işlemi uygulanmalıdır. Fırınlama sonrası uygulanan plastik ambalajlar kurutmayı engellediği için tercih edilmemektedir [3].

Bu çalışma [4] Darex firmasının ürettiği teneke kutu imalatında kullanılan su bazlı contaların depolanması, karıştırılması, kullanılması, kurutulması ile ilgili bilgileri içerir. Ayrıca bu tip contaların kullanıldığı yerlerde meydana gelebilecek problemler ve bunlara ait çözüm önerileri yer almaktadır. Proses sonundaki katı madde oranının %85-95 arasında olması hedeflenmiş ve bir günlük depolama sürecinin sonunda bu oranın %98 e ulaşması öngörülmüştür.

Yapılan diğer çalışmada [5], hat hızı, kapak boyutları, eşitleri, conta miktarı ve katı madde oranı, üretim sonrası ambalajlama, stok alanı havalandırması, ambalajlama öncesi kapakların ayrıştırılması gibi kuruma hızını etkileyen faktörler üzerinde durulmuştur. Kurutma işleminde sonra kalan nemim belirlenmesinde kullanılabilir bir test prosedürü önerilmiştir.

Bu teknik bültende [6], Toplam katı madde oranı %55 ve altında olan su bazlı contalar incelenmiştir. Bunlarının kurutulmasında yatay tip kurutma fırınında 15 ila 20 dakika arasında 90 °C ila 120 °C ye Sıcaklıkları arasında kurutulması gerektiği, dik fırınlarda ise bu sürenin 4 ila 6 dakika arasında ve 70 °C ila 90 °C sıcaklıkları arasında olabileceğini ortaya koymuştur. Contalanmış kapağın maksimum depolanma süresinin iki sene olduğu belirtilmiştir seçilen su bazlı contaların kimyasal ısıl işlemler esnasında ortama uçucu madde vermemesi gerekmektedir. Çünkü bu tip sistemler gıda ürünlerine karışabileceği önlenmelidir.

1.4. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Teneke kutu üretiminde kullanılan kurutma fırınlarının performanslarının iyileştirilme gerekliliği konserve ve teneke kutu içerisinde ambalajlanmış ürünlerin tüketiminin artmasıyla ihtiyaç haline gelmiştir. Teneke kapak ihtiyacı yüz milyon adetlerle ifade edilirken günümüzde sadece Türkiye’de yıllık çeşitli çap ve şekillerde yaklaşık olarak 1 milyar kutu, 2 milyar kapak ihtiyacı vardır dolayısıyla üretimi de gerekmektedir.

Conta, kapak conta kanalına bir nozul ile uygulanır. Conta eşidi ve miktarı, kapak çapına ve teneke kutunun içine konacak ürüne göre değişiklik gösterir. Solvent ve su bazlı contalar olduğu gibi madeni yağ ve konservede farklı contalar kullanılmaktadır. Günümüzde su bazlı contalar ekonomik olmaları ve gıda güvenliği açısından tercih edilmektedirler. Sıvı halde bulunan conta farklı çaplar için 50 mg’dan 1,5 g’a kadar uygulanmaktadır. Contalar %50-65 oranlarında kuru maddeye sahiptir ve bu nedenle kullanılmadan önce kurutulmaları gerekmektedir.

Contanın gerektiği şekilde kurutulması gıda güvenliği ve üretim verimliliği açısından önemlidir. Kurutma sırasında proses kaynaklı verimsizlikler ve kalite maliyetleri oluşmaktadır. Günümüzde geliştirilen yeni sistemler ile enerji, işçilik, kalite maliyetleri önemli ölçüde azaltılmıştır.

Bu çalışmada teneke kutu kapağı üretiminde kullanılan kurutma fırınları incelenmiştir. Günümüzdeki sistemler tanıtılmış, yatırım kararı alınırken nelere dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Contanın yeterince kurumaması depolama koşullarında oluşan contanın akmasını engellemiştir, kapama sırasında kenet bölgesinde conta taşması problemini yok etmiştir, aşırı yada hızlı kurumadan kaynaklı conta kabarma problemini yok etmiş %0,3 lük ürün kaybını engellemiştir.

1.5. Çalışmanın Organizasyonu

Bu çalışma 7 bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde temel kavramlar, çalışmanın amacı ayrıca bugüne kadar bu konuda yapılan çalışmalara yer verilmiştir. İkinci bölümde ise sonra tezin ana konusu olan kurutucular hakkında bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde ise yapılacak çalışmada ele aldığımız kısım olan contalar ve uygulama esasları açıklanmış. Dördüncü bölümde bu çalışmada kullanılacak olan AHP yönteminden bahsedilmiştir. Yöntemin temel mantığından bahsedilmiş analizin nasıl kullanılacağı ve zamanları anlatılmıştır.

Beşinci bölümde yöntemin örnek bir problem için uygulaması yapılmıştır. Burada problemin nasıl ele alındığı hangi faktörlerin ne derece de etkin olduğu belirlenmiştir. Daha sonra AHP yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçlar yer almaktadır. Son bölümde ise bu sonuçların değerlendirildiği tartışma ve öneriler kısmı yer almaktadır.

BÖLÜM 2 KURUTMA FIRINLARI

2.1. Giriş

Kurutma kelimesi genel anlamıyla bir maddenin bünyesinde bulunan nemin alınmasını belirtir. Fakat teknikte bu işlem çok değişik metotlarla yapıldığından, bu metotları birbirinden ayırmak için daha dar bir anlamda kullanılır. Bu nedenle kurutma terimi için nemli materyal ile çevresi arasında gerçekleşen karmaşık bir nem alıp verme işlemidir tanımı da yapılmıştır. Bu işlem sırasında materyalin nemi, çevresindeki katı veya akışkan (sıvı veya gaz) fazdaki ortama geçer. Kurutma işlemlerinde çevre ortamı olarak genellikle hava kullanılmaktadır. Bu nedenle kurutma nemli materyal ile hava arasındaki bir ilişki olarak ele alınabilmektedir [7,8].

Kurutma; bir eş zamanlı ısı ve kütle transferi prosesidir. Kurutma prosesinde meydana gelen ısı ve kütle transferi şu şekilde meydana gelmektedir. Kurutma havasından kurutulan ürün yüzeyine taşınım ile ısı transferi gerçekleşirken, ürünün iç kısmına ise difüzyonla ısı transferi gerçekleşir. Nem transferi ise, ısı transferinin tam tersi bir yol izler. Nem iç kısımdan ürün yüzeyine difüzyonla, ürün yüzeyinden kurutma havasına taşınım ile transfer olur. Nem, ürün merkezinden yüzeye doğru ya sıvı difüzyonu ya da kılcal kuvvetlerin etkisiyle hareket eder. Genel olarak kılcal kuvvetlerin etkisi gözenekli maddelerde, sıvı difüzyonu ise gözenekli olmayan maddelerde meydana gelir[9].

Gözenekli yapıya sahip üründeki nemin, ısı ve kütle transferi yardımıyla alınarak kurutucu akışkana (gaz veya hava) taşınması olayına “Kurutma” ve bu işlem ile ilgilenen bilim ve teknolojiye “Kurutma Tekniği” denir .

Ürünlerin kurutulmalarının başlıca nedenleri;

- a) Ürünün bozulmadan uzun süre dayanması

- b) Tohumların çimlenme yeteneklerinin korunması
- c) Ekonomik değeri olan yeni ürünlerin elde edilmesi (kuru üzüm vb.)
- d) Ürün atıklarının yeni bir alanda değerlendirilmesine olanak vermesi
- e) Ürünlerin erken hasat edilmelerine olanak vermesi, şeklinde sıralanabilir [10].

Kurutmanın uygulandığı en yaygın alanlar; gıda sanayi, deri sanayi, tarım sektörü, kimya sanayi, silah sanayi ve orman ürünleri sanayi olarak özetlenebilir. Bu alanlara kurutma işlemi uygulanarak ürünlerin kalitelerinin iyileştirilmesi yanında, nemden korunması, hacimlerinin ve ağırlıklarının azaltılması, taşıma, kullanım ve işleme kolaylığı vb. avantajlar kazandırılması da eklenebilir [11].

Kurutma sistemlerinde taşınım ile kurutma, temasla kurutma ve ışınlama ile kurutma olmak üzere başlıca üç farklı kurutma yöntemi vardır. Taşınım ile kurutmada suyun buharlaşması için gerekli ısı, bir gaz tarafından yani; çoğunlukla olduğu gibi hava tarafından sağlanır. Sıcak hava, kurutulacak materyalin içinden, üzerinden ve arasından geçirilir. Bu yöntem genel olarak sıcak hava ile kurutma tekniği olarak bilinir. Temasla kurutma yönteminde ise buharlaşma için gerekli ısı, iletimle taşınır. Yani, kurutulacak madde hareketsiz kalırken veya hareket ederken bu sırada temas ettiği sıcak yüzeyden maddeye ısı taşınır. Işınlama ile kurutmada, kurutulacak materyale ısı; herhangi bir maddi taşıyıcıya gerek duyulmaksızın sistemdeki bir ışınlama kaynağı ile ulaştırılmaktadır. Başka bir ifadeyle ışınlama ile kurutmada, mikrodalga, dielektrik veya kızılötesi ışın gibi elektromanyetik enerji türlerinden yararlanılmaktadır [12].

Kurutma; bir maddenin bünyesindeki sıvıların alınması anlamına gelir. Başka bir ifadeyle kurutma; katı maddelerden ısı yöntemleri ile su veya uçucu diğer maddelerin buharlaştırılması ve sonra da bunların ortamdan uzaklaştırılması işlemlerini ifade etmektedir. Kurutma öncesi ısı yöntemleri dışında başka yöntemlerle katı maddeden suyun mümkün olduğunca uzaklaştırılması daha ekonomik bir kurutma işleminin olmasını sağlar. Ürünlerin mekanik yöntemler olarak tanımlanan filtreleme, presleme, santrifüjleme, çöktürme, eleme gibi işlemlerle kurutulması daha az enerji ihtiyacı ve uzaklaştırılan birim miktar su için, daha az maliyet gerektirmektedir. Kurutulacak ürün bu tip yöntemlere uygun değilse, ürüne gaz akımı ile ısı transferi

uygulanarak, buharlaştırma yolu ile kurutma sağlanır. Transfer edilen ısı ürün içerisindeki nemin buharlaşmasına ve ortamdaki uzaklaştırılmasına harcanır. Bu kurutma işleminde ısı ve kütle transferi aynı anda gerçekleşir. Kurutmada, kurutma gazı olarak, genellikle hava kullanılır. Kurutma havası hızının ya da sıcaklığının artması; kullanılan enerji miktarının artmasına sebep olur. Ürün içerisindeki nemin buharlaştırılması için verilmesi gereken enerjinin, daha kısa sürede kurutma sistemine verilmesi; kurutma süresini azaltır. Kurutma havasının sıcaklığı; nemi ve ürün içerisindeki nem ise; kuruma hızını belirler. Kurutma havasının neminin azaltılması da bu kurutma hızını artırarak kurutma süresini kısaltır. Bir kurutma sisteminde harcanan enerji; herhangi bir yakıtın yanmasıyla, alternatif enerji kaynaklarıyla (güneş, rüzgar vb.) jeotermal enerjiyle, elektrik enerjisi ya da daha başka bir enerji kaynağı ile sağlanır. Kurutma için gerekli olan ısı, bu enerji kaynaklarından karşılanır ve böylece kurutma işlemi gerçekleşir. Sistemde aynı havanın dolaştırılması sonucunda, bağıl nemi zamanla yükselecek ve nem alma kabiliyeti azalacaktır. Bu da; istenmeyen durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Tamamen taze hava ile çalışan sistemlerde, kurutma havası ürün üzerinden geçirildikten sonra egzozdan atıldığından, sistemde enerji tüketimini arttırmaktadır.

2.2. Kurutma Çeşitleri

Kurutma usullerinin tamamında amaç; kurutulmak istenilen ürünün içindeki nemin alınarak istenilen değerlere getirilmesidir. Üründeki nemin alınması, değişik usullerle yapılmaktadır. Bunlardan en yaygın olanlarını [13];

- a) Güneşte, açık havada doğal kurutma
- b) Vakum altında kurutma,
- c) Sıcak hava ile kurutma,
- d) Soğutarak kurutma,
- e) Kimyasal maddelerin yardımı ile kurutma olarak sıralamak mümkündür.

2.2.1. Güneşte, açık havada doğal kurutma

Güneşte, tabii şartlarda kurutma, kurutulacak olan ürün doğrudan güneşin ısı etkisine bırakılarak kurutmadır ki, en yaygın ve en ilkel kurutma şeklidir. Kurutma süresi,

kurutulacak materyalin derecesine ve güneşin etkinliğine bağlı olarak değişir [14]. Kurutmada en çok faydalanılan enerji şüphesiz güneş enerjisidir. Güneş enerjili sistemlerle kurutma yapılması düşünüldüğünde, kurutmanın yapılacağı bölgenin iklim özellikleri dikkatle incelenmelidir. Çeşitli iklim özellikleri ve güneş ışınımı yoğunluğu, güneşli kurutucuların tasarımını ve performansını etkileyen en önemli unsurlar olmaktadır [11].

2.2.2.Vakumla altında kurutma

Vakumlu kurutma; materyal içindeki suyun vakum yapılarak alınmasıyla yapılan kurutma şeklidir. Çok az olmakla birlikte, endüstride kullanılan bir metottur. [13] Suyun buharlaşması alçak basınçta, yüksek basınçtakine oranla daha kolaylıkla olur. Vakumda kurutmada bundan yararlanılır. Vakumda kurutmada ısı iletimi genellikle kondüksiyonla olur, bazen radyasyonla olur [15].

2.2.3.Sıcak hava ile kurutma

Sıcak hava ile kurutma; kurutulan materyal içindeki nem, kurutma hücrelerinden geçen sıcak hava tarafından çekilerek yapılmaktadır. Bu sistemde sistem havası başka bir üniteye ısıtılarak, bağıl nemi düşürülüp, materyal üzerinden geçirilmektedir [13].

2.2.4. Soğutarak kurutma

Soğutarak kurutmada, kurutma havası bir soğuk yüzeyde çiy noktası sıcaklığının altına kadar soğutulduğunda, bünyesinde taşıdığı nemi soğuk yüzeyde bırakır [13].

2.2.5. Kimyasal kurutma

Bu metot “ absorpsiyon ya da adsorpsiyonlu kurutma ” olarak da bilinmektedir. Sistem havasının geçtiği kanala yerleştirilen kimyasal madde (higroskopik madde) tarafından materyal içindeki nem emilmekte ve emme sırasında bir miktar da ısı açığa çıkmaktadır. Günümüzde hızla artan enerji fiyatları ve çevreye duyulan hassasiyet makine yardımı ile yapılan kurutma işlemlerinin dezavantajlarını gün

geçtikçe daha fazla ortaya çıkarmış ve kurutma işlemlerinde yenilebilir enerji kaynakları kullanımını kaçınılmaz hale getirmiştir. Halen gıda sektörü tarafından tüketilen toplam enerjinin % 12 si kurutma işlemleri için kullanılmaktadır. Bu tezde fosil yakıt enerjisi yerine yenilebilir enerji kaynağı olan manyetik enerji kullanılarak hem çevre dostu bir kurutma hem de ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır [13].

2.3. Kurutucu Tipleri

Kurutulacak katıya sıcaklık, nem vb. nitelikler bakımından kontrol olanağı sağlayan sistemlere kurutucu denir. Endüstriyel anlamda kurutucular ilk Almanya'da imal edilmiş ve yaygınlaştırılmıştır. 1877de Işınım ısıtmalı kurutucu, 1880 de Vakum kurutucu ve 1896 da pnömatik kurutucu için patent verilmiştir [13].

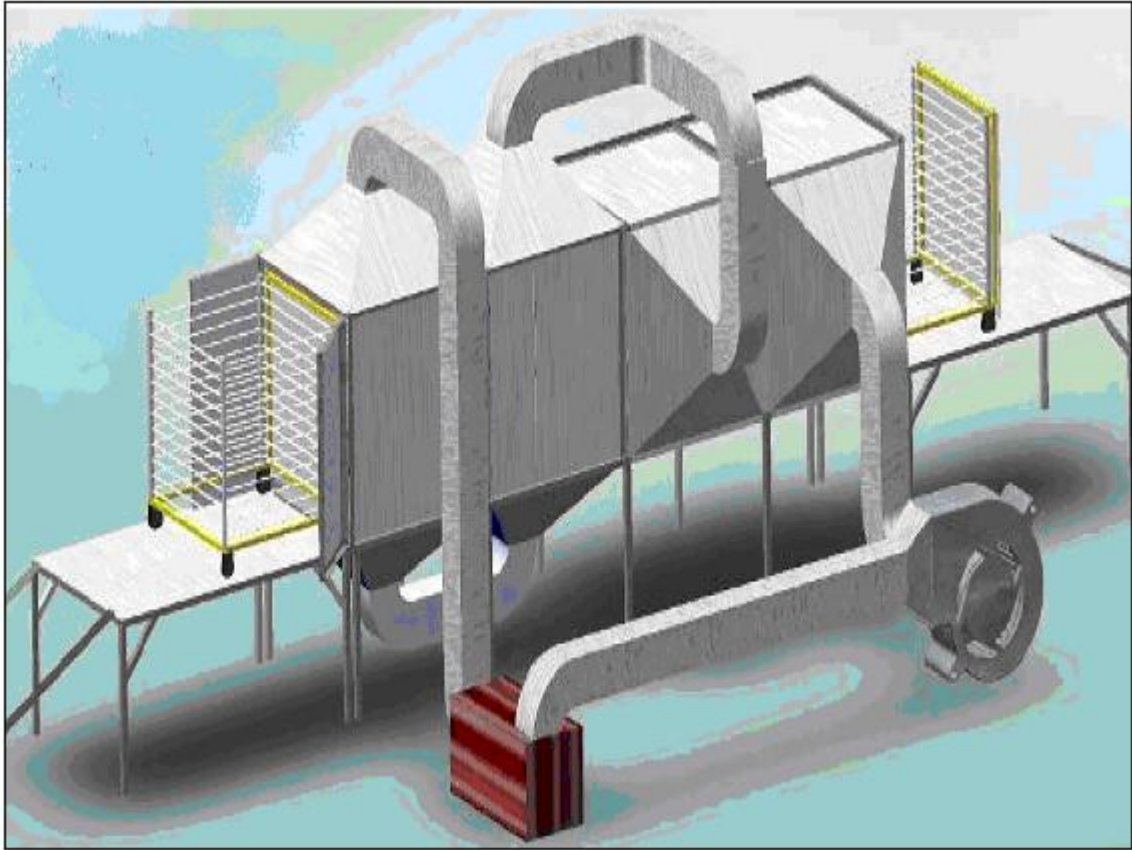
2.3.1. Tepsili kurutucular

Bu tip kurutucular sıvı ürünler için kullanılmaz (şekil 2.1). Dilimlenmiş katı ürünlerin tepsilere konularak, ısıtılmış havanın bir fan yardımı ile tepsideki ürünle muamele edilmesi prensibine dayanır [13].

Bu tür kurutucularda, tepsiler üzerine yayılmış kurutulacak madde yığının sıcak hava akımı ile yalnız bir tarafı temasta olur. Bu nedenle kuruma, hem yavaş olur, hem de tek düze olmaz. Buharlaşıma sonucu, toz katmanının üzerinde dıştan içe doğru, kalınlığı gittikçe artan bir kurumuş bölge oluşur. Bu kurumuş bölgenin artması ile, ısı aktarımına ve buhar difüzyonuna karşı gittikçe artan bir direnç oluşur [16].

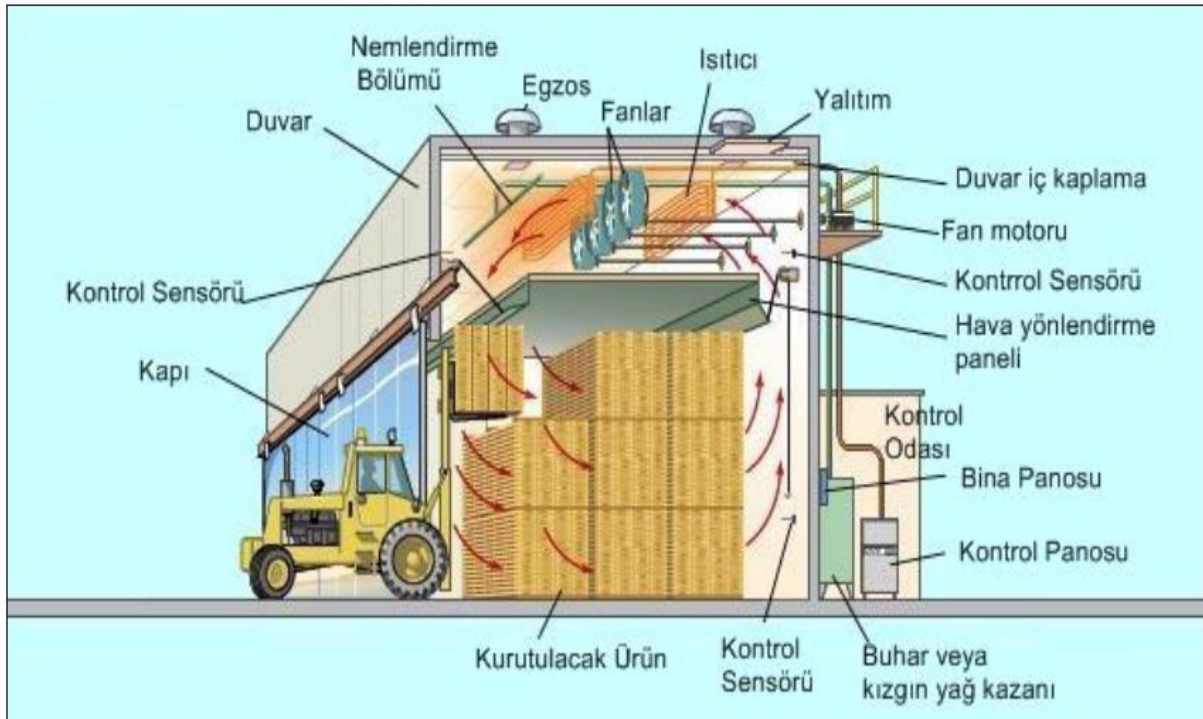
2.3.2. Tünel Kurutucular

Bu kurutucular ile yüksek kapasitede ve nispeten kısa zaman da kurutma işlemi yapılır (Şekil 2.2). Ürün tünele girişten çıkışa kadar maruz kaldığı sıcak hava ile kurutulur. Bu tip kurutucularda enerji verimliliği yüksek, işgücü maliyeti düşük ve ürün kalitesi yüksektir [13].



Şekil 2.1. Tepsili kurutucu

Ürün ve hava aynı yönde hareket ederlerse bunlara “paralel akış tüneli” denir. Hava burada önce nemli bir ürünle karşılaşır, giderek soğuyup nemi artarken ilerledikçe daha kuru ürünle temas eder. Başlangıçta dehidrasyon hızı yüksektir. Tünelin sonunda, hava daha soğuk ve nemli olduğundan dehidrasyon hızı düşer. Ürün ve hava ters yönde hareket ederlerse bunlara “ters akış tüneli” denir. Sıcak hava burada önce dehidre olmuş ürünle karşılaşır. Giderek soğuyup nemi artarken nemli ürünle temas eder. Başlangıçta dehidrasyon hızı, ürünün soğuk ve nemli havayla karşılaşması nedeniyle yavaştır. Tünel kurutucularda iki ya da daha çok aşamalı uygulama vardır [17].



Şekil 2.2. Tünel kurutucu

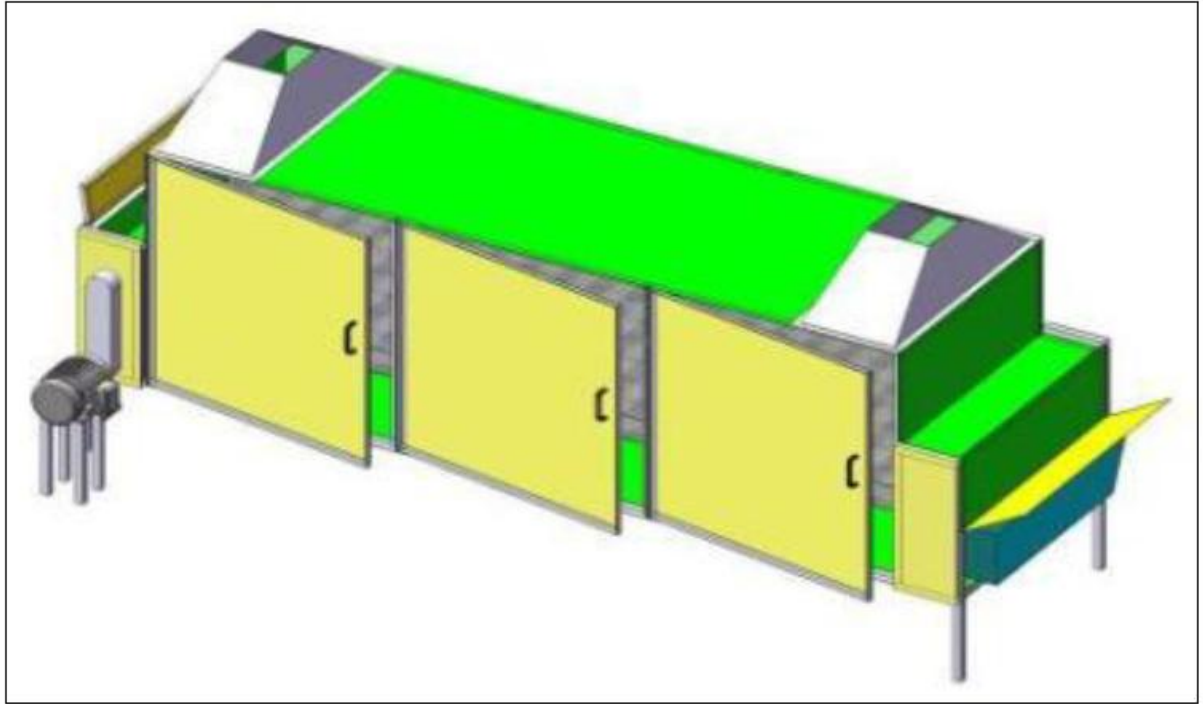
2.3.3. Konveyör (bantlı) kurutucular

Bu tip kurutucularda ürünler bir veya daha fazla bant ile ilerlerken alttan veya üstten fanlar yardımıyla gönderilen sıcak hava ile muamele edilirler (Şekil 2.3) . Böylece istenilen özellikte ürünler elde edilir [14].

Yürüyen bant üzerindeki kompartımanlara yerleştirilmiş olan dibi delikli veya elekli, 2-15 cm derinliğindeki tepsiler üst üste dizilir. Bunların üzerine kurutulacak madde yayılır. Bunların tünel karıştırıcılardan başlıca farkı sıcak hava akımının yatay değil, dikey olarak sevk edilmesidir. Tepsilerdeki maddenin kalınlığı; partikül büyüklüğüne, gözenekliliğe, nem içeriğine ve yürüyen bandın hızına göre 2-12 cm arasında olmaktadır [14].

Konveyör karıştırıcıların bir diğer tipi de üzeri delikli tepsi şeklindeki yürüyen banda, doğrudan maddenin yüklenebildiği kurutuculardır. Elek şeklinde delikli yürüyen banda, girişte yüklenen kurutulacak madde üzerine dikey olarak sıcak hava gönderilerek kuruma sağlanır, kuruyan madde, bandın bitim yerinde büyük kaplara

boşaltılarak dışarı alınır. Konveyör tipi kurutucularda sıcak hava akımı dikey olarak girdiği ve tozların ve granüllerin tanecikleri arasından geçerek daha fazla yüzeyle temas ettiği için kuruma hızı tünel kurutucularınkinden daha fazladır [16].



Şekil 2.3. Bantlı kurutucu

2.3.4. Akışkan yataklı kurutucular

Bu tip kurutucuların avantajı sirküle ettirilen sıcak havanın kurutulmak istenen ürünün yüzeyinin her noktasına teması ile kurutmanın gerçekleştirilmesidir (Şekil 2.4). Bunun yanında dezavantajı ise; bu tip kurutucuların sadece akışkanlaşabilme özelliğinde olan yani hava içinde hareket edip askıda kalabilen küçük boyutlu gıdalar için uygunluğu verilebilir [14].

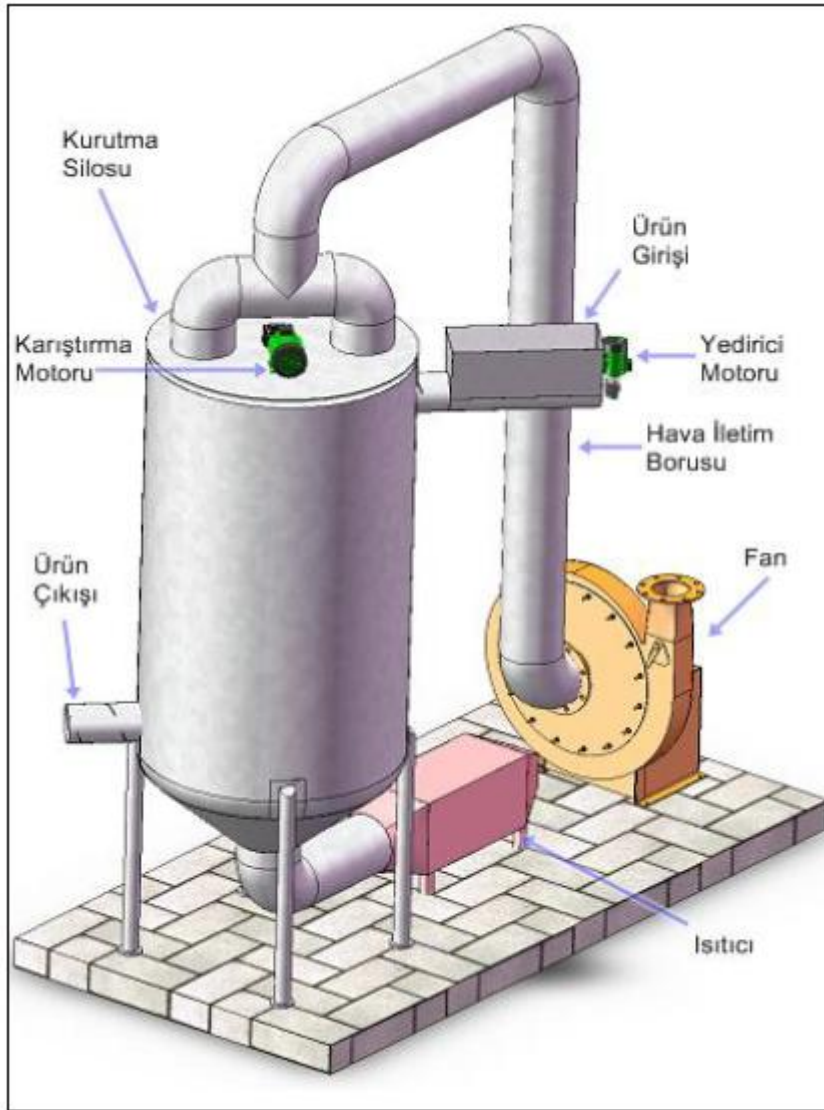
Dibi delikli bir silindir içine belirli bir yükseklikte bir toz kümesi yerleştirilirse, toz kümesinin bu durağan haline toz yatağı veya durağan yatak ya da kısaca yatak denir. Toz yatağının tabana yaptığı basıncı karşılamaya yeterli basınçta aşağıdan gaz (hava) gönderilirse, tozlar havalanarak askıda kalır ve silindirdeki toz yatağı, hava içinde belirli bir yükseklik oluşturacak şekilde gözenekliliği daha yüksek olan bir yatak oluşturur. İşte bu yatağa akışkan yatak denir [16].

Bir kolonda, delikli olarak yapılmış bir plakanın üzerine doldurulmuş katı taneciklerinin delikli plakanın altından gönderilen gaz veya sıvı ile akışkanlaştırıldığı sisteme akışkan yatak sistemi denir. Kolonun altında bulunan delikli plaka dağıtıcı elek olarak isimlendirilir. Dağıtıcı eleğin delikleri üzerindeki tanecikleri aşağı geçirmeyecek kadar küçük ve yatağın altından basılacak havanın yukarıya doğru geçişinde büyük bir basınç düşüşüne neden olmayacak kadarda büyüktür [18].

Akışkan yatak kullanmanın en büyük avantajı granül karışımının yüksek seviyede olması ve bu sebeple daha homojen bir sürecin meydana gelmesidir. Bir diğer avantajı ise ürünün aşırı ısınmamasıdır. Bundan dolayı ısıya duyarlı maddelerin kurtulması için uygundur. Ürün granüllerinin mekanik olarak hasara uğrama riski, şeklinin değişmesi ve granüllerin topraklaşp akışkanlığı bozabilme durumu ise akışkan yatakların dezavantajları arasındadır. Akışkan yataklı kesikli kurutma süreci, daha öncede ifade edildiği gibi ham maddenin kurutma fırınına yüklenmesi ve doymun olmayan hava beslemesi ile maddenin içindeki suyun buharlaştırılarak uzaklaştırılması esasına dayanır. Akışkan yataklı kurutma yönteminde granüller yukarıya doğru çıkan hava içinde askıda kalırken bir yandan da kurutulurlar havanın hızı arttırıldığı zaman granül boyunca üst ve alt arasındaki basınç farkıda yükselir. Bu fark, yataktaki granül ağırlığının yatak yüzeyine oranına eşit oluncaya kadar artmaya devam eder. Bu noktada bütün granüller yukarıya doğru çıkan gaz içinde askıda kalırlar [19].

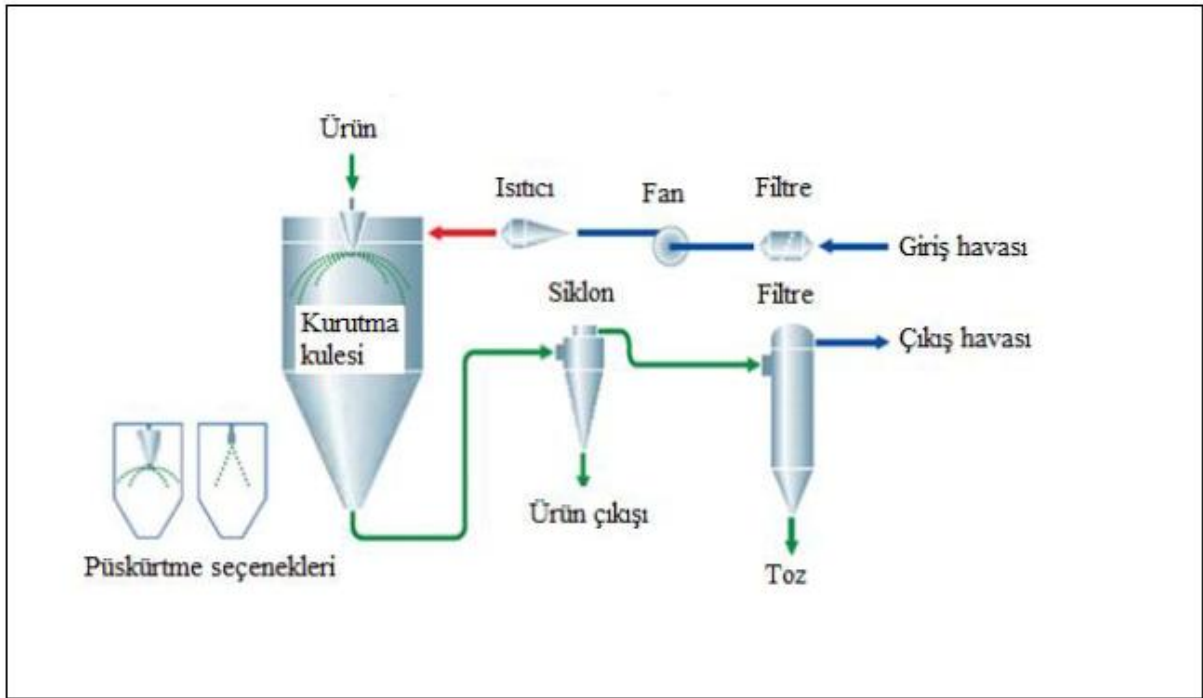
2.3.5. Püskürtmeli kurutucular

Bu kurutucularda diğerlerinde olduğu gibi ısıtılan hava, atomizer yardımı ile çok küçük partiküllere ayrılan ürünle muamele edilerek kurutma işlemi sağlanır ve kurutulmuş ürün hava karışımı siklon seperatör yardımı ile ayrılır. Bu işlem daha çok toz ürün eldesi için gıda sanayinde kullanılır. Bu sistemde tek ve iki noktadan ürün çıkışı olabilir [14].



şekil 2. 4. Akışkan yataklı kurutucu

Püskürtmeli kurutucularda işlem iki aşamalıdır. Birinci aşama sıvının atomize (pülverize) edilmesi, ikincisi ise oluşan partiküllerin kurutulmasıdır. Böylece besleme ağızından giren ürün, sıvı faz halindeyken sıcak bir ortamda kuruyarak katı faza geçmektedir. Çoğu püskürtmeli kurutucular açık devredir. Atmosferik hava sisteme girmeden önce hijyenik tüm koşullar yerine getirilmelidir. Kurutucu ortam olarak kullanılacak hava ısıtılır, siklon veya fırçalar ile temizlenir ve proses sonrası çevreye geri verilir. Bu tip bir sistemde egzoz edilen hava ile bir ısı kaybı olmaktadır. Kapalı sistemde ise hava ısıtılır, temizlenir, kurutulur, sürekli olarak sistem içinde tekrar kullanılır. Bu sistemde enerji etkinliği ve ekonomisi bir öncekine göre daha yüksektir [17].

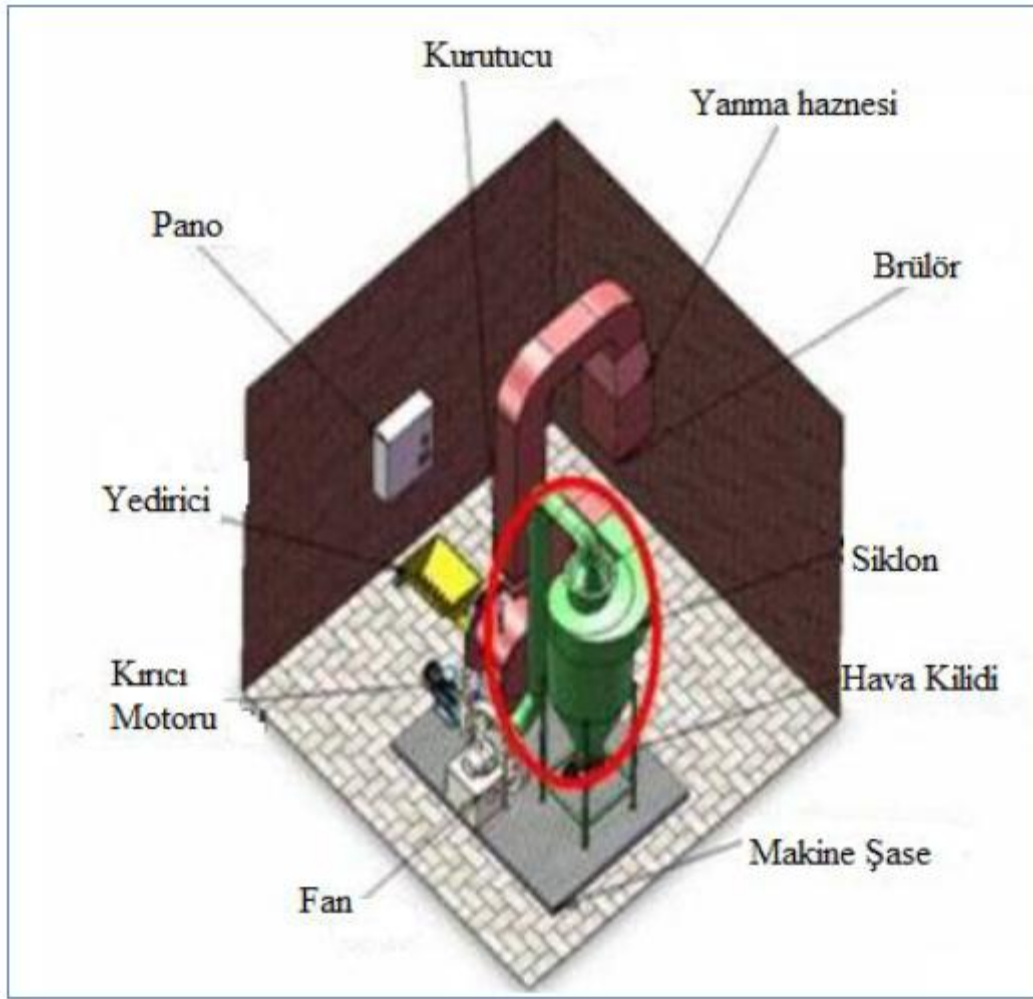


Şekil 2. 5. Püskürtmeli kurutucu (Tek noktadan ürün çıkışı)

2.3.6. Valsli kurutucular

Bu kurutucularda ilke; içten buhar, sıcak su ya da ısı iletimi yüksek bir sıvı ile ısıtılan ve eksenini etrafında belirli bir hızla dönmekte olan dökme demirden yapılmış bir silindirin sıcak yüzeyine ince bir katman halinde yayılan sıvı gıda maddesinin silindirin dönüşü esnasında yüzeyde kurumması ve buradan kazınıp alınması olarak özetlenebilir (Şekil 2.6). Çift ve tek valsli olmak üzere iki gruba ayrılırlar [14].

Tek valsli olanlarda vals, ürün yatağına hafifçe daldırılmıştır. Vals üzerine alınan ürünün ince bir film oluşturulmasına yardım etmek üzere gerekirse, ürünü vals üzerine tek düze yayabilen çapı daha küçük ikinci bir vals kullanılır. Çift valsli kurutucular ise üstten ve yandan beslemeli olarak ikiye ayrılır. Üsten besleme yöntemi “ tekneli besleme ” ve “ püskürtmeli besleme ” olarak iki yöntemle yapılır [17].



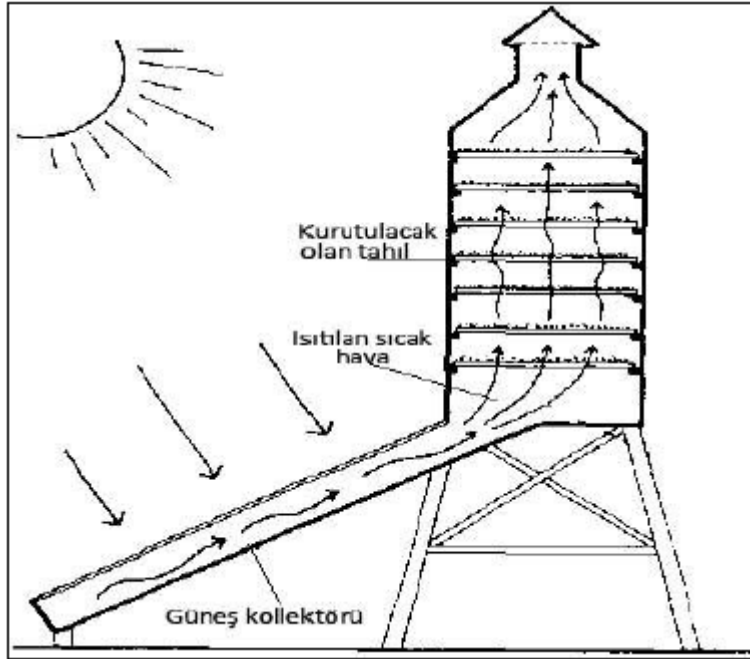
Şekil 2.6. Valsli kurutucu

2.3.7. Güneş enerjili kurutucular

Bu kurutucularda güneş bir enerji kaynağı olarak bir akışkanın ısıtılmasında kullanılır (genellikle su veya hava) (Şekil 2.7). Akışkanlara ısıyla yüklenen bu enerji gıdaların kurutulmasında direkt veya indirekt olarak kullanılmaktadır [14].

Vakum, teknolojiye zararlı mikro organizmaların yaşam fonksiyonlarını kontrol altında tutmak, sıvıların kaynama sıcaklıklarını düşürmek ve bazı kütleleri bir yerden başka bir yere taşımak gibi amaçlar için kullanılmaktadır. Daha birçok kullanım alanı olan vakum, vakum pompaları ve aspiratörler kullanılarak elde edilir. Vakum seviyesinin ölçülmesi için vakum manometreleri ve vakum sensörleri kullanılır. Ortama yerleştirilen vakum sensörlerinin üzerinde meydana gelen ısı kaybı

ortamdaki basıncın bir fonksiyonu olduğundan, sensörlerde meydana gelen ısı kaybı yardımı ile ortamın basıncı ölçülür. Ürünlerin yüksek vakumda kurutulması halinde



Şekil 2. 7. Güneş enerjili kereste kurutma fırını

ürün yüzeyindeki buhar basıncı düşürülebilir. Bu suretle meydana gelen basınç farkı cisim bünyesindeki difüzyon olayı hızlandırılır ve bünyesindeki su dışarı atılır [14].

2.4. Teneke kutu kapağı üretiminde kullanılan kurutucu çeşitleri

Kurutma usullerinin tanımında amaç; kurutulmak istenen contanın içindeki nemin alınarak istenilen değerlere getirilmesidir. Contanın içindeki nemin-suyun alınması, değişik usullerle yapılmaktadır.

2.4.1. Güneşte, açık havada doğal kurutma

Güneşte, doğal şartlarda kurutma, kurutulacak olan contalı kapak doğrudan güneşin veya ortamın ısı etkisine bırakma şeklindedir. Kurutma süresi, kurutulacak kapak ve contasının sıcaklığında, güneşin etkinliğine ve ortam sıcaklığına göre değişir. Bu yöntem kuruma işi tek kapak için birkaç gün sürebilir. Bu nedenle üretilen kapakların açık veya kapalı bir ortamda serilmesi, yayılması çok mümkün değildir. Açık

ortamda günlerce bekleyen kapak dış ortamın etkisiyle kontamine olur, bu durum gıda güvenliği açısından istenmeyen bir durumdur. Doğal kurutma yöntemi günümüzde teneke kutu kapağı kurutma gereksinimine artan talepler doğrultusunda cevap verememektedir.

2.4.2. Sıcak hava ile kurutma

Sıcak hava ile kurutma; kurutulan kapak contası içindeki nem, kurutma hücrelerinden geçen sıcak hava tarafından çekilerek yapılmaktadır. Bu sistemde sistem havası başka bir üniteye ısıtılarak, bağıl nemi düşürülüp, kapak üzerinden geçirilmektedir.

2.4.2.1. Yatay fırınlarda kurutma

Yatayda ilerleyen 40-80 cm eninde, 300-450 cm boyunda çelik esaslı bir konveyörün kapalı bir hazne içinden geçmesi prensibine dayanır. Haznenin üst kısmında bulunan yanma odası fan yardımı ile sıcak havayı fırın içerisine basar. Konveyör üstüne konan kapaklar fırın içerisinden geçerek kururlar. Yatay fırınlarda kapağın istenilen şekilde kuruması 10-15 dakika sürer. Fırın içerisi 90-100 derecedir. 20-40 cm yüksekliğinde 100-200 adet kapağın üst üste durarak ilerlemesi sırasında kapakların birbiri üstünde titreşimleri çizilmelere neden olur bu kalite açısından istenmeyen bir durumdur. Kapaklar üst üste durduğu için buharlaşan suyun iki kapak arasından çıkıp uzaklaşması tamamen gerçekleşmez. Ortamdan uzaklaşamayan su buharı kapakların depoda bekleme sürecinde yoğunlaşarak kapak üstünde su birikintileri oluşturur, bu çok rastlanan bir durum olmasa da dezavantajdır. Su kapaklarda korozyona neden olur ve kapaklar kullanılmaz hale gelir. En üstteki 2-3 adet kapak sıcak havanın giriş bölgesinden etkilenecek hızlı kuruma nedeni ile contada kabarmalar hatta contanın özelliğini kaybetmesine neden olur. Bu kapaklar kullanılamazlar, ayrılarak %0,4 ıskartaya neden olurlar. Yatay fırınlarda fırın girişinde kapakları dizmek ve yerleştirmek için fazladan 1 personele ihtiyaç duyulur. Bu fırınların konveyör giriş ve çıkış aralıkları fazla olduğu için sıcak havanın fırın dışına çıkışı kolaylıkla olmakta bu nedenle doğalgaz tüketimini arttırarak 10-15m³/sa yapmaktadır.



Şekil 2. 8. Yatay fırın



Şekil 2. 9. Yatay fırın içerisinde üst üste konan kapakların görüntüsü

2.4.2.2. Dikey fırınlarda kurutma

Dikey düzlemde ilerleyen cepli bir zincir sisteminden oluşmaktadır. Zincir alt ve üst tarafta bulunan kasnak sistemi vasıtası ile dönüşünü tamamlar. Kapaklar contalama makinesi ile senkronize çalışan fırın tahrik sistemi vasıtası ile otomatik olarak ceplere girer ve fırın içinde ilerler. Genellikle 1 inçlik zincirde 4 adet cep bulunmaktadır. Kapak derinliğine bağlı olarak 1 inçteki kapak adedi artıp azalabilir. Kurutma işlemi daha hızlı, daha ekonomik ve daha hijyenik olarak gerçekleştirilir. Kurutma işlemi daha kısa sürede gerçekleşecektir. Enerji kullanımında azalma dolayısıyla ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır.

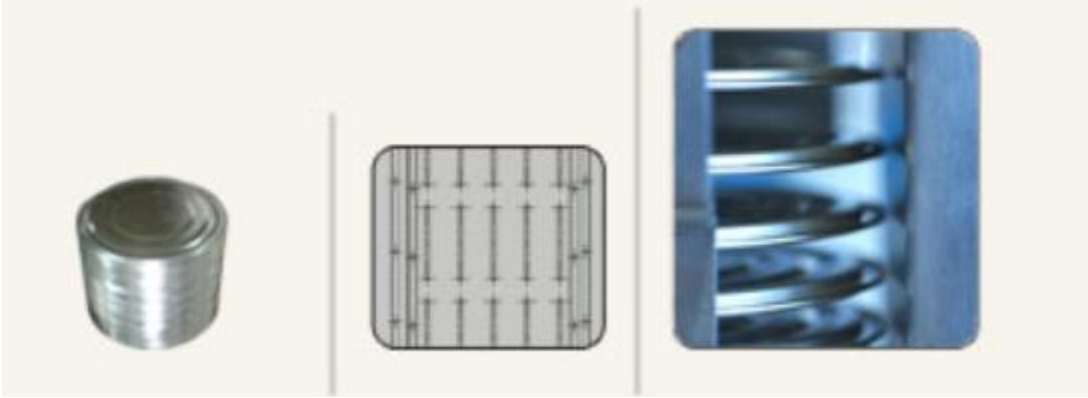
Kurutma işlemi kapalı bir ortamda hijyenik olarak gerçekleşecektir. Bakım giderleri yatay fırınlara göre düşüktür. Kapaklar yatay fırınlarda olduğu gibi üst üste konmadığı için çizilme olmaz. Kurutma süresi 4 dakika olup fırın içi sıcaklığı 70-90 derecedir. Yüksek katı maddeli, kuru maddesi %65 olan contaların kuruma süresi 2 dakikadır. Fırın içerisinden yan yana 2 veya daha fazla 4 adet dikey cepli zincir sayesinde fırın kapasitesi 2 ye katlayabilir. Dik fırınlar contalama makineleri ile birlikte senkronize çalışırlar. Contalanan kapaklar her bir fırın cebine bir adet olacak şekilde otomatik olarak dizilirler. Bu işlemin otomatik yapılması önemli işçilik tasarrufu sağlamaktadır. Fırın cepleri ısıya dayanıklı plastik malzemeden yapılmalıdır.



Şekil 2. 9. Contalama makinesi ve dikey fırın görüntüsü



Şekil 2. 10. Dikey fırın ceplerinde kapakların aralıklı şekilde dizilmesi



Şekil 2. 11. Dik fırın ceplerinde kapakların detaylı şekli



Şekil 2. 12. Köşeli kapaklarda dik fırında conta kuruma resmi

2.4.3. İndüksiyon fırını ile kurutma

Sistem cam pyrex bir boru ve dışında indüksiyon oluşturacak bir bobin mekanizmasından oluşur. Akımın bobinden geçmesiyle indüksiyon akımı oluşur ve sadece teneke metal kapaklar ısınır. Yatay düzlemdeki boru içerisine dikey konumda birbirini arkası gelen kapaklar birbirlerini ittirerek ilerlerler. Buharlaşan su buharını dışarı atmak için ayrıca bir fan sistemi mevcuttur. Bu sistem 2010 senesinde Nordson firması tarafından geliştirilmiş, patentlenmiş, kullanılmaya başlanmış olup denemeleri devam etmektedir. Henüz yaygın kullanım alanına sahip değildir. Bu

nedenle gerekli ölçümler yapılamamıştır. Az yer kaplar, sadece metal kapakları ısıtır, ortam havasını ısıtmaz.

Diğer fırınlarda sıcak hava contanın üst kısmını öncelikle kurutmaktadır. Üst kısmı önce kuruyan contanın iç kısmından buharlaşan su buharı conta yüzeyinde kabarcıklar oluşturmaktadır. Bu sistemde önce kapak ısınır, conta içten dışa doğru kurduğundan bu etki görülmez.



Şekil 2. 13 İndüksiyon fırını



Şekil 2. 14 İndüksiyon fırınında bobin görüntüsü

2.5. Kurutmayı Etkileyen Faktörler

Kurutma olayına etki eden parametreler aşağıdaki gibi sıralanabilir [10].

Isı transferi

Isıtma ortamından sıvı yüzeyine ısı transferi

Yapışkan katmanlarda ısı transferi

Katıdan sıvıya direkt ısı transferi

Kurutma atmosferi

Kurutma atmosferi basınç ve sıcaklığı

Kurutma atmosferinin bileşimi

Kurutma yüzeyindeki havanın izafi hızı

Katı sıvı sisteminin genel fiziksel özelliği

Katı sıvı arasındaki yüzey gerilmesi

Katı sıvı arasındaki yapışkan film kalınlığı

Gözenekler içinde yüzey alanının sıvı hacmine oranı

Katıların özellikleri

Parçacık boyutu

Katının etken alanı

Katının gözenekliği

BÖLÜM 3. CONTA

3.1. Giriş

Bu bölümde teneke kutuların sızdırmazlığını ve mikropların ürünle temasını engelleyen contalar hakkında bilgiler yer almaktadır. Contalama kutu imalatı yapan işletmelerin üzerinde en çok durdukları proseslerin başında yer almaktadır. İlk olarak kurutma prosesi açıklanacak ve daha sonra piyasada yaygın olarak kullanılan teneke kutu kapak contalarının kurutulmasında uygulanan yöntemler, kütle ve enerji bilançoları, kurutulmayı etkileyen faktörler ile piyasada yaygın olarak kullanılan conta markalarının verileri yer almaktadır.

3.2. Kurutma Prosesi

Bir malzeme kurutulur iken iki proses gerçekleşmektedir:

1. Sıvının buharlaştırılması için ısı transferi olur.
2. Malzeme içinde sıvı veya buhar halinde ve malzeme yüzeyinden ise buhar halinde kütle transferi olur.

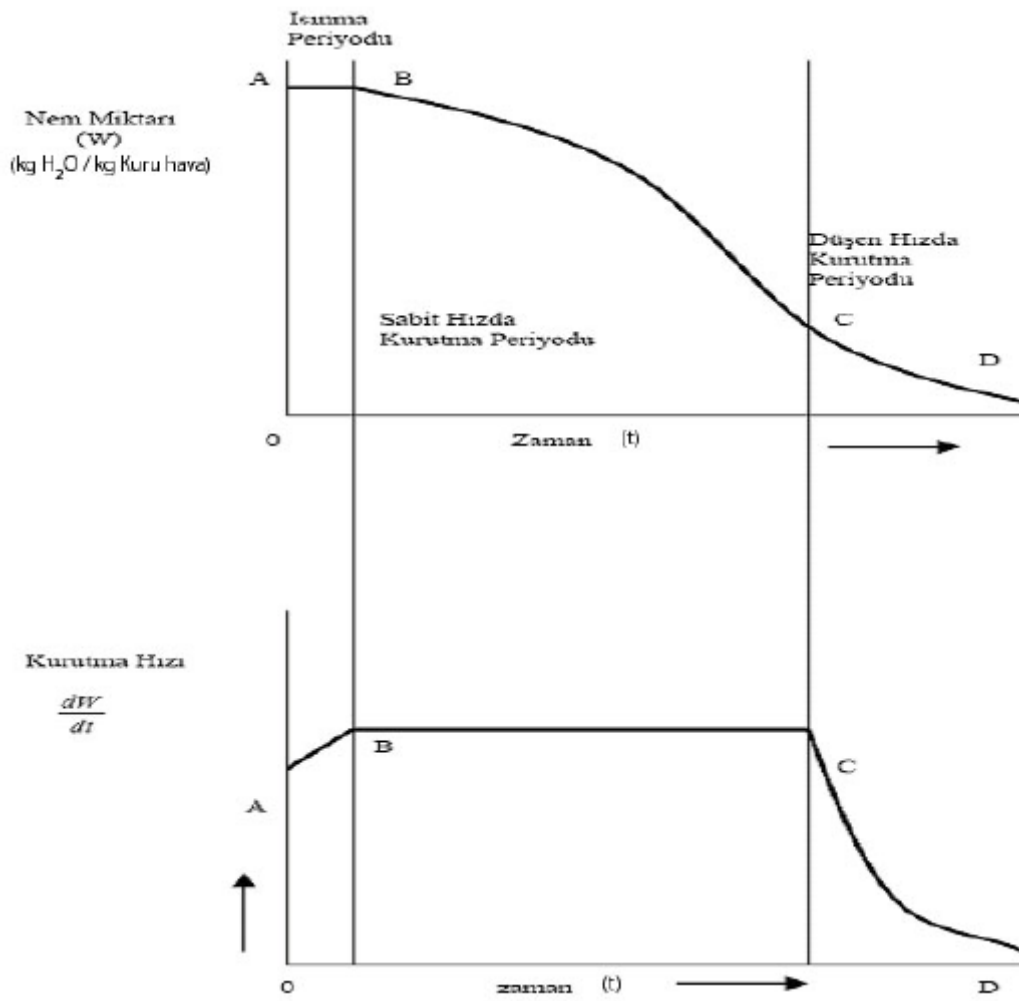
Tipik kurutma prosesi Şekil 3,1 deki grafikte gösterilmektedir. Bir ilk sıcaklık yükselmesini (AB) takiben pek çok durumda belli bir zaman süresince sabit hızda buharlaşma gerçekleşir (BC). Bu buharlaşma işlemi, buharlaşma oluşan yüzeylerdeki ısı transfer miktarının ayarlanması yoluyla kontrol edilebilir. Bu kademedeki malzeme içerisinde buhar veya sıvı şeklinde oluşan kütle transferi yüzeyi sıvıca dolgun tutmak için yeterli olmakta ve buharlaşma işleminin hızını etkilememektedir. Bu mekanizma "Sabit Hızda Kurutma" olarak adlandırılmaktadır [20].

Bu periyodu, buharlaşma hızının sürekli olarak değiştiği, "Düşen Hızda Kurutma" (CD) periyodu takip etmektedir. Bu zaman süresince malzeme yüzeyi sıvıca doygun

durumda değildir ve malzeme içinde nem taşınması hızı, buharlaşma hızını kontrol eden bir faktör haline gelmektedir.

Sabit hızda kurutma periyodunun son noktası olan (C) 'deki nem miktarı, "Malzemenin Kritik Nem Miktarı" olarak tanımlanır. Eğer istenen son nem miktarı (kurutma işlemi sonunda kuru malzemenin nem miktarı), kritik nem miktarından yüksek ise tüm kurutma prosesi, sıcaklık yükselmesi periyodundan sonra sabit hızla kurutma olarak gerçekleşir. Eğer kurutmaya tabii tutulacak malzemenin başlangıçtaki nem miktarı kritik nem miktarından daha düşükse, tüm kurutma prosesi düşen hızda kurutma olarak gerçekleşir. Kurutulan malzemeye ait bu hızlar;

- a. Dış Faktörler: Kurutma havası sıcaklığı, nemi, akış hızı ve türbülansı, kurutulacak
- b. Malzemenin yüzey alanı ve kalınlığı, tanecik büyüklüğüne
- c. İç etkenler: Kapiler akış ve yoğunluk, iç buharlaşma veya daralmalar sonucu oluşan basınç değişimi nedeniyle oluşan akışlar gibi difüzyon yoluyla nemin yüzeye taşınmasını etkileyen, malzemenin doğasına ait özelliklere bağlı olarak değişmektedir.



Şekil 3.1. Kurutma prosesi

Nemin malzeme içerisindeki hareketleri çok karmaşık olup, kontrol mekanizması ile ilgili temel bilgiler yetersiz kalmaktadır. Kurutma hızında sınırlayıcı faktörler genel olarak iki ana gruba ayrılabilir:

- Malzeme yüzeyindeki statik hava film tabakasından geçmek suretiyle yüzeydeki sıvının, kurutma havasına karışma hızı,
- Yüzey tabakasının sertleşmesi veya büzülmesi sonucu nem akışına engel olma veya malzemeye muhtelif nedenler sonucu zarar verme gibi durumlar yaratmaksızın malzemeden nem uzaklaştırma hızıdır.

Kurutma uygulamalarında deneyimlere dayanarak, minimum kurutma süresi ve dolayısıyla en iyi enerji kullanımını sağlayacak dış faktörleri oluşturmak mümkündür.

3.3. Kurutmayı Etkileyen Parametreler

3.3.1. Hava sıcaklığının etkisi

Hava sıcaklığının yükselmesiyle birlikte, havanın içerisinde su buharı tutulma özelliği de üstel olarak artış gösterir. Ayrıca, yüksek hava sıcaklıkları yüzeydeki nemi ve malzemeye ısı transfer hızlarının artmasını sağlar ve bunun sonucunda yüksek buharlaşma hızları oluşur. Bu durum ise malzeme içindeki nemin daha kolay ve hızlı bir şekilde yüzeye çıkmasını sağlayan itici, zorlayıcı bir etki yaratır.

Bu nedenle, kurutulacak malzemeye herhangi bir zarar vermeksizin uygulanabilecek maksimum hava sıcaklığına bağlı olarak, yüksek kurutma hızları elde edilebilir. Hava sıcaklığı gayet tabiidir ki kurutma havasını ısıtmak için kullanılacak olan akışkan sıcaklığı ile de sınırlanmaktadır. Bununla birlikte yüksek hava sıcaklıklarının, kurutma sistemine verilen enerji miktarının ve maliyetin yükselmesi anlamını taşıdığı da unutulmamalıdır.

3.3.2. Hava nem miktarının etkisi

Yüksek kurutma hızları ayrıca, kurutma havasındaki nem miktarının minimum olması halinde elde edilir. Herhangi bir kuru termometre sıcaklığındaki hava içindeki nem miktarının artması, bu havanın ilave çözücü buharı tutma kapasitesinde azalma oluşturur. Bu durum malzeme yüzeyinden buharlaşma miktarını azaltacak yönde etki de yapar. Bu etkiler, düşük hava sıcaklıklarında ve havadaki nem miktarını doyma noktası yakınlarına ulaştığı durumlarda oldukça önem kazanır, ama sıcaklık yükselmesiyle bu etkiler zayıflamaya başlar. Pratik kurutma uygulamalarında, makul ölçüdeki yüksek nem miktarı kurutucu performansı önemli ölçüde sınırlayıcı bir faktör değildir. Ekonomik olması istenen çalışmalarda, hava çıkışında % 80 bağıl nem oranlarını görmek her zaman için gayet normaldir. Isıtılması gereken taze, temiz hava miktarının ve kurutucu içerisinde hava akış hızının azaltılması amacıyla bir kısım sıcak egzost havasının geri döndürülerek yeniden kullanılması halinde bu durumla sık karşılaşılır.

3.3.3. Hava akış hızının etkisi

Islak yüzeyden buharlaşma hızı, sıvıya ısı akışına ve nemli yüzeydeki düzgün tabaka yoluyla yayılan buhar miktarına bağlıdır. Yüzey üzerinden geçen oldukça yüksek akış hızına sahip hava akımı, bu düzgün tabakanın kalınlığını azaltıcı yönde etki eder ve ısı transferinin ve aynı zamanda buharlaşma hızının artmasını sağlar. Hem nemli yüzeyin hem de hava akımının türbülanslı olması buharlaşma miktarını artırır. Islak yüzeye göre hava akımının yönü önemli miktarda etkiler yaratır. Teğetsel hava akımı olduğu takdirde buharlaşma miktarı, hava hızının n . kuvvetine kadar yükselir, n değeri 0,8'dir. Yüzeyde normal hava akımlarında $n=1,4$ değeri elde edilebilmiştir.

3.4. Nem Miktarının Tanımı

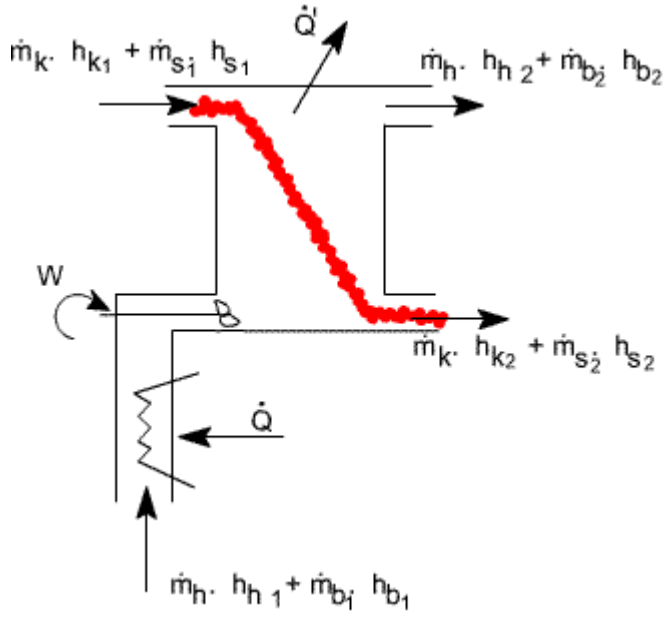
Kurutma havası olsun, kurutulacak malzeme olsun nem miktarı genellikle mutlak birimde (kg_{nem} / kg kuru madde) veya (ağırlıkça kuru maddeye göre) yüzde cinsinden ifade edilmektedir. Temel olarak nem yüzdesinde eşit miktarda artış, ağırlıklarda eşit değişiklikler oluşturmaktadır. Malzemenin yaş ağırlığına göre, yüzde veya mutlak birimlerde nem ifadeleride pek nadir olarak da olsa görülmektedir.

3.5. Kurutucu Verimi

Kurutma işlemlerinde ısı enerjisi:

1. Kurutucuya giren havanın sıcaklığının yükseltilmesi,
2. Kurutulacak malzemenin sıcaklığının yükseltilmesi,
3. Kurutulacak malzemedeki sıvının sıcaklığının yükseltilmesi ve buharlaştırılması,
4. Kurutucu Yüzeyinin örneğin radyasyon, konveksiyon, kaçaklar şeklinde olan ısı kayıplarının karşılanması amacıyla kullanılır.

Bu alanlardan sadece 3.maddedeki kurutulacak malzemedeki sıvının (nemin) sıcaklığının yükseltilmesi ve buharlaştırılması, yararlı olacaktır. Bu nedenle kurutma proseslerinde, 3. madde için tüketilen enerji, toplam enerji tüketimine (1-4 maddelerin toplamı) bölünmek suretiyle ısı verim hesaplanır.



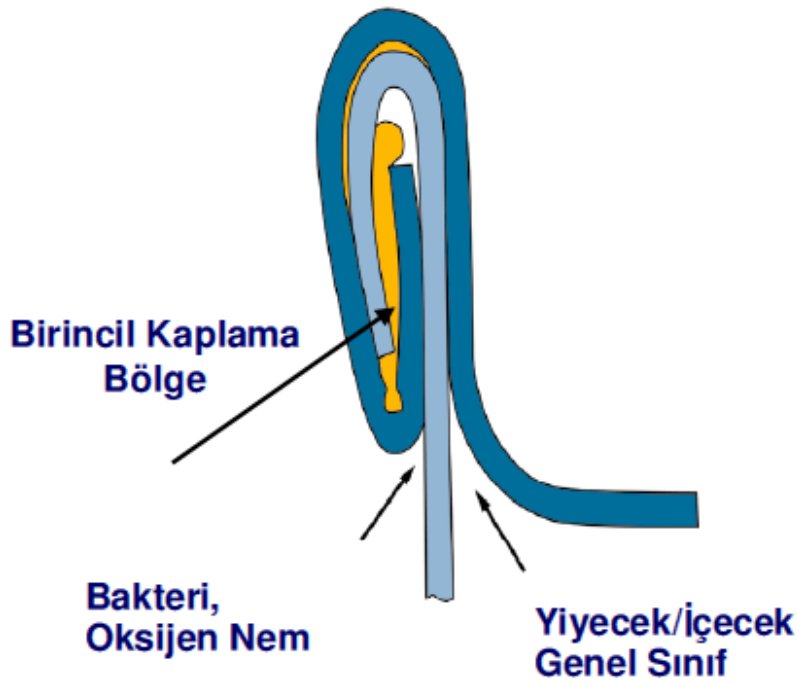
Şekil 3. 3. Sürekli Kurutucular için enerji bilançosu

3.7. Contalar

Contaların ana işlevi teneke kutuların içindekileri negatif basınca karşı dışarıdan gelen etkilere karşı korumak için dayanıklı, hava geçirmez bir kaplama oluşturmaktır. Bu işlevi gerçekleştirmede birçok özellik ve değişken kritik öneme sahiptir. İşlevsellik ürüne, kutulara ve üretim sürecine bağlıdır [21].

Su bazlı contalar uygun şekilde kurutulduklarında ve kapatıldıklarında gövde ve kapak arasında hermetiklik sağlarlar. Su bazlı contalar uçucu solventler(VOC) içermezler [22].

Contalar kauçuk esaslı yapıya sahiplerdir. Yapılarındaki su veya solventin uçması ile kapak eteğinde katılaşırlar ve yapılarındaki çeşitli maddeler neticesinde kapak yüzeyinde iyi bir tutuculuk sağlarlar.



Şekil 3. 4 Teneke ambalajın kenet bölgesindeki Contanın görüntüsü (Sarı bölge contayı göstermektedir) [21]

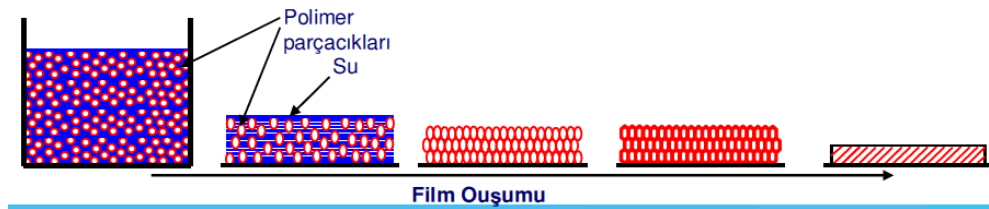
3.8. Conta Çeşitleri

3.8.1 Solvent bazlı contalar

Polimerler organik solvent içinde fiziksel olarak çözülürler. Uçucu Organik birleşiklerle ilgili sorunlar solvent bazlı contalar ile alakalıdır (Sağlık, çevre, güvenlik). Organik solvent buharlaşmaya başlayınca film oluşumu başlar. İçerdikleri uçucu solventlerden dolayı kullanımları tercih edilmemektedir. Kendi kendilerine açık ortamda kuruyabilirler fakat kapasite probleminden dolayı kurumaları için geçen süre ve fazla miktardaki ihtiyaçtan dolayı fazladan bir kurutma işlemi ve maliyeti getirmektedir. Bu nedenle tercih edilmezler. Kullanımları ve temizlikleri zor, üretimdeki verimlilikleri düşük ve kalite kayıpları fazladır. Depolandıkları kaplara yapıştıkları için artıkları fazladır.

3.8.2. Su bazlı contalar

Polimer parçacıkları su içinde dağılırlar. Su polimerler, dolgu maddeleri, katkı maddeleri taşıyıcı olarak görev yapar. Contanın kurumasından ve katılaşmaya başlamasından sonra film oluşturmaya başlar. İçine kondukları, temas ettikleri gıda ve diğer maddelerle etkileşime girmez, kalıntı bırakmazlar. Solventbazlı contalara göre ucuz, kullanımları ve temizlikleri kolaydır. Üretimdeki verimlilikleri solvent bazlı contaların aksine üstündür. Kalite problemleri bakımından sıçratma, kirlenme yaşanmamaktadır.



Şekil 3.5. Contanın uygulama ve kuruma sürecindeki molekül yapısı [21]

3.9. Contaların Kullanım Alanları

Teneke kutu kapak contası sentetik kaurçuk esaslı maddedir. Teneke kutu kapak gövde arasındaki sızdırmazlığı sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Conta uygulamaları kalıp-stampa, çok iğneli ve elektro pnömatik tabanca nozul ile yapılmaktadır. Yuvarlak ve köşeli kutular için farklı tip contalar vardır. İçine konacak ürüne göre ve dolum sonrası proses farklılıklarına göre contalar farklı özelliklere sahiptirler. İçine konacak ürüne göre contalar kuru gıda, aeresol, solvent ve boyalar, yağlı ve sebze gıda maddesi olarak sınıflandırılırlar. Dolum sonrası proses şartları sıcak dolum, buharlı kapama, pastörizasyon ve sterilizasyondur.

3.10. Conta ile ilgili teknik veriler

Aşağıdaki Tablo3.1' de teneke kutu kapak contasına ait teknik bilgiler yer almaktadır.

Tablo 3.1. Contaya ait teknik bilgiler.

Hammadde	sentetik kauçuk
Katı madde oranı	yaklaşık % 50-65
Kuru yoğunluk	1,34 g/cm ³
Yaş yoğunluk	1,18 g/cm ³
Viskozite	360 mPas
Renk	gri
pH	yaklaşık 10
Depolama süresi	max. 12 ay
Depolama sıcaklığı	+7 °C - +32 °C, dona karşı duyarlıdır.

3.11. Contanın Depolaması

Su bazlı contalar orijinal ambalajlarında, kapalı alanlarda 5-35⁰C de depolanmalıdırlar. Contanın depolandığı ve kullanıldığı alanda ciddi sıcaklık farkı var ise conta kullanılmadan 48 saat önce kullanım alanına getirilerek sıcaklığı eşitlenmelidir. Contanın hava ile teması depolama süresince engellenmelidir. Depolama koşullarında contanın donması engellenmelidir. Donma, contanın ayrışmasına ve uygulanamamasına neden olur. Conta ambalajları direkt güneş ışığından ve ısı kaynaklarından uzak tutulmalıdır. Depolama sürecinde ilk giren ilk çıkar stok sistemi uygulanmalı. Contalar üretim tarihinden itibaren 6-12 aylık dönemde tüketilmelidir.

3.12. Conta Kullanım Şekli

Contalar kullanıma hazır halde sevk edilirler. Depolama süresinde varil veya kovalarda bekleyen conta su ve bağlayıcılarına ayrışmıştır. Kullanılmadan önce uygun şekilde karıştırılmaları tavsiye edilir. S tipi ve havalı varil karıştırıcı ile 200-

300 devir/dakika, 10-15 dk süre ve homojen bir görüntü elde edilmelidir. Karıştırma süresi, devri ve karıştırma yöntemi mutlaka conta üreticisine sorulmalıdır. Karıştırma işlemi sırasında contaya su ve/veya amonyak ilave edilmez. Contayı karıştırma ve kullanma sırasında hava kabarcıklarının oluşması önlenmelidir. Contayı varillerden günlük tanklara aktarma işlemi sırasında sadece piston tipi pompalar kullanılmalıdır. Diğer pompa çeşitleri ve contayı dökmek havanın contaya karışmasına neden olur ki buda kullanım sırasında conta filminde hava kabarcıklarına neden olur. Günlük kullanım tanklarındaki conta her saat 10 dakika 20-30 ile karıştırılmalıdır.

Kullanımı sırasında conta tankı ve nozul arasına 500 micronfilitre konması tavsiye edilir. Filitre her gün temizlenmelidir. Conta sadece piston tipi pompalarda basılmalı ve tüm bağlantı parçaları paslanmaz çelik olmalıdır. Contanın tesisatta bakır, pirinç, çinko ve diğer galvanik metaller ile teması önlenmelidir. Temas tortu oluşumuna ve conta ile reaksiyona girmesine neden olur.

Conta kapak üzerine 25-35 °C aralığında uygulanmalı. Conta kazanında uygun tip ısıtıcı ve tüm tesisat yalıtılmış olmalıdır. Conta kapak üzerine 1-2 bar basınç aralığında uygulanmalıdır. Gelişmiş çalışma ortamı hijyeni için iyi havalandırma koşullarına ihtiyaç vardır. Amonyak kokusu giderilmesi için üretim, kurutma bölgesi ve depoda havalandırma tedbirleri almak gerekmektedir.

3.13. Contanın Uygulanması

Conta varillerde ve kovalarda ağızları kapalı, hava almayacak ve üst kısımlardaki conta kuruyarak kaymak etkisi yapmayacak şekilde depolanır. Conta günlük kullanım kazanlarına konur ve kullanım süresince ağır devirle karıştırılması gereklidir. Conta ısıtılır, pompa, filtre, borular yardımı ile uygulama elektro pnömatik tabanca nozula (Şekil 3.6) iletilir. Conta belli miktar ve zaman aralığında aşağısında dönen kapağın conta kanalına sevk edilir. Dönen kapak santirifüj etkisiyle contayı conta kanalı çevresince dağıtır. Contanın tüm kanal boyunca aralıksız, aynı geometride, kapak etek altını da kapsayacak şekilde dağılması gıda güvenliği ve kapama performansı açısından zorunludur. Contanın sürekliliği sızdırmazlık açısından çok önemlidir. Conta üzerinde hava kabarcığı ve yabancı madde

olmamalıdır. Contanın kapak etrafında belli aralıklarda dağılımı ayrıca hekzan testi ile kontrol edilmelidir.



Şekil 3.6. Conta tabancası resmi

3.14. Contanın Kuruması

Contanın kurutma sonrası, depolama öncesi en az %85 kurulukta olmaları istenmektedir. Bu durumda conta içindeki mutlak nem %15' dir. Kapak contalarının depolama süresince katı madde oranlarının %90-95 seviyelerine ulaştığı görülmektedir. Uygun depolama şart ve süresi sonunda kurumanın %98 seviyelerine ulaştığı görülmüştür. Contalanmış kapaklar kapama öncesi 48 saat depolanmalıdır.

Contanın yeteri şartlarda kuruması ancak dik fırınlarda 4 dakikada 70-90 °C sıcaklıkta, yatay fırınlarda 15 dakikada 90-100°C sıcaklıkta olmaktadır. Kapağın fırında kalma süre ve sıcaklığına göre mutlak nem kontrolü fırında kuruyan kapaklara yapılmalı bu değerlere fırın kapasitesi, üretim hızı belirlenmelidir. Conta tedarikçilerinin verdiği değerleri baz almak kurutma fırını yatırımı yapılmasında ve kalite sağlama açısından başlangıç noktasıdır.

3.15. Conta kurumasını etkileyen faktörler

- a) Hat-üretim hızı
- b) Kapak boyutu
- c) Kapak şekli
- d) Kapak teneke kalınlığı
- e) Conta gramajı
- f) Conta katı madde oranı
- g) Kurutma sonrası kapakların paketlenildiği ambalaj malzemesi
- h) Ortam sıcaklığı ve nem
- i) Depo havalandırması

3.16. Mutlak Nem Conta Kuruması Prosedürü

Bu test prosedüründe contasız ve contalı kapak, naylon poşet, hassas terazi kullanılmıştır. Aynı kapakların contasız, yaş ve kuru contalı ağırlıklarının ölçülmesi ve bunların arasındaki farklar ile kuruma sonunda mutlak nem tayini tablo 3.2'deki adımları uygulayarak yapılmaktadır.

Mutlak nem %9,64 oranında tespit edilmiş, conta % 90,36 seviyelerinde kurumuştur. %90 kuruma fırın çıkışı için yeterli olup, conta teknik özelliklerine göre karar vermek gerekir. Ambalajlama sonrası depoda kapama öncesi bekleyecek olan kapakların contaları kurumaya devam edeceklerdir.

Conta iyi kurumadığında depolanmış kapakların contalarında akma, kapakların birbirine yapışması, kapak ambalajları içerisinde su damlacıkları, kapak kesim

yerlerinde pas oluşumu görülmektedir. Contanın aşırı ve hızlı kurummasından dolayı contada kabarma oluşur.

Tablo 3.2. On kapak için kurutma ölçümleri sonucu mutlak nem tayini

Adım 1	10 adet contasız kapak ve naylon poşet ağırlığını tartın g	109,74
Adım 2	10 adet contasız kapağı tartın ve naylon poşet ağırlığını bulun g	107,39
	Naylon poşet ağırlığı g	2,35
Adım 3	Fırın çıkışında 10 adet kapak, naylon poşet, conta, mevcut nemi tartın gr	110,57
Adım 1	10 adet contasız kapak ve naylon poşet ağırlığı g	109,74
	Fırın çıkışında 10 kapak için toplam conta, mevcut nem ağırlığı g	0,83
Adım 4	Fırın çıkışında 1 kapak için conta, mevcut nem ağırlığı mg	83
Adım 5	10 kapak+%100 kurumuş conta ağırlığı (kapaklar labaratuvar fırınında 5 dakika, 120 °C' de kurutuldu)	108,13
Adım 2	10 adet contasız kapağın ağırlığı g	107,39
Adım 6	10 kapak, kurumuş conta ağırlığı g	0,74
	10 kapak için düzeltme faktörü g	0,01
	10 kapak, kurumuş conta ağırlığı, düzeltme faktörü ile	0,75
Adım 7	1 kapak için kuru film ağırlığı mg	75
	Mutlak nem % ((Adım 4-Adım 7) / Adım 4)* 100	9,64

3.17. Hekzan testi

Contanın kapak etrafında belli aralıklarda dağılımı ayrıca hekzan testi ile kontrol edilmelidir. Bu testte yuvarlak kapağın kenet bölgesini dışarıya doğru bir kerpeten vasıtası ile açılır. Conta kanal bölgesini 8 eşit dilime ayrılır ve her dilimi 1'den 8'e kadar numaralandırılır. Sivri uçlu bir tahta parçası ile her dilime karşılık gelen conta kazınır ve hassas terazide tartılır. Kazıma işlemi sırasında kapak üzerindeki lak tabakasına zarar verilmemelidir, kapak üzerinde conta kalıntısı kalmamalıdır. Lak parçacıklarının conta ile karışması önlenmelidir. Tüm dilimlerdeki conta gramajının farkı birbiri içerisinde %10'dan fazla olmamalıdır. Bu şekilde toplam kuru conta ağırlığı hesaplanmalı, yaş conta ağırlığı ve kuru madde oranına göre mukayese edilmelidir.

Tablo 3.3. Çeşitli cins contaların kapak çapına göre uygulama ağırlıkları (mg)

CONTA MİKTARLARI TABLOSU						
KAPAK ÇAPI mm	CONTA CİNSİ / MİKTARI (mg)					
	X		Y		Z	
	YAŞ	KURU	YAŞ	KURU	YAŞ	KURU
153	370±37	170±20	342±34	154±16	302±31	181±19
99/96	200±20	90±10	189±19	85±8	154±15	92±9
84	164±16	74±8	158±16	71±7	128±13	76±8
73	142±14	64±7	140±14	63±6	115±12	69±7

BÖLÜM 4. MATERYAL ve YÖNTEM

4.1. Giriş

Günümüzdeki hızlı değişim ve globalleşme organizasyonların etrafındaki belirsizlikleri arttırmış, yönetim işlevini karmaşıklaştırmış yöneticilerin karar vermelerini daha da zorlaştırmıştır. Karar verme yöneticiler için en önemli ve zor görev haline gelmiştir [23].

Yöneticiler verecekleri kararlar için doğru ve güvenilir tahminlere ihtiyaç duyarlar. Bunu yaparken bilimsel ölçütleri dikkate almaları daha iyi karar vermelerini sağlar. Karar verme problemi en genel anlamda; bir seçenek kümesinden en az bir amaç veya ölçüte göre en uygun seçeneğin seçimi şeklinde tanımlanabilir. Buna göre bir karar probleminin elemanlarını karar verici, seçenekler, kriterler, sonuçlar, çevre ve karar vericinin öncelikleri oluşturur. En basit sekiyle bir karar problemi bir amaç veya ölçüte göre seçenekler arasından bir seçim yapma gibi düşünülebilir. Karar verme süreci, verilerin nicel olarak bilindiği belirlilik altında karar verme (deterministik modelleme), verilerin olasılık dağılımlarıyla tanımlanabildiği risk altında karar verme, verinin karar sürecindeki ilişki derecesini temsil eden görelî ağırlıkların atanamadığı belirsizlik altında karar verme sınıflarından birisi içinde değerlendirilebilir [24].

Günlük hayatımızda sık sık bir şeyler hakkında karar vermek zorunda kalırız. Kararımızı verirken çeşitli kriterler belirleriz, sonuçta sübjektif yargılarımız doğrultusunda en iyi kararı vermeye çalışırız. Bu güne kadar kişilerin karar verme sürecine yardımcı olmak için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Yapılan çalışmada analitik hiyerarşi süreci (AHP) ele alınmıştır. Bu model karar vericinin sağlıklı karar vermesine yardımcı olabilecek güçlü bir yöntemdir [25].

Ayrıca bu çalışmada AHP için en iyi çözümü verdiği düşünülen ‘‘ Expert Cohice ‘‘ paket programının II. Versiyonu kullanılmıştır.

4.2. Analitik Hiyerarşi Süreci

Karar verme probleminde insan yargılarının son zamanlarda dikkat çeken bir ölçüde artmıştır. AHP ile karar vericilerin farklı psikolojik ve sosyolojik durumlardaki gözlemleri de dikkate alınarak kendi karar verme mekanizmalarını tanıma olanağı sağlamaya çalışmaktadır. Bu yöntem ile karar vericilerin daha etkin karar vermeleri amaçlanmıştır. Süreç karar vericinin belirlediği her bir kriterin göreceli önemlerinin belirlenmesine ve daha sonra her bir kritere göre karar alternatifleri arasında seçim yapmasına gereksinim duyar [26].

Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytical Hierarchy Process - AHP) karmaşık karar problemlerinde karar alternatif ve kriterlerine göreceli önem değerleri verilmek suretiyle yönetsel karar mekanizmasının çalıştırılması esasına dayanan bir "çok kriterli karar verme" yöntemidir. AHP, karar teorisinde zengin uygulamaları olan, nitel ve nicel faktörleri birleştirme olanağı sunan güçlü ve kolay anlaşılır bir yöntemdir. Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen yöntem belirlilik ya da belirsizlik altında çok sayıda alternatif arasından seçim yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunduğu, çok kriterli ve çok amaçlı bir karar verme durumunda kullanılır. AHP, Tecrübe ve bilginin de en az kullanılan veriler kadar değerli olduğu prensibine dayanır. İş ve ekonomide çok kişili, çok kriterli karmaşık kararların planlamasında çok kullanışlı olduğunu kanıtlayan güçlü bir yönetim karar aracıdır [24].

Ayrıca AHP; Analitik, Hiyerarşi ve Proses olmak üzere üç temel kavramdan oluşmaktadır [24].

Analitik: Analitik karar verme, sorunların hiyerarşik bir biçimde anlamlı daha küçük alt bölümlere ayrıştırılarak daha etkin çözümlenebileceği esasına dayanır. Analitik, sorunlara temel bilim teori ve yöntemleri altında, matematiksel ve mantıksal yaklaşımlarla yanıt aramak anlamına gelmektedir. Analitik çözümde sadece

matematiğin değil iktisat teorisinin de temel kuralları kullanılır. Sonuçta bu yöntemle alınan kararların kabul görme ve anlaşılma şansı daha yüksektir.

Hiyerarşi: İnsan beyninin karmaşık durumları nasıl analiz ettiğini gösteren bir modeldir. Bu nedenle de AHP' de hiyerarşi, kişinin sorunu kavrayışına bağlı olarak amaçlar, kriterler, alt kriterler ve alternatifler arasındaki sistematik ilişkiyi karakterize eder. Çok karmaşık bir problemin basit, anlaşılır bir hiyerarşik yapıda ifade edilmesi de karar vericinin hiyerarşiyi oluşturan her bir öğeyi sistematik bir şekilde analiz ve sentez etmesinde, tek tek değerlendirmesinde kolaylık sağlar.

Proses: Karar probleminin tanımlanmasından çözümlenmesine kadar geçen tüm karar verme süreci aşamalarını ifade eder. Bilindiği üzere çok kriterli karar problemleri detaylı bir araştırma, öğrenme, tartışma ve kişinin önceliklerini gözden geçirme sürecini kapsar. Saaty' e göre AHP, bu sürece yardım etmek ve süreci kısaltmak için kullanılır. Karar verme problemlerinde AHP yi kullanılabilir hale ilk getiren Saaty, AHP' nin temelini teşkil eden 4 temel aksiyom tanımlamıştır [24].

Aksiyom 1: Terslik Koşulu: Karar verici, karşılaştırmalar yapabilmeli ve tercihlerinin derecesini belirleyebilmelidir. Bu tercihlerin derecesi terslik koşulunu yerine getirmektedir. Eğer A, B' nin x katı olarak tercih ediliyorsa, B' nin A' ya göre tercih derecesi $1/x$ olmaktadır.

Aksiyom 2: Homojenlik: Homojenlik benzer öğelerin karşılaştırılması için gereklidir. Örneğin bir kum tanesi ile portakalı büyüklüğü açısından karşılaştırmayız. Karşılaştırılan öğeler homojen olmadığı zaman öğelerin kümelenmesi gerekmektedir.

Aksiyom 3: Bağımsızlık: Tercihler ifade edildiği zaman, kriterlerin alternatiflerden bağımsız olduğu varsayılır.

Aksiyom 4: Beklentiler: Karar verme amacıyla hiyerarşik modelin tamamlandığı varsayılır, bir başka deyişle beklentilerle uyuşacak sonuç için tüm fikirlerin hiyerarşide yer almasından emin olunması gerekir.

Nükleer teknoloji, üretim, satın alma, satış, matematik, çevre bilimleri ve daha birçok alanda uygulamaları mevcuttur.

4.3. AHP'nin Katkı ve Kısıtları

AHP nin Kısıtları [27]

1. Sıra değiştirme olgusu AHP nin uygulanmasında dikkat edilmesi gereken bir konudur ve herhangi bir karar alternatifi probleme eklendiğinde veya çıkartıldığında karar alternatifi sıralaması değişmesi durumudur.
2. Modelleme sürecinin subjektif doğası AHP nin bir kasıdı olarak görölmektedir. Bu metodolojinin ‘kesinlikle doğru’ kararları garanti edemeyeceği anlamına gelir.
3. Bir karar hiyerarşisindeki kademe sayısı arttıkça ikili karşılaştırma sayısı da artar. Buda AHP için fazla zaman ve çabadır.

AHP'nin Katkıları ise şunlardır [27].

1. Karmaşık problemleri basitleştiren bir yapısı vardır.
2. Karar vericilerin karar probleminin tanımını ve unsurlarına ilişkin anlayışını arttırır.
3. Bir karar problemine iliřkin hem objektif hem subjektif dūřüncelerle , hem nitel hemde nicel bilgilerin karar sürecine dahil edilmesine olanak verir.
4. Grup kararlarında kullanımını uygundur.
5. Karar vericinin yargılarının tutarlılık derecesini ölçmesine imkan verir.

4.4. Analitik Hiyerarşi Süreci

AHP' nin karar problemini çözüm aşamaları aşağıda sıralanmıştır.

1. 1-Hiyerarşik yapının oluşturulması
2. 2-İkili karşılaştırmaların yapılması
3. 3-Sentez

4.4.1. Hiyerarşik yapının oluşturulması

AHP ile karar problem çözme aşamalarından ilki, problemin irdelenerek daha kolay anlaşılmasını sağlamak için hiyerarşik yapıyı oluşturacak amaç, kriter, alt kriterlerin ve alternatiflerin ortaya konmasıdır. Amaca hizmet eden kriterler karar verme

probleminin karşılığına göre hiyerarşiye ilave edilebilir. Hiyerarşik yapının oluşturulması karar problemine analitik bir bakış kazandırır.

4.4.2. ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

Bu aşamada hiyerarşinin tüm seviyelerinde yer alan ve kararı etkileyebilecek öğelerle ilgili verilecek yargıların matrise dönüştürülmesi sağlanır. AHP' de her kriterin ikili karşılaştırmaları yapılarak hiyerarşideki elemanların birbirlerine göre göreceli önlemler belirlenmektedir. Örnek bir hiyerarşide n adet kriterle ilgilendiğimizi varsayalım; karar vericinin farklı kriterlerin göreceli önemini yorumlamasını yansıtan ve A ile tanımlanan nxn ikili karşılaştırma matrisi oluşturur (Bkz. Şekil 4.1.) [28].

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Şekil 4.1. nxn ikili karşılaştırma matrisi

İkili karşılaştırma, İ satırındaki (i=1,2,...,n) kriterlerin n sütunla temsil edilen her bir kritere bağlı olarak derecelendirmesiyle yapılır. a_{ij} , A' nın (ij) elemanı tanımladığına, AHP 1 ile 9 arasında bir ölçek önerilir. Burada $a_{ij}=1$, I ve j'nin eşit önemde olduğunu $a_{ij}=5$, I'nin j'den çok önemli olduğunu $a_{ij}=9$ ise I'nin j' den kesinlikle çok önemli olduğunu yansıtır. 2,4,6,8, değerleri kesin yargıya sahip olmamakla birlikte derecelendirmede uzlaşma gerektiğinde verilecek ara değerlerdir. Tutarlılık için $a_{ij}=k$, $a_{ji}=1/k$ yı ifade etmelidir. Ayrıca a matrisinin tüm diyagonal a_{ij} elemanları, kendilerine bağlı kriterleri değerlendirdikleri için 1 olmalıdır [28].

Genellikle analitik hiyerarşi süreci ile karar vermede, karar vericinin karşısına ölçmeyle ilgili bir problem çıkabilmektedir. Bu problem ölçme tekniği ile ilgilidir. Karar vericilerin problem ilişkin bilgi düzeyleri arttıkça, söz konusu problemin daha

tutarlı bir şekilde modellenebilmesi beklenebilir. Probleme ilişkin mümkün olduğunca fazla bilgi kullanarak, tutarlılığın artırılmasına olanak verilir [28].

Tablo 4.1. Kriterleri karşılaştırmada kullanılan tercih ölçeği [28].

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önemli	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur.
3	Birinin diğerine göre çok az önemli olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyet iş diğerine çok az derecede tercih ettirir
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde Kabul ettirir.
7	Çok kuvvetli düzeyde önemli	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür.
9	Aşırı derecede önemli	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ortalama değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasına düşen değerler.
	Reciprocal	Tersi karşılaştırmalar

4.4.3. Sentez aşaması

Sentez aşamasında, ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra, her bir kriter için görelî önem vektörleri hesaplanır. Bu aşamada en büyük özdeğer ve bu özdeğere karşılık gelen özvektörün hesaplanmasını ve normalize edilmesini içermektedir. Bu amaçla kullanılan çeşitli yöntemler mevcuttur. Ancak literatürde en yaygın olarak kullanılan normalizasyon yönteminde her sütunun elemanları o sütunun toplamına bölünür. Elde edilen değerlerin satır toplamı alınıp, bu toplam satırdaki eleman sayısına bölünür. Bu şekilde her kriter için öncelik vektörleri bulunur. Kriterlerin görelî önem vektörleri hesaplandıktan sonra, önem vektörleriyle matrislerin tutarlılığı test edilir. Tutarlılık, kriterlerin ya da alternatiflerin ikili karşılaştırmasının

belirlenmesinde kararın uyumluluk göstermesidir. Tüm karşılaştırma matrislerinin tutarlı olması zorunludur. Sonuçta, bu matrislerin yapı temelini insan yargısı oluşturur ve bir dereceye kadar tutarsızlık beklenebilir. Bu tutarsızlığın ‘mantıksız’ diye değerlendirilmeyecek şekilde tolere edilebilmesi sağlanmalıdır [28].

$$\text{Tutarlılık oranı} = CR = CI/RI$$

Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio)= CR

Tutarlılık İndeksi (Consistency Index)= CI

Rasgele Tutarlılık İndeksi (Random Cons. Index)= R-I

Tutarlılık indeksi $CI = (\lambda_{MAX} - n)/(n-1)$ formülünden bulunur.

Rasgele tutarlılık indeksi tablo 4.2 den, matrisin n değeri baz alınarak belirlenir

Tutarlılık oranının Kabul edilebilir düzeyde olması için Saaty'nin önerdiği en üst limit 0,10'dur. Yargılar için hesaplanan tutarlılık oranı 0,10'un altında ise yargıların yeterli bir tutarlılık sergilediği ve değerlendirmenin devam edebileceği Kabul edilmektedir.

Eğer yargıların tutarlılık oranı 0,10'un üstünde ise yargılar tutarsız kabul edilmektedir. Bu durumda yargıların kalitesinin iyileştirilmesi gerekir. Tutarlılık oranı yargıların yeniden gözden geçirilmesiyle düşürülebilir. Ancak bu işlem de başarısız olursa, problemin daha doğru bir biçimde tekrar kurulması ve sürecin en baştan ele alınması gerekir.

Tablo 4.2. Tutarlılık İndeksleri.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,0	0,0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

4.5. AHP Yapısının Oluşturulması

4.5.1. Hiyerarşik yapının oluşturulması

AHP'nin ilk adımı, bir karar probleminin daha kolay kavranmasını, analiz edilmesini ve değerlendirilmesini sağlayacak hiyerarşik bir yapının oluşturulma sürecidir.

Bu aşamada, kararı etkileyecek tüm faktörleri içeren ve genel hedeften kriterlere daha sonra alt kriterlere ve en sonunda alternatiflere kadar yukarıdan aşağıya uzanan bir hiyerarşik yapı geliştirilir [24].

Hiyerarşik yapının oluşturulmasında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır [29]
Hiyerarşik yapı, problem en iyi şekilde temsil etmelidir.

Problem etkileyen tüm yan faktörler göz önüne alınmalıdır.

Çözüme ışık tutacak tüm yayın ve belgeler dikkate alınmalıdır.

Problemin içerisinde rol alacak katılımcılar belirlenmelidir.

İkili karşılaştırma ve üstünlüklerin belirlenmesi

Hiyerarşilerin oluşturulmasıyla birlikte karar verici, her düzeydeki öğelerin görece üstünlüklerini belirlemek için ikili karşılaştırma işlemine başlar. Karar verici bu öğeler hakkında bilgi sahibi olması, hatta uzman olması gerekmektedir. Karar verici, her düzeydeki öğeleri, bir üst düzeydeki öğeye karşı önem derecesine göre ikili olarak karşılaştırır. Karşılaştırma matrislerinde iki kriter (alternatif, alt kriter) karşılaştırılırken karar vericiye; ‘‘hangisi daha önemli ve ne kadar önemli?’’ sorusu sorulmaktadır. İkili karşılaştırma, hiyerarşinin en tepesinden başlar ve her düzeydeki karşılaştırmalarla kare matrisler oluşturulur. Eğer hiyerarşinin belirlenen düzeyi karşılaştırılacak n eleman içeriyorsa, toplam $n(n-1)/2$ adet ikili karşılaştırma yapmak gerekir [24].

4.5.2. İkili karşılaştırmalar matrisi ve ağırlıklar kümesi

AHP’ de ikili karşılaştırma yargılarının oluşturulmasında, diğer bir deyişle A kriteri B kriterine göre ne kadar önemli olduğunun kararında, karar verici Saaty tarafından önerilen daha önce tablo 4.1’ de gösterilen 1-9 skalasını kullanmaktadır. Hiyerarşinin bir düzeyini oluşturan öğelerin birbirlerine olan görece önemleri, ikili karşılaştırmalar yoluyla belirli bir ölçüğe göre puanlandırılıp, matristeki yerine yazılır. AHP’ de kullanılan nominal ölçek karar vericinin tecrübe ve bilgisinin sezgisel olarak karara katmasını sağlamaktadır. Karar verici iki öğe arasında tercihini belirtirken sözel olarak ‘‘Eşit Önem’’, ‘‘Biraz Daha Fazla Önemli’’, ‘‘Kuvvetli derecede Önemli’’, ‘‘Çok Kuvvetli Derecede Önemli’’ ve ‘‘Aşırı Önemli’’ kelimelerini kullanır. Bu tanımlayıcı tercihler sayısal oranlara çevrilirse; bu ifadelerle karşı 1,3,5,7 ve 9

rakamları karşılık gelmektedir. Beş adet temel puana denk gelmeyen ve uzlaşma gerektiren ikili karşılaştırmalarda, iki ardışık önem derecesi arasına düşen 2, 4, 6 ve 8 gibi ortalama değerler de kullanılabilir. Eğer, ikili karşılaştırma sırasında satırdaki faaliyet sütundaki faaliyetten daha az tercih ediliyorsa, başka bir ifadeyle, sütundaki faaliyet satırdakinden daha önemli ise, iki taraflı uygun sayılar olan 1/3, 1/5, 1/7 ve 1/9 matristeki yerine yazılabilir. n karşılaştırılan eleman sayısını, I matristeki satırı, j sütunu belirtmek üzere, ikili karşılaştırma matrisi A ile gösterilirse, karşılaştırılan elemanların birbirlerine göre önemlerini veya ağırlıklarını belirtir. İkili karşılaştırmalar matrisi aşağıda gösterilmiştir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

$$A = [a_{ij}]_{n \times n} \quad i = 1 \dots n \quad j = 1 \dots n$$

Eğer $a_{ij} = \alpha$ ise $a_{ji} = 1/\alpha$, $\alpha \neq 0$

İkili karşılaştırma matrisinin bir takım özellikleri vardır. Bunlar:

Matrisin tüm özellikleri pozitif sayıdır ve kare matristir.

Matris tam tutarlı ise $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$ eşitliği sağlanır.

Matris tam tutarlıysa herhangi bir satırdan matrisin diğer tüm faktörleri elde edilir.

n sayısının 2'li kombinasyon kadar açılım yapar.

Matrisin en büyük özdegerine karşılık gelen özvektör, AHP matrisinde ağırlık veya görelî önem vektörü olarak tanımlanır.

A matrisinin köşegenleri 1 e eşittir.

4.6. AHP' de Kullanılacak Notasyonlar.

1. Karar verme problemi tanımlanır.

2. Faktörler arası karşılaştırma matrisi:

$$A = [a_{ij}]_{n \times n} \quad i = 1 \dots n \quad j = 1 \dots n$$

3. Faktörlerin yüzde önem dağılımları.

$$B_i = [b_{ij}]_{nx1} \quad i = 1..n \quad b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

$$C = [b_{ij}]_{n \times n} \quad i = 1..n \quad j = 1..n$$

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad W = w_i \quad nx1$$

4. Faktör kıyaslamalarındaki tutarlılık ölçümü.

$$D = [a_{ij}]_{n \times n} \times w_i \quad nx1 = d_i \quad nx1$$

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad i = 1..n$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}$$

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0.10$$

5. Her bir faktör için, m karar noktasındaki yüzde önem dağılımları.

$$B_i = b_{i1} \quad mx1 \quad i = 1..m$$

6. Karar noktalarındaki sonuç dağılımının bulunması ve sıralamanın yapılması.

$$K = [s_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1..m \quad j = 1..n$$

$$L = [s_{ij}]_{m \times n} \times [w_{y1}]_{n \times 1} = l_{z1} \quad mx1 \quad i = 1..m \quad j = 1..n \quad y = 1..n \quad z = 1..m$$

BÖLÜM 5. UYGULAMA: TENEKE KUTU SEKTÖRÜNDE KURUTMA FIRINI SEÇİMİ İÇİN AHP UYGULAMASI

5.1. Giriş

Türkiye'nin yıllık teneke kutu ve kapak üretimi 2011 verilerine göre yaklaşık 340.000 ton kalay ve çinko kaplı çelik veya adet bazında ise 1 Milyar kutu ve 2 Milyar kapak tır. Sektörün büyüklüğü ise 800 Milyon USD' dir. Bu kadar büyük miktarların telaffuz edildiği uygulamalarda bunların üretiminde yapılabilecek en ufak iyileştirmeler bile büyük verimliliğe neden olacağı aşikârdır. Bir yatırım projesinin yapılabilirliği (fizibilite) araştırılırken ekonomik, teknik ve finansal unsurlar dikkate alınmalıdır. Bunlar sonucunda bir yatırımın karlı olup olmadığı sonucuna varılabilir.

Bu bölümde piyasada kullanılan teneke kutu kapak kurutma fırınlarının 3 farklı tipi olan; dikey, yatay ve indüksiyon fırınları için mukayese yapılacaktır. Teneke kutu imalatında yüksek üretim kapasitesine sahip bir firma için mevcut durumun incelenmesi ve uygun olması durumunda diğer tip fırının kullanılmaya başlanması kararının alınması araştırılmıştır. Ayrıca bu çalışmada elde edilen bilgiler ışığında bu tip ve benzeri üretim kapasitesindeki teneke kutu üretimi firmalarında kullanılacak fırınlar için uygun bir performans kriterinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

5.2. AHP ile Değerlendirme

Bu tip sistemlerin fizibilite çalışmaları yapılacağı zaman genel olarak 4 farklı tip maliyet dikkate alınır.

Sabit maliyetler: Üretim artış ve azalışından etkilenmeyen maliyet türüdür. Bu tür tesislerde sabit maliyet olarak ilk yatırım maliyeti, kira, iş yeri sigortası, indirekt işçilik sayılabilir.

Değişken maliyetler: Üretimin artış ve azalışından etkilenirler. Üretim miktarının artmasıyla toplam hammadde maliyeti de buna bağlı olarak artacaktır.

Yarı Değişken Maliyetler: Yarı Değişken Giderler, hem sabit hem de değişken gider özelliği gösterirler, hem sabit hem de değişken unsurlar içerebilirler. Bu tür sistemler için; Aylık tamir bakım giderleri, enerji, nakliye buna örnektir.

Birim Maliyetler: Bir birim ürün üretimi için harcanan değerdir. Yukarıda bahsedilen maliyet tiplerinin etkisiyle biçimlenir. Temel maliyet kalemleri hammadde, enerji, işçilik, tamir bakım, ambalaj, nakliye giderleri oluşturur.

Bu çalışmada AHP tekniği kullanılarak pilot bir işletme için kurutma fırınının yenilenmesi için yatırım kararı çözülmüştür. Bunun için teneke kapak conta kurutma fırını yatırımında etkili olan parametreler sektörde tecrübeli yöneticiler, mühendisler, ustabaşları tarafından belirlenmiştir. Bu parametreler aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

1. Yatırım Maliyeti
 2. Tamir Bakım ve İşçilik Maliyeti
 3. Kapasite
 4. Kurutma Süresi
 5. Iskarta Oranı
 6. Enerji Tüketimi
1. Yatırım Maliyeti: Bu gider makinenin değeri, finansal maliyeti, montajı ve çalışır hale getirilmesi sürecindeki tüm giderleri kapsamaktadır. Ülkemizde yatay ve dikey fırınlar üretilmekte olup aynı zamanda ithal olarakta temin edilebilmektedir. İndüksiyon fırınlar henüz ülkemizde üretilmemiş sadece ithal edilmektedir.
 2. Tamir Bakım ve İşçilik Maliyeti: Yatay ve dikey fırınlar indüksiyon fırınlarına göre daha fazla mekanik sisteme sahiptirler. Yatay fırınlarda yatayda ilerleyen çelik bantın tahriki zincir kasnak sistemi ile sağlanmakta olduğundan sistemde zamanla boşluklar oluşmakta, çelik bant kopmakta ve rulmanlarda ısı kaynaklı deformasyonlar oluşmaktadır. Dikey fırınlarda hareket ve tahrik yatay fırınlar gibi olup ilaveten zincirler üzerindeki taşıyıcı polietilen cepler bulunmaktadır. Bu ısıya dayanıklı plastik esaslı parçalar zamanla aşınmakta, deforme olmakta, uçları kırılmaktadır. İndüksiyonlu fırınların giriş ve çıkışında 2'şer adet bant bulunmaktadır bu bantlar çok sık aşınmakta, aylık olarak değiştirilmeleri gerekmektedir. Pyrex tüp içinde birbirini ittiren kapakların sıkışması sıklıkla görülürse de kapaklar sıkıştığında tüp kırılabilmektedir. Kapak giriş

çıkışı rijit şekilde olmalı sıkışmalara sebebiyet vermemelidir. Yaygın olarak kullanılan yatay tip kurutma fırınlarında pres ve fırın birbirinden bağımsız çalışmaktadır. Bu tip üretimlerde pres ve kurutma işlemi için 3 kişi/vardiya çalışılmakta olup pratikte 4 kişi ile çalışan işletmeler görülmüştür. Kapakları fırın girişinde dizmek, üst üste koymak için vardiyada fazladan 1 personel çalıştırılması kaçınılmazdır. Yeni tip dikey fırın sistemlerinde yuvarlak ve köşeli kapak üretimi için 2 kişi/vardiya yeterlidir. 1 kişi kapak presini çalıştırmakta, 1 kişi ise fırından çıkan kapakları kontrol edip, ambalajlamaktadır. İndüksiyonlu fırınlara preste üretilen kapak yatay düzlemde ulaşmakta fırın içerisine girerken kapak dönüp dikey düzlemde pyrex bir tüpün içerisinde ilerlemektedir. Fırın çıkışında bir kişi kapakları kontrol etmekte ve ambalajlamaktadır. Pres dahil sistemde 2 kişi çalışır. Bu tip işletmelerde genellikle asgari ücret uygulandığından sigorta, yemek, ulaşım ve vb. gider ile beraber 1 kişinin toplam maliyeti yaklaşık 1500 TL/ay olarak alınmıştır. Eski yatay ve yeni dik fırın sistemlerinin yıllık bakım maliyetleri karşılaştırıldığında fark olmadığı kabul edilmiştir. İndüksiyonlu fırınların tamir bakım maliyetleri daha fazladır.

3. Kapasitesi: Kapasiteler karşılaştırıldığında, yatay fırın sistemlerinde köşeli, çapı 153mm'den 230 mm' ye kadar yuvarlak kapaklarda 30 adet/dakika, çapı 52 mm'den 99 mm'ye yuvarlak kapaklarda 200 adet/dk. Dik fırın sistemlerinde çeşitli köşeli kapaklar için ortalama kapasite 150 adet/dk, 52-99 mm kapaklar için 500 adet/dk dır. İndüksiyonlu fırınlarda sadece 52 - 99 mm çapındaki yuvarlak kapaklar 600 - 800 adet/dk üretilmekte, çapı daha büyük ve köşeli kapaklar için uygun değildir.
4. Kurutma süresi: Yatay fırınlarda kapaklar üst üste 20 - 100 adet yatayda ilerleyen çelik bant üzerine konmaktadır. Üst üste konan kapaklarda kuruma işi verimli olmadığından kapaklar daha uzun bir sürede 10 - 15 dakikada kurumaktadırlar. Aynı işlem dikey fırında kapaklar arası mesafe yataya fırına göre daha fazla olduğundan kuruma işlemi 3 - 5 dakikada istenilen kuruluk oranına ulaşabilmektedir. İndüksiyon fırınlarında daha homojen bir sıcaklık dağılımı olduğu için istenilen kuruluk oranına 2 - 4 dakika sürede ulaşılır.
5. Iskarta Oranı: Yatay fırınlarda kapakların üst üste konması ve titreşimler neticesinde kapakta çizilmeler meydana gelmektedir. Yanma odasının kapakların hemen üst kısmında yer alması üstteki 2 - 3 kapağın aşırı kurumasına ve contada kabarmalara yol açmaktadır. Bu kapaklar kullanılmayarak iskarta olarak ayrılmaktadırlar. Dikey ve indüksiyon fırınlarında bu tip sorun görülmemektedir.
6. Enerji Tüketimi: Tabloda yer alan fırın tiplerinin mekanik aksamalarının hareketi için enerji kaynağı olarak elektrik enerjisi kullanılmıştır. Fakat kurutmanın yapıldığı fırın kısmında ortamın ısıtılması için gerekli enerji; dik ve yatay fırınlarda doğalgaz, lpg, lng ile sağlanırken indüksiyonlu fırınlarda ise indüksiyon enerjisinin yarattığı manyetik alan etkisi elektrik enerjisi ile sağlanmaktadır. Eski sistemlerde doğalgaz sarfiyatı 8 - 15m³/saat ölçülmüştür, çalışmalarda

10m³/saat alınacaktır. Yeni dizayn edilen dik fırınlarda doğalgaz sarfiyatı 2m³/saat olarak ölçülmüştür, çalışmalarda 2m³/saat alınacaktır.. Doğalgaz m³ fiyatı 0,65 TL' dir. İndüksiyonlu fırın saatte 50 KW elektrik harcamaktadır. Elektrik kwh fiyatı 0,17 KWH/TL' dir.

5.3. İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması

İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken önceki bölümde de belirtilen Saaty tarafından önerilen karar ölçeği kullanılmıştır. Konuyla ilgili uzman görüşü alınarak, her bir kritere göre alternatiflerin kendi arasında ve kriterlerinde kendi aralarında ikili karşılaştırma matrisleri elde edilmiştir. U karşılaştırmalar Tablo 5.1' de yer almaktadır.

Tablo 5.1. Kriterlerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisi

	Yatırım Maliyeti	Tamir Bakım ve İşçilik Maliyeti	Kapasite	Kurutma Süresi	Iskarta Oranı	Enerji Tüketimi
Yatırım Maliyeti	1	1/3	1/2	2	1/7	1/8
Tamir Bakım ve İşçilik Maliyeti	3	1	2	4	1/3	1/6
Kapasite	2	1/2	1	3	1/5	1/7
Kurutma Süresi	½	1/4	1/3	1	1/9	1/9
Iskarta Oranı	7	3	5	9	1	1/4
Enerji Tüketimi	8	6	7	9	4	1

Tablo okunmak istendiğinde, ilk satırdaki yatırım maliyeti kriteri diğer sütundaki kriterler ile karşılaştırılır. Yatırım maliyeti, kurutma süresine göre 2 kat önemliken, Enerji tüketimi, yatırım maliyetine göre 8 kat önemlidir.

Bu bilgiler ışığında, belirlenen kriterlerin yatay, dikey ve indüksiyon fırınları için kendi aralarındaki ikili karşılaştırmaları Tablo 5.2,3,4,5,6 ve 7’de yer almaktadır.

Tablo 5.2. Yatırım Maliyeti kriterine göre alternatiflerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisi

Yatırım Maliyeti	Yatay	Dikey	İndüksiyon
Yatay	1	9	9
Dikey	1/9	1	1
İndüksiyon	1/9	1	1

Tablo 5.3. Tamir Bakım ve İşçilik Maliyeti kriterine göre alternatiflerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisi

Tamir Bakım ve İşçilik	Yatay	Dikey	İndüksiyon
Yatay	1	6	9
Dikey	1/6	1	2
İndüksiyon	1/9	1/2	1

Tablo 5.4. Kapasite kriterine göre alternatiflerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisi

Kapasite	Yatay	Dikey	İndüksiyon
Yatay	1	6	9
Dikey	1/6	1	2
İndüksiyon	1/9	1/2	1

Tablo 5.5. Kurutma Süresi kriterine göre alternatiflerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisi

Kurutma Süresi	Yatay	Dikey	İndüksiyon
Yatay	1	6	8
Dikey	1/6	1	2
İndüksiyon	1/8	1/2	1

Tablo 5.6. Iskarta Oranı kriterine göre alternatiflerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisi

İskarta Oranı	Yatay	Dikey	İndüksiyon
Yatay	1	8	8
Dikey	1/8	1	1
İndüksiyon	1/8	1	1

Tablo 5.7. Enerji Tüketimi kriterine göre alternatiflerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisi

Enerji Tüketimi	Yatay	Dikey	İndüksiyon
Yatay	1	7	3
Dikey	1/7	1	9
İndüksiyon	1/3	1/9	1

5.4 Görelî Önem Vektörünün Elde Edilmesi

Kriterlerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisi A ile gösterilirse;

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/2 & 2 & 1/7 & 1/8 \\ 3 & 1 & 2 & 4 & 1/3 & 1/6 \\ 2 & 1/2 & 1 & 3 & 1/5 & 1/7 \\ 1/2 & 1/4 & 1/3 & 1 & 1/9 & 1/9 \\ 7 & 3 & 5 & 9 & 1 & 1/4 \\ 8 & 6 & 7 & 9 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A = [a_{ij}]_{n \times n} \quad i = 1 \dots n \quad j = 1 \dots n$$

$$\text{Eğer } a_{ij} = \alpha \text{ ise } a_{ji} = 1/\alpha, \quad \alpha \neq 0$$

elde edilir. Kriterlerin sütun içindeki ağırlıklarını elde etmek için Bölüm 3'de belirtilen eşitlikler kullanılarak kriter sayısı kadar(n) B sütun vektörü elde edilir.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad B_i = \begin{bmatrix} b_{1i} \\ b_{2i} \\ \dots \\ b_{ni} \end{bmatrix}_{n \times 1}$$

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \text{ ise } b_{11} = \frac{1}{1+3+2+1/2+7+8} = 0,04$$

$$b_{21} = \frac{3}{1+3+2+1/2+7+8} = 0,139$$

$$b_{31} = \frac{2}{1+3+2+1/2+7+8} = 0,093$$

$$b_{41} = \frac{1/2}{1+3+2+1/2+7+8} = 0,023$$

$$b_{51} = \frac{7}{1+3+2+1/2+7+8} = 0,325$$

$$b_{b1} = \frac{3}{1+3+2+\frac{1}{2}+7+8-\frac{2}{4,5}} = 0,372$$

B₁ sütun vektörünün elemanları birleştirildiğinde;

$$B_1 = \begin{bmatrix} 0,04 \\ 0,139 \\ 0,093 \\ 0,023 \\ 0,325 \\ 0,372 \end{bmatrix}$$

Benzer işlemler diğer sütunlar içinde uygulandığında;

$$B_2 = \begin{bmatrix} 0,03 \\ 0,09 \\ 0,045 \\ 0,022 \\ 0,27 \\ 0,541 \end{bmatrix} \quad B_3 = \begin{bmatrix} 0,031 \\ 0,126 \\ 0,63 \\ 0,021 \\ 0,315 \\ 0,442 \end{bmatrix} \quad B_4 = \begin{bmatrix} 0,071 \\ 0,142 \\ 0,107 \\ 0,035 \\ 0,321 \\ 0,321 \end{bmatrix} \quad B_5 = \begin{bmatrix} 0,024 \\ 0,05 \\ 0,034 \\ 0,019 \\ 0,172 \\ 0,690 \end{bmatrix} \quad B_6 = \begin{bmatrix} 0,069 \\ 0,092 \\ 0,079 \\ 0,061 \\ 0,139 \\ 0,557 \end{bmatrix}$$

Kriterlere ait A karşılaştırma matrisi için elde edilen B sütun vektörleri birleştirildiğinde;

$$C = \begin{bmatrix} 0,04 & 0,03 & 0,031 & 0,071 & 0,024 & 0,069 \\ 0,139 & 0,09 & 0,126 & 0,142 & 0,057 & 0,092 \\ 0,093 & 0,045 & 0,63 & 0,107 & 0,034 & 0,079 \\ 0,023 & 0,022 & 0,021 & 0,035 & 0,019 & 0,061 \\ 0,325 & 0,27 & 0,315 & 0,321 & 0,172 & 0,139 \\ 0,372 & 0,541 & 0,442 & 0,321 & 0,690 & 0,557 \end{bmatrix}$$

C matrisi meydana gelir

C matrisinin her bir satırının aritmetik ortalaması alınarak “Öncelik Vektörü veya Görelî Önem Vektörü” olarak adlandırılan W sütun vektörü elde edilir. Bu vektörde yer alan görelî önem değerlerinin toplamı 1’e eşittir.

$$w_j = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} = denw_1 = \frac{0,040 + 0,019 + 0,057 + 0,039 + 0,025}{5}$$

$$= \frac{0,275}{6} = 0,45$$

$$w_2 = \frac{0,240 + 0,117 + 0,154 + 0,068 + 0,225}{5} = \frac{0,646}{6} = 0,107$$

$$w_3 = \frac{0,320 + 0,352 + 0,463 + 0,549 + 0,375}{5} = \frac{0,421}{6} = 0,070$$

$$w_4 = \frac{0,280 + 0,470 + 0,231 + 0,274 + 0,300}{5} = \frac{0,181}{6} = 0,030$$

$$w_5 = \frac{0,120 + 0,039 + 0,092 + 0,068 + 0,075}{5} = \frac{1,542}{6} = 0,257$$

$$w_6 = \frac{2,923}{6} = 0,487$$

$$w = \begin{bmatrix} 0,045 \\ 0,107 \\ 0,070 \\ 0,030 \\ 0,257 \\ 0,487 \end{bmatrix}$$

5.5. Tutarlılık Oranının Belirlenmesi

Bu aşamada ele alınan problemle ilgili olarak elde edilen kriterlere ve alternatiflere ait ikili karşılaştırma matrislerindeki değerlerin tutarlı olup olmadıklarını ölçmek amacıyla tutarlılık oranı hesaplanır. Bölüm 4’de belirtilen eşitliklerden yararlanarak önce V_1 sütun vektörü hesaplanır.

$$v_1 = a_{ij} * w_j \text{ denv } v_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/2 & 2 & 1/7 & 1/8 \\ 3 & 1 & 2 & 4 & 1/3 & 1/6 \\ 2 & 1/2 & 1 & 3 & 1/5 & 1/7 \\ 1/2 & 1/4 & 1/3 & 1 & 1/9 & 1/9 \\ 7 & 3 & 5 & 9 & 1 & 1/4 \\ 8 & 6 & 7 & 9 & 4 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0,045 \\ 0,107 \\ 0,070 \\ 0,030 \\ 0,257 \\ 0,487 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,271 \\ 0,668 \\ 0,424 \\ 0,181 \\ 1,634 \\ 3,277 \end{bmatrix}$$

Hesaplanan V_1 sütun vektörü de W göreli önem vektörüne bölünerek V_2 sütun vektörü elde edilir.

$$w_2 = \frac{v_1}{w} = \begin{bmatrix} 0,271/0,045 \\ 0,668/0,107 \\ 0,424/0,07 \\ 0,181/0,03 \\ 1,637/0,257 \\ 3,277/0,487 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6,022 \\ 6,24 \\ 6,05 \\ 6,033 \\ 6,357 \\ 6,728 \end{bmatrix}$$

V_2 sütun vektöründeki değerlerin aritmetik ortalaması hesaplanılarak en büyük özdeğer λ_{max} hesaplanır.

$$\lambda_{max} = \frac{37,43}{6} = 6,238$$

Tutarlılık göstergesini hesaplamak için bu değeri eşitlikte yerine koyduğumuzda;

$$\text{Tutarlılık Göstergesi} = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{6,238 - 6}{5} = 0,047$$

elde edilir. $n=6$ için rastsallık göstergesi çizelgesinden rastsallık değeri incelendiğinde 1.24 olduğu görülmektedir. Tutarlılık oranı formülünde bu değerleri yerlerine koyduğumuzda;

$$\text{tutarlılık oranı} = \frac{\text{tutarlılık göstergesi}}{\text{rastsallık göstergesi}} = \frac{0,047}{1,24} = 0,039$$

bulunur. Bu değer 0,10'dan küçük olduğu için A kriterler matrisinin tutarlı olduğunu söylemek mümkündür.

5.6. Her Bir Kriter İçin m Alternatif (Karar) Noktasındaki Yüzde Önem Dağılımları

Yukarıdaki kriterlerin kendi aralarında hesaplanan önem dağılımlarının benzeri her bir alternatif için ayrı ayrı hesaplanır. Tablo 5.2'de yer alan yatırım maliyet kriterine göre alternatiflerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisinden yararlanılarak; yatırım maliyeti için alternatiflerin kendi aralarındaki ikili karşılaştırma matrisi G ile gösterilirse;

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 9 & 9 \\ 1/9 & 1 & 1 \\ 1/9 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$G = [g_{ij}]_{m \times m} \quad i=1, \dots, m \quad j=1, \dots, m$$

Eğer $g_{ij} = a$ ise $g_{ji} = 1/a$, $a \neq 0$

elde edilir. Alternatiflerin sütun içindeki ağırlıklarını elde etmek için Bölüm 4'de belirtilen eşitlikler kullanılarak kriter sayısı kadar (n) D sütun vektörü elde edilir.

$$d_{ij} = \frac{g_{ij}}{\sum_{i=1}^m g_{ij}} \quad D_i = \begin{bmatrix} d_{11} \\ d_{21} \\ \dots \\ d_{m1} \end{bmatrix}_{m \times 1}$$

$$d_{ij} = \frac{g_{ij}}{\sum_{i=1}^m g_{ij}} \text{ ise } d_{11} = \frac{1}{1 + \frac{1}{9} + \frac{1}{9}} = 0,818$$

$$d_{21} = \frac{1/9}{1 + \frac{1}{9} + \frac{1}{9}} = 0,091$$

$$d_{31} = \frac{1/9}{1 + \frac{1}{9} + \frac{1}{9}} = 0,091$$

D_1 sütun vektörünün elemanları birleştirildiğinde;

$$D_1 = \begin{bmatrix} 0,818 \\ 0,091 \\ 0,091 \end{bmatrix}$$

Benzer işlemler diğer sütunlar içinde uygulandığında;

$$D_2 = \begin{bmatrix} 0,818 \\ 0,091 \\ 0,091 \end{bmatrix} \quad D_3 = \begin{bmatrix} 0,818 \\ 0,091 \\ 0,091 \end{bmatrix} \quad D = \begin{bmatrix} 0,818 & 0,818 & 0,818 \\ 0,91 & 0,91 & 0,91 \\ 0,91 & 0,91 & 0,91 \end{bmatrix}$$

Yatırım maliyeti kriterleri için D matrisi meydana gelir. Elde edilen bu D matrisinden yatırım maliyeti kriteri için alternatiflerin yüzde önem dağılımları Hedef için Kriterler arasındakine benzer şekilde hesaplanırsa:

$$w_j = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} = dens_1 = \frac{0,818 + 0,818 + 0,818}{3} = 0,818$$

$$s_2 = \frac{0,091 + 0,091 + 0,091}{3} = 0,091$$

$$s_2 = \frac{0,091 + 0,091 + 0,091}{3} = 0,091$$

$$s = \begin{bmatrix} 0,818 \\ 0,091 \\ 0,091 \end{bmatrix}$$

Benzer işlemleri tamir bakım ve işçilik maliyeti, kurutma süresi, iskarta oranı, enerji tüketimi için uyguladığımızda elde edilen tablolar ve matrisler aşağıda yer almaktadır.

Tamir ve bakım maliyet kriteri için;

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 1/6 & 1/5 \\ 6 & 1 & 2 \\ 5 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \text{ ve } D = \begin{bmatrix} 0,083 & 0,1 & 0,062 \\ 0,5 & 0,6 & 0,625 \\ 0,416 & 0,3 & 0,312 \end{bmatrix} S = \begin{bmatrix} 0,081 \\ 0,575 \\ 0,343 \end{bmatrix}$$

Kapasite kriteri için;

$$G = \begin{bmatrix} 11/6 & 1/9 \\ 6 & 1 & 1/2 \\ 9 & 2 & 1 \end{bmatrix} D = \begin{bmatrix} 0,0625 & 0,052 & 0,068 \\ 0,375 & 0,315 & 0,310 \\ 0,562 & 0,631 & 0,620 \end{bmatrix} S = \begin{bmatrix} 0,061 \\ 0,333 \\ 0,604 \end{bmatrix}$$

Kurutma süresi için;

$$D = \begin{bmatrix} 0,066 & 0,052 & 0,076 \\ 0,40 & 0,315 & 0,307 \\ 0,533 & 0,631 & 0,615 \end{bmatrix} G = \begin{bmatrix} 1 & 1/6 & 1/8 \\ 6 & 1 & 1/2 \\ 8 & 2 & 1 \end{bmatrix} S = \begin{bmatrix} 0,065 \\ 0,341 \\ 0,593 \end{bmatrix}$$

Iskarta oranı için;

$$S = \begin{bmatrix} 0,058 \\ 0,47 \\ 0,47 \end{bmatrix} D = \begin{bmatrix} 0,058 & 0,058 & 0,058 \\ 0,47 & 0,47 & 0,47 \\ 0,47 & 0,47 & 0,47 \end{bmatrix} G = \begin{bmatrix} 1 & 1/8 & 1/8 \\ 8 & 1 & 1 \\ 8 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Enerji tüketimi için;

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 1/7 & 3 \\ 7 & 1 & 9 \\ 1/3 & 1/9 & 1 \end{bmatrix} D = \begin{bmatrix} 0,12 & 0,113 & 0,23 \\ 0,84 & 0,797 & 0,692 \\ 0,04 & 0,088 & 0,076 \end{bmatrix} S = \begin{bmatrix} 0,154 \\ 0,776 \\ 0,068 \end{bmatrix}$$

5.7. Alternatiflerdeki Sonuç Dağılımının Bulunması ve En İyi Alternatifin Belirlenmesi

Her bir kriter için alternatiflerin yüzde önemlerini gösteren S sütun vektörleri hesaplandıktan sonra bu S sütun vektörleri birleştirilerek K karar matrisi oluşturulur. Uygulamada elde edilen S sütun vektörlerinin birleştirilmesi ile elde edilen K karar matrisi aşağıdaki gibidir:

$$K = \begin{bmatrix} 0,818 & 0,08 & 0,061 & 0,065 & 0,058 & 0,154 \\ 0,09 & 0,575 & 0,333 & 0,341 & 0,47 & 0,776 \\ 0,09 & 0,343 & 0,604 & 0,593 & 0,47 & 0,068 \end{bmatrix}$$

Bu karar vektörü W öncelik vektörü ya da diğer bir ismi ile görelî önem vektörü ile çarpıldığında sonuç dağılımlarını ifade eden, alternatiflerin (karar noktalarının) yüzde önem dağılımlarını içeren L sütun vektörünü verir.

$$L = K \times W = \begin{bmatrix} 0,045 \\ 0,107 \\ 0,070 \\ 0,030 \\ 0,257 \\ 0,487 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,124 \\ 0,586 \\ 0,289 \end{bmatrix} L = \begin{bmatrix} 0,124 \\ 0,586 \\ 0,289 \end{bmatrix}$$

BÖLÜM 6. SONUÇLAR

Ülkemizdeki tek teneke üreticisi firma Ereğli Demir Çelik Fabrikasıdır. Fakat mevcut talebi karşılayamamaktadır. Bu nedenle, Çin, Fransa, Almanya; Hollanda, Hindistan, Amerika, Rusya gibi ülkelerden teneke ithal edilmektedir. Bu nedenden dolayı kesin bir rakam belirlemek mümkün olmamakla birlikte bu sektörde yer alan firmalardan alınan bilgilere göre 2011 yılında Türkiye’de bu rakamın 340.000 ton teneke kullanılmış olduğu öngörülmüştür. Bu miktarın %60’ı teneke kapak üretiminde kullanılmıştır. Çeşitli kalınlık ve çapta 200.000 ton kapaklık teneke contalanmış ve kurutulmuştur. 2011 yılı ortalama teneke fiyatı 1200 usd/ton dur. Toplamda 240.000.000 usd tutarında teneke kapaklık olarak kullanılmıştır. Kapak ağırlıkları 10 g ile 100 g aralığında değişmektedir. Ortalama 2,5 milyar kapak üretilmiş, contalanmış ve kurutulmuştur. Bunun için toplam 1000 ton conta kullanılmıştır. Contanın maliyeti 5 usd/kg dir. Bu miktar toplamda 5.000.000 \$ dir.

Yukarıda bahsedilen rakamsal veriler dikkate alındığında pazarın büyüklüğü daha net görünmektedir. Teneke kutu üretimi yapan işletmelerin kurulması veya yeniden yapılandırılması sırasında öncelik sıralarının belirlenmesi esnasında bir metoda veya yönetime ihtiyaç vardır. Bu metot ile seçilecek kurutma fırınları ile işletmeler için daha doğru kararlar alınabilir.

Bu çalışmada yapılan AHP uygulaması ExpertChoiceprogramında yapılmıştır. Daha önce bölüm 5.2 de belirtilen 6 parametre bu programda uygulandığında elde edilen sütun vektörü W şeklindedir.

$$W = \begin{bmatrix} 0,043 \\ 0,103 \\ 0,066 \\ 0,029 \\ 0,251 \\ 0,509 \end{bmatrix}$$

Böylece bu faktörlere ait önem dereceleri

Yatırım Maliyeti % 4,3

Tamir Bakım ve İşçilik %10,3

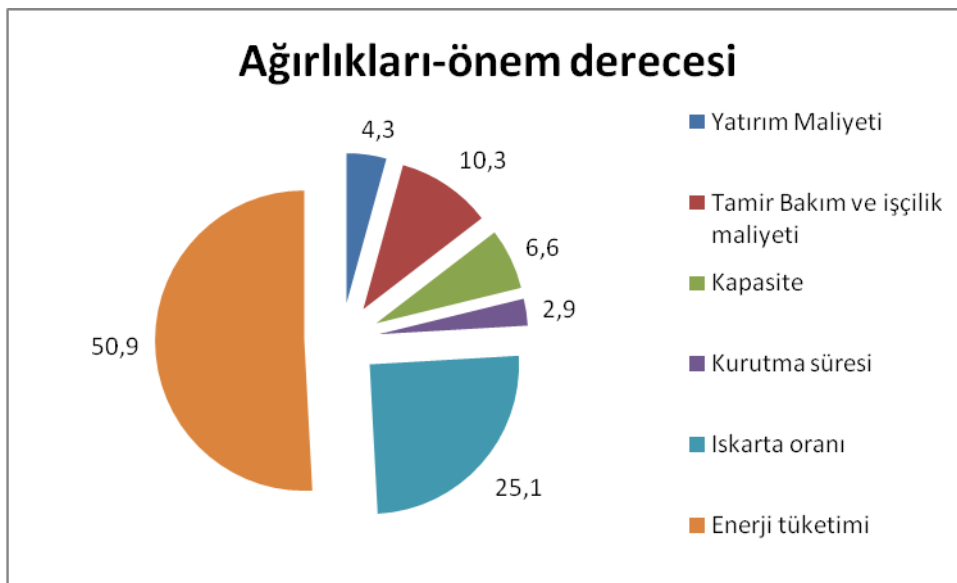
Kapasite % 6,6

Kurutma süresi % 2,9

Iskarta oranı % 25,1

Enerji tüketimi ise % 50,9

şeklindedir. Bu kriterlerin grafiksel gösterimi Şekil 6.1’de yer almaktadır.



Şekil 6.1. Kriterlere ait önem değerleri yüzdeleri

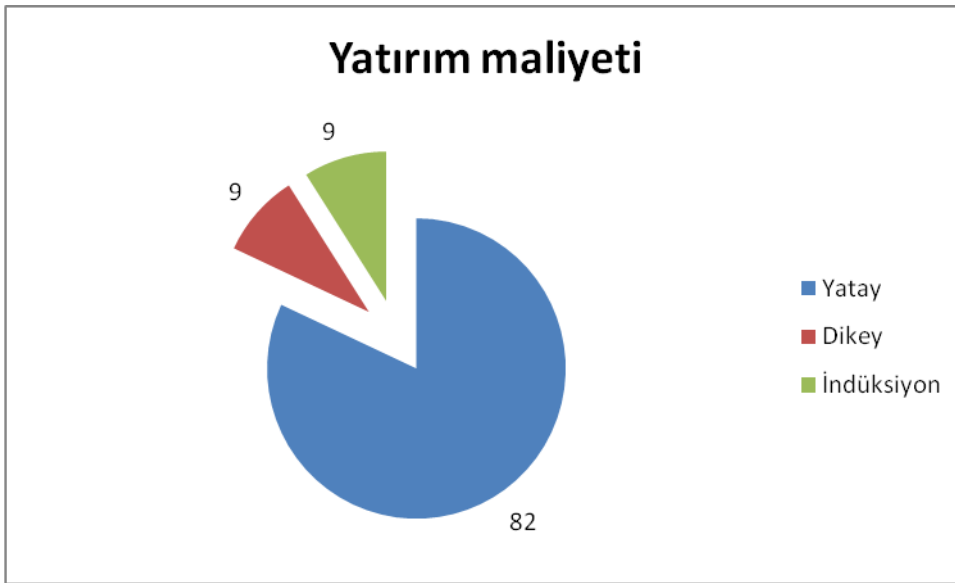
Uzman görüşüne bakılarak elde edilen A ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının değerlendirilmesinde ölçü olan *Tutarlılık Oranı* değeri bu çalışma için 0.04 bulunmuştur. Bulunan bu değer 0.10’dan küçük olduğu için A kriterler matrisinin tutarlı olduğu söylenebilir.

Her bir kriter için üç alternatif veya diğer bir ifadeyle karar noktalarındaki yüzde önem dağılımları incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Yatırım Maliyet kriteri için alternatiflerin yüzde önemleri hesaplandığında elde edilen S yüzde önem dağılımları sütun vektörü

$$S = \begin{bmatrix} 0,09 \\ 0,09 \\ 0,082 \end{bmatrix}$$

şeklindedir. Bu değerlere ait yüzde önem dağılımları aşağıdaki Şekil 6.2’de yer almaktadır.

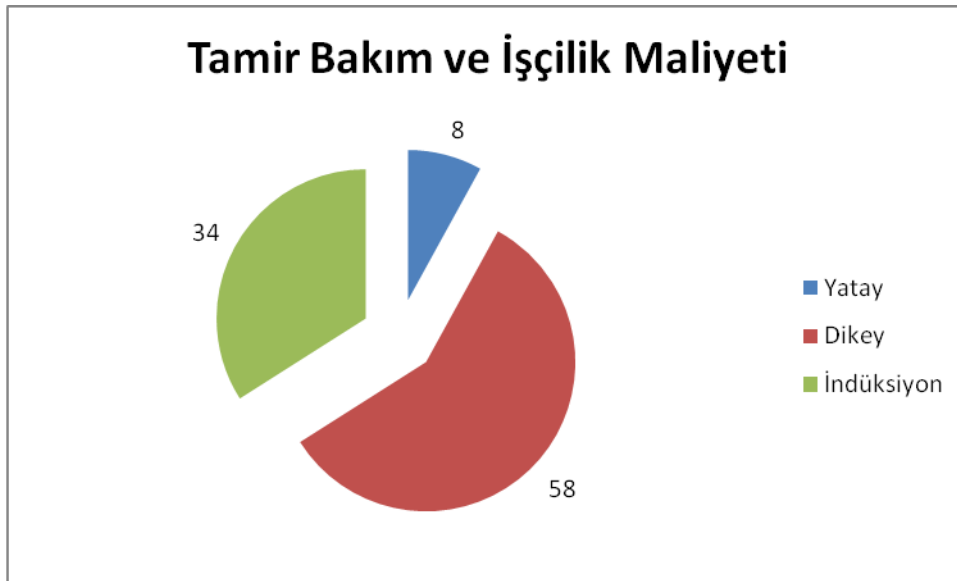


Şekil 6.2. Yatırım Maliyet kriterine göre alternatiflerin yüzde önem dağılımları

Tamir Bakım ve İşçilik kriteri için alternatiflerin yüzde önemleri hesaplandığında S yüzde önem dağılımları sütun vektörü

$$S = \begin{bmatrix} 0,08 \\ 0,34 \\ 0,58 \end{bmatrix}$$

şeklindedir. Bu değerlere ait yüzde önem dağılımları aşağıdaki Şekil 6.3’de yer almaktadır.

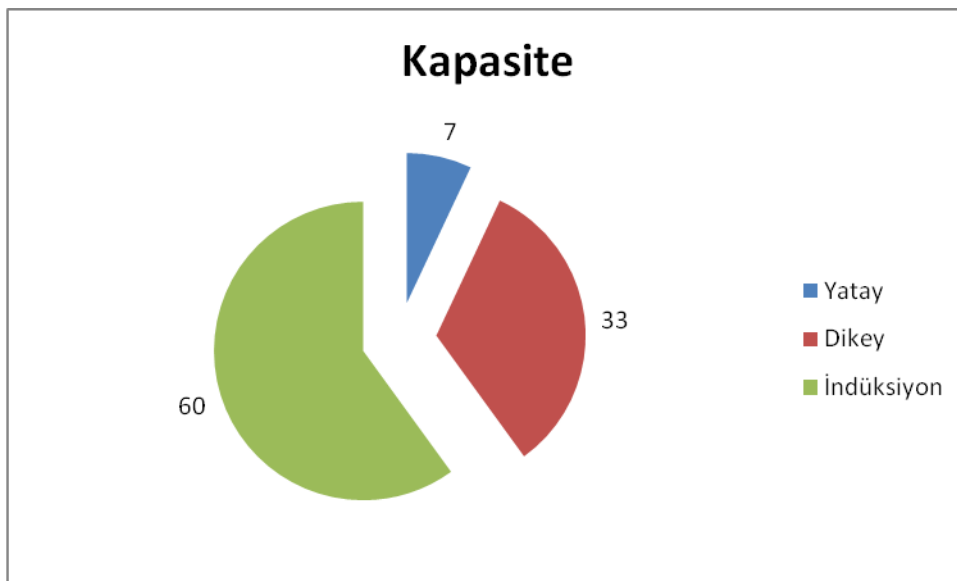


Şekil 6.3. Tamir Bakım ve İşçilik Maliyeti kriterine göre alternatiflerin yüzde önem dağılımları

Kapasite kriteri için alternatiflerin yüzde önemleri hesaplandığında elde edilen Maliyet kriteri için S yüzde önem dağılımları sütun vektörü

$$S = \begin{bmatrix} 0,07 \\ 0,33 \\ 0,60 \end{bmatrix}$$

şeklindedir. Bu değerlere ait yüzde önem dağılımları aşağıdaki Şekil 6.4' de yer almaktadır.

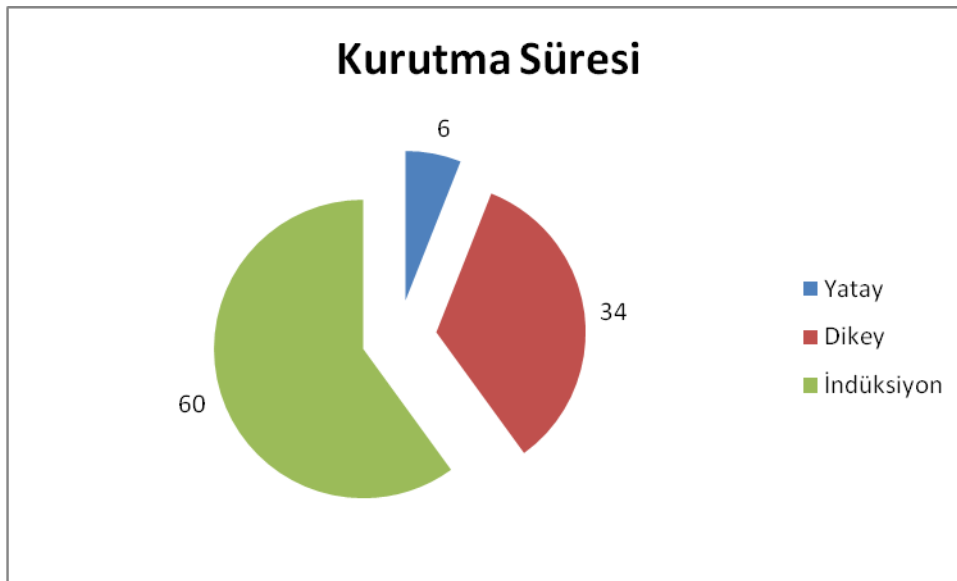


Şekil 6.4. Kapasite kriterine göre alternatiflerin yüzde önem dağılımları

Kurutma süresi kriteri için alternatiflerin yüzde önemleri hesaplandığında S yüzde önem dağılımları sütun vektörü

$$S = \begin{bmatrix} 0,06 \\ 0,34 \\ 0,60 \end{bmatrix}$$

şeklindedir. Bu değerlere ait yüzde önem dağılımları aşağıdaki Şekil 6.5’de yer almaktadır.

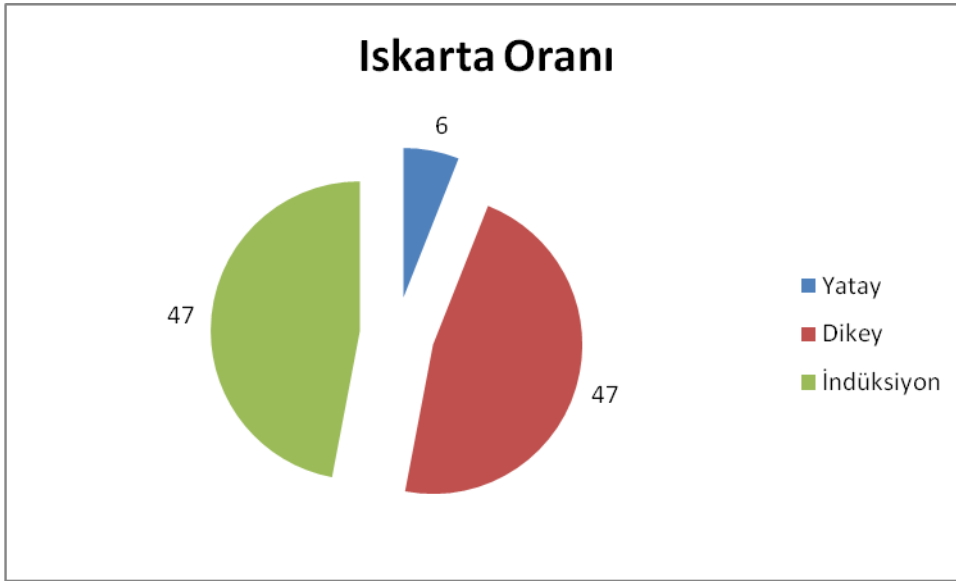


Şekil 6.5. Kurutma süresi kriterine göre alternatiflerin yüzde önem dağılımları

İskarta oranı kriteri için alternatiflerin yüzde önemleri hesaplandığında S yüzde önem dağılımları sütun vektörü

$$S = \begin{bmatrix} 0,06 \\ 0,47 \\ 0,47 \end{bmatrix}$$

şeklindedir. Bu değerlere ait yüzde önem dağılımları aşağıdaki Şekil 6.6’ da yer almaktadır.

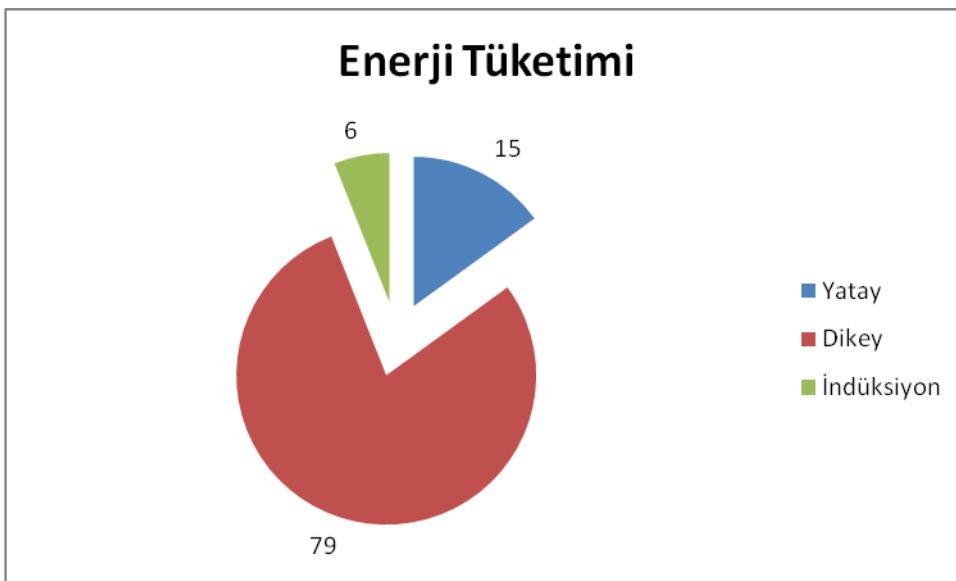


Şekil 6.6. Iskarta oranı kriterine göre alternatiflerin yüzde önem dağılımları

Enerji tüketimi kriteri için alternatiflerin yüzde önemleri hesaplandığında elde edilen Maliyet kriteri için S yüzde önem dağılımları sütun vektörü

$$S = \begin{bmatrix} 0,06 \\ 0,79 \\ 0,15 \end{bmatrix}$$

Şeklinde. Bu değerlere ait yüzde önem dağılımları aşağıdaki Şekil 6.7’de yer almaktadır.

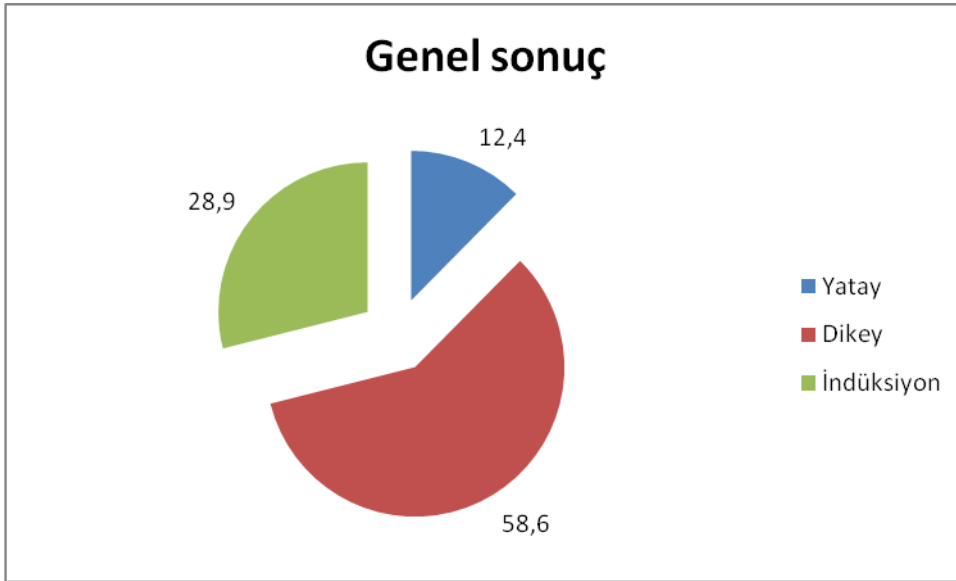


Şekil 6.7. Enerji tüketimi kriterine göre alternatiflerin yüzde önem dağılımları

Tüm bu bulgular ışığında nihai sonucu elde etmek üzere, bulunan S sütun vektörleri birleştirilip, W sütun vektörü ile çarpıldığında L sonuç sütun vektörü aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$L = \begin{bmatrix} 0,124 \\ 0,586 \\ 0,289 \end{bmatrix}$$

Bu değerlere ait grafik Şekil 6.8' de yer almaktadır.



Şekil 6.8. Genel sonuç

BÖLÜM 7. TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Enerji kaynaklarının gün geçtikçe azalması ve enerji kullanım fiyatlarının da sürekli artmasıyla birlikte fabrikalar enerjinin nasıl daha verimli kullanılabileceğine dair çalışmalara yönelmiştir. Enerjiyi doğru yöntemlerle kullanan fabrikalar, ürettikleri ürünlerini eskisine göre daha ucuza mal edebilmektedirler. Böylece, bu fabrikaların sektördeki rekabet gücü artmaktadır. Enerji tasarrufu için uygulanacak yöntemler düşük maliyetli olabileceği gibi büyük değerlere de çıkabilir.

İşletmeler kendilerine gelen talepler doğrultusunda yatırımlarını belirlemelidirler çalışmanın kapsamında yer alan teneke kutuların hangi kapak tiplerinde üretim yapılacağı, hangi tip conta kullanılması gerektiği ve adetleri yatırımın belirlenmesinde temel parametre görevi oluştururlar.

Doldurulacak ürün tipini bilmek doğru conta seçimi konusunda ilk parametredir. Kapağın yuvarlak ya da köşeli olması üretim hız ve uygulama şeklini belirlemektedir. Gıda, kimyasal, yağ, aerosol ve benzeri ürünler için contalar farklılık gösterirler. Bu konu mutlaka conta üreticisi ile görüşülmeli, uygun conta seçilmelidir.

Conta spektinde yazan kuru madde oranı ve kullanım miktarı direkt kuruma için gerekli enerji ihtiyacını belirleyicidir. Yüksek kuru maddeli contalar tercih edilmelidir. Yoğunlukları düşük contalar birim hacimde daha hafif olduklarından kullanımları azalacaktır.

Conta kullanımları takip edilmeli, yaş conta gramajları işletmelerin belirleyeceği günlük periyotlar 2 saatte bir ölçülmelidir. Bu ölçümlerin sağlanması aylık olarak üretilen kapak miktarı ve kullanılması gereken conta miktarı mukayesesi ile doğrulanmalıdır. Yaş conta ağırlığı belirlenmelidir. Uygun conta, doğru uygulama

şekli, optimum gramaj ve kuruma sonrasında mutlaka mutlak nem tayini yapılmalı kuruma süresi, sıcaklığı ve makine hızı bu parametrelere göre ayarlanmalıdır.

Günlük, haftalık, aylık hatta yıllık kapak ihtiyaçları belirlenmeli yapılacak yatırımın üretim hızı ve verimi dikkate alınarak hesaplanmalıdır. Sadece yatırım maliyeti ölçütüne göre karar alınmamalı hesaplanan en önemlilerinden enerji ve ıskarta değerleri dikkate alınmalıdır.

Bir fabrikadaki üretim maliyetleri; hammadde, işçilik, işletme ve enerji maliyetlerinden oluşur. Çalışmanın konusunu oluşturan teneke kutu kapak kurutulmasında kullanılan fırınlar yukarıda bahsedilen maliyetler açısından incelenmiştir. Bunun sonucunda Enerji maliyetleri bu maliyet kalemleri arasında incelendiğinde; enerji tüketim yüzdelerinde metal sanayi %35' lik oranı ile en başta yer almaktadır.

Bölüm 5.1' de yer alan rakamsal veriler ışığında yatırım kararı alınırken pazarın talebi doğrultusunda kapasite, conta çeşidi belirlenmelidir. Üretim hızı, conta uygulama miktarı enerji tüketimi için belirleyici unsurdur. Makine verimleri hesaba katılmalı, kuruma işleminden sonra mutlak nem tayini yapılarak karar alınmalıdır. Kuruma sonrasında yeterli kuruma sağlanamadığında fırın içi sıcaklığı artırmak gerekmekte fakat conta yüzeyinin hızlı kuruması sonucu conta iç kısmının kuruması için fazla süreye ihtiyaç duyulmaktadır. Conta miktarı, fırın içi sıcaklığı ve kurutma süresi birbirine bağlı parametreler olup optimum seviyelerde tutulmaları için gerekli denemelerin yapılması gerekmektedir.

Yatırım kararı alınırken pazarın talebi doğrultusunda kapasite, conta çeşidi belirlenmelidir. Üretim hızı, conta uygulama miktarı enerji tüketimi için belirleyici unsurdur. Makine verimleri hesaba katılmalı, kuruma işleminden sonra mutlak nem tayini yapılarak karar alınmalıdır. Kuruma sonrasında yeterli kuruma sağlanamadığında fırın içi sıcaklığı artırmak gerekmekte fakat conta yüzeyinin hızlı kuruması sonucu conta iç kısmının kuruması için fazla süreye ihtiyaç duyulmaktadır. Conta miktarı, fırın içi sıcaklığı ve kurutma süresi birbirine bağlı parametreler olup optimum seviyelerde tutulmaları için gerekli denemelerin yapılması gerekmektedir.

Karar vericinin kurutma firmasını seçiminde gereken kriterleri gösteren Şekil 6.1 incelendiğinde en büyük öneme sahip kriterin enerji tüketimi olduğu görülmektedir. Bu oran diğer 5 kriterlerin oransal toplamına eşittir.

Bu çalışmada kullanılan AHP yöntemi, öncelik belirleme, seçenekler arasında seçim yapma, performans ölçme gibi karar alma gerektiren her türlü problem uygulanabilir. Çünkü bu yöntemle seçeneklerin birbirine göre nasıl performans gösterdikleri görülür.

KAYNAKLAR

- [1] www.saribekir.com.tr. (Erişim tarihi : Mayıs 2012)
- [2] GÜNEŞ, M.,Bilgisayar destekli olarak çeşitli geometrik Őekillere sahip gözenekli ortamlarda kurutma prosesinin incelenmesi. Doktora tezi, Balıkesir Üni. Fen bilimleri Ens. 1994.
- [3] Darex Tecnicl Bulletin. Waterbaseddryingadvisory. March 2000.
- [4] Grace Davison Materials &Packaging Tecnologies Tecnicl Bulletin.,Waterbased can sealingcompounds. Tb-008 metricversionnov. 2011.
- [5] Grace Davison Materials &Packaging Tecnologies.Tb-012 versionnov. 2011.
- [6] Darex Tecnicl Bulletin.,Handling of waterbasedcompoundsIssue 14, Octeber 2001.
- [7] DEMİRTAŐ, C., Fındık kurutma Őartlarının belirlenmesi. Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina mühendisliği anabilim dalı, Trabzon, Temmuz 1996.
- [8] TUNÇ, M., İnce tabaka halinde kurutulan patlıcanın kuruma kinetiğinin incelenmesi ve kurutma davranıŐının modellenmesi. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen bilimleri enstitüsü, Tarım makinaları ana bilim dalı, Konya, 2008.
- [9] KAYA, A., Kurutmada ısı ve kütle transferinin teorik ve deneysel olarak incelenmesi.Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, Mart 2008.

- [10] PARLAK,N., Akışkan yataklı reaktörde kurutma prosesi.Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Enerji,Temmuz 2003.
- [11] AKTAŞ. M.,CEYLAN,İ.,DOĞAN,H. Güneş enerjili kurutma sistemlerinin fındık kurutulmasına uygulanabilirliği. Teknoloji, cilt 7, sayı 4, 557-564,2004.
- [12] ERSÖZ, M,A., DOĞAN,H.Isı geri kazanımlı akışkan yatak sürekli kurutucu tasarımı, imalatı ve tuz kurutmasında incelenmesi. 5. uluslararası ileri teknolojiler sempozyumu (IATS 09), Karabük, Türkiye, Mayıs 13-15, 2009,
- [13] SOYSAL, A.Elektro manyetik güç ile çalışan vakum sistemli kurutma fırın tasarımı ve imalatı. Yüksek lisans tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine mühendisliği ana bilim dalı, Hatay, Şubat, 2011.
- [14] SOYSAL, A.Elektro manyetik güç ile çalışan vakum sistemli kurutma fırın tasarımı ve imalatı dalı Yüksek lisans tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine mühendisliği ana bilim, Hatay, Şubat, 2011.
- [15] GÜRSES, Ö, L. Gıda İşleme Mühendisliği – II Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 963 Ders Kitabı 282, Ankara,1986.
- [16] DOGANAY, T. Farmasötik Teknoloji, Temel Konular ve dozaj Şekilleri Kontrollü Salım sistemleri yayını, İstanbul,2004
- [17] SALDAMLI,İ., SALDAMLİ,E. Gıda endüstrisi makineleri. Savaş Kitabevi 2.baskı. Ankara, 2004.
- [18] TOPUZ, A. Akışkan yatakta fındık kurutma prosesinde ısı ve kütle geçişinin incelenmesi. Doktora, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. 2002.
- [19] YÜZGEÇ, U. Kurutma sürecinin modellenmesi ve akıllı öngörülü sistem. Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen bilimleri enstitüsü, 2005.
- [20] PAŞA, Ç. Otomotivde boyama teknolojisi ve boya kurutma fırınının ekserji analizi. Yüksek Lisans Tezi, YTÜ 2006.

- [21] WAKOL GMBH, Sızdırmazlık ürünleri eğitim kitabı Pirmasens, Almanya, Ocak 2009,
- [22]. GRACE DAVİSON MATERIALS &PACKAGİNG TECNOLOGİES TECNİCAL BULLETİ, Tb - 008 metric / version, DAREX Waterbased can sealingcompounds, November, 2011
- [23] DOĞAN, B., Karar vermede çok kriterli bir yaklaşım modeli olarak analitik hiyerarşi süreci ve mayın avlama gemisi seçiminde analitik hiyerarşi süreci yönteminin uygulanması, TC Deniz Harp Okulu Deniz Bilimleri ve Mühendisliği Anabilim Dalı, 2004.
- [24] KARABACAK, G., Analitik hiyerarşi prosesi ile topçulukta mühimmat seçimi. Y. Lisans, Atatürk Üniversitesi Fen bilim. Enst. 2011.
- [25] AYTAÇ,S.,BAYRAM,N., Üniversite gençliğinin iş ve eş seçiminde Etkin Kriterlerin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile analizi endüstri ilişkileri ve İnsan kaynakları cilt 3, sayı 1, sıra 2, no:97,2001.
- [26] ÖZGÜL, Ö., Bir işletme için topsis ve AHP yöntemleri ile ERP yazılımının seçilmesi, Yüksek lisans SAÜ Fen Bilimleri Enst.2006.
- [27] DURDU, M., Perakende sektöründe tedarikçi performans değerlemesinde AHP ve Bulanık AHP uygulaması, Yüksek Lisans, YTÜ Fen Bilimleri Enst. 2006.
- [28] KADAK,E,G.,Türkiyede AHP tekniğinin performans değerlendirmedeki yeri ve ilaç dağıtım sektöründe uygulanması, Y. Lisans tezi, Çukurova Üni. Fen Bil. Enst. ,2006
- [29] DURSUN, E., Bulanık AHP yöntemi ile tedarikçi seçimi ve tekstil sektöründe bir uygulama , Y. lisans tezi , İTÜ Fen. Bil. Enst. 2009

ÖZGEÇMİŞ

Engin KESKİNOCAK 1977 yılında İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimi Silivri'de tamamladıktan sonra 1999 yılında Sakarya Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2001 yılında İstanbul Üniversitesi İşletme-İktisadi Enstitüsü İşletme Programından mezun oldu. 1999 yılında teneke kutu imalat sektöründe çalışmaya başlamış olup 2012 yılına kadar geçen sürede üretim mühendisliği, üretim müdürlüğü ve 7 yıl süreyle de fabrika müdürlüğü görevinde bulunmuştur. Evli ve bir çocuk babasıdır.