

**BİRBİRİNDEN FARKLI KALIN CİDARLI  
BASINÇLI KAPLARDA KAYNAKLI BÖLGELERİN  
TS 17020 UYGUNLUĞUNUN ARAŞTIRILMASI  
Murat USTA**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Makine Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nurşen YENİCİ  
2011**

**T.C.**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİRBİRİNDEN FARKLI KALIN CİDARLI BASINÇLI KAPLARDA KAYNAKLI  
BÖLGELERİN TS 17020 UYGUNLUĞUNUN ARAŞTIRILMASI**

**Murat USTA**

**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Nursen YENİCİ**

**TEKİRDAĞ-2011**

**Her hakkı saklıdır**

Yrd. Doç. Dr. Nurşen ÖNTÜRK YENİCİ danışmanlığında, Makine Mühendisi Murat USTA tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Yrd. Doç. Dr. Nilhan ÜRKMEZ TAŞKIN *İmza :*

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nurşen ÖNTÜRK YENİCİ *İmza :*

Üye : Yrd. Doç. Dr. İbrahim Savaş DALMIŞ *İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Fatih KONUKÇU  
**Enstitü Müdürü**

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Birbirinden farklı kalın cidarlı basınçlı kaplarda kaynaklı bölgelerin TS 17020 uygunluğunun araştırılması

Murat USTA

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nurşen YENİCİ

Basınçlı kapların üretimi, kullanımı, bakımları, denetimleri; standart ve yönetmeliklerde belirtilmiştir. Bu çalışmamızın amacı kalın cidarlı basınçlı kapların, tasarım ve üretiminde yapılan kaynaklı birleştirme noktaları ( ITAB: ısı tesiri altında kalan bölge), TS 377 standart'ına göre belirlenen basınçlara dayanıp dayanmadığını araştırmaktır. Kalın cidarlı basınçlı kaba yüksek basınç uygulandığında ısı tesiri altında kalan bölgenin yeterli dayanımı göstermesi gerekir. Isıtma kazanı, buhar kazanı, hava tankı olmak üzere seçilen basınçlı kaplar TS 17020 standart'ına göre muayene edilmiştir. Basınçlı kapların kaynaklı bölgelerinin uygun olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Basınçlı Kap, Kaynak, Hidrostatik, Isı Tesiri Altında Kalan Bölge

2011,52 sayfa

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

Thick-walled pressure vessels from different regions to investigate compliance with TS 17020

Murat USTA

Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences İnstitute  
Main Science Division Of Mechanical Engineering

Supervisor : Assistant Prof. Dr. Nurşen YENİCİ

Pressure vessels, production, use maintenance, inspection, standarts and regulations are listed. The pupose of this study was athick-walled pressure vessels, desing and prodiction of merge points in the source ( ITAB : The area under the influence of heat), according to TS 377 standart'ına relies on the pressure to investigate. Thick-walled high-pressure container of pressure under their fluence of tempereture of the are a shuld show sufficienth. Heating boilers, steam boilers, air taks including pressure vessels selected were examined according to TS 17020 standart'ına. Welded pressure vessels suitable areas were

Key words: Pressure Vessel, Weld, Hydrostatic, The Area Under The İnfluence Of Heat

All rights reserved 2011, 52 pages

## ÖNSÖZ

Endüstride kullanılan basınçlı kapların yanlış üretimi, kullanım hataları ve denetimsizliği nedeniyle ülkemizde ölümlerle sonuçlanan iş kazaları meydana gelmektedir. Denetimlerin nasıl yapılacağı, basınçlı kapların en çok dikkat edilmesi gereken ısı tesiri altında kalan bölgenin ne şekilde incelenmesi gerektiği tez çalışmamızda etraflıca anlatılmıştır.

Bu çalışma süresince her konuda bana yardımlarından ilgililerinden dolayı başta değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Nurşen YENİCİ' ye Ar. Gör. Olcay EKŞİ ve Ar. Gör. Sencer Süreyya KARABEYOĞLU' na bana olan desteklerinden dolayı eşime, edindiğim teorik bilgileri pratikte uygulamamda bana yardımcı olan ve tecrübelerinden faydalandığım "Eralp Makine ve Kazan A.Ş kalite müdürü Makine Mühendisi Behçet YILMAZ'a" imkanlarından faydalandığım "T.M.M.O.B Makine Mühendisleri Odası Edirne Şubesi Yönetim Kurulu'na, deneyleri gerçekleştirebilme konusunda fabrika kazan dairelerini test imkanı sağlayan "Mey Alkollü İçecekler Şarköy A.Ş. Şarap Fabrikası Makine Enerji Şefi Makine Mühendisi Ceyhun SEVİL'e", "Mey Alkollü İçecekler A.Ş. Tekirdağ Fabrikası Makine Enerji Şefi Makine Mühendisi Aşkın KARTAL'a", "C.P. Yem A.Ş. İşletme Şefi Münir ŞENAY'a" teşekkürü borç bilirim.

Murat USTA

## SİMGELER

<b>Fiziksel büyüklük</b>	<b>Birim</b>	<b>Sembol</b>
Test basıncı	Bar	$P_t$
Deneme basıncı	Bar	$P_d$
Gerilme ( % 2 uzama sınırındaki)	$N/mm^2$	$R_{p0,2}$

# İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
<b>1.GİRİŞ</b> .....	1
1.1 Kalın cidarlı basınçlı kap çeşitleri.....	2
1.1.1 Kazanlar.....	3
1.1.2 Kapalı genleşme depoları (Hava tankı).....	9
1.1.3 Hidroforlar ve boylerler.....	10
1.1.4 Sanayi gazları dolum tankları (LPG tankları).....	12
1.2 Basınçlı kapların kaynak işlemleri .....	12
1.3 Kalın cidarlı basınçlı kapların ülkemizdeki tüzük ve yönetmelikler.....	13
1.3.1 TS 377 ( Tasarım basıncı 0.5 MPa – 2.5 MPa olan silindirik kazanlar).....	14
1.3.2 TS 497 ( Tasarım basıncı en çok 5 bar olan kazanlar ).....	14
1.3.3 TS 2754 ( Kalorifer kazanları ).....	14
1.3.4 TS EN 17020 ( Muayene kuruluşlarının çalıştırılması kriterleri ).....	15
1.3.5 İşçi sağlığı ve iş güvenliği tüzüğünün basınçlı kaplarla ilgili maddeleri .....	15
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	16
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	21
3.1 Deney 1’de kullanılan ısıtma kazanı.....	21
3.2 Deney 2’de kullanılan buhar kazanı.....	24
3.3 Deney 3’de kullanılan hava tankı .....	28
3.4 Deney 1-2-3’de kullanılan test pompası .....	29
3.5 Deney 1-2-3’de kullanılan manometre.. ..	30
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI</b> .....	31
4.1 Isıtma kazanı muayene sonuçları.....	31
4.2 Buhar kazanı muayene sonuçları.....	36
4.3 Hava tankı muayene sonuçları.....	42



<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	46
5.1 Isıtma kazanı muayene yorumları ve öneriler.....	46
5.2 Buhar kazanı muayene yorumları ve öneriler.....	47
5.3 Hava tankı muayene yorumları ve öneriler.....	48
<b>KAYNAKLAR</b> .....	49
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	52

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Alev-duman borulu Buhar kazanı.....	5
Şekil 1.2. Su borulu buhar kazanı.....	6
Şekil 1.3. Isıtma Kazanı.....	8
Şekil 1.4. Hava tankı.....	10
Şekil 1.5. Boyler.....	11
Şekil 1.6. Hidrofor.....	11
Şekil 1.7. LPG Tankı.....	12
Şekil 3.1. Isıtma Kazanı.....	21
Şekil 3. 2. Isıtma kazanı aynası.....	22
Şekil 3. 3. Isıtma kazanı cehennemlik ( iç saç ).....	22
Şekil 3. 4. Alev – Duman boruları.....	23
Şekil 3.5. Flanş bağlantılası.....	23
Şekil 3. 6. Menhol (Adam Deliği).....	24
Şekil 3.7. Buhar kazanı.....	25
Şekil 3.8. Buhar kazanı aynası.....	25
Şekil 3.9. Buhar kazanı cehennemlik ( iç saç ).....	26
Şekil 3.10. Alev – Duman boruları.....	26
Şekil 3.11. Flanş bağlantılası.....	27
Şekil 3.12. Menhol (Adam Deliği ).....	27
Şekil 3.13. Hava tankı.....	28
Şekil 3.14. Hidrostatik test pompası.....	29
Şekil 3.15. Kalibreli manometre.....	30
Şekil 4.1. Test pompasının bağlanmış hali.....	32
Şekil 4.2. İç saç (cehennemlik).....	33
Şekil 4.3. Arka duman sandığı.....	33
Şekil 4.4. Alev duman boruları.....	34
Şekil 4.5. Ayna ve bağlantısı.....	34
Şekil 4.6. Menhol bağlantısı.....	35
Şekil 4.7. Flanş bağlantısı ( Emniyet ventili bağlantısı).....	35
Şekil 4.8. Flanş bağlantısı (Gidiş – Dönüş vanası).....	36
Şekil 4.9. Test pompasının buhar kazanına bağlanması.....	38
Şekil 4.10. İç saç (cehennemlik).....	38

Şekil 4.11. Arka duman sandığı.....	39
Şekil 4.12. Alev duman boruları.....	39
Şekil 4.13. Ayna ve bağlantısı.....	40
Şekil 4.14. Menhol bağlantısı.....	40
Şekil 4.15. Flanş bağlantısı ( Emniyet ventili bağlantısı).....	41
Şekil 4.16. Flanş bağlantısı (Gidiş – Dönüş vanası).....	41
Şekil 4.17. Flanş bağlantısı (Blöf vanası).....	41
Şekil 4.18. Test pompasının hava tankına bağlanması.....	43
Şekil 4.19. Ayak bağlantıları.....	43
Şekil 4.20. Gidiş - Dönüş bağlantıları.....	44
Şekil 4.21. Şapka ve gövde bağlantıları.....	44

## 1.GİRİŞ

Enerji üretimi ve tüketimi, üzerinde durulması ve strateji geliştirilmesi gereken konuların başındadır. Gelişme yolunda hızlı ilerleyen ve sanayileşen ülkelerin enerji ihtiyaçları da sürekli olarak artmaktadır. Enerji sektöründe temel amaç, artan nüfusun ve gelişen ekonominin enerji ihtiyaçlarının sürekli, kesintisiz ve mümkün olan en düşük maliyetle güvenli bir arz sistemi içinde karşılanmasıdır

İhtiyaçların karşılanmasında bir araç olan enerjinin üretimi, dağıtımı ve tüketimi ancak bir ihtiyacın karşılanmasında bir anlam kazanır. Enerji tüketimine yol açan bu ihtiyaçlar;

1. Isıl ihtiyaçlar,
2. Mekanik güç ihtiyacı,
- 3.Hammadde ihtiyaçları,
4. Işık ihtiyacı, olarak

dört büyük bölüme ayrılabilir. Büyük miktarlarda enerjinin üretilmesi ve dağıtılması sonucu çevre bozulmaktadır. Dünyada enerji tüketiminin artmaya devam edeceği göz önüne alınırsa çevre sorunlarının da bu artışa paralel olarak büyümesi kaçınılmazdır.

**(Akdeniz ve ark. 2007).**

Belirli bir yüzeye etkiyen basınç küçük bile olsa yüzeyin büyüklüğünden dolayı çok büyük kuvvetlere dönüşebilmektedir. Bu yüzden oluşan patlamalar büyük hasarlar oluşturmakta, can kaybına yol açmaktadır, komşu işletmeler de büyük tehlikelerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle basınçlı kapların üretimi, denetimi standart ve yönetmeliklerle belirlenmiştir. Standart ve yönetmeliklerin belirlenmesindeki, en önemli etken insan hayatını tehdit etmeyecek şekilde üretilmesi ve kullanılmasıdır.

Endüstride kullanılan basınçlı kapların güvenlik sistemlerinin çalışır durumda olması gerekir. Bu nedenle periyodik olarak kontrol edilmelidir. Basınç altında çalışan kapların en zayıf noktası birleşme noktası yani kaynaklı bölgedir. Kaynaklı bölgenin basınç altında yeterli mukavemeti göstermesi gerekir.

Son elli yıldır kaynak tekniğinde meydana gelen değişmeler, kaynakla birleştirmenin imalat sektöründe giderek artan oranda yaygınlaşmasına ve kaynağa uygun yeni çelik türlerinin imalat sektörünün kullanımına sunulmasına neden olmuştur. Böylece imalat sektöründe çalışan teknik elemanlar giderek artan oranda kaynağın tasarım, imalat ve kontrol problemleriyle yüz yüze kalmışlardır. Özellikle örtülü elektrotlarla ark kaynağında, kaynak makinelerinin göreceli olarak ucuz ve basit olması, kaynakçının önemli ölçüde hareket serbestisine sahip olması ve aynı kaynak makinesiyle sadece elektrot tipini değiştirerek farklı metallerin kaynağının yapılabilmesi bu yöntemin imalata yaygın biçimde kullanılmasına neden olmuştur.

Elektrot seçimi, kaynaklı bağlantının tasarımı sırasında yapılır ve her işe uygun mükemmel elektrot mevcut değildir. Belirli bir işe en uygun elektrot, kaynak edilecek çeliğin cinsi ve mekanik özellikleri başta olmak üzere bir takım faktörler göz önüne alınarak seçilir. Doğal olarak, elektrot imalatçıları kaynaklı imalat sektöründe kullanılan çeşitli türden çelikleri ve yukarıda değinilen faktörleri göz önüne alarak çeşitli türden çok sayıda örtülü elektrotu piyasaya sürmüşlerdir. Elektrot üreticilerinin kataloglarında, ürettikleri her tip elektrot için, bunların hangi standart'a göre üretildikleri, hangi tip çelik için kullanılabilecekleri, yığılan kaynak metalinin kimyasal ve mekanik özellikleri, elektrotun kullanılabileceği kaynak pozisyonu gibi çeşitli bilgiler yer alır.

Bu çalışmamızın amacı kalın cidarlı basınçlı kapların, tasarım ve üretiminde yapılan ve basınçlı kabın en zayıf bölgesi olan, kaynaklı birleştirme noktaları ITAB ( ısı tesiri altında kalan bölge), yapılan hidrostatik testlerde, standartlara göre belirlenen basınçlara dayanıp dayanmadığını araştırmaktır.

### **1.1 Kalın Cidarlı Basınçlı Kap ve Çeşitleri**

0,5 bar'dan daha fazla etkili basınç uygulayan gaz, buhar veya sıvı akışkanları üzerine tasarlanan, geliştirilen sabit yada hareketli kap veya depo kalın cidarlı basınçlı kabı ifade eder. (TS 3362).

### **1.1.1.Kazanlar**

Yüzeylerinin bir tarafında ısı alan akışkan (su, hava v.s.) ile diğer tarafından ısı veren bir yakıtın yakılması neticesinde oluşan alev ve duman gazlarının dolaylı yollar bulunan kapalı kaba kazan denir. Ülkemizde tüketilen enerjinin büyük bölümü termal sistemlerde harcandığı için termik santrallerde, sanayide, konutlarda ve diğer alanlarda ihtiyaç duyulan ısı enerjisi kazanlarda yakılan yakıtlardan elde edilmektedir.

**(Çomaklı ve ark. 2006).**

Genel olarak kazanlar, yakıtın kimyasal enerjisini ısı enerjisine çevirip taşıyıcı akışkana ileten ve yüksek basınç altında çalışan kapalı kaplar olarak tanımlanmaktadır. Kazanları çalışırken dikkat edilmesi gereken en önemli husus kazan verimidir. Kazan verimi, yakıtın yanmasıyla oluşan ısının kazan içerisindeki suya ne oranda aktarılacağına bağlıdır. Kazanın verimini arttırmak ve güvenli çalışmasını sağlamak için bir kazanda yanma prosesinin, daima stokiometrik yanma şartlarını sağlayan hava miktarından biraz daha fazla olması gerekir. Eğer hava oranı çok düşük olursa hızlı bir şekilde (CO) karbonmonoksit oluşumu başlayacak ve daha ileri safhalarda siyah duman oluşacaktır. Ayrıca CO, boru yüzeylerinde kurum tabakası oluşturarak suya ısı geçişini engelleyeceğinden kazan veriminin düşmesine sebep olur. Eğer hava oranı çok fazla olursa, baca gazı emisyonları arasında CO'ın düştüğü, oksijen miktarının arttığı, alev renginin çok açık ve parlak olduğu gözlenecektir. Yanmanın hava fazlalık katsayısı üzerinde veya altında olması atılan baca gazları arasındaki oksijen veya CO miktarının ölçülmesiyle anlaşılabilir. Eğer oksijen belirlenen değer altında ise bu durum eksik yanmanın işaretidir

**(Şanlı ve ark. 2006).**

Bu tez çalışmasında buhar kazanı ve ısıtma kazanının; çeşitleri, teknik özellikleri, ne amaçla kullanıldıkları incelenmiştir.

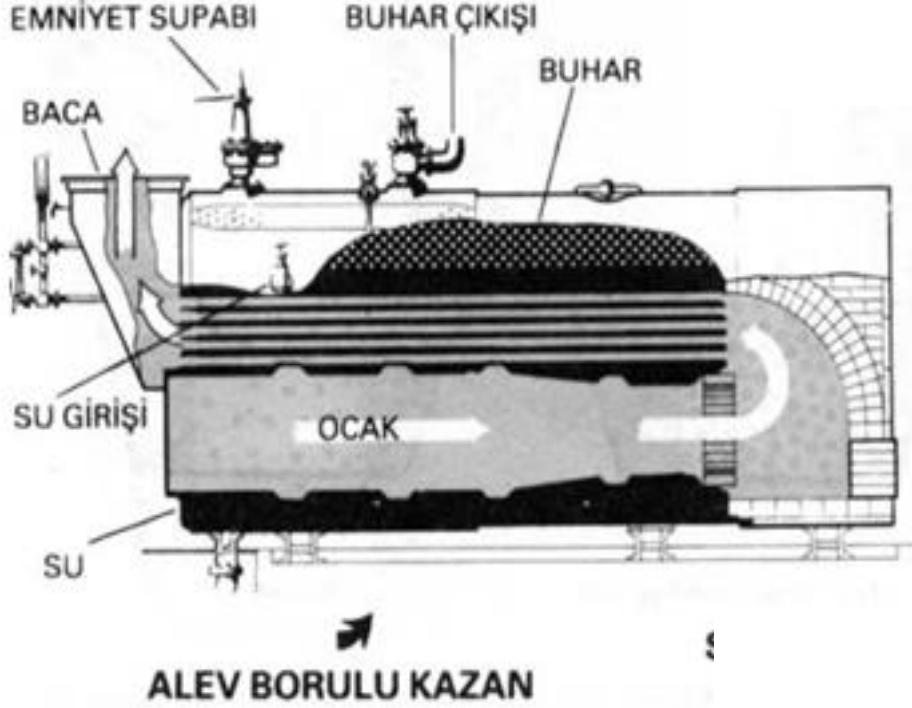
İçinde herhangi bir sıvı kaynatılarak buhar elde edilen cihazlara buhar kazanı denir; bu ad daha çok, sudan buhar elde etmeye yarayan cihazlar için kullanılır. Su ısıtılırsa bir süre sonra su kaynar ve buharlaşmaya başlar. Bu buhar sudan ayrılarak kabın içinde, su düzeyinin üstündeki boşlukta toplanır. Su buharı, suyun sıvı haldeyken kapladığı hacimden çok daha büyük bir hacme yayılır. Serbestçe yayılabildiği zaman, sıvı haldeyken kapladığı hacmin yaklaşık 1.700 katı kadar bir hacmi kaplar. Ama kapalı kaplar böylesine bir

genleşmeye olanak vermez ve genleşmek isteyen gaz kabın çeperlerine basınç yapar. Su düzeyinin üstündeki boşlukta ne kadar çok buhar toplanırsa, buharın kazan çeperlerine ve kazandaki su üzerine yaptığı basınç da o kadar artar. Kazan içindeki basınç yükseldikçe suyun kaynama sıcaklığı da yükselir ve suyun kaynamayı sürdürmesi için su sıcaklığını 100°C'nin üstüne çıkarmak gerekir.

Buhar kazanının güvenli olarak dayanabileceği belli bir basınç düzeyi vardır; kazan basıncının bu düzeyi aşmamasına dikkat etmek gerekir. Kazandaki basıncın güvenlik sınırını aşmaması için, bütün buhar kazanlarında, basınç belirli bir düzeyi geçince fazla buharı dışarı veren bir emniyet supabı (ventili) bulunur. Kazan su girişinden en az iki adet olması gereken besi suyu pompası yardımı ile su haznesine su alınır, su seviyesi seviye göstergeleri üzerinden takip edilebilir. Kazan içindeki su yeterli seviyeye geldiği anda besi pompası su basmayı keser. Bir enerji kaynağı ile (katı yakıt, sıvı yakıt veya gaz yakıt) yakılarak su haznesindeki su buhar haline getirilir, buhar deposunda biriken buhar, buhar çıkışı vasıtasıyla kullanılacak yere iletilir. Isı kaynağının yanması sonucu oluşan egzoz gazları kazan bacasından dış ortama atılır. **(Göral 2005).**

Buhar kazanlarını iki ana başlık altında toplamak mümkündür.

- 1- Alev duman borulu buhar kazanı
- 2- Su borulu buhar kazanı



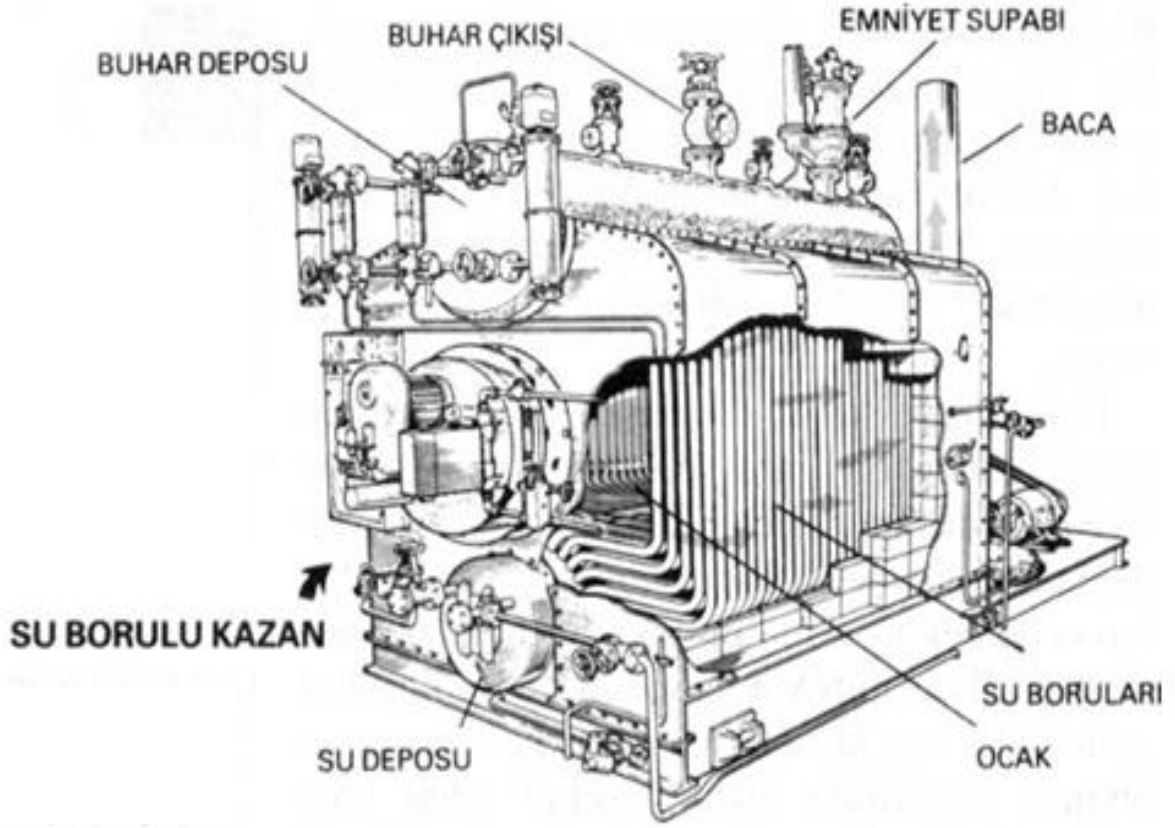
Şekil 1.1 Alev- duman borulu buhar kazanı (Temir 2009).

1- Alev – duman borulu kazanları yatay alev borulu ve dikey alev borulu kazanlar olarak incelemek mümkündür.

Yatay alev borulu kazanlar günümüzde pek fazla kullanılmamaktadır. Ancak eski işletmelerde bu tür kazanlar görülebilir. Bu tip kazanlar silindirik bir gövde ile bu gövdenin içinde bulunan bir, iki, üç hatta dört alev borusundan meydana gelmiştir. Ocak alev borusunun başlangıç kısmındadır. Düşük ısı değerli yakacakların kullanılması durumunda, alev borusun ön kısmına kazanın dışında bir ön ocak konur. Alev borularının imalatı düz ve dalgalı şekilde olabilir. Alev borulu kazanlarda su sirkülasyonu artırmakla birlikte alev borusunun mukavemetini ve kazanın ısıtma yüzeyini de artırmaktadır.

Dik alev - borulu kazanlar küçük güçlerde kullanılmak üzere imal edilmişlerdir. Kazan ısıtma yüzeyini ve su sirkülasyonunu artırmak için alev borusunun içine eğimli galloway boruları konulabilir. Bu kazanların kullanılması sırasında görülen sakınca, bir tarafında duman gazları diğer tarafında buhar bulunan yüzeylerdeki korozyondur.





Şekil 1.2 Su borulu buhar kazanı (Temir 2009).

2- Su borulu kazanları kasalı az eğimli su borulu kazanlar, seksiyonlu az eğimli su borulu kazanlar, dik su borulu kazanlar olmak üzere üç başlıkta incelenebilir.

Kasalı az eğimli su borulu kazanlar, su borulu kazanların ilk örnekleridir. Bir depo ile irtibatlı olan kasa şeklindeki kolektörlerin arasına yatayla yaklaşık 10 – 15 derece eğimli borular bulunmaktadır. Kolektör, dikdörtgen bir prizma şeklinde olduğundan, bu kazan yüksek basınçlar için uygun değildir. Bu tip kazanlar en fazla 15 ton / h buhar kapasitelerine kadar kullanılabilirler.

Seksiyonlu az eğimli su borulu kazanlar kasalılardan farklı olarak, bu kazanlarda borular seksiyon adı verilen gruptan oluşmaktadır. Böylece sistem daha elastik olabilmektedir. Seksiyonların mukavemet açısından iyi olması nedeniyle kasalı tiplere göre daha yüksek basınçlara çıkabilirler.

Dik su borulu kazanlar, az eğimli su borulu kazanlarda su sirkülasyonunun kötü olması nedeniyle özellikle buhar kapasitesi artınca bu kazanlarda bazı sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunların en önemlisi, depoya kadar sürüklenmeyerek az eğimli borular içinde buhar cepheleri oluşturmalarıdır. Buharın suya göre ısı iletim katsayıları daha düşük olması nedeniyle boru malzemesinin sıcaklığı artar ve borular çok kısa zamanda tahrip olur. Bu yüzden buhar yükü 60 kg / h değerini aşan su borulu kazanlarda su – buhar sirkülasyonunu artırmak için dik borulu olarak imal edilir. Kullanma yerlerine ve buhar kapasitelerine göre bu kazanlar çok değişik şekillerde yapılırlar. Isıtma kazanının çalışma sistemlerine göre çeşitleri vardır. Bu çeşitleri üç ana başlık altında toplanabilir.

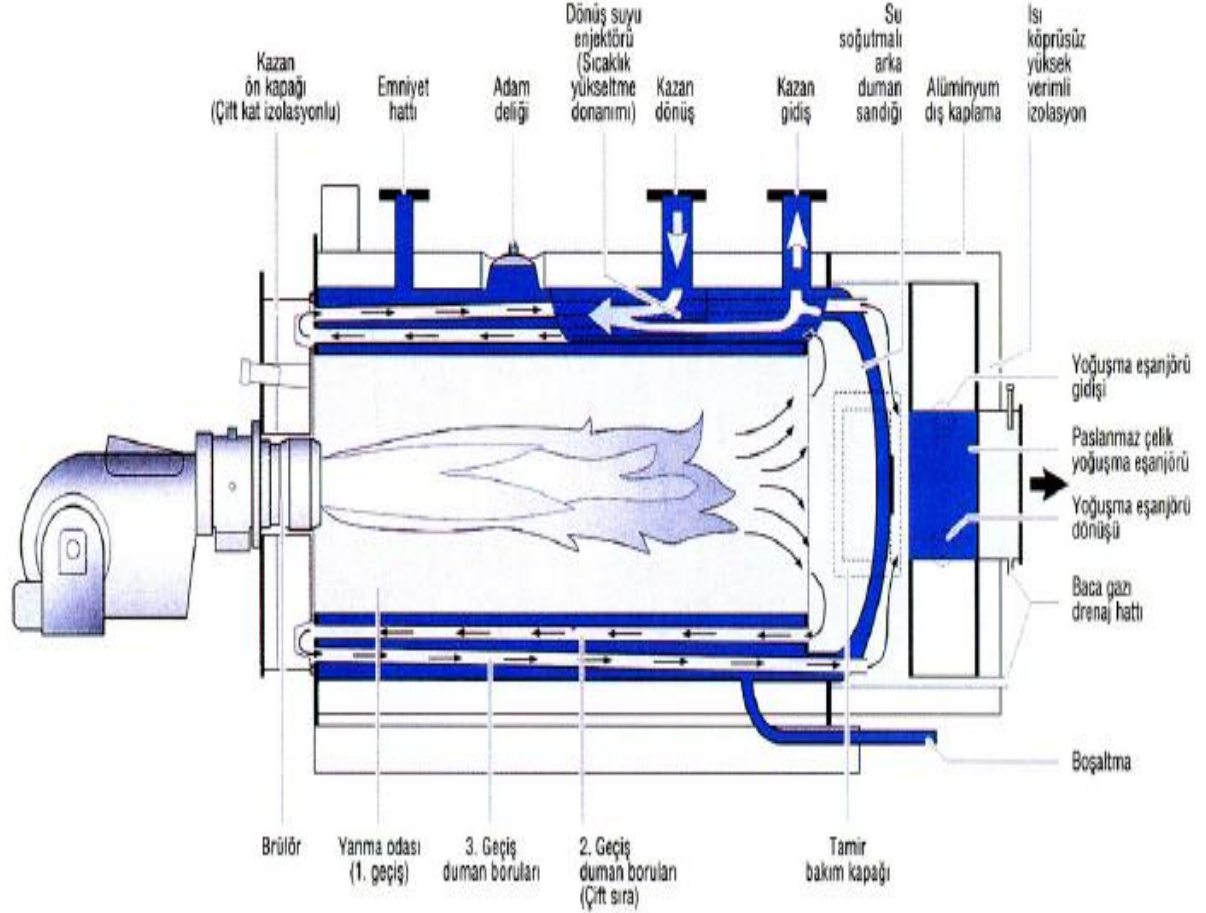
- 1- Standart kazanlar : Dönüş suyu sıcaklığı sınırlandırılmış kazanlardır.
- 2- Düşük sıcaklık kazanı : 35- 40 C arasındaki dönüş suyu sıcaklığı ile çalışabilen ve baca gazında kısmi yoğuşmaya izin verilen kazanlardır
- 3- Yoğuşmalı kazanlar : Baca gazındaki su buharının tamamının yoğuşmasına izin verilen kazanlardır.

Özellikle içerisinde yüksek değerde H<sub>2</sub> bulunduran yakıtların yakılması ile baca gazında bol miktarda su buharı bulunmasından dolayı yüksek miktarda ısı enerjisi taşımaktadır. Yoğuşma ile bu enerjiden faydalanılmaktadır. Örneğin 1 gram metan gazının, CH<sub>4</sub>, yanması ile 2,25 gram su oluşmaktadır. Bundan hareketle alt ve üst değerler arasındaki %11 ısı farkı olabilir. İyi bir ısıtma kazanında olması gereken özellikler aşağıda verilmiştir.

- 1- Su hacimleri mümkün olduğu kadar ufak olmalıdır.
- 2- Ebatları ufak, dolayısı ile radyasyon kayıpları az olmalıdır.
- 3-Yanma hücresi ebatları ufak seçilmemeli, ocak sıcaklığının yükselmesine meydan verilmemelidir. Böylece yanma hücresi sonunda gaz sıcaklıkları boru uçlarını tahrip edecek kadar yükselmeyecek, ayrıca NO<sub>x</sub> teşekkülü de azalmış olacaktır.

Isıtma kazanlarının enerji verimliliği büyük önem taşır. Kazanların verimi yanma sonucu oluşan ısı enerjisinin hangi oranda kullanma mahalline taşındığına bağlıdır. Yanma sonucu oluşan ısı enerjisinden ne kadar yüksek oranda yararlanılırsa o oranda yakıt tüketimi düşük, atmosfere atılan atık gazlar o kadar az olacaktır. Kazanlarda yanmanın iyileştirilerek verimin yükseltilmesi çevre korumasını da sağlayacaktır. İyi bir yanma ile zehirli gaz olan karbonmonoksit çıkışı önlenmiş olur. Atmosfere is ve kurum atılmaz. Gerektiği kadar yakıt

yakılacağından atmosfere daha fazla atık gaz atılmayacaktır. Bunun için de yanmanın denetim altında istenilen şartlarda oluşması gerekmektedir.



Şekil 1.3. Isıtma Kazanı (Temir 2009).

Kazan su girişinden soğuk su alınarak, bir ısı kaynağı vasıtasıyla 90°C'ye kadar kazan su haznesinde ısıtılır ve kullanılacak sisteme kazan girişi vasıtası ile iletilir. Kullanım yerinde ısısını vererek 70°C'de kazan dönüşünden su haznesine alınır. Gidiş dönüş suyu sıcaklık farkı 20°C'yi geçmemelidir. Isı kaynağının yanması sonucu oluşan egzoz gazları bacadan dış ortama atılır. Kazana bakım yapmak için üzerimde adam deliği vardır. İstenmeyen bir durum neticesinde basınç yükselmelerine karşın atmosfere açık veya kapalı emniyet ventilleri vardır. Şekil 1.3.'de bir ısıtma kazanı yukarıda anlattığımız armatürleri ile gösterilmektedir. (Göral 2005).

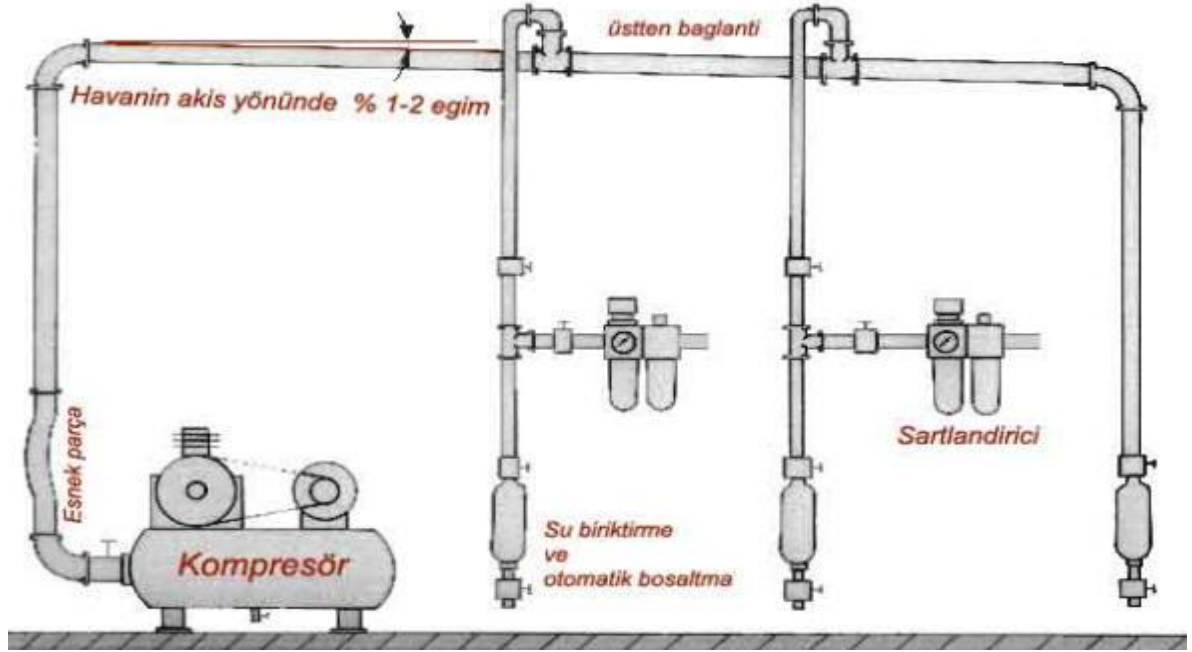
### 1.1.2 Kapalı genişleme depoları (Hava tankı)

Genleşme deposu, sıcak sulu ısıtma tesislerinde, sistemin üst noktasına (öncelikle çatı arasına) konarak, atmosferle irtibatını sağlayan (açık), tesisatta ısınarak genişleyen suyun depo edilmesine, sistemden dışarı az miktardaki su kayıplarının geçici olarak takviyesine yarayan silindir veya prizma biçimli çelik kaptır.

Hava deposu kompresör çıkışındaki basınç dalgalarını absorbe eder. Düzgün, aniden değişmeyen hava basıncı sağlar. Kompresör kapasitesini aşan ani hava taleplerinin karşılanabilmesi için gereken miktarda havayı depolar. Hava deposu kapasitesi kompresör kapasitesine ve hava talebinin şekline bağlı olarak saptanır. Hava deposunun litre olarak kapasitesi kompresörün litre/saniye olarak kapasitesinin 6 katından 10 katına kadar seçilebilir. Hava deposunun ikinci faydası; hava içindeki nemin yoğuşmasını ve oluşan yoğuşumun (kondenstatın) boşaltılmasını kolaylaştırmasıdır. Nemin yoğuşması sonucunda hava deposu dibinde toplanan su tıplar (otomatik tahliye aygıtları) vasıtasıyla sistem dışına atılmalıdır. Hava deposu mümkünse o tesiste bulunan en soğuk yere yerleştirilmelidir. Ortam havası korozyon yapıyorsa, hava deposunun özel bir astar boya ile boyanması gerekir. Gerekirse, hava deposu yapılmadan (alınmadan) önce depo üreticisinden yada distribütöründen tavsiye istenmelidir. Hava deposunun üzerinde emniyet valfi, manometre, kontrol deliği, boşaltma (drenaj) deliği ve tanıtıcı plaket olmalıdır. Deponun destek (taşıma) ayakları olmalıdır. Hava deposu basınçlı hava tesisindeki yerine depo gövdesinin tamamına erişecek ve inceleyebilecek şekilde monte edilmelidir.

Hava deposu kullanıldığı ülkedeki standartlara (talimatnamelere) uygun olmalıdır. Hava deposu ihraç edilecekse, deponun ihraç edileceği ülkenin adı depo üreticisine bildirilmelidir. Bu bildirim depo siparişi uygulamaya sokulmadan önce yapılırsa, deponun kullanılacağı ülkeye göre dizayn edilmesi için yeterli zaman bırakılmış olur. Aralıklı ve aşırı yüksek hava talebi olan yerlerde, hava deposu kullanılması dolayısıyla, talep edilen hava debisinden daha küçük kapasiteli kompresör seçilebilir. Hava deposu kompresör kapasitesini aşan ama sürekli olmayan hava talebini karşılar. Hava deposunun hacmi talep süresince basıncı izin verilen en düşük değerin altına düşürmeyecek şekilde belirlenir. Hava deposunun depolama kapasitesi yukarıda belirtilen basınç alt limitini koruyabilmek için gerekli serbest hava miktarına karşılık gelmelidir. Hava deposu tesis edilirken, doğru işlem

yapabilmek için, kompresör ve/veya hava deposu üreticisine ya da bunların distribütörüne danışılması tavsiye edilir.

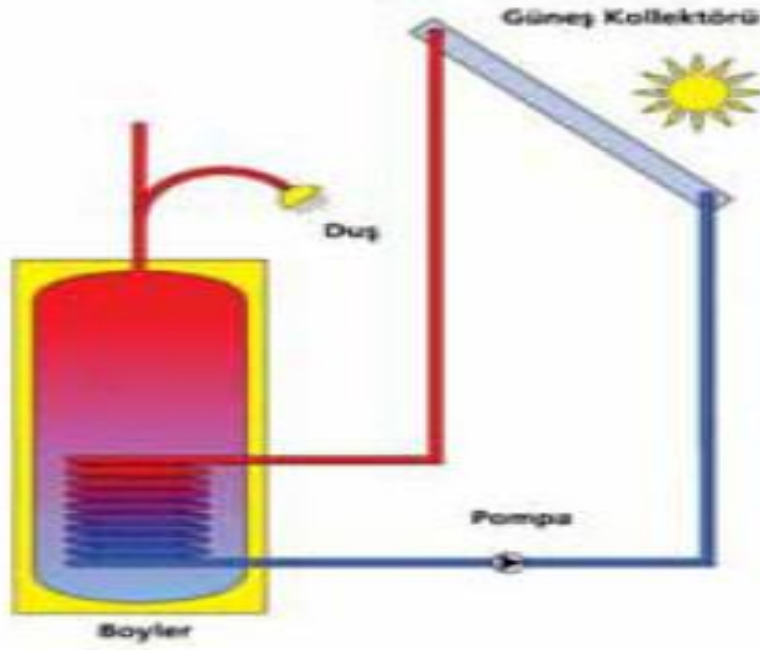


Şekil 1.4. Hava tankı (Uztuğ 2003).

Yakma amacı dışında kullanılan ve iç basıncı 0.5 bar'dan büyük olan ve içinde hava veya azot gazı konulmak üzere tasarlanan basınçlı kaplara hava tankı denir. Şekil 1.4.'te üzerindeki kompresör bulunan yatık tip bir hava tankı görülmektedir. Hava tankı üzerinde dizayn basıncına uygun bir manometre, tehlike anında fazla basıncı dış ortama atacak bir emniyet ventili, alt kısmında zamanla biriken suyu tahliye edecek blöf vanası görülmektedir. Üzerindeki kompresörün basınçlandığı hava, çıkış vanası üzerinden uygun eğim ile su biriktirme ve hava kurutma ünitelerinden geçerek kullanım yerlerine ulaşır. (Göral 2005).

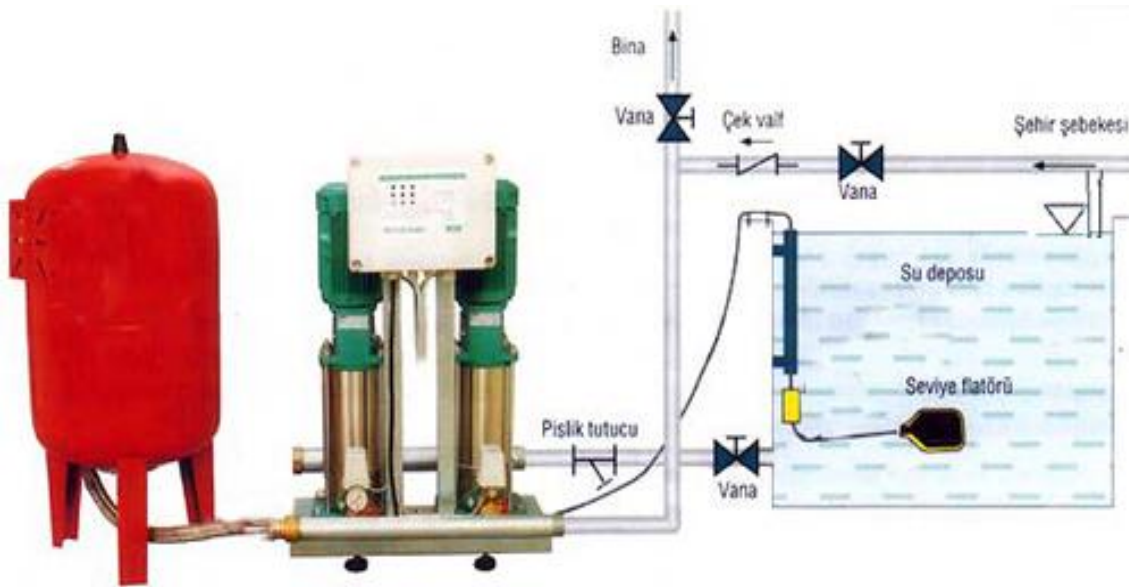
### 1.1.3 Hidroforlar ve Boylerler

Kazan sıcaklığından faydalanarak içerisindeki suyu belirli bir sıcaklıkta tutan, sıcak su hazırlayıcısı basınçlı kaba boyler denir. Soğuk ve sıcak su akış yönlerine, cidar sayılarına, sıcak ortamın cinsine göre çeşitleri vardır. Şekil 1.5.' da ısıtma kaynağı güneş olan boyler görülmektedir. (Göral 2005).



Şekil 1.5.Boiler (Hepbaşlı 2008).

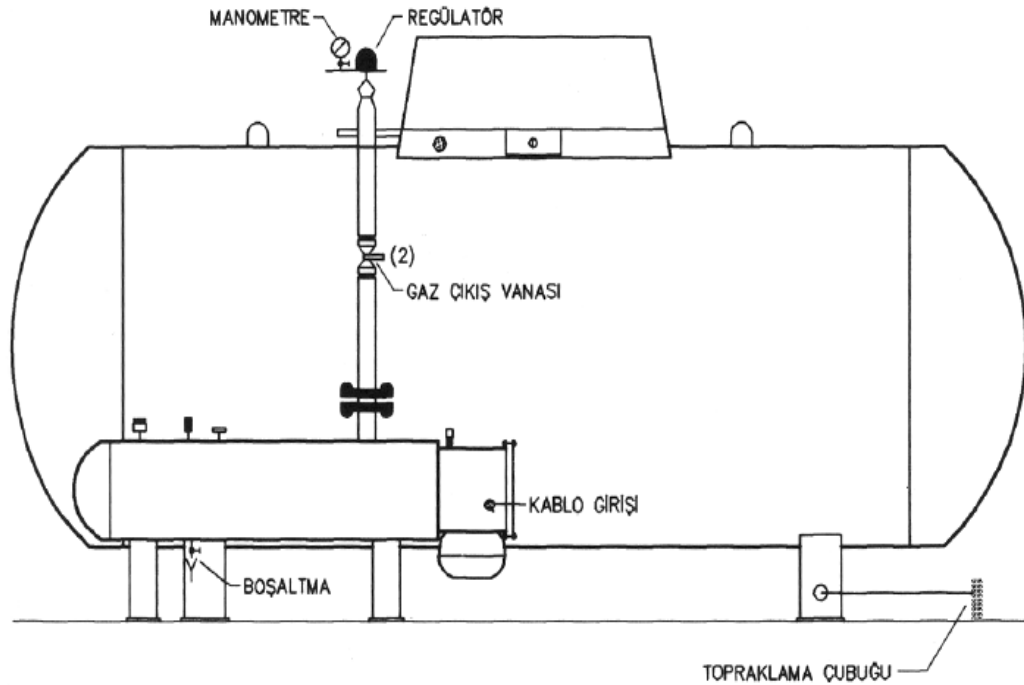
Hidrofor tankı, yatay, binalarda ve endüstriyel tesislerde içme ve kullanma suyunun basınçlandırılmasını sağlayan sisteme ait kapalı kaplara hidrofor denir. Şekil 1.6.'de su deposundan suyu pompa yardımı ile çekip, basınçlandırarak binaya basan bir hidrofor görülmektedir. (Göral 2005).



Şekil 1.6. Hidrofor (Hepbaşlı 2008).

#### 1.1.4 Sanayi gazları dolum tankları (LPG tankları)

Ticari olarak saf propan veya propan-bütan karışımı gazlara sanayi gazları denir. Bu gazları içerisinde tutan ve pompa yardımı ile kullanımını sağlayan basınçlı kaplara Sanayi dolun tankları denir. Yer altına ve yer üstüne TS 1446 sıvılaştırılmış petrol gazları depolama kurallarına göre montajları yapılır. LPG tankı üzerinde statik elektrik oluşumuna karşın bir topraklama ünitesi olmalıdır. Manometre vasıtasıyla basınç değeri kontrol edilmeli, regülatör ile çıkış basıncı ayarlanmalıdır. Şekil 1.7.'de sanayi dolun tanklarından olan bir LPG tankı armatürleri ile gösterilmiştir. (Göral 2005).



Şekil 1.7. LPG tankı (Temir 2009).

## 1.2. Basınçlı Kapların Kaynak İşlemleri

Kaynaklı bağlantı yapılması için çeşitli yöntemler vardır. Seçenekler arasından kaynak türü ve yöntemi saptanırken önemli noktalar göz önüne alınmalıdır.

Kaynak ortamı; genellikle kaynak yerine ulaşılabilirlik kaynak türünü belirler. Küçük çaplı (450-600 mm' den küçük) kaplarda içten elle kaynak uygulanamaz. Daha büyük çaplı kaplarda adam giriş deliği bulunmuyorsa, son kaynak yalnız dıştan yapılabilir. Kaynak türü ekipman yapımcısı tarafından saptanabilir.

Kaynak koşulları ve basınçlı kapların yapımında kullanılacak kaynak yöntemleri aşağıdakilerle sınırlandırılmıştır.

1. Ark ve gaz kaynak işlemleri; korumalı metal ark, daldırma ark, gaz-metal ark, gaz-tungsten ark, plazma ark, atomik hidrojen metal ark, oksî-hidrojen, oksî-asetilen, elektrocuruf ve elektron ışın kaynak yöntemleri ile sınırlandırılmıştır.
2. Basınçlı kaynak işlemleri; yakma, indüksiyon, direnç, basınçlı termik ve basınçlı gaz kaynak yöntemleri ile sınırlandırılmıştır.
3. Ark-saplama ve direnç-saplama kaynakları, ASME Kod'da belirtilen bazı koşulların yerine getirilmesi durumunda basınç taşımayan bağlantılarda kullanılabilir.

Kaynak ekonomisi; kaynak ortamı ve kaynak koşulları serbest seçime izin verirse, kararı etkileyen yalnız ekonomi olur. Kaynak ekonomisi ile ilgili bazı noktalar aşağıda belirtilmiştir.

V turu kaynak ağzı açılması (oksijen ile kesme yapılabilir) her zaman J ve U türü kaynak ağzı açılmasından daha ekonomiktir. Çift V kaynak ağzında, tek V kaynak ağzı için gerekli kaynak dolgu metalinin yarısı kadar dolgu metali gerekir. Çift V kaynak ağzı daha ekonomiktir.

Düşük kalitede kaynak, kap için daha kalın levha kullanılmasını gerektirir. Kuvvetli kaynak yapılarak daha ince levha kullanılması veya tersine durum için ekonomik yönden karar verilmesi kabın boyutuna, kaynak ekipman yapımıcısına bağlıdır. Bu durum her defasında ayrı ayrı incelenmelidir.

### **1.3 Kalın Cidarlı Basınçlı Kapların Ülkemizdeki Tüzük ve Yönetmelikleri**

Ülkemizde, kazanların imalat ve testine esas teşkil edecek Türk Standartları Enstitüsü tarafından hazırlanmış olan; TS 377 ile TS 477, TS 17020 ve kalorifer kazanlarının muayenesi için TS 2754 standartları vardır. Ayrıca; iSiGT 'de kazanların kontrolü ile ilgili tüzük maddeleri bulunmaktadır. **(Hepbaşı 2008)**

#### **1.3.1. TS 377 ( Tasarım basıncı 0.5 MPa – 2.5 MPa olan silindirik kazanlar)**



Bu standart; çelik malzemeden kaynaklı olarak imal edilmiş silindirik kazanların tarifi, sınıflandırılması ve özellikleri, muayene ve deneyleri ile piyasaya arz şekli ile ilgilidir. İmalatı biten kazan ile ilgili olarak test bilgileri aşağıdaki gibidir;

Test basıncı; tasarım basıncının 1.5 katıdır. Kazan su ile doldurulurken, kazanda hava cebi kalmamasına dikkat edilmelidir. Bu test; ısı yalıtımı yapılmamış kazanlara uygulanır. Test süresi 20 dakikadır. Test sonunda kazanda; kaçak, sızıntı, şekil değişikliği ve deney süresince basınçta düşme olmamalıdır.

### **1.3.2. TS 497 ( Tasarım basıncı en çok 5 bar olan kazanlar)**

Bu standart; çelikten kaynaklı olarak yapılmış kazanların tanımı, sınıflandırılması ve özellikleri, muayene ve deneyleri ile piyasaya arz şekliyle ilgilidir. TS 497'de; imalatı biten kazanların testi ile ilgili olarak aşağıdakiler belirtilmiş olup, periyodik test ile ilgili herhangi bir açıklama verilmemiştir.

Test basıncı; tasarım basıncının 1.5 katı olmalıdır. Anma ısı güçleri 32000 kcal/h'a kadar olan kat kaloriferi kazanları hariç, test basıncı hiçbir surette 4.14 bar'dan az olamaz. Kat kaloriferi kazanları test basıncı en az 1 bar olmalıdır. Kazanın izolasyonu varsa, test esnasında kazanda bir kaçak ve biçim değişikliği görülebilmesi için yalıtım sökülmelidir. Test süresi 20 dakikadır. Test süresince kazanda kaçak ve biçim değişikliği olup olmadığına bakılır.

### **1.3.3. TS 2754 ( Kalorifer kazanları)**

Bu standart; kalorifer kazanlarının işletme, muayene, bakım ve tasarım kuralları ile ilgilidir. Yapıların ısıtılması için kullanılan 90/70 °C'lik atmosfere açık ve 110 °C'ye kadar atmosfere kapalı sıcak su kalorifer kazanları bu standardın kapsamına girmektedir. Kazanların su testi ile ilgili olarak şunlar belirtilmiştir:

Kazanlar; ilk işletmeye alınmadan önce, kazan üzerinde yapılan önemli bir onarımdan sonra, her 5 senede bir denetim amacıyla, yetkili bir makine mühendisinin kontrolü sonunda gerek duyulması üzerine teste tabi tutulurlar. Test suyu sıcaklığı; 20-25 °C'dir. Test basıncı, işletme basıncının 1.5 katıdır. Kazanlar, 24 saat basınç altında tutulması sonucunda, manometrede %10'dan fazla düşme ortaya çıkmamalı ve kazan ekipmanlarında göze çarpan bir deformasyon olmamalıdır.

#### **1.3.4. TS EN ISO/IEC 17020 (Muayene kuruluşlarının çalıştırılması kriterleri )**

Malzemelerin, ürünlerin, tesislerin, süreçlerin, iş prosedürlerinin veya hizmetlerin incelenmelidir. Şartlara uygunlukların tayini yapılmalıdır. Faaliyetlerin sonuçları müşterilere ve gerekli olduğunda denetim yapan yetkililere rapor edilmelidir. Bir ürünün, bir tesisin veya bir fabrikanın incelenmelidir. (Tasarım aşaması da dahil bu kalemlerin yaşam süresi içindeki bütün safhalarla ilgili olabilir.) Profesyonel yargının uygulanmasını kapsamaktadır.

#### **1.3.5. İşçi sağlığı ve iş güvenliği tüzüğü'nün basınçlı kaplarla ilgili maddeleri**

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'nde; buhar ve sıcak su kazanlarının kontrol ve deneyleri ile ilgili olarak aşağıdaki hususlar belirtilmiştir.

1. Şu durumlarda kazanların kontrolü gerekmektedir.

Kazanın imalatı bitiminde, monte edilip kullanılmaya başlamadan önce, kazanlarda yapılan değişiklik, onarım ve revizyonlardan sonra, yılda 1 kez periyodik olarak, en az 3 ay kullanmayıp yeniden servise girmeden önce kontrol edilmelidir.

2. Kazanların test basıncı, tasarım basıncının 1.5 katı olmalıdır.

## **2. KAYNAK ÖZETLERİ**

Kalın cidarlı basınçlı kapların çalışma prensipleri ve üretimi esnasında birleşme noktalarında yapılan kaynaklar, yapılan kaynakların çeşitleri, yeterli mukavemeti gösterip göstermeyeceği konusunda birçok araştırma yapılmıştır. Kalın cidarlı basınçlı kaplar ve kalın cidarlı basınçlı kap üretiminde kullanılan kaynaklarla ilgili yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir.

**Anık (1975)** yaptığı çalışmada çeliklerin kaynak kabiliyetlerinin tanımını, kaynağın sıcaklıkla ilişkisini, çeliklerin kaynak işlemi esnasında bağlantının maruz kaldığı ısı işlemleri, kaynaklı bölgenin etüdü nasıl yapılacağını, paslanmaz çeliklerin kaynak kabiliyetini açıklamıştır.

**Uztuğ (2003)** yaptığı çalışmada basınçlı kapların nasıl tasarlanması gerektiğini hangi standartların kullanılacağını, basınçlı kaplarda kullanılan kaynakları, basınçlı kapların projelendirilmesi aşamalarını, basınçlı kaplar el kitabında açıklamıştır. Basınçlı kaplarda kaynak işlemi kaynak ortamına, kaynak koşullarına ve kaynak ekonomisine bağlıdır demiştir.

**Göral (2005)** yaptığı çalışmada sanayi kazanları ve basınçlı kapların bilimsel temellere uygun kullanımını anlatmıştır. Bu cihazların çalışma prensipleri hakkında önemli bilgiler vermiştir. Kazanların güvenlik ekipmanları, kazan armatürlerinin bakımlarını detaylarıyla incelemiştir.

**Çürüksulu (2006)** yaptığı çalışmada kazanların yüksek basınç ve yüksek sıcaklıklarda dinamik çalışması nedeniyle kaynak bağlantıları, boru bağlantılarında patlamaların meydana geldiği görmüş bunun başlıca sebeplerini araştırmıştır. Basınçlı kabın en zayıf noktası olarak kaynak yapılan birleştirme bölgesidir yani ısı tesiri altında kalan bölgedir demiştir. Çözüm için önerilerde bulunmuştur. Çözüm önerisi olarak kaynak bağlantıları ve boru bağlantıları mukavemet sınır değerleri belirlenmelidir. Kazanlar belirlenen mukavemet sınır değerinin altında çalışmasının uygun olacaktır demiştir.

**Yamaner (2006)** yaptığı çalışmada duman borulu kazanlarda duman borularının konstrüksiyonunun kazan verimine etkisinin araştırdığı bu tez çalışmasında duman borularındaki zorlanmış ısı taşımının nasıl olduğu anlatıldıktan sonra bu zorlanmış taşımınla ısı transferini artırma yöntemleri üzerinde durmuştur. Aktif ve pasif olmak üzere iki tür

artırma yöntemi olup bu çalışmada pasif yöntemler üzerinde durmuştur. Öncelikle kanatlı boru sistemleri ve kompozit (birden fazla tabakalı) borular üzerinde durmuş ve bunların ısı transfer yüzeyini oldukça artırmalarına ve bu sayede ısı verimi yükseltmelerine rağmen imalat zorlukları, imal maliyetlerinin yüksek oluşu gibi nedenlerle özel ve hassas bölgeler hariç kazan borularında kullanımlarının çok yaygın olmadığı kanaatine varmıştır. Burada maliyet açısından daha uygun olmakla birlikte ısı transferini artırmak konusunda da kanatlı ve kompozit borular kadar ya da en az onlara yakın ısı transferi sağlayan bir yapıya ihtiyaç vardır. Hem imalatının kolay ve diğerlerinden daha ucuz olması sebebiyle ve hem de kullanım kolaylığı sağlaması açısından boru içlerine sonradan konan türbülötörler bu ihtiyacı gidermektedir demiştir.

**Buzluk (2007)** yaptığı çalışmada rijit olarak bağlanmış parçaların, Elektrik Ark kaynağı ve MAG kaynak yöntemi ile kaynatılması sonucunda oluşan kalıntı gerilmelerin incelemiştir. Rijit parçaların kaynakla birleştirilmeleri sırasında kaynak bölgesine aktarılan ısı miktarının, kalıntı gerilme oluşumunu önemli ölçüde etkilediği literatüre uygun olarak burada ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden bu tür parçaların kaynağında, kaynak metaline daha az ısı girdisi sağlayan MAG kaynak yöntemi kullanılması kalıntı gerilmenin en aza indirilmesi için önerilir. Her ne kadar kaynak yöntemi kalıntı gerilmesini aza indirmek için önemli ise de, aynı kaynak yönteminde farklı akım şiddeti değerlerinde de kalıntı gerilme oluşumu değişiklik göstermektedir. Bunun için lüzumu yok iken yüksek akım şiddetli kaynaklardan kaçınılmalıdır demiştir.

**Güner (2007)** yaptığı çalışmada MAG kaynak yönteminde elektrot tipinin kaynak dikişi özelliklerine etkisi incelemiştir. Serbest tel uzunluğu ile nüfuziyet arasında ise, deneysel sonuçlara göre doğrudan bir ilişkisi kuramamıştır. Makroyapı fotoğrafları incelendiğinde genel olarak çıplak tel elektrot ile kaynak edilmiş numunelerin nüfuziyetinin, özlü tel ile kaynak edilmiş numunelerin nüfuziyetinden daha yüksek olduğu gözlemiştir. Dolayısıyla da elde edilen bu sonuçlar, bu konu ile ilgili teorik açıklamalarla da uyum içinde bulunmaktadır demiştir.

**Kendirci (2008)** yaptığı çalışmada MAG kaynak yöntemi ile küt alın kaynağı pozisyonunda kaynatılan StE 26 ince taneli çeliğinin numuneleri için değişken kaynak parametreleri olarak kaynak akımı, ark gerilimi ve kaynak hızlarından kaynak akım şiddeti ve ark gerilimi artışı ile, nüfuziyetin arttığı kaynak hızının artışı ile nüfuziyetin azaldığı tespit edilmiştir. Bu kaynak parametrelerinden kaynak akımının nüfuziyete etkisinin ark

gerilimi ve kaynak hızından daha fazla olduğunu incelemiştir. StE 26 ince taneli çeliğinin kaynak uygulaması sonrasında ITAB'ın kaynak metali sınırına yakın olan iri taneli ITAB bölgesinde martenzit oluşumunun bu bölgenin sertliğini arttırdığı yapılan mekanik sertlik ölçümlerinde tespit etmiştir ITAB'ın en sert ve genellikle en gevrek bölgesi iri taneli alt bölgesidir. Bu nedenle bu bölgede çatlama riski çok yüksektir. Bu gevrekliğin giderilmesi için StE 26 kaynaklı ince taneli çeliğine kaynak uygulaması sonrasında ısıl işlem olarak 640 °C'de 150 dakika gerilme giderme tavlama uygulanmıştır. Bu tavlama ısıl işleminden sonra malzemenin mekanik değerlerinden çekme mukavemetinde sertlik değerlerinde azalma, akma mukavemetinde ve % uzama değerlerinde bir artış gözlemlenmiştir. Ayrıca ısıl işlem sonrası malzemenin mikro yapılarında, tane yapılarında küçülme gözlemlenmiştir.

**Şahin (2008)** yaptığı çalışmada birim dikiş enerjisinin farklı malzemelerde ısı tesiri altında kalan bölge (ITAB) üzerine olan etkisi incelemiştir. Artan birim dikiş enerjisiyle, ısı tesiri altında kalan bölge (ITAB) genişliğinin de doğru orantılı olarak arttığı tüm numunelerde görülen ortak sonuçtur. Ayrıca malzeme özelliklerinin ısı tesiri altında kalan bölge (ITAB) genişliği üzerine belirgin bir etkisi vardır demiştir.

**Yalçın (2008)** yaptığı çalışmada günümüzde birçok alanda kullanılmakta olan ince taneli yüksek mukavemetli yapı çeliklerinin kaynaklı birleştirilmesi sonucu mekanik ve mikro yapı değişimleri izlenmiş, kaynak sonrası malzeme davranışı ve iç yapıları analiz etmiştir. İnce taneli yüksek mukavemetli yapı çeliklerinin MAG kaynak uygulamasında kaynak esnasında çatlak ve porozite oluşma riskini en aza indirebilmek için kaynak edilecek malzemelerin yüzeyinin temizlenmesi gereklidir. Kaynak metalinde oluşabilecek kaynak hatalarını önlemek için kaynak öncesi ön tavlama yapılması ve kaynak sonrası ısıl işlem uygulanması gereklidir. Kaynaklı numunelere uygulanan çekme testleri sonucunda bütün numunelerde kopma kaba taneli bölgede gerçekleşmiş, ana metal ve kaynak metali çekme testlerinden etkilenmemiştir. Bundan sonraki çalışmalarda, farklı kaynak parametreleri ve karışım gazları kullanılarak ince taneli yüksek mukavemetli yapı çeliklerinin bu değişkenler karşısındaki davranışının araştırılması uygun olacaktır demiştir.

**Kayakök (2009)** yaptığı çalışmada basınçlı kap üretiminde kullanılan toz altı ve gaz altı kaynaklarını kaynak ağızı, nüfuziyet ve ekonomik yönden incelemiştir. Tozaltı kaynak yöntemleri maliyet açısından gazaltı kaynak yöntemlerine göre oldukça yüksektir.

Bu yüzden kaynak seçiminde gazaltı kaynak yöntemi ekonomik yönden daha fazla tercih edilmektedir. Fakat üretim aşamasında maliyet tek başına düşünülmemektedir. Üretimde en kısa zamanda en ucuz ürün elde etmek amacı güdülmektedir. Bunun için parçaların kaynağı yapılırken iki kıstası göz önünde bulundurmak gerekir demiştir.

**Acar (2009)** yaptığı çalışmada petrol depolama tanklarının imalatı montajı ve kaynaklı bağlantılarının tahribatsız muayenesini incelemiştir. Petrol depolama tanklarının imalatı montajı ve kaynaklı bağlantılarının tahribatsız muayenesi montaj edilen gövde saclarında, öncelikle dikey kaynaklar tamamlanmalıdır. Gövde saclarındaki yatay kaynaklara, gövde sacının üzerine bir üst sıra gövde sacı monte edilmeden başlanılmamalıdır. Gövde saclarının kaynaklarında, önce bir yüzeyden kök paso ve iki sıra kaynak yapılmalı, diğer yüzeyden karbon ile ilk yapılan kök paso alınacak ve taşlama yapılarak kaynak ağzı temizlenmelidir. Daha sonra bu taraftan kaynağa devam edilmelidir. Gövde saclarının montajında, yeterli sayıda montaj elemanı (göğüs mastarı, kama, klips, şim vs.) kullanılacak, saclar üzerindeki kaynaklar tamamlanmadan, bu montaj elemanları sökülmemelidir. Montaj elemanlarının dizaynı ve konumları, kaynağın sürekli bir şekilde yapılmasına engel teşkil edecek nitelikte olmamalıdır. Tankın montajı başlamadan önce, gövdenin montajı esnasında, tankın rüzgâr hasarına karşı korunması için öngördüğü metotları, geçici germe kazığı ve halatı kullanmanın her zaman yeterli veya kabul edilebilir olacağı düşünülmemelidir demiştir.

**Özkırmaz (2009)** yaptığı çalışmada kaynaklı bağlantıların tahribatsız muayene yöntemleriyle optimum kaynak değerlerinin belirlenmesini incelemiştir. Radyografik inceleme raporuna göre, bazik elektrotla kaynak yapılmış parçalarda gözenek grubu, yanma oluşu gibi kaynak hataları mevcuttur. Fakat bu kaynak hataları standart değerler içerisinde olduğu görülmektedir. Radyografik inceleme raporuna göre, rutil elektrotla kaynatılmış parçalarda gözenek, yanma oluşu, gaz kanalları gibi kaynak hataları mevcuttur. Fakat bu kaynak hataları standart değerler dışında olduğu görülmektedir. Numunelere tahribatlı muayene yöntemlerinden çekme testi uygulanmıştır. Çekme deneyi test sonuçlarına göre bazik elektrot ile kaynaklı bağlantılarda kopma ısı tesiri Altındaki (ITAB) bölgeden olurken rutil elektrotla yapılan kaynaklı bağlantılar kaynak bölgesinden olduğu tespit edilmiştir. Tahribatlı ve tahribatsız test sonuçları göstermektedir ki; kaynak içerisinde mevcut olan gözenek cüruf kalıntıları gibi kaynağın mekanik özelliklerine tesir eden faktörlerin rutil elektrot ile kapılan kaynakta diğerlerine oranla daha fazla olduğu ve bu yüzden mekanik

özelliklerinde bir düşme gözlenmiştir. Bazik elektrotla kaynaklı numunelerdeki mukavemet artışı elektrot içerisinde bulunan Mn miktarındaki artışa bağlı olduğu söylenebilir. Bilindiği gibi bir çelik içerisindeki alaşım elementi Mn artması malzemenin çekme mukavemetini de arttırmaktadır. Buda kırılma tokluğunu artırır. Bundan dolayı kaynaklı bağlantının mukavemeti artmış olabilir kanaatindeyim demiştir.

**Deligöz (2010)** yaptığı çalışmada endüstriyel radyografi ile radyografik olarak hata tespiti yapılmaya çalışmıştır. Petrol boru hatları ve endüstriyel tesislerin proses hatlarında kullanılan ve maksimum 35 mm kalınlığa sahip borulardaki kaynak dikişlerinin incelenmesi amacıyla yapılan radyografik çalışmalarda, Ir-192 radyoizotopunun kullanımının, yeterli olduğu görmüştür. Bulunan kaynak hatalarının elimine edilebilmesi için kaynak dikiş, dizayn parametrelerinin imalat esnasında takip edilmesi, kaynakçıların bu parametrelere uygun olarak kaynak yapmalarının sağlanması ve bu kontrollerin sürekliliğinin sağlanması oldukça önemlidir demiştir.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

Bu tez çalışmasında yapılan deney sonuçlarını sağlıklı bir şekilde yorumlamak için, hidrostatik testlerde kullanılan materyallerin teknik özellikleri, çalışma sistemleri üretim esnasında kullanılan standartlar ve kullanılan hidrostatik test yöntemlerine değinmek gerekir.

### 3.1. Deney -1’de Kullanılan Isıtma Kazanı

Isıtma kazanı Mey Alkollü İçecekler A.Ş. Şarköy Şarap Fabrikası Kazan Dairesinde bulunan basınçlı kap olarak seçilmiştir. Teknik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Markası : Selnikel Isıtma kazanı

Tip: : OKS / A

Seri No : FB / 00 / 367

Kapasite : 3.000.000 kcal / h

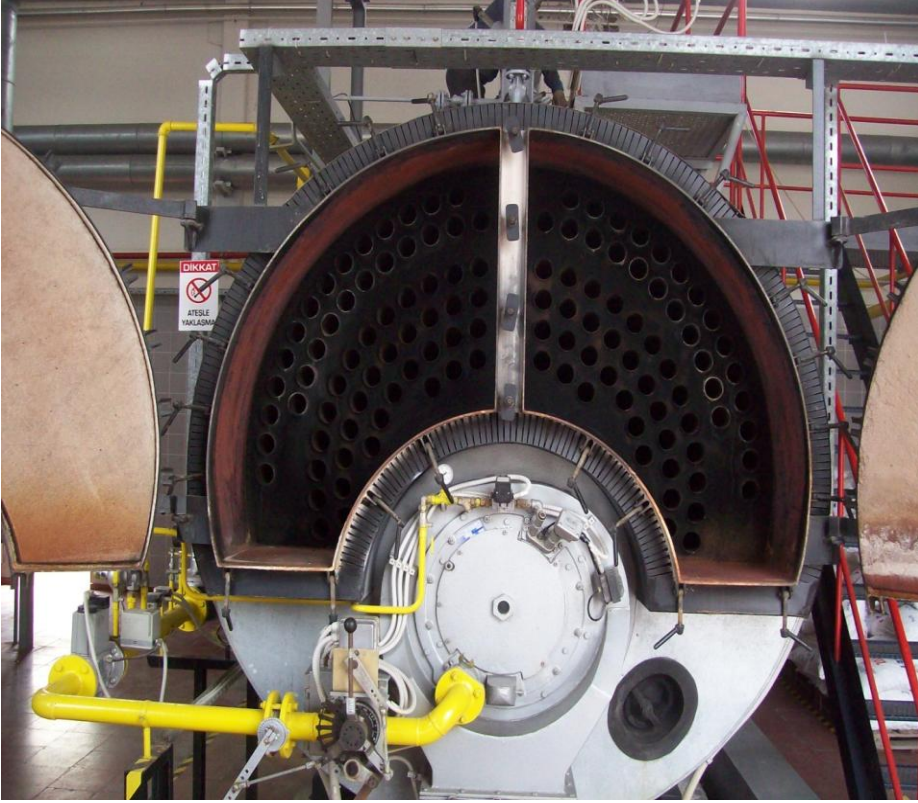
İmal Yılı : 2001

İşletme ve Test Basıncı : ( 6 – 9 ) Bar, bu değerler kazan üzerindeki değerlerdir. İşletme ve test basınç değerleri TS 377 – 3 EN 12953- 3 Standart’ından hesaplanarak bulunmuştur.



Şekil 3.1. Isıtma kazanı





Şekil 3. 2. Isıtma kazanı aynası



Şekil 3. 3. Isıtma kazanı cehennemlik ( iç saç )

Şekil 3.2 de görülen ısıtma kazanı aynası ve Şekil 3.3 de görülen ısıtma kazanı gövde sacı (Cehennemlik) üretimi esnasında Toz altı kaynağı tercih edilmiştir. Toz altı kaynağı tel malzemesi EN 726 S 2 Standart'ına göre gaz malzemesi ise EN 760 SA AB 1 67 AC Standart'ına göre seçilmiştir. Kaynak seçimi, tel ve gaz seçimi kullanılan basınçlı kabın basınç değerleri, çalışma yeri, maliyeti göz önüne alınarak üretici firma tarafından seçilir. (Ank 1983)



Şekil 3. 4. Alev – Duman boruları



Şekil 3.5. Flanş bağlantısı



Şekil 3.6. Menhol (Adam Deliği )

Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6 de görülen alev - duman boruları, flanş bağlantıları, menhol bağlantı noktalarında Argon Kaynağı yapılmış tel malzemesi , EN 1168 W 4 Sİ 1 Standart'ı, gaz malzemesi EN ISO 14175 / I 1 Standart'ından seçilmiştir. Kaynak seçimi, tel ve gaz seçimi kullanılan basınçlı kabın basınç değerleri, çalışma yeri, maliyeti göz önüne alınarak üretici firma tarafından seçilir.(Anık 1983)

### 3.2. Deney -2'de Kullanılan Buhar Kazanı

Buhar kazanı Mey Alkollü İçecekler A.Ş. Tekirdağ Fabrikası Kazan Dairesinde bulunan basınçlı kap olarak seçilmiştir. Teknik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Markası : Selnikel buhar kazanı

Tip: : OYB / A

Seri No : 113

Kapasite : 4.200.000 kcal/h

İmal Yılı : 2000

İşletme ve Test Basıncı : ( 10 – 15 ) Bar, bu değerler kazan üzerindeki değerlerdir. İşletme ve test basınç değerleri TS 377 – 3 EN 12953- 3 Standart'ından hesaplanarak bulunmuştur.



Şekil 3.7. Buhar kazanı



Şekil 3.8. Buhar kazanı aynası



Şekil 3.9. Buhar kazanı cehennemlik ( iç sac )

Şekil 3.8. de görülen buhar kazanı aynası ve Şekil 3.9. da görülen buhar kazanı gövde sacı (Cehennemlik) üretimi esnasında Toz altı kaynağı tercih edilmiştir.

Toz altı kaynağı tel malzemesi EN 726 S 2 Standart'ına göre gaz malzemesi ise EN 760 SA AB 1 67 AC Standart'ına göre seçilmiştir. Kaynak seçimi, tel ve gaz seçimi kullanılan basınçlı kabın basınç değerleri, çalışma yeri, maliyeti göz önüne alınarak üretici firma tarafından seçilir. (Anık 1983)



Şekil 3.10. Alev – Duman boruları



Şekil 3.11. Flanş bağlantısı



Şekil 3.12. Menhol (Adam Deliği )

Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12.'da görülen alev - duman boruları, flanş bağlantıları, menhol bağlantı noktalarında Argon kaynağı yapılmış tel malzemesi, EN 1168 W 4 S1 1 Standart'ı, gaz malzemesi EN ISO 14175 / I 1 Standart'ından seçilmiştir. Kaynak seçimi, tel ve gaz seçimi kullanılan basınçlı kabın basınç değerleri, çalışma yeri, maliyeti göz önüne alınarak üretici firma tarafından seçilir. (Anık 1983)

### 3.3. Deney -3'te Kullanılan Hava Tankı

Hava Tankı C.P. Yem Fabrikası A.Ş. Hayrabolu Tekirdağ Fabrikası Kazan Dairesinde bulunan basınçlı kap olarak seçilmiştir. Teknik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Markası : Yakut kazan

Tip: : Yatay silindirik

Seri No : 9127

Kapasite : 500 lt

İmal Yılı : 2001

İşletme ve Test Basıncı : (10 – 15) Bar, bu değerler kazan üzerindeki değerlerdir. İşletme ve test basınç değerleri TS 1203 EN 286-1 Standart'ından hesaplanarak bulunmuştur.



Şekil 3.13. Hava tankı

Şekil 3.13. de görülen hava tankı, sacı ve bağlantıları üretimi esnasında Toz altı kaynağı tercih edilmiştir. Toz altı kaynağı tel malzemesi EN 726 S 2 Standart'ına göre gaz malzemesi ise EN 760 SA AB 1 67 AC Standart'ına göre seçilmiştir. Kaynak seçimi, tel ve gaz seçimi kullanılan basınçlı kabın basınç değerleri, çalışma yeri, maliyeti göz önüne alınarak üretici firma tarafından seçilir. (Anık 1983)

### 3.4. Deney 1-2-3'te Kullanılan Test Pompası

Üç kalın cidarlı basınçlı kap testi için aşağıda özellikleri verilen test pompası ve manometre kullanılmıştır.

Test Pompası, T.M.M.O.B. Makine Mühendisleri Odası Edirne Şubesi periyodik kontrol birimine kayıtlıdır, teknik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Markası : VIP Elektrikli Test pompası

Kapasite : 60 bar

İmal yılı : 2005



Şekil 3.14. Hidrostatik test pompası

Hidrostatik test basıncına çıkılabilmek için kullanılan test pompası VIP marka ve elektrikli. Üzerindeki regülatör ile kademeli olarak basınç ayarı yapılabilir. Regülatörün yanında bulunana manometresi basınç değerini gösterir, 220 volt elektrik ile çalışır. Giriş bağlantısı vasıtasıyla suyu vakumlayarak 60 bar basınç değerine kadar yükseltebilir ve çıkış vasıtasıyla istenilen yere ulaştırılır.



### 3.5. Deney 1-2-3'te Kullanılan Manometre

Deneylerde kullanılan manometre, T.M.M.O.B. Makine Mühendisleri Odası Edirne Şubesi'ne periyodik kontrol birimine kayıtlıdır, teknik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Markası : Pakkents ( Gliserinli)

Kapasitesi : ( 0 – 16 ) Bar

İmal yılı : 2010



Şekil 3.15. Kalibreli manometre

Manometrenin kalibrasyon tarihi (08/2010) ve numarası (10.BAS.936) – (AB-70K) üzerindeki etiketinde belirtilmiştir. Hidrostatik test esnasında basınç değerini ölçer. Gliserinli tip basınç ölçerdir. Kalibrasyon işlemi, T.M.M.O.B. Makine Mühendisleri Odası EGE-KALMEM kalibrasyon laboratuvarı tarafından yapılmıştır.

Hidrostatik test yöntemi olarak TS 17020 standart'ı kullanılmıştır. Kazanların hidrostatik basınç testleri, TS 377 standart'ından hesaplanmıştır. Hidrostatik test esnasında: basınç testi için kazan soğutulmuş, bağlantı kaçakları önlenmiştir. Kazan tamamen su ile doldurulmuştur. Kazan 1/2'lik bağlantı ağzı bırakılarak bu ağza test pompası bağlanmıştır. Kazan basıncı yavaş yavaş çalışma basıncına çıkartılıp, daha sonra basınç yüklemesi dakikada 1-2 bar olarak test basıncına getirilmiştir. Kazan manometresi ile test manometresinin aynı değeri gösterdiğine dikkat edilmiştir. 30 dakika kaynak bağlantılarından, sızıntı, terleme ve kaçağın olmadığı gözlenmiştir. Hidrostatik test sonrasında kazan körlemeleri sökülüp, vanalar açılmış ve kazan çalışır hale getirilmiştir

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Hidrostatik test esnasında basınçlı kaplar üzerinde belirlenen noktalarda gözlemler yapılmıştır. Isıtma kazanının, buhar kazanının ve hava tankının hidrostatik test basınç değerleri TS 377-3 standart'ından yararlanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan basınç değerlerine göre hidrostatik test değerleri kayıt altına alınmıştır. Araştırma bulguları aşağıda belirtilmiştir.

### 4.1. Isıtma Kazanı Muayene Sonuçları

Selnikel marka ısıtma kazan çeliği üretici firma tarafından EN 10028 / 2 Standart'ından P. 265 GH olarak bazik elektrot kullanılarak yapılan kaynak yöntemi seçilmiştir. Bazik elektrot kullanılarak yapılan kaynak; malzeme tokluğunun iyi olması anlamına gelir. Tokluk değeri yüksek malzemeler dinamik çalışmaya daha uygun malzemelerdir. Buradaki;

P : Kaynak edilebilir basınçlı kap çeliğini,

265 : Minimum akma gerilmesi değerini,

G : Tavlama işlemlerini,

H : Yüksek sıcaklığı ifade eder

Isıtma kazanın işletme basıncı (6 bar) göz önünde tutularak gövde kalınlığı 6 mm, ayna kalınlığı 10 mm olarak seçilmiştir.

Kazanların hidrolik basınç deneyleri, basınçlı kap üzerindeki etiket değerlerine göre yapılmış ve bulunan değerler TS 377-3 EN 12953-3'den hesaplanarak elde edilmiştir.

Hidrostatik test basıncı:

$P_t = 1,25P_d$  veya  $P_t = 1,43 P_d$  şeklindedir. ( **TS 377-3 EN 12953-3**)

Test basıncı değerlerinden hangisi daha büyükse o basınç değeri seçilir. Burada;

$R_{p0,2 20}$  ; 20 °C' da malzemenin akma noktasının en düşük değerini

$R_{p0,2}$  tc'nin değeri kazan gövdesi veya kapaklar için, hesaplama sıcaklıklarını gösterir.

$P_t$  test basıncı

$P_d$  konstrüksiyon (dizayn) basıncıdır.

Genleşme hazneli kazanlar da,  $P_t = 1,43 P_d$  değeri alınabilir.

Hidrostatik testin yapıldığı basınçlı kap genleşme hazneli olduğundan test basıncı

$P_t = 1,43 P_d$  formülünden hesaplanmıştır,

$P_t = 1,43 \times 6 = 8,58$  bir üst değer seçilir  $P_t = 9$  bardır.

1. Basınç testi için kazan soğutulmuş, bağlantı kaçakları önlenmiştir.

Kazanın bütün vanaları (emniyet ventilleri, ana buhar çıkış vanası, blöf vanası presostatlar) kör flaş ile körletilmiştir.

2. Kazan tamamen su ile doldurulmuştur.

3. Kazan 1/2 'lik bağlantı ağızı bırakılmış, bağlantı ağızına test pompası bağlanmıştır.



Şekil 4.1. Test pompasının bağlanmış hali

4. Kazan basıncı yavaş yavaş çalışma basıncına çıkartılmış, daha sonra basınç yüklemesi dakikada 1-2 bar olarak test basıncına getirilmiştir.

5. Kazan manometre ile test manometresinin aynı olduğu görülmüştür. 30 dakika içinde arka ve ön duman sandığından, alev duman borularından, ayna kaynak bağlantılarından, boru kaynak bağlantılarından, kazan külhan ve cehennemliğinden; sızıntı, terleme ve kaçağın olup olmadığına bakılmıştır.



Şekil 4.2. İç saç (cehennemlik)

Isıtma kazanının basıncı hidrostatik test basıncına çıkarılmış, Isıtma kazanı 30 dakika test basıncında bekletilmiştir. Isıtma kazanının iç saç kaynak noktalarında terleme veya sızıntıya rastlanmamıştır.



Şekil 4.3. Arka duman sandığı

Isıtma kazanının basıncı hidrostatik test basıncına çıkarılmış, Isıtma kazanı 30 dakika test basıncında bekletilmiştir. Isıtma kazanının arka duman sandığı kaynak noktalarında terleme veya sızıntıya rastlanmamıştır.



Şekil 4.4. Alev duman boruları

Isıtma kazanının basıncı hidrostatik test basıncına çıkarılmış, Isıtma kazanı 30 dakika test basıncında bekletilmiştir. Isıtma kazanının alev duman boruları kaynak noktalarında terleme veya sızıntıya rastlanmamıştır.



Şekil 4.5. Ayna ve bağlantısı

Isıtma kazanının basıncı hidrostatik test basıncına çıkarılmış, Isıtma kazanı 30 dakika test basıncında bekletilmiştir. Isıtma kazanının ayna kaynak noktalarında terleme veya sızıntıya rastlanmamıştır



Şekil 4.6. Menhol bağlantısı

Isıtma kazanının basıncı hidrostatik test basıncına çıkarılmış, Isıtma kazanı 30 dakika test basıncında bekletilmiştir. Isıtma kazanının menhol bağlantısı kaynak noktalarında terleme veya sızıntıya rastlanmamıştır.



Şekil 4.7.Flanş bağlantısı ( Emniyet ventili bağlantısı)



Şekil 4.8. Flanş bağlantısı (Gidiş – Dönüş vanası)

Isıtma kazanının basıncı hidrostatik test basıncına çıkarılmış, Isıtma kazanı 30 dakika test basıncında bekletilmiştir. Isıtma kazanının flanş bağlantıları kaynak noktalarında terleme veya sızıntıya rastlanmamıştır.

6. 30 dakika içinde bütün bağlantı ve flanş yerlerinde sızıntı, terleme ve kaçak olup olmadığı gözlenmiştir.

7. Hidrostatik test basıncı sonunda kazan basıncı yavaş yavaş düşürülmüştür.

8. Isıtma kazan eski durumuna getirilerek hidrostatik test tamamlanmıştır.

Isıtma kazanının üzerindeki körlemeler sökülüştür. Isıtma kazanı vanaları açılmıştır. Ayna kapakları kapatılmıştır. Isıtma kazanı çalışmaya hazır hale getirilmiştir.

#### 4.2. Buhar Kazanı Muayene Sonuçları

Selnikel marka buhar kazanı çeliği üretici firma tarafından EN 10028 / 2 Standart'ından P. 265 GH olarak bazik elektrot kullanılarak yapılan kaynak yöntemi seçilmiştir. Bazik elektrot kullanılarak yapılan kaynak; malzeme tokluğunun iyi olması anlamına gelir. Tokluk değeri yüksek malzemeler dinamik çalışmaya daha uygun malzemelerdir. Buradaki;

P : Kaynak edilebilir basınçlı kap çeliğini,  
265 : Minimum akma gerilmesi değerini,  
G : Tavlama işlemlerini,  
H : Yüksek sıcaklığı ifade eder.

Buhar kazanın işletme basıncı (10 bar) göz önünde tutularak gövde kalınlığı 16 mm, ayna kalınlığı 18 mm olarak seçilmiştir.

Kazanların hidrolik basınç deneyleri, basınçlı kap üzerindeki etiket değerlerine göre yapılmış ve bulunan değerler TS 377-3 EN 12953-3'den hesaplanarak elde edilmiştir.

Hidrostatik test basıncı:

$P_t = 1,25P_d$  veya  $P_t = 1,43 P_d$  şeklindedir. ( **TS 377-3 EN 12953-3**)

Test basıncı değerlerinden hangisi daha büyükse o basınç değeri seçilir. Burada;

$R_{p0,2 20}$  ; 20 °C' da malzemenin akma noktasının en düşük değerini

$R_{p0,2}$  tc'nin değeri kazan gövdesi veya kapaklar için, hesaplama sıcaklıklarını gösterir.

$P_t$  test basıncı

$P_d$  konstrüksiyon (dizayn) basıncıdır.

Genleşme hazneli kazanlar da,  $P_t = 1,43 P_d$  değeri alınabilir.

Hidrostatik test yapıldığı basınçlı kap genleşme hazneli olduğundan dolayı test basıncı

$P_t = 1,43 P_d$  formülünden hesaplanmıştır ve  $P_t = 1,43 \times 10 = 14.3$  bir üst değer bulunmuştur.

$P_t = 15$  bar alınmıştır.

**1.** Basınç testi için kazan soğutulmuş, bağlantı kaçakları önlenmiştir

Kazanın bütün vanaları (emniyet ventilleri, ana buhar çıkış vanası, blöf vanası presostatlar) kör flanş ile körletilmiştir.

**2.** Kazan tamamen su ile doldurulmuştur.





Şekil 4.9. Test pompasının buhar kazanına bağlanması

3. Kazan 1/2 'lik bağlantı ağzı bırakılarak bu ağza test pompası bağlanmıştır.
4. Kazan basıncı yavaş yavaş çalışma basıncına çıkartılıp, daha sonra basınç yüklemesi dakikada 1-2 bar olarak test basıncına getirilmiştir.
5. Kazan manometre ile test manometresinin aynı olduğu görülmüştür. 30 dakika içinde arka ve ön duman sandığından, alev duman borularından, ayna kaynak bağlantılarından, boru kaynak bağlantılarından, kazan külhan ve cehennemliğinden sızıntı görülmemiş, terleme ve kaçağın olmadığı tespit edilmiştir.



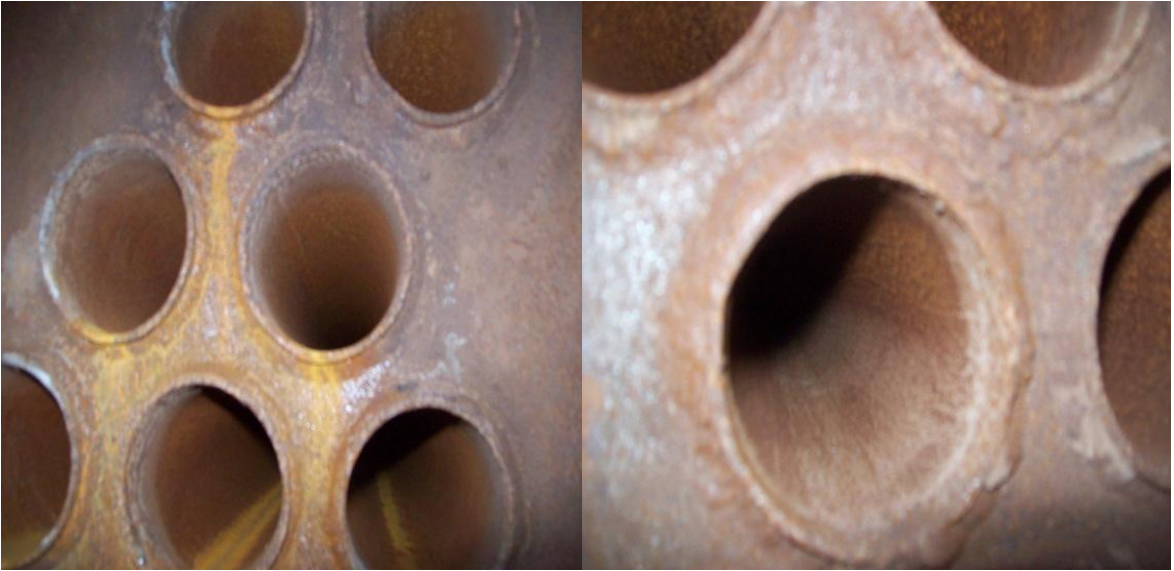
Şekil 4.10. İç saç (cehennemlik)

Buhar kazanının basıncı hidrostatik test basıncına çıkarılmış, buhar kazanı 30 dakika test basıncında bekletilmiştir. Buhar kazanının iç saç kaynak noktalarında terleme veya sızıntıya rastlanmamıştır.



Şekil 4.11. Arka duman sandığı

Buhar kazanının basıncı hidrostatik test basıncına çıkarılmış, buhar kazanı 30 dakika test basıncında bekletilmiştir. Buhar kazanının arka duman sandığı kaynak noktalarında terleme veya sızıntıya rastlanmamıştır.



Şekil 4.12. Alev duman boruları

Buhar kazanının basıncı hidrostatik test basıncına çıkarılmış, buhar kazanı 30 dakika test basıncında bekletilmiştir. Buhar kazanının alev duman boruları kaynak noktalarında terleme veya sızıntıya rastlanmamıştır.



Şekil 4.13. Ayna ve bağlantısı

Buhar kazanının basıncı hidrostatik test basıncına çıkarılmış, buhar kazanı 30 dakika test basıncında bekletilmiştir. Buhar kazanının ayna kaynak noktalarında terleme veya sızıntıya rastlanmamıştır.



Şekil 4.14. Menhol bağlantısı

Buhar kazanının basıncı hidrostatik test basıncına çıkarılmış, buhar kazanı 30 dakika test basıncında bekletilmiştir. Buhar kazanının menhol bağlantısı kaynak noktalarında terleme veya sızıntıya rastlanmamıştır.



Şekil 4.15. Flanş bağlantısı ( Emniyet ventili bağlantısı)



Şekil 4.16. Flanş bağlantısı (Gidiş – Dönüş vanası)



Şekil 4.17. Flanş bağlantısı (Blöf vanası)

Buhar kazanının basıncı hidrostatik test basıncına çıkarılmış, buhar kazanı 30 dakika test basıncında bekletilmiştir. Buhar kazanının flanş bağlantıları kaynak noktalarında terleme veya sızıntıya rastlanmamıştır.

6. 30 dakika içinde bütün bağlantı ve flanş yerlerinde sızıntı, terleme ve kaçak olup olmadığı görülmüştür.

7. Hidrostatik test basıncı sonunda kazan basıncı yavaş yavaş düşürülmüştür.

8. Buhar kazanı eski durumuna getirilerek hidrostatik test tamamlanmıştır. Buhar kazanının üzerindeki körlemeler sökülüştür. Buhar kazanı vanaları açılmıştır. Ayna kapakları kapatılmıştır. Buhar kazanı çalışmaya hazır hale getirilmiştir.

#### 4.3. Hava Tankı Muayene Sonuçları

Yakut marka hava tankı çeliği üretici firma tarafından EN 10028 / 2 Standart'ından P. 265 GH olarak bazik elektrot kullanılarak yapılan kaynak yöntemi seçilmiştir. Bazik elektrot kullanılarak yapılan kaynak; malzeme tokluğunun iyi olması anlamına gelir. Tokluk değeri yüksek malzemeler dinamik çalışmaya daha uygun malzemelerdir. Buradaki;

P : Kaynak edilebilir basınçlı kap çeliğini,

265 : Minimum akma gerilmesi değerini,

G : Tavlama işlemlerini,

H : Yüksek sıcaklığı ifade eder

Hava tankının işletme basıncı (10 bar) göz önünde tutularak gövde kalınlığı 8 mm olarak seçilmiştir.

Hava tanklarının hidrostatik basınç deneyleri, basınçlı kap üzerindeki etiket değerlerine göre yapılmış ve bu değerler TS 1203 EN 286-1 hesaplanarak bulunmuştur.

Genleşme hazneli kazanlarda,  $P_t = 1,5 P_d$  şeklindedir.

Hidrostatik testin yapıldığı basınçlı kap genleşme hazneli olduğundan dolayı test basıncı

$P_t = 1,5 P_d$  formülünden hesaplanmıştır.

$P_t = 1,5 \times 10$ ,  $P_t = 15$  bardır.

1. Basınç testi için hava tankı boşaltılmış, bağlantı kaçakları önlenmiştir. Hava tankının bütün vanaları (emniyet ventilleri, presostatlar, giriş – çıkış vanaları) kör flanş ile körletilmiştir.

2. Hava tankı tamamen su ile doldurulmuştur.

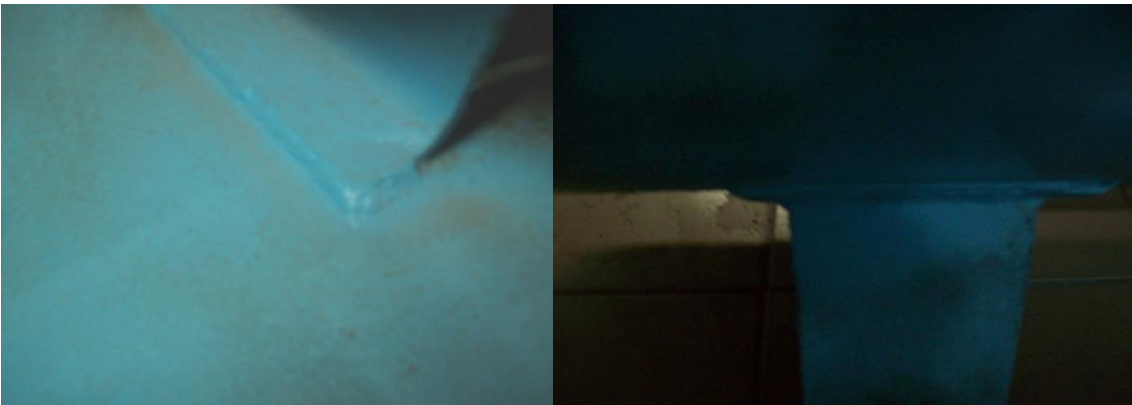


Şekil 4.18. Test pompasının hava tankına bağlanması

3. Hava tankı 1/2 'lik bağlantı ağzı bırakılarak bu ağza test pompası bağlanmıştır

4. Hava tankı basıncı yavaş yavaş çalışma basıncına çıkartılıp, daha sonra basınç yüklemesi dakikada 1-2 bar olarak test basıncına getirilmiştir.

5. Hava tankı manometre ile test manometresinin aynı olduğu görülmüştür. 30 dakika içinde ayak kaynak bağlantıları, gidiş dönüş kaynak bağlantıları sızıntı, terleme ve kaçağın olup olmadığına bakılmıştır.



Şekil 4.19. Ayak bağlantıları

Hava tankının basıncı hidrostatik test basıncına çıkarılmış, hava tankı 30 dakika test basıncında bekletilmiştir. Hava tankının ayak bağlantısı kaynak noktalarında terleme veya sızıntıya rastlanmamıştır.



Şekil 4.20. Gidiş - Dönüş bağlantıları

Hava tankının basıncı hidrostatik test basıncına çıkarılmış, hava tankı 30 dakika test basıncında bekletilmiştir. Hava tankının gidiş dönüş kaynak noktalarında terleme veya sızıntıya rastlanmamıştır.



Şekil 4.21. Şapka ve gövde bağlantıları

Hava tankının basıncı hidrostatik test basıncına çıkarılmış, hava tankı 30 dakika test basıncında bekletilmiştir. Hava tankının şapka ve gövde bağlantı kaynak noktalarında terleme veya sızıntıya rastlanmamıştır.

6. 30 dakika içinde bütün bağlantı ve kaynak yerlerinde sızıntı, terleme ve kaçak olup olmadığı görülmüştür.
7. Hidrostatik test basıncı sonunda hava tankı basıncı yavaş yavaş düşürülmüştür.
8. Hava tankı eski durumuna getirilerek hidrostatik test tamamlanmıştır. Hava tankı üzerindeki körlemeler sökülüştür. Sistem gidiş dönüş vanaları bağlanmıştır. Hava tankı çalışmaya hazır hale getirilmiştir.



## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Basınçlı kaplarda yapılan hidrostatik testler sonucunda, ısıtma kazanının, buhar kazanının ve hava tankının kaynaklı bölgeleri incelenmiştir. Gerekli mukavemet değerlerini sağlayıp sağlayamadığı, kaynak noktalarında terleme, sızıntı veya çatlak oluşumu gözle tespit edilerek dinamik çalışma şartlarına uygunluğu belirlenmiştir.

### 5.1. Isıtma Kazanının Muayene Yorumları ve Öneriler

Isıtma kazanının gövde sacı EN 10028 / 2 Standart'ına göre P.265 GH basınçlı kap çeliği olarak seçilmiştir. Kaynak teli EN 726 S 2 Standart'ına göre, kaynakta kullanılan koruyucu gaz EN 760 SA AB 1 67 AC Standart'ına göre seçilmiştir. Toz altı kaynağı ile kaynak bağlantıları yapılmıştır. Isıtma kazanında TS 17020 standart'ı çerçevesinde yapılan hidrostatik test esnasında 9 bar basınca çıkarılmış ve bu basınç değerinde 30 dakika bekletilmiştir. Isıtma kazanı gövde sacı kaynak bağlantı noktalarında, yapılan hidrostatik test sonucunda Şekil (3.2)'de da görüldüğü gibi sızıntı ve terleme olmamıştır. Selnikel marka ısıtma kazanı gövde sacına yapılan kaynak gerekli mukavemeti göstermiştir. Isıtma kazanının gövde sacındaki kaynak uygundur.

Isıtma kazanının; ayna ve bağlantıları, boru flanş bağlantıları, alev duman boru bağlantıları, menhol bağlantıları boru kök kaynak bağlantıları EN 10028 / 2 Standart'ına göre P.265 GH basınçlı kap çeliği olarak seçilmiştir. Kaynak teli EN 1168 W 4 Sİ 1 Standart'ına göre, kaynakta kullanılan koruyucu gaz EN İSO 14175 / I 1 Standart'ına göre seçilmiştir. Argon kaynağı ile kaynak bağlantıları yapılmıştır. Isıtma kazanında TS 17020 standart'ı çerçevesinde yapılan hidrostatik test esnasında 9 bar basınca çıkarılmış ve bu basınç değerinde 30 dakika bekletilmiştir. Isıtma kazanı duman sandığı şekil (3.3), alev duman boruları şekil (3.4), ayna ve bağlantıları şekil (3.5), menhol bağlantıları şekil (3.6), flanş bağlantı noktalarında şekil (3.7) ve şekil (3.8)'de görüldüğü gibi sızıntı ve terleme olmamıştır. Selnikel marka ısıtma kazanı alev duman boruları ayna bağlantıları, gövde üzerine yapılan flanş bağlantı kaynakları gerekli mukavemeti göstermiştir. Isıtma kazanı üzerindeki emniyet ventili kaynak bağlantısı, ayna üzerindeki boru kök kaynakları, gidiş – dönüş vanaları üzerindeki kaynak bağlantıları, menhol üzerindeki kaynak bağlantıları gerekli mukavemeti göstermiştir. Isıtma kazanı üzerindeki emniyet ventili kaynak bağlantısı, ayna

üzerindeki boru kök kaynakları, gidiş – dönüş vanaları üzerindeki kaynak bağlantıları, menhol üzerindeki kaynak uygundur.

## **5.2. Buhar Kazanı Muayene Yorumları ve Öneriler**

Buhar kazanının gövde sacı EN 10028 / 2 Standart'ına göre P.265 GH basınçlı kap çeliği olarak seçilmiştir. Kaynak teli EN 726 S 2 Standart'ına göre seçilmiş, kaynakta kullanılan koruyucu gaz EN 760 SA AB 1 67 AC Standart'ına göre seçilmiştir. Toz altı kaynağı ile kaynak bağlantıları yapılmıştır. Buhar kazanında TS 17020 standart'ı çerçevesinde yapılan hidrostatik test esnasında 15 bar basınca çıkarılmış ve bu basınç değerinde 30 dakika bekletilmiştir. Buhar kazanının gövde sacı kaynak bağlantı noktalarında şekil (3.10)'da da görüldüğü gibi sızıntı ve terleme olmamıştır. Selnikel marka buhar kazanı gövde sacına göre yapılan kaynak gerekli mukavemeti göstermiştir. Buhar kazanının gövde sacındaki kaynak uygundur.

Buhar kazanının; ayna ve bağlantıları, boru flanş bağlantıları, boru kök kaynak bağlantıları, menhol bağlantıları, alev duman boru bağlantıları EN 10028 / 2 Standart'ına göre P.265 GH basınçlı kap çeliği olarak seçilmiştir. Kaynak teli EN 1168 W 4 Sİ 1 Standart'ına göre seçilmiş, kaynakta kullanılan koruyucu gaz EN İSO 14175 / I 1 Standart'ına göre seçilmiştir. Argon kaynağı ile kaynak bağlantıları yapılmıştır. Buhar kazanında TS 17020 standart'ı çerçevesinde yapılan hidrostatik test esnasında 15 bar basınca çıkarılmış ve bu basınç değerinde 30 dakika bekletilmiştir. Buhar kazanı duman sandığı şekil (3.11), alev duman boruları şekil (3.12), ayna ve bağlantıları şekil (3.13), menhol bağlantıları şekil (3.14), flanş bağlantıları (3.15), şekil (3.16), şekil (3.17)'de de görüldüğü gibi kaynak bağlantı noktalarında sızıntı ve terleme olmamıştır. Selnikel marka buhar kazanı alev duman boruları ayna bağlantıları, gövde üzerine yapılan flanş bağlantı kaynakları gerekli mukavemeti göstermiştir. Buhar kazanı üzerindeki emniyet ventili kaynak bağlantısı, ayna üzerindeki boru kök kaynakları, gidiş dönüş vanaları üzerindeki kaynak bağlantıları, menhol üzerindeki kaynak bağlantıları uygundur.

### 5.3. Hava Tankı Muayene Yorumları ve Öneriler

Hava tankının şapka ve gövde sacı, ayak bağlantıları, gidiş dönüş bağlantıları, EN 10028 / 2 Standart'ına göre P.265 GH basınçlı kap çeliği olarak seçilmiştir. Kaynak teli EN 726 S 2 Standart'ına göre seçilmiş, kaynakta kullanılan koruyucu gaz EN 760 SA AB 1 67 AC Standart'ına göre seçilmiştir. Toz altı kaynağı ile kaynak bağlantıları yapılmıştır. Hava tankında TS 17020 standart'ı çerçevesinde yapılan hidrostatik test esnasında 15 bar basınca çıkarılmış ve bu basınç değerinde 30 dakika bekletilmiştir. Hava tankı ayak bağlantıları şekil (3.19), gidiş dönüş bağlantıları şekil (3.20), şapka ve gövde sacı bağlantıları şekil (3.21)'de de görüldüğü gibi kaynak bağlantı noktalarında sızıntı ve terleme olmamıştır. Yakut marka hava tankı gövde sacına, ayak bağlantılarına, şapka bağlantılarına, gidiş dönüş bağlantılarına göre yapılan kaynak gerekli mukavemeti göstermiştir. Hava tankının; gövde sacı bağlantısı, gidiş dönüş bağlantısı, şapka bağlantısı, ayak bağlantı kaynakları uygundur.

Sanayi kuruluşları üretimde kullandıkları ekipmanların denetimlerini yaptırmak zorundadır. Yapılan denetimler işçi sağlığı ve iş güvenliği yönetmeliğine ve denetim yapılacak konuyla ilgili standartlar çerçevesinde yapılmalıdır. Sanayi kuruluşlarında ekipmanların denetimini ve testlerini yapan kişiler konuyla ilgili eğitimli, deneyimli uzman kişiler olmalıdır. Ülkemizde son yıllarda sanayi kuruluşları denetim ve testler konusunda akreditasyonu olan kurumları tercih etmektedirler.

Büyük, küçük ve orta ölçekli sanayi kuruluşlarında kullanılan buhar kazanları, ısıtma kazanları, hava tankları EN 10028 / 2 üretim standart'ına göre seçilmelidir. Yılda bir defa periyodik kontrol çerçevesinde hidrostatik teste tabi tutulmalıdır. Bünyesinde buhar kazanı, ısıtma kazanı ve hava tankı bulunduran bazı sanayi kuruluşları maliyeti göz önünde bulundurarak EN 10028 / 2 üretim standart'ını ve periyodik kontrolleri göz ardı etmektedir. Bu olayların sonucunda basınçlı kap patlamaları, daha büyük maliyetler ve en önemlisi de ölümlü iş kazaların meydana gelmektedir.

## KAYNAKLAR

- Acar O (2009). Petrol Depolama Tanklarının İmalatı Montajı ve Kaynaklı Bağlantılarının Tahribatsız Muayenesi. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Akdeniz N, İlhan CD, Üçgül İ, Acar M ve Bayhan M (2007). Doğal Gazlı Kojenerasyon Sisteminin Termodinamik Analizi ve Süleyman Demirel Üniversitesi Örneği. VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.
- Anık S (1972). Toz Altı Kaynağı ve Koruyucu Gazlar. Kaynak Tekniği Kitabı Cilt-2, İstanbul Teknik Üniversitesi. İstanbul,4-6.
- Anık S (1975). Paslanmaz Çeliklerin Kaynak Kabiliyet. Kaynak Tekniği Kitabı, İstanbul Teknik Üniversitesi. İstanbul,227-245.
- Anık S (1989). MIG-MAG Kaynağında Dikiş Formunu Etkileyen Faktörler. Metal ve Kaynak Dergisi, Kasım-Aralık 1989: 16-21.
- Anık S, Öğür A, Ceyhan V (1991). Gazaltı Kaynak Yöntemlerinde Kullanılan Gazlar ve Uygulamadaki Yeri. 2.Balıkesir Mühendislik Sempozyumu, 30-31 Mayıs 1991 Bildiriler Kitabı, 17-27, Balıkesir.
- Cengizalp B (2007). Sıcak Sulu Çelik Kalorifer Kazan Projesi. Bitirme Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İzmir.
- Çomaklı K (2003). Atatürk Üniversitesi Isıtma Merkezinin Enerji Ve Ekserji Analizi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Buzluk M (2007). Elektrik ve Gazaltı Ark Kaynağında Kalıntı Gerilmelerin Ölçülmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çomaklı K, Yüksel B (2006). Kazanlarda Tersinmezlik Analizi. 9. Uluslar Arası Yanma Sempozyumu, Kırıkkale.
- Çomaklı K ve Efe Ş (2008). Doğalgaz Yakıtlı Merkezi ve Bireysel Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 106, 13-18.
- Çürüksulu M (2006). 150 MW Kurulu Güçteki Düşük Kaliteli Linyitle Çalışan Bir Termik Santral İçin Buhar Kazanı Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Deligöz C (2010). Radyografik Muayene Yöntemi İle Petrol Boru Hatlarındaki Borularda Kaynak Dikişi ve Diğer Hataların İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, İstanbul

- Göral M (2005).Sanayi Kazanları ve Ek Donatım İşletme El Kitabı. T.M.M.O.B. M.M.O Yayın No 110,51s,81s,89s,90s. Bursa
- Güner M (2007). Mag Kaynağında Elektrod Tipinin (çıplak tel – özlü tel) Kaynak Dikişi Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Kayakök V (2009). Tozaltı ve Mag Kaynak Yöntemlerinde Kaynak Ağzı – Nüfuziyet İlişkisinin İncelenmesi ve Ekonomik Yönden Kıyaslanması. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Kendirici M F (2008). İnce Taneli Yüksek Mukavemetli Yapı Çeliklerinde Kaynaklı Bölgelerin Isıl İşlem Mekanik ve Mikro Yapı Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Kumru E (2007). Farklı Malzemelerin Sıcak Basınç Kaynağı İle Birleştirilmesinde İşlem Parametrelerinin Etkilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Hepbaşlı A (2008). Kazanlarda Periyodik Hidrostatik Test Nasıl Yapılmalıdır. İzmir. [www.dogalgazprojesi.com](http://www.dogalgazprojesi.com). (Erişim Tarihi, 11.02.2011)
- Özkırmaz E (2009). Kaynaklı Bağlantıların Tahribatsız Muayene Yöntemiyle Optimum Kaynak Değerlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin
- Şahin O (2008). Koruyucu Gaz Kaynağında Birim Dikiş Enerjisi – Isı Etkisi Altındaki Alan İlişkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Şanlı A, Sayın C ve Kılıçaslan İ (2006). Buhar Kazanlarında Değişken Hızlı Sürücü (DHS) Uygulanmasının Verime Etkisi. 9. Uluslar Arası Yanma Sempozyumu, Kırıkkale.
- Temir G (2009). Basınçlı Kaplar ve Kazanlar Periyodik Kontrol Eğitimi, 27s, İstanbul.
- Tülbentçi K (1988). Eriyen Elektrod ile Gazaltı Kaynağında (MIG/MAG) Parametrelerinin Seçimi, Gedik Holding Kaynak Dünyası, 1982 İstanbul
- Tülbentçi K (1989). Malzemelerin Kaynak Kabiliyeti, Gedik Holding Kaynak Dünyası, 1989/3, İstanbul, Kasım 1989, 7-10.
- TS 377 (1983). Kazanlar - Çelik Malzemedden (Kaynaklı) - Silindirik (Tasarım Basıncı 0.5 MPa-2.5 MPa), UDK 621.
- Uztuğ H E (2003). Basınçlı Kapların Kaynak İşlemi. Basınçlı Kaplar El Kitabı. T.M.M.O.B. M.M.O Yayın No 126-3. Ankara ,107-120.

- Yalçın M (2008). İnce Taneli Yüksek Mukavemetli Yapı Çeliklerinde Kaynaklı Bölgelerin Mekanik ve Mikro Yapı Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Yamaner M (2006). Duman Borulu Kazanlarda Duman Boruları Konstrüksiyonunun Kazan Verimine ve Ocak Yüküne Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

## ÖZGEÇMİŞ

Amasya'nın Suluova ilçesinde 1978 yılında doğdu. İlk öğrenimini Suluova Şeker İlköğretim Okulunda tamamladı. Lise öğrenimine Amasya Anadolu Öğretmen Lisesinde devam etti. 2005 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu.

2005-2006 yılları arasında Meta-Metal Alüminyum A.Ş.'de Bakım Şefi olarak çalıştı. 2006 yılında Rize'nin Kalkandere ilçesinde kısa dönem asker olarak görev yaptı. 2006 yılının Temmuz ayında TMMOB Makine Mühendisleri Odasında Teknik Görevli olarak işe başladı, halen çalışmaya devam ediyor. 2007 yılının Temmuz ayında evlendi. 2010 yılında Namık Kemal Üniversitesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı, yüksek lisans eğitimine devam ediyor.