



**20MNB4 HAMMADESİNDEN ÜRETİLEN
VİDALARIN ÜRETİM VE ISIL İŞLEM
KAPLAMALARININ İNCELENMESİ**

**2024
YÜKSEK LİSANS TEZİ
METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ**

Selen ESKİOCAK

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Fazıl HÜSEM**

**20MNB4 HAMMADESİNDEN ÜRETİLEN VİDALARIN ÜRETİM VE ISIL
İŞLEM KAPLAMALARININ İNCELENMESİ**

Selen ESKİOCAK

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Fazıl HÜSEM**

**T.C.
Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK
Ocak 2024**

Selen ESKİOCAK tarafından hazırlanan “20MNB4 HAMMADESİNDEN ÜRETİLEN VİDALARIN ÜRETİM VE ISIL İŞLEM KAPLAMALARININ İNCELENMESİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Fazıl HÜSEM

.....

Tez Danışmanı, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 25/01/2024

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Doç. Dr. Yüksek AKINAY (YYÜ)

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Emrah ERDOĞDU (KBÜ)

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Fazıl HÜSEM (KBÜ)

.....

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Doç. Dr. Zeynep ÖZCAN

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Selen ESKİOCAK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

20MnB4 HAMMADDESİNDEN ÜRETİLEN VİDALARIN ÜRETİM VE ISIL İŞLEM KAPLAMALARIN İNCELENMESİ

Selen ESKİOCAK

Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Fazıl HÜSEM

Ocak 2024, 76 sayfa

Cıvata/vida üretiminin kritik prosesi olan ısıl işlem ve kaplama prosesi; soğuk şekillendirilen malzemenin metalografik mikro yapının araştırılması hem proses verimi hem de ürün performans kriterleri açısından değerlendirildiğinde sektörde deneysel geliştirme faaliyetlerinin başında gelmektedir. Bu tez çalışmasında çekilmiş 20MnB4 hammaddesinin soğuk dövme ile üretilip malzemenin ısıl işlem ve kaplama prosesleri sonrası mikro yapısının incelenmesi amaçlanmıştır. Farklı çaplarda 7 adet 20MnB4 hammaddesinden ve 1 adet QST32 hammaddesinden olmak üzere toplam 8 adet numune presleme makinasında üretilmiş ve ovalama makinasında diş açılmıştır. QST32 hammaddesi 20MnB4 hammaddesi gibi sık kullanıldığından 2 hammadde karşılaştırılmıştır. Hammaddeler çekme testine tabi tutulmuştur. Tüm numuneler farklı

kaplamalarda kaplanmıştır. Yine tüm numuneler 48, 72, 96 saat olmak üzere korozyon davranışlarını ölçmek amacıyla korozyon testine tabi tutulmuştur. Test sonunda ağırlık kayıpları ölçülmüştür. Ek olarak çekme ve tuz testi sonuçları ile ilişki kurmak adına numunelerin sertlik ve tork değerleri belirlenmiştir. Son olarak tüm numunelerin optik görüntüleri çekilerek mikro yapıları optik mikroskobu kullanılarak analiz edilmiştir. Süreç içinde bantlı ısıtma işlemi fırında gerçekleştirilen ısıtma işlemi sonucunda ortaya çıkan mamulün metalografik incelemesinin yapılması; ısıtma işlemi sonrası oluşan mikro yapı incelemesi, sertlik incelemesi, akma-çekme test diyagramı ile birlikte açıklama yapılmıştır. Normal koşullarda 20MnB4 hammaddesinden üretilen zintek kaplamalı numunenin şartları daha iyi sağladığı görülmüştür.

Anahtar Sözcükler : Filmaşın tel, 20MnB4, Vida, Isıtma İşlem, Kaplama, Mikroyapı

Bilim Kodu : 91514

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

INVESTIGATION OF PRODUCTION AND HEAT TREATMENT COATINGS OF SCREWS PRODUCED FROM 20MnB4 RAW MATERIAL

Selen ESKİOCAK

Karabük University

Institute of Graduate Programs

Department of Metallurgical and Materials Engineering

Thesis Advisor:

Assist. Prof. Dr. Fazıl HÜSEM

January 2024, 76 pages

The heat treatment and coating process, which is the critical process of bolt/screw production, is one of the leading experimental development activities in the sector when the metallographic microstructure of the cold formed material is evaluated in terms of both process efficiency and product performance criteria. In the thesis study, it is aimed to investigate the microstructure of drawn 20MnB4 raw material after cold forging, heat treatment and coating processes. A total of 8 samples, 7 of 20MnB4 raw material and 1 of QST32 raw material with different diameters, were produced in the pressing machine and threaded in the thread rolling machine. Because of QST32 raw material is frequently used like 20MnB4 raw material, 2 raw materials were compared. Raw materials were subjected to tensile test. All samples were coated in different coatings. All samples were subjected to corrosion tests for 48, 72, 96 hours in order to measure the corrosion behaviour. Weight losses were measured at the end of the test.

In addition, hardness and torque values of the samples were determined to correlate with the tensile and salt test results. Finally, optical images of all samples were taken and their microstructures were analysed using optical microscopy. In the process, metallographic examination of the product resulting from the heat treatment process carried out in the belt (continuous) heat treatment furnace; microstructure examination after heat treatment, hardness examination were explained with the yield-tension test diagram. Under normal conditions, it was observed that the zintec coated sample produced from 20MnB4 raw material provided the conditions better.

Key Words : Wire Rod, 20MnB4, Screw, Heat Treatment, Coatings,
Microstructure

Science Code : 91514

TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőmasının planlanmasında, araştırılmasında ve yürütülmesinde ilgi ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirmeleriyle çalıőmamı bilimsel esaslar ışığında biçimlendiren sayın Dr. Öğr. Üyesi Fazıl HÜSEM'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Üretim alıőmaları boyunca desteğini esirgemeyen Sayın Makbule AYHAN'a, deney çalıőmalarında bilgileri ile tezimi destekleyen alıőma Arkadaőım Resul VURKUN'a teşekkür ederim.

Mikroyapı çalıőmalarımı yürüttüğüm Kocaeli Üniversitesi Arő. Gör. İdris GÖKALP'a ve üretim çalıőmalarımı yürüttüğüm Has Vida Fasteners A.Ő.'ye teşekkürlerimi sunarım.

Sevgili aileme ve niőanlıma maddi ve manevi hiçbir desteği esirgemedен yanımda oldukları için tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
BÖLÜM 1.....	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.....	3
ÇELİKLER.....	3
2.1. GENEL BİLGİLER.....	3
2.2. ÇELİKLERİN SINIFLANDIRILMASI	4
2.2.1. Karbon Oranına Göre Alaşımız Çelikler	4
2.2.1.1. Yüksek Karbonlu Çelik	4
2.2.1.2. Düşük Karbonlu Çelik.....	5
2.2.1.3. Orta Karbonlu Çelik	6
2.2.2. Alaşımız Çelikler.....	6
2.2.2.1. Az Alaşımız Çelikler	7
2.2.2.2 Yüksek Alaşımız Çelikler	7
2.2.2.3. Mikro Alaşımız Çelikler	7
2.2.3. Alaşım Elementlerinin Çeliklere Etkisi	8
2.2.3.1. Karbon.....	8
2.2.3.2. Azot.....	9

	<u>Sayfa</u>
2.2.3.3. Alüminyum.....	10
2.2.3.4. Molibden	10
2.2.3.5. Niyobyum.....	10
2.2.3.6. Krom	10
2.2.3.7. Silisyum	11
2.2.3.8. Vanadyum	12
2.2.3.9. Kükürt	12
2.2.3.10. Fosfor	12
2.2.3.11. Nikel	12
2.2.4. Borlu Çelikler	13
2.2.5. 20MnB4 Çeliği	14
2.2.5.1. 20MnB4 Alaşımli Çeliklerin Kimyasal Bileşimi ve Mekanik Özellikleri.....	15
 BÖLÜM 3.....	 16
TEL ÇEKME	16
3.1. FİLMAŞİN	16
3.1.1. Filmaşin Kullanım Alanları	16
3.2. TEL ÇEKME ÇEŞİTLERİ	17
3.2.1. Kuru Tel Çekme	18
3.2.2. Sulu Tel Çekme	19
 BÖLÜM 4.....	 21
CIVATA VE VİDA ÜRETİMİ.....	21
4.1. CIVATA VE SOMUNLARIN ÜRETİMİ	21
4.1.1. Cıvataların/Vidaların Genel Ölçülendirilmesi.....	24
4.1.2. Standart Cıvata Çeşitleri.....	24
4.1.2.1. DIN 931 Altıköşe Başlı Standart Cıvata.....	24
4.1.2.2. DIN 6921 Altıköşe Başlı Standart Cıvata.....	25
4.1.2.3. DIN 912 İmbus Standart Cıvata.....	26
4.1.2.4. DIN 7991 H.avşa Başlı Standart Cıvata	26
4.1.2.5. Kaynak Cıvata ve Somunları	27

	<u>Sayfa</u>
4.2. VİDA.....	28
4.2.1. İç Vida ve Dış Vida.....	28
4.2.2. Vida Elemanları.....	29
4.2.3. Dış Profilleri	29
4.2.3.1. Metrik Üçgen Vida	29
4.2.3.2. Whitworth Üçgen Vida	30
4.2.3.3. Kare – Dikdörtgen Vida	30
4.2.3.4. Trapez Vida.....	30
4.2.3.5. Testere Dişli Vida	30
4.2.3.6. Yuvarlak Dişli Vida	31
4.2.4. Vida Dişlerinin Genel Boyutları	31
4.2.5. Vida Üretim Prosesleri	32
4.2.5.1. Presleme.....	32
4.2.5.2. Ovalama (Dış Açma)	33
4.2.5.3. Ovalama Avantajları	33
4.2.6. Isıl İşlem Prosesi.....	33
4.2.7. Kaplama Prosesi	34
BÖLÜM 5.....	35
DENEYSEL ÇALIŞMALAR	35
5.1. ÇEKME TESTİ.....	35
5.2. ÜRETİM YÖNTEMİ	37
5.3. ISIL İŞLEM.....	39
5.4. KAPLAMA	40
5.5. TORK TESTİ.....	40
5.6. BAKALİTE ALMA	41
5.7. ZIMPARALAMA	42
5.8. SERTLİK ÖLÇME	45
5.9. TUZ TESTİ	46
5.10. OPTİK MİKROSKOP İNCELEMELERİ.....	47
BÖLÜM 6.....	49

	<u>Sayfa</u>
DENEYSEL BULGULAR	49
6.1. ÇEKME TESTİ.....	49
6.2. TUZ TESTİ	51
6.2.1. Tuz Testi Bulguları	51
6.2.1.1. Isıl İşlemlerle Kaplamasız Numune.....	51
6.2.1.2. Isıl İşlemsiz Kaplamasız Numune.....	52
6.2.2. 3 Adet Farklı Kaplamalı Isıl İşlemlerle Numune	53
6.2.2.1. Çinko Nikel Kaplama	53
6.2.2.2. Zintek Kaplama	54
6.2.2.3. Alkali Çinko Beyaz Kaplama	55
6.2.3. 3 Adet Farklı Kaplamalı Isıl İşlemsiz Numune	56
6.2.3.1. Surtek Kaplama	56
6.2.3.2. Nikel Kaplama.....	57
6.2.3.3. Kobalt Çinko Mavi Kaplama.....	58
6.3. SERTLİK, TORK TESTİ SONUÇLARI VE MİKROYAPI.....	59
6.4. MİKROYAPI.....	60
6.5. TUZ TESTİ NUMUNELERİNİN SERTLİK VE TORK DEĞERLERİ SONUÇLARI VE MİKROYAPILARI	64
BÖLÜM 7.....	70
SONUÇLAR VE ÖNERİ	70
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ.....	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Fe-C Denge Diyagramı	4
Şekil 2.2. Farklı Karbon Oranlarında Gerilme-Şekil Değişirme Eğrileri	9
Şekil 2.3. Çeliklerde Karbon Elementinin Mekanik Özelliklerin Etkisi.....	9
Şekil 2.4. Krom Oranının Düşük Karbonlu Çelikte Çekme Dayanımına Etkisi	11
Şekil 2.5. Demir Karbon Denge Diyagramı	11
Şekil 2.6. Fe-Ni Denge Diyagramı	13
Şekil 2.7. Demir-Bor Denge Diyagramı	14
Şekil 3.1. Tel Çekmenin Prensi Şeması	17
Şekil 3.2. Kuru Çekme-Uç Açma ve Haddeden Geçirme	19
Şekil 3.3. Sulu Çekim Makinesine Tel Yükleme İşlemi	20
Şekil 4.1. A) Cıvata, B) Somun, C) Saplama.	21
Şekil 4.2 Standart Somun Teknik Resmi	22
Şekil 4.3. Cıvata Üretim Aşamaları	22
Şekil 4.4. a) Kaplamasız, b) Sarı Çinko Kaplamalı, c) Beyaz Çinko Kaplamalı, d) Siyah Çinko Kaplamalı	24
Şekil 4.5. DIN 931 Standart Cıvata Teknik Resmi	25
Şekil 4.6. DIN 6921 Standart Cıvata Teknik Resmi	25
Şekil 4.7. DIN 912 Standart Cıvata Teknik Resmi	26
Şekil 4.8. DIN 7991 Standart Cıvata Teknik Resmi	26
Şekil 4.9. Kaynak Somunu Teknik Resmi	27
Şekil 4.10. Kaynak Cıvata ve Somun Çeşitleri.....	27
Şekil 4.11. İç Vida ve Dış Vida.....	28
Şekil 4.12. Vida Elemanları	29
Şekil 4.13. Standart Dış Profili Teknik Resmi	31
Şekil 4.14. Presleme	32
Şekil 5.1. Çekilen Tel Resmi.....	35
Şekil 5.2. Alşa Marka Çekme Cihazı.....	36
Şekil 5.3. Perçin Makinası	37

Sayfa

Şekil 5.4. QST32 Hammaddesinden Üretilen Perçin	37
Şekil 5.5. 20MnB4 Hammaddesinden Üretilen Perçin	37
Şekil 5.6. Diş Açma Makinesi.....	38
Şekil 5.7. 20MnB4 Hammaddesinden Üretilen Diş Açılmış Vida.....	38
Şekil 5.8. Isıl İşlem Hattı	39
Şekil 5.9. Kaplama Banyo Tesisi	40
Şekil 5.10. Tork Değerlerinin Ölçümü.....	41
Şekil 5.11. Bakalite Alma Cihazı	42
Şekil 5.12. Zımpara ve Parlatma Cihazı.....	43
Şekil 5.13. 20MnB4 Hammaddesinden Üretilen Isıl İşlem Görmüş Numune Bakalit Görüntüsü	44
Şekil 5.14. QST32 Hammaddesinden Üretilen Isıl İşlem Görmüş Numune Bakalit Görüntüsü	44
Şekil 5.15. Tuz Testi Numunelerinin Bakalit Görüntüsü	45
Şekil 5.16. Sertlik Ölçme Cihazı	45
Şekil 5.17. Tuz Testi Cihazı.....	46
Şekil 5.18. Olympus Marka BX41M-LED Model Optik Mikroskop.....	47
Şekil 5.19. Quick Scope Cihazı.....	48
Şekil 6.1. 5,22 Çapındaki 20MnB4 Hammaddesinden Üretilmiş Numunenin Uzama-Gerilme Grafiği	49
Şekil 6.2. 6,3 Çapındaki QST32 Hammaddesinden Üretilmiş Numunesinin Uzama-Gerilme Grafiği	50
Şekil 6.3. Isıl İşlemlili Kaplamasız Numunelerin 48,72,96 Saat Görüntüleri.	51
Şekil 6.4. Isıl İşlemlili Kaplamasız Numunelerin 48,72,96 Saat Quick Scope Görüntüleri.....	51
Şekil 6.5. Isıl İşlemsiz Kaplamasız Numunelerin 48,72,96 Saat Görüntüleri	52
Şekil 6.6. Isıl İşlemsiz Kaplamasız Numunelerin 48,72,96 Saat Quick Scope Görüntüleri.....	52
Şekil 6.7. Çinko Nikel Kaplamalı Numunelerin 48,72,96 Saat Görüntüleri	53
Şekil 6.8. Çinko Nikel Kaplamalı Numunelerin 48,72,96 Saat Quick Scope Görüntüleri.....	53

Şekil 6.9. Zintek Kaplamalı Numunelerin 48,72,96 Saat Görüntüleri.....	54
Şekil 6.10. Zintek Kaplamalı Numunelerin 48,72,96 Saat Quick Scope Görüntüleri.....	54
Şekil 6.11. Alkali Çinko Beyaz Kaplamalı Numunelerin Sırasıyla 48,72,96 Saat Görüntüleri.....	55
Şekil 6.12. Alkali Çinko Beyaz Kaplamalı Numunelerin 48,72,96 Saat Quick Scope Görüntüleri.....	55
Şekil 6.13. Surtek Kaplamalı Numunelerin 48,72,96 Saat Görüntüleri.....	56
Şekil 6.14. Surtek Kaplamalı Numunelerin 48,72,96 Saat Quick Scope Görüntüleri.....	56
Şekil 6.15. Nikel Kaplamalı Numunelerin 48,72,96 Saat Görüntüleri	57
Şekil 6.16. Nikel Kaplamalı Numunelerin 48,72,96 Saat Quick Scope Görüntüleri.....	57
Şekil 6.17. Kobalt Çinko Kaplamalı Numunelerin 48,72,96 Saat Görüntüleri	58
Şekil 6.18. Kobalt Çinko Kaplamalı Numunelerin 48,72,96 Saat Quick Scope Cihazı Görüntüleri.....	58
Şekil 6.19. 20MnB4 Hammaddesinden Üretilen Islah İşlem Yapılmış Numunenin Mikroyapı Görüntüsü, A) Yüzey Görüntüsü, B) Diş Görüntüsü	60
Şekil 6.20. 20 MnB4 (X2000) SEM Görüntüsü	61
Şekil 6.21. QST32 Hammadde Mikroyapı Görüntüsü	62
Şekil 6.22. QST32 Hammadde Isıl İşlem Yapılmış Mikroyapı Görüntüsü	63
Şekil 6.23. QST32 (X2000) SEM Görüntüsü.....	63
Şekil 6.24. Islah Isıl İşlemlili Kaplamasız Numune Mikroyapı Görüntüsü, A) Yüzey Görüntüsü, B) Diş Görüntüsü.....	65
Şekil 6.25. Isıl İşlemsiz Kaplamasız Numune Mikroyapı Görüntüsü	66
Şekil 6.26. Isıl İşlemlili Çinko Nikel Kaplamalı Numune Mikroyapı Görüntüsü, A) Yüzey Görüntüsü, B) Diş Görüntüsü	66
Şekil 6.27. Isıl İşlemlili Zintek Kaplamalı Numune Mikroyapı Görüntüsü, A) Yüzey Görüntüsü, B) Diş Görüntüsü.....	67
Şekil 6.28. Isıl İşlemsiz Nikel Kaplamalı Numune Mikroyapı Görüntüsü	68
Şekil 6.29. Isıl İşlemsiz Kobalt Çinko Mavi Kaplamalı Numune Mikroyapı Görüntüsü	69

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Yüksek Karbonlu Çeliklerin Kimyasal Bileşim Aralıkları	5
Çizelge 2.2. Düşük Karbonlu Çeliklerin Kimyasal Bileşim Aralıkları.....	6
Çizelge 2.3. Orta Karbonlu Çeliklerin Kimyasal Bileşim Aralıkları.....	6
Çizelge 2.4. 20MnB4 Alaşımının Kimyasal Bileşimi	15
Çizelge 2.5. 20MnB4 Alaşımının Mekanik Özellikleri.....	15
Çizelge 5.1. Nital ve Asidik Nikral'in Kimyasal Bileşimi	43
Çizelge 6.1. 5,22 Mm Çapındaki 20MnB4 Numunesinin Uzama-Gerilme Grafiği Sonuçları.....	49
Çizelge 6.2. 6,3 mm Çapındaki QST36 Numunesinin Uzama-Gerilme Grafiği Sonuçları	50
Çizelge 6.3. 20MnB4 ve QST36 Hammaddeleri İçin Çekme Testlerinden Elde Edilen Değerler.....	50
Çizelge 6.4. Isıl İşlemlili Kaplamasız Numunelerin Ağırlık Değişimleri.....	52
Çizelge 6.5. Isıl İşlemsiz Kaplamasız Numunelerin Ağırlık Değişimleri.....	53
Çizelge 6.6. Çinko Nikel Kaplamalı Numunelerin Ağırlık Değişimleri.....	54
Çizelge 6.7. Zintek Kaplamalı Numunelerin Ağırlık Değişimleri	55
Çizelge 6.8. Alkali Çinko Beyaz Kaplamalı Numunelerin Ağırlık Değişimleri	56
Çizelge 6.9. Surtek Kaplamalı Numunelerin Ağırlık Değişimleri	57
Çizelge 6.10. Nikel Kaplamalı Numunelerin Ağırlık Değişimleri.....	58
Çizelge 6.11. Kobalt Çinko Kaplamalı Numunelerin Ağırlık Değişimleri	59
Çizelge 6.12. Numunelerin Sertlik ve Tork Ölçüm Sonuçları	59
Çizelge 6.13. Tuz Testi Numunelerinin Sertlik ve Tork Değerleri Sonuçları.....	64

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

Fe	: Demir
C	: Karbon
Mn	: Manganez
gr	: Gram
kg	: Kilogram
P	: Fosfor
HSLA	: Yüksek mukavemetli az alaşımlı çelikler
DF	: Çift fazlı çelikler
Si	: Silisyum
IF	: Ara yer atomsuz çelikler
Nb	: Niyobyum
V	: Vanadyum
Ti	: Titanyum
P	: Fosfor
S	: Kükürt
ppm	: Parts per million
FeS	: Demir Kükürt fazı
Cr	: Krom
Ni	: Nikel
Mo	: Molibden
MPa	: Megapaskal
mm	: Milimetre
%C	: Karbon yüzdesi
MnS	: Manganez Kükürt fazı
NaCl	: Sodyum Klorür
γ	: Östenit Fazı

KISALTMALAR

DIN : Deutsches Institut für Normung

ISO : International Organization for Standardization

ASTM : American Society for Testing and Materials

EN : European Norm

SEM : Scanning Electron Microscopy (Taramalı Elektron Mikroskobu)

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günlük hayatta kullanılan birçok el aletinde, teknolojik aletlerde, mobilyalarda, sanayide ve makinalarda, otomotivde vb. birçok alanda bağlantı elemanı olarak çoğunlukla vida kullanılmaktadır. Kolayca montajlanabilir ve sökülebilir olması yeteneği ile hızlı işlem süresi, küçük işletmelerden büyük sanayi oluşumlarına kadar çok geniş bir kullanım alanı doğurmuştur.

Vidanın bulunuşu kesin bir tarihe dayanmamakla birlikte M.Ö. 1. Yüzyılda bulunduğu belirtilmekte olup o zamanlarda cerrahi aletlerde kullanılmıştır. İlk olarak döküm tekniği ile üretimi yapılmıştır. Bulunuşundan günümüze kadar olan süreçte kullanım alanının genişlemesi, farklı tiplerde kullanım gerektirmesi, kullanım alanına göre spesifik karakteristik özellikler gerektirmesi, kullanıcı isteklerini karşılayabilmesi gibi nedenler ile vida, günümüzde çeşitli hammaddeler kullanılarak üretilmekte ve üretim sonrası çeşitli ısıl işlem ve kaplamalara tabi tutulmaktadır.

Vida üretiminde hammadde olarak birçok element ve alaşım kullanımı mevcuttur. Çeliğe katılan manganez, alüminyum, çinko, bakır, bor vb. elementler ve bunların birleşimi ile oluşan alaşımlar vida hammaddelerden bazılarıdır. Kullanıcı isteğine ve kullanım alanına göre hammadde belirlenir. Bu hammaddelerden biri ise 20MnB4 alaşımıdır. 20MnB4 alaşımındaki manganez ile çelikteki su verme derinliği, dayanım, dövme özelliği ve kaynaklanabilme artırılırken bor da sertleşebilirliği arttırmak için kullanılır. Bu faydaların 20MnB4 alaşımında mevcut olması kullanım yerleri bakımından avantaj yaratmaktadır.

Kullanım alanına ve kullanıcı isteklerine göre üretilen vidalara farklı ısıl

işlemler ve kaplamalar uygulanmaktadır. Uygulanan ısı işlemler ile vidaya, yüzey sertleştirme, mukavemet artırma, tokluk artırma ve şekil verme gibi özellikler kazandırılır.

Üretim sonrası vida yüzeyine, korozyondan korunma, ortama dayanıklı kılma, renklendirme gibi faktörlere bağlı olarak kaplama yapılır. Somun ve cıvatalara uygulanan başlıca 3 tip kaplama bulunmaktadır. Bu kaplamalar; çinko alaşımlı kaplamalar, çinko kaplamalar ve lamelli kaplamalar olarak adlandırılır [17].

Bu tez çalışmasında, birinci bölümde tez ile ilgili genel bilgilere giriş yapılmıştır. İkinci bölümde çeliklerin sınıflandırılması, alaşımlı ve alaşımsız çelikler ile ilgili bilgi verilmiş olup üçüncü bölüm’ de vida üretiminin ana maddesi olan tel ve filmaşın maddelerinin çekme bilgilerine yer verilmiştir. Dördüncü bölümde cıvata ve vida üretimi, çeşitleri, uygulana ısı işlemler ve üretim sonrası uygulanan kaplama işlemleri ile ilgili bilgilere değinilmiştir. Beşinci bölümde deneysel çalışmalarda faydalanılan cihazlar, malzemeler ve yapılan testlerden bahsedilmiştir. Son bölümde ise bu çalışmalar sonucu ortaya çıkan verilerin çalışmanın amacına uygun bir biçimde açıklaması yapılmıştır.

BÖLÜM 2

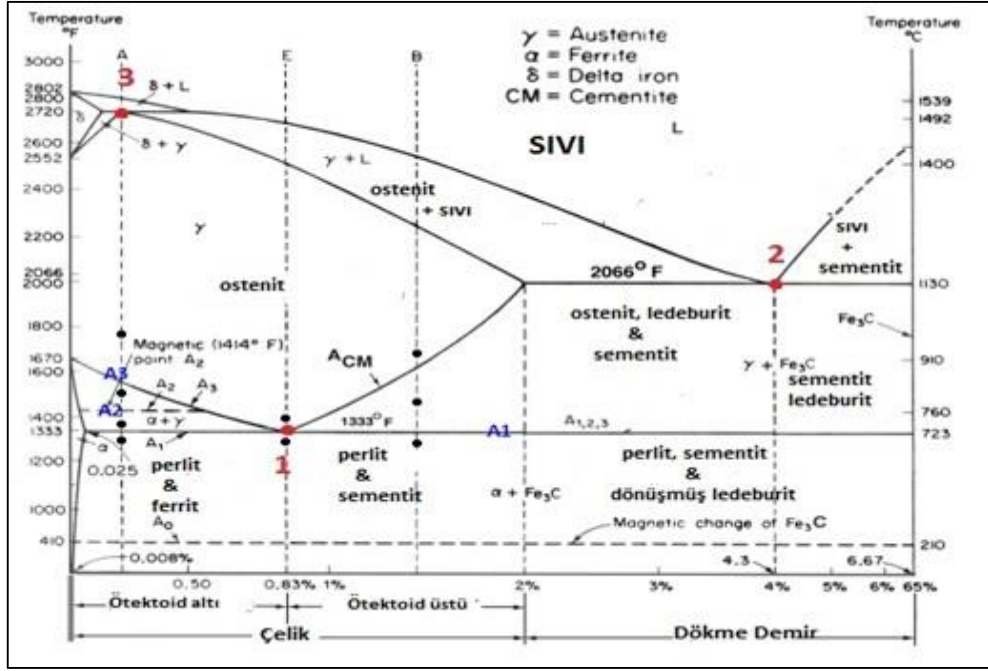
ÇELİKLER

2.1. GENEL BİLGİLER

Karbon ve demir elementlerinin birleşimleri ile oluşturulan alaşım, çelik olarak isimlendirilir. Çelik, ham haldeki demirin çeşitli metotlar kullanılarak belirli karbon değerlerini içermesi ile oluşmaktadır [1].

İçyapısı ve alaşım olarak kullanılan elementlerinin kimyasal bileşimi çeliğe çeşitli özellikler kazandırır. Çeliğe belirli oranlarda alaşım elementlerinin katılmasının yanı sıra, uygulanan farklı işlemler (normalizasyon, ıslah vb.) ile de kullanım yerine göre farklı özelliklerde çelik elde edilmektedir [2].

Karbon seviyesi çeliklerin sınıflandırılması konusunda önemlidir. Çeliklerin sınıflandırılması ana üç grup olarak değerlendirilmektedir. Karbon oranı %0.25'e kadar olan çelikler düşük karbonlu, %0,25-0,6 aralığında olan çelikler orta karbonlu, karbon oranı %0,6'dan yüksek çelikler yüksek karbonlu çelikler olarak adlandırılmaktadır. %0,8'den yüksek karbon bulunduran çelikler ötektoid üstü, %0,8'den düşük karbon bulunduran çelikler ötektoid altı çelikler olarak sınıflandırılmaktadır [3].



Şekil 2.1. Fe-C denge diyagramı [32].

2.2. ÇELİKLERİN SINIFLANDIRILMASI

2.2.1. Karbon Oranına Göre Alaşımsız Çelikler

2.2.1.1. Yüksek Karbonlu Çelik

Yüksek karbonlu çelikler, %0,6 ila %0,8 arasında karbon bulunduran çeliklerdir. Isıl işlem uygulanması halinde iyi bir aşınma direncine sahiptir. Çelik, azami sertlikte kırılgan durumdadır ve temperleme uygulanarak sertlik bir miktar düşürülür iken tokluk ise arttırılır. Düşük sertlik derinliği nedeni ile bu çeliklerin kullanım alanı kısıtlıdır. Karbon takım çeliği olarak kullanılırlar. İşlenme yetenekleri, şekillenme ve kaynaklanabilirlikleri düşüktür. Kaynakları sadece spesifik yöntemlerle yapılabilir [4].

Çizelge 2.1. Yüksek karbonlu çeliklerin kimyasal bileşim aralıkları.

Element	%
C	0,6 – 0,8
Si	0,3 – 0,6
Mn	0,5 – 1,0

2.2.1.2. Düşük Karbonlu Çelik

Bu çelik çeşidi %0.25 seviyesine kadar içinde karbon bulunduran çeliklerin sınıflandırıldığı bir gruptur. Fiziksel özellikleri bakımından ise yumuşak biçimli çelikler olarak değerlendirilebilir. Düşük karbonlu çelikler dünyadaki çelik üretiminin en fazla miktarını oluşturan gruptur. Daha çok yüzeysel olarak sertleştirme işlemleri uygulanabilen bir çelik türüdür. Karbon oranı düşüklüğünden dolayı kütleli olarak sertleştirilmeleri ısıtma işlemiyle pek mümkün değildir. Fakat nitrasyon, sementasyon vb. işlemleri ile yüzeyleri sertleştirilebilmektedir. Düşük karbonlu çeliklerin sertleştirilmeleri çoğunlukla soğuk işlemle yapılır. Düşük çekme mukavemetine sahiptirler. Genel kullanım alanları makine parçaları, çivi, cıvata, yapı ve inşaat sektörüdür [5].

- Düşük karbon içeriği, düşük karbonlu çelik telin çevre dostu bir malzeme olmasını sağlar. Üretim sürecinde daha az enerji tüketimi gerektirir ve daha az karbon salınımıyla sonuçlanır.
- Düşük karbonlu çelik tel, yüksek mukavemet özellikleri nedeniyle güçlü ve dayanıklıdır. Bu özellikleri, çeşitli uygulamalarda kullanılmasını sağlar.
- Kolaylıkla kaynaklanabilir ve şekillendirilebilir bir malzemedir. Bu, üreticilere ve tasarımcılara çeşitli projelerde esneklik sağlar.
- Düşük karbonlu çelik tel, korozyona karşı yüksek dirence sahiptir. Bu özellik, telin uzun ömürlü olmasını sağlar ve bakım maliyetlerini azaltır.

Çizelge 2.2. Düşük karbonlu çeliklerin kimyasal bileşim aralıkları.

Element	%
C	0,1 – 0,25
Si	0,1 – 0,25
Mn	0,3 – 0,6

2.2.1.3. Orta Karbonlu Çelik

Orta karbonlu çeliklerin karbon oranı %0.25 ila 0,6 aralığındadır. Bu çelik grubuna ısıtılma işlemi uygulanarak yeteri kadar sertleşmesi sağlanabilmektedir. Orta karbonlu çeliklerin kullanım sahalarının başında makine imalat sanayisi yer almaktadır. İşlenebilirlik ve şekillenebilirlik kabiliyetleri düşük karbonlu çeliklere oranla az olduğu için ekstra bir özveri ile tüm uygulamaların yapılması oldukça önemlidir. Çeliğin yapısal değişiminin kontrollü olmamasının sebebi kaynak esnasında açığa çıkan kontrolsüz ısıtılma etkileridir [5].

Çizelge 2.3. Orta karbonlu çeliklerin kimyasal bileşim aralıkları.

Element	%
C	0,25 – 0,6
Si	0,2 – 0,4
Mn	0,4 – 0,9

2.2.2. Alaşımli Çelikler

Alaşımli çeliklere nispeten daha fazla oranda alaşım elementi bulunduran çelik türüdür. Çeliğin sertliği, miktar ve türe bağlı olarak dikkate alınan alaşımlama ile sertleşme kabiliyeti ve korozyon direnci gibi çeşitli özelliklerinin geliştirilmesinin yanı sıra, katı eriyik sertleşmesi ve sementitten daha kararlı alaşım karbürlerinin çökmesi ile yükseltilmektedir. Alaşımli çeliklerde, karbon çeliklerinin sahip olduğundan daha fazla bakır, silisyum ve manganez bulunur veya birden fazla alaşım

elementi belirli değerlerde mevcuttur. Yüksek alaşımlı çelikler sahip oldukları temel alaşım elementlerine göre kategori edilirler.

Alaşım elementleri, mekanik ve işlenebilirlik kabiliyetleri açısından çelikleri iyileştirirler. Karbon haricinde, alaşımlı çelikler;

- %2 – 5 aralığında alaşım elementi bulunduran az alaşımlı,
- %5 ‘den fazla alaşım elementi bulunduran yüksek alaşımlı,
- Mikro alaşımlı.

olarak sınıflandırılır [7].

2.2.2.1. Az Alaşımlı elikler

Alaşımlı elikler alaşım elementlerinin miktarı %5’den düşük, kullanımından önce çoğunlukla su verilip temperlenerek (ıslah) kullanılan çeliklerdir. Kıyasla ucuz olan alaşımsız çeliklerin yerine kullanılmasının sebebi korozyon direnci, tokluk, mukavemet gibi özelliklerin ön plana çıktığı servis koşullarının önemidir. Makine ve yapı elemanlarının kalın kısımlarının bu çeliklerden üretilmesi, ısıl işlem rahatlığına da vesile olmaktadır. Bu elikler, daha yüksek sertleşebilirlik ve ısıl işlem esnasında daha az çarpılma ve çatlama yatkınlıkları ile alaşım çeliklerinden ayrılırlar. Bileşimlerinde temel element olarak nikel, molibden, manganez, krom ve volfram (tungsten) bulunmaktadır. Az alaşımlı çeliklere ilave edilebilen diğer alaşım elementleri de bor, alüminyum, kobalt, vanadyum, niyobyum, titanyum ve kurşun gibi elementlerdir [7].

2.2.2.2. Yüksek Alaşımlı elikler

Alaşım elementlerinin miktarı %5’den fazla olan çeliklerdir. Paslanmaz ve takım çelikleri bu gruptaki başlıca elik çeşitlerine örnektir.

2.2.2.3. Mikro Alaşımlı elikler

Karbon oranınca düşük, bileşiminde az oranda alaşım elementi bulunduran ve

çoğunlukla yassı mamul imalinde kullanılan çelikler bu sınıfa girmektedir. Çift fazlı (DF) çelikler, yüksek mukavemetli az alaşımlı (HSLA) çelikler, ara yer atomsuz (IF) çelikler bu çeliklere örnek olarak gösterilebilir.

Düşük alaşımlı yüksek dayanımlı bu çelikler, çoğunlukla sade karbonlu çeliklere kıyasla yüksek dayanımlı modern yapı çelikleri olarak bilinirler. Etkif bir alaşımlama ve nizamlı haddeleme ile bu çelikler, yüksek dayanım ve farklı özellikler kazanırlar. Ti, Nb ve V gibi ilaveleri ve nizamlı haddeleme ve dayanımları, kalıntı denetimi ile toklukları yükseltilmiştir. Bu çelikler uygun haddelenmiş plakalar, profiller, levhalar, dövme imalleri olan çubuklarda kullanılmaktadır [8].

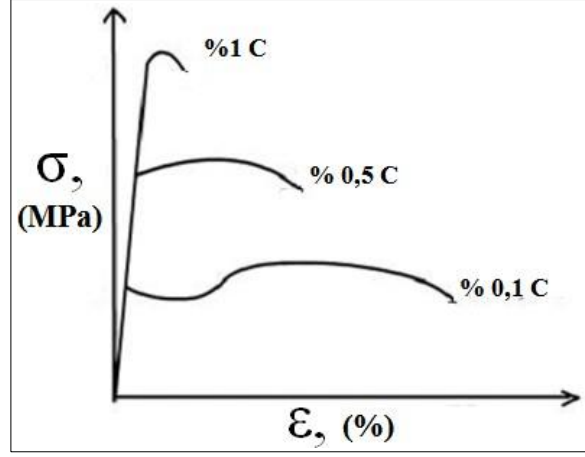
2.2.3. Alaşım Elementlerinin Çeliklere Etkisi

Karbonlu çeliklerde sade halde temin edilemeyen kendine has özellikleri sağlamak için, bir veya birden çok alaşım elementi eklenmesiyle alaşımlı çelikler elde edilmektedir. Özel alaşımlı adıyla nitelendirilen çeliklerde ise, çelikte mevcut olan karbon, mangan, silisyum ve krom değerlerine ek olarak bor gibi elementler ilave edilerek, spesifik olarak bor ilavesi sayesinde sertleşebilirlik elde edilir. Çoğunlukla çeliklere eklenen elementlerin çelik yapısına olan etkisi element bazlı olarak aşağıdaki şekilde gösterilmiştir [9].

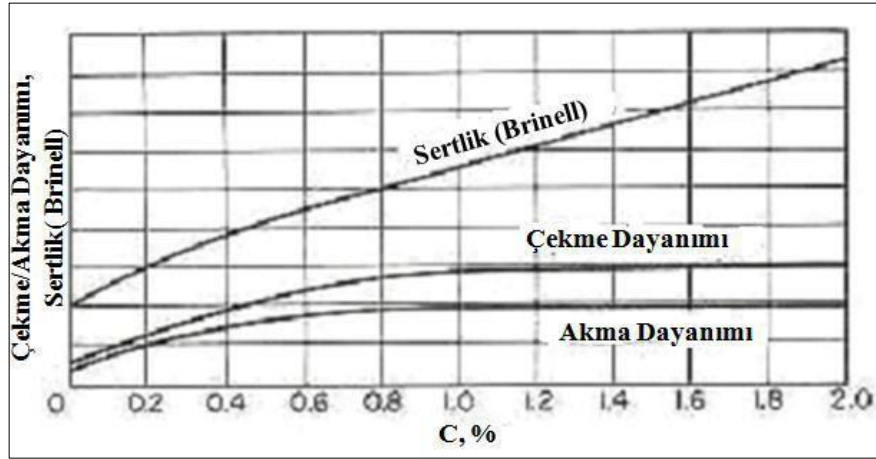
2.2.3.1. Karbon

Karbon, ham demirin çelik olması için başlıca elementtir. Çeliğe sertlik ve yüksek dayanım kazandırır. İstenilen özelliklere göre veya çeliğin cinsine göre eklenir.

Östenit yapıcıdır [9].



Şekil 2.2. Farklı karbon oranlarında gerilme-şekil değiştirme eğrileri [13].



Şekil 2.3. Çeliklerde karbon elementinin mekanik özelliklerin etkisi [13].

2.2.3.2. Azot

Azot elementi çelikler söz konusu olunca olumsuz etkiler gösterir. Azotun çelikler için Nitrür meydana getirme özelliği çoktur. Bununla birlikte gaz fazında kalması ve çelik kütük içinde gaz boşluğu meydana gelmesine neden olması olasıdır. Çeliklerin içinde 120 ppm değerini geçmemesi göz önünde bulundurulur. Kırılganlığa sebep olabilmektedir. Azot Eski çelik üretim yöntemlerinde sıvı çeliğin karıştırılması amacıyla kullanılır. Fakat son yıllarda azotun yanı sıra argon gazı kullanılmaktadır.

Azot, vanadyum içeren çeliklerde çözülebilirliği fazlalaştırmaktadır [9].

2.2.3.3. Alüminyum

Alüminyum çelik üretiminin temel elementidir. Farklı çelik değişkelerinde deoksidasyon için baş element olarak kullanılırlar. Alüminyumlarda ki metal miktarı %14'ten fazladır. Bu metal bileşimi %4 Silisyum, %10 oranında demir, magnezyum, kalsiyum vb. elementler içermektedir [10].

2.2.3.4. Molibden

Çeliğin çekme dayanımını yükseltir, şekillendirme kabiliyetini düşürür. Kaynaklanabilme yeteneğini fazlalaştırır. Ferrit ve karbür yapıcı özelliği mevcuttur. Genel itibariyle krom beraberinde kullanılır [11].

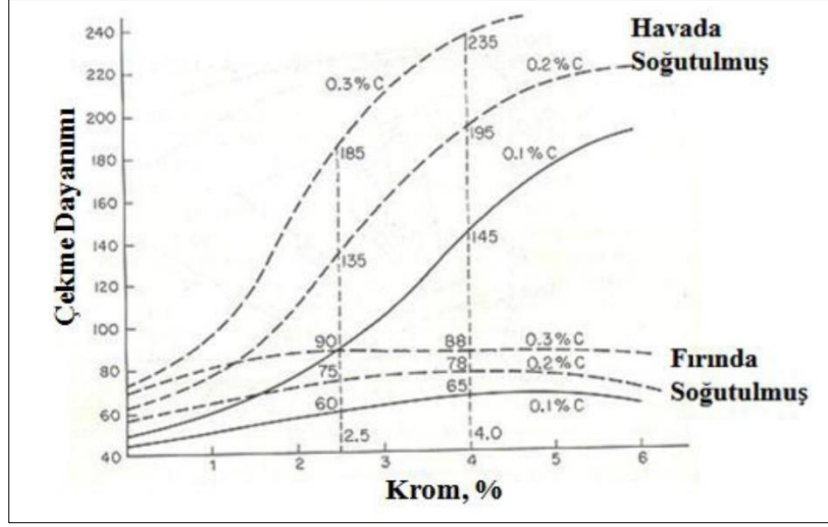
2.2.3.5. Niyobyum

Niyobyum çelikler tane küçültücü özelliğe sahiptir. Sertliği ve mukavemeti fazlalaştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Vanadyum ile denk etkiler gösterir [9].

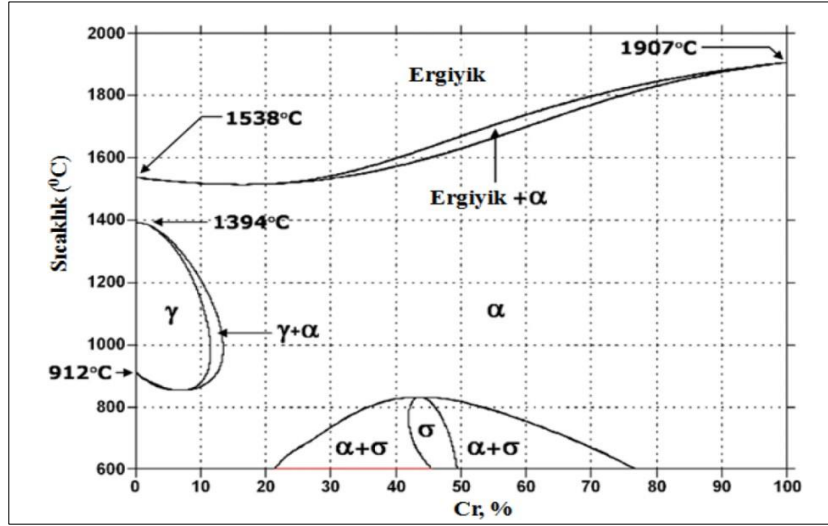
2.2.3.6. Krom

Krom, oksidasyon ve korozyon etkisini düşürür. Sertleştirilme yeteneğini yükseltir.

Yüksek karbonlu çeliklerde aşınma dayanımını üst düzeye çıkarır. Artan sıcaklıklarda tufalleşmeyi düşürür [11].



Şekil 2.4. Krom miktarının düşük karbonlu çeliklerde çekme direncine etkisi [30].



Şekil 2.5. Demir karbon denge diyagramı [30].

2.2.3.7. Silisyum

Silisyum elementi O₂ giderici olarak kullanılır. Çelikteki çekme, akma, yüzde uzama oranını ve akma/çekme mukavemeti oranını yükseltir, şekillendirilebilme özelliğini azaltır. Silisyum oranı yükseldikçe tufalleşme azalır [12].

2.2.3.8. Vanadyum

Tane küçültücü özelliği mevcuttur. Çekme ve akma mukavemetlerini arttırır. Sertleşebilme yeteneğini artırır, 2. sertleşme ve menevişlemede etkileri olumludur. Mikro alaşım elementi olarak, karbür yapıcı özelliği ve tane küçültücü etkisi ile titanyum ve niyobyum ile beraber kullanılan elementtir [9].

2.2.3.9. Kükürt

Malzemenin tokluğuna ve yüzde uzama miktarına eksi yönde etkisi bulunmaktadır. Kaynaklanabilirlik kabiliyetini azaltır. Demir ile birleşimi ile FeS fazı ortaya çıkar. FeS fazının ergime sıcaklığı düşük olduğundan haddeleme sırasında sıcak kırılganlığa neden olur. Bu sebeple çeliğe mangan ilave edilerek MnS fazı elde edilir ve bu olasılık düşürülür [18]. Çeliklerde en fazla bulunacak kükürt oranları çeliklerin kalitesine bağlı olarak değişmektedir. En fazla kükürt miktarı, 20MnB4 alaşımlı çelik tel çubuklarda %0,025 olarak ve inşaat çeliklerinde ise %0,050 olarak bilinmektedir [9].

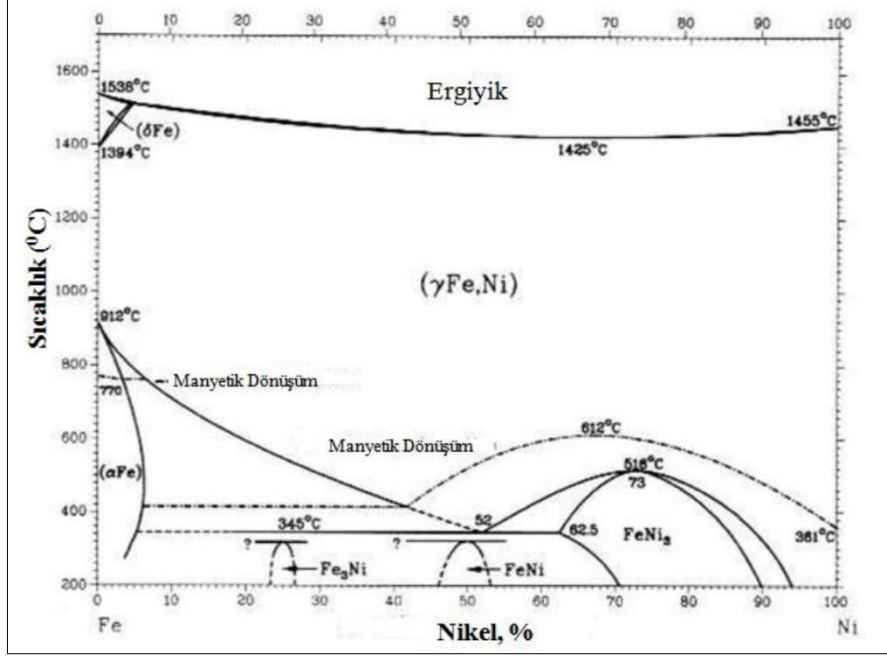
2.2.3.10. Fosfor

Fosfor, esnekliği ve yüzde uzamayı epey azaltır. Soğuk kırılganlığa neden olur. Çelikte tercih edilmeyen bir elementtir. En fazla bulunacak fosfor değerleri çeliklerin kalitesine göre değişkenlik göstermektedir. En yüksek fosfor miktarı, 20MnB4 alaşımlı çelik tel çubuklarda %0,025 olarak ve inşaat çeliklerinde ise %0,050 olarak bilinir [9].

2.2.3.11. Nikel

Genellikle krom ile birlikte kullanılır. Nikel, çelikte çekirdeğe değin sertleşmesi ve doku dönüşüm hızını yavaşlatması ile paslanmaya, kimyasal maddelere ve korozyona karşı direncin, yüksek ısı dayanımının, elastikiyet niteliklerinin ve darbe dayanımının artmasına imkân sağlar. İçeriğinde nikel elementi bulunan çelikler, mekanik parçaların imalinde kullanıldığında yüksek ısı dayanımı sağlamaktadır. Elektrik

direnç tellerinin üretiminde kullanılan nikel alaşımlı çelikler, ısıl genişleme dayanımları bakımından yüksektir [13].



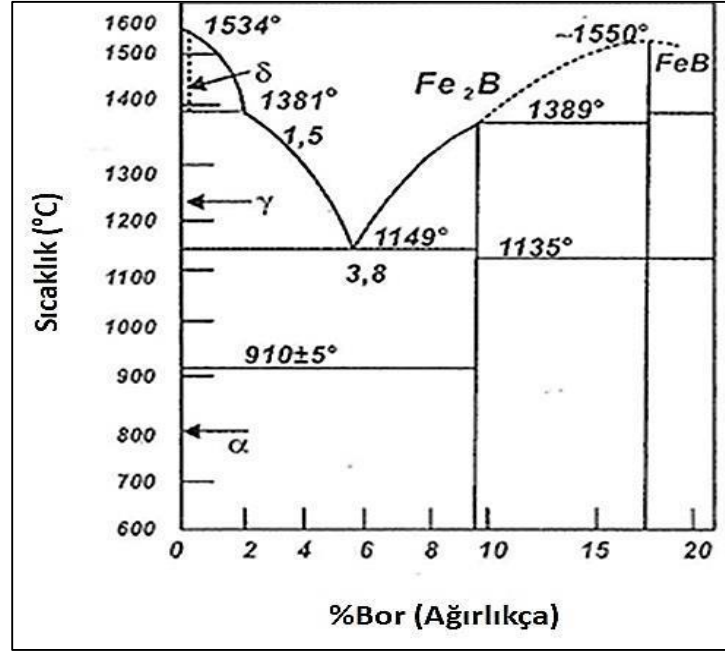
Şekil 2.6. Fe-Ni denge diyagramı [13].

2.2.4. Borlu Çelikler

Borlu çeliklere Ni, Cr, Mn ve Mo ile alaşımlandırma uygulanmaktadır. Çeliklerde mevcut olan karbon oranı %0,15 ila %0,45 arasındadır ve düşük alaşımlı çeliklere bor ilave edilmektedir.

Çeliğin sertleşebilirlik kabiliyeti, çeliklere katılan 50 ppm bor ile artmaktadır.

Borlu çeliklerde bor nitrür oluşumunun engellenmesi için 300 ppm titanyum kullanılmakta olup diğer taraftan 300 ppm alüminyum ile de deoksidasyon yapılır [9].



Şekil 2.7. Demir-bor denge diyagramı [7].

Borlu çelikler yüksek sertlik ve yüksek aşınma dayanımı özelliği göstermektedir. Borlu çeliklerin en önemli özellikleri, kolay işlenebilirlikleri ve gerçekleştirilen ısı işlemler ile iyi mekanik özellikler meydana çıkarmalarıdır. Benzer özelliklerdeki yüksek alaşımlı çeliklere kıyasla düşük maliyetleri sayesinde, makina ve imalat sektöründe bu çeliklerin kayda değer bir tercih oldukları aşikardır.

Borlu çelikler, bu özelliklerine ilaveten Avrupa otomotiv endüstrisinde; darbelerin araçlar üzerindeki yoğun olduğu kısımlarda ve yolcu emniyeti bakımından önemli bölümlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu kullanımlara ilaveten kepçe ve forklift bıçaklarında, yaylarda, şanzıman kutularında, tank paletlerinde vb. yüksek aşınma mukavemeti istenen ekipmanların kullanıldığı alanlarda borlu çelikler temel malzeme olarak kullanılmaktadır [7].

2.2.5. 20MnB4 Çeliği

20MnB4 alaşımlı çelikler, borlu çeliklerin kullanım alanlarına benzer olarak makine ve otomotiv sektöründe, beyaz eşya ekipmanlarında kullanılırlar. Bu alaşımlı çeliğe ilave edilen mangan dayanımı; kaynaklanabilirliği, su verme derinliğini ve dövme özelliğini yükseltir. Bor ise sertleşebilirliği etkili biçimde artırır. Tüm bu özelliklerin

20MnB4 alaşımında mevcut olması kullanım sahaları bakımından ve sektörlere açısından fayda sağlamaktadır [9].

2.2.5.1. 20MnB4 alaşımlı çeliklerin kimyasal bileşimi ve mekanik özellikleri

Çizelge 2.4. 20MnB4 alaşımının kimyasal bileşimi [9].

%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Cr	%Cu	%B
0.18-0.23	Max. 0.3	0.9-1.2	Max. 0.025	Max. 0.025	Max. 0.3	Max. 0.25	0.0008-0.005

Çizelge 2.5. 20MnB4 alaşımının mekanik özellikleri [9].

elik Kalitesi	ekme Mukavemeti (Rm)	%Kesit Daralması (%Z)
20MnB4	En yüksek 580 MPa	En az %60

BÖLÜM 3

TEL ÇEKME

3.1. FİLMAŞIN

Filmaşın, sıcak haddeleme prosesiyle imal edilen, dairesel geometrisi bulunan soğuk tel çekme için faydalanılan kangal şeklindeki ambalajlanmış yarı mamül olarak adlandırılır. Çelik içerisinde; karbon oranı %1,8 'e kadar olan karbon ve demir alaşımına; mekanik ve ısıl işlemler ile farklı nitelikler kazandırılabilir. Bu esnekliği ve sertliği fazla olan çelikler, yorulmaya karşı mukavemetli olması sayesinde lamalı yay üretiminde, beton kırıcı gibi darbeye ve aşınmaya dayanıklı ekipmanlarda, tarımda kullanılan makinelerin freze ve disklerinde kullanılır. İmal edilen çelik tellerin hammaddesi filmaşındır.

Tercih edilen çap aralığı çoğunlukla 4,50 mm ile 16,0 mm aralığındadır. %C değerlerine göre filmaşınlar aşağıda belirtildiği şekilde sınıflandırılırlar [14].

3.1.1. Filmaşın Kullanım Alanları

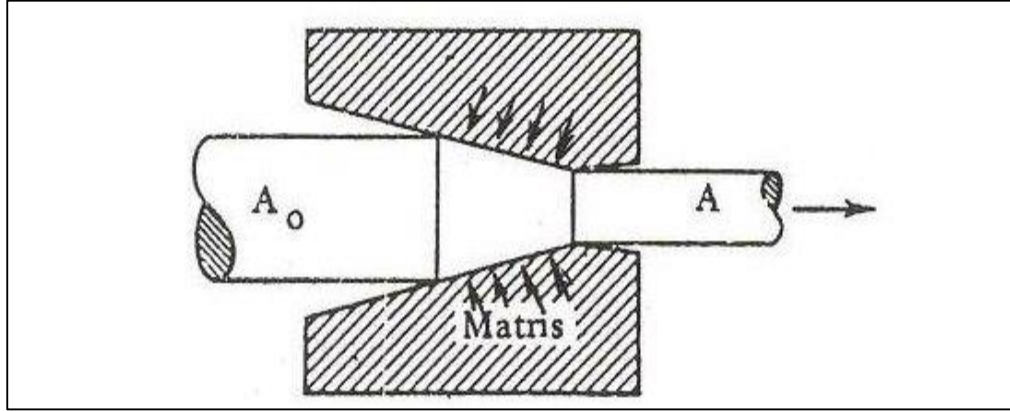
Donatı olarak fore kazıklarda, pilye, çiroz, etriye ve gönye olarak kullanılır.

- Tel imalatı
- Çelik hasır üretimi
- Beton teli ve çivi
- Yüksek dayanımlı halat-yay-tel üretimi
- Cıvata-vida-somun üretimi
- Kaynak teli çeşitleri ve elektrot üretimi
- Ön gerilmeli beton teli üretimi

Tarımda kullanılan makinelerin frezeleri ve diskleri, beton kırıcı gibi aşınma ve darbeye mukavemetli olması gereken ekipmanların, ek olarak yorulmaya karşı mukavemeti sebebiyle lamalı yayların imalinde kullanılır [14].

3.2. TEL ÇEKME ÇEŞİTLERİ

Tel çekme, filmaşın veya başka tanımlama ile çapı yüksek ancak dayanımı düşük olan telin, kesitini küçültme ve dayanım kazandırma amacı ile tel çekme haddesinden blok desteği ile çekilerek yapılan işlemdir [14].



Şekil 3.1. Tel çekmenin prensip şeması [14].

Tel çekme metodunda teller blok desteği ile hadde olarak isimlendirilen kalıplardan çekilir ve daraltılan tel kesiti ile dairesel şekilde bir geometri ve dayanım kazandırılır.

Tel çekme prosesinde basma gerilmeleri telin hadde ile temas eden yüzeyinde meydana gelir ve plastik şekillendirme sağlanır. Tel kesitleri çoğunlukla daireseldir. Plastik şekillendirme yöntemlerinden olan haddeleme ile çapı 4,50 – 5,00 mm' ye değin olan telleri üretmek olanaklıdır. Ancak daha küçük çapa sahip teller haddeleme ile amaçlanan hassasiyetle üretilemezler. Bunun nedeni, tellerin kesiti küçüldüğünde soğumanın hızlı gerçekleşmesi ve ek olarak sıcaklıktan ötürü tel yüzeylerinde istenmeyen kav tabakalarının meydana gelmesidir. Üstelik, sıcak şekillendirme ile malzemenin dayanımı büyük oranda düşeceğinden ince kesite sahip olan tel kolaylıkla kopacaktır. Bu sebeplerden ötürü ölçüde istenen hassasiyet, yüzeydeki kalite ve amaçlanan dayanım özelliklerine soğuk şekillendirme metotlarından olan

tel çekme metodu ile erişilir. Tel çekme işlemi sıcak haddeme ile imal edilmiş filmaşın malzemesinden (4,50 – 24,0 mm) başlamaktadır.

Filmaşınlar ilk olarak yüzey temizleme biriminde pastan temizlenir ve çinko fosfat kaplanması ile matrisi bozmaz, pürüzsüz bir yüzey meydana gelir ve kayganlık oluşturulur. Tel çekme prosesinde metal şekillendirilmesi yapılırken ısı işlem gerçekleşmediğinden soğuk şekillendirme olarak adlandırılmaktadır. Ancak, tel daha ince çaplara çekildiğinde, soğuk şekillendirme ile birlikte telin mekanik nitelikleri değişir ve sıcaklığı artar. Tel çekme işlemi için; çelik tel, çekme makinesi, tel çekme haddesi ve tel çekme sabunu ya da yağlayıcısı gereklidir. Kullanılan sabunun çeşidine göre; su ve çözelti sabun, su veya sıvı yağdan yararlanılırsa sulu çekme, kuru çeşit sabun tozu veya yağlayıcıdan yararlanma durumunda kuru tel çekme olarak isimlendirilir [15].

3.2.1. Kuru Tel Çekme

Çinko fosfat ile yüzeyi kaplanan filmaşın, forklift aracılığıyla veya vinç ile taşınıp sapa denilen filmaşın verici ekipmana takılır. Uç düzeltme aleti ile kangal durumdaki filmaşın düzeltilir. Kılavuz haddelerden dikey ve yatay olarak haddelenen filmaşının 20 cm uzunluğundaki uç kesiti küçülür. Ucu açılmış durumdaki filmaşın ilk matristen geçirilir. Hadde kutularında mevcut olan sabun bölümü ile tel önce sabun bölümünden geçirilerek sabun ile yüzeyi kaplanır ve matrise girer. Çektirme çenesi adı verilen aparat çekme bloğuna takılır ve bloğa birkaç tel spin sarılır.

Gereğince sarılan tel yeniden kılavuz haddede dikey ve yatay olarak ezilip inceltildikten sonra panten rulosu ekipmanından geçirilerek bir sonraki matristen geçirilir. İstenilen redüksiyon değerine ve dayanıma göre bu işlem birden çok matristen geçirilerek uygulanır. Final matristen geçen tel, amaçlanan kangal ayarının verilmesi için dresaj grubundan geçer. Dresajı uyarlanan tel müşteri talebine göre kangal olarak veya bobinlere sarılarak bırakılır [14].

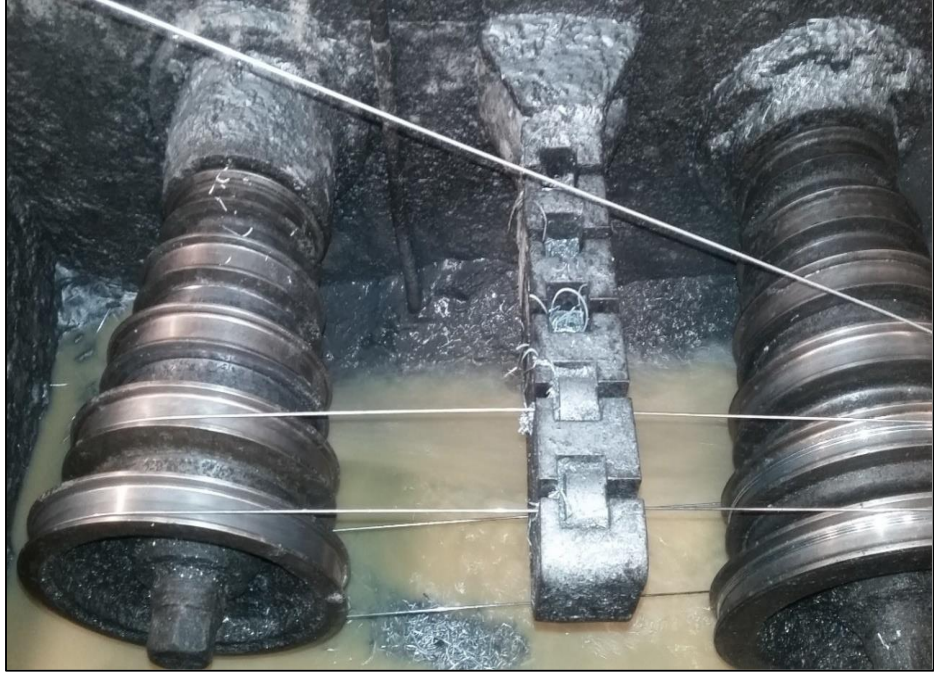


Şekil 3.2. Kuru çekme- uç açma ve haddeden geçirme [14].

3.2.2. Sulu Tel Çekme

Sulu tel çekme makineleri, sulu çekim makinesi ve kuru kafa olarak iki bölümden oluşmaktadır. Kuru kafa bölümü tek veya iki blok kuru tel çekme ilkesinde çalışır. Sulu tel çekim işleminde filmaşın malzemesi çekilemez. Bunun nedeni, filmaşının devamlı haddelenmesi ile tane boyutunun giderek küçülmesi ve tane limitlerinden kırılmaya başlaması ile çekilemez duruma gelmesidir. Kuru çekim uygulanmış ve ısıtılmış işlem sayesinde tane boyutu büyütülüp dayanımı azaltılmış ince çaplı teller (1.30-3.00 mm vb.) sulu çekim işleminde hammadde namına kullanılır. Sulu çekim işlemi sabunlu çözelti içinde meydana gelir. İşlem sabunlu su ile yapıldığından bu işleme sulu tel çekme adı verilir. Hammadde sepete konur. Hadde kutusunda kuru kafa bloğuna sarılması ilk haddeden geçerek gerçekleşir. Kuru tel çekme sabunu ve haddesi bu kutuda bulunur. Sonrasında tel deveboynu kasnaktan geçerek sulu çekim makinesine yüklenir. Sulu tel çekim makinesi, tek blok ve buna ekli ilave iki bloktan meydana gelir. Bu iki bloğa bağlı olarak dört kasnak bulunmaktadır. Hadde bölümü iki kasnak arasında konumlandırılır. Kasnak düzenine tel yükleneceği vakit yan

yatırılıp çözelti içinden havaya yükseldiği görülür. Her kasnak arasında hadde bulunmaktadır. Giriş kasnağına tel sarılıp ilk haddeden geçtikten sonra karşılığı olan sonraki kasnağına sarılır. Tel toplamda sekiz haddeden geçtikten sonra final bloğa dolanır ve sarım için bobine geçer. Yüklenen makine çözelti içine batırılır ve sabunlu su içerisinde çekim işlemi vuku bulur [14].



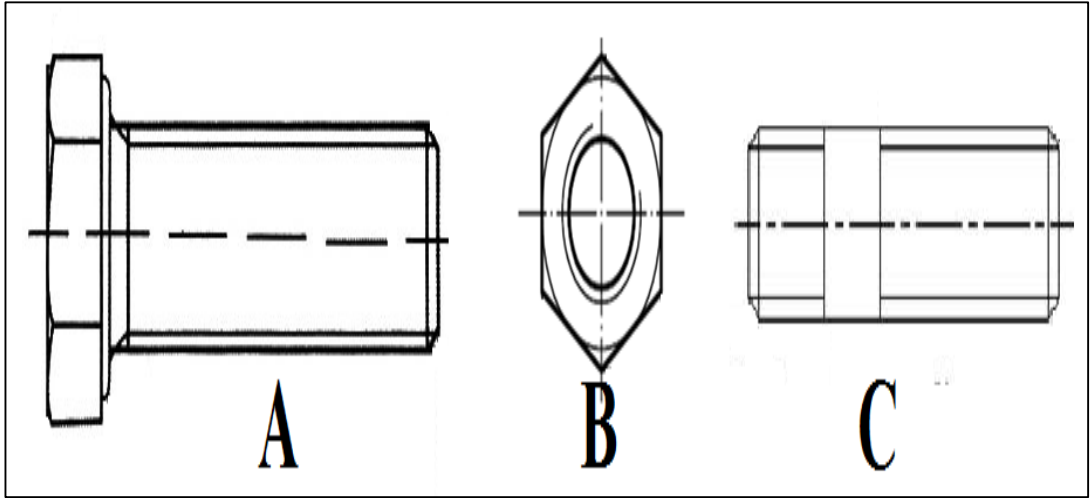
Şekil 3.3. Sulu çekim makinesine tel yükleme işlemi [14].

BÖLÜM 4

CIVATA VE VİDA ÜRETİMİ

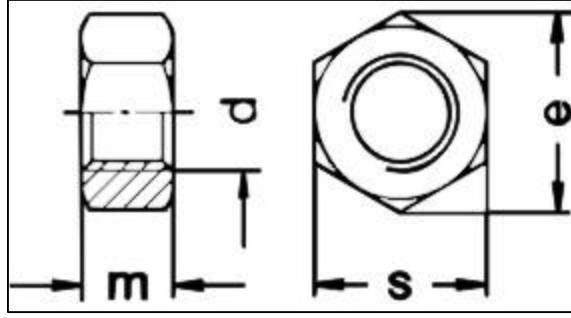
4.1. CIVATA VE SOMUNLARIN ÜRETİMİ

Cıvata bağlantıları teknik sektörde en fazla kullanılan çözülebilen bağlantılar olarak dikkat çekmektedir. Cıvatalar; makine montajlamaları, çelik konstrüksiyon, yatakların ve makinelerin zemine montajları, boru flanşları gibi çoğu yerde bağlantı elemanı namına kullanılmaktadır. Bağlantı elemanı olarak üç çeşit biçimde kullanılırlar; bunlar saplama, somunlu ve somunsuz cıvatadır. Cıvataların montaj ve sökme işleri tornavida veya anahtar denilen el aletleri kullanılarak yapılır [16].



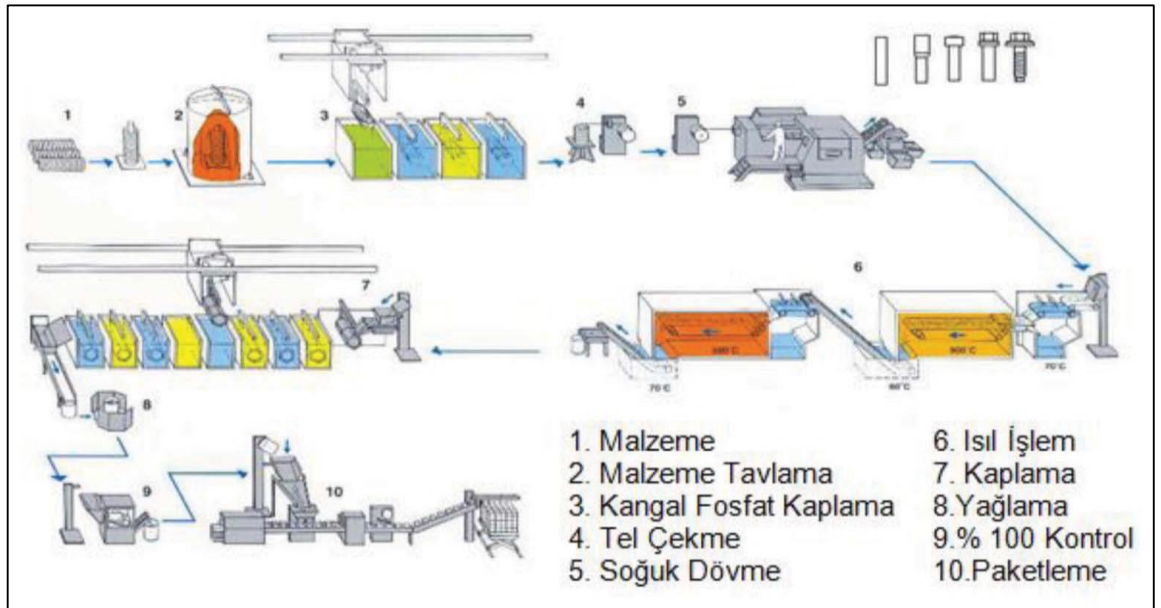
Şekil 4.1. A) cıvata, B) somun, C) saplama [16].

Silindirik çubuk biçimdeki parçaların dış bölümüne helisel biçimde kanallar açılmasıyla bu parçalar cıvata olarak isimlendirilir [17].



Şekil 4.2.Standart somun teknik resmi [16].

Şekil 4.3’de gösterilen “d” ölçüsü somunun metrik çapını gösterir. “m” ile simgelenen ölçü ise somun yüksekliğini göstermektedir ve bu ölçü talep doğrultusunda özel olarak üretilebilir ancak ISO standartlarında da her metrik ölçüsü için belli değerleri vardır. “s” ölçüsü ise anahtar ağız ölçüsü olarak kabul edilir. Standartlarda belli değerlerde imal edilir.



Şekil 4.3. Cıvata üretim aşamaları [17].

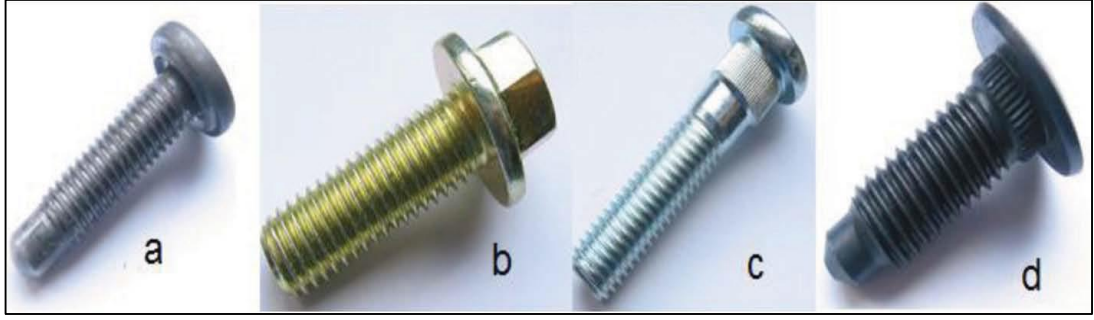
Çoğunlukla cıvata ve somunların imalatı soğuk ve sıcak şekillendirme ve talaşlı imalat metotları ile gerçekleştirilir. Ancak kaynak cıvata ve somunlarında amaçlanan mekanik nitelikler, kaynak memesi şekilleri, yüzey ve tolerans hassasiyeti dikkate alındığında, kaynak cıvata ve somunlarının imalatında tercih edilen üretim yöntemi soğuk şekillendirme [18].

Malzeme, öncelikle yüzey işlem havuzlarında işlem görmesi ile soğuk şekillendirmede kullanılan yatay preslerde kolay şekillenebilmektedir. Yüzey işlem havuzlarında gerçekleştirilen bu süreç, malzeme kangallarının sıvı dolu bölmelere ayrı ayrı daldırılması şeklinde yapılır. İlk olarak yüzey temizleme, sonrasında ise fosfat kaplama işlemleri gerçekleştirilir. Bu işlemle birlikte malzemenin O₂ ile kontağı kesilerek paslanmanın önüne geçilmiş olur [19].

Soğuk şekillendirme işleminde üretimin ilk adımı ilk aşamada makinaya giren hammadde ile son aşamada çıkan ürünün hacimlerinin eşit olmasıdır. Soğuk şekillendirme sonrası cıvata/vidalara iki ayrı diş açma tekniği yapılır. Bu teknikler talaşlı imalatta kesme ve talaşsız imalatta ovalama tekniğidir. Keserek diş açma tekniğinde, çelik çubuğa diş formunu sağlamak amacıyla çubuk kesilerek talaş çıkartarak, talaş uzaklaştırma ile elde edilir. Ovalayarak diş formu oluşturma tekniğinde ise parça ezilerek vida şeklini alır. Ovalayarak diş formu verme tekniğinde parça koparılıp uzaklaştırılmasına karşın bunun yerine sert kalıplara alınarak, ezme yöntemiyle (soğuk şekillendirme) cıvata ve vida diş formları sağlanır [20].

Genel olarak cıvata/vida ve somunlarda kaplama işlemi yapılır. Kaplama yapılmasının sebebi bağlantı elemanlarının ömrünü uzatmak, kısacası korozyona karşı dayanımını arttırmaktır.

Cıvata/vida ve somunlarda kullanılan 3 başlıca tip kaplama mevcuttur. Başlıca bu kaplamalar çinko kaplamalar (beyaz, sarı, siyah vb. renkte), çinko alaşımli kaplamalar (çinko-nikel, çinko-demir vb.) ve lamelli yüzey kaplamalardır [17].



Şekil 4.4. a) Kaplamasız, b) Sarı Çinko Kaplamalı, c) Beyaz Çinko Kaplamalı, d) Siyah Çinko Kaplamalı [18].

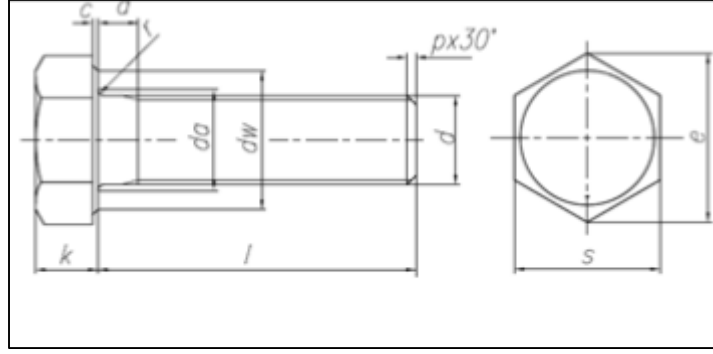
4.1.1. Cıvataların/Vidaların Genel Ölçülendirilmesi

DIN ve ISO standartlarına istinaden 4 farklı standart cıvata türü mevcuttur. Bu standartlarda yalnızca cıvataların kafa form yapısı farklı olmaktadır. Bunun yanısıra cıvataların öteki değişikliği ise perçin boylarıdır. Cıvatalar bütün paso ve yarım paso olmak üzere ikiye ayrılır. Tam paso cıvatalarda cıvata dişi kafa sonuna kadar yapılırken, yarım paso ise standartlarda olan yere kadar çekilir, paso ile kafa dibi arasında diş üstü çapına denk çapa sahip perçin shaftı bulunur. Cıvatalarda paso boyu b ile belirtilirken cıvata boyu l ile belirtilir.

4.1.2. Standart Cıvata Çeşitleri

4.1.2.1. DIN 931 Altıköşe Başlı Standart Cıvata

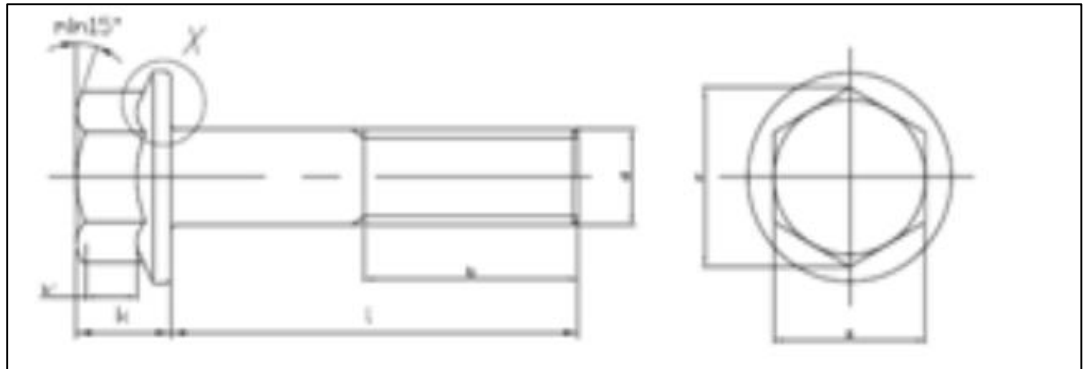
Altıköşe başlı yarım paso cıvatanın standart şartnamesi DIN 931 (ISO 4014) iken, DIN 933 (ISO 4017) ise Altıköşe başlı cıvatanın tam paso halinin şartnamesidir. Standart cıvata teknik resmi Şekil 4.6'da gösterilmiştir [17].



Şekil 4.5. DIN 931 standart cıvata teknik resmi [16].

4.1.2.2. DIN 6921 Altıköşe Başlı Flanşlı Standart Cıvata

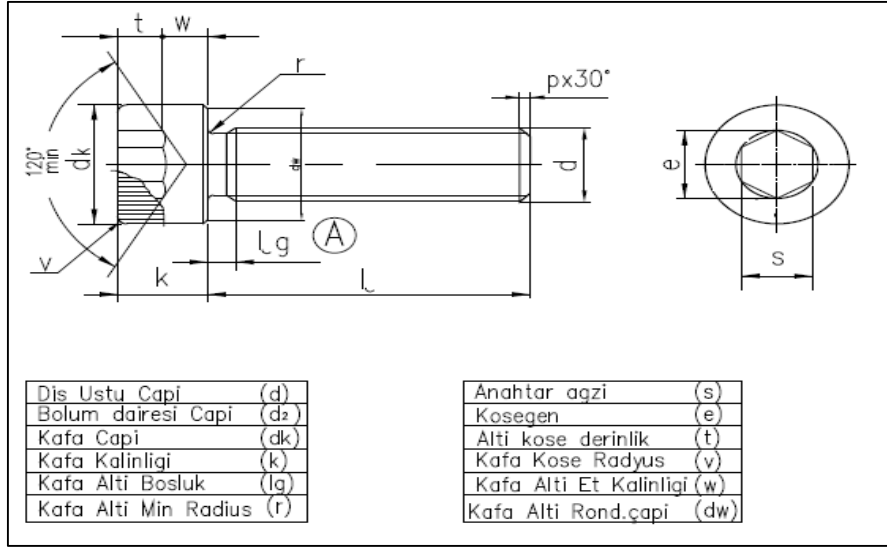
Altıköşe başlı cıvatalardan flanşlı olanlar ise imalat yönünden altıköşe başlı cıvatalara nispeten bir miktar değişiktir. flanşları nedeniyle kafa oturma yerleri daha fazladır, rondela gerekliliği yoktur. Standart cıvata teknik resmi Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4.6. DIN 6921 standart cıvata teknik resmi [16].

4.1.2.3. DIN 912 İmbus Standart Cıvata

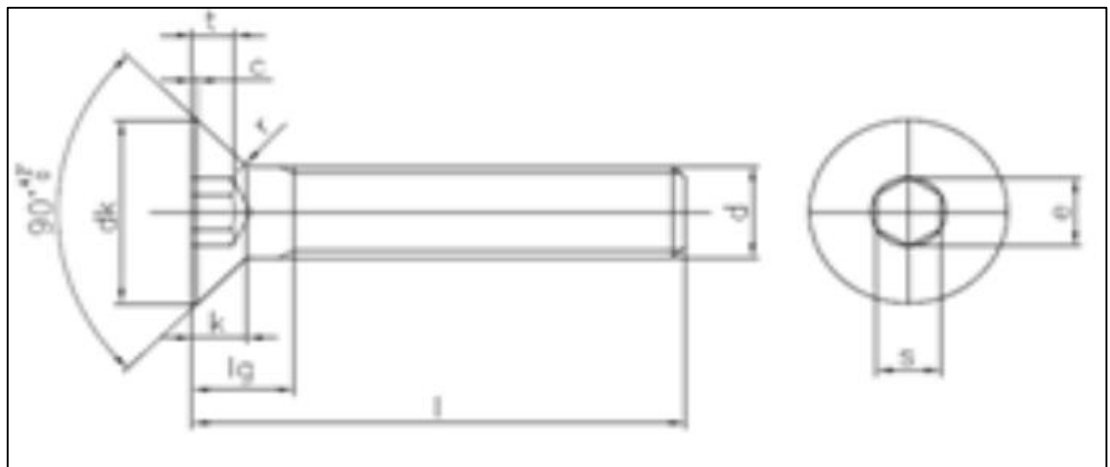
DIN 931 ve DIN 6921’den farklı olarak imbus cıvatalarda anahtar ağızı dışta değil soket şeklinde iç kısımdadır. Bundan dolayı dar alanda montaj avantajı sağlar. Alyan anahtarı olarak isimlendirilen alet ile montajı ve demontajı yapılır.



Şekil 4.7. DIN 912 standart cıvata teknik resmi [16].

4.1.2.4. DIN 7991 Havşa Başlı Standart Cıvata

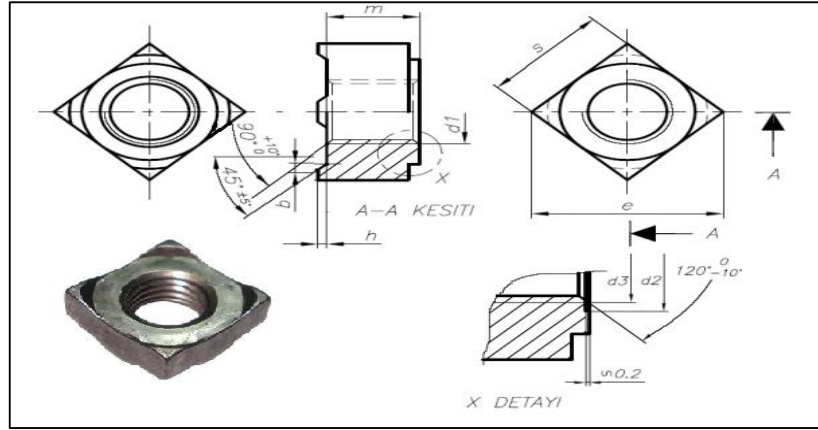
DIN 912 imbus cıvatalara benzer olarak DIN 7991 standart havşa başlı cıvatalar da soketlidir. Bu cıvataların diğer türlerden ayrıldığı faktör, montajları uygulandığında parça üstünde çıkıntı cıvata başı bulunmaz, kafaları parçaya gömülü şekildedir. Parça üstünde çıkıntı tercih edilmeyip, düz bir yüzeye gerek varsa bu cıvatalar seçilir. Bu cıvataların montajının uygulanacağı parçada cıvata başının oturması için kanal açılması zorunludur [17].



Şekil 4.8. DIN 7991 standart cıvata teknik resmi [16].

4.1.2.5. Kaynak Cıvata ve Somunları

Sac parçalara uygulanacak bağlantılar için tercih edilen ve kaynak yöntemiyle sacın yüzeyine kaynatılan cıvata ve somunlar olarak bilinmektedir. Saca değecek yüzeylerinde, ergiyerek saca bağlanacak çıkıntılar (meme) vardır [18]. Somunların sac levhalara olan projeksiyon kaynağı, otomobil sanayisinin üretim proseslerinde geniş biçimde kullanılır [24]. Bu parçalar montaj adımımda geniş avantaj sağlamaktadır. ISO ve DIN standartları gibi genel standartlarına ilaveten kaynak cıvata ve somunlarında, otomotiv şirketlerinin kendilerine özgü düzenledikleri standartlar da söz konusudur [17].



Şekil 4.9. Kaynak somunu teknik resmi [16].



Şekil 4.10. Kaynak cıvata ve somun çeşitleri [17].

4.2. VIDA

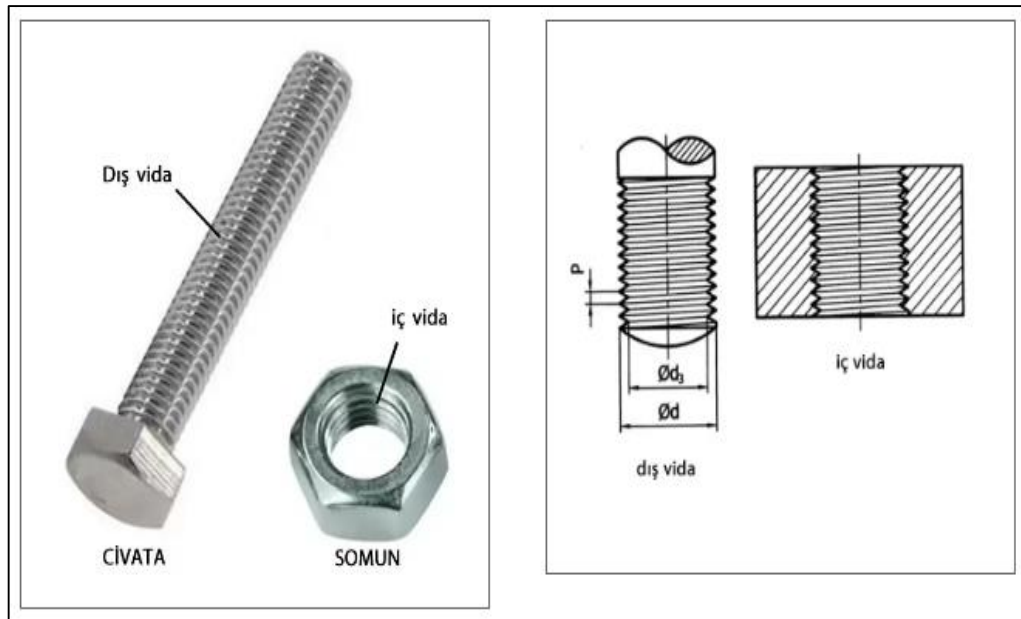
Vida, eşit adım ve benzer profilde olacak şekilde silindirik ya da konik yüzeylere açılan helis kanallar olarak isimlendirilir. Bağlantı elemanı amacıyla uygulanabildiği gibi, kuvvet ve hareket iletiminde de vidalar kullanılır.

Helis, bir silindirdeki belli bir noktadan belirli bir açı ile bir devir döndürüldüğünde oluşan dolanım olarak adlandırılmaktadır. Vidanın oto blokajlık durumunun artması helis açısı veya diğer adıyla adımın küçük olması nedeniyledir. Helis açısının veya adımın küçük olduğu bağlantı elemanları yani üçgen vidalar epey sıkıldıktan sonra olası darbelerin tesiri ile kendiliğinden kolaylıkla çözülmez [25].

Helis açısı yani adımı büyük vidalar da mevcuttur. Ancak bunlar bağlantı elemanı olarak kullanılmayıp hareket vidaları namına kullanılırlar.

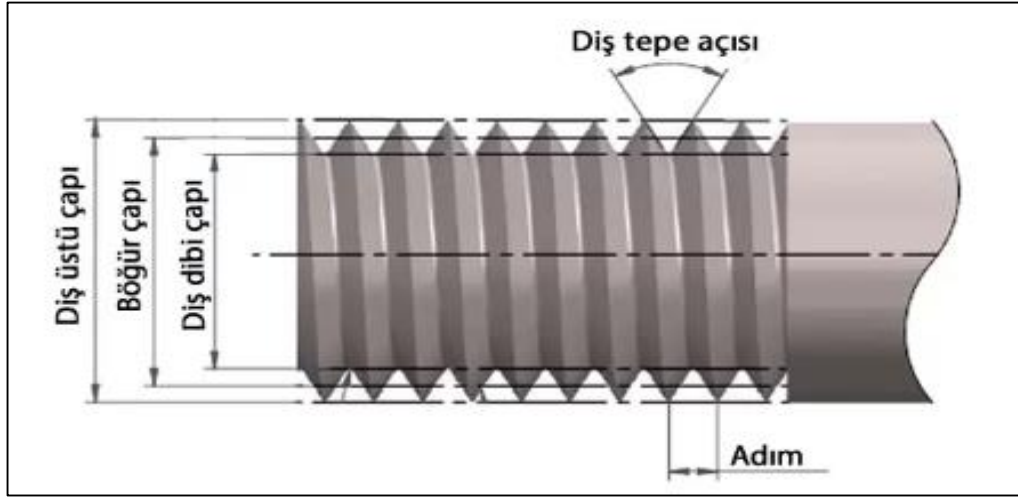
4.2.1. İç ve Dış Vida

Dış yüzeyine vida açılmış elemanlara, başları yoksa saplama, başları varsa cıvata; iç yüzeyine vida açılmış bağlantı elemanlarına ise somun adı verilir [25].



Şekil 4.11. İç vida ve dış vida [25].

4.2.2. Vida Elemanları



Şekil 4.12. Vida elemanları [25].

Vidalarda iki dolu diş arası mesafeye adım veya hatve denir. Beraber çalışacak olan iki vidanın (cıvata ve somun vb.) profil çeşitleri ve adımları farksız olmalıdır. Metrik vidalarda anma çapı ile diş üstü çapı aynı değerdedir. Örneğin, diş üstü çapı 5mm ölçülen bir metrik vidanın adlandırılması M5 olarak yapılır [25].

4.2.3. Diş Profilleri

Vidalar farklı maksatlarla, çeşitli diş profillerinde imal edilebilirler.

4.2.3.1 Metrik Üçgen Vida

Diş formu düşünüldüğünde ince ve normal diş olarak bilinmektedirler. Cıvata/vida ve somunlarda en çok tercih edilen diş şeklidir. İnce diş formu olan vidalarda diş üstü çapı aynı metrik değerinde olan normal dişli vidalar ile aynı olmasına rağmen belli boya sahip paso boyunda ince dişli vidalarda diş sayısı daha çoktur. Diş dibi çapı ise ince dişli olan vidalarda normal dişli vidalara nispeten daha büyük boyuttadır. Ek olarak ince dişli vidalar normal dişli vidalara göre daha yüksek yüklere dayanım gösterirler. Metrik vidaların Tepe açıları 60 derecedir. Bağlantı elemanı amacıyla kullanılırlar.

4.2.3.2 Whitworth Üçgen Vida

Whitworth vidaları; Standart Whitworth vidası ve Whitworth boru vidası olmak üzere ikiye ayrılır. Standart Whitworth vidasının tepe açısı 55 derecedir. Bağlantı olarak kullanılmakta tercih edilen Standart Whitworth vidası çeşidi hali hazırda olan tasarımlarda yaygın bir kullanıma sahip değildir. Whitworth boru vidası ise boru yüzeylerine yapılan dişlerde kullanılır. Boru duvarını inceltmemek için ince dişli olmaktadır. Borularda kullanılması nedeniyle sızdırmazlık ciddi bir sorundur, sızdırmazlık PTFE bantları ve keten lifleri ile engellendiği gibi TS61/26 standardında yer alan konik uçlu Whitworth boru vidaları kullanımında da engellenebilir [16].

4.2.3.3 Kare – Dikdörtgen Vida

Tornada imalatı yapılarak hareket vidası olarak kullanılmaktadırlar, hareket ve kuvvet iletiminde bunun yerine günümüzde trapez vidaları kullanılmaktadır [16].

4.2.3.4 Trapez Vida

Vida dişleri 30° trapez şeklindedir. Hareket vidası olarak kullanılır. Trapez vidaların en çok kullanıldıkları yerler; krikolar, vanalar, torna tezgâhlarının ana milleri, preslerin milleri gibi uygulama alanlarında kullanılırlar. Bazı durumlarda sık çözülen terlerde tespit civatası olarak da kullanılırlar. Oto blokaj sorununu kaldırmak için çok ağızlı olarak üretilirler [16].

4.2.3.5 Testere Dişli Vida

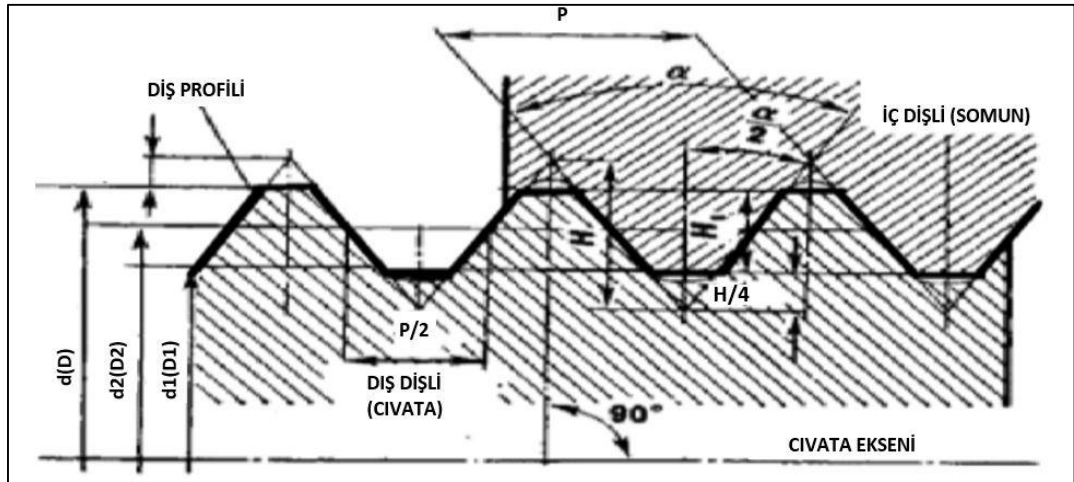
Tek taraflı olan yüksek değerdeki ağırlıkları karşılarlar, bilhassa preslerde kullanılan hareket vidalarıdır. İç vidanın diş üstü çapı silindirik şekilde ve dış vidanın diş dibi çapı ile eşit olarak imal edilip kılavuz ve pasolar çekilir, bu sayede bir arada çalışmada oluşabilecek tutukluklar engellenmiş olur. Çok ağızlı olarak da imal edilebilirler, bununla beraber tek tur atan iç vida aksenel yönde daha fazla hareket eder [16].

4.2.3.6 Yuvarlak Dişli Vida

Yuvarlak dişli vidaların en çok kullanım alanları; kavanoz ve şişe ağzı gibi sızdırmazlık özelliğın önemli olduğu yerlerde, itfaiye armatürlerinde ve kirli su vanası milleri gibi toz, pislik, kumdan zarar görebilecek alanlarda bu durumları engellemek için kullanılırlar [16].

4.2.4. Vida Dişlerinin Genel Boyutları

Vida ve civataların üretiminde olan boyutsal tabirler; silindir çapı, hatve ve eğim açısıdır. Vida ve civataların diş biçimi kanal gibi olduğu konusu geçen silindir çapı; iç çap (d_1), dış çap (d) ve ortalama olarak bu iki çapın yarısına denk olan ovalama çapı (d_2) çaplarıdır.



Şekil 4.13. Standart diş profili teknik resmi [16].

Diş açma yönteminde İki farklı seçenek mevcuttur; talaşlı olan kesme ve talaşsız olan ovalayarak diş açma tekniği. Keserek vida açma tekniğinde; yuvarlak çelik bir çubuğa vida görünümünü kazandırmak amacıyla çubuktan kesme yöntemi ile talaş çıkartarak, talaş uzaklaştırma yöntemi ile yapılır. Ovalayarak diş açma tekniğinde ise; parça ezilerek vida diş formu verilir [19,20]. Ovalama işleminde ürün sert kalıplara alınarak, soğuk şekillendirme işlemi ile civata ve vida diş formları elde edilir [26].

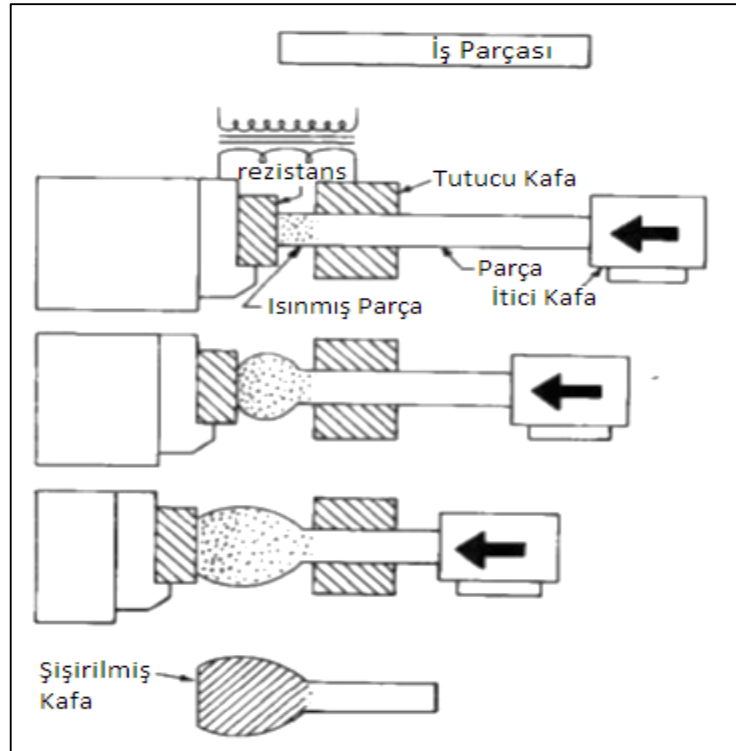
4.2.5. Vida Üretim Prosesleri

Vida üretim prosesleri sırayla;

- Presleme
- Ovalama
- Isıl İşlem
- Kaplama

4.2.5.1. Presleme

Cıvata, perçin, çivi, vida, çubuk, tel vb. gibi şekillendirilmesi gereken iş parçalarına yapılır. Pres makinasında çeşitli kalıp ve yıldızza göre perçin haline getirilir. Vida imalatında pres makinelerine aynı zamanda perçin makinesi de denir.



Şekil 4.14. Presleme [27].

4.2.5.2. Ovalama (Diş Açma)

Ovalayarak diş açma tekniğinde vida üretimi; keserek vida üretimindeki gibi parçayı ezerek dişli vida şeklini verme sürecidir. İlk baştaki dairesel çelik parçanın çapı, vidanın dış çapından küçüktür. Örnek verilmesi gerekirse; 1" çapında vida çapı için 0,912"lik bir yuvarlak çelik çubuk kullanılması gereklidir. Bölüm dairesi çapı (Pitch çapı) isimli bu çap; en yüksek ve en düşük vida dışı çaplarının ortalamasıdır. Cıvata, karşılıklı çalışan ovalama kalıpları arasında döndürülür. Çelik çubukta malzeme giderek yer değiştirir ve vida diş formu imal edilir. Çıkan vidanın diş üstü tam çapı 1"dir. Fakat proses başlangıcındaki çubuk çapı 0,912" dir [27].

4.2.5.3. Ovalama (Diş Açma) Avantajları

Talaşsız soğuk işlem uygulanarak vida ovalama kalıpları kullanarak diş açılan vidalar, başka teknikler ile diş açılan vidalara istinaden aşağıdaki avantajları gösterirler. Diş formu veren kalıp ömrü daha fazla, ovalama hızı daha seri ve yüksektir. Kesilerek diş açılan teknikte vidaların mukavemetinden % 20 daha kuvvetli vidalar üretilir. Soğuk şekil vermede kalıplarda aşınma riski düşüktür ve kalıplar uzun ömürlerde çalışmaktadırlar. Ortaya çıkan nihai vida ürünü ilk vida ürünü kadar iyi ve kaliteli olacaktır. Soğuk şekil yöntemi ile imalatı yapılan vidalarda kusursuz bir içyapı, doğru net görüntü ve oldukça yüksek mukavemet için iyileştirilmiş tane yapısı meydana gelir. Ovalama işlemi, vidada diş formu oluşturmak için malzemeyi yukarı ve dışa doğru gitmesi için mecbur yapar. Çünkü vidanın dışı parçanın yukarı ve dışa doğru akışıyla meydana gelir. Ovalanacak parça, kesme için hazırlanan parçadan küçüktür. Bu durum malzeme açısından tasarruf gösterir. Vida ovalama için yöntem kuralı, vida kesme için olan yöntem kuralından güçtür. Vida ovalama tekniğinin kullanıldığı yerler vida kesme tekniği kullanım alanı karşılaştırılınca üstün avantajlar gösterebilir [28].

4.2.6. Isıl İşlem Prosesi

8.8, 10.9 ve 12.9 kalite vidalarda parçaların istenilen mekanik özelliği göstermesi amacıyla ıslah işlemi yapılması gerekmektedir. Bu işlem su verme ve temperleme

kademelerini kapsar. Su verme; en açık şekilde parçaların ısıtılarak γ fazına geçirilmesi ve sonrasında hızla soğutulma işlemidir. Bu işlem sonucunda ortaya çıkan içyapı martenzitiktir. Su verme için olması gereken koşullar A3 (A3 sıcaklığı: Ötektoid altı çeliklerde tam ostenit alanına geçiş sıcaklığıdır)'ün üzerindeki sıcaklıkta ortalama 30-40 dakika olan bir işlemidir. “Su verme işlemi sonunda malzemede meydana gelen büyük gerilmeler mikro çatlakların olmasına sebep olur. Malzeme epey kırılğan ve serttir. Kısa sürede temperleme yapılarak çatlakların genişlemesi ve tehlike yaratması kısıtlanır. Temperleme koşulları belirlenerek bağlantı parçasından beklenen mekanik özellikler sağlanmış olur. Temperleme işlemi için olması gereken ana koşullar 440-620° C sıcaklık ve 60-90 dakika süredir.

Karbonitrasyon prosesin dönüştürülmüş halidir. Karbürizasyon yöntemine ek olarak atmosfere amonyak gazı salınarak gerçekleştirilir. Karbonitrasyon yaklaşık 820 – 950 °C sıcaklıklarda kimyasal bileşimi farklı yapılan çelik yapıların ani soğutma ve temperleme işlemi ile çekirdek sertliğini ve gücünü saklarken aşınmaya karşın dayanıklı bir yüzey ortaya çıkaran termokimyasal bir ısıl işlem yöntemidir. Karbürizasyon prosesine göre daha sert ve daha derin sertlik tabakası elde edilir.

4.2.7. Kaplama Prosesi

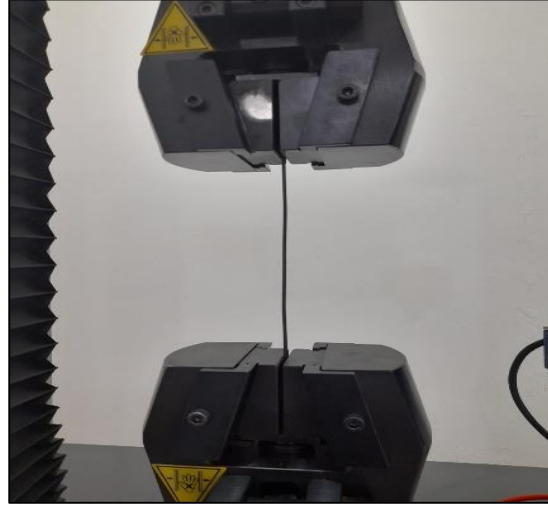
Korozyon, metallerin havayla teması neticesinde, metal -ara yüzey- hava üçlüsünün etkileşimi ile yüzeyde oluşan hem görüntü hemde kimyasal bozulmalardır. Korozyondan korunma tedbirlerinin esaslarında bu üç etmen özelliklerini ve bu etmenlerin birbirleri ile bağlantılarını iyi bilmek ve ihtiyaç olan değişkenlikleri gerçekleştirmek mevcuttur [21]. Metallerin hava ortamına daha dirençli olabilmesi için, korozyon meydana getirici etmenlerin kontrolde tutulmasının yanında, ara yüzeyi farklı materyallerle kaplamak bu tür tedbirlerin başındadır [22]. Sanayide elektrolitik çinko kaplama çeşitli farklı banyolarla yapılmaktadır. Bu çeşitler siyanürlü banyolar, alkali siyanürsüz banyolar ve asit klorür banyolardır. Bu çeşit banyolar ekonomik açıdan, işlem vakti, dekoratif dış görünüş, yüzeye yapışma gibi etkenler dikkate alınarak değişik yerlerde kullanılmaktadır [23].

BÖLÜM 5

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

5.1. ÇEKME TESTİ

Farklı çaplardaki 20MnB4 ve QST32 tel, akma ve çekme mukavemeti (MPa), maksimum uzama (A) miktarlarının tespit edilebilmesi için oda sıcaklığında hammaddeler 300 mm uzunluğunda kesilerek çap kontrolü yapıp TS EN ISO 6892-1 çekme standartına ve EN 10263 hammadde standardına uygun olarak 5 KN'luk Alşa Marka Çekme cihazında çekme işlemi yapılmıştır.



Şekil 5.1. Çekilen tel resmi.



Şekil 5.2. Alşa marka çekme cihazı.

5.2. ÜRETİM YÖNTEMİ

Üretim için uygun özellikleri gösteren 20MnB4 ve QST32 tel üretime alınır. 20MnB4 ve QST32 Filmaşın tel Şekil 5.3'deki Chun Zu Marka Pres makinasında çeşitli kalıp ve yıldızza göre perçin haline getirilir.



Şekil 5.3. Perçin makinası.



Şekil 5.4. QST32 hammaddesinden üretilen perçin.



Şekil 5.5. 20MnB4 hammaddesinden üretilen perçin.

Perçin halindeki 20MnB4 hammaddesinden üretilen ürün uygun tarak ile ovalanarak diş açma makinelerinde vida halini alır.

QST32 hammaddesinden üretilen ürün perçin halinde kullanıldığından diş açılmamıştır.



Şekil 5.6.Diş açma makinesi.



Şekil 5.7. 20MnB4 hammaddesinden üretilen diş açılmış vida.

5.3. ISIL İŞLEM

Vida halini almış ürünlere ısıtım işlemi hattında karbonitrasyon veya ıslah işlemi uygulanır.

Islah işlemi çeliğe yüzey ve çekirdek sertliğini kazandırmak için kullanılan bir tekniktir. Bu uygulama ile malzemenin sertlik, mukavemet ve tokluk değerleri artırılmaktadır.

20MnB4 Hammaddesinden üretilen numuneye ıslah işlemi uygulanmıştır. OST32 Hammaddesinden üretilen numuneye içerisinde sertlik veren elementler olmamasına rağmen kıyas yapabilmek adına ısıtım işlemi uygulanmıştır.

Ayrıca tuz testi numunelerinin ısıtım işlemli olanlarına da ıslah işlemi uygulanmıştır.

Numunelere EN ISO 898-1 standartına uygun olarak, ısıtım işlemi fırınında 860 °C ye ısıtılmış ve 60 dakika bekletilmiştir. Soğutma hızı 110 °C/s olan ısıtım işlemi yağına koyularak ani soğutulmuştur. Islah işlemleri yapılmış farklı malzemeler farklı temperleme proseslerinde (400,450,500,550,600°C) 60 dakika boyunca temperlenmiştir.

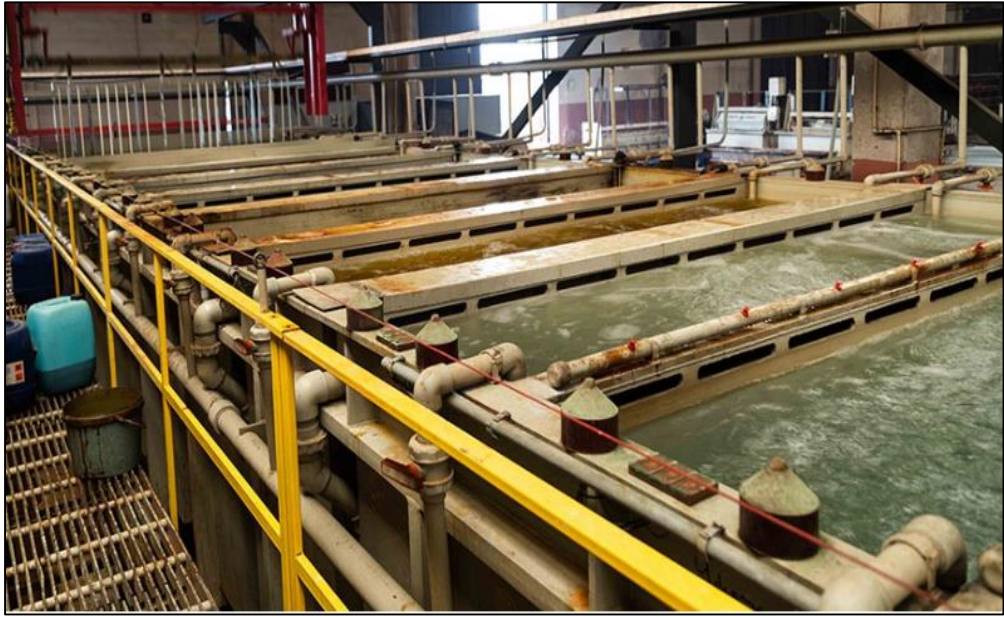


Şekil 5.8. Isıtım işlemi hattı [33].

5.4. KAPLAMA

Numunelerin üretimden kaynaklı üzerinde oluşan yağlı kirliliğinden dolayı sıcak alkali ve elektrolitik yağ alma işlemlerine tabi tutulur. Parçalar elektrolite daldırılır ve akım verilir. Numuneler bekletilmeden banyolara daldırılır. Son olarak kaplama işlemi biten parçalar demineralize sıcak suda 95 °C' de 5 – 10 dakika bekletilir ve işlem tamamlanır.

Bu işlem görünümle beraber malzemenin daha çok korozyon direnci gibi dış etkenlerden korunması amacı ile uygulanır. Vidaların kaplama işlemi kullanım yerlerine göre ve göstermeleri gereken korozyon direncine göre değişik yapılmıştır. Kaplama işlemi 550 Amper, 8 volt akım verilerek gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.9. Kaplama banyo tesisi.

5.5. TORK TESTİ

Vidaların kırılma torkunu öğrenebilmek için ve bakalit hazırlamak için uygun uç ile vidalar kafa altından Garant Marka tork cihazı ile kırılmış ve tork değerleri ölçülmüştür.



Şekil 5.10. Tork değerlerinin ölçümü.

5.6. BAKALİTE ALMA

Isıl işlemi uygulandıktan sonra mikro yapı analizi, sertlik vb. mekanik testler yapılması amacıyla metalografik olarak numuneler hazırlanmıştır. Mikro yapı ve sertlik analiz yapılması amacıyla numuneler öncelikle Şekil 5.11’de görüldüğü üzere 180°C sıcaklıkta ve 19 dk. süresince sıcak bakalite alma işlemi Bulumount Mounting Press adlı cihazda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.11. Bakalite alma cihazı.

5.7. ZIMPARALAMA

Bakalite alma işlemi bitirildikten sonra pürüzsüz bir yüzey elde etmek için 240, 320, 400, 600, 800, 1000, 1200 ve 2500'lük zımparalarla 2'şer dk. arayla yüzey Şekil 5.12'de yer alan Metkon Forcipol 2V cihazıyla parlatmaya hazır hale getirilmiştir. Bakalite alınan numuneler 1µm'lük alümina pasta ile parlatılmıştır. Parlatma sonrasında ise numuneler dağlanmak üzere alkol ile temizlenip kurutulmuştur.



Şekil 5.12. Zımpara ve parlatma cihazı.

Parlatma işleminden sonra mikro yapıları belirgin hale getirmek amacıyla Nital ve Asidik Pikral dağılayıcıları kullanılmıştır.

Çizelge 5.1. Nital ve asidik pikral'in kimyasal bileşimi [31].

1-0,5% Nital	99-99,5 ml Etanol (%99,8), 1-0,5 ml yoğunlaştırılmış nitrik asit
Asidik Pikral	4,2 g Pikrik asit, 10 ml saf H ₂ O, 10 ml asetik asit ve 70 ml etanol (%99,8)



Şekil 5.13. 20MnB4 hammaddesinden üretilen ısıı işlem görmüş numune bakalit görüntüsü.



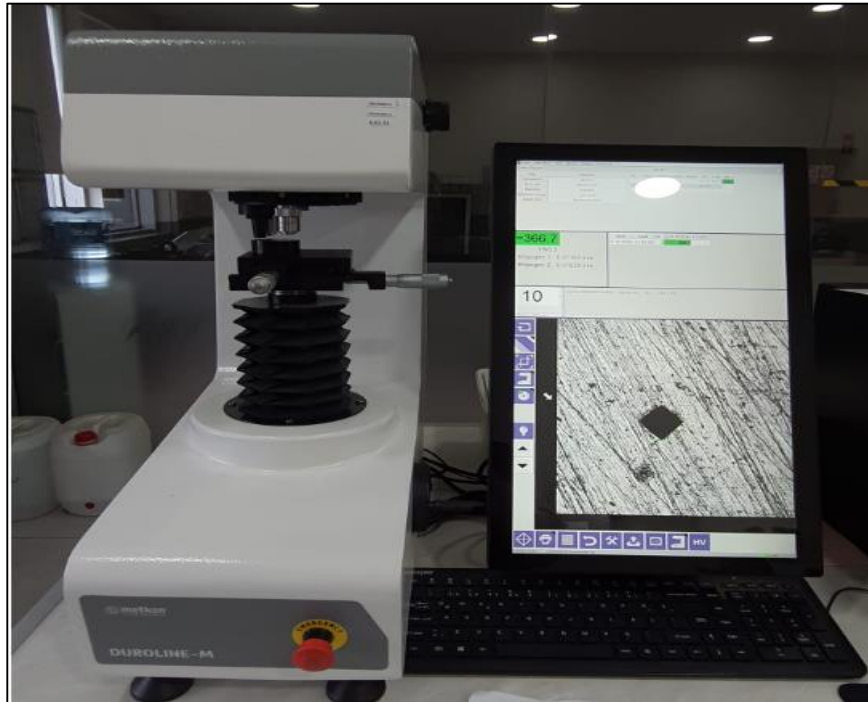
Şekil 5.14. QST32 hammaddesinden üretilen ısıı işlem görmüş numune bakalit görüntüsü.



Şekil 5.15. Tuz testi numunelerinin bakalit görüntüsü.

5.8. SERTLİK ÖLÇME

Zımpara, parlatma ve dağlama işlemi tamamlandıktan sonra Şekil 5.16'da yer alan Metkon Duroline-M cihazı ile yüzey ve çekirdek sertlikleri ISO EN 6507-1 standardına göre ölçülmüştür.



Şekil 5.16. Sertlik ölçme cihazı.

5.9. TUZ TESTİ

Tayvan marka tuz testi cihazında $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'deki saf suyun içinde çözülmüş olarak bulunan %5 oranında NaCl çözeltisi sağlanmıştır. Deneyde bir ısıtılmış işlemli kaplamasız numune, bir ısıtılmış işlemsiz kaplamasız numune, ısıtılmış işlemli kaplamalı olarak Zintek, Alkali çinko, Çinko Nikel kaplı numuneler ve ısıtılmış işlemsiz kaplamalı olarak ise Kobalt Çinko, Nikel, Surtek Kaplamalı numuneler 48, 72, 96 saat olmak üzere, kabin içine yerleştirilip ürünlerin yüzeylerine sürekli püskürtülerek, korozyona maruz bırakılmış ve kaplanmış malzemelerin yaşlanması sağlanmıştır. Numuneler test sonrasında ultrasonik temizleme cihazında temizlenmiştir. Her numune hassas terazi ile ölçülüp ağırlık kontrolü yapılmış ve çizelgelerde verilmiştir.

Tuz Testi, ASTM Deney Yöntemi B 117 altında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.17. Tuz testi cihazı.

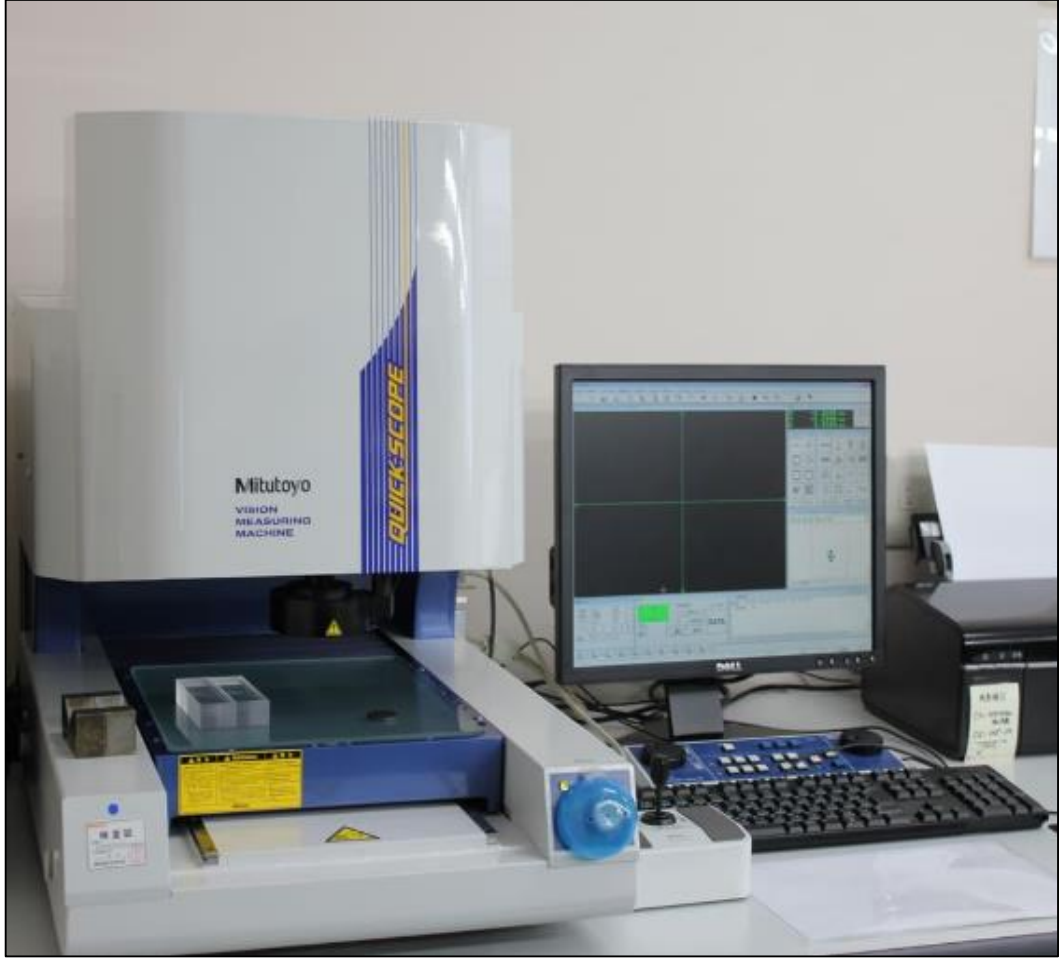
5.10. OPTİK MİKROSKOP İNCELEMELERİ

20MnB4 ve QST32 Hammaddesinden üretilen numunelerin parlatılmış ve dağlanmış konumdaki görüntüleri Olympus marka BX41MLED model optik mikroskopla çekilmiştir. Kullanılan optik mikroskop görüntüsü Şekil 5.18’de verilmiştir.



Şekil 5.18. Olympus marka BX41M-LED model optik mikroskop.

Tuz testine tabi tutulmuş numuneler ise Mitutoyo marka Quick Scope cihazı ile incelenmiştir.



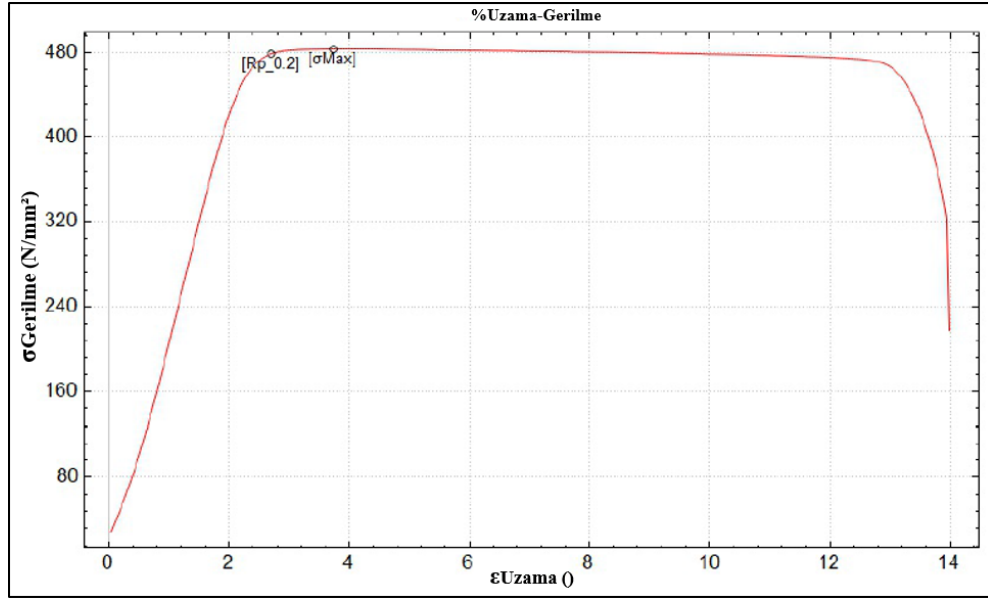
Şekil 5.19. Quick Scope cihazı.

BÖLÜM 6

DENEYSEL BULGULAR

6.1. ÇEKME TESTİ

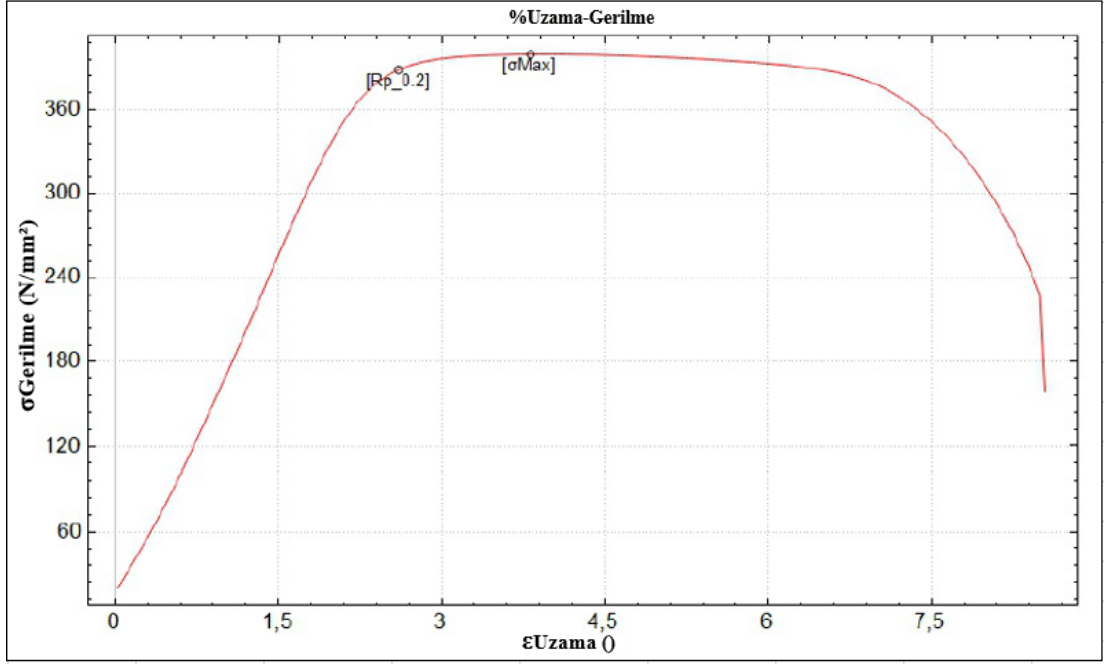
1 adet 20MnB4 hammaddesi ve 1 adet QST32 hammadesinin çekme testi sonuçları aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.1. 5,22 çapındaki 20MnB4 hammaddesinden üretilmiş numunenin uzama-gerilme grafiği.

Çizelge 6.1. 5,22 çapındaki 20MnB4 numunesinin uzama-gerilme grafiği sonuçları.

Fm	10.297 kN	Rmin	0.00 N/mm2
Rm	483.09 N/mm2	Rmax	0.00 N/mm2
L0 Boyu	212.000 mm	Ravg	0.00 N/mm2
L1 Boyu	241.736 mm	Rm/Rp02	483.089
Uzama %	% 14.0	Deney Hızı	30mm/dk
Rp02	478.58 N/mm2	Kesit Daralması	% 74
Ön Yük	0.500 kN	Karakteristik Değer	%0.00



Şekil 6.2. 6,3 mm çapındaki QST32 hammaddesinden üretilmiş numunenin uzama-gerilme grafiği.

Çizelge 6.2. 6,3 mm çapındaki QST32 numunesinin uzama-gerilme grafiği sonuçları.

Fm	12,404 kN	Rmin	0.00 N/mm ²
Rm	399,26 N/mm ²	Rmax	0.00 N/mm ²
L0 Boyu	194.000 mm	Ravg	0.00 N/mm ²
L1 Boyu	210.647 mm	Rm/Rp02	399.257
Uzama %	%8,6	Deney Hızı	30mm/dk
Rp02	388,22 N/mm ²	Kesit Daralması	%77
Ön Yük	0.500 kN	Karakteristik Değer	%0.00

Çizelge 6.3. 20MnB4 ve QST32 hammaddeleri için çekme testlerinden elde edilen değerler.

Malzeme	Rm	Rp02	%Uzama
20MnB4	483,09 N/mm ²	478,58 N/mm ²	%14,0
QST32	399,26 N/mm ²	388,22 N/mm ²	%8,6

Çekme testleri oda sıcaklığında normal koşullar altında gerçekleştirilmiştir. Hammaddelerin çekme testi sonuçları Çizelge 6.3’de verilmiştir.

6.2. TUZ TESTİ

- 1 adet ısıtılmış kaplamasız
- 1 adet ısıtılmış kaplamasız
- 3 adet farklı kaplamalı ısıtılmış
- 3 adet farklı kaplamalı ısıtılmış

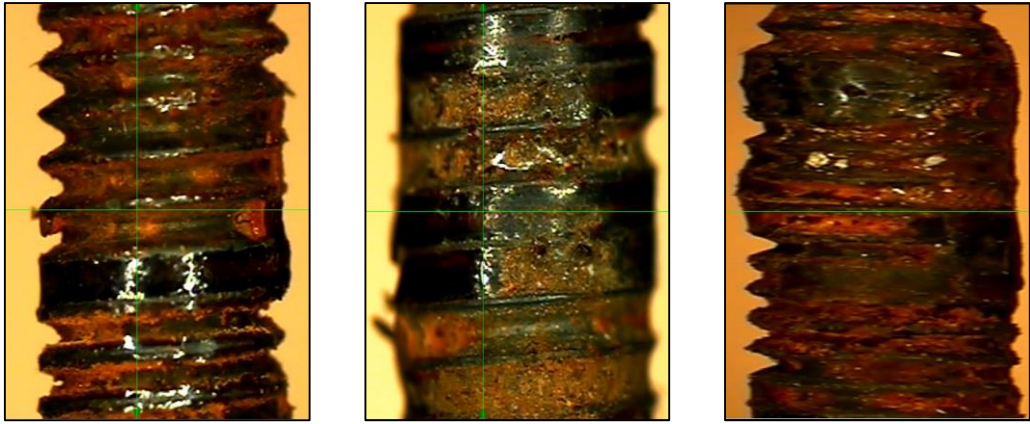
numuneler sırasıyla 48, 72, 96 saat tuz testine konulmuş ve görüntüleri incelenmiştir.

6.2.1. Tuz Testi Bulguları

6.2.1.1. Isıtılmış Kaplamasız Numune



Şekil 6.3. Isıtılmış kaplamasız numunenin sırasıyla 48,72,96 saat görüntüleri.



Şekil 6.4. Isıtılmış kaplamasız numunenin 48,72,96 saat Quick Scope görüntüleri.

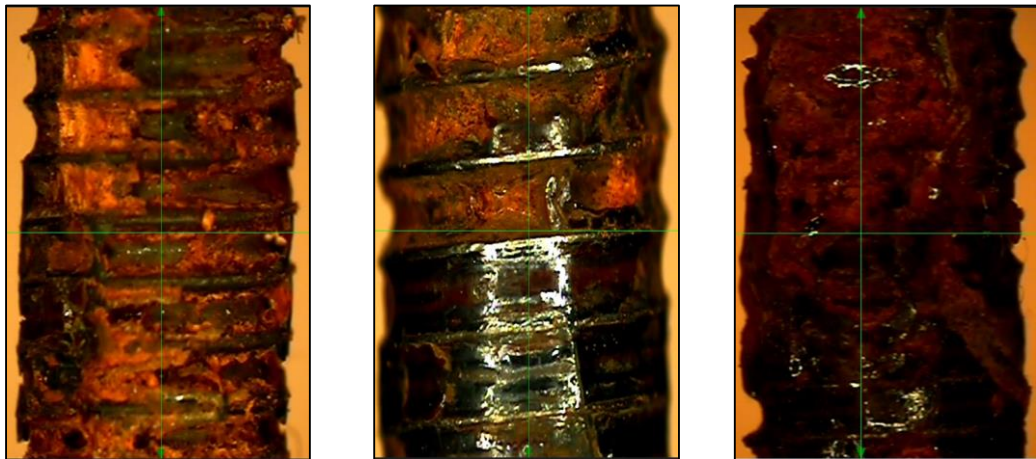
Çizelge 6.4. Isıl işlemlili kaplamasız numunelerin ağırlık değışimleri.

Isıl İşlemlili Kaplamasız Numune	Ağırlık	Yüzde Azalma
Test öncesi	0,881 gr	
48 saat	0,876 gr	0,57%
72 saat	0,870 gr	1,25%
96 saat	0,861 gr	2,27%

6.2.1.2. Isıl İşlemsiz Kaplamasız Numune



Şekil 6.5. Isıl işlemsiz kaplamasız numunelerin 48,72,96 saat görüntüleri.



Şekil 6.6. Isıl işlemsiz kaplamasız numunelerin 48,72,96 saat Quick Scope görüntüleri.

Çizelge 6.5. Isıl işlemsiz kaplamasız numunelerin ağırlık değişimleri.

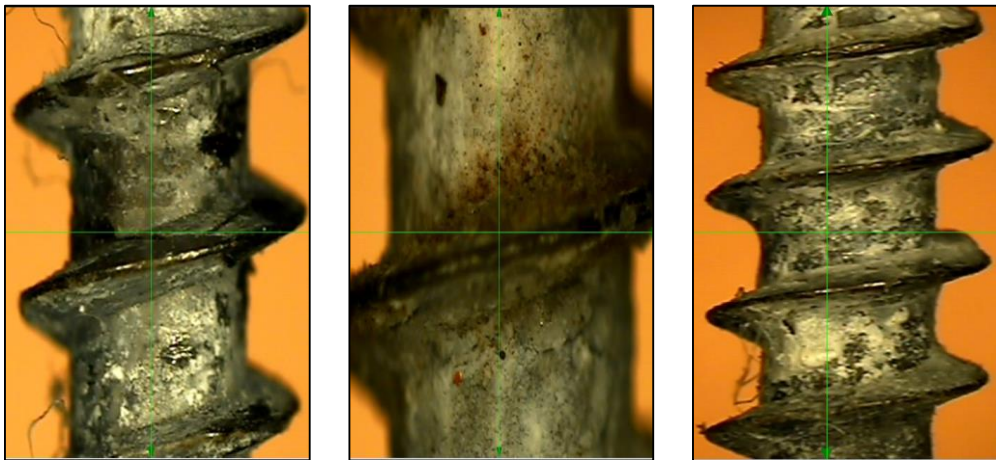
Isıl İşlemsiz Kaplamasız Numune	Ağırlık	Yüzde Azalma
Test öncesi	2,498 gr	
48 saat	2,479 gr	0,76%
72 saat	2,469 gr	1,16%
96 saat	2,465 gr	1,32%

6.2.2. 3 Adet Farklı Kaplamalı Isıl İşlemlenmiş Numune

6.2.2.1. Çinko Nikel Kaplama



Şekil 6.7. Çinko nikel kaplamalı numunelerin 48,72,96 saat görüntüleri.



Şekil 6.8. Çinko nikel kaplamalı numunelerin 48,72,96 saat Quick Scope görüntüleri.

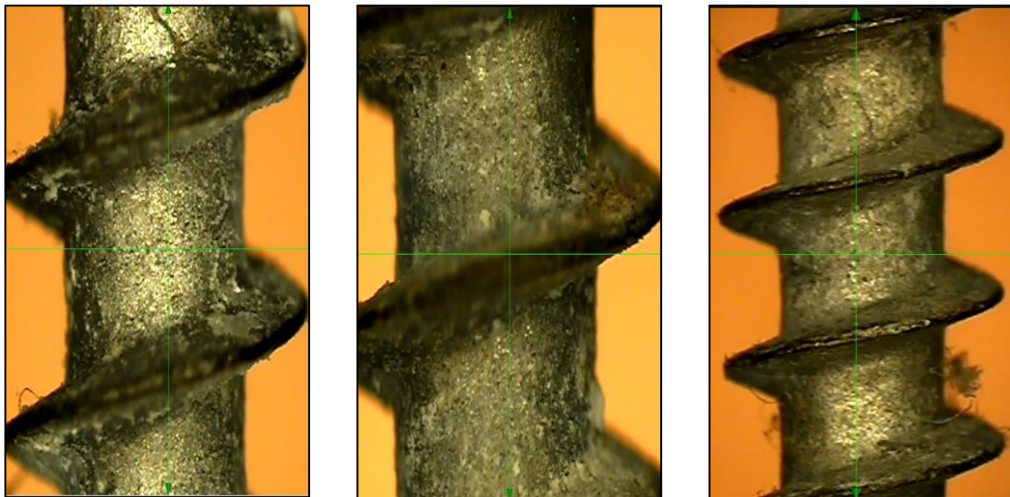
Çizelge 6.6. Çinko nikel kaplamalı numunelerin ağırlık değişimleri.

Çinko Nikel Kaplamalı Numune	Ağırlık	Yüzde Azalma
Test öncesi	1,165 gr	
48 saat	1,158 gr	0,60%
72 saat	1,152 gr	1,12%
96 saat	1,150 gr	1,29%

6.2.2.2. Zintek Kaplama



Şekil 6.9. Zintek kaplamalı numunelerin 48,72,96 saat görüntüleri.



Şekil 6.10. Zintek kaplamalı numunelerin 48,72,96 saat Quick Scope görüntüleri.

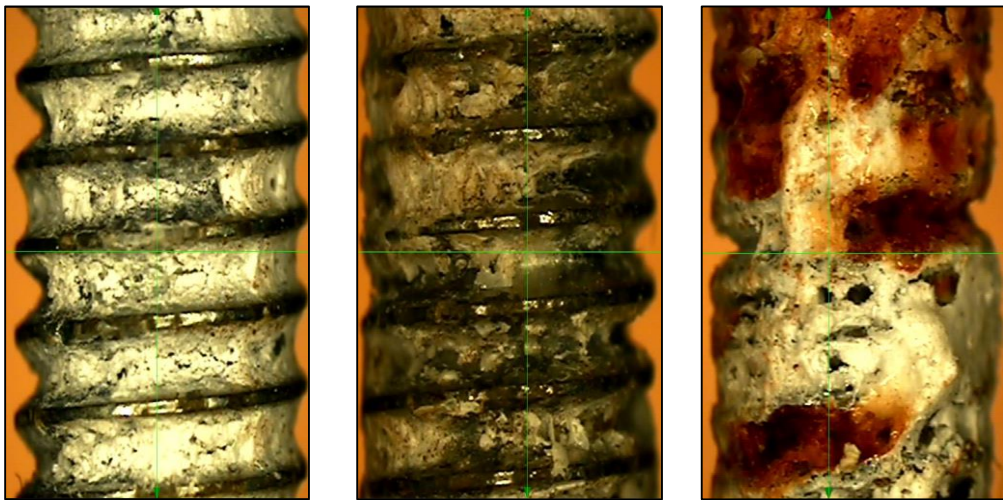
Çizelge 6.7. Zintek kaplamalı numunelerin ağırlık değişimleri.

Zintek Kaplamalı Numune	Ağırlık	Yüzde Azalma
Test öncesi	4,520 gr	
48 saat	4,508 gr	0,27%
72 saat	4,498 gr	0,49%
96 saat	4,493 gr	0,60%

6.2.2.3. Alkali Çinko Beyaz Kaplama



Şekil 6.11. Alkali çinko beyaz kaplamalı numunelerin sırasıyla 48,72,96 saat görüntüleri.



Şekil 6.12. Alkali çinko beyaz kaplamalı numunelerin 48,72,96 saat Quick Scope görüntüleri.

Çizelge 6.8. Alkali çinko beyaz kaplamalı numunelerin ağırlık değişimleri.

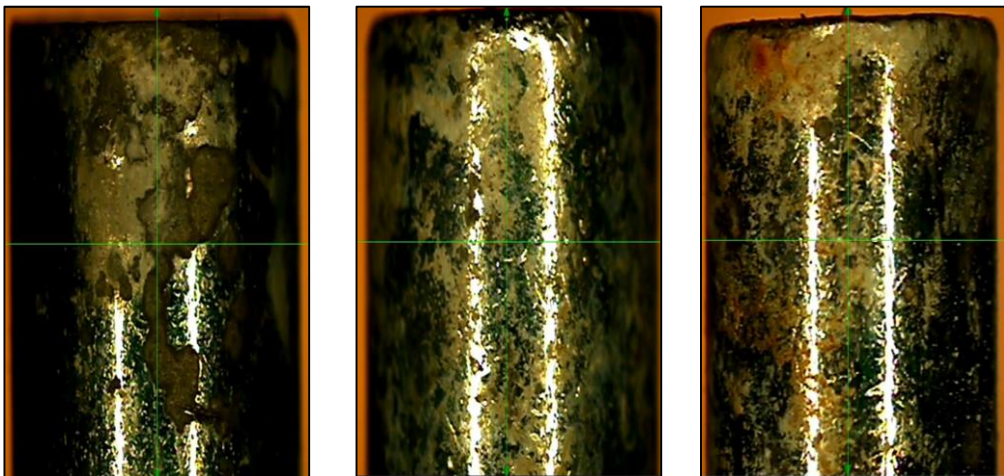
Alkali Çinko Beyaz Kaplamalı Numune	Ağırlık	Yüzde Azalma
Test öncesi	5,713 gr	
48 saat	5,708 gr	0,09%
72 saat	5,695 gr	0,32%
96 saat	5,639 gr	1,30%

6.2.3. 3 Adet Farklı Kaplamalı Isıl İşlemsiz Numune

6.2.3.1. Surtek Kaplama;



Şekil 6.13. Surtek kaplamalı numunelerin 48,72,96 saat görüntüleri.



Şekil 6.14. Surtek kaplamalı numunelerin 48,72,96 saat Quick Scope görüntüleri.

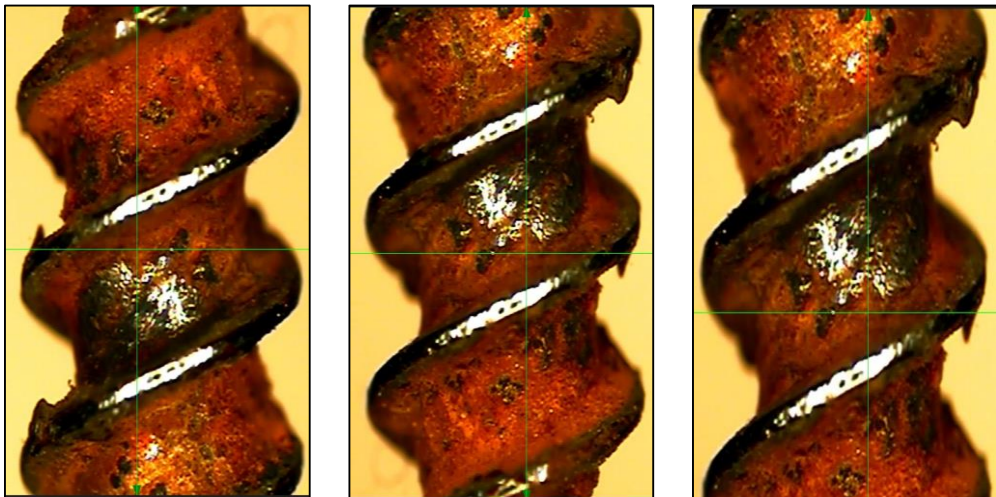
Çizelge 6.9. Surtek kaplamalı numunelerin ağırlık değişimleri.

Surtek Kaplamalı Numune	Ağırlık	Yüzde Azalma
Test öncesi	2,981 gr	
48 saat	2,952 gr	0,97%
72 saat	2,933 gr	1,61%
96 saat	2,917 gr	2,15%

6.2.3.2. Nikel Kaplama



Şekil 6.15. Nikel kaplamalı numunelerin 48,72,96 saat görüntüleri.



Şekil 6.16. Nikel kaplamalı numunelerin 48,72,96 saat Quick Scope görüntüleri.

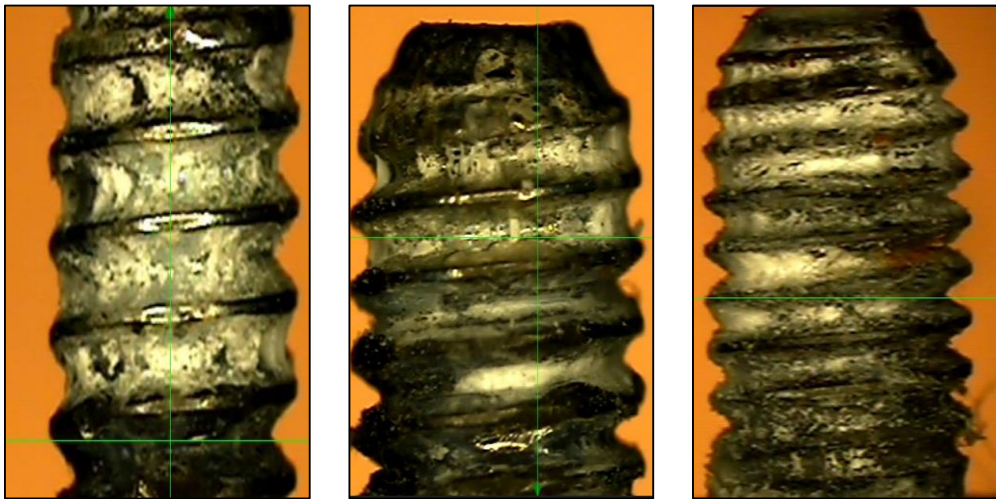
Çizelge 6.10. Nikel kaplamalı numunelerin ağırlık değişimleri.

Nikel Kaplamalı Numune	Ağırlık	Yüzde Azalma
Test öncesi	0,840 gr	
48 saat	0,830 gr	1,19%
72 saat	0,828 gr	1,43%
96 saat	0,825 gr	1,79%

6.2.3.3. Kobalt Çinko Mavi Kaplama



Şekil 6.17. Kobalt çinko kaplamalı numunelerin 48,72,96 saat görüntüleri.



Şekil 6.18. Kobalt çinko kaplamalı numunelerin 48,72,96 saat Quick Scope görüntüleri.

Çizelge 6.11. Kobalt çinko kaplamalı numunelerin ağırlık değişimleri.

Kobalt Çinko Kaplamalı Numune	Ağırlık	Yüzde Azalma
Test öncesi	0,797 gr	
48 saat	0,794 gr	0,38%
72 saat	0,790 gr	0,88%
96 saat	0,787 gr	1,25%

Toplam 8 adet numune farklı kaplamalarda Korozyon ortamında 0,5 NaCl çözeltisi altında korozyona uğratılmıştır. Çözeltinin pH değeri 5,51'dir. Tüm numunelerin 96 saate kadar genelde kırmızı paslandığı görülmüştür. Numunelerin yüzde ağırlık azalmaları sırasıyla çizelgelerde verilmiştir.

6.3. SERTLİK, TORK TESTİ SONUÇLARI VE MİKROYAPI

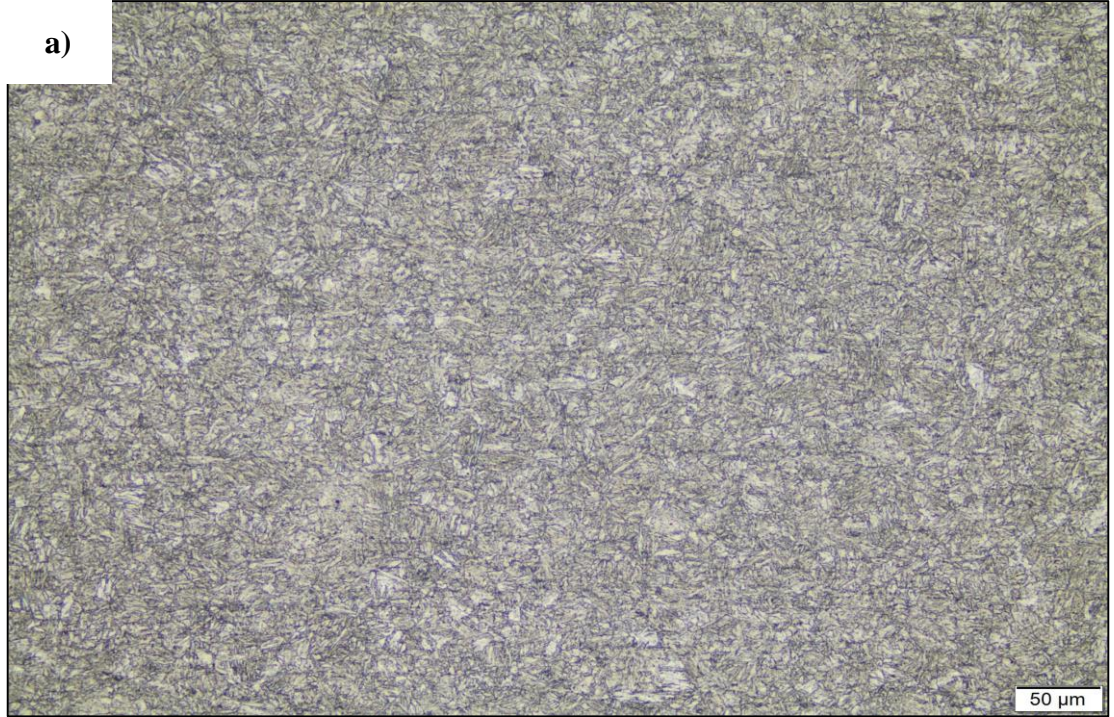
Çizelge 6.12. Numunelerin sertlik ve tork ölçüm sonuçları.

Numune No	Çekirdek Sertliği	Yüzey Sertliği	Kırılma Torku
1)20MnB4 hammaddesinden üretilen ve Islah yapılmış numune	312 HV	315 HV	16,2
2)QST32 hammaddesinden üretilen ve ısıtılmış almış numune	168 HV	172 HV	6,73

20MnB4 ve QST32 hammaddesinden üretilen vidaların sertlik ve kırılma torku testi sonuçları Çizelge 6.12'de verilmiştir. Numune ölçümlerinde cihaz çekirdek sertliği ölçümü sırasında sertliği ölçülecek malzeme yüzeyine, tabanı piramit şeklindeki bir elmas uç ile 1 kg yük altında batırılmış ve yük kaldırıldıktan sonra yüzeyde oluşan izin köşegenleri ölçülmüştür. Aynı işlem yüzey sertliği ölçülürken 0,3 kg yük ile gerçekleştirilmiştir. Çekirdek sertliği için vida parçasının ortasından, yüzey sertliği için ise vida dişlerinin ucundan ölçü alınmıştır.

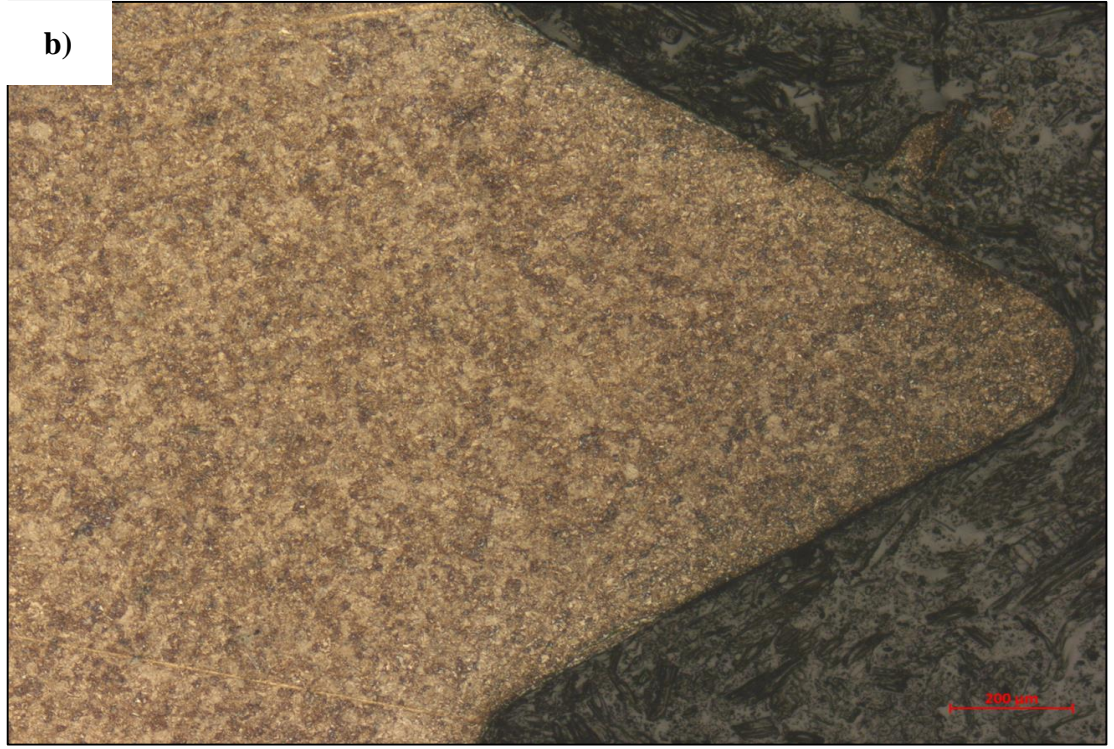
6.4. MİKROYAPI

Numunelerin mikro yapısını analiz etmek için ısıtılmış bütün numuneler kafalarından ayrılıp Bulumount Mounting Press marka bakalit cihazı kullanılarak bakalite alınmış ve bakalitler uygun yöntemle parlatılıp %3 Nital çözeltisiyle dağlanmış, dağlanan numuneler Olympus marka BX41MLED model optik mikroskop kullanılarak yüzeyden mikro fotoğraflar alınmıştır.



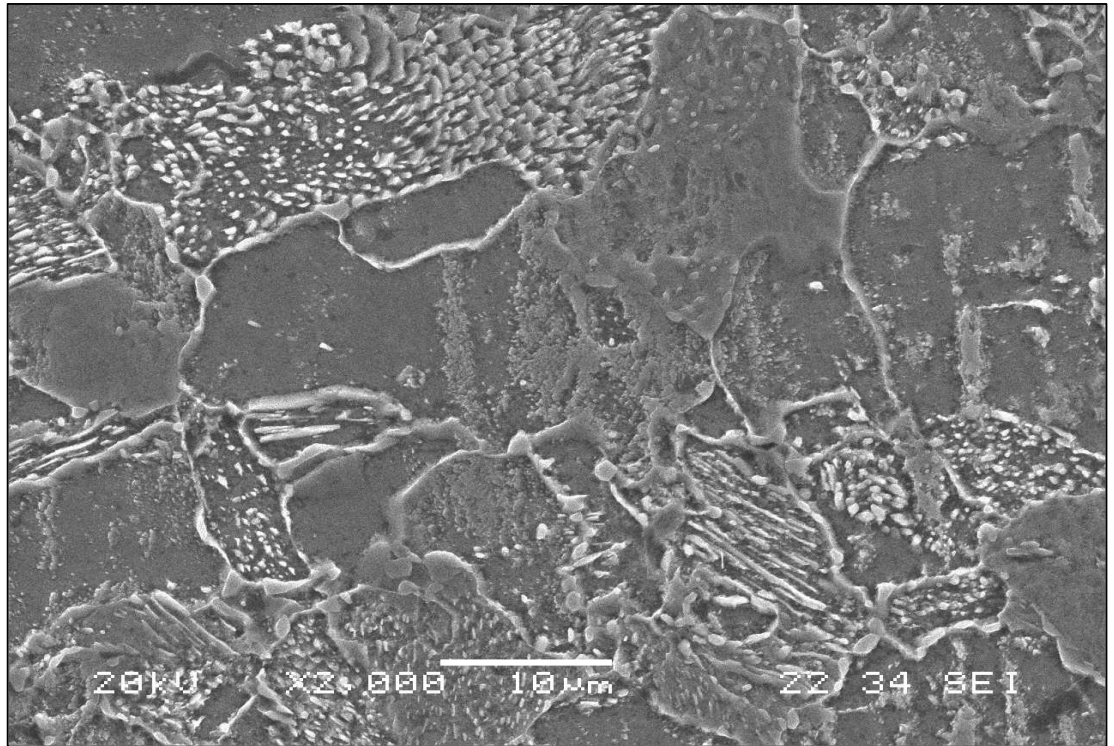
a) Yüzey görüntüsü.

Şekil 6.19. 20MnB4 hammaddesinden üretilen ısıtılmış numunenin mikroyapı görüntüleri.



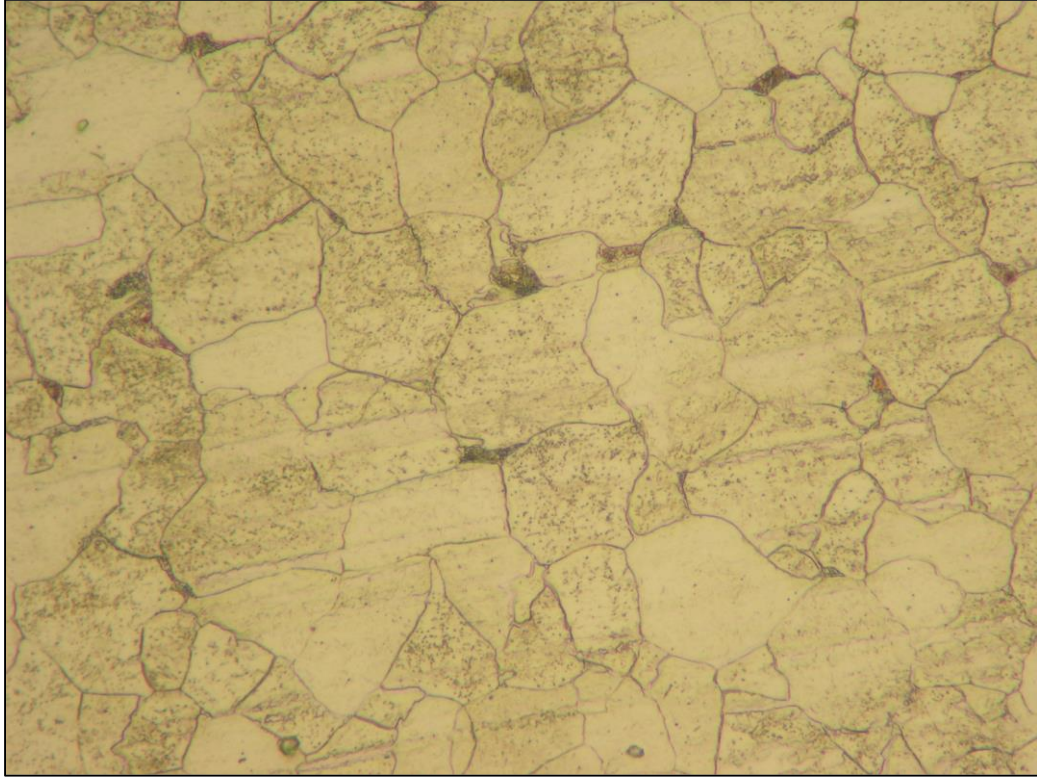
b) Diş görüntüsü.

Şekil 6.19. (devam ediyor).

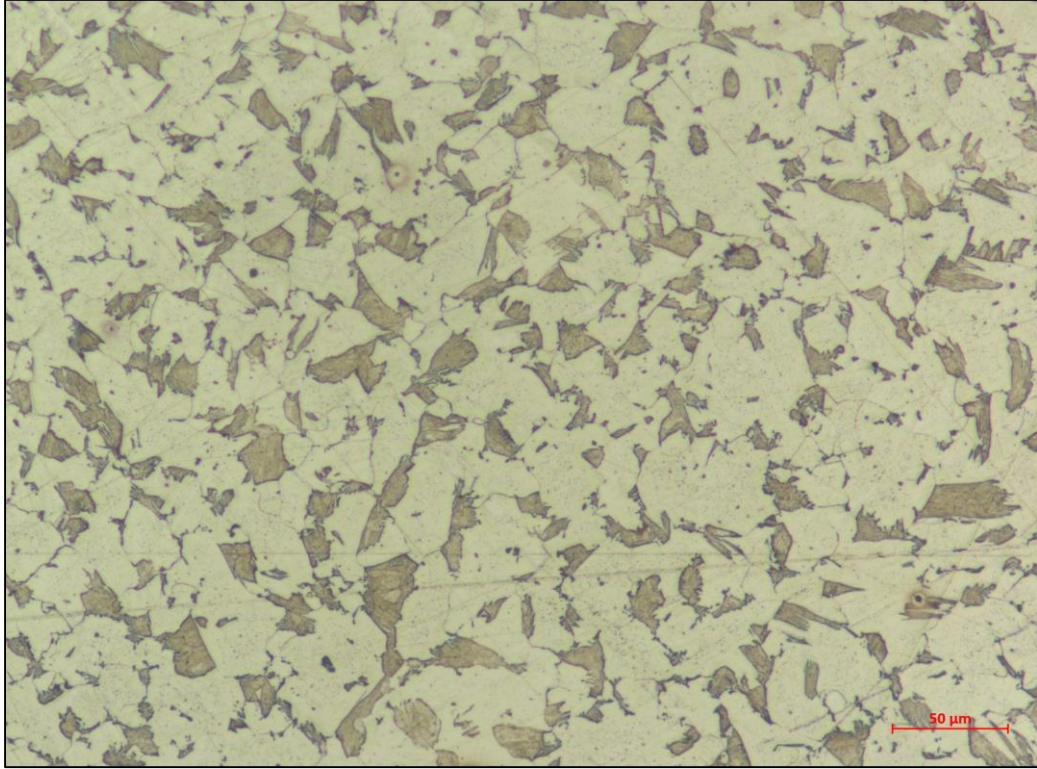


Şekil 6.20. 20 MnB4 (X2000) SEM görüntüsü.

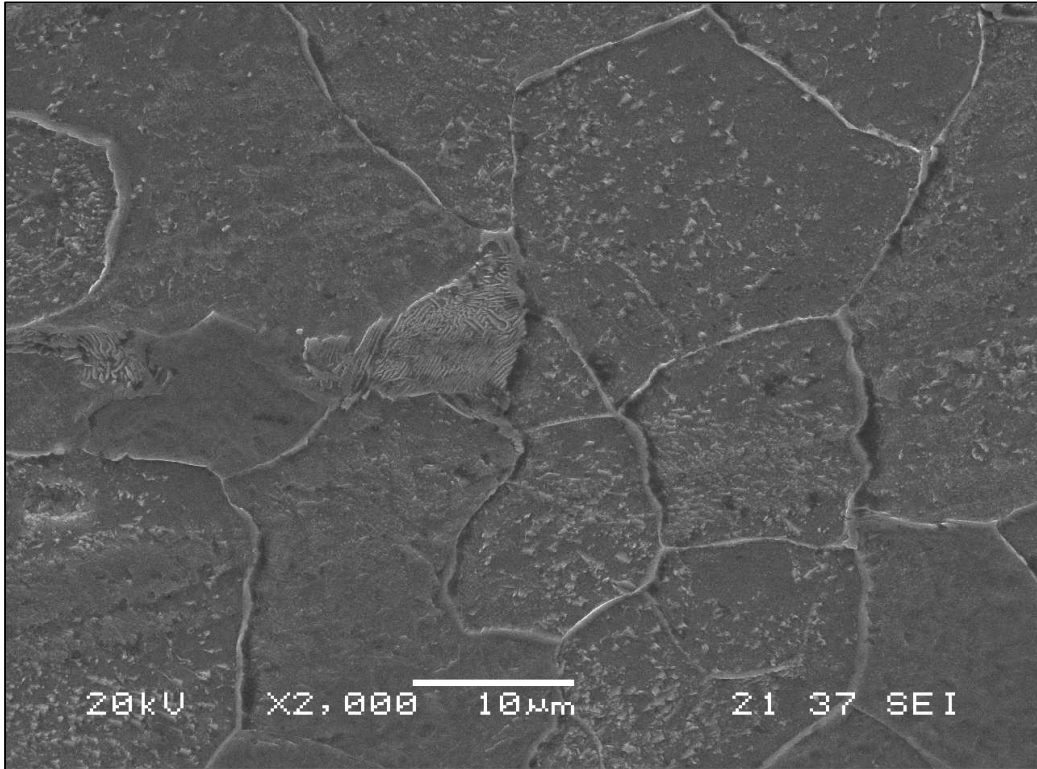
20MnB4 hammaddesinden üretilen Şekil 6.19 ve Şekil 6.20 temperlenmiş martenzit yapıda görülmektedir. Karbon verme işlemi hammadde içindeki karbon miktarına göre yapılmaktadır. 20MnB4 alaşımında bu oran 0,2'dir. Bu oran QST hammadde de 0,1 civarındadır. Mikroyapılarda ıslah işleminde yüzeye karbon emdirilmiştir. Eğer ki mikroyapı yüzey görüntüsünde mavimsi yapı görülüyor ise karbon verilmiş olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 6.21. QST32 hammadde mikroyapı görüntüsü.



Şekil 6.22. QST32 numunesi ısıtılmış mikroyapı görüntüsü.



Şekil 6.23. QST32 (X2000) SEM görüntüsü.

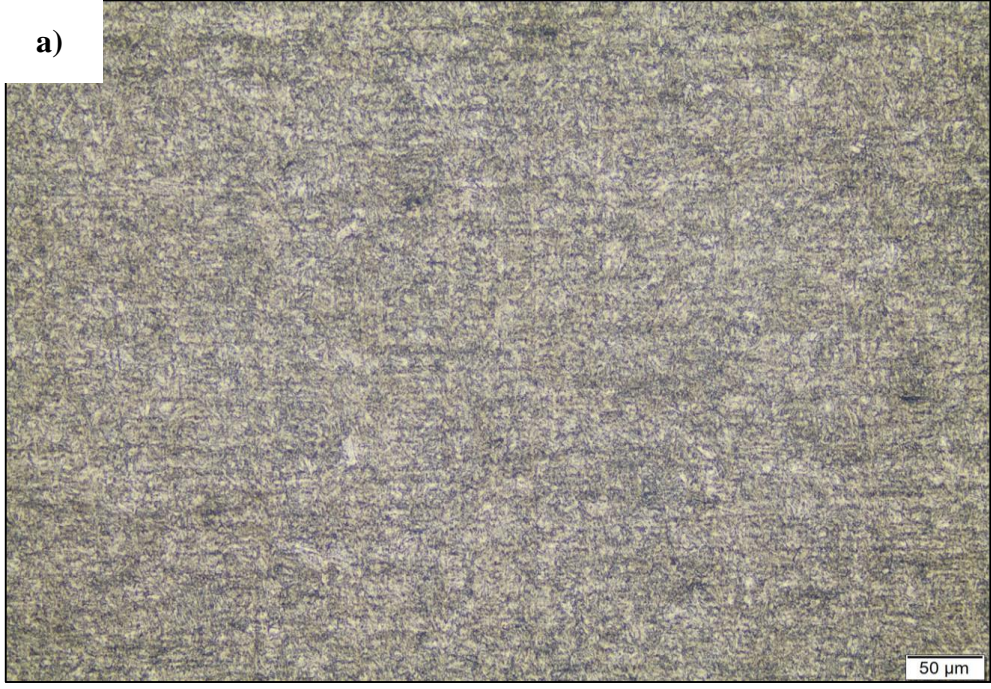
Şekil 6.23’de bu malzemenin küreselleştirme işlemi görmediği ve az miktarda perlit taneciği barındırdığı görülmektedir. QST hammaddenin içerisinde sertlik verebilecek elementler bulunmamaktadır. Şekil 6.22’de yapıda görüldüğü üzere hammaddenin ısı işlem görmesine rağmen mikro yapıda dönüşüm gözlenmemiştir.

6.5. TUZ TESTİ NUMUNELERİNİN SERTLİK VE TORK DEĞERLERİ SONUÇLARI VE MİKROYAPILARI

Çizelge 6.13. Tuz testi numunelerinin sertlik ve tork değerleri sonuçları.

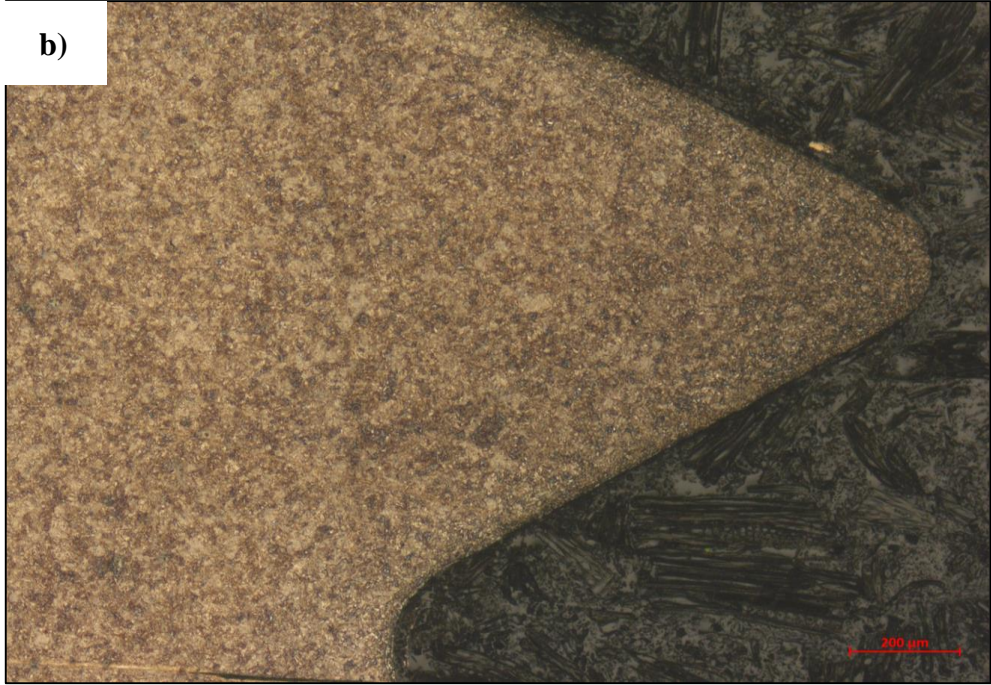
Numune Adı	Çekirdek Sertliği	Yüzey Sertliği	Tork Değeri
Isıl işlemlili kaplamasız numune	301 HV	310 HV	1,99
Isıl işlemsiz kaplamasız numune	190 HV	243 HV	6,51
Isıl işlemlili çinko nikel kaplamalı numune	368 HV	380 HV	3,09
Isıl işlemlili zintek kaplamalı numune	373 HV	379 HV	5,62
Isıl işlemsiz nikel kaplamalı numune	211 HV	219 HV	1,98
Isıl işlemsiz kobalt çinko mavi kaplamalı numune	217 HV	229 HV	2,64

Isıl işlem uygulanan tüm numunelerin yüzey ve çekirdek sertlikleri yakın değerlerde ölçüldüğü görülmüştür. Isıl işlemsiz numuneler ise düşük sertlik değeri göstermiştir. Kırılma torku değerlerindeki görülen farklılık numune çap farklılığından dolayıdır.



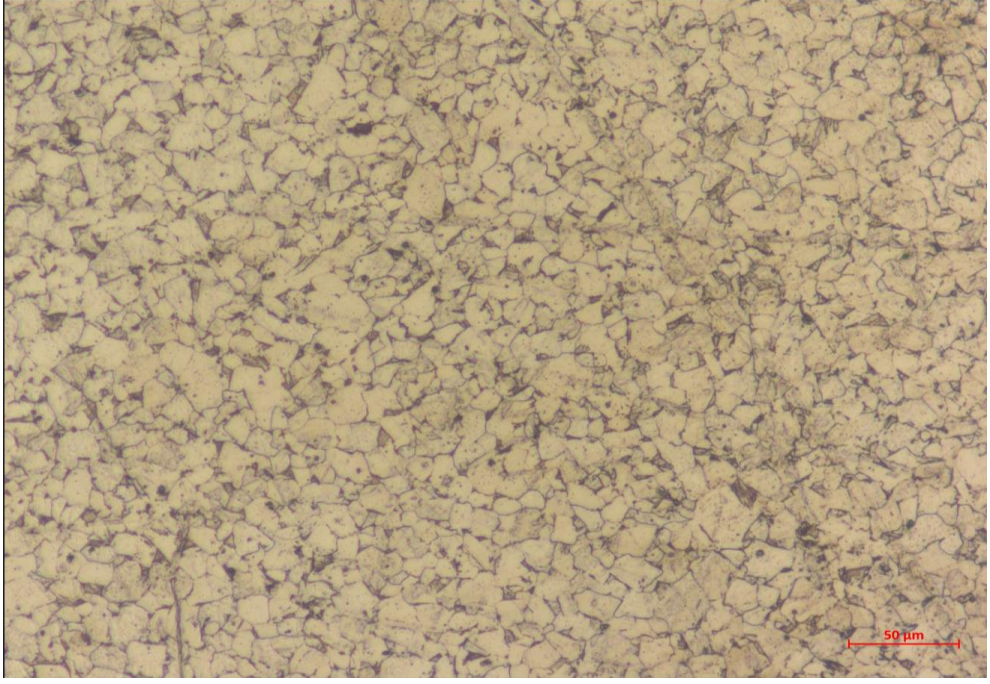
a) Yüzey görüntüsü.

Şekil 6.24. Islah Isıl işlemli kaplamasız numune mikroyapı görüntüsü.



b) Diş görüntüsü.

Şekil 6.24. (devam ediyor).

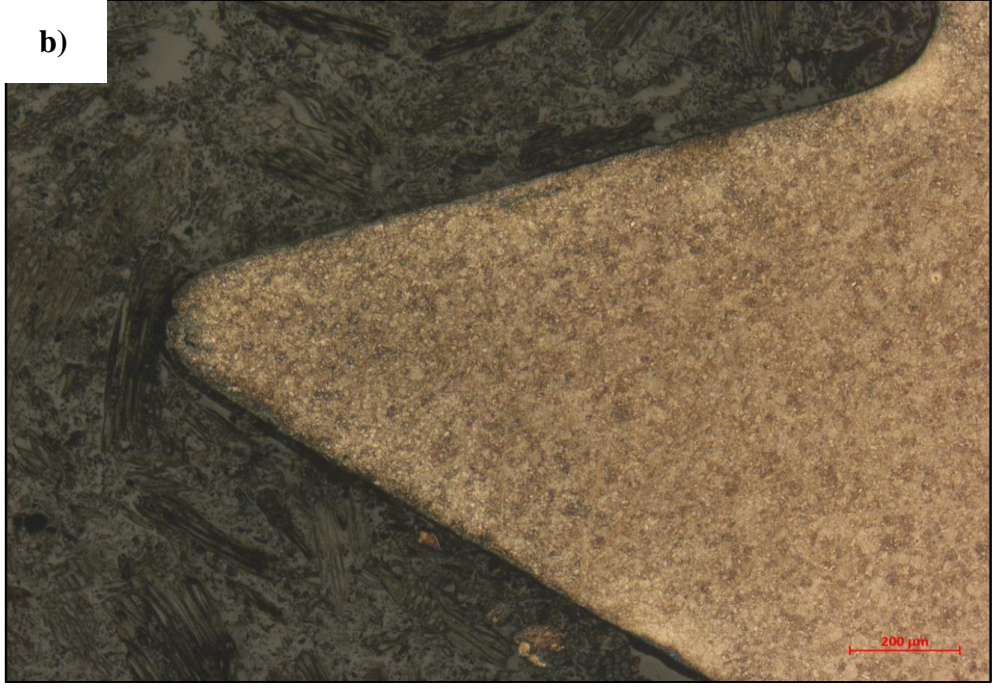


Şekil 6.25. Isıl işlemsiz kaplamasız numune mikroyapı görüntüsü.



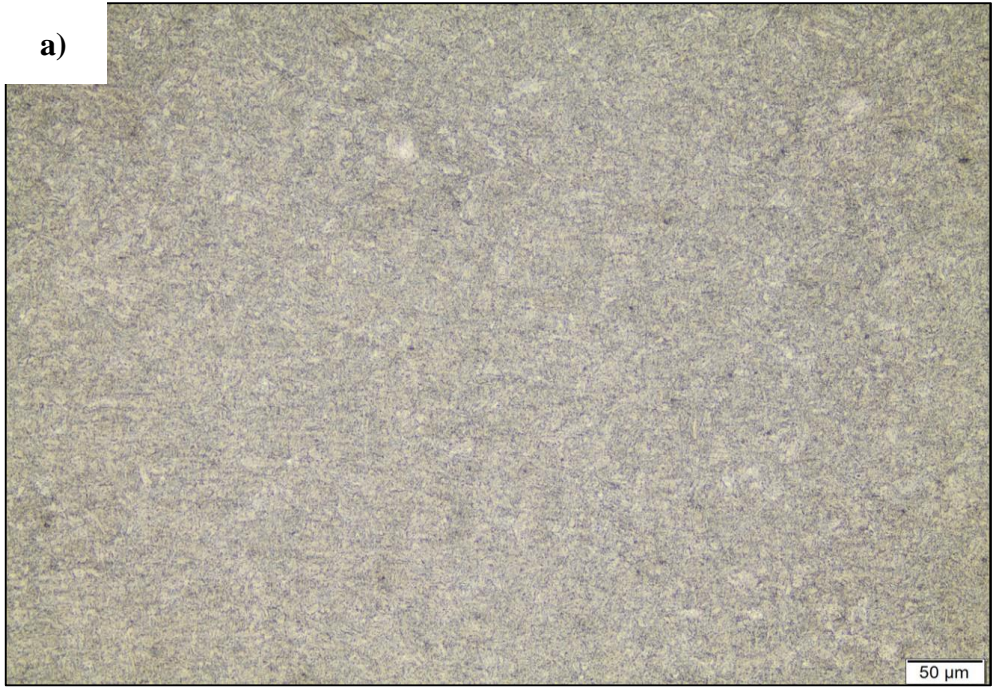
a) Yüzey görüntüsü.

Şekil 6.26. Isıl işlemli çinko nikel kaplamalı numune mikroyapı görüntüsü.



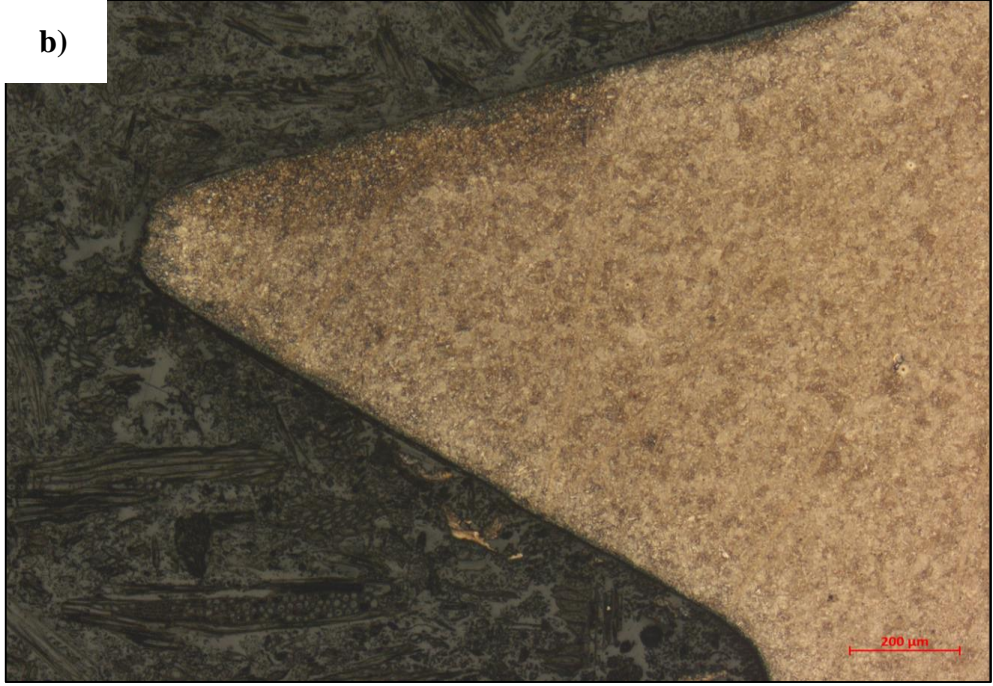
Diş görüntüsü.

Şekil 6.26. (devam ediyor).



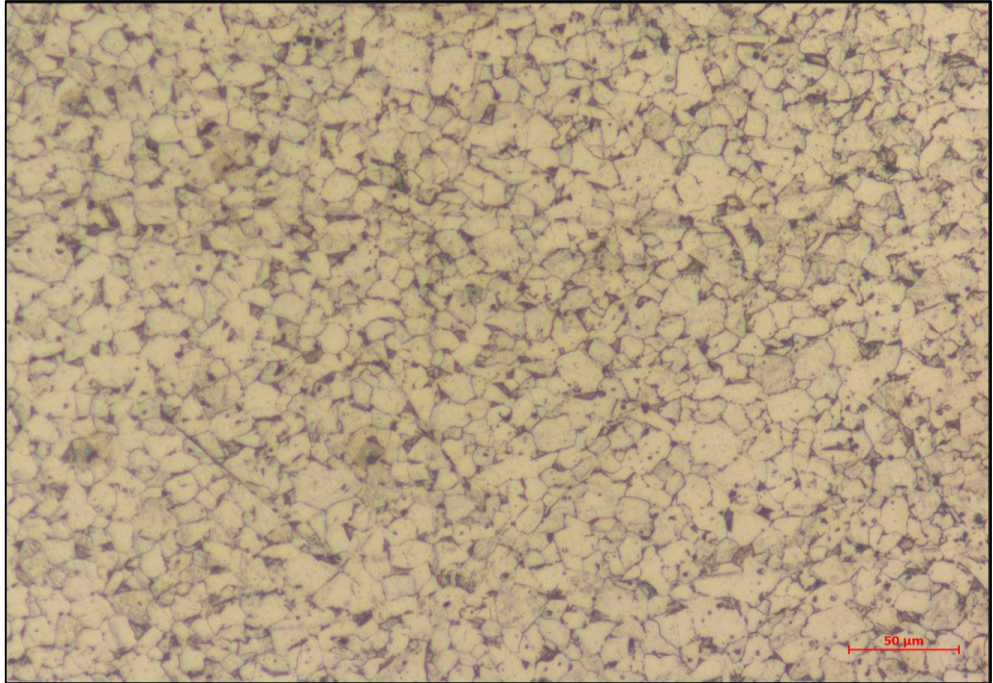
a) Yüzey görüntüsü.

Şekil 6.27. Isıl işlemlili zintek kaplamalı numune mikroyapı görüntüsü.

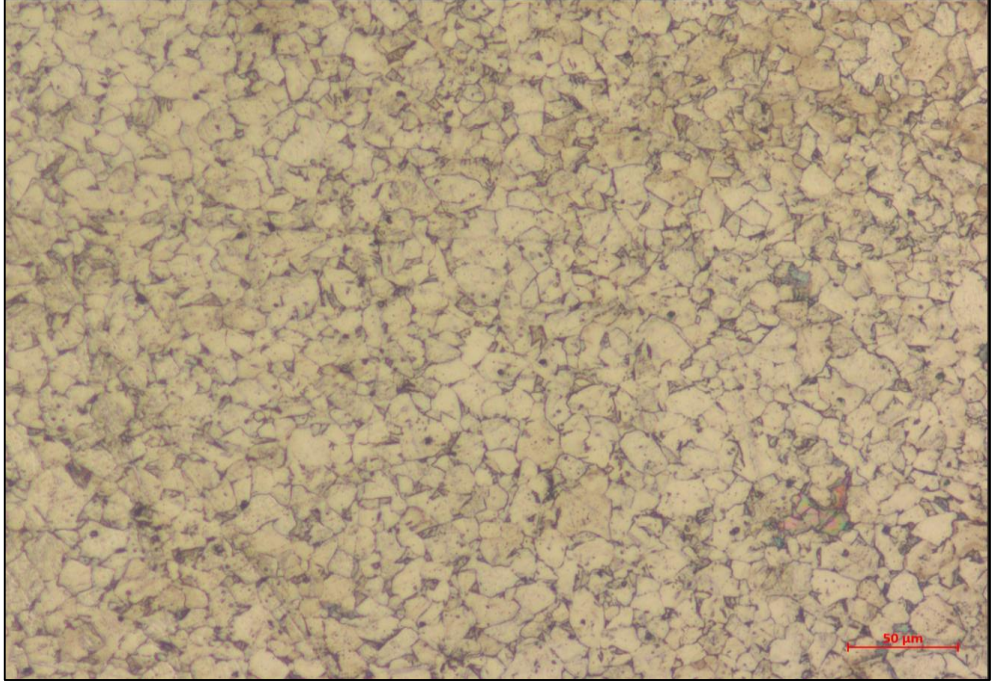


b) Diş görüntüsü.

Şekil 6.27. (devam ediyor).



Şekil 6.28. Isıl işlemsiz nikel kaplamalı numune mikroyapı görüntüsü.



Şekil 6.29. Isıl işlemsiz kobalt çinko mavi kaplamalı numune mikroyapı görüntüsü.

BÖLÜM 7

SONUÇLAR VE ÖNERİ

Bu çalışmada 20MnB4 hammaddesi ve QST32 hammaddesi çekme testine tabi tutulmuştur. Sonrasında ise 20MnB4 ve QST32 hammaddesinden üretilen farklı kaplamalardaki vidaların sertlikleri, kırılma torkları, mikroyapıları, kaplamaları incelenmiştir. Sonuçlar şu şekilde özetlenebilir;

- Hammadde çeşitliliği malzeme şekillendirme ve kalitesi açısından farklılık göstermiştir.
- Oda sıcaklığındaki Çizelge 6.3. çekme testi sonuçları değerlendirildiğinde, 20MnB4 hammaddesinin yüksek sıcaklıkta akma dayanımı QST32 hammaddesine göre daha yüksektir. Çekme dayanımına bakıldığında; 20MnB4 hammaddesinin daha yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Uzama miktarlarındaki yüzdeler dikkate alındığında, 20MnB4 hammaddesinin QST32 hammaddesine nazaran daha zor şekillendirilebilir olduğu görülmüştür. Bu sonuçta bize, daha mukavemetli ve daha pek bir hammadde olduğunu göstermiştir. Ö. Sezer'in yapmış olduğu tez çalışmasında, 20MnB4 ve QST32 hammaddelerinin çekme testleri sonucunda benzer sonuç gözlenmiştir. Dolayısıyla bu tez çalışmasında elde edilen çekme değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu söylenebilmektedir. [29]
- 20MnB4 ve QST32 ısıtılmış mikroyapılar karşılaştırıldığında QST32 hammaddesinde dönüşüm gözlenmediği, sertleşme olmadığı ispatlanmıştır.
- 20MnB4 ve QST32 hammaddesinden üretilen vidalarda yapılan ısıtılış işlemlere göre yüzey ve çekirdek sertlikleri farklı değerler tespit edilmiştir. Numunelerin

mikro yapıları incelenmiştir. QST32 numunesine ısıtıl işlem yapılmasına rağmen dönüşüm gözlenmemiştir ve sertlik kazanmamıştır. Bu nedenle yumuşak yapıya sahip olan QST32 hammaddesinde üretim sonrası hata oranı daha fazla görülebilmektedir. Bu durumu Ö. Sezer'in yaptığı çalışma desteklemektedir. [29]

- 20MnB4 ve QST32 hammaddelerinden yapılan vidalarda farklı kaplama türlerinin ne kadar süre dayanımları olduğu incelenmiş ve saptanmıştır.
- Aynı koşullarda korozyon testine tabi tutulan numuneler arasında en az paslanma reaksiyonu gösteren numunenin Zintek kaplamalı numune olduğu görülmüştür. Diğer numunelerde ise 96 saatin sonunda beyaz pas ile kırmızı pas gözlemlenmiştir.
- Yüzde ağırlık kayıpları, ilk ağırlıkları karşılaştırılarak hesaplanmış, en çok paslanma 20MnB4 hammaddesinden yapılan Alkali çinko beyaz ve QST32 hammaddesinden yapılan Surtek kaplamada görülmüştür. Kaplı olmayan ürünler ise ilk saatlerden paslanmıştır.

Genel olarak;

Vida üretiminde kullanılacak hammadde ürün kullanım alanına göre değişkenlik gösterse de avantajlı hammadde belirlenmiştir. Yapılan çekme testlerine ve literatür araştırmalarına istinaden QST32 hammaddesi şekil verilme açısından daha uygun olduğu görülmüştür.

Her iki hammaddeye verilen ısıtıl işlem sonucunda QST32 hammaddesinde dönüşüm gözlenmediği mikroyapılarda ispatlanmıştır. QST32 hammaddesi sertlik almadığından yumuşak yapı sergilemekte ve üretim sırasında 20MnB4'e göre daha yüksek hata oranı verebileceği sonucu çıkarılabilir.

Farklı kaplama türünde kaplanmış ve kaplanmamış numunelerin korozyon deneyi incelendiğinde kaplanmamış numuneler ilk paslanan olmuştur. Diğer kaplanmış ürünlerde yapılan görsel ve yüzde ağırlık kontrollerine göre Zintek kaplanmış numune 96 saat sonunda en az paslanan ve en az ağırlık kaybeden numune olmuştur.

Ayrıca numune çaplarına (çap aralığı 3-6mm) göre kırılma torku en iyi olanlardan biri Zintek kaplamalı numunedir.

Tez çalışmasında bahsedildiği üzere 20MnB4 hammaddesinden üretim yapılması, vidaya ısıl işlem yapıp zintek kaplanması yapılan testlerde en iyi sonuçları vermiştir. Ancak ilerleyen çalışmalarda farklı hammaddelerin karşılaştırılması üretimin geliştirilmesi için önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Aksoy, T., "Farklı oranlarda bor ilavesinin 4140 çeliğinin korozif aşınma özelliklerine etkisinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Karabük (2019).
2. İnternet: "Çelik Tanımı ve Özellikleri", <http://www.nscelik.com/teknikbilgi.html> (2014).
3. Callister, W. D. and Rethwisch, D. G. Materials Science and Engineering. **Hoboken, N.J.: J. Wiley & Sons** 392-396 (2014).
4. Topbaş, A., "Çelik ve Isıl İşlem", İTÜ, İstanbul, 1-102 (1998).
5. Hosford, W. F., "Iron and Steel", Cambridge University Press, New York, 1-2 (2012).
6. Sarıçam, F., " 1040 ve 8620 Çeliklerinin Korozif Aşınma Direncine Bor İlavesinin Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, **Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**, Karabük (2020).
7. Çarboğa, C., " Düşük Karbonlu Çeliklere Bor İlavesinin Mikroyapı ve Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi", Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara (2010).
8. Sage, A. E., "An overview of the use of microalloys in HSLA steels with particular reference to vanadium and titanium", **Metals & Materials**, 51-56 (1992).
9. Meydan, O., " 20MnB4 Özel Alaşımli Çelik Tel Çubukların Haddelenmesi Esnasındaki Soğuma Hızının ve Serme Kafa Sıcaklığının Tufal Yapısına Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Sakarya (2017).
10. P.Fila, L.Martinek, M.Balcar, J.Bazan, Z.Adolf, Evaluation of super clean steels according to chemical composition 2004.
11. Radovic N., Koprivica A., Glisic D., Fadel A., Drobnjak D. Influence of Cr,Mn and Mo on structure and properties of V microalloyed medium carbon forging steels, **Association of Metallurgical Engineers of Serbia**, 28-194 (2010).
12. Maalekian M., The effects of alloying elements on steels (I), **Christian Doppler Laboratory for Early Stages of Precipitation** (2007).

13. Altakan, C., "AISI 1010 ve AISI 1040 çelikleri yüzeylerine nikel ve krom yayındırılarak yüzey özelliklerinin geliştirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul (2011).
14. Çelik, E., " Çelik Tel Çekme Hadde Geometrisinin Telin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, *Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Sakarya (2019).
15. Güzey, A. "Demirsel tellerin üretim sürecinin incelenmesi." Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Edirne (2009).
16. Çoban, D., Ünlü B," Cıvata ve Somunların Çeşitleri ve Üretimi", *CBÜ Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, s.20 (2015).
17. Çoban, Özkan, D., Ünlü, B. S. "Kaynak Cıvata ve Somunlarının Çeşitleri, Üretimi, Yöntemi ve Kullanım Alanları," *Mühendis ve Makina*, cilt 57, sayı 678, 44-52 (2016).
18. İnternet: "Norm Cıvata San. ve Tic. A.Ş. Eğitim Notları", www.normcivata.com.tr,. (2015).
19. Ay, İ. Demircioğlu, T. K. "Kesme ve Ovalama Yolu ile Cıvata-Vida Dişi İmalat Yöntemlerinin Kıyaslanması," *Makina Magazin*, sayı 111, 64-67 (2005).
20. Lalik, S., Yasar, M., Atav, F. Tesviyecilik Meslek Teknolojisi (I), İstanbul (1959).
21. Kitap: "Metallerin Korozyondan Korunması", *Borusan Yayınları*, İstanbul, 12-25 (1981).
22. Hasçalık, A. Özek, C. "Elektroliz Yöntemiyle Çinko Kaplama Parametrelerinin İncelenmesi," *JESTECH (Engineering Science and Technology)*, vol. 1-2, 1-7. (2002).
23. Geduld, H. H. Surface Cleaning, Finishing and Coating, *Metals Handbook*, vol. 9, Ohio (1990).
24. Nielsen, C. V., Zhang, W., Martins, P. A. F., Bay, N., "Numerical and Experimental Analysis of Resistance Projection Welding of Square Nuts to Sheets", *11th International Conference on Technology of Plasticity*, Nagoya Kongre Merkezi, Nagoya (2004).
25. İnternet: <https://www.makinaegitimi.com/vidalar-konu-anlatimi>
26. Kumru, N., Demircioğlu, T. K., Ay, İ., "Ovalama Yöntemi ile Cıvata ve Vida Dişi İmalatı Yapılan Malzemelerde Aranılan Özellikler", *Metal Dünyası*, 158, 110-112 (2006).

27. Kımt, U., " 30MnB4 Cıvata Malzemesinin Statik Dayanım Değerlerinin Değişik Isıl İşlem Türlerine Göre Deneysel İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, ***İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, İstanbul (2013).
28. Ay, İ.ve Demircioğlu, K. (2005) Kesme ve ovalama yolu ile cıvata-vida dişi imalat yöntemlerinin kıyaslanması, **Makine Magazin** s.10 (2005).
29. Sezer, Ö., " Çekme Deneyleri ve Sertlik Deneyleri ile Gerçek Gerilme Tayini", Yüksek Lisans Tezi, ***Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Sakarya (2007).
30. Yılmaz, Y., "Soğuk Çekme İşleminde Redüksiyon Oranı Ve Isıl İşlemin Çeliklerin Mikroyapı Ve Mekanik Özelliklerine Olan Etkisinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, ***Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü***, Karabük (2022).
31. Gökalp, İ., "Az Serisi Magnezyum Alaşımlarının Mekanik Özelliklerine Ca İlavesinin Etkisinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, ***Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü***, Karabük (2022).
32. İnternet: <https://www.kuark.org/2015/08/celiklerin-fiziksel-metalurjisi>
33. İnternet: <https://www.bolt.com.tr/uretim/isil-islem-uretim-hatti>

ÖZGEÇMİŞ

Selen ESKİOCAK, ilkokulu, orta ve lise öğrenimini Hatay-Antakya'da tamamladı. 2014 yılında Karabük Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümünde öğrenime başlayıp 2020 yılında mezun oldu. 2021 yılında başladığı, yüksek lisans eğitimini 2024 yılında Karabük Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği anabilim dalında tamamladı. 2022 yılından beri Has Vida Fasteners A.Ş.'de Kalite Mühendisi olarak çalışmaktadır.