



Tüdöksad Akademi 2. Ulusal Döküm Kongresi / 2nd National Foundry Congress by Tudoksad Academy

«7075 Alüminyum Alaşımının Mekanik Titreşim Altında Yarı Katı Reo Döküm Tekniği ile Dökümü»

Cemre Metin Poyraz, Ali Kalkanlı
(Orta Doğu Teknik Üniversitesi)

6.Oturum

Oturum Başkanı: Prof. Dr. Özgül Keleş (İstanbul Teknik Üniversitesi)



***Kongre Bildirileri Kitabına kayıt masasındaki karekodlar ve web sayfamız üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz!!**



ALÜMİNYUM ALAŞIMININ YARI KATI ERİTME YÖNTEMİYLE BASINÇLI DÖKÜMÜ VE MİKROYAPI VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Prof. Dr. Ali Kalkanlı

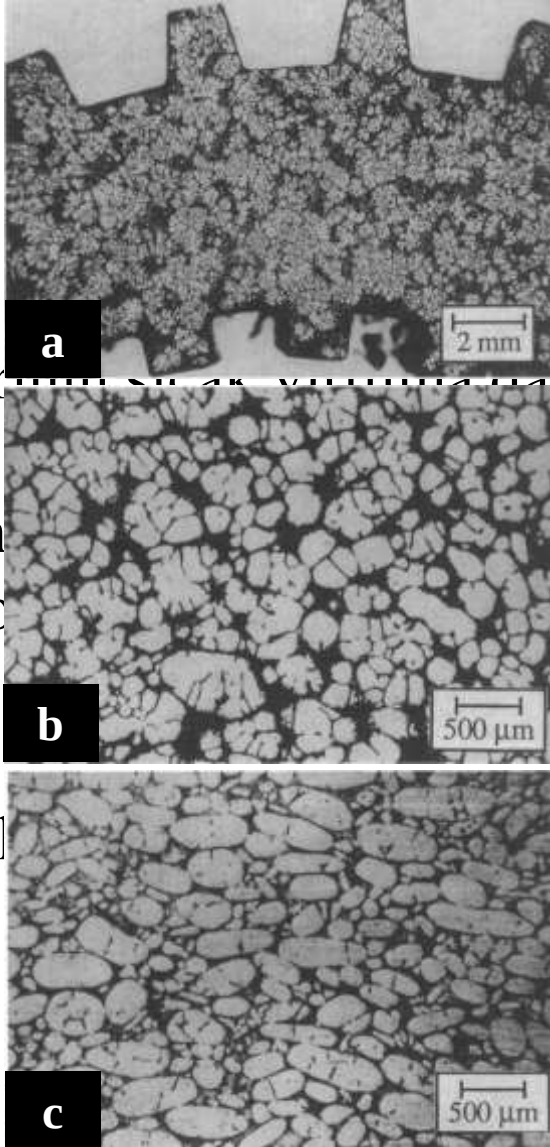
Cemre Metin Poyraz

1. Yarı Katı Eritme Yöntemi
2. Deneysel Çalışmalar
3. Sonuç&Tartışma
4. Bulgular

Yarı katı alaşımlar

Katılaşma düşürücü

Böylelikle



Aralıksız soğutulan Sn-15Pb alaşımlarındaki iç yapılar

a) düşük kayma yükü ve düşük katı miktarında

ni, MIT’de Spencer tarafından Sn-Pb sıvı halden katılaşması üzerine yapılan bir çalışmaya dayanır.

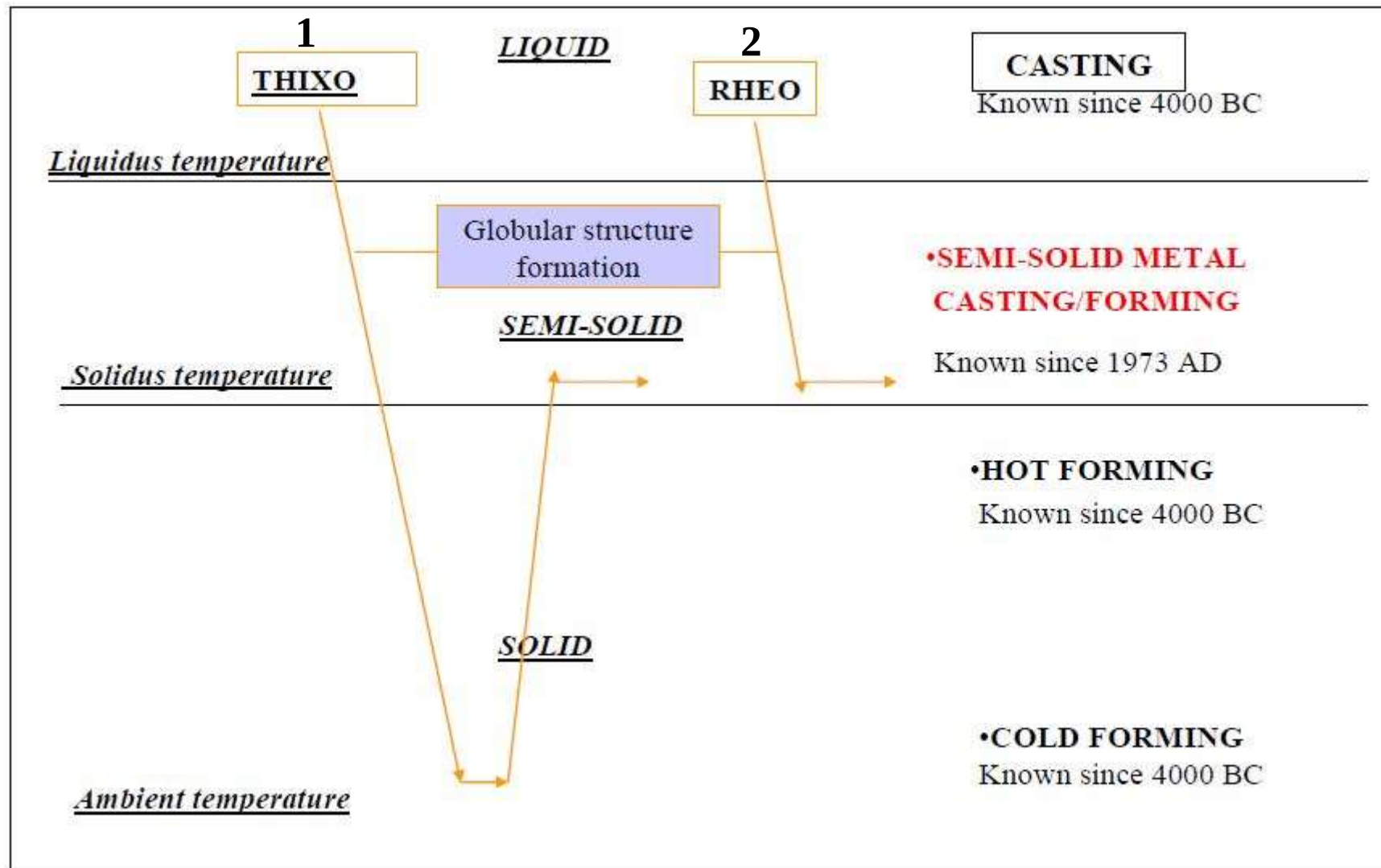
b) düşük kayma yükü ve yüksek katı miktarında

yük uygulanması kayma mukavemetini oldukça

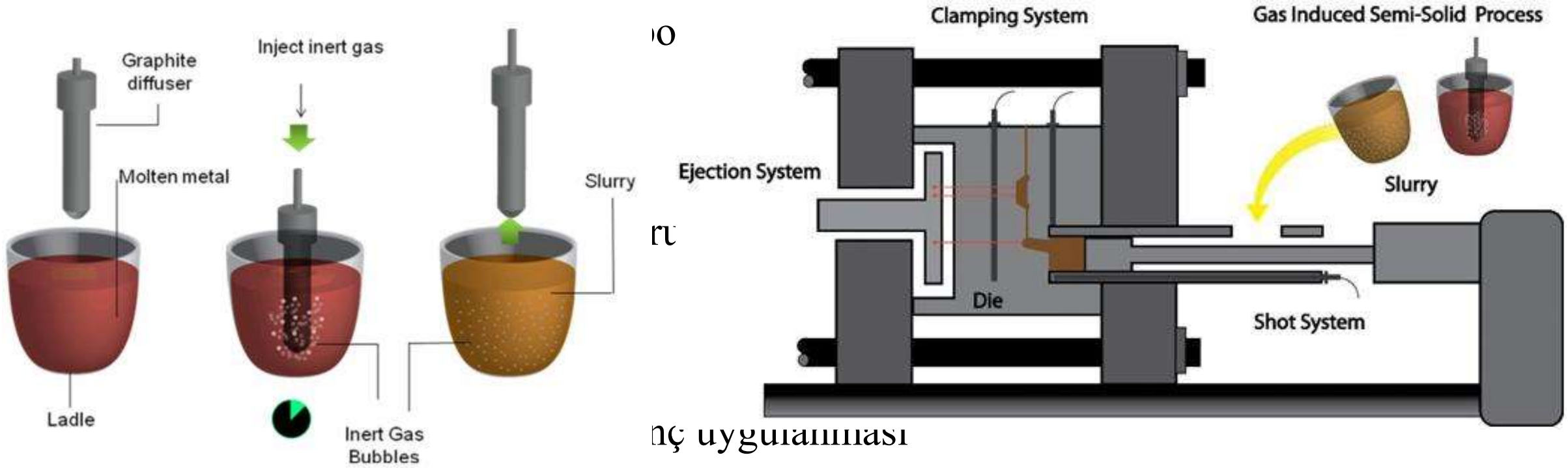
nde değil de yuvarlağımsı bir şekilde katılaşıyor.

c) yüksek kayma yükü ve yüksek katı miktarında

Flemings, M. C. (1991). Behavior of metal alloys in the semisolid state. *Metallurgical Transactions A*, 22(5), 957-981. doi:10.1007/bf02661090



Midson, S. P., & Jackson, A. (2006). A Comparison of Thixocasting and Rheocasting. In World Foundry Congress.



uç uygulaması

Kısmi katı harcın gazla uyarılmış karıştırma ve basınçlı döküm örneği

Semi-solid Die Casting using the Gas Induced Semi-Solid (GISS) Technique. (n.d.).
Retrieved November 02, 2017, from <http://rdo.psu.ac.th/en/news/2014Features-21.php>

Rheocasting yöntemini kullanan küresel firmalar

İşlem Adı	Şirket	Yer	Teknik İsmi
Gibbs	Gibbs Die Casting	USA	Stirring
Hitachi	Hitachi Metals	Japan	Stirring
Honda	Honda	Japan	Stirring
Induction Stirring	CSIR	South Africa	Stirring
SEED Process	Alcan	Canada	Stirring
Slurry on Demand	Mercury Marine	USA	Stirring
Rheo-Diecasting	Brunel University	England	Dendrite Fragmentation
Semi-solid Rheocasting	Idra Prince	USA	Numerous Nuclei
ATM	CSIRO	Australia	Numerous Nuclei
Buhler	Buhler	Switzerland	Numerous Nuclei
Direct Thermal Method	University College Dublin	Ireland	Numerous Nuclei
New Rheocasting	Ube	Japan	Numerous Nuclei

Midson, S. P., & Jackson, A. (2006). A Comparison of Thixocasting and Rheocasting. In World Foundry Congress

Alüminyum Alaşımları

Alüminyum alaşımlarının sınıflandırılması

Alaşım Sistemi		Alaşım Serisi					
Work-hardenable Alloys							
Pure Al					1xxx		
Al-Mn					3xxx		
Al-Si					4xxx		
Al-Mg					8xxx		
7075 Alaşımın standart kompozisyon aralığı							
Al-Fe					8xxx	Mg	
Element	Si	Fe	Cu	Mn			
Precipitation-hardenable							
Al-Cu					2xxx		2.1-2.9
ağırlık %	0.40	0.50	1.2-2.0	0.30			
Al-Cu-Mg					2xxx		
Al-Cu-Li					2xxx		
Al-Mg-Si					6xxx		
Al-Zn					7xxx		
Al-Zn-Mg					7xxx		
Al-Zn-Mg-Cu					7xxx		
Al-Li-Cu-Mg					8xxx		

Standard specification for aluminum and aluminum-alloy sheet and plate. (1981). Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.

Çeşitli alüminyum alaşımlarının mukavemet değerleri

Alüminyum Serisi	Alaşım Sistemi	Termomekanik İşlem	Mukavemet (MPa)
1xxx	Al	Soğuk İşleme	70-175
2xxx	Al-Cu-Mg	Isıl İşlem	170-310
	(1-2.5%Cu)		
2xxx	Al-Cu-Mg-Si	Isıl İşlem	380-520
	(3-6%Cu)		
3xxx	Al-Mn-Mg	Soğuk İşleme	140-280
4xxx	Al-Si	Soğuk İşleme	105-350
5xxx	Al-Mg	Soğuk İşleme	140-280
	(1-2.5%Mg)		
5xxx	Al-Mg-Mn	Soğuk İşleme	280-380
	(3-6%Mg)		
6xxx	Al-Mg-Si	Isıl İşlem	150-380
7xxx	Al-Zn-Mg	Isıl İşlem	380-520
7xxx	Al-Zn-Mg-Cu	Isıl İşlem	520-620
8xxx	Al-Li-Cu-Mg	Isıl İşlem	280-560

KULLANIM ALANLARI

TURKISH DEFENCE INDUSTRY

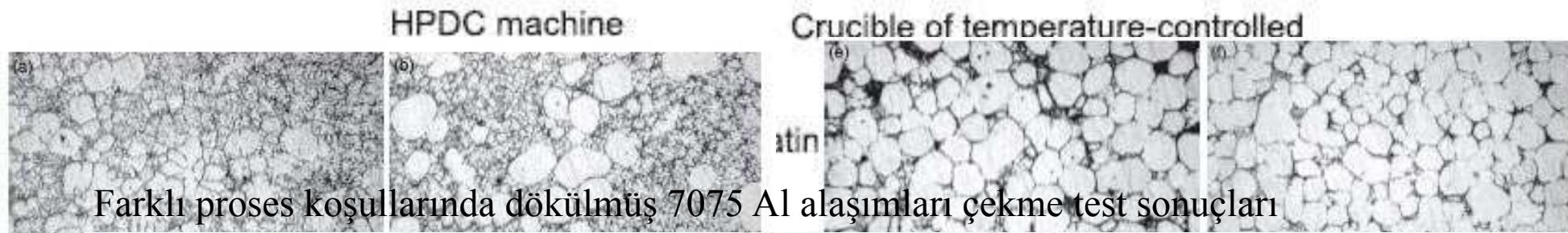
**TÜRK SAVUNMA SANAYİ
2015**



The
Aluminum
Channel



7075 YARI KATI DÖKÜMÜ



Farklı proses koşullarında dökülmüş 7075 Al alaşımları çekme test sonuçları

Process	Pouring temp. (°C)	Casting temp. (°C)	Solid fraction (%)	UTS (MPa)		Elongation (%)	
				As-cast	After T6	As-cast	After T6
Coventional HPDC	660			227.7 – 243.3		5.55	
		630	9.6	286.0 – 297.4	459.9 – 474.1	3.05	2.55
ICSPC	660	628	17.9	288.2 – 301.3	462.3 – 481.4	2.85	2.20
		626	26.5	293.1 – 299.5	461.6 – 489.5	1.65	1.20
		624	34.6	275.9 – 294.1	435.5 – 453.6	1.05	0.75

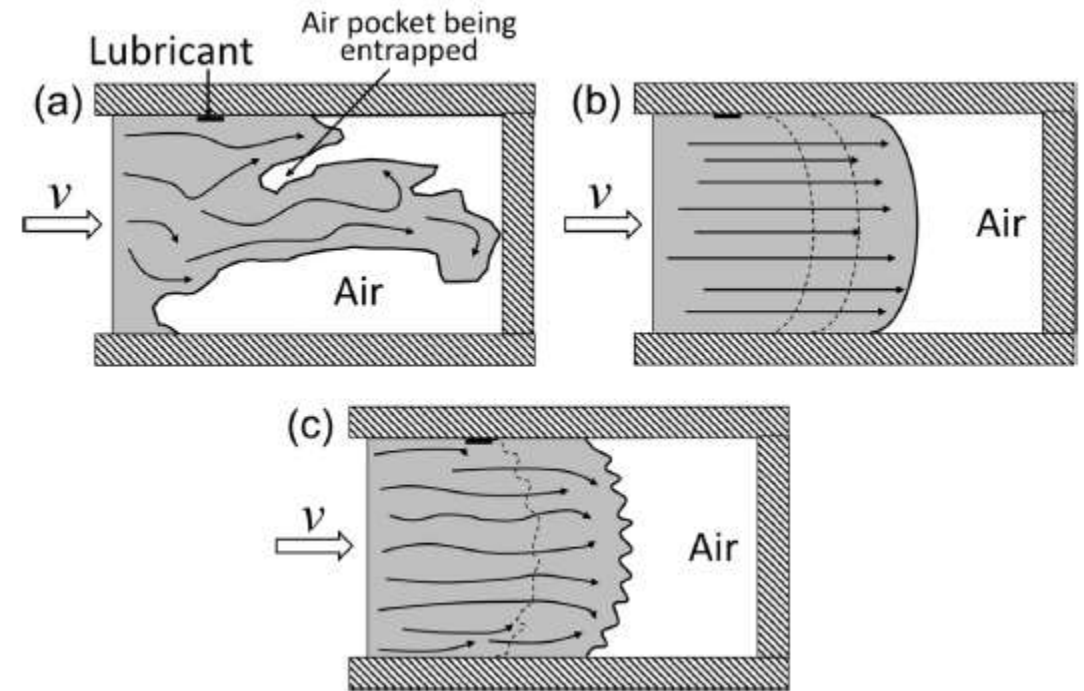
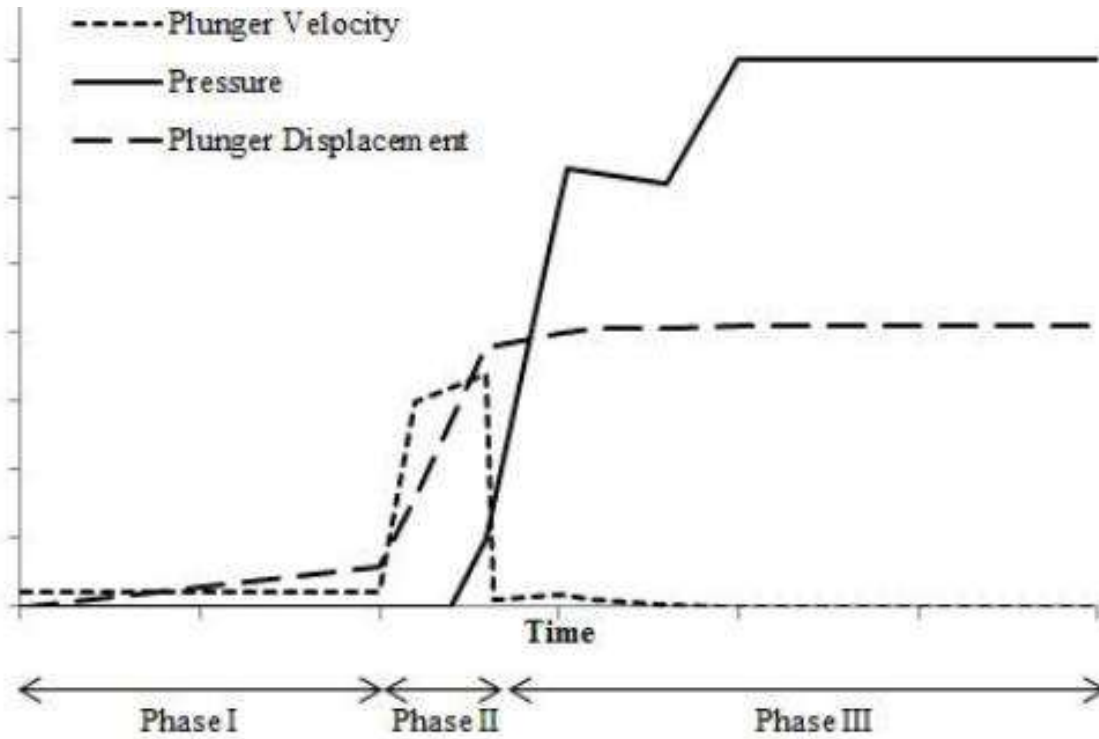
(MPa)
(MPa)
(MPa)



e) ICSPC prosesı (624 Döküm Sıcaklığı, 60MPa)
f) ICSPC prosesı (626 Döküm Sıcaklığı, 90MPa)
g) ICSPC prosesı (628 Döküm Sıcaklığı, 120MPa)

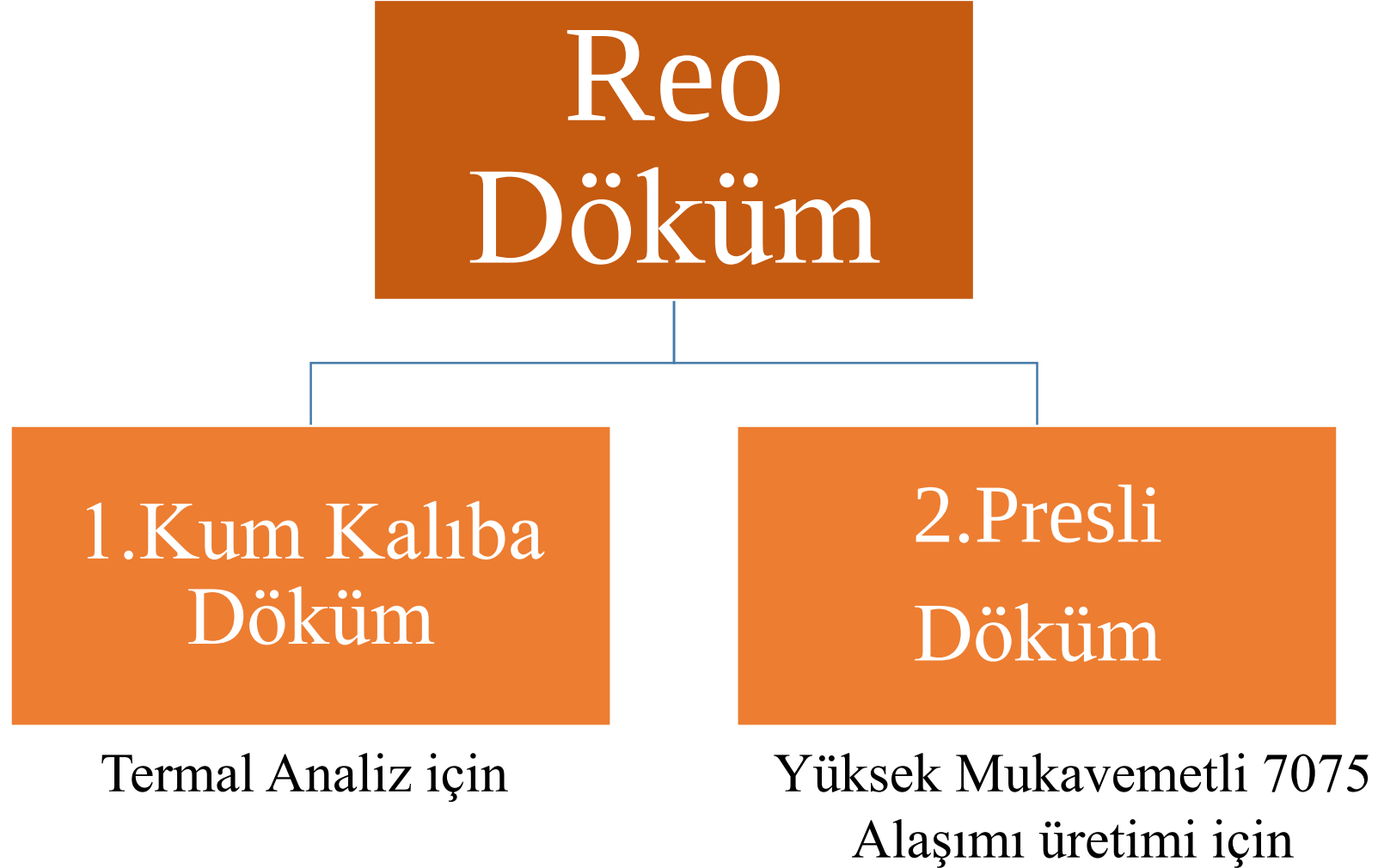
Ters koni şeklinde döküm kanalı yönteminin şematik gösterimi (inverted cone-shaped pouring channel)

Yang, B., & Mao, W. (2010). Microstructure characteristics and mechanical properties of rheocasting 7075 aluminum alloy. *China Foundry*, 20. doi:10.1016/s1003-6326(10)60590-0

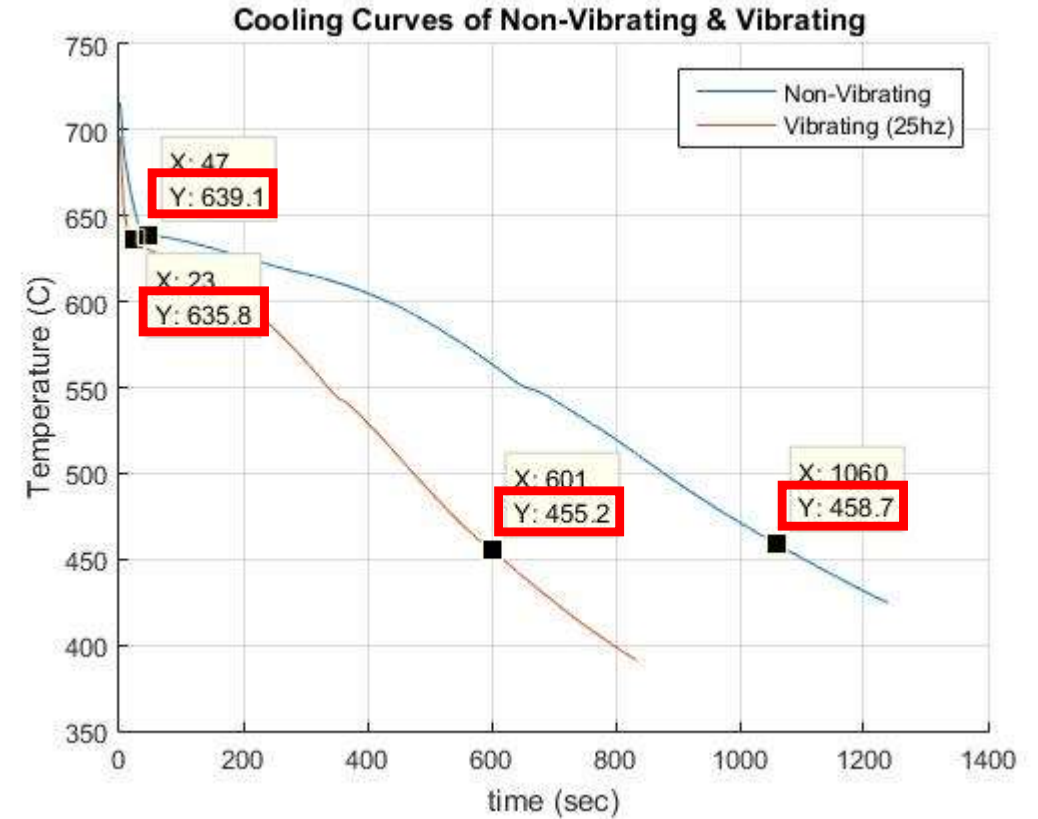
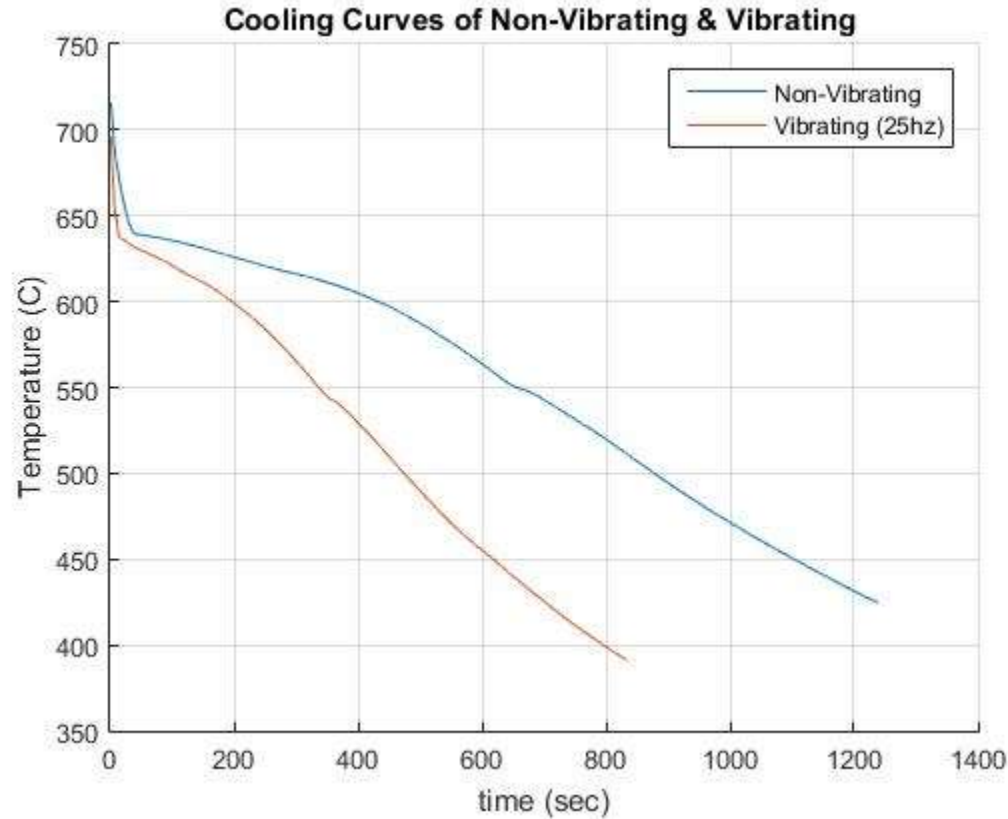


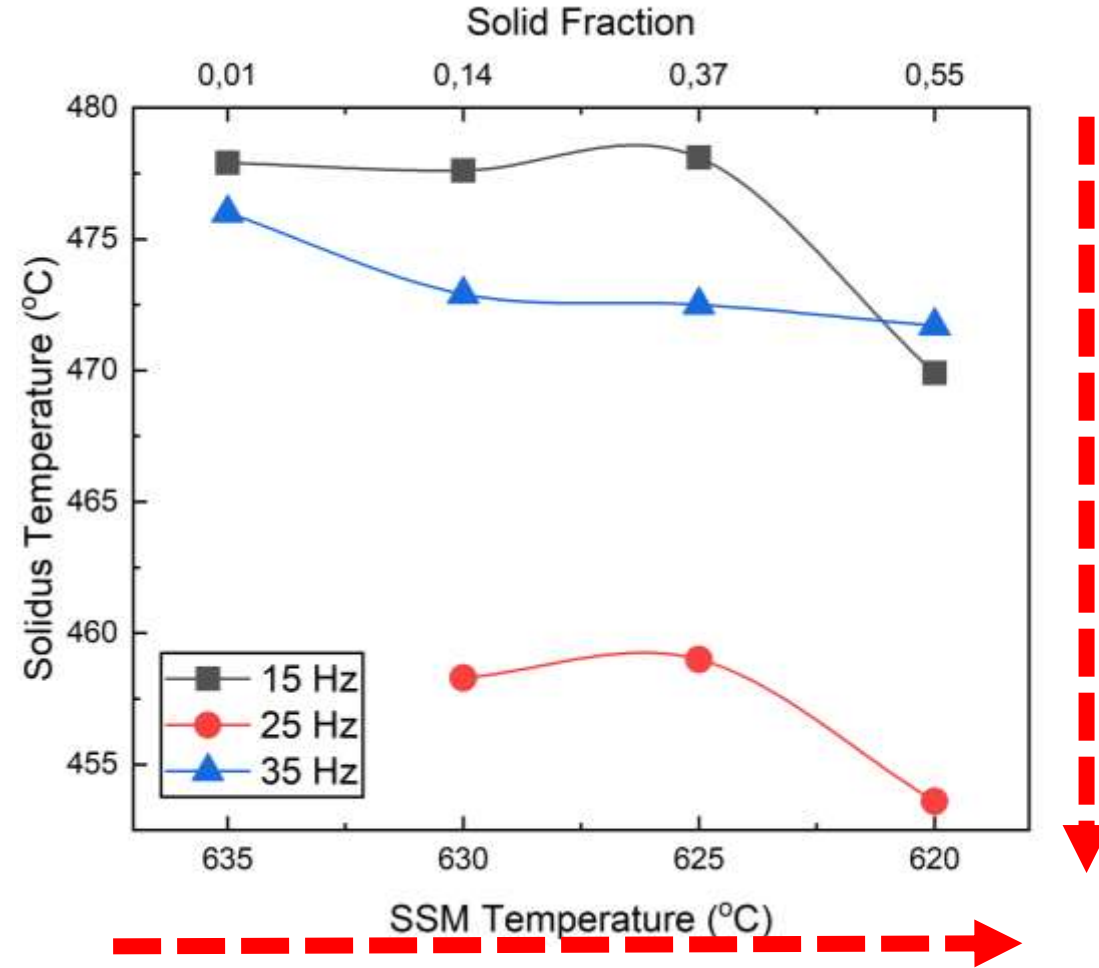
Metal Casting. (n.d.). Retrieved from <https://feasolution.com/metal-casting/>

Hu, X., Zhu, Q., Midson, S., Atkinson, H., Dong, H., Zhang, F., & Kang, Y. (2017). Blistering in semi-solid die casting of aluminium alloys and its avoidance. *Acta Materialia*, 124, 446-455. doi:10.1016/j.actamat.2016.11.032



Solidus/Likidus sıcaklıklarında çok az bir düşüş gözlemlendi







Genel proses parametreleri

T6 ısıtıl işlem parametreleri	Proses Sıcaklığı	Titreşim Frekansı (Hz)				
	(°C)	Sıcaklık (°C)	Zaman (saat)	Ortam		
Çözeltiye Alma	635	Döküm #1	Döküm #4 1.5	Döküm #8	Kapalı Fırın	
Yaşlandırma	630	Döküm #2	Döküm #6 24	Döküm #10	Kapalı Fırın	
Su Verme	625	Döküm #3	Döküm #7 -	Döküm #9	Su	
	620	Döküm #	Döküm #	Döküm #		

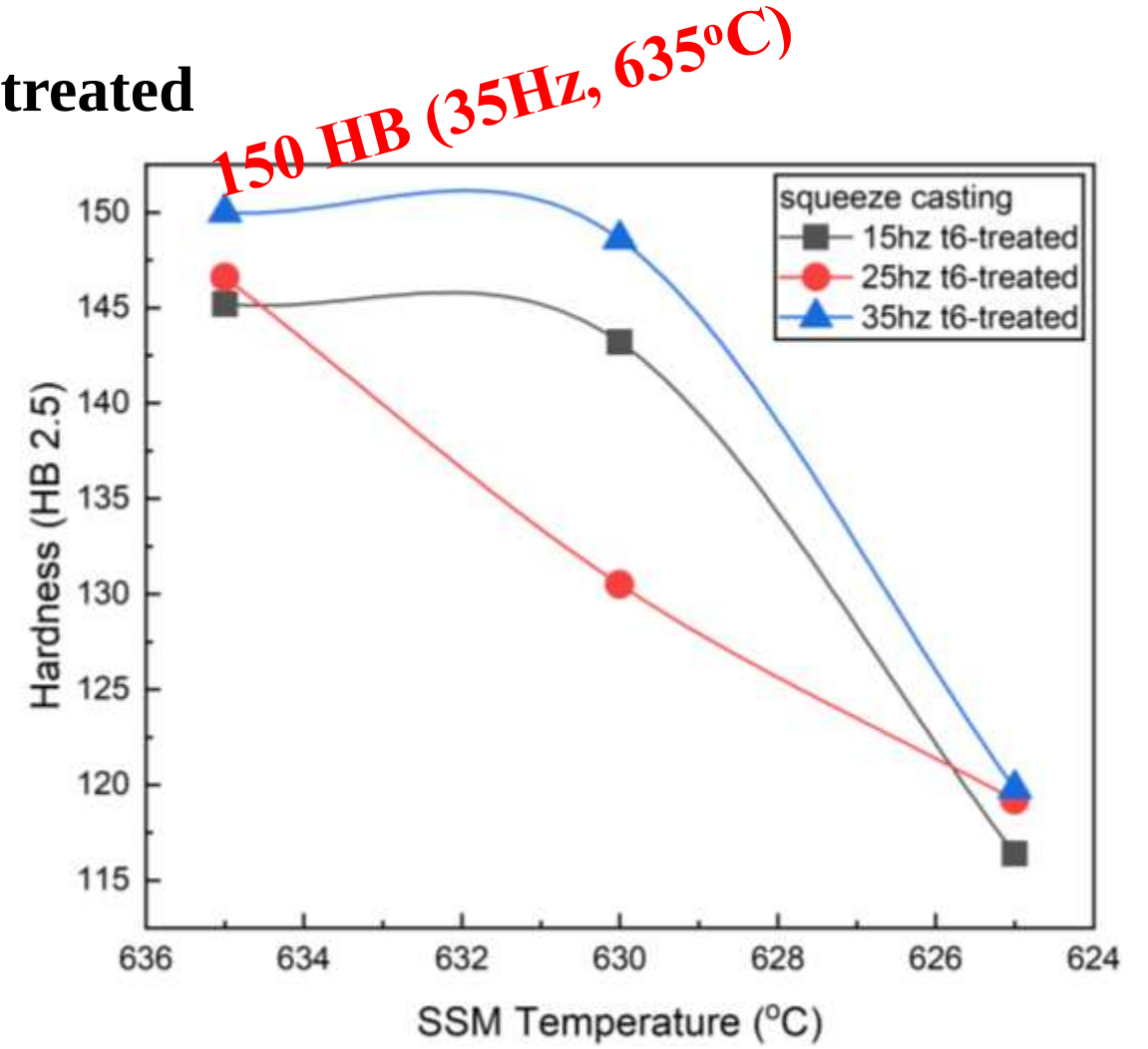
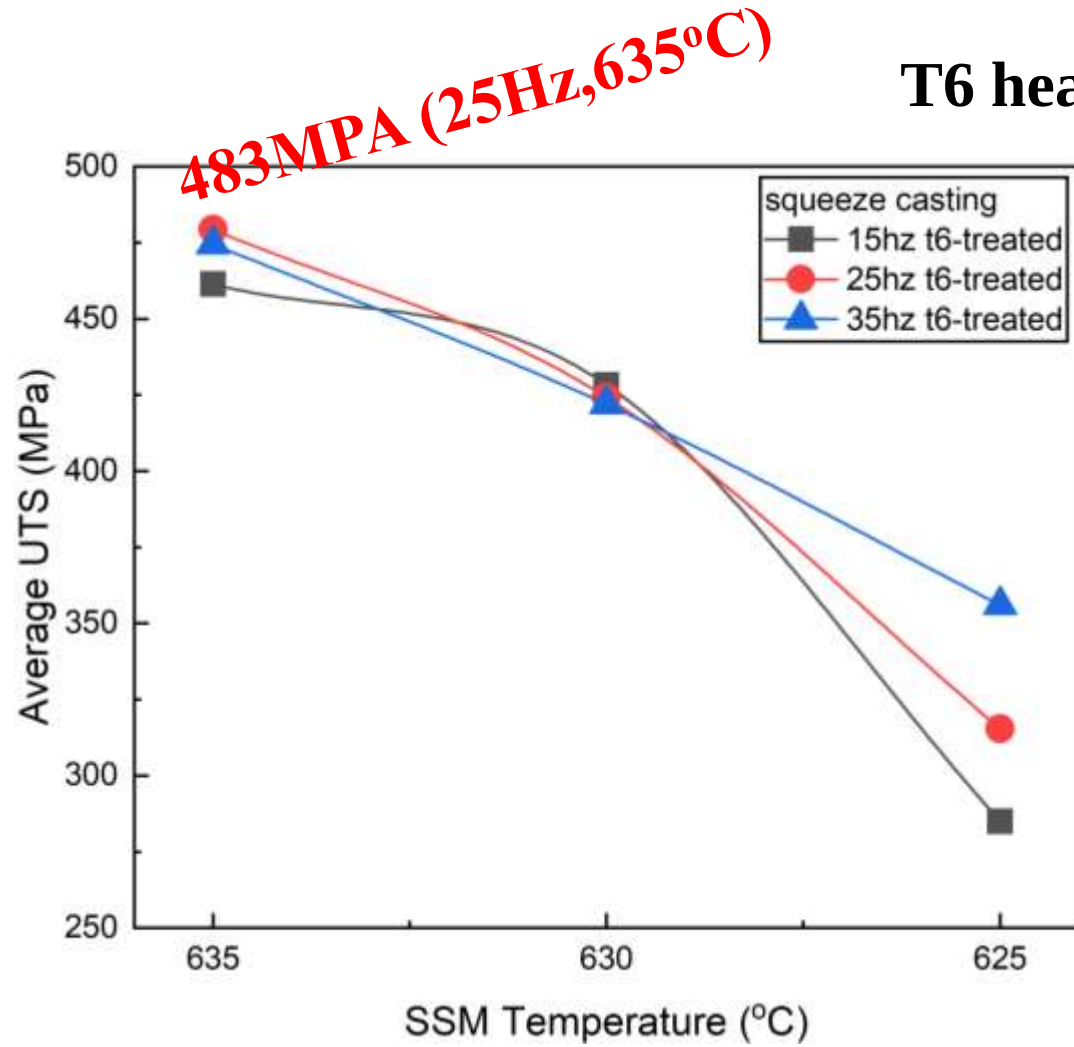
ASTM B557M-10 Standartları



1.Mekanik Test Sonuçları

2. XRD & SEM Analizleri

3.Mikroyapı Analizleri

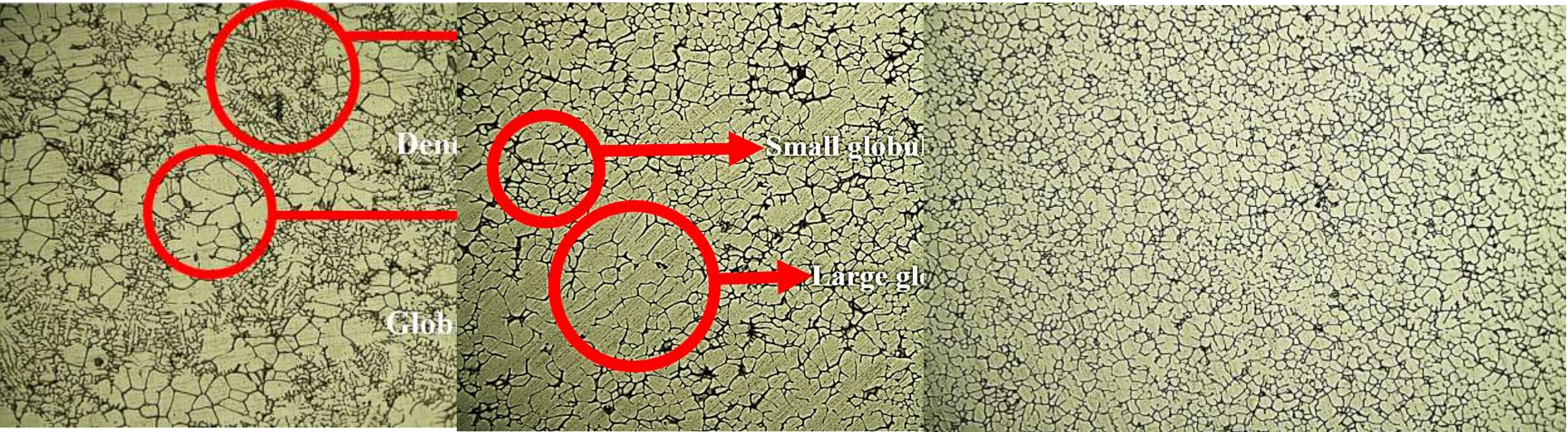


Döküm Sonrası

25 Hz & 625°C

25 Hz & 630°C

25 Hz & 635°C

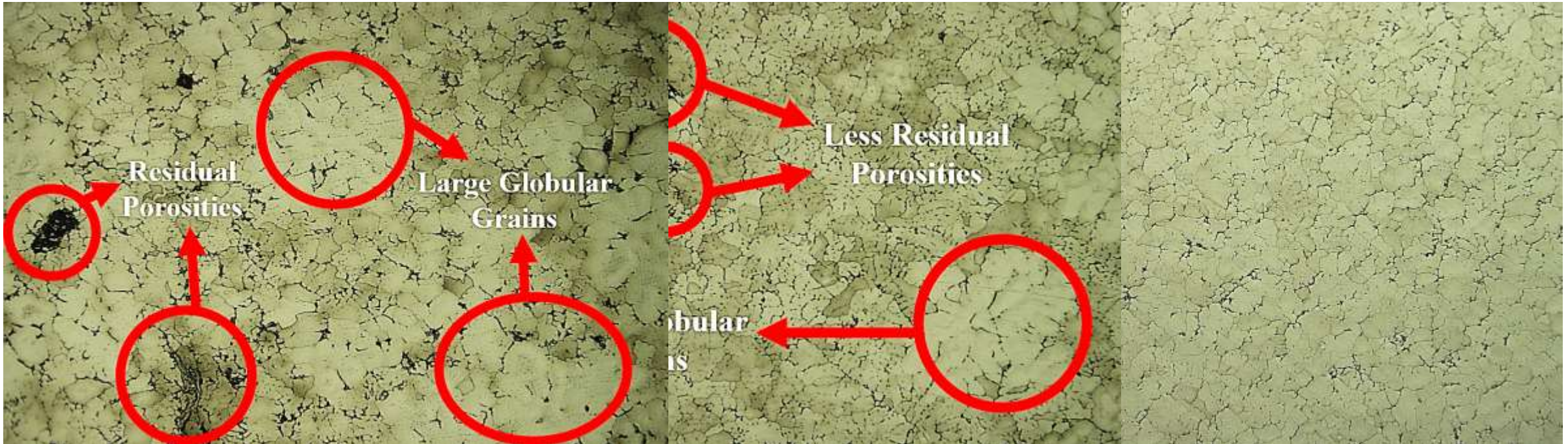


Isıl İşlem Sonrası

25 Hz & 625°C

25 Hz & 630°C

25 Hz & 635°C



Termal Analiz sonuçları ve literatüre göre 625-630°C döküm sıcaklığı optimum!!!



- Alaşım taşınması sırasında 5-6°C düşüş
- Gerçek proses sıcaklığı 5-6°C daha düşük
- Optimum değer ~~635°C~~ < 630°C

c:\edax32\genesis\genspc.spc
 Label:Chlorite (Nrm. = 38.86, 20.96, 34.83, 1.14, 3.84, 0.28)

EDAX ZAF Quantification (Standardless)

Element Normalized

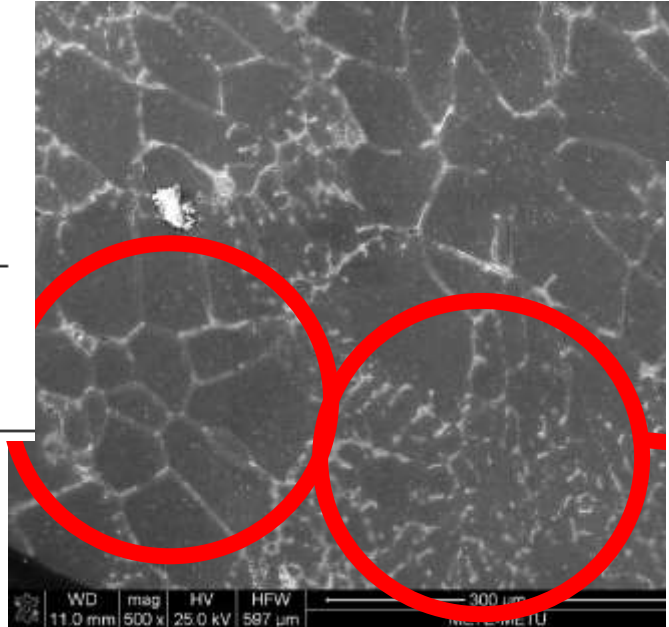
SEC Table : Default

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
MgK	2.22	2.69	0.0105	1.0425	0.4450	1.0245
AlK	82.49	90.27	0.4637	1.0124	0.5552	1.0000
CuK	9.99	4.64	0.0903	0.9031	1.0001	1.0000
ZnK	5.30	2.39	0.0481	0.9044	1.0039	1.0000
Total	100.00	100.00				

Element	Net Inte.	Bkgd Inte.	Inte. Error	P/B
MgK	81.13	9.50	3.53	8.54
AlK	3627.67	11.30	0.48	321.10
CuK	167.09	7.86	2.32	21.26
ZnK	76.30	6.55	3.55	11.65

1.00 2.00 3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 keV
 VDC mag HV FWH 30 µm
 9.1 mm 4 978 x 25.0 kV 59.9 µm METE-METU

15 hz & 625°C



EDAX ZAF Quantification (Standardless)

Element Normalized

SEC Table : Default

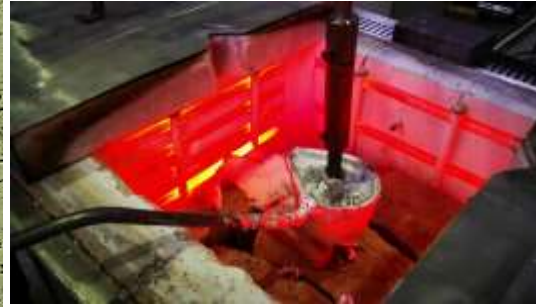
Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
MgK	1.28	1.76	0.0038	1.0602	0.2728	1.0128
AlK	65.31	80.75	0.2489	1.0295	0.3702	1.0000
CuK	29.19	15.33	0.2689	0.9213	1.0001	1.0000
ZnK	4.22	2.15	0.0391	0.9229	1.0037	1.0000
Total	100.00	100.00				

Element	Net Inte.	Bkgd Inte.	Inte. Error	P/B
MgK	27.65	20.53	9.70	1.35
AlK	1856.29	17.39	0.76	106.76
CuK	474.60	15.08	1.53	31.47
ZnK	59.08	11.00	4.93	5.37

WD mag HV FWH 20 µm
 9.1 mm 7 500 x 25.0 kV 38.8 µm METE-METU

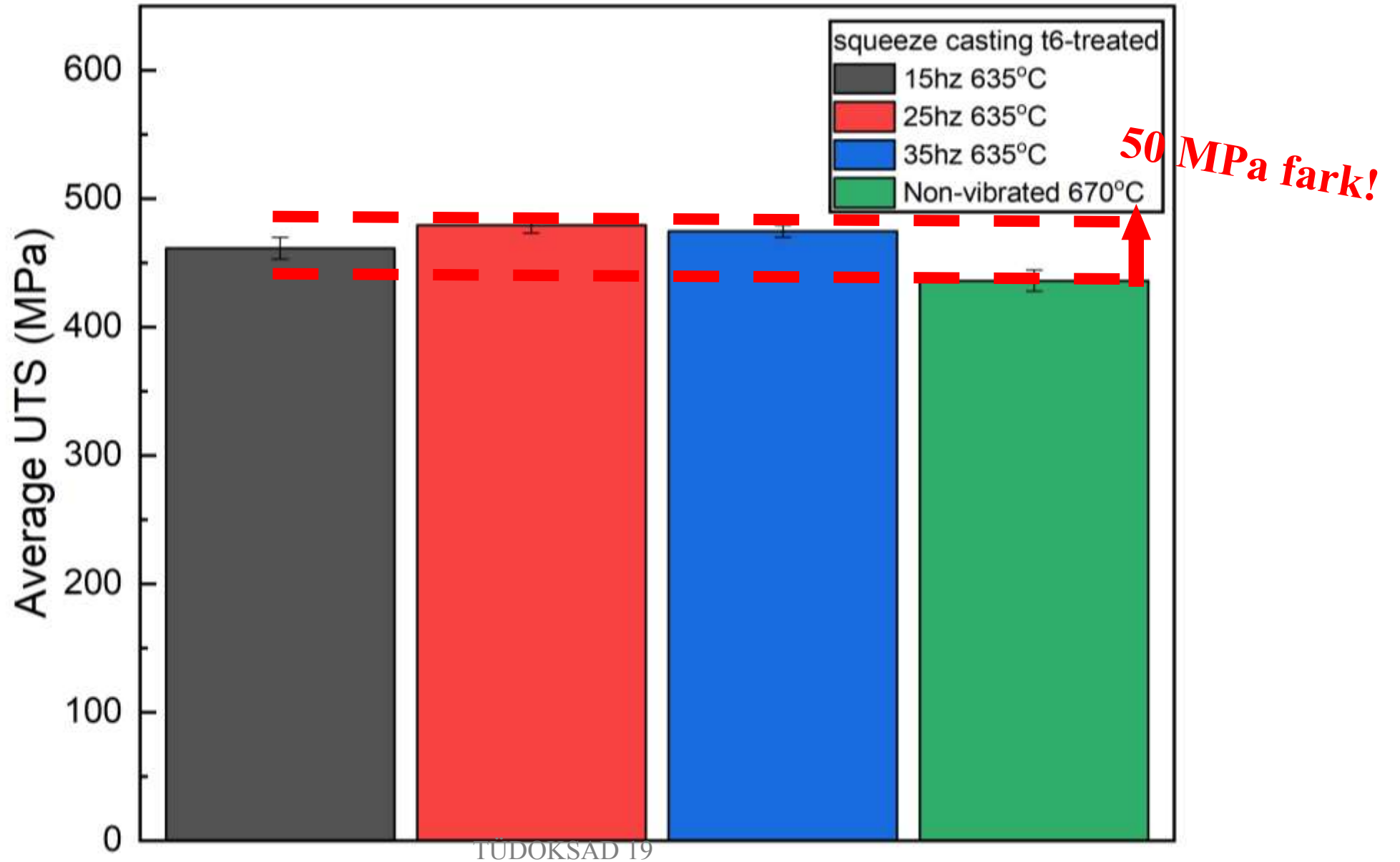
İSİDÖKÜMEN SONRASI

Titreşimsiz 670°C’de dökülen

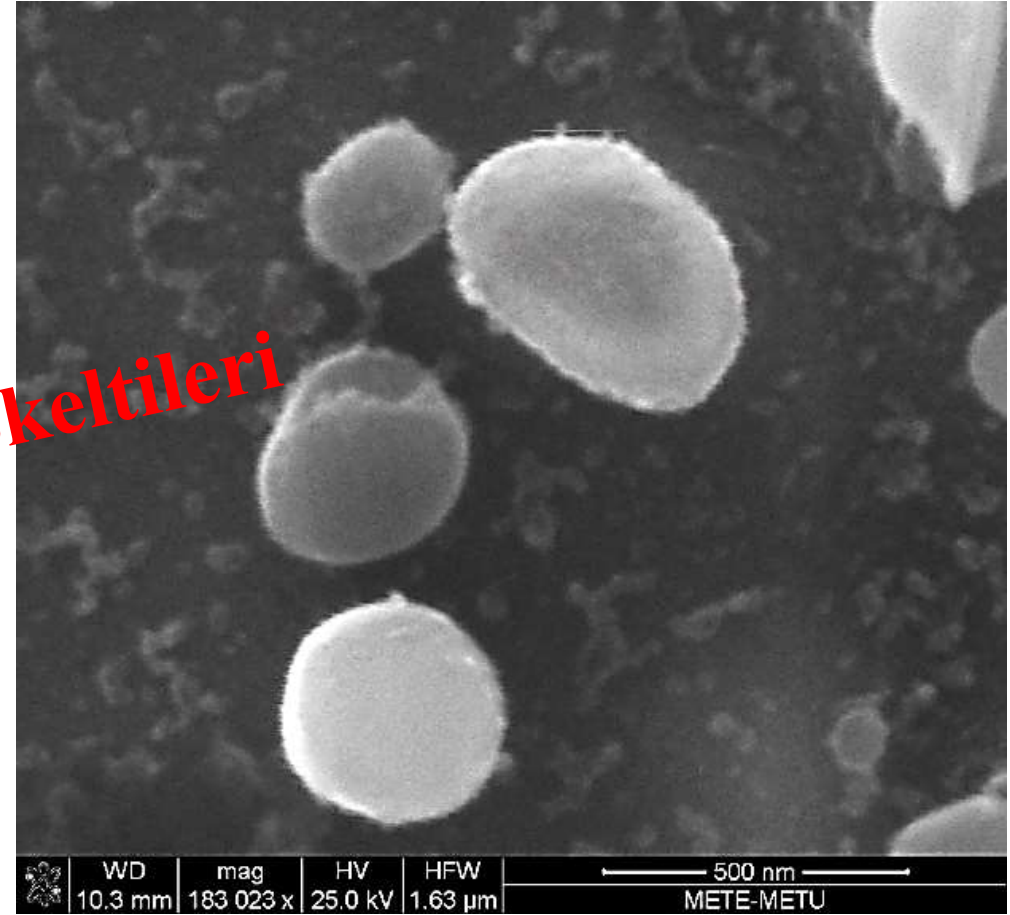
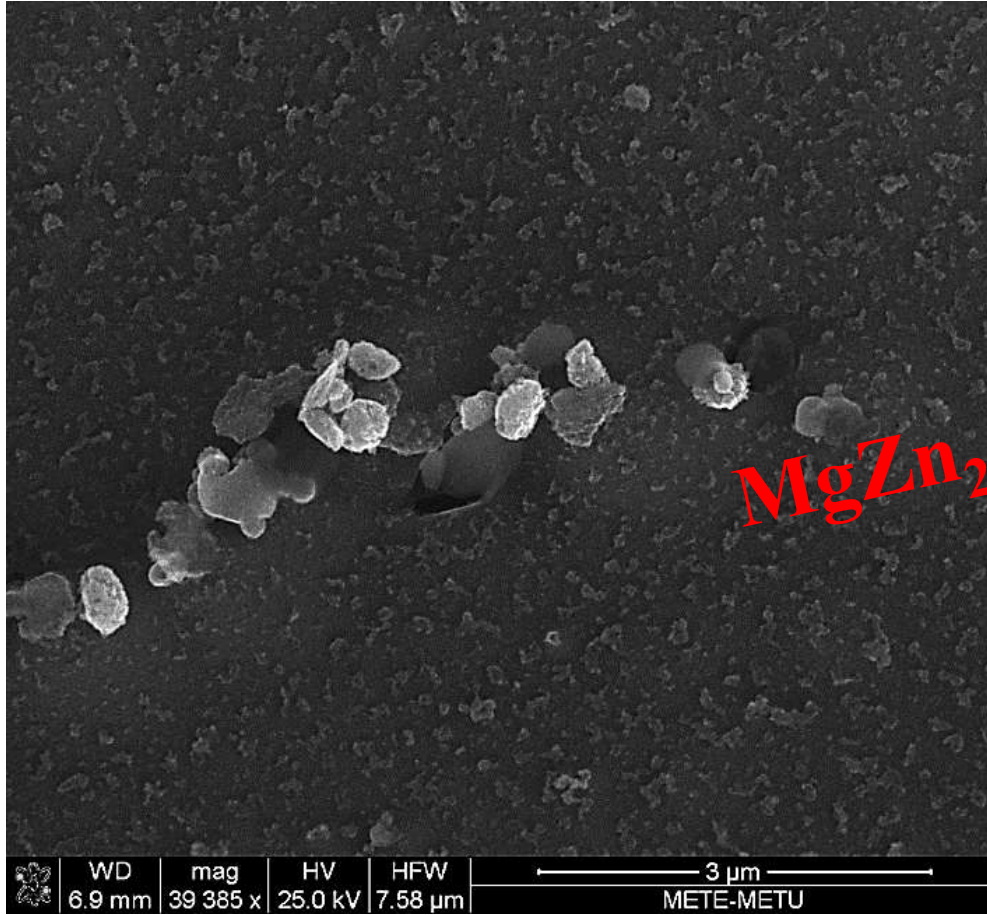


Titreşimle 635°C’de dökülen

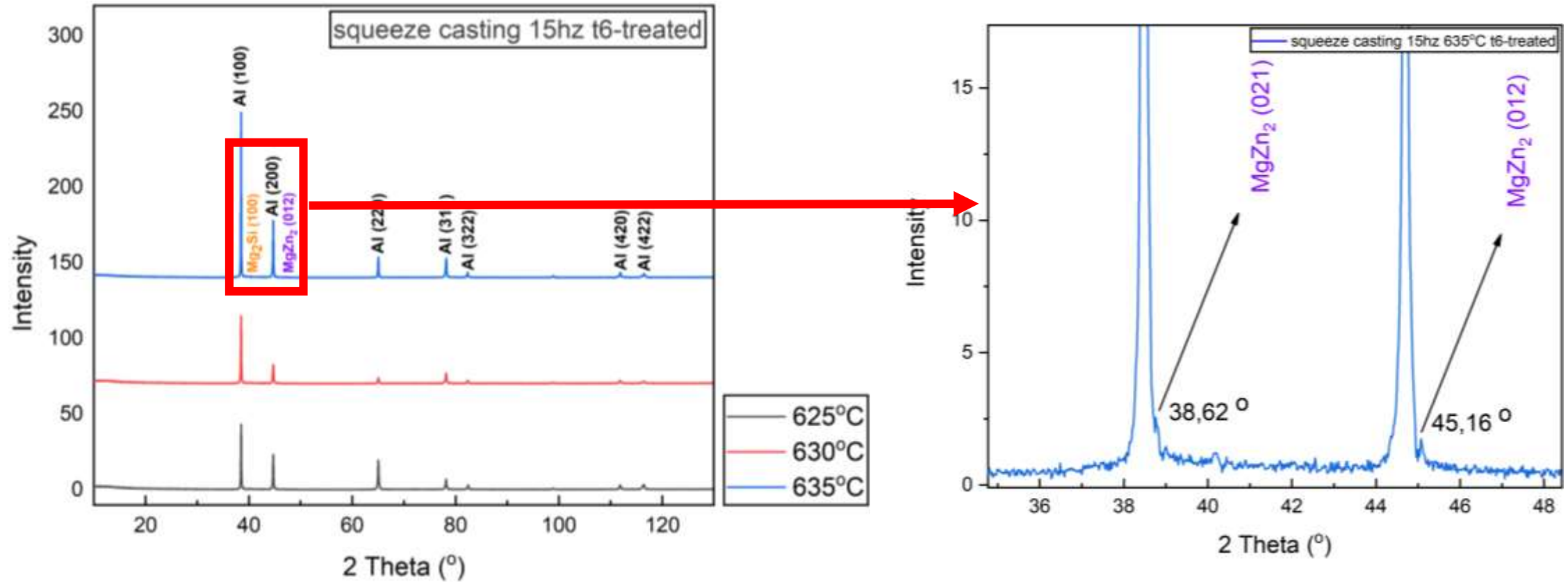




by 25 Hz at 635°C



MgZn₂ Çökeltileri



GENEL BULGULAR

1. Titreşim altında proses sıcaklığı düştüğünde, solidus/likidus sıcaklıkları düşüyor.
2. Termal analiz sonuçlarına göre en iyi mekanik özellikler 630-625°C arasında bekleniyor.
3. Fakat en yüksek çekme mukavemeti (483MPa), eğme mukavemeti (1000 Mpa) 635°C’de elde edildi.
4. Titreşim uygulanarak eğme ve çekme mukavemetlerinde ciddi bir artış sağlandı.
5. Bu çalışmaya göre; 7075 alaşımının yarı katı dökümü için en uygun titreşim frekansı 25 Hz ve döküm sıcaklığı 635°C dir.

- [1] Flemings, M. C. (1974). Solidification processing. Metallurgical Transactions. <https://doi.org/10.1007/BF02643923>
- [2] Flemings, M. C. (1991). Behavior of metal alloys in the semisolid state. *Metallurgical Transactions A*,22(5), 957-981. doi:10.1007/bf02661090
- [3] Midson, S. P., & Jackson, A. (2006). A Comparison of Thixocasting and Rheocasting. In World Foundry Congress.
- [4] *Standard specification for aluminum and aluminum-alloy sheet and plate*. (1981). Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.
- [5] Bauccio, M. (1993). *ASM metals reference book*. Materials Park, OH: ASM International.
- [6] Yang, B., & Mao, W. (2010). Microstructure characteristics and mechanical properties of rheocasting 7075 aluminum alloy. *China Foundry*,20. doi:10.1016/s1003-6326(10)60590-0
- [7] Curle, U. (2010). Semi-solid near-net shape rheocasting of heat treatable wrought aluminum alloys. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*,20(9), 1719-1724. doi:10.1016/s1003-6326(09)60364-2
- [8] Hu, X., Zhu, Q., Midson, S., Atkinson, H., Dong, H., Zhang, F., & Kang, Y. (2017). Blistering in semi-solid die casting of aluminium alloys and its avoidance. *Acta Materialia*,124, 446-455. doi:10.1016/j.actamat.2016.11.032
- [9] Test Methods for Tension Testing Wrought and Cast Aluminum- and Magnesium-Alloy Products (Metric). (n.d.). doi:10.1520/b0557m-06
- [10] EMADI, D., V. WHITING, L., DJURDJEVIC, M., T. KIERKUS, W., & SOKOLOWSKI, J. (2004). Comparison of Newtonian and Fourier thermal analysis techniques for calculation of latent heat and solid fraction of aluminum alloys. *Metalurgija-Journal of Metallurgy*. <https://doi.org/10.30544/379>

