



25 - 27 October / Ekim 2018

TÜYAP Fair, Convention & Congress Center, İstanbul

Tüdöksad Akademi **10. Uluslararası Döküm Kongresi / 10th International Foundry Congress** by Tudöksad Academy

In conjunction with **ANKIROS / ANNOFER / TURKCAST** fairs

**«Yarı Katı Döküm Tekniği İle 7075 Alaşımının Dökümünde Mekanik Titreşimin Mikroyapı Özelliklerine ve Mekanik Özelliklere Etkisi»**  
**«Effect Of Mechanical Vibration On The Microstructure and The Mechanical Properties Of 7075 Alloy Produced By Semi-Solid Casting Method»**

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

**4.Oturum / 4th Session**

**Oturum Başkanı / Session Chairman: Doç. Dr. Derya Dışpınar (İstanbul Üniversitesi)**





# **MEKANİK TİTREŞİMİN YARI KATI DÖKÜM TEKNİĞİ İLE ÜRETİLEN 7075 ALAŞIMININ MİKROYAPI VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜSTÜNDEKİ ETKİSİ**

**CEMRE METİN POYRAZ**

Danışman: Prof. Dr. ALİ KALKANLI



1. Yarı Katı Döküm Yöntemi Kısa Özeti
2. 7075 Alaşımlarının Yarı Katı Dökümü
3. Araştırmanın Motivasyonu/Amacı
4. Literatüre olan Katkı
5. Deneysel Çalışmalar
6. Sonuç&Tartışma
7. Gelecek

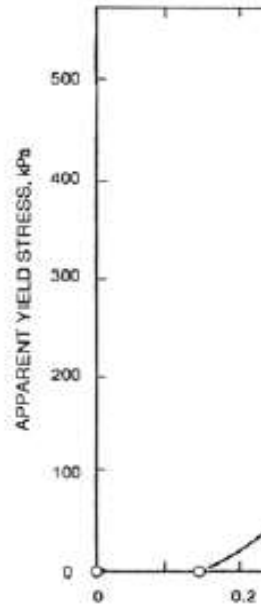


**Reoloji:** Malzemenin akışı ve buna müteakip gerçekleşen plastik deformasyonu inceleyen malzeme biliminin bir dalı

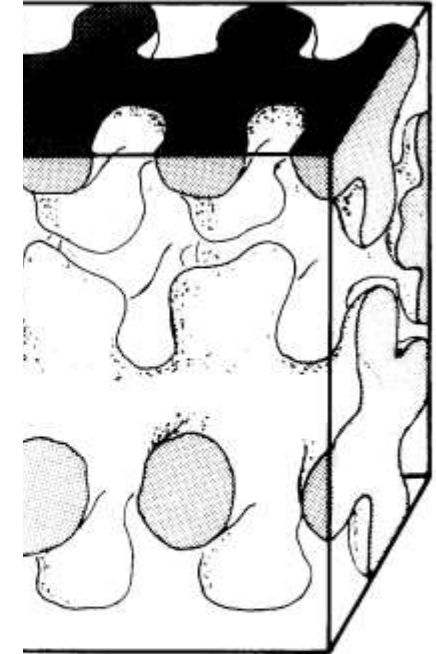
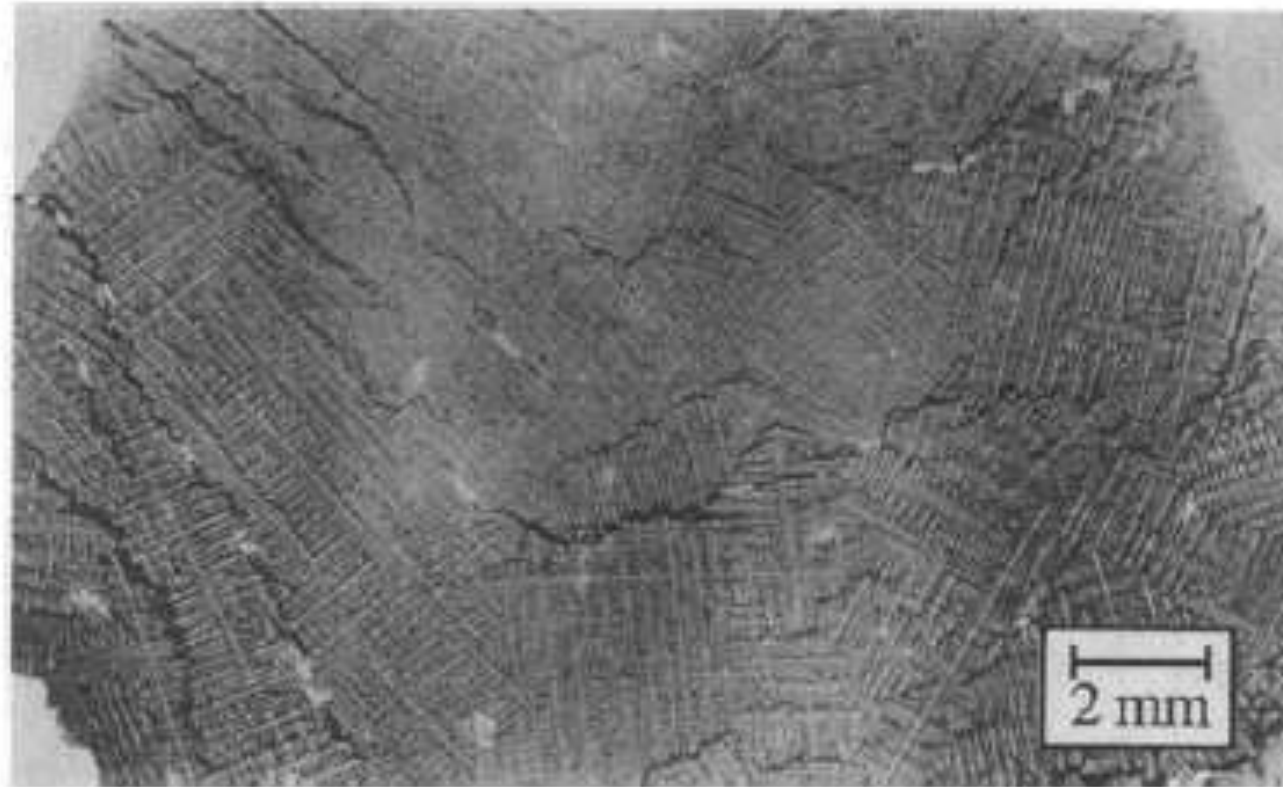


Erken Katılaşma

0/50 Katılaşma



Şekil 1. Yarı katı  
ka



) katılaşmadaki

çerçeve yapısı

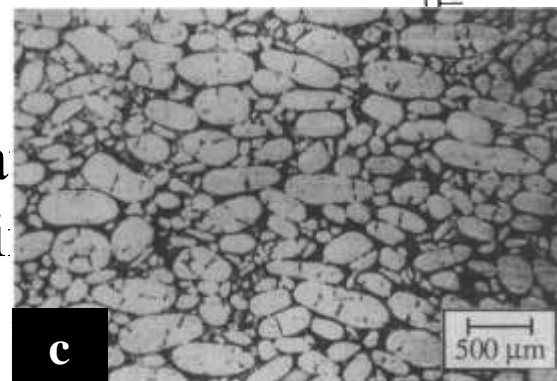
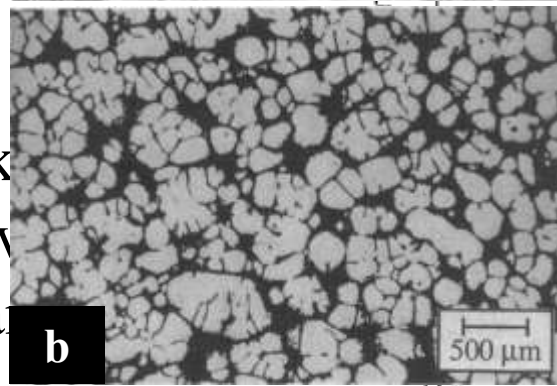
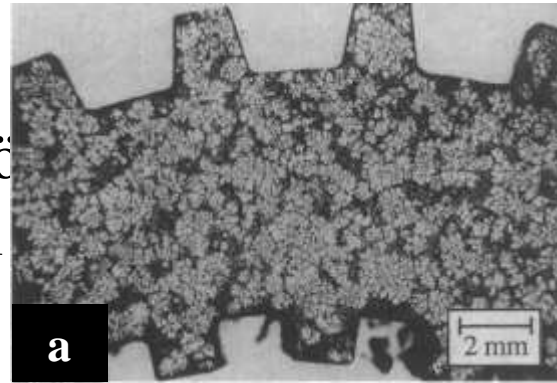
Flemings, M. C. (1991). Behavior of metal alloys in the semisolid state. *Metallurgical Transactions A*, 22(5), 957-981. doi:10.1007/bf02661090



Yarı katı dökümün arkadaşları yapılan bir

İzotermal kısıtlı olarak devreye alarak 200 kPa'a kadar

Böylece kağıt morfolojisi

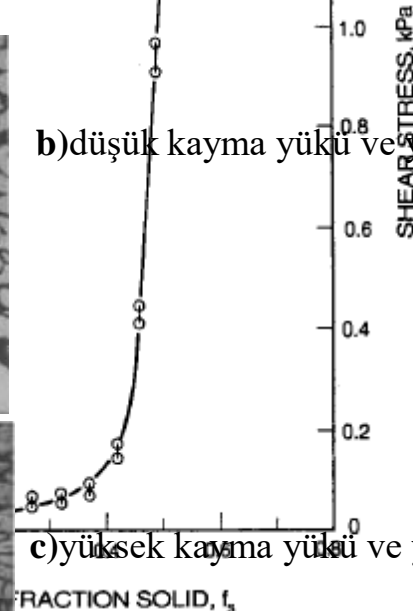


Şekil 4. Araliksız soğutulmuş Sn-15Pb alaşımının farklı yapılar

a) düşük kayma yükü ve düşük katı miktarda

b) düşük kayma yükü ve yüksek katı miktarda

c) yüksek kayma yükü ve yüksek katı miktarda



bu için deneysel belirlenmiş viskozite ve diğer değerleri ve test numuneleri

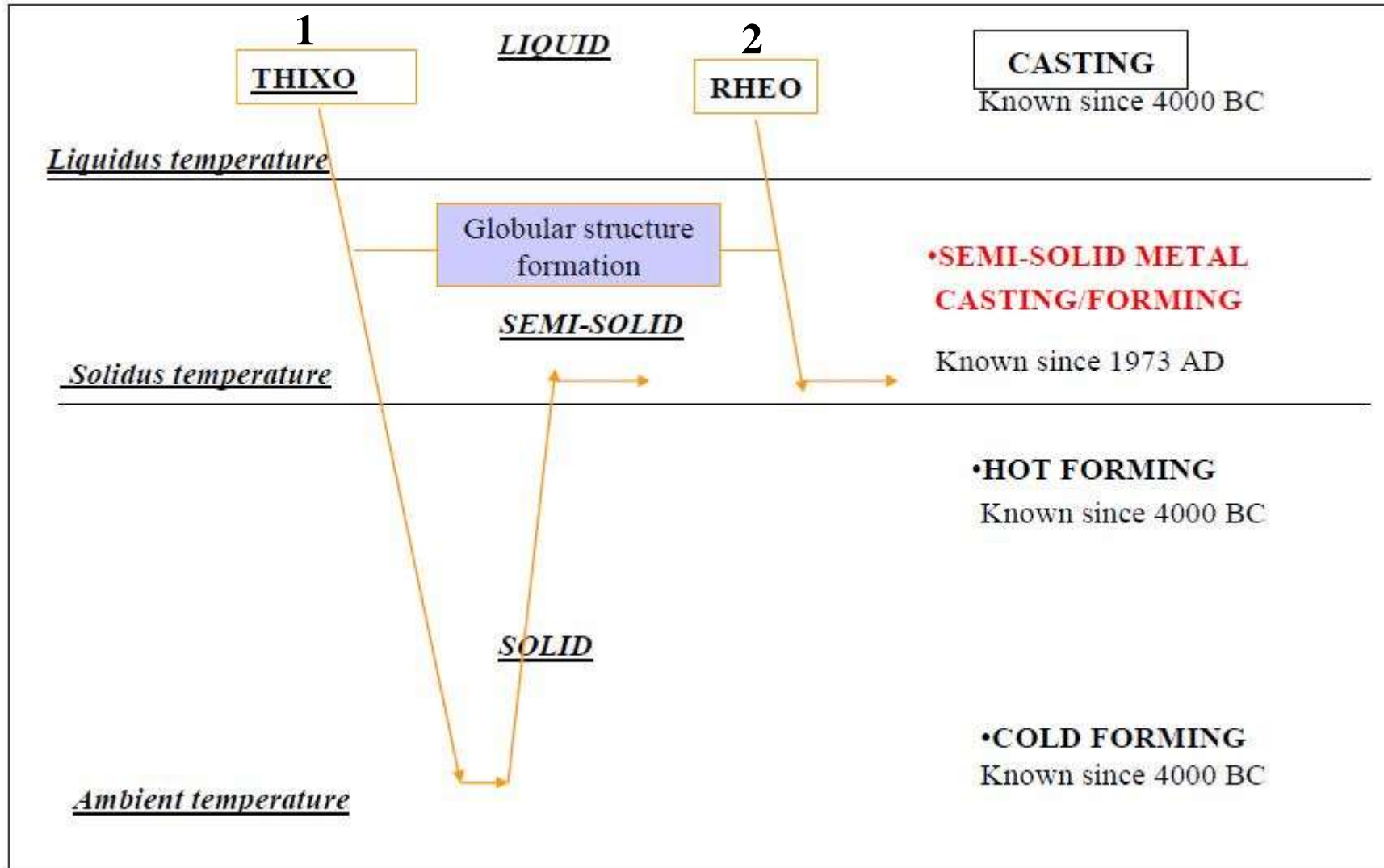
çalışma davranışı üzere

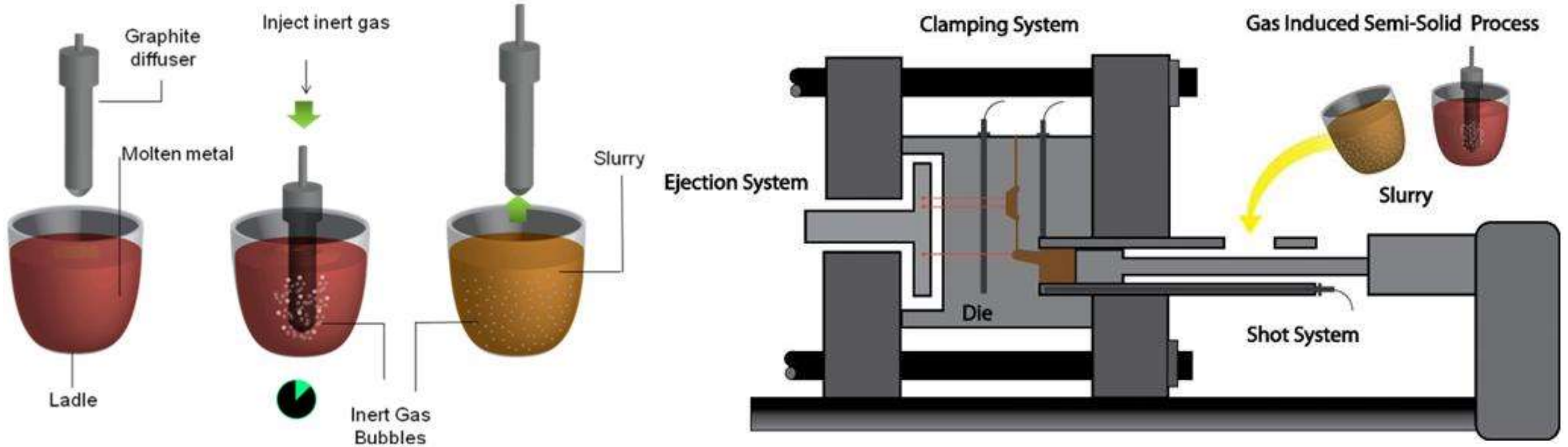
15 sıcaklığından 200 kPa dan 0.2

irit

buer şekile donuştükleri görülmüştür.

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





Şekil 5. 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>



**Tablo 1.** Dövme Alüminyum alaşımlarının sınıflandırılması

Alloy system	Aluminum series					
	Alloy	Silicon	Iron	Copper	Manga- nese	Magne- sium
<b>Work-hardenable alloys</b>						
Pure Al						
Al-Mn						
Al-Si						
Al-Mg						
Al-Fe						
Al-Fe-Ni	7075	0.40	0.50	1.2-2.0	0.30	2.1-2.9
<b>Precipitation-hardenable alloys</b>						
Al-Cu						2xxx
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

**Tablo 3.** 7075 Alaşımlarının standart kimyasal kompozisyon aralığı

Aluminum Association series	Type of alloy composition	Strengthening method	Tensile strength range	
			MPa	ksi
			Aluminum	
1xxx	Al	Cold work	70-175	10-25
2xxx	Al-Cu	Cold work	140-280	20-40
3xxx	Al-Mn	Cold work	105-350	15-50
4xxx	Al-Si	Cold work (some heat treat)	140-280	20-40
5xxx	Al-Mg	Cold work	280-380	40-55
6xxx	Al-Mg-Si	Heat treat	150-380	22-55
7xxx	Al-Zn-Mg	Heat treat	380-520	55-75
7xxx	Al-Zn-Mg-Cu	Heat treat	520-620	75-90
8xxx	Al-Li-Cu-Mg	Heat treat	280-560	40-80

**Tablo 2.** Dövme Alüminyum alaşımlarının mukavemet aralığı

Standard specification for aluminum and aluminum alloys (1997) by ASM International, Park Ridge, IL: ASM International. Testing and Materials.





Yüksek özgül m

## TURKISH DEFENCE INDUSTRY

TÜRK SAVUNMA SANAYİ  
2015

ıları)



T. (2015, August 06). Turkish Defence Industry 2015 - Türk Savunma Sanayi - Yerli Silahların Müzikle Eşsiz Uyum. Retrieved November 03, 2017, from <https://www.youtube.com/watch?v=38Lx3RMun1U>



En ideal yarı katı döküm ve ısıl işlem parametrelerinin belirlenmesi

Başarılı tane inceltme yapılmış globüler tane yapısı  
oluşturma

Asgari miktarda gözenekli yapı oluşturma (homojen  
dağılmış)

Oldukça ince ve homojen dağılmış çökelti elde etme



Yüksek Mukavemetli  
7075 Alaşımı

**Tablo 4.** 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
		628	17.9	288.2 – 301.3	462.3 – 481.4	2.85	2.20
ICSPC	660	626	26.5	293.1 – 299.5	461.6 – 489.5	1.65	1.20
		624	34.6	275.9 – 294.1	435.5 – 453.8	1.05	0.75

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



**Tablo 7.** T6 Isıl işlem uygulanmış 3 farklı alaşımın mekanik özellikleri

Alloy	YS/MPa	UTS/MPa	Elongation/%
2024 T6	351	385	5.1
Specific min.	345	427	5.0
6082 T6	341	365	3.6
Specific min.	260	310	10.0
7075 T6	467	513	3.2
Specific min.	455	531	7.0

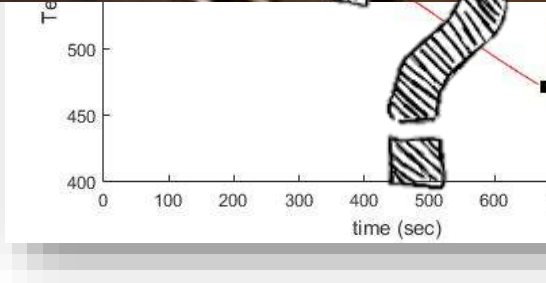
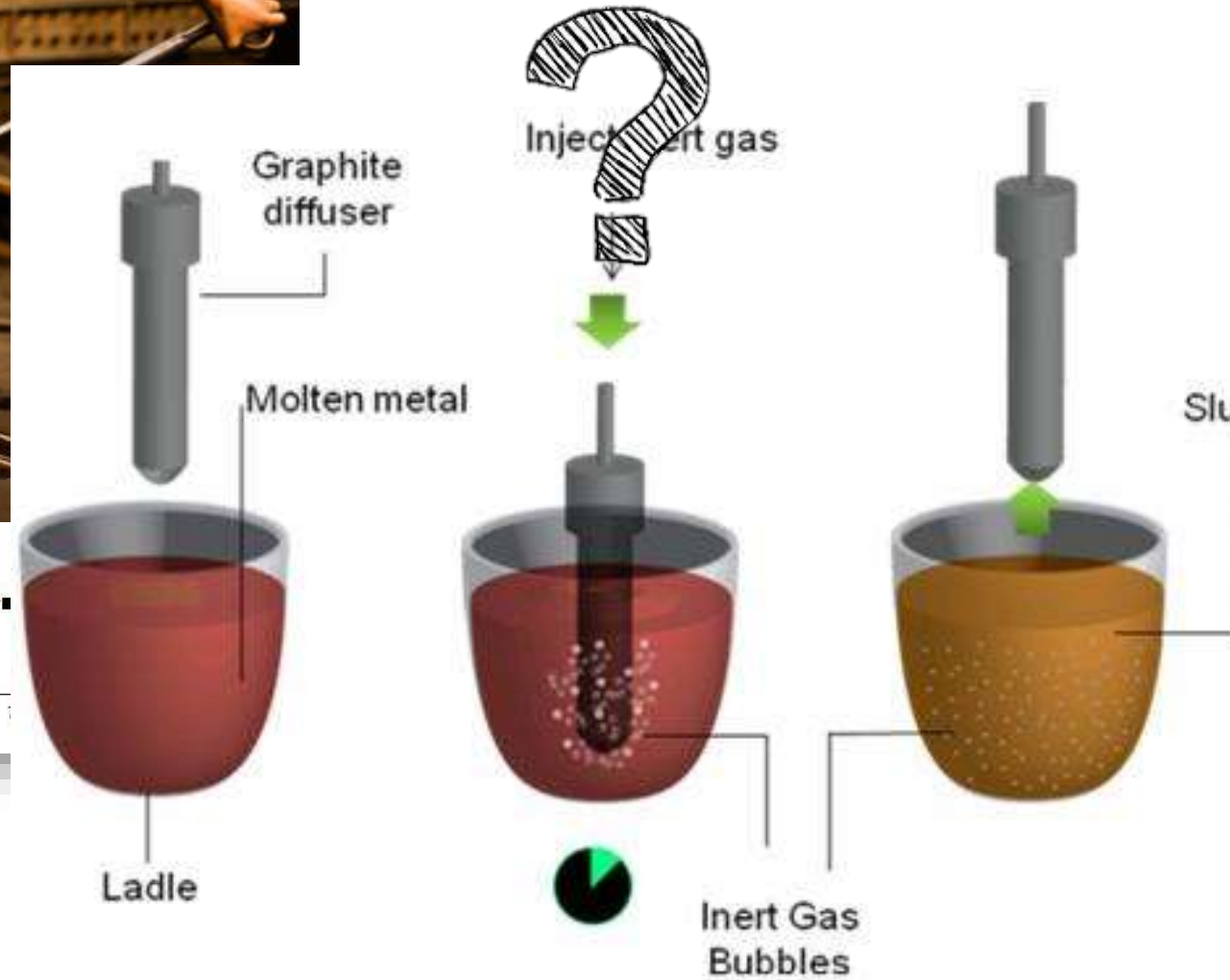
öntemiyle üretilmiş 3 farklı alaşım  
(yaşlandırma zaman ve sıcaklıkları)

Artificial aging	Temperature/°C	Time/h
14	190	12
2	177	10
4	120	24

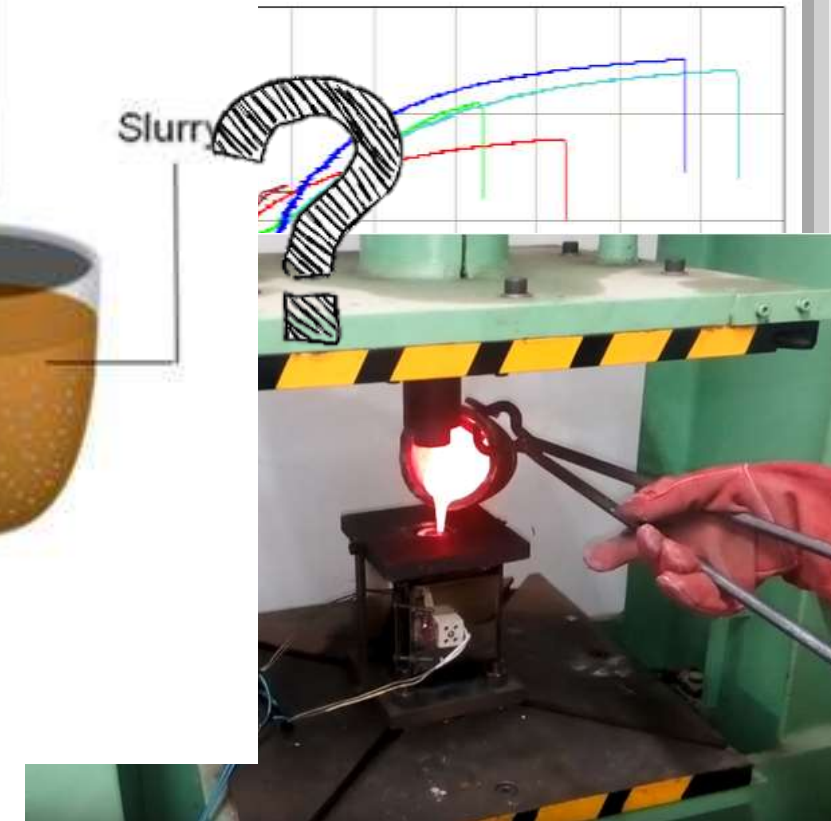
**Tablo 5.** 3 farklı alaşım için bel

Alloy	Liquidus
2024	644
6082	649
7075	635

Curle, U. (2010). Semi-solid near-net shape rheocasting of heat treated wrought aluminum alloys. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 20(9), 1719-1724. doi:10.1016/s1003-6326(09)60364-2



Specimen 1 to 5

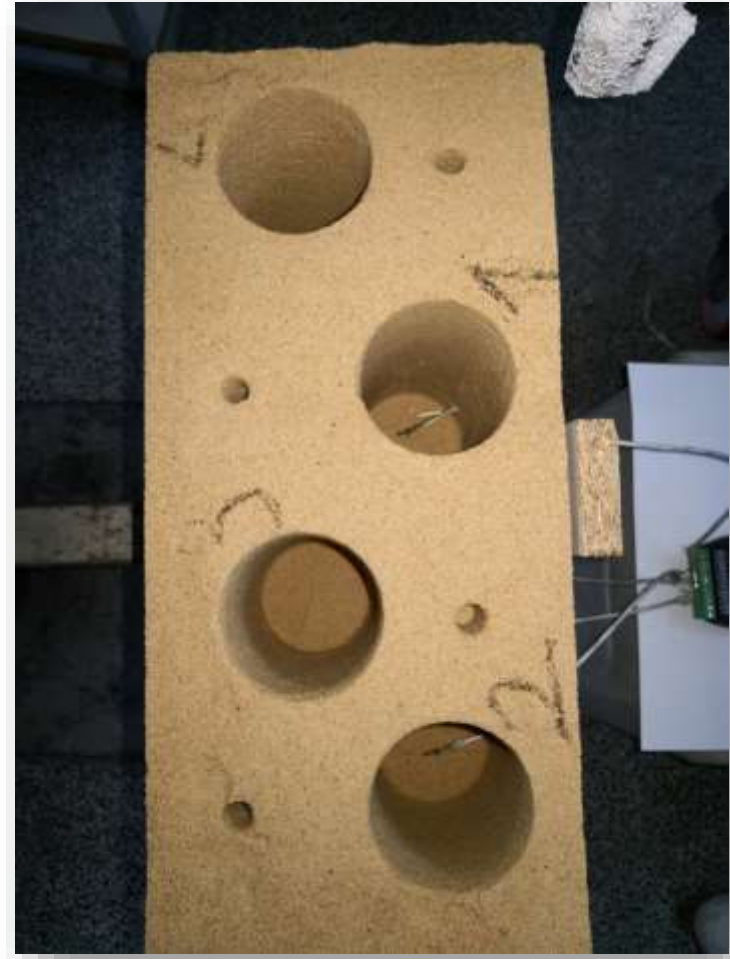




En uygun yarı katı döküm sıcaklığı ve mekanik titreşim frekansını incelemek için

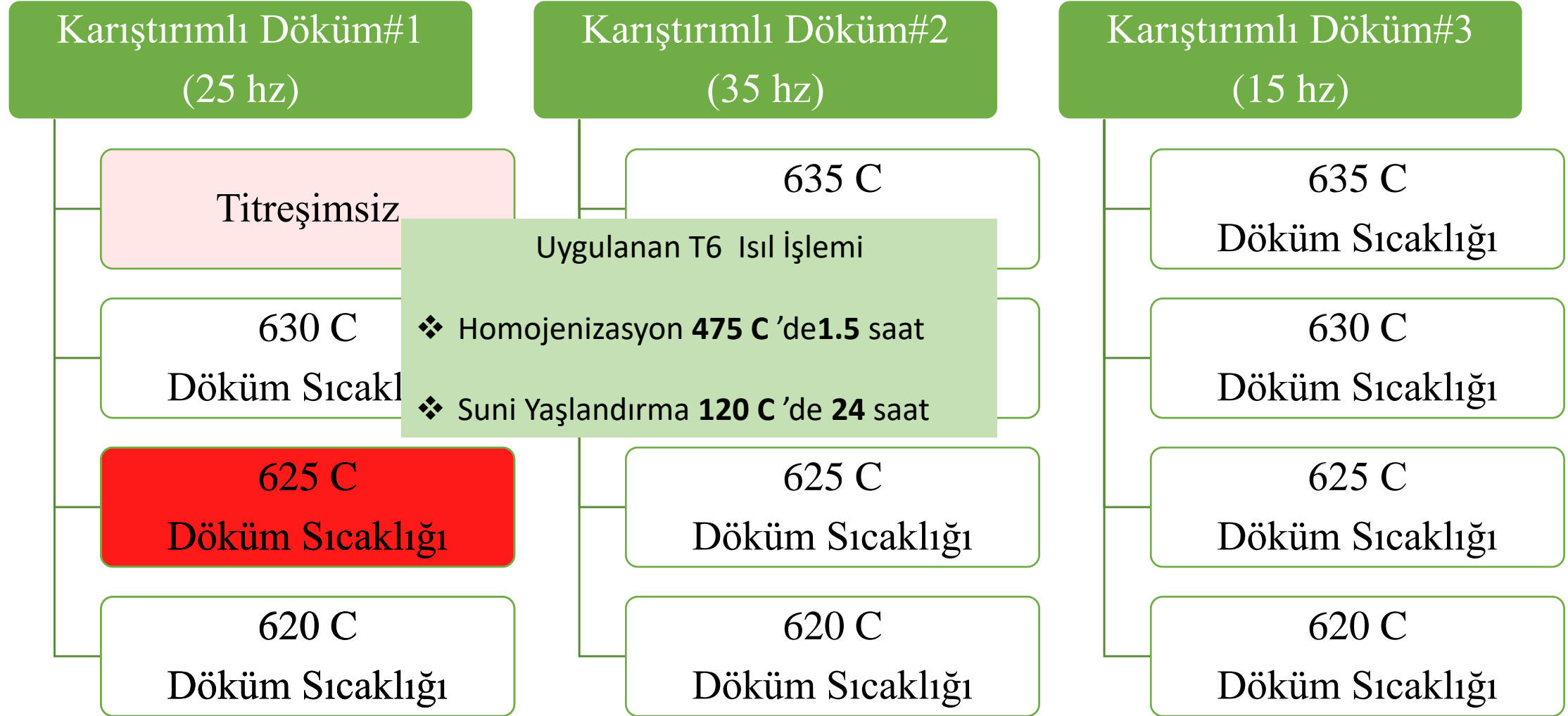
Mekanik titreşimin 7075 alaşımlarını **termal**, mekanik ve mikroyapı özellikleri üstündeki etkisini görebilmek için

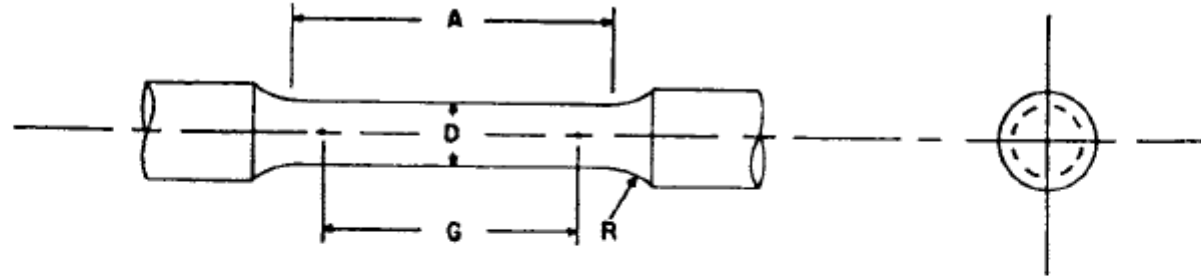
Kum kalıba döküm yöntemi kullanıldı









**ASTM B557M-10 Yuvarlak Döküm Alüminyum Alaşımları için standart Çekme Numune Özellikleri**

Nominal Diameter	Dimensions, mm			
	Standard Specimen		Small Size Specimens Proportional to Standard	
	12.5	9	6	4
<i>G</i> —gage length	62.50 ± 0.10	45.00 ± 0.09	30.00 ± 0.06	20.00 ± 0.04
<i>D</i> —Diameter (Note 1)	12.50 ± 0.25	9.00 ± 0.10	6.00 ± 0.10	4.00 ± 0.05
<i>R</i> — Radius of fillet, min	9	8	6	4
<i>A</i> —Length of reduced section, min (Note 2) 75		54	36	24

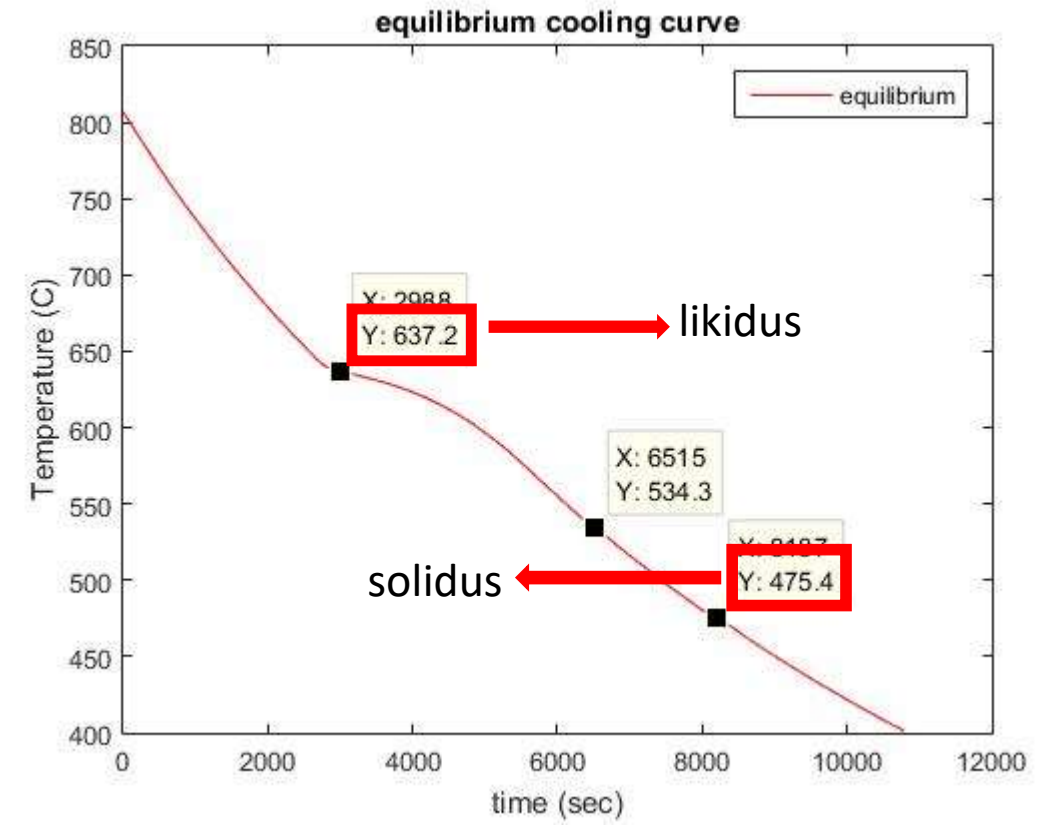
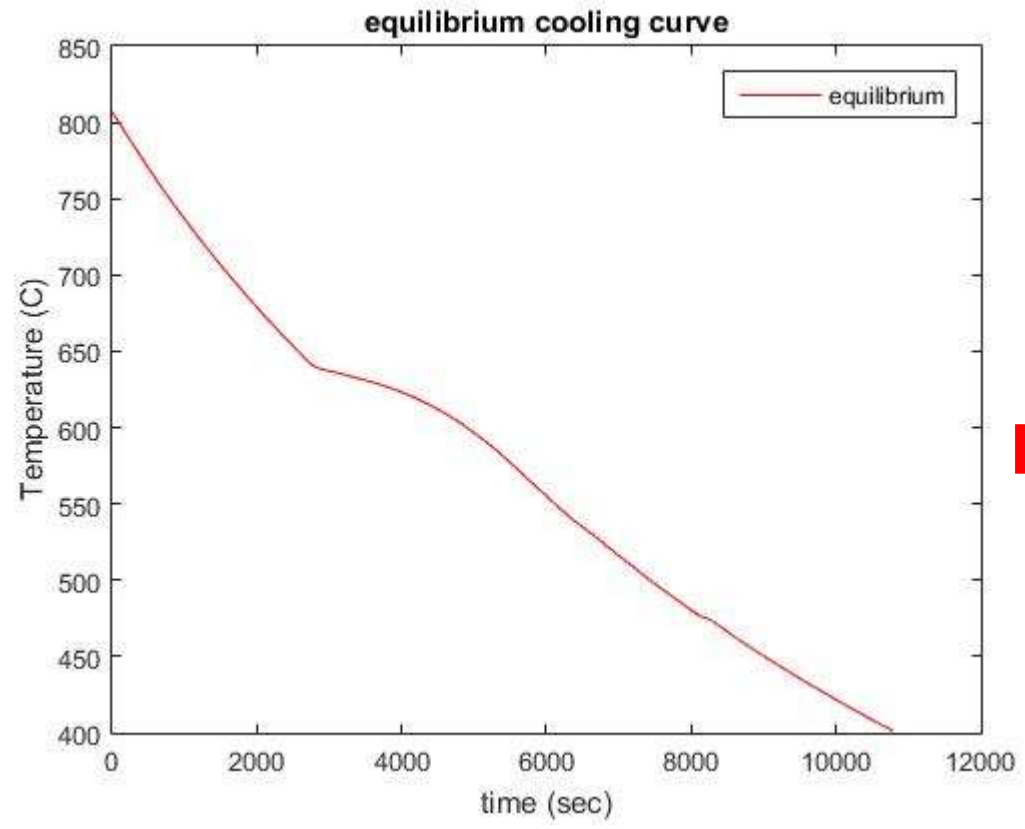
Test Methods for Tension Testing Wrought and Cast Aluminum- and Magnesium-Alloy Products (Metric). (n.d.). doi:10.1520/b0557m-06



1.Termal Analiz (Soğuma Eğrileri)

2.Mechanik Test Sonuçları (UTS)

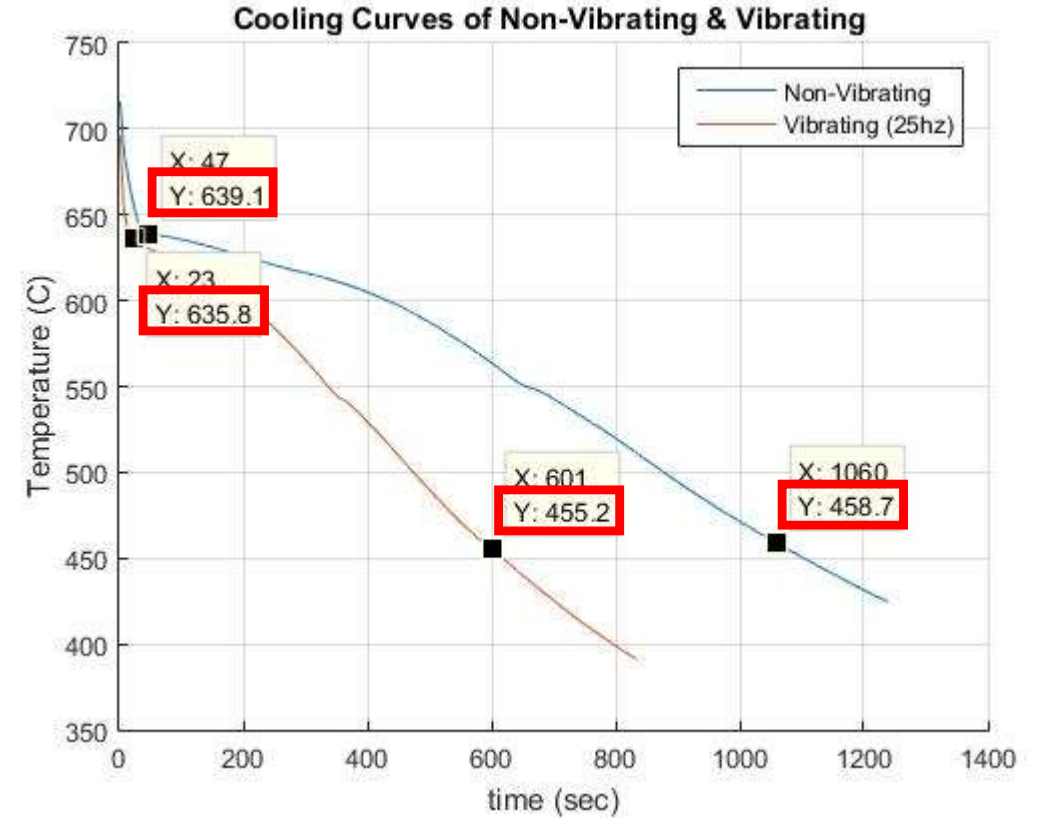
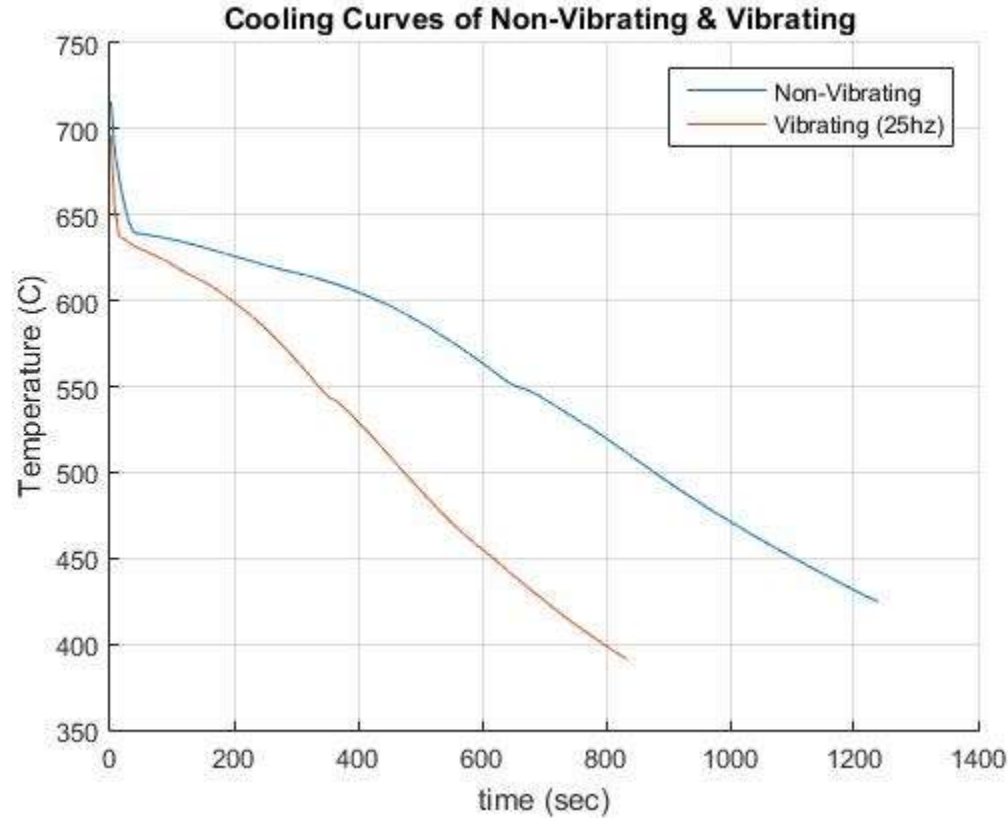
3.Mikroyapı Fotoğrafları

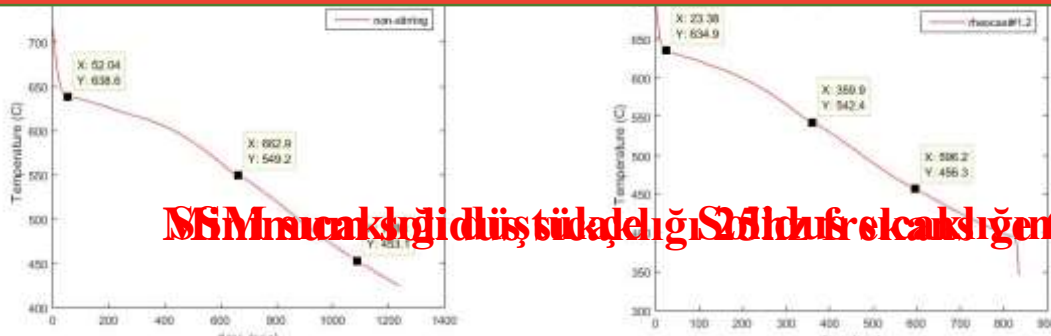




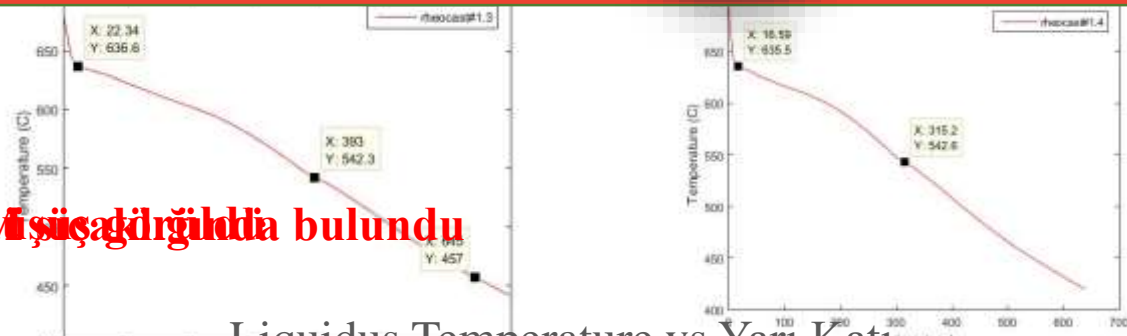
**Solidus/Likidus sıcaklıklarında çok hafif bir düşüş meydana geldi**

Karıştırmalı Döküm(25hz)

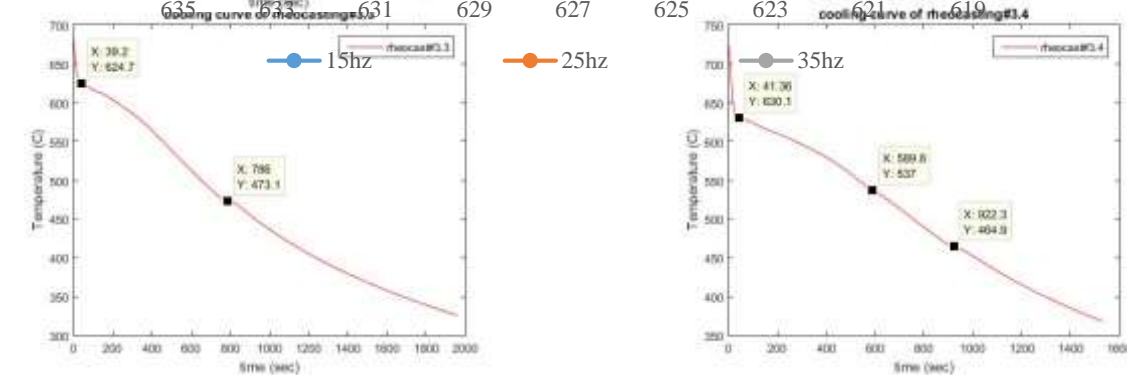
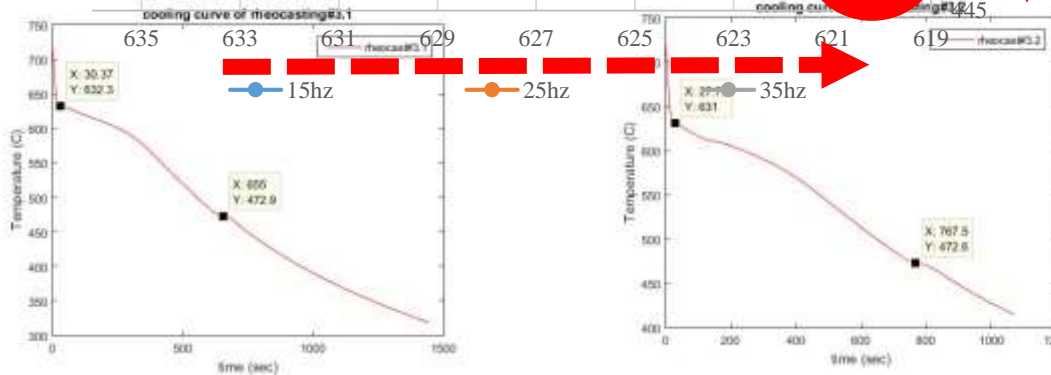
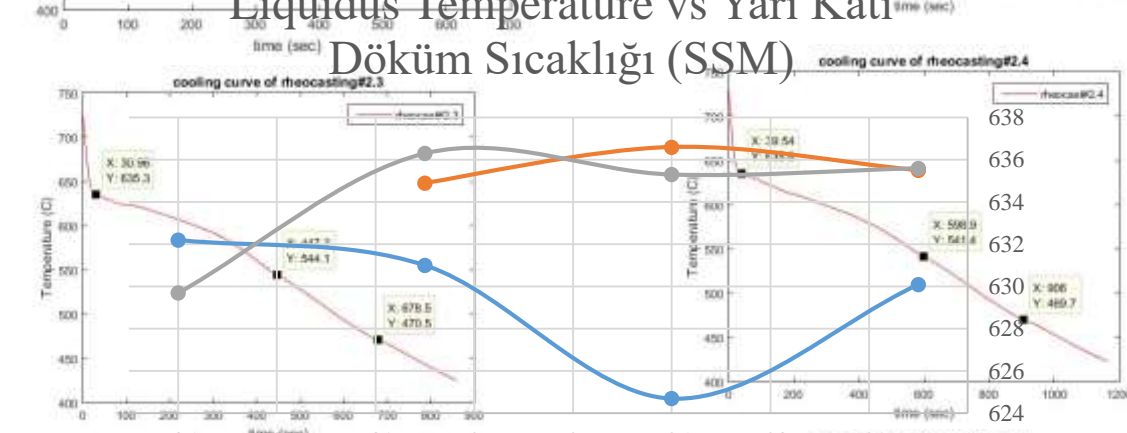
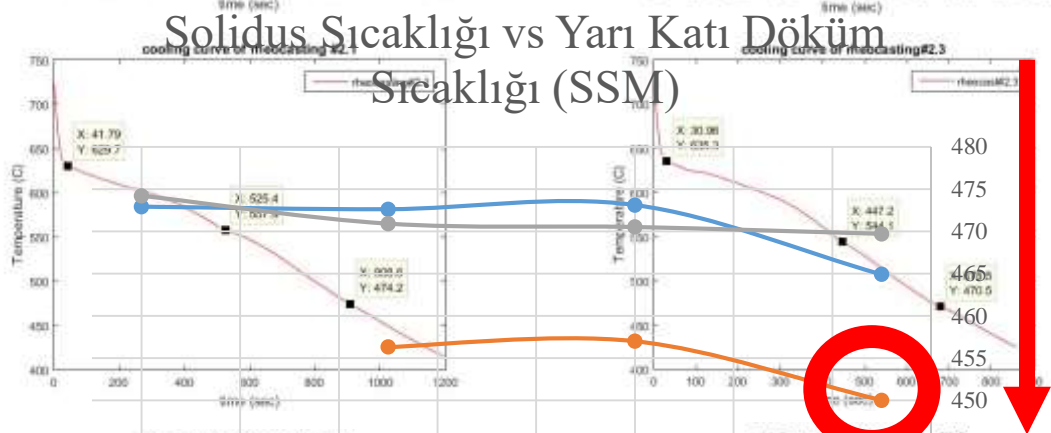


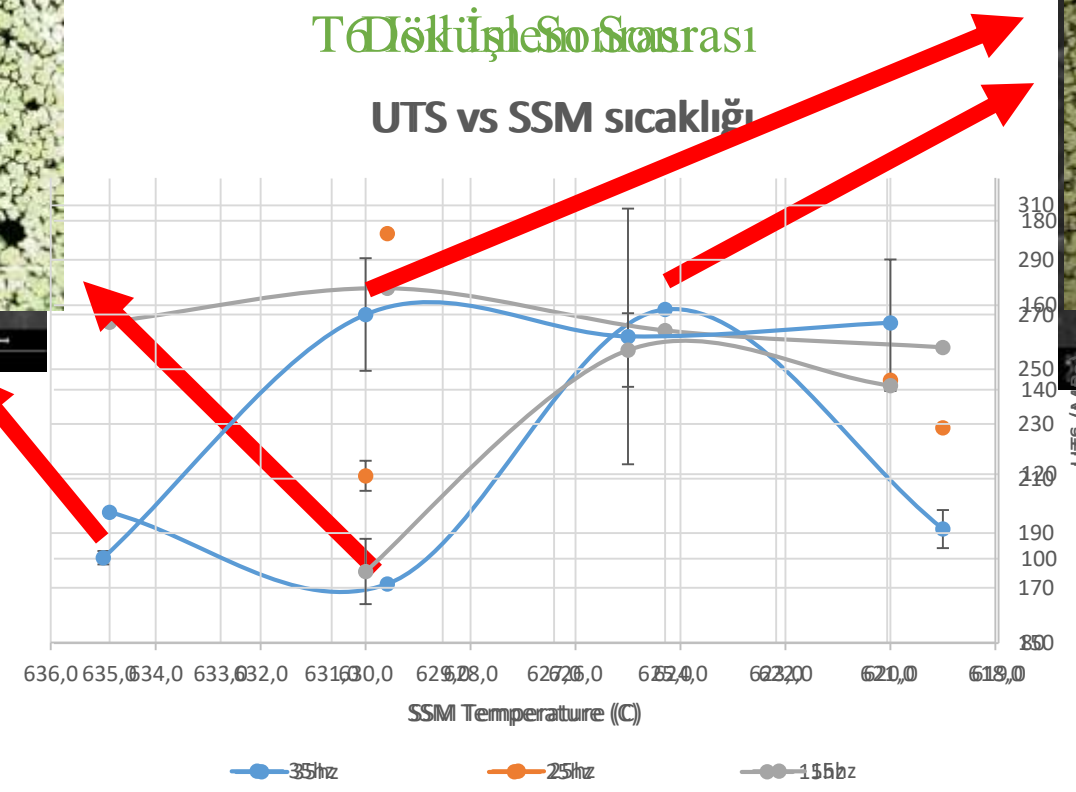
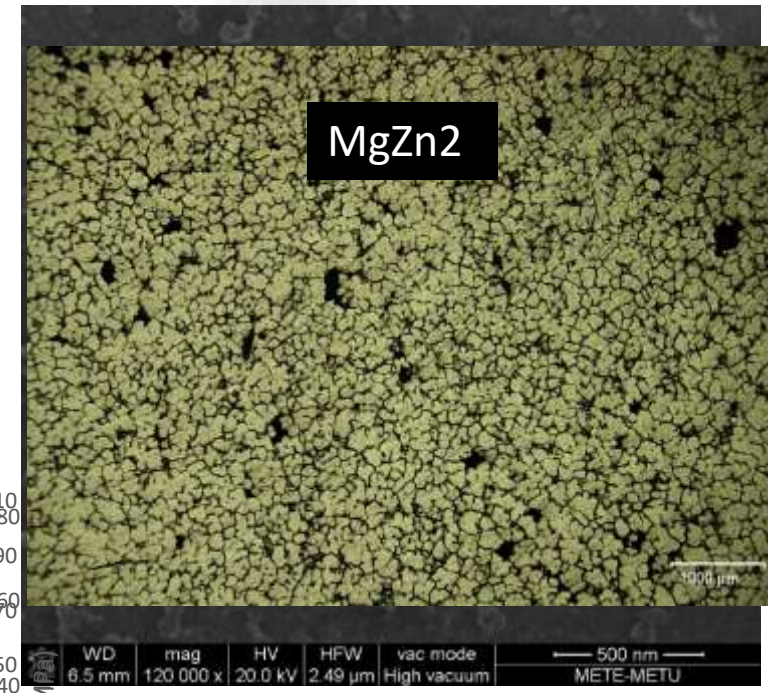


**SSM sıcaklığı düşüş hızı 25hz sıcaklığı 620 SSM sıcaklığında bulundu**



Liquidus Temperature vs Yarı Katı Döküm Sıcaklığı (SSM)

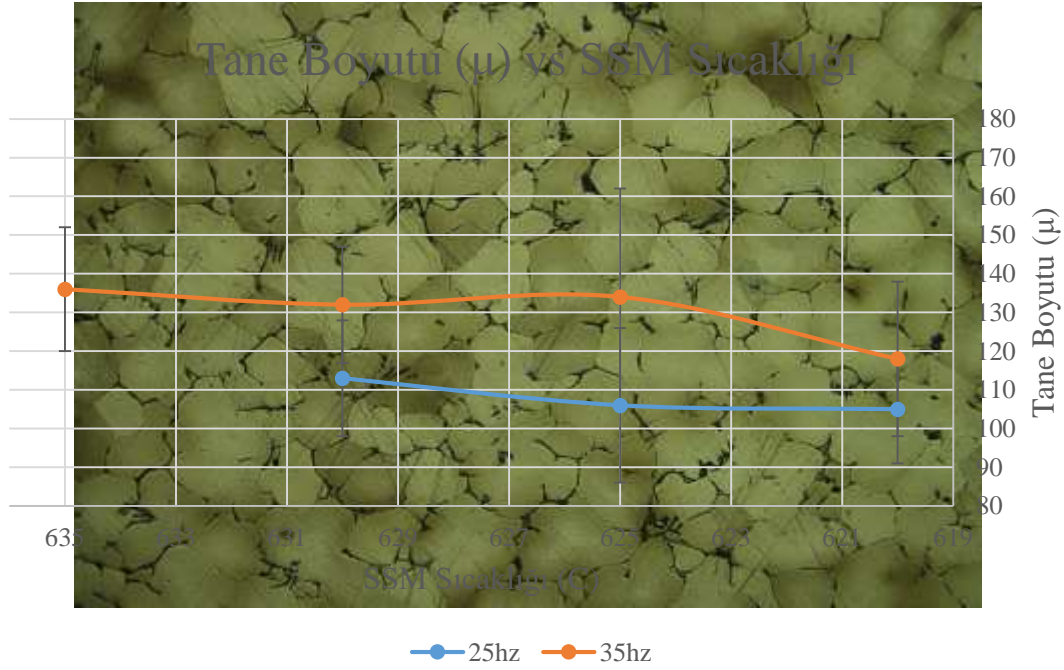




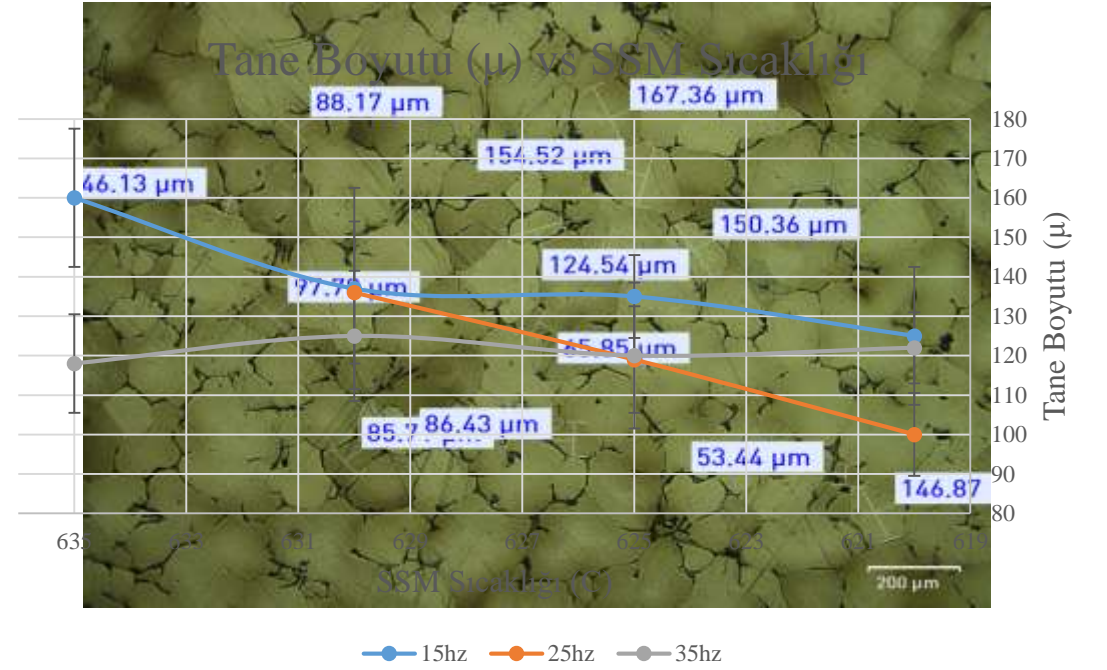


## Tane Boyutu Ölçümü

After T6 Heat Treatment



As Cast







**620 C SSM (Yarı Katı Döküm) sıcaklığı ve 25 hz** frekansında en düşük solidus sıcaklığı ve en ince taneli yapı elde edildi

Buna rağmen, çekme mukavemetlerinde büyük fark gözlemlenmedi  
**620-625-630 C SSM Sıcaklıklarında (UTS≈300MPa)**

Basınçlı ve Sıkıştırılmalı döküm deneylerinde en etkili sonuçlar  
**620 C SSM Sıcaklığı & 25hz** titreşim frekansından bekleniyor (teorik olarak)







- [1] Payandeh, M. (2015). *Rheocasting of Aluminium Alloys: Slurry Formation, Microstructure, and Properties*. Jönköping: Jönköping University, School of Engineering.
- [2] Baucio, M. (1993). *ASM metals reference book*. Materials Park, OH: ASM International.
- [3] Eswara Prasad N, Gokhale Amol A, Wanhill RJH (eds) (2014) *Aluminum–Lithium alloys: processing, properties and applications*. Elsevier Inc., Oxford, UK
- [4] *Standard specification for aluminum and aluminum-alloy sheet and plate*. (1981). Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.
- [5] Aoba, T., Kobayashi, M., & Miura, H. (2017). Effects of aging on mechanical properties and microstructure of multi-directionally forged 7075 aluminum alloy. *Materials Science and Engineering: A*, 700, 220-225. doi:10.1016/j.msea.2017.06.017
- [6] Kumar, P. V., Reddy, G. M., & Rao, K. S. (2015). Microstructure, mechanical and corrosion behavior of high strength AA7075 aluminium alloy friction stir welds – Effect of post weld heat treatment. *Defence Technology*, 11(4), 362-369. doi:10.1016/j.dt.2015.04.003
- [7] 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
- [8] Curle, U. (2010). Semi-solid near-net shape rheocasting of heat treated wrought aluminum alloys. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 20(9), 1719-1724. doi:10.1016/s1003-6326(09)60364-2
- [9] Fang, H., Chao, H., & Chen, K. (2014). Effect of Zr, Er and Cr additions on microstructures and properties of Al–Zn–Mg–Cu alloys. *Materials Science and Engineering: A*, 610, 10-16. doi:10.1016/j.msea.2014.05.021
- [10] Kalkanli A, Yilmaz S, “Synthesis and characterization of aluminum alloy 7075 reinforced with silicon carbide particulates” *MATERIALS & DESIGN* Volume: 29 Issue: 4 Pages: 775-780 Published:2008