

MAGNEZYUM VE ALAŞIMLARININ NİTELİKLERİ

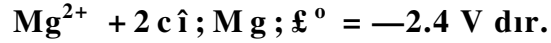
Magnezyum, sınaî kullanımını olan bütün stabil metalların en hafifidir (15°C 'ta özgül ağırlık $d= 1.72$); eşit hacimde alüminyuma ($d = 2.7$) göre üçte bir hafifleme sağlar. Yeni kesilmiş kesiti, gümüş beyazı bir renk arzeder.

Mendeleeff 'ın periyodik cetvelinde II. grup elementi olup metalik nitelikleri alüminyum ve berylyumunkilere göre daha kesindir. Magnezyum daima divalent (iki valanslı) dır.

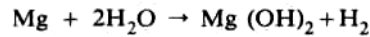
Magnezyumun öbür genel karakteristikleri şöyledir:

700°C'ta özgül ağırlığı.....	1.5 kg/dm ³
Atomik çap	3.20 Å°
Atomik kitle	24.32
Kristal şekli	:.... Altı köşeli prizma
Ergime sıcaklığı.....	651°C
Kaynama sıcaklığı	1100°C
200°C'ta ısı iletkenliği	140 kcal/m. sa.°C
Oda sıcaklığında kitlesel ısı	0.242 kcal/kg.°C
Ergime ısı	56 kcal/kg
Buharlaşma ısı	1400 kcal/kg
Birim uzunluk başına 0'dan 100°C'a kadar genişmesi	25.10 ⁻⁶ /°C
20°C 'ta elektriksel rezistivitesi	4.46 μ w cm ² /cm

Magnezyumun elektrokimyasal potansiyeli



Potansiyelinin yüksek negatif değerine rağmen magnezyum, aşağıdaki reaksiyona göre soğuk suyu, çok yavaş olmak üzere ayrıştırır.



Bunun nedeni, yüzeyinde çok az eriyebilen bir hidroksidin oluşmasıdır. Yukardaki reaksiyonun sıcak suda olması halinde hidrojen daha büyük ölçüde çıkar şöyle ki sıcak suda magnezyum hidroksitin erime kabiliyeti daha yüksektir; bu kabiliyet, magnezyum, sulu bile olsa, asitlerle temasa geldiğinde şiddetli olur.

Magnezyum sadece kuru havada stabildir zira rutubet yüzey oksit filmini gevşetir ve oksijene giriş yolu açar. Safiyeti bozan maddeler (mutat olarak Cl ve Si), korozyona mukavemetini azaltırlar.

Magnezyum şerit ya da tozu kolaylıkla tutuşup büyük ısı ve ışık çıkararak şiddetle yanar ve bu arada bir beyaz oksit tozu hasıl eder:



Günümüzde magnezyumun yanması, işaret fişekleri, yangın bombaları ve izli mermiler gibi askerî amaçlarla kullanılır. İngot veya topak gibi büyükçe kitle halinde tutuşmazsa da ergime sürecinde ani olarak alev alabilir. Bunu önlemek için KCl, NaCl ve MgF₂ ve BaCl₂ gibi başka tuzların bir karışımından oluşan bir dekapanla birlikte ergitilir.

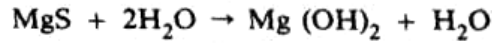
İri parçalar halinde ve sakın havada alev alma sadece ergime noktasının 100°C kadar üstünde vaki olur. Ultra-hafif alaşımların oksii-asetilen kaynağı, alev almaşız mümkün olup bunun kesin kanıtı olmaktadır.

Bileşimleri II. Dünya Savaşı'nda her iki tarafın kullandığı yangın bombasınıninkilerle aynı olan magnezyum esaslı alaşımların mühendislik alanında uygun bulunması şaşırtıcı olabilir. Yangın bombası gövdeleri, daha iyi döküm kabiliyeti sağlamak için ilâve edilen yakl. % 7 alüminyum içerip gerisi Mg dur. Bu alaşımı tutuşturmak için bombanın içi, çarptığı yerde fünye ile ateşlenen termit karışımı(*) ile doldurulur.

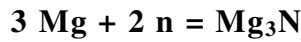
Magnezyum oksit refrakter (ateşe dayanıklı) olup ergime noktası 2500°C 'tır. Bu itibarla ateş tuğlası imalinde geniş ölçüde kullanılır.

Magnezyumun oksijene büyük eğilimi dolayısıyla oksidi sadece yaklaşık 2500°C civarında, karbon tarafından redüklenabilir. Magnezyumun kaynama noktası 1100°C olduğuna göre bunun karbon tarafından redüklenmesinin metal buharı hasil etmesi kolayca anlaşılır.

Magnezyumun kükürde eğilimi, oksijene olanından epey aşağıdır. Magnezyum sülfür suda erir ve kolaylıkla hidrolize olur

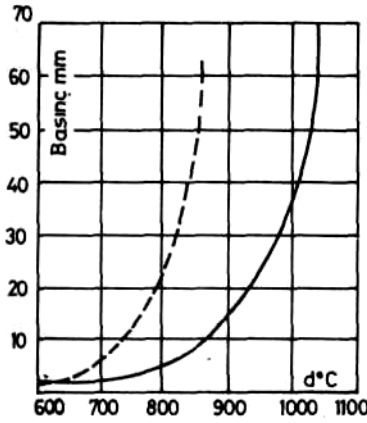


Magnezyumun halojenlere de büyük eğilimi olup magnezyum flüorür ve klorürü çok stabil bileşiklerdir. Soğukta magnezyum azotla bileşmez, ama sıcakta bir nitür hasil eder:



Nitrülenme ergimeden önce, metalin ısıtılma hızına bağlı bir sıcaklıkta başlar.

Bazı araştırmacılara göre magnezyum nitürü, sıvı magnezyum içinde bir miktar eriyebilir; bu eriyebilme sıcaklıkla azalır ve soğumada, nitürün ayrışması ve azot yayını vaki olur. Bu aynı araştırmacının (Elechardus) yaptığı gibi, magnezyumun buhar gerilmelerinde azotun Mg üzerinde reaksiyonu ile meydana gelmiş ürünlerin ayrışma gerilmeleri kıyaslandığında, 651 ile 670°C arasında ergime noktası civarının dışında, nitürün ayrışma gerilmesi, Mg'in buhar gerilmesinden aşağı olduğu görülür. 670°C'in üstündeki sıcaklıklarda nitür, dolayısıyla, metaldan daha stabil olmaktadır (Şekil: 235).



Şekil: 235 — Magnezyum nitürünün ayrışma gerilmesinin (Elechardus) ve magnezyumun buhar gerilmesinin (Hartmann ve Schneider) sıcaklığın fonksiyonu olarak değişmesi.

Magnezyum karbon dioksidi, MgO (magnezi), serbest karbon ve Mg karbürü hasil ederek redükler (Berthelot, Nance). Kuru atmosferde 550°C civarında Mg üzerinde bir siyah filmin oluşmasına götüren bu redükleme, CO₂'in su buharı ile yüklü olması halinde çok daha canlı şekilde gelişir (Elechardus).

Kısaca magnezyum atmosferin ve dökümcülükte kullanılan kumların içerdiği havanın gazları ve su ile reaksiyona girer. Koruyucu dekapanlar ve özel kumların kullanılması suretiyle metalürji ve dökümcülükte alınan tüm önlemler işbu reaksiyonlardan kaçınmak amacına yöneliktir.

Özetle magnezyum çok alçak bir özgün ağırlık ve fevkalâde fazla oksitlenme kabiliyetiyle belirgindir; oksidi, oluşmasıyla birlikte bir büzülmesi de vaki olduğundan koruyucu değildir ve atmosferik etkenlere, özellikle deniz atmosferine az dayanır.

Aşağıda ayrıntılarıyla göreceğimiz gibi, Al ve Zn ve sair metallarla, eriyebilme kabiliyeti sıcaklıkla değişen katı eriyikler ve belli bileşikler oluşturur ve bu sonuncuların erime kabiliyetlerinin sıcaklıkla değişmesi, ısıl işlemi mümkün kılmaktadır. Genel olarak alüminyum mekanik mukavemet ile korozyon dayanımını; çinko, şekil değiştirme kabiliyetini ve elastik sınırı; manganez (% 0.3) korozyon dayanımını (atmosferik etkenlere); zirkonium, mekanik mukavemeti; kadmium, elastik sınırı; serium da ateşe dayanımını artırır. Böylece de Mg-Al-Zn-Mn alaşımları özellikle ilginç olup bunlar uçak tekerleri ve motor karterlerinin (dökme) imalinde kullanılırlar. İlâve elementlerin oranı nadiren % 10-12 yi (ağırlık olarak) geçer ve böylece özgül ağırlığı fazla artırmadan ($d < 2$) "ultra-hafif" alaşımlar alanında kalınır. Çinko oranı çoğu kez "% 3'ün altında kalır. Su verme ve menevişten sonra 26 kg/mm² mukavemet ve % 10 uzama elde edilir.

Piston imali için % 10-12 Cu ve % 2-3 Al içeren Mg-Al-Cu alaşımları kullanılmıştır. Bakır ısıl iletkenliği artırır ve bu alaşımlar dögülebilirler. Pervaneler için daha çok % 9 Al 'lu Mg-Al alaşımları kullanılır; bunlar altı saat süreyle 400°C'ta havada su aldıktan sonra 35 kg/mm²

mukavemet ve % 10 uzama arzederler; iki saat süreyle 200°C'ta menevişten sonra da preste uzatılmış ürünler üzerinde 40 kg/mm² mukavemet ve % 3.5 uzamaya sahip olurlar.

Gerçekten, magnezyum nispeten zayıf bir metal iken, uygun miktarlarda alüminyum, çinko, thorium... içeren alaşımları, çökeltme sertleşmesiyle, önemli ölçüde kuvvetlendirilebilir. Isıl denge diyagramları, işbu çökeltme sertleşmesinin nasıl olması için gerekli olan katı eriyiklikteki değişimleri gösterirler.

MAGNEZYUMUN ALAŞIMLAR OLUŞTURMA KABİLİYETİ

Bir metalin başka metallarla alaşımlar oluşturma ve özellikle katı eriyikler ve metallararası belirgin bileşikler nasıl etme kabiliyeti önemli araştırmalara konu olmuş olup bunlardan çıkan genel kanun ve kaideler büyük açıklıkla magnezyum ve bunun ikili alaşımlarına uygulanır.

Karşı karşıya metalların kristal sistemlerinin etkisi

Sürekli katı eriyiklerin sadece aynı kristal sistemine sahip elementler arasında oluşabileceği çoktan bilinir. Farklı sistemlerde kristallaşmış metallar yaygın, fakat ister istemez, sınırlı katı eriyikler verebilirler.

Buna göre magnezyum için sürekli katı eriyikler, öbür atomik etkenlerin elverişli olmaları halinde, sadece yoğun altıköşeli sisteme ait metallarla öngörülebilir.

Eriyik haline girme kabiliyeti üzerine atomik yarıçapların etkisi

1934'de Hume-Rothery aşağıdaki iki kaideyi açıklamıştır:

a) Atomik yarıçapları %13.5'dan az farkedilen iki metal, göreceli olarak yaygın katı eriyikler nasıl etmek için elverişli koşulda olurlar;

b) Atomik yarıçaplar "% 13.5-14.0'den fazla farkedilen iki metal sadece, çok az yaygın tek bir katı eriyik verebilir.

Böylece de çok yaygın, magnezyumdan yana zengin katı eriyikler Mg-Cd ve Mg-Tl sistemlerinde (kristal sistemleri eş, atomik boyutlar göreceli elverişli) rastlanırken magnezyumda bakır ve germaniumun erime kabiliyetleri pratik olarak sıfırdır (farklı kristal sistemler, göreceli atomik boyutlar elverişsiz).

Oldukça yaygın, magnezyumdan yana zengin katı eriyikler, sınaî önemi olan örneğin Mg-Zn (kristal sistemleri eşit, atomik boyutlar etkisi % 13 mertebesinde, yani Hume-Rothery sınırına yakın) ve Mg-Al (kristal sistemleri farklı, atomik boyutları göreceli olarak elverişli) sistemlerinde rastlanır.

Bunların dışında, atomik çapların göreceli değerlerinin müdahalesiyle tarafından bir metalin magnezyum içinde eriyebilirliği azaltıldığında genellikle bu eriyebilirliğin sıcaklıkla artması eğilimi bulunur ki bu, su verme ve yapısal çökeltme ısıl işlemleri olanaklarını sağlar.

Valans etkeninin katı eriyiklerin yaygınlığı üzerine etkisi

Atomik boyutların Hume-Rothery kaidelerinin belirttikleri koşullarda olmaları halinde, yaygın bir katı eriyikler alanı beklenebilir; ancak bunun için bazı valans koşullarının yerine getirilmesi gerekir.

Atomik boyutlara ait etkenin elverişli olduğu kabul edildiğinde, iki valanslı olan magnezyum, başka iki valanslı metallarla yaygın katı eriyikler verecektir; valanslar arasındaki fark büyüdükçe daha dar sınırlı katı eriyikler meydana gelir.

Alçak valanslı bir metal daha yüksek valanslı olanını eritmede, tersine göre, daha elverişlidir. Bu keyfiyet, örneğin, Al, Ag ve Pb ile gerçek olup bunların üçü de merkezli yüzeyli kübler sisteminde kristallaşırlar ve magnezyumun karşısında atomik boyutlar etkeninin aynı değerini, yani %10'u, az çok haizdirler.

Gerçekten	max. Atomik	
Valans	eriyebilirlik(%)	
Ag	1	3.9
Al	3	11.6
Pb	4	7.8

Magnezium 2 valanslıdır.

Metalların metallararası fazlar verme eğiliminin katı eriyiklerin yaygınlıkları üzerine etkisi (elektrokimyasal etkenin rolü)

Karşı karşıya bulunan metalların, katı eriyiklerinden daha az bir termodinamik potansiyeli haiz metallararası fazlar oluşturma eğilimi artacak olursa, katı eriyikler teşkil etme kabiliyeti azalır. Bundan başka, eriyen ne kadar elektronegatif ve eriten elektropozitif olursa, veya aksi, stabil ara fazlar oluşturma eğilimi daha belirgin olur.

Mendeleef'in periyodik sınıflandırmasında, metalların elektronegatif tabiatı periyodlar içinde her grupta aşağıdan yukarıya ve soldan sağa doğru artar. Bu nedenle magnezium en çok elektropozitif olan sınıflı metallardan biri olup bundan çıkan sonuçlar, Mg-Metal sistemlerinin çoğunda metallararası bileşimlerin varlığı ile katı eriyiklerin yaygınlığına kısıtlayıcı etki olmaktadır.

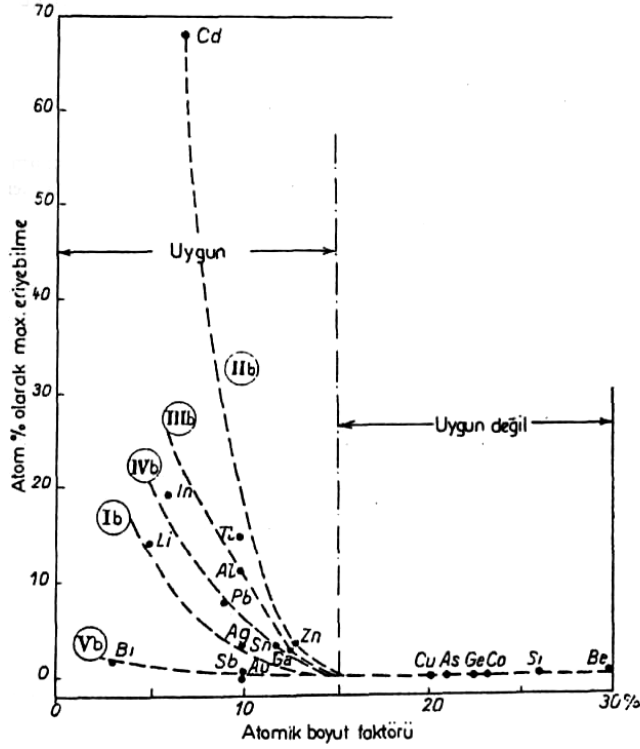
Örneğin Mg-Sb metal çifti ele alındığında, magneziumdan yana zengin katı eriyik nispi atomik boyutların elverişli koşulda olmalarına rağmen az çok sıfırdır: bu, Mg ve Sb'in çok stabil Mg_3Sb_2 iyonik bileşimi oluşturma eğiliminden ileri gelir.

Magnezium, aslında metalların çoğu gibi, aşağıdaki grupların elementleriyle iyonik ya da aynı valanslılıktan ötürü bağlantılı bileşimler oluşturma eğiliminde olacaklardır:

IVB : C, Si, Ge, Sn, Pb

VB : N, P, As, Sb, Bi

VIB : O, S, Se, Te



Şekil: 236 — Mendeleef cetvelinin çeşitli B grupları metallarının magnezyum içinde eriyebilme kabiliyetlerinde atomik boyutların etkisi.

Genel kaide olarak, alaşım elementlerinin ilâvesi, katılma aralığını artırır ve ergime sıcaklığı ile çekmeyi azaltır. Örneğin Mg-Zn alaşımlarında, yaklaşık % 12 Zn oranında genleşme katsayısı sıfır olur (% 2 Zn'le bir maksimumdan geçtikten sonra).

MAGNEZYUM İÇEREN BAŞLICA SINAÎ İKİLİ VE ÜÇLÜ ALAŞIMLAR

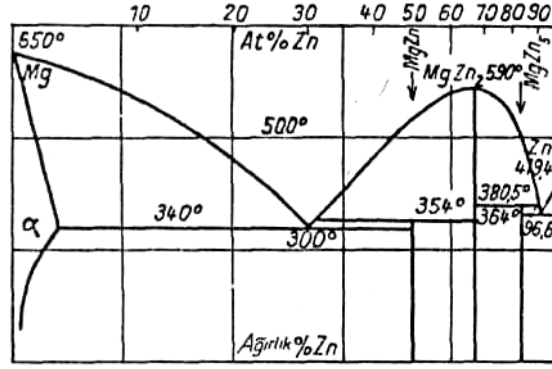
İkili alaşımlar

Magnezyum-çinko sistemi (Şekil 237). Sistem, çoktan beri bilinen uygun ergimeli bir $MgZn_2$ bileşimi ile buna daha sonra eklenmiş bulunan iki yeni bileşim, $MgZn_5$ ve $MgZn$ 'den oluşur.

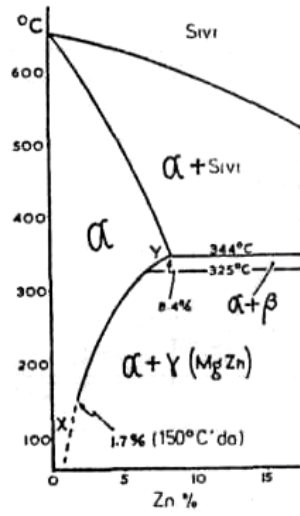
Katı fazlar belli bir homojenlik almaya sahip bulunup bu alan alçak sıcaklıkta az yaygındır.

Çinkonun magnezyum içinde sıcaklığa göre eriyebilme sınırını veren XY eğrisi (Şekil: 238) birçok araştırmaya konu olmuş olup teklif edilmiş eğriler oldukça değişik olmuşlardır.

Pratik olarak Mg-Zn ultra-hafif alaşımların, magnezyumdan yana zengin α katı eriyik dendritleriyle $\alpha + MgZn$ ötektiğinden oluştuğu görülür.

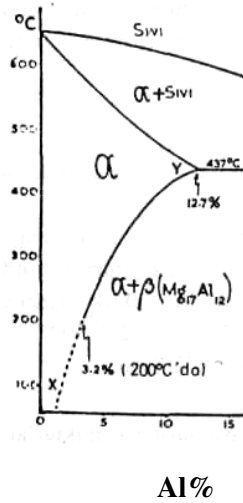


Şekil: 237 — Mg-Zn denge diyagramı.



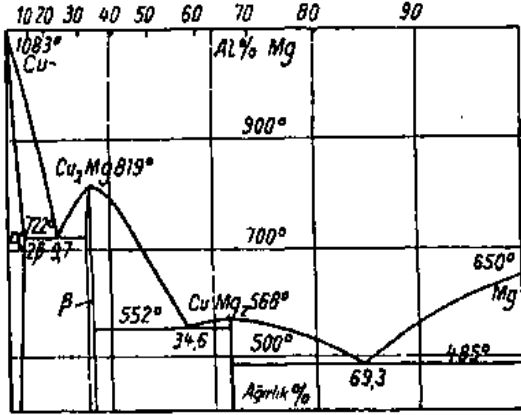
Şekil: 238 — XY boyunca eriyebilme kabiliyetin-ue değişme, çökelme sertleşmesini mümkün kılmaktadır.

Magnezyum-alüminyum sistemi (Şekil 239). Pratik açıdan Mg-Al ultra-hafif alaşımların, magnezyumdan yana zengin α katı eriyik dendritlerinden ve yeterli alüminyum oranında, β kristallerinden oluştuğu görülür. β, α magnezyumu iç yapısını haiz ve muhtemelen de $Mg_{17}Al_{12}$ bileşiminde bir katı eriyik olmalıdır.



Şekil: 239 — Mg-Al denge diyagramının magnezyumdan yana zengin kısmı.

Magnezyum-bakır sistemi (Şekil 240). Sistemde, sırasıyla 568 ve 819°C'ta ergiyen iki Mg_2Cu ve $MgCu_2$ belli bileşik mevcuttur.



Şekil: 240 — Mg-Cu denge diyagramı.

Bakırın magnezyum içinde erime kabiliyetine gelince, bunun fevkalâde zayıf olup ihmal edilebileceği söylenebilir (oda sıcaklığında % 0.02 ve 485 °C ötektik sıcaklığında da % 0.03).

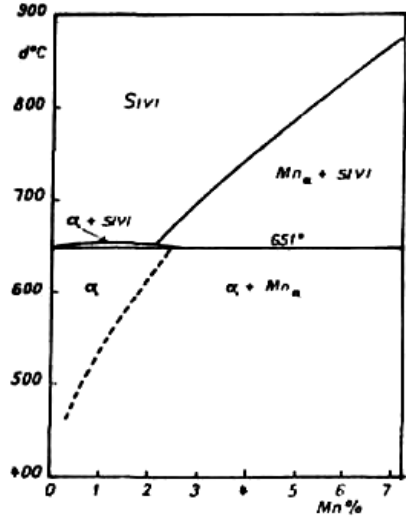
Bu itibarla Mg-Cu ultra-hafif alaşımlar, magnezyum dendritleriyle bir Mg-Mg,Cu ötektiğinden oluşmuşlardır.

Bakırın magnezyum içinde çok zayıf eriyebilme kabiliyetinin bir yakın sonucu, bu ultrahafif alaşım tiplerinin iyi bir elektriksel ve ısıl iletkenliği haiz olmalarıdır.

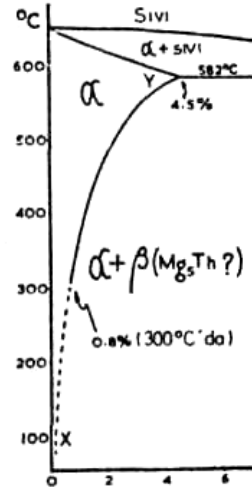
Magnezyum-manganez sistemi (Şekil: 241)

Denge diyagramı henüz bütünüyle tam olarak bilinmiş sayılmaz. % 0 ile 2 Mn arasında likidusla solidusun birbirlerinden ayrılması pratik olarak mümkün değildir. % 2'nin ötesinde, ötektik çizgisi 651°C 'tadır. Manganezin magnezyum içinde eriyebilirliği 651° de % 2.5; 500° de % 0.8 ve oda sıcaklığında da pratik olarak sıfır mertebesinde gibidir.

Bazı magnezyum alaşımlarına az miktarlarda manganez, zirkonium ve "nadir toprak" metaller eklenir. Manganez, gördüğümüz gibi korozyon mukavemetini artırır, zirkonium etkin bir tane incelticidir. Thorium (Şekil: 247) ve nadir toprak metaller, özellikle serium, mekanik mukavemeti daha da artırmakla birlikte alaşıma daha yüksek süneklik sağlar; ama bunların en önemli işlevi, yüksek çalışma sıcaklıklarında artmış sürünme mukavemeti sağlamalarıdır.



Şekil: 241 — Magnezyumdan yana zengin Mg-Mn alaşımları.



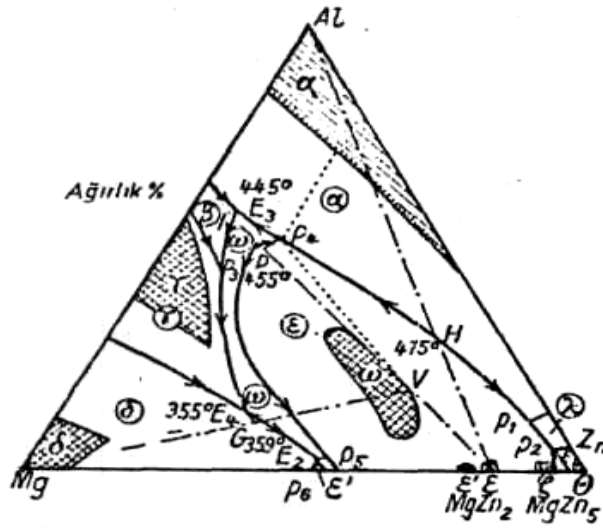
Şekil:242 Mg-Th diyagramı

Üçlü alaşımlar

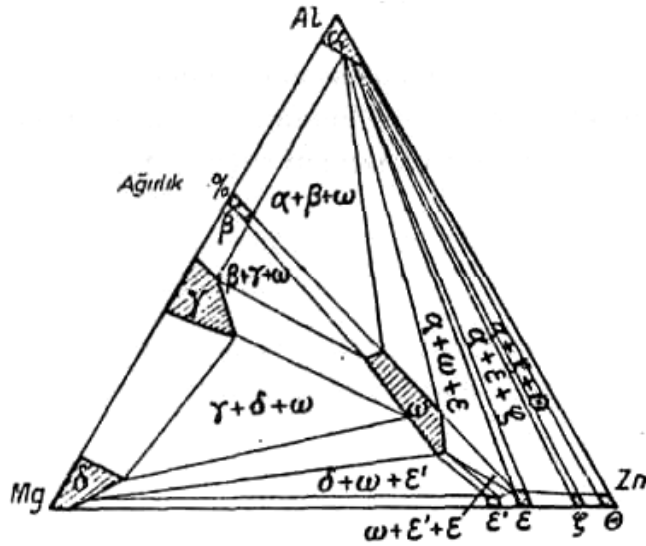
Çok sayıda üçlü denge diyagramı yayınlanmıştır; burada sadece Mg-Al-Zn ve Mg-Al-Cu sistemlerinden kısaca söz edeceğiz.

Magnezyum-alüminyum-çinko sistemi (Şekil: 243 ve 244). Sistem, $Al_2Zn_3Mg_3$ ile temsil edilen ve haylice yaygın bir karma kristaller alanı veren bir w birleşimini içerir. $Al_2Zn_3Mg_3$ birleşimi merkezli kübik sistemde kristallaşır.

Sınaî açıdan, sıcaklıkla enginliği değişken olan bir magnezyumdan yana zengin δ katı eriyik alanının varlığı gözönünde bulundurulacaktır.

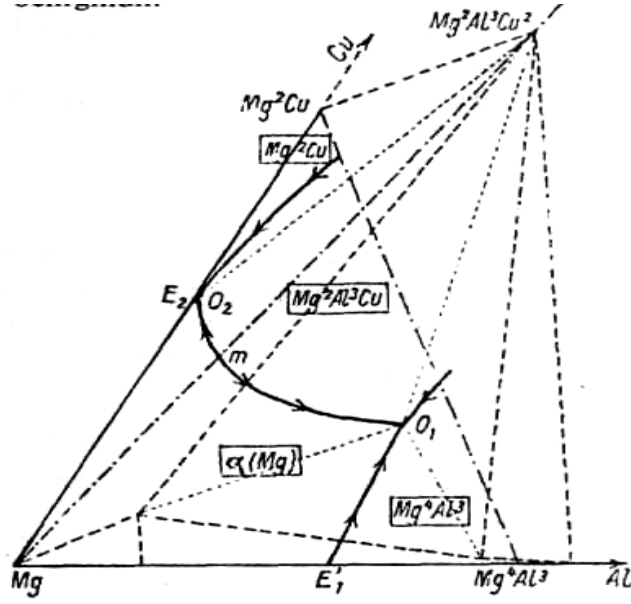


Şekil: 243 — Mg-Al-Zn sistemi alaşımlarının yüzey ve likidusunun çizgileri.

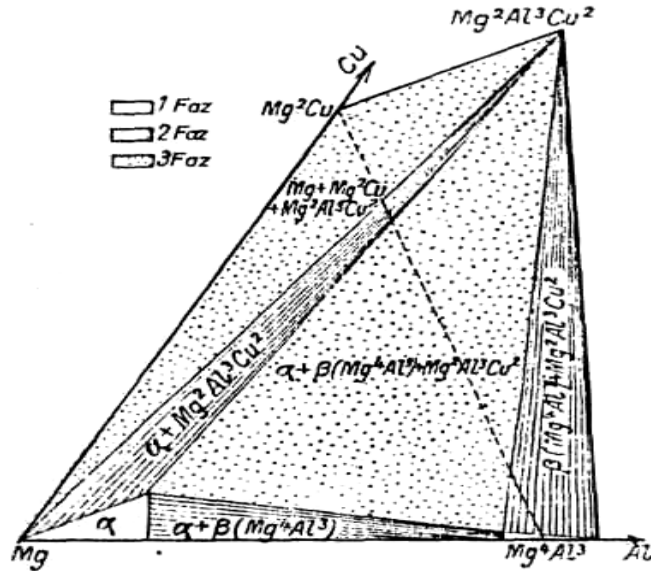


Şekil: 244 — Mg-Al-Zn sistemi alaşımlarının durum alanları.

Magnezyum-alüminyum-bakır sistemi (Şekil: 245 ve 246). Bütünüyle ele alındığında bu diyagram, 8 metallararası ikili ve muhtemelen de 3 üçlü metallararası bileşik içermesi itibariyle hayli çapraşık gibi görünmektedir. Şekil: 223 ve 224, bizi sadece burada ilgilendiren, magnezyumdan yana zengin alaşımların Mg-Mg₄Al₃-Mg₂Cu bölümüyle sınırlı denge diyagramını vermektedir. Bu diyagram, bu bölgede, bir Mg₂-Al₃-Cu₂ formüllü üçlü bir metallararası bileşimle, esasen sıcaklıkla değişken yaygınlıkta olan, magnezyumdan yana zengin üçgen bir α katı eriyik alanı ile belirlenmiştir.



Şekil: 245 — Magnezyumdan yana zengin Mg-Al-Cu alaşımlarının yüzey ve likidus çizgileri.



Şekil: 246 — Magnezyumdan yana zengin Mg-Al-Cu alaşımlarının soğukta karşı karşıya bulunan fazları

Smaî önemi haiz çeşitli ultra-hafif alaşım tipleri

Aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi mutad olarak magnezyuma eklenen alaşım elementleri, Al, Zn, Mn ve özel amaçlar için de Sn, Zr, Ce, Th ve Be dir. Bakır, demir ve nikel, saflığı bozan madde olarak telâkki edilir ve alaşımda en üst korozyon mukavemetinin sağlanması için bunların bir minimumda tutulmaları gerekir.

Magnezyum-alüminyum alaşımları, mekanik karakteristikleri ve korozyona dayanımları itibariyle ilginç olmakta, diyagramın tek bir homogen faz içeren alanında bunlardan

bulunmaktadır. Alüminyum oranı % 3 ile 10 arasında olup daha fazlası alaşımı gevrekleştirir. Al, magnezyumun mekanik mukavemetini, sertliğini ve döküm kabiliyetini artırır.

Bu tipten sınaî alaşımlar çoktan beri bilinmekle (Dow Metal) birlikte hâlâ çok kullanılmaktadırlar. İlerde sözü edilecek homogenleştirme ve sair ısıl işlemler % 7-10 Al 'lu alaşımlara uygulanır.

Magnezyum-çinko ve magnezyum-alüminyum-çinko alaşımları, havacılık endüstrisinde kullanımı genelleşmiş ve "Elektron" ve "Magnuminium" ticarî adlarını taşıyan ve hem dökme, hem de şekillendirilmiş (haddelenmiş, çekilmiş, doğulmuş...) halde bulunan alaşımlardır. Aşağıdaki tablolarda bunların karakteristikleri verilmiştir.

Çinko, alüminyumla birlikte, % 3'e kadar bulunur ve tuzlu su korozyonuna dayanımı artırır ve saflığı bozan bakır ve demirin zararlı etkilerini telâfi eder. Aşırı çinko oranı, MgZn₂ birleşimi oluşması dolayısıyla, gözeneklilik ve gevreklik hasil eder.

Bir örnek olarak Mg + % 4 Al + % 3Zn alaşımını verelim. Kuma dökülmüş halde kopma muk. R = 17-20 kg/mm²; uzama A = % 4-6 verir. Kokil dökümünde ise R = 20-23 kg/mm² ve A = % 6-10 olur. Mg + % 3 Al + % 1Zn alaşımı, preste şekillendirmeye R = 25-29 kg/mm²; A = % 15-17 gibi karakteristikler arzeder.

Magnezyum-bakır ve magnezyum-alüminyum-bakır alaşımları. Magnezyumdan yana zengin bir üçgen katı eriyik alanının varlığı dolayısıyla ikili kullanım bölgesi ayrılacaktır:

Magnezyum alaşımlarının bileşimleri (Amerikan)

Alaşım	Şekil	Al	Mn min.	Zn	Zr	Nadir toprak	Th	Co max.	Si max.	Cu max.	Ni max.	Fe max.	Diğer max.
AM 100A	PMC	4.3-10.7	0.10	0.30 max	—	—	—	—	0.30	0.10	0.01	—	0.30
AZ 31B	W	2.5-3.5	0.20	0.6-1.4	—	—	—	0.04	0.10	0.05	0.005	0.005	0.30
AZ 31C	W	2.4-3.6	0.15	0.5-1.5	—	—	—	—	0.10	0.10	0.03	—	0.30
AZ 61A	W	5.8-7.2	0.15	0.4-1.5	—	—	—	—	0.10	0.05	0.005	0.005	0.30
AZ 63A	PMSC	5.3-6.7	0.15	2.5-3.5	—	—	—	—	0.30	0.25	0.01	—	0.30
AZ 80A	W	7.8-9.2	0.12	0.2-0.8	—	—	—	—	0.10	0.05	0.005	0.005	0.30
AZ 81A	PMSC	7.0-8.1	0.13	0.4-1.0	—	—	—	—	0.30	0.10	0.01	—	0.30
AZ 91A	DC	8.3-9.7	0.13	0.35-1.0	—	—	—	—	0.50	0.10	0.03	—	0.30
AZ 91B	DC	8.3-9.7	0.13	0.35-1.0	—	—	—	—	0.50	0.35	0.03	—	0.30
AZ 91C	PMSC	8.1-9.3	0.13	0.4-1.0	—	—	—	—	0.30	0.10	0.01	—	0.30
AZ 92A	PMSC	8.3-9.7	0.10	1.6-2.4	—	—	—	—	0.30	0.25	0.01	—	0.30
EK 30A	PMSC	—	—	0.3 max	0.20 min	2.5-4.0	—	—	—	0.10	0.01	—	0.30
EK 41A	PMSC	—	—	0.3 max	0.40-1.0	3.0-5.0	—	—	—	0.10	0.01	—	0.30
EZ 33A	PMSC	—	—	2.0-3.1	0.50-1.0	2.5-4.0	—	—	—	0.10	0.01	—	0.30
HK 31A	WPMS	—	—	0.3 max	0.40-1.0	—	2.5-4.0	—	—	0.10	0.01	—	0.30
HM 21A	W	—	0.45-1.1	—	—	—	1.5-2.5	—	—	—	—	—	0.30
HM 31XA	W	—	0.45-1.1	—	—	—	2.5-4.0	—	—	—	—	—	0.30
HZ 32A	PMSC	—	—	1.7-2.5	0.50-1.0	0.10 max	2.5-4.0	—	—	0.10	0.01	—	0.30
K 1A	SC	—	—	—	0.40-1.0	—	—	—	—	—	—	—	0.30
M 1A	W	—	1.20	—	—	—	—	0.30	0.10	0.05	0.01	—	0.30
TA 54A	W	3.0-4.0	0.20	0.3 max	—	—	—	—	0.30	0.05	0.01	—	0.30*
ZE 10A	W	—	—	1.0-1.5	—	0.12-0.22	—	—	—	—	—	—	0.30
ZE 41A	PMSC	—	0.15 max	3.5-5.0	0.40-1.0	0.75-1.75	—	—	—	0.10	0.01	—	0.30
ZH 62A	PMSC	—	—	5.2-6.2	0.50-1.0	—	1.4-2.2	—	—	0.10	0.01	—	0.30
ZK 20A	W	—	—	2.0 approx	0.45 approx	—	—	—	—	—	—	—	0.30
ZK 51A	PMSC	—	—	3.6-5.5	0.50-1.0	—	—	—	—	0.10	0.01	—	0.30
ZK 60A	W	—	—	4.8-6.2	0.45 min	—	—	—	—	—	—	—	0.30
ZK 60B	W	—	—	4.8-6.2	0.45 min	—	—	—	—	—	—	—	—
ZK 60XB	W	—	—	4.8-6.5	0.45 min	—	—	—	—	—	—	—	0.30
ZK 61A	PMSC	—	—	5.5-6.5	0.6-1.0	—	—	—	—	0.10	0.01	—	0.30

PMC Kokil dökümü W Şekillendirilmiş
PMSC Kokil ve kum dökümü DC Pres döküm

—Al + Cu ≤ % 6 olduğu karma kristallar alanı içinde bulunan alaşımlar; bunların mekanik karakteristikleri Al-Mg alaşımlarinkilerin aynı olmakla birlikte korozyon dayanımları hissedilir ölçüde daha azdır;

—% 8 ≤ Al + Cu ≤ % 12 ve bakır oranının % 8 ilâ 12 mertebesinde olduğu alaşımlar Mg dendritleri ile bir üçlü ötektikten oluşurlar (Şekil: 245 ve 246); bunlar üçlü katı eriyik dendritleri içermeyip böylece iyi bir ısıl iletkenliği haizdirler; bu nedenle de patlamalı motor pistonlarının imali hususunda dikkatleri üzerlerinde toplamışlardır. Yüksek bakır oranlarına rağmen bu alaşımlar dögülebilir; ancak bakır ilâvesinin magnezyumun özgül ağırlığını oldukça artırmak ve alternatif harekette pistonun uğradığı atalet etkilerinden ileri gelen güç kayıplarını yükseltmek gibi sakıncaları vardır. Mg-Al-Cu alaşımlarıyla gerçekleştirilmesi mümkün bazı karakteristik örnekleri şunlardır:

- Mg + % 3 Al + % 3 Cu:
- Kum dökümü : R = 12-14 kg/mm²; A = % 4
- Haddeden çekme: R = 22-24 kg/ mm² A = % 15-16
- Mg + % 3 Al + % 9 Cu:
- Kum dökümü : R = 12-14 kg/mm²; A = % 2-3
- Haddeden çekme : R = 25-26 kg/mm²; A = % 8

Manganezli alaşımlar'da, özellikle alüminyumun varlığında, manganezin magnezyum içinde erime kabiliyetinin çok sınırlı olduğunu görmüştük. Manganez Mg-Al ve Mg-Al-Zn alaşımlarına, mekanik mukavemet niteliklerine zarar vermeden korozyon dayanımı ve kaynak kabiliyetini artırmak için % 0.5 den az eklenir. % 1.2 manganezli bir ikili alaşım ise, daha iyi kaynak kabiliyeti ve sıcak şekillendirme karakteristikleri elde etmek için, mekanik mukavemetten özveride bulunularak, kullanılır.

Korozyon dayanımının artması, parçaların yüzeyinde bir MnO₂ oksidinin oluşması ve alaşımın hidrojen potansiyelinin artması nedeniyledir.

Silisyum, magnezyumda erimezse de alaşımın sertliğini artıran Mg₂Si birleşimini hasıl eder. Aşırı gevrekleşmeden kaçınmak için mutad olarak % 0.30'un altında tutulur.

Kalay magnezyum içinde 650°C'ta yakl % 15'e kadar erir. Bu erime kabiliyeti oda sıcaklığında β fazının (Mg₂Sn) çökmesiyle hızla azalır. Bir Mg-Al-Mn alaşımına % 5 kalay ilâvesi ona iyi çekiçle dögülme kabiliyeti verir.

Yeni ultra-hafif alaşım tipleri

Bunlar Mg-Al-Cd, Mg-Al-Ag, Mg-Ce ve Mg-Zn-Zr alaşımlarıdır.

1. Grup. Magnezyum-alüminyum-kadmium alaşımları.

Mg + % 8 Al + % 8 Cd bileşimindeki alaşım, örneğin, sıcakta haddelenmiş halde $R = 35 \text{ kg/mm}^2$, $A = \% 14$ ve soğukta haddelenip 4 saat 100°C 'ta tavllanmış halde $R = 40 \text{ kg/mm}^2$, $A = \% 12$ gibi karakteristikler sağlar.

2.Grup. Magnezyum-alüminyum-gümüş alaşımları

Bunların arasında Mg + % 5.8 Al + % 2.5 Ag ve küçük manganez ve kalsium ilâveleri yapılmış alaşım şekillendirilmiş ve bir saat 350°C 'ta tavllanmış halde $R = 33 \text{ kg/mm}^2$, $A = \% 7.2$ verir.

3.Grup. Magnezyum-serium alaşımları

Bu alaşımlar sıcakta, 300°C 'a kadar ilginç mekanik karakteristikleri muhafaza ederler. Oysa ki magnezyum ve alaşımlarının çoğunukiler, sıcaklıkla hızla düşer.

Örneğin Mg + % 10 Ce + % 1.5 Co ve Mn:

$^\circ\text{C}$	R (kg/mm ²)	A (%)
20	29.4	0
100	20.0	2.4
300	11.4	152.0

Ancak bunlar çok zayıf sürünme sınırına sahiptirler.

4. Grup. Magnezyum-çinko-zirkonium

Bunlar genelde Mg + % 0.6 - 0.7 Zr + % 3-5 Zn alaşımlarıdır. Zirkonium, imalât sırasında ZrCl_4 klorür şeklinde ithal edilir.

Bu alaşımların sıcakta plastik şekil değiştirmeleri kolay olup dökümden önce fazla ısıtma ile tane inceltmesiz (ilerde söz edilecek) ve daha sonra ısıtma işlemi olmadan bu alaşımlar, % 18-20'lere varan kopma uzamaları ve mutlak $R = 35 \text{ kg/mm}^2$ mertebesinde bir kazanç sağlarlar. Şimdi "Elektron" ve "Magnuminium" serilerinde bazı örnekler verelim.

1. Magnezyum esaslı dökme alaşımlar

- % 8.0 Al + % 0.3 Mn + % 0.7 Zn : dökümden çıktığı gibi (% 0.1) akma sınırı $Y = 77.2 \text{ N/mm}^2$ $R = 139 \text{ N/mm}^2$, $A = \% 2.0$. Tam ısıl işlemlili (380°C 'ta 8 saat ve sonra 16 sa 410°C 'ta eriyik işlemi, 10-12 sa 190°C 'ta çökeltme sertleşmesi): $Y = 97.3 \text{ N/mm}^2$; $R = 210 \text{ N/mm}^2$; $A = \% 2.0$
- % 10.0 Al + % 0.3 Mn + % 0.7 Zn: Kokil dökümü. $Y = 116 \text{ N/mm}^2$; $R = 201 \text{ N/mm}^2$; $A = \% 2.0$. Tam ısıl işlemlili (390°C 'ta 8 sa ve sonra 16 sa 410°C 'ta eriyik işlemi. 8 sa 200°C 'ta çökeltme sertleşmesi.)
- % 4.5 Zn + % 0.7 Zr : Dökümden çıktığı gibi $Y = 121 \text{ N/mm}^2$; $R = 232 \text{ N/mm}^2$ $A = \% 10.0$. Tam ısıl işlemlili (dökümden çıktığı gibi kullanılabilir veya, herhangi bir ön eriyik işlemi yapılmadan 12 sa. 170°C 'ta çökeltme sertleşmesi uygulanır.)
- % 4.2 Zn + % 0.7 Zr + % 1.2 nadir topraklar: Dökümden çıktığı gibi $Y = 92.7 \text{ N/mm}^2$; $R = 170 \text{ N/mm}^2$; $A = \% 5$. Tam ısıl işlemlili (2 sa 320°C 'ta eriyik işlemi. 10 sa 170°C 'ta çökeltme sertleşmesi) $Y = 131 \text{ N/mm}^2$ $R = 216 \text{ N/mm}^2$; $A = \% 4$.
- % 3.5 Zn + % 0.7 Zr + % 3.2 nadir topraklar: Stabilize-homogenleştirilmiş (dökümler 12 sa 170°C 'a ısıtılarak "stabilize" edilirler. Mukavemetlerini 200°C 'a kadar muhafaza ederler) $Y = 84.9 \text{ N/mm}^2$; $R = 167 \text{ N/mm}^2$; $A = \% 5.0$
- % 0.7 Zr + % 3.2 Th : Isıl işlemlili (2 sa 565°C 'ta eriyik işlemi ve 16 sa 205°C 'ta çökeltme sertleşmesi). $Y = 100 \text{ N/mm}^2$; $R = 208 \text{ N/mm}^2$; $A = \% 8.0$

2. Magnezyum esaslı şekillendirilmiş alaşımlar:

- % 1.5 Mn : haddelenmiş $Y=92.7 \text{ N/mm}^2$; $R=201 \text{ N/mm}^2$; $A=\%5$
çekilmiş $Y=123 \text{ N/mm}^2$; $R=232 \text{ N/mm}^2$; $A=\%4$
- %3.0 Al + %0.3 Mn + %1.0 Zn : tavlanmış $Y=108 \text{ N/mm}^2$; $R=247 \text{ N/mm}^2$; $A=\%12.0$
haddelenmiş $Y=154 \text{ N/mm}^2$; $R=278 \text{ N/mm}^2$; $A=\%8.0$
- %6.0 Al + %0.3 Mn + %1.0 Zn : döğme $Y=154 \text{ N/mm}^2$; $R=278 \text{ N/mm}^2$; $A=\%8.0$
çekilmiş $Y=139 \text{ N/mm}^2$; $R=216 \text{ N/mm}^2$; $A=\%8.0$
- %10 Zn + %0.7 Zr : haddelenmiş $Y=154 \text{ N/mm}^2$; $R=247 \text{ N/mm}^2$; $A=\%8.0$
- %3.0 Zn + %0.7 Zr : haddelenmiş $Y=170 \text{ N/mm}^2$; $R=263 \text{ N/mm}^2$; $A=\%8.0$
çekilmiş $Y=216 \text{ N/mm}^2$; $R=309 \text{ N/mm}^2$; $A=\%8.0$
- %1.0 Mn + %3.0 Th : haddelenmiş $Y=216 \text{ N/mm}^2$; $R=278 \text{ N/mm}^2$; $A=\%10.0$