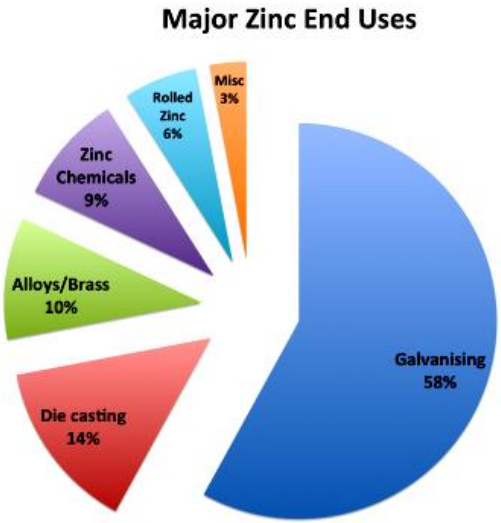
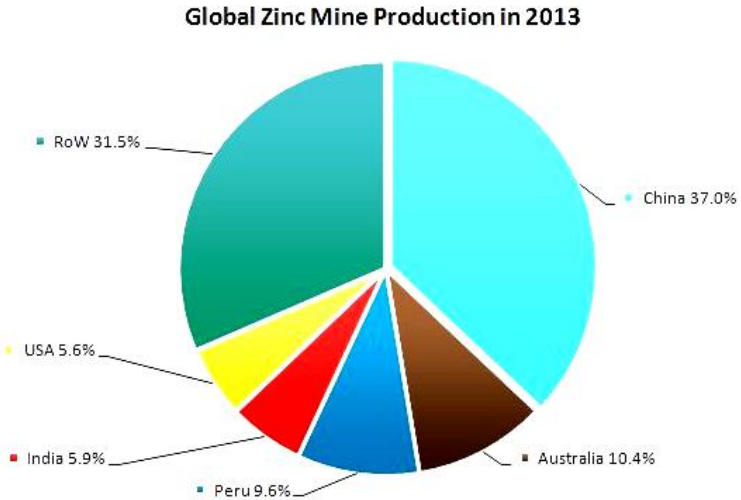
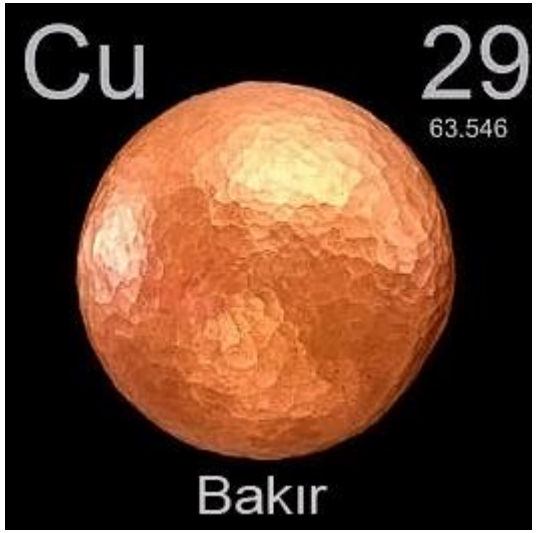
Demirdışı Metaller
ÇİNKO

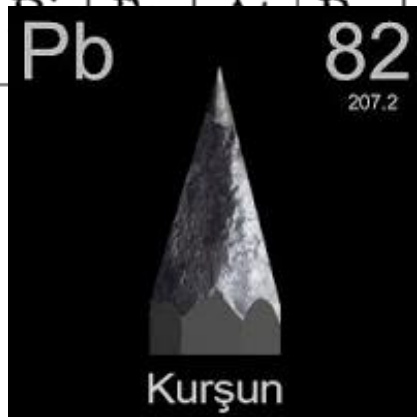




1-Birincil Metaller



																H	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al											Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La†	H						Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb			
Fr	Ra	Ac‡															



Çinkonun Tarihçesi

Milattan önce 1500 de çinliler ve hintliler çinkoyu ayrı bir metal olarak biliyorlardı ancak ilk üretildiğinde tam olarak bilinmiyordu. 1637'de yazılmış bir kitapta çinliler hava geçirmez bir potada yığınsal olarak ürettikleri çinkoyu anlatmıştı. Hindistan'da bulunan çinkonun ergitmeyle üretiminden kalan artıklar çinkonun 1300 lerin başlarında üretildiğini onaylamaktadır. Romalılar, yunanlılar ve tüm batı milattan önce 8000 de mücevher yapımında kullanılan pirinçin nasıl yapıldığını bilmelerine rağmen metalik çinko bilinmiyordu. O zamanlar pirinç çinko içeren bakır cevherlerinin ergitilmesiyle üretiliyordu. Bu yöntem 1800'lerde sonlandı ve pirinç ergitme işlemi ortaçağda pirinç cevherlerinin bulunduğu bölgelerde (Almanya, Avusturya) gelişti.

Çinkonun Tarihçesi

Kimyacılar temel olark altının eldesiyle uğraşırlarken bu simitsonit (bakırlı çinko cevheri) ile de ilgilenmelerine yol açtı. Çünkü bu cevher altın rengindeydi.

Çinko kelimesinin, ilk kez kullanılması 1500 lerde görülmüştür. Tam olarak kelimenin kökeni açık olmamasına rağmen en yüksek olasılık ise kelimenin Almanca "Zinke" den yani fırının altındaki bir bölgenin adından geldiği düşünülmekte. İkinci olasılık ise persçe taş anlamına gelen "seng" kelimesinden geldiğidir.

Çinkonun endüstriyel olarak kitlesel üretimi ilk kez ingiltere'de 1720 de yapılmıştır.

Almanya'da çinko endüstrisi 1798'de yatay sistemle ilk kez bakır ergitme yöntemini kullanmıştır.

Zengin çinko revervlerine sahip olan Abd 1840'da çinko üretim tesislerini kurmuş ve 1907'ye kadar en büyük üretici konumundaki Almanya'dan birinciliği almıştır.

En eski anti-korozyon prosesi olan daldırarak galvanizleme işlemi Fransa'da 1826 yılında yapılmıştır.

Çinkonun Kimyasal Özellikleri

Korozyon: Zn oda sıcaklığında kuru hava ile çok az reaksiyona girer ancak karbon diaksot içeren nemli havada daha ileri korozyonu engelleyen gri renkli hidritlenmiş Zn karbonat tabaka oluşur. 200 C'nin üzerindeyse çok hızlı olarak oksitlenir. Çinko seyreltik sülfürik asit hariç çoğu minerel asiti ve alkaliler tarafından korozyona uğratılır. Çinkonun deniz suyundaki elektrot potansiyeli -1.1 V dur. Demirin elektrot potansiyeli -0.68 V kadar yüksek olduğu için çinko Fe-Zn galvanik çiftinde anot olarak davranır. Dolayısıyla demiri korunan katot yapar.

Amerikan Galvanizciler Birliği:"Çinko çelik için gizli servis gibidir, demire karşı bir korozif etek olduğunda mermi olur." demektedir.

Çelik için koruyucu tabaka olarak kullanımı Zn'nin en geniş kullanımıdır. Çinkonun kurban anot olarak çeliğe çok güçlü bir şekilde yapışması onu diğer boyama ve soy metallere göre daha etkili bir aday yapmaktadır.

Galvanic Series of Metals in Seawater

Metals and Alloys	Corrosion Potential (volts DC ref. Ag/AgCl)			
Magnesium and Magnesium Alloys	-1.60	to	-1.63	anodic - active
Aluminum - Anode	-1.10			
Zinc	-0.98	to	-1.03	
Aluminum Alloys	-0.76	to	-1.00	
Mild Steel (clean & shiny)	-0.60	to	-0.71	
Mild Steel (rusted)	-0.20	to	-0.50	
Cast Iron (not graphitized)	-0.60	to	-0.71	
Stainless steels	-0.46	to	-0.58	
Stainless Steel, Type 316 (active in saltwater)	-0.43	to	-0.54	
Aluminum Bronze (92% Cu, 8% Al)	-0.31	to	-0.42	
Copper	-0.30	to	-0.57	
Naval Brass (60% Cu, 39% Zn)	-0.30	to	-0.40	
Yellow Brass (65% Cu, 35% Zn)	-0.30	to	-0.40	
Red Brass (85% Cu, 15% Zn)	-0.30	to	-0.40	
Muntz Metal (60% Cu, 40% Zn)	-0.30	to	-0.40	
Admiralty Brass (71% Cu, 28% Zn, 1% Sn)	-0.28	to	-0.36	
Aluminum Brass (76% Cu, 22% Zn, 2% Al)	-0.28	to	-0.36	
Silicone Bronze (96% Cu max, 0.80% Fe, 1.5% Zn, 2.00% Si, 0.75% MN, 1.60% Sn)	-0.26	to	-0.29	
90% Cu, 10% Ni	-0.21	to	-0.28	
75% Cu, 20% Ni, 5% Zn	-0.19	to	-0.25	
Lead	-0.19	to	-0.25	
70% Cu, 30% Ni	-0.18	to	-0.23	
Stainless steel, Type 304 (passive)	-0.05	to	-0.10	
Stainless steel, Type 316 (passive)	-0.00	to	-0.10	
Titanium	+0.06	to	-0.05	
Platinum	+0.25	to	+0.19	
Carbon, Graphite, Coke	+0.30	to	+0.20	cathodic - noble

Çinkonun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Çinko c/a oranı 1.856 olan HSP kristal yapıya sahiptir. Bu c/a oranı 1.633 olan ideal değerden çok büyüktür. Dolayısıyla c yönündeki atomlararası mesafe a yönündekinden çok büyüktür ve bu onu yüksek derecede anizotrop yapmaktadır. (0001) düzlemi içerisindeki bağlar c ekseni boyunca olandan daha güçlüdür. Kriyojenik şartlarda çinko tek kristali (0001) kırılma yüzeyinden çok rahat bir şekilde ayrılır.

Yüksek saflıktaki çinko oda sıcaklığında sünek iken düşük saflığa sahip çinkoyu çatlak oluşmadan deforme etmek zordur. %99 saflığa sahip tizcari çinko en yüksek 110 MPa çekme mukavemeti göstermektedir.

Çinko oda sıcaklığında difüzyon aktif prosestir ve saf çinko oda sıcaklığında gözle görülür derecede sürünmeye uğramaktadır. Oda sıcaklığında yüklemeye karşı elastik olmayan şekilde karşılık verdiği için tasarımda dikket edilmelidir. Yüksek saflıktaki çinkonun oda sıcaklığında soğuk işleminin tavlanması saniyeler içerisinde başlar. Birkaç saat içerisinde toparlanma ve yeniden kristallenme işlemi tamamlanır. Oda sıcaklığında sürünme mukavemetini geliştirmek için alaşımlar formule edilmeye çalışılır.

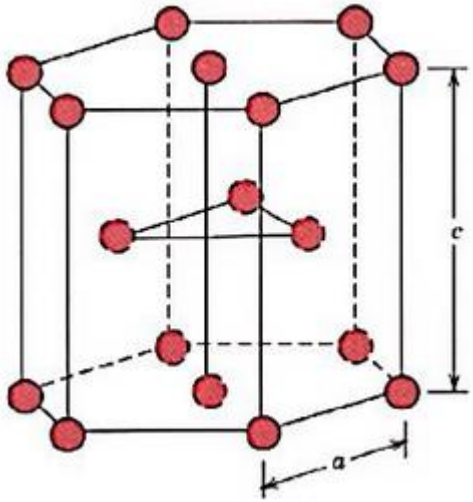


TABLE 19.1 Selected Room-Temperature Properties of Group 12 Metals with a Comparison to Cu

Property	Zn	Cd	Hg	Cu
Valence	+2	+2	+1, +2	+1, +2
Crystal structure at 20°C	HCP	HCP	Rhombohedral (hR1)	FCC
Density (g/cm^3)	7.14	8.65	13.53	8.92
Melting temperature (°C)	420	321	−39	1085
Boiling temperature[a] (°C)	907	765	357	2570
Thermal conductivity (W/m·K)	113	93.5	8.2	399
Elastic (Young's) modulus (GPa)	70[b]	55	25[c]	130
Coefficient of thermal expansion (10^{-6} m/m·°C)	39.7	30.8	61	16.5
Electrical resistivity (μΩ·cm)	5.9	6.8	95.8	1.7
Cost ($/kg), large quantities	0.80	1.30	5.20	2

[a] Temperature at which vapor pressure equals 1 atm.
[b] Pure Zn is anelastic at room temperature; the 70-GPa elastic modulus is valid only for very brief time intervals.
[c] Liquid at room temperature; bulk modulus.

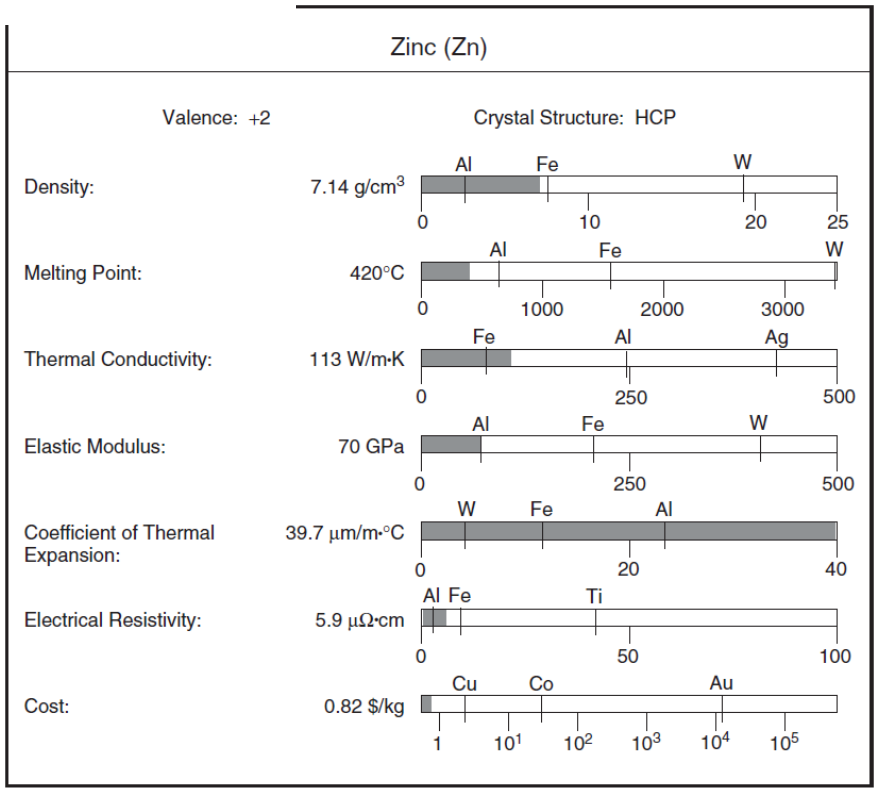


Fig. 19.1 Physical properties of Zn.

Zn kaynakları ve Rafinasyon Yöntemleri

Çinko cevherleri çoğunlukla Pb ve Cd mineralleri ile beraber bulunan ZnS şeklindedir. Cu, Ag ve Mn içeren mineraller genellikle Zn ile beraberdir. Zn cevherleri tipik olarak birçok ticari değerli minerallerin kompleks karışımlarıdır. Bu yüzden kırma, öğütme ve flotasyonla çeşitli cevherlerden ayrılmaları gerekmektedir. ZnS' yi indirgemek zor olduğundan ZnO'e dönüştürmek için kavurma işlemi yapılır. Karbon ZnO'i metalik çinkoya indirgemek için sıcaklığın çinkonun kaynama noktasının üzerinde olması gerekiyor. İndirgeme esnasında oluşan buhar fazındaki çinkonun yoğunlaştırılması işleminde çinkonun bir kısmı ince toz şeklinde oluşur. Bu toz çoğunlukla "mavi toz" olarak adlandırılır. Mavi toz ilk önceleri istenmeyen artık ürün olarak düşünülürdü ancak günümüzde birçok uygulamada kullanılmak üzere üretilmektedir.

Zn tozları çeliği korozyondan korumak amacıyla boyamada kullanılıyor.

Değerli metal üretiminde Au ve Ag nin siyanürden çökeltilmesinde kullanılıyor.

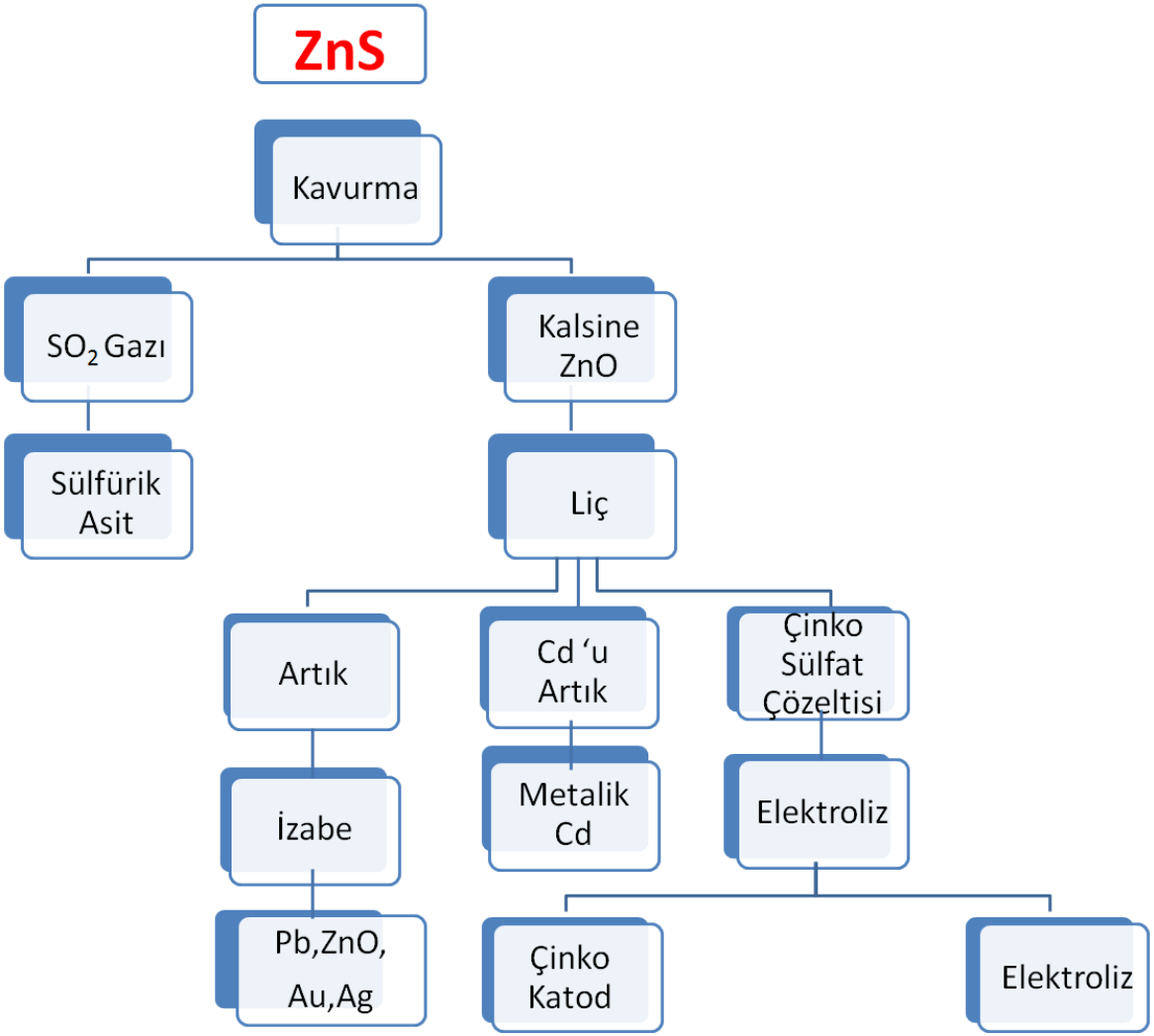
Mavi toz, Alkali ve Ag-Zn pillerde elektrot olarak kullanılıyor.

Kaba taneli Zn tozları patlayıcı malzeme üretiminde, göz yaşartıcı gazlarda, sis bombalarında ve havai fişeklerde kullanılmaktadır.

Petrol sanayinde katalizör ve yoğunlaştırcı ajan olarak kullanılıyor.

Kağıt endüstrisinde, tekstilde beyazlatıcı olarak ve nitrobenzen üretiminde kullanılıyor.

Zn kaynakları ve Rafinasyon Yöntemleri



Zn ‘nin Elektroliz Yoluyla Elde Edilmesi

Zn Üretimi:

Yöntemin amacı, mümkün olduğu kadar yabancı elementlerden arındırılmış bir çinko sülfat çözeltisinin oluşturulması ve elektroliz yolu ile çinkonun çözeltiden elde edilmesidir. Metallerin yeryüzünde bulunma sıklığı sıralamasında bakır ve nikel arasında 24.sırada yer alan Çinko’nun üretiminin % 90’dan fazlası sülfürlü cevherlerden sağlanmaktadır. Diğer bir cevherleşme türü de oksitli cevherlerdir. Metal kazanımı açısından sülfürlü çinko konsantreleri kavurma yoluyla işlendikten sonra elde edilen kalsine (ZnO), klinkerleştirme (yoğunlaştırma) işlemi sonunda çinko üretim prosesinin I. adımını teşkil eden liç işleminde sülfürik asit ile çözümlendirilmektedir. Çinko ve diğer meteller (demir, arsenik, antimuan, bakır...) çözeltiye alınırlar. Demir oksitlenir ve çözeltinin nötr hale gelmesiyle aluminyum oksit ve arsenik ile beraber çökelir. Elde edilen sülfat çözeltileri bunları çöktürdükten sonra çinko tozu ile yapılan sementasyon [II. Adım] (pH ~ 3-5) işlemi sonunda çözeltiye geçmiş olan empürirtelerden (Cd, Ni, Co, Cu) arındırılmaktadır. Çözelti biraz daha saflaştırılmış olarak elektroliz hücrelerine gönderilir. Çinkonun elektrolitik redüksiyonu empüritelere son derece hassas bir işlem olup çok temiz bir çözelti gerektirir. Elektrolizden önceki çözümlendirme ve çözelti temizleme kademelerinde çinkonun bu özel durumunu gözetme zorunluluğu vardır. Temizlenmiş ve iletkenliğinin yüksek olması için asitlendirilmiş ZnSO4 çözeltilerinden elektrolitik redüksiyon (redüksiyon elektrolizi) [III. Adım] yoluyla çinko kazanımı gerçekleştirilmektedir. Elektrolitik redüksiyonda katotta ve anotta meydana gelen reaksiyonlar aşağıda verilmiştir.

$$Zn^{2+} + 2e^- = Zn^\circ \text{ (katot)} \qquad -0.76\ V$$

$$SO_4^{2-} + H_2O = SO_4^{2-} + 2H^+ + 2e^- + \tfrac{1}{2}\,O_2 \text{ (anot)} \qquad 1.23\ V$$

$$\text{Toplam } Zn^{2+} + SO_4^{2-} + H_2O = Zn^\circ + SO_4^{2-} + \tfrac{1}{2}\,O_2 + 2H^+ \qquad 1.99\ V$$

Zn ‘nin Elektroliz Yoluyla Elde Edilmesi

Kavurma:

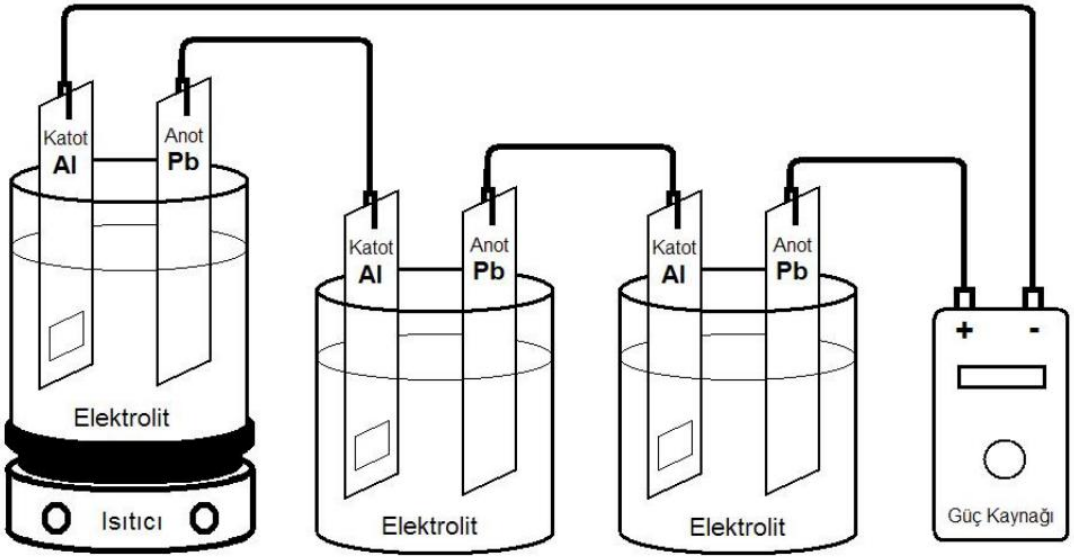
Çinko sülfür, pratik olarak seyreltik sülfürik asit içerisinde çözünmediğinden birinci kademenin başlıca gayesi çinko sülfürü kolaylıkla çözebilen çinko oksit haline dönüştürmektir. Bütün sülfürleri oksit haline getirebilen bir kavurma ancak yüksek sıcaklıklarda elde edilebilir. Kavurma işleminde oluşan gazların ısısından, genellikle bu gazları kayıp ısı kazanlarından geçirmek suretiyle istifade edilir. Bu kazanlardan elde edilen buhar liç dairesindeki elektroliti ısıtmak için kullanılır. Kavurma fırını gazının ihtiva ettiği kükürt dioksit genel olarak sülfürik asit üretimi için kullanılır.

Zn ‘nin Elektroliz Yoluyla Elde Edilmesi

Elektroliz:

Elektroliz için kullanılan hücreler, genel olarak kurşun astarlı tahta kutulardır. Bazı tesisler, hücrelerin yapımında “prodorit” kullanırlar. Bu malzeme , tank biçiminde yapılmış ve tellerle takviye edilmiş asfalt, zift, kuvars ve çakıl karışımından ibarettir. Elektrotların sayısı boyutları tesisin kapasitesine göre değişir. Genel olarak anotlar kurşundan, katotlar ise aluminyum veya çinkodan imal edilmiştir.

Tatbik edilen işlemin randımanı, katotlarda toplanmış olan metal miktarının teorik olarak açığa çıkması gerekli metal miktarına olan oranı ile belirlenir. Bu miktar genel olarak %90 mertebesindedir. Bu durumu etkileyen faktörler; çözeltinin saflığı, birikme süresi, çinkonun aside olan oranı ve çözelti sıcaklığıdır. Çözelti sıcaklığının kontrolü önemli bir fonksiyondur. İstenmeyen elementlerin akım verimi üzerine olan etkisi sıcaklığın yükselmesi ile doğru orantılıdır. Sıcaklık herbir hücrede mevcut ısı soğutmalı kurşun sargılar yardımıyla 35-40 C arasında muhafaza edilir.

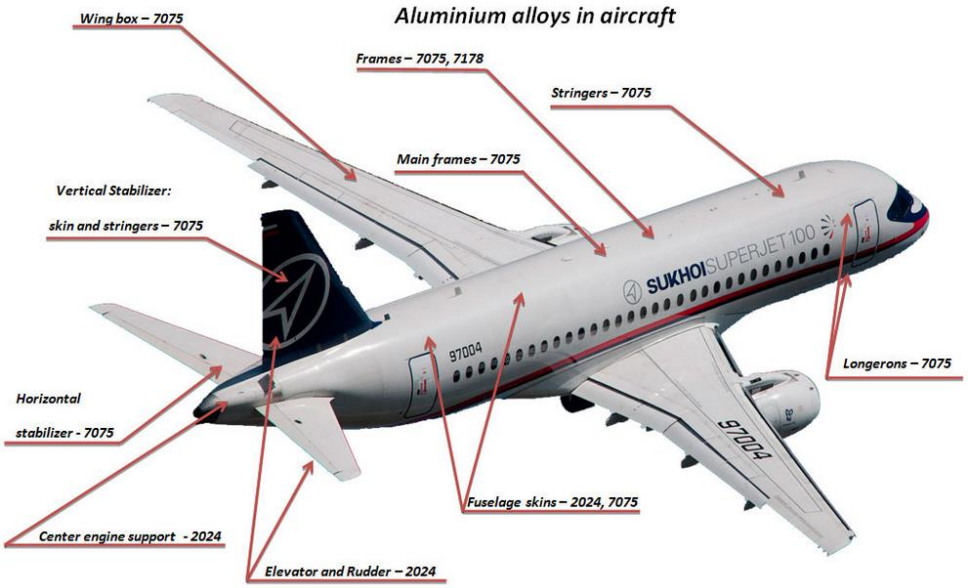


Çinkonun Uygulama Alanları

Korozyon direnci, düşük ergime noktası ve ucuz oluşu çinkonun mühendislik uygulamarında geniş alan bulmasına neden olmaktadır. Demir-çelik endüstrisinde koruyucu olarak çok düşük maliyetli kullanımı önem arz etmektedir. Dünya çinko üretiminin yarısından fazlası demirli alaşımların kaplanmasında kullanılmaktadır. Çinko kalıp döküm alaşımları, Al kalıba döküm ve polimerler arasında bir maliyete ve mukavemete sahiptir. Bu özellikleri birçok uygulamada tercih edilmesine yol açmaktadır. Yılda 50 milyon adet kalıba döküm çinko parçası üretilmektedir. Bunların yanında çinko 7000 serisi aluminyum alaşımlarında ve pirinçlerde temel alaşım elementidir.

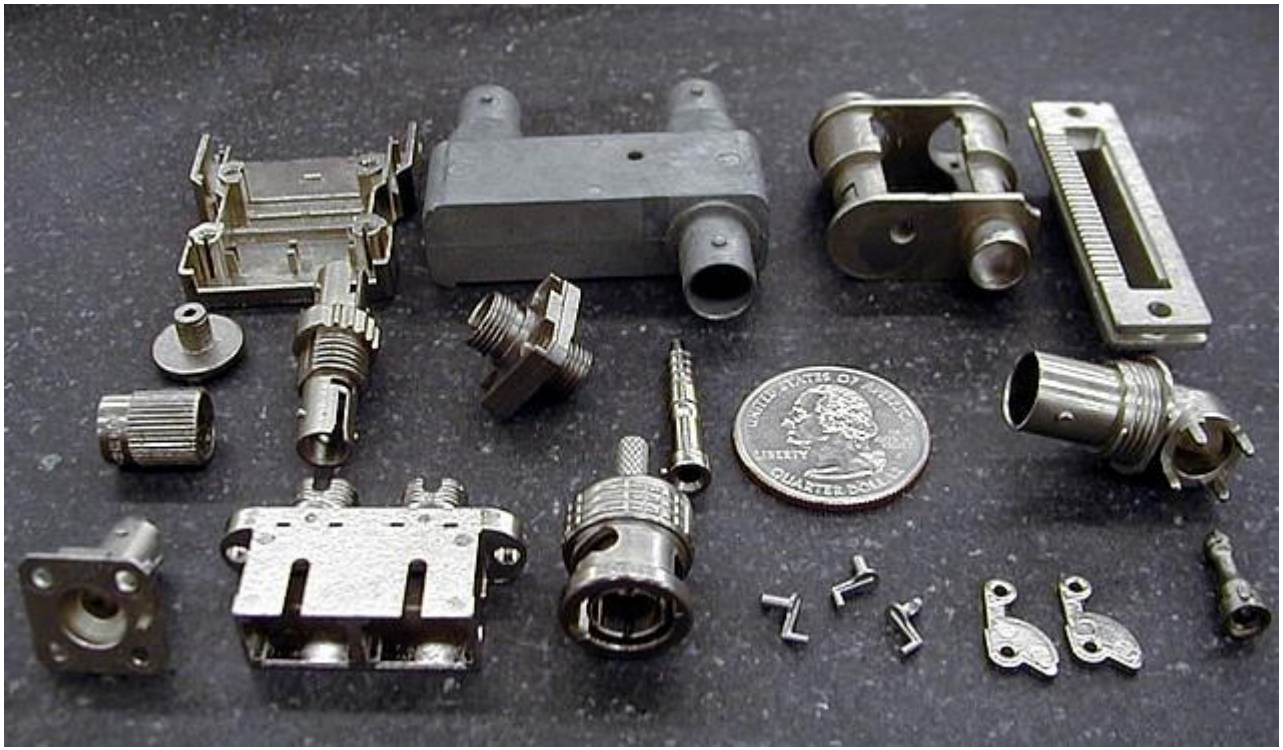
Diğer Metallere Alaşımlama Elementi Olarak Zn

Çinkonun diğer metallerde çözünürlüğü genel olarak düşüktür ancak iki çok önemli demirdışı metal olan Al ve Cu da yüksek çözünürlük gösterir. Pirinçler, %1-50 arasında çinko içeren Cu-Zn alaşımlarıdır. Pirinç insanoğlu tarafından kullanılan ilk alaşımlardandır ve yüksek mukavemet, kolay şekillendirilebilirlik, korozyon direnci, etkileyici rengi ve makul bir fiyata sahip olması onun günümüze kadar populerliğini korumasını sağlamıştır. Çinko üretiminin yaklaşık %10'u pirinç endüstrisinde kullanılmaktadır. Aluminyum çinkoda yüksek çözünürlüğe sahiptir ve 7000 serisi aluminyum alaşımları için çökelti sertleştirici olark davranmaktadır. Bu alaşımlar ağırlıkça %6' ya Zn içerir ve bütün ticari aluminyum alaşımlarında en yüksek mukavemete sahip olandır. Uçak ve otomobil endüstrisinde çok geniş kullanım alanı vardır. Magnezyum alaşımları ve lehimleme alaşımları için de kullanışlı bir mukavemetlendiricidir.



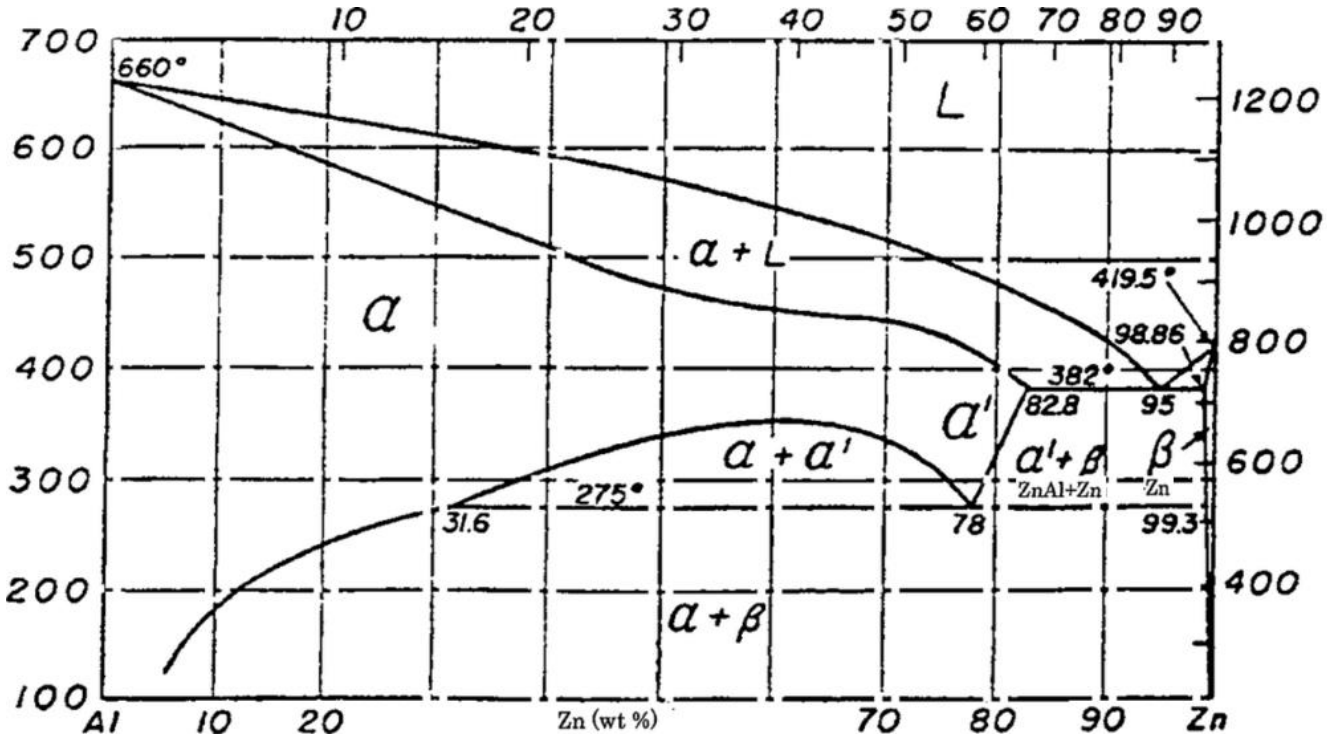
Kalıba Döküm Zn Alaşımları

Çinko alaşımlarının kalıba dökümüne yönelik ilk girişimler başarısız olmuştur. 20. yüzyılın başlarında ticari saflıktaki Zn kalıba döküm için kullanıldı ve üretim prosesinde başarıya ulaşıldı. Ancak servis süresi tanelerarası korozyandan dolayı birkaç hafta kadar kısa bir süreydi. Pb ve Sn nin çinkodaki çözünürlükleri neredeyse yok gibiydi ve dökümde tane sınırlarına çökelerek nemli atmosferde hızlı bir şekilde galvanik korozyona neden olmaktaydılar. 1920 ‘lerde tanelerarası korozyon problemini çözebilmek adına endüstride kalıba döküm için %99.99 saflıkta Zn kullanılmaya başlandı. Bugün, basınçlı döküm ile Al ve Mg dökümlerden daha ucuz ve enjeksiyon ile üretilmiş polimer parçalardan daha dayanıklı Zn parçalar üretiliyor.



Kalıba Döküm Zn Alaşımları

En çok kullanılan basınçlı döküm alaşımları Al-Zn sistmindeki 382 C'deki ötektik alaşımlardır. Aluminyum ergiyik çinkonun çelik kalıplar ve parçalar üzerine olan korozif etki hızını düşürüyor. %4.3 den fazla Al içeren alaşımlardan kaçınılmalı çünkü ötektiğe yakın aluminyum içeriği kırılma tokluğunu düşürmektedir. Zn-Al kalıba döküm alaşımlarına yaşlandırmadaki mukavemeti artırmak için çoğunlukla %0.25-3.5 arasında bakır eklenmektedir. Ancak bakır kırılma mukavemetini düşürmekte ve döküm sonrsı yaşlanma sırasında büyük boyut değişimlerine neden olmaktadır. Maksimum %0.08 Mg, Pb ve Sn gibi tanelerarası korozyona neden olan elementlerin etkisini azaltmaktadır.



Kalıba Döküm Zn Alaşımları

Basınçlı döküm karmaşık şekilli parçalar ve büyük miktarda üretim için çok uygundur. Çinko basınçlı döküm delikli parçalar içeren elektronik cihazların dış çerçevelerinin yapımında kullanılıyor. Birçok parçadan oluşmuş tasarımlar tek kademede Zn basınçlı döküm ile yapılarak hem kesme-birleştirme işlemlerinden hem de yüksek döküm maliyettinden kurtulunmasını sağlıyor. Büzülme oranı aluminyumun kalıba dökümündekinden çok daha azdır. Ayrıca çinko alaşımlarını ergitmek için gerekli sıcaklığın düşük olması enerji maliyetlerinin az ve kalıp ömrünün daha uzun olmasını sağlıyor. Kalıba döküm Zn-%4 Al alaşımlarının akma mukavemeti 220-240 Mpa arasında ve Cu içerenlerinin maksimum çekme mukavemetleri 280-380 Mpa arasındadır. Çekme uzaması tipik olarak %8-16 arasındadır. Kırılma tokluğu oda sıcaklığında görece iyi fakat sıfırın altında çok keskin bir düşüş göstermektedir. Bu alaşımların sürünme dayanımı yüksek saflıkta Zn içerenlerden çok daha yüksektir. Ancak yinede Figür 19.7 den görüldüğü gibi Zn-Al alaşımlar aktadırlar.

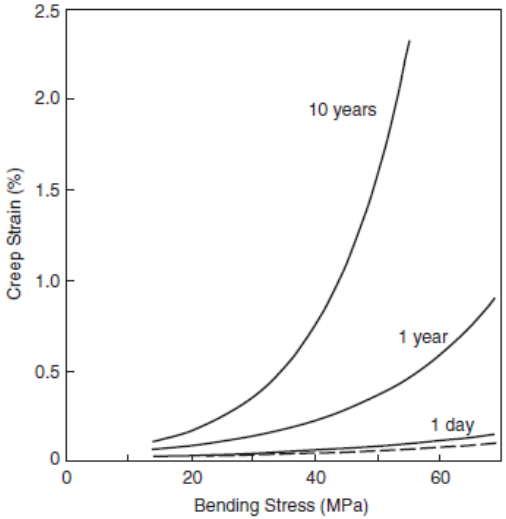


Fig. 19.7 Bending creep strain versus stress at 25°C of Zn–4% Al die casting alloy (Alloy 3) with composition 3.8 to 4.3% Al, 0.25% maximum Cu, 0.02 to 0.06% Mg, 0.10% maximum Fe. The dashed line is the instantaneous elastic response to loading. (Adapted from Kelton and Grissinger, 1946.)

Plastik Şekillendirilmiş Zn Ürünler:

Çinko ürünlerin yaklaşık %10'u plaka, folyo ve tel şeklinde haddelenerek üretilmektedir. %0.05 Cd ve %1 Pb içeren Zn alaşımları, C-Zn pillerinin batarya kutularının ince saçları için kullanılıyor. Zn-%0.8Cu alaşımlar bir cent üretiminde kullanılıyor. Çatı ve oluk yapımında kullanılan Zn alaşımlarının sürünme direnci ticari saflıktaki Zn dan çok daha yüksektir.

Plastik Şekillendirilmiş Zn Ürünler:

Metal, $TiZn_{15}$ ve ε-ZnCu intermetalikleri tarafından mukavemetlendiriliyor. Katılaşma sırasında bu intermetalikler tane sınırlarında oluşuyor ve uzunlamasına ince partiküller üretmek için haddeleme işlemiyle kırılıyor. Sıcak haddelemeyle yeniden kristallenen tane sınırlarında $TiZn_{15}$ intermetalikleri dağılıyor.; bu partiküller yeteri kadar ince ve tane sınırı korozyonundan kaçınmak için süreksiz olmalıdır.

Isıl işleme ve haddelemeye uygun olan Zn-Cu-Ti alaşımı oda sıcaklığında 115 Mpa yük altında yılda sadece %1-2 sürünme gerinmesi gösteriyor. Bu sürünme davranışı saf çinkonunkinden 2 kat daha iyi ve ticari saflıkta aluminyumunki kadar iyidir.

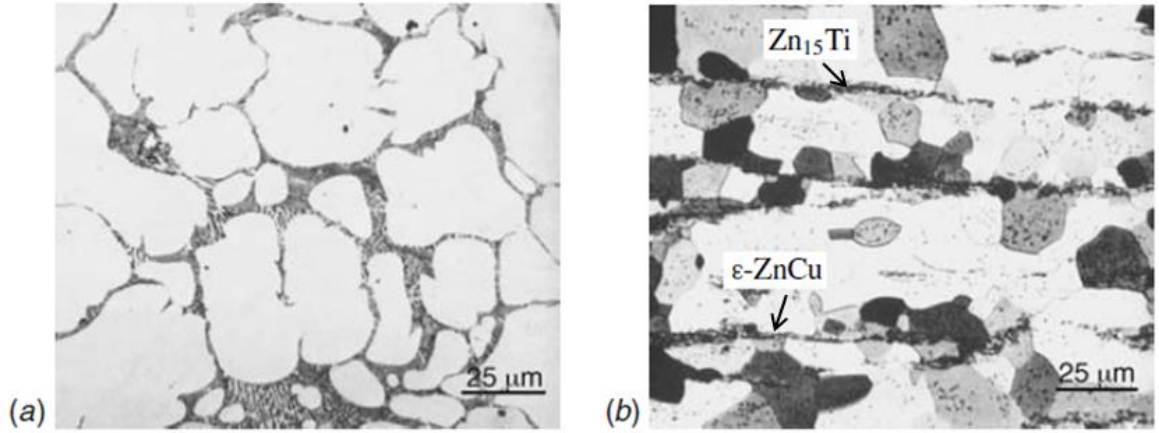


Fig. 19.8 Zn–1% Cu–0.1% Ti wrought alloy (*a*) as-cast and (*b*) after hot rolling to break up $Zn_{15}Ti$ and ε-ZnCu intermetallic phases and distribute them throughout a recrystallized grain structure. (From Morgan, 1985, p. 174; with permission.)

Zn Bileşikleri

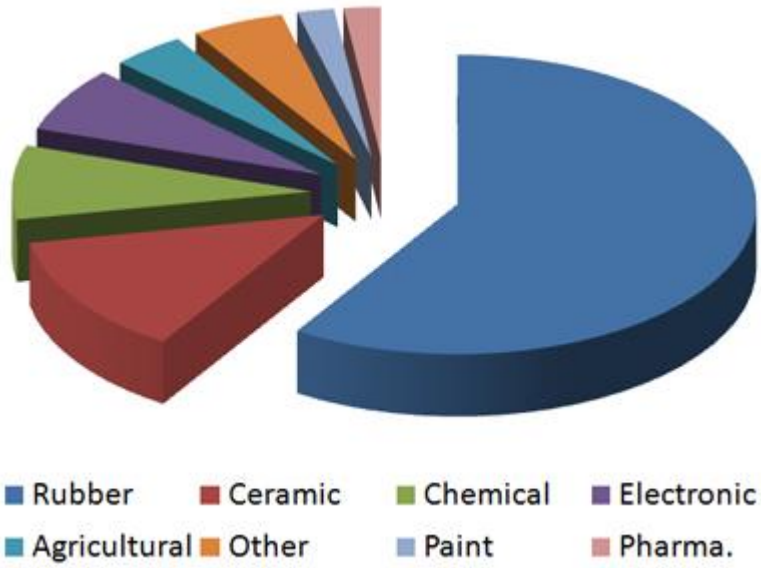
Çinko üretiminin yaklaşık %10'u Zn bileşiklerini üretmek için kullanılıyor. ZnO polimer ve kauçuk vulkanizasyonu, seramik, katalizör dehidrasyonu, tarımsal uygulamalar, kozmetik, güneş kremi ve kağıt üretimi gibi çok çeşitli uygulamalarda kullanılıyor.

$ZnSO_4$ çinko kaplama işleminde elektrolittir ve ekinlerdeki Zn eksikliğinde kullanılır.

Mn ve Cu içeren ZnS bilgisayar ve televizyon ekranlarında sarı ve yeşil ışık üretici floresan malzeme olarak kullanılır.

$Zn_3(PO_4)_2$ –çinko fosfat- çelik yüzeyin pasivizasyonuyla korozyonu azaltmak için kullanılır.

$Zn_3(PO_4)_2$ metallere boyanın yapışmasını artırmak ve dayanımını artırmak için kullanılır.



Zn Bileşikleri

ZnO, kauçuğun vulkanizasyonu aktive ederek lastiğin performansı için çok önemli olan sürtünme ısısının emilmesini geliştiriyor.

ZnO, seramiklerin ısıya dayanımı artırmakta ve renklendirici pigment olarak kullanılmakta.

ZnO, hayvan yemi yapımında temel metaryeldir çünkü metobolizma için temel taşlardandır.

Ultraviyole ışığı çok iyi absorplama yeteneğinden dolayı çok etkili bir güneş kremidir. Güneş yanıklarından ultraviyole ışığı sorumlu olduğundan son yıllarda güneş kremlerine nano partikül şeklinde ZnO eklenmektedir.

Metabolizmada Zn

Çinko canlılar için temel bir elementir. Canlılarda büyüme, doku onarımı ve bağışıklık sisteminin birçok enziminin sentezlenmesine katılmaktadır. Çinko yetersizliği kalp, karaciğer, ülser gibi birçok hastalıkta görülmektedir.

Hayvancılık ve tarımda çinko eksikliği büyümeyi olumsuz etkilemektedir.

Önemli miktarda Zn eksikliği deforme olmuş ve canlılığını kaybetmiş tırnaklara, deride çatlaklara ve kırışıklıklara neden olmaktadır.