

## **B GRUBU METALLERİ (GEÇİŞ METALLERİ)**

**IVB ve VB grubu metallerinin özellikleri, doğada bulunuşu, elde edilme metotları, tepkimeleri, diğer elementler ile olan bileşiklerinin özellikleri ve kullanım alanları**

## **IVB GRUBU METALLERİ**

22	2
<b>Ti</b>	8
Titan	10
47.867	2

40	2
<b>Zr</b>	8
Zirkonyum	18
91.224	10
	2

72	2
<b>Hf</b>	8
Hafniyum	18
178.49	32
	10
	2

104	2
<b>Rf</b>	8
Rutherfordium	18
(261)	32
	10
	2

İlk metal Ti olduğundan, titan grubu metalleri de denilmektedir. Ti' nin varlığı 1791 yılında William Gregor tarafından İngiltere' de bulunmuş ve ismi Martin Heinrich Klaproth tarafından Yunan mitolojisinin güçlü tanrıları olan Titanlara atfedilmiştir. Zr, 1789 yılında Alman kimyacı Martin Heinrich Klaproth tarafından Sri Lanka' da zirkon taşlarının alkaliler ile tepkimesinden sonra keşfedilmiş ve adi altın renkli anlamına gelen zargün ismi verilmiştir. 1824 Yılında Jons Jakob Berzelius tarafından izole edilmiştir. Hf, 1923 yılında Dirk Coster ve Georg von Hevest tarafından Zr minerali ile gerçekleştirilen spektroskopik çalışmalarda belirlenmiştir. X-ışınları ile belirlenen ilk elementtir. Adını, bulunduğu yer olan ve Latince' de Hafnia olarak bilinen Danimarka' nın Kopenhag şehrinden almıştır. Radyoaktif bir geçiş metali olan Rf, Albert Ghiorso tarafından 1969 yılında keşfedilmiş ve Yeni Zelandalı kimyager ve fizikçi Lord Rutherford' un adı verilmiştir.

**IVB GRUBU METALLERİNİN ÖZELLİKLERİ**

1. Zr ve Hf' nin kimyasal özellikleri, lantanit büzülmesinden dolayı yarıçaplarının birbirine yakın olması nedeni ile birbirine benzerlik göstermektedir.
2. Saf Ti, hekzagonal ve kübik sistemde kristallenebilmektedir.
3. İçerisinde %1 oranında yabancı bir maddenin olması, T' yi kırılgan yapmaktadır.
4. Ti, havadan kolaylıkla etkilenmemektedir. Ancak, 600 °C' de TiO<sub>2</sub> ve 800 °C' nin üzerindeki sıcaklıklarda TiN vermektedir. Bu durum, Ti' nin korozyonunu önlemektedir.
5. Ti<sup>+3</sup> iyonları içeren bileşikler bazlar ile suda çözünmeyen Ti(OH)<sub>3</sub>' ü vermektedir. Siyah renki olan bu bileşik, kendi kendine beyazlaşmakta ve titanya adı verilen TiO<sub>2</sub>' yi oluşturmaktadır
$$2 \text{Ti(OH)}_3 \rightarrow 2 \text{TiO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$$
6. Ti, HF' de kolaylıkla çözünerek TiF<sub>3</sub> oluşturmaktadır. Bu bileşik, havada TiF<sub>4</sub>' e yükseltgenmektedir. TiF<sub>4</sub>, HF' nin fazlası ile heksaflorotifonat asidi oluşturmaktadır.
$$\text{TiF}_4 + 2 \text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{TiF}_6$$
7. Zr, ateşe çok dayanıklıdır. Sertliği, çeliğin sertliğine yakındır. A ve β olmak üzere iki şekli bulunmaktadır.
8. Zr, havadan kolaylıkla etkilenmemektedir. Ancak, 700 °C' da hızla tepkimeye girmektedir.
$$\text{Zr(k)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{ZrO}_2(\text{k})$$
9. Zr, klor ve kükürt ile yüksek sıcaklıklarda tepkimeye girmektedir.
10. Zr, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>' te, seyreltik HF' de ve altın suyunda çözünmektedir.
$$\text{Zr} + 6 \text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{ZrF}_6 + 2 \text{H}_2$$
$$\text{Zr} + 2 \text{NO}_3^- + 8 \text{Cl}^- + 8 \text{H}^+ \rightarrow \text{ZrCl}_6^{2-} + 2 \text{NOCl} + 3 \text{H}_2\text{O}$$
11. Hf, korozyona karşı oldukça dirençlidir.
12. Çok ince taneli Hf, havada kendiliğinden tutuşabilmektedir.
13. Hf, 70° C' de hidrojeni absorbe edebilmektedir.

**KİM 433 METALLER KİMYASI**

**PROF. DR. SELEN BİLGE KOÇAK**

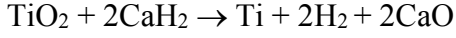
**14.** Hf, derişik alkalilere karşı dirençlidir. Fakat yüksek sıcaklıklarda oksijen, azot, karbon, bor, kükürt ve silisyum ile tepkimeye girmektedir.

**IVB GRUBU METALLERİNİN MİNERALLERİ**

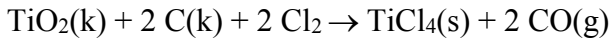
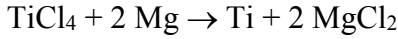
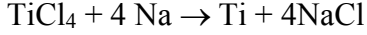
<b>Ti</b>	<i>Rutil</i> TiO <sub>2</sub> <i>Tistarit</i> Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<i>İlmenit</i> FeTiO <sub>2</sub>	<i>Natisit</i> Na <sub>2</sub> TiOSiO <sub>4</sub>	<i>Osbornit</i> TiN
<b>Zr</b>	<i>Baddeleyit</i> ZrO <sub>2</sub>	<i>Zirkon</i> ZrSiO <sub>4</sub>	<i>Kalzirtit</i> CaZr <sub>3</sub> TiO <sub>9</sub>	<i>Bazirit</i> BaZrSi <sub>3</sub> O <sub>9</sub>
<b>Hf</b>	<i>Alvit</i> (Hf, Th, Zr)SiO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O]V			
<b>Zr+Hf</b>	Zr ve Hf mineralleri birlikte yer almaktadır. Ancak minerallerde daha çok Zr (ZrO <sub>2</sub> olarak) bulunmaktadır. Minerallerde Zr' nin %1,5-3' ü kadar Hf (HfO <sub>2</sub> olarak) bulunmaktadır.			
	<i>Zirkon</i> ZrSiO <sub>4</sub>	<i>Baddeleyit</i> ZrO <sub>2</sub>	<i>Elpidit</i> Na <sub>2</sub> (Zr,Ti)Si <sub>6</sub> O <sub>15</sub> .3H <sub>2</sub> O	
	<i>Zirkelit</i> (Ca,Th,Ce)Zr(Ti,Nb) <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	<i>Polimignit</i> (Ca,Fe,Y,Zr)(Nb,Ta,Ti)O <sub>4</sub>	<i>Rosenbujit</i> (Ca,Na) <sub>2</sub> (Zr,Ti)Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> F	
	<i>Ödiyeit</i> (Ca,Na) <sub>5</sub> Zr <sub>2</sub> Si <sub>6</sub> (O,OH,Cl) <sub>2</sub> O	<i>Vöhlerit</i> NaCa <sub>2</sub> (Zr, Nb)Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> (O,OH,F)		

**IVB GRUBU METALLERİNİN ELDE EDİLME YÖNTEMLERİ**

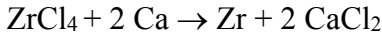
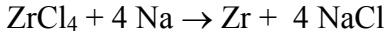
**Ti;** (i)  $\text{TiO}_2$ ' nin  $\text{CaH}_2$  ile indirgenmesinden elde edilmektedir.



(ii)  $\text{TiCl}_4$ ' ün, Na veya Mg ile indirgenmesinden (Kroll yöntemi) elde edilmektedir.  $\text{TiCl}_4$  ise  $\text{TiO}_2$ ' nin C ile birlikte klor akımında ısıtılmasından elde edilmektedir.  $\text{TiCl}_4$  destilasyon ile ayrılmaktadır.



**Zr;** (i)  $\text{ZrCl}_4$ ' ün  $800 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de Na veya Ca ile indirgenmesinden elde edilmektedir. Tepkime, Zr' nin havadaki oksijen ve azot ile etkileşmemesi için kapalı çelik kaptta gerçekleştirilmektedir.



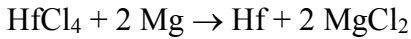
Elde edilen Zr, termik ayrıştırma yöntemi ile saflaştırılmaktadır. Bunun için öncelikle Zr' nin  $\text{I}_2$  ile etkileştirilmesinden  $\text{ZrI}_4$  elde edilmektedir.  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de süblimleşen  $\text{ZrI}_4$ ' ün  $1550 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de ısıtması ile Zr saflaştırılmaktadır.

(ii) Th ve U' nun elde edilmesi sırasında yan ürün olarak elde edilmektedir.

**Hf;** (i) Zr' nin saflaştırılması sırasında elde edilmektedir.

(ii) Th ve U' nun elde edilmesi sırasında yan ürün olarak elde edilmektedir.

(iii)  $\text{HfCl}_4$ ' ün He atmosferinde  $970 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de Mg ile indirgenmesinden elde edilmektedir.



## **IVB GRUBU METALLERİNİN KULLANIM ALANLARI**

### **Ti**

1. Çelik kadar serttir ve Ti çeliği yapımında kullanılmaktadır.
2. En önemli bileşiği olan  $TiO_2$ , dış etkilere karşı dayanıklıdır. Kristal  $TiO_2$ , kırma indisinin elmasdan daha yüksek olması nedeni ile süs eşyası olarak kullanılmaktadır. Fakat elmas gibi sert olmadığından kolayca çizilebilmektedir.
3.  $TiO_2$ , en beyaz boya maddesidir.  $BaSO_4$  ile karıştırılarak titan beyazı adı altında boya endüstrisinde kullanılmaktadır. Bununla birlikte  $TiO_2$ , kozmetik endüstrisinde, suni ipek, deri, kumaş ve kağıdın boyanmasında, beyaz mürekkep, renkli cam ve kaynak elektrodu yapımında kullanılmaktadır.
4. Ti' nin Fe, Al, V ve Mo ile verdiği alaşımlar, havacılıkta (jet motorları, füzeler ve uzay araçları), otomotiv sanayide (yüksek hız, titreşim ve yüksek ısının söz konusu olduğu araç kısımları, motor türbin kanatları), kimya endüstrisinde (kaplar), endüstriyel işlemlerde (kimyasallar ve petrokimyasallar, arıtma santralleri, kâğıt hamuru ve kâğıt), yiyecek ve ilaç endüstrisinde (su temizleme tankları), tıpta (protezler, implantlar, dental endodontik malzemeler, dental implantlar), spor eşyalarının, mücevherlerin ve cep telefonlarının yapımında, güneş gözlem evlerinde ve deniz suyuna karşı dayanıklı olduğundan denizden tatlı su elde edilmesinde, gemi donanım parçaları imalinde kullanılmaktadır.
5.  $TiB_2$ , sert olduğundan, elmas tozu yerine aşındırma maddesi olarak kullanılmaktadır.
6.  $TiCl_4$ , suni sis yapımında ve uçaklar ile havaya yazı yazmak için kullanılmaktadır.
7.  $TiC$ , metal makaslarının ve torna bıçaklarının kesici kısımlarının yapılmasında kullanılmaktadır.

### **Zr**

1. Korozyona karşı dayanıklılığının ve nötron soğurma yatkınlığının çok düşük olması nedeni ile Zr, nükleer reaktörlerde yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır.
2. Pas önleyici olarak boyalarda kullanılmaktadır.
3. Soğutmalı reaktörlerde kaplama maddesi olarak kullanılmaktadır.
4. Atom pillerindeki yakıt çubuklarının kılıfı Zr' den yapılmaktadır.
5. Korozyona karşı dayanıklı olduğundan alet yapımında kullanılmaktadır.
6. Rengi nedeni ile estetik diş hekimliği uygulamalarında altyapı malzemesi olarak kullanılmaktadır.
7. Fırın astarlarında, laboratuvar kaplarında ve yağlı boyalarda kullanılmaktadır.
8. Kesici aletlerin yapımında ve çelik endüstrisinde kullanılmaktadır.

**KİM 433 METALLER KİMYASI**  
**PROF. DR. SELEN BİLGE KOÇAK**

9. Telsiz lambalarında, aydınlatma fişeklerinde ve elektrodalarda kullanılmaktadır.
10. Seramik ve döküm sanayinde kullanılmaktadır.
11. TV/katot tüplerinde kullanılmaktadır.
12. Zirkonya  $ZrO_2$ , erimen noktasının yüksek olması nedeni ile ateşe dayanıklı kapların yapımında kullanılmaktadır.
13. Zr-Nb alaşımları, düşük sıcaklıklarda üstün iletken özelliğine sahip olduğundan üstün iletken müknaatısların yapımında kullanılmaktadır.
14.  $ZrO_2$ , nadir toprak elementleri oksitleri ile karıştırılırsa beyaz ışık yaymaktadır. Bu nedenle ışık verici bombaların yapımında kullanılmıştır.
15. Zr bileşikleri, sabun ve diş macunlarında kullanılmaktadır.
16. Zr bileşikleri, sentetik kıymetli tas yapımında kullanılmaktadır.
17. Zr bileşikleri, yapıştırıcılarda ve optik camların parlatılmasında kullanılmaktadır.
18. Zr bileşikleri, fotoğraf makinelerinde ve flaş lambalarında kullanılmaktadır.

**Hf**

1. Nötron soğuran malzemelerin yapılmasında kullanılmaktadır.
2. Motor verimini arttırmak için jet motorlarının ateşleme bölümündeki tribün fanlarında karışım toplayıcısı olarak kullanılmaktadır.
3. Refrakter, cam parlaticı ve opaklastırıcı olarak kullanılmaktadır.
4. Seramik sırlamada kullanılmaktadır.
5. Elektronikte kullanılmaktadır.
6. Nükleer yakıtı tekrar işleyen santrallerde, bakır elektrot başlıklarında ve kulaklıklarda kullanılmaktadır.
7. Hafniya  $HfO_2$ , reaktörlerde 200 °C' de termo-bakır ayırmada kullanılmaktadır.
8.  $HfO_2$ , oksit kaplı püskürtücü hedeflerini boyamada ve ampullerde kullanılmaktadır.



## **VB GRUBU METALLERİ**

23  
**V**  
Vanadyum  
50.9415

41  
**Nb**  
Niobyum  
92.90638

73  
**Ta**  
Tantal  
180.9479

105  
**Db**  
Dubnium  
(262)

V, 1801 yılında Meksika' daki Zimapen kurşun yataklarındaki vanadinit mineralinin ( $Pb_5(VO_4)_3Cl$ ) analizi sırasında İspanyol mineraloji uzmanı Andrés Manuel del Río tarafından keşfedilmiş ve Cr sanılmıştır. V' nin yeni bir element olduğu 1831 yılında Nils Gabriel Sefström tarafından bildirilmiş ve aynı bilim adamı tarafından İskandinav güzellik ve bereket tanrıçası Frejyanın lakabı olan Vanadis adı verilmiştir. V' nin yapısı, 1867 yılında İngiliz kimyacı Henry Enfield Roscoe tarafından açıklanmıştır.

Nb, 1844 yılında İngiliz kimyacı Charles Hatchett tarafından keşfedilmiştir ve kolombiyum adını vermiştir. Alman kimyacı Heinrich Rose, aynı yıllarda bulduğu elementi Niobyum olarak adlandırılmış, 1950' li yıllarda ismi Niobyum olarak kabul edilmiştir.

Ta, 1802 de İsveçli kimyacı Anders Gustaf Ekeberg tarafından İskandinav minerallerinde keşfedilmiştir. Niobla birlikte bulunur. İsmi, Yunan mitolojisindeki Tantalus' tan almıştır.

Db, 1970 yılında Moskova' nın kuzeyindeki Dubna kasabesindeki Birleşik Nükleer Araştırmalar Enstitüsü' nde elde edilmiş rayoaktif bir elementtir. İsmi elde edildiği yer olan Dubna' dan almıştır.

**VB GRUBU METALLERİNİN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

1. Nb ile Ta' nın atom yarıçapı (Çizelge 9), lantanit büzülmesinden dolayı aynıdır. Ta' nın iyonlaşma enerjisinin Nb' nin iyonlaşma enerjisinden küçük olması beklenirken büyük bulunmuştur.
2. VB grubu metalleri havadan etkilenmemekte, yüksek sıcaklıklarda karbon, azot, oksijen, kükürt ve halojenler ile tepkimeye girmektedir.
3. V, asitlerden ve bazlardan etkilenmemektedir. Hidrojen ve oksijen ile düşük yükseltgenme basamağına sahip olduğu bileşikler vermektedir. Bu bileşikler, bazik özellik göstermektedir. Yüksek yükseltgenme basamağına sahi olduğu bileşikleri, amfoter özellik göstermektedir.
4. V' nin Cl<sub>2</sub> ile etkileştirilmesinden elde edilen VCl<sub>4</sub>, kahve renkli ve kırmızı dumanlar çıkaran kıvamlı bir sıvıdır. Bu sıvının rengi yavaş yavaş yeşile dönmekte ve VCl<sub>3</sub> oluşmaktadır.
5. Nb, HF dışında asitler ile tepkimeye girmemektedir.
6. Ta, bazlar ve HF ile tepkimeye girmektedir. 150 °C' nin üzerindeki sıcaklıklarda H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile etkileşebilmektedir.

**KİM 433 METALLER KİMYASI**

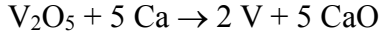
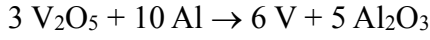
**PROF. DR. SELEN BİLGE KOÇAK**

**VB GRUBU METALLERİNİN MİNERALLERİ**

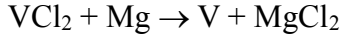
<b>V</b>	<i>Patronit</i> VS <sub>4</sub> <i>Karelianit</i> V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<i>Vanadinit</i> 3Pb <sub>3</sub> (VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .PbCl <sub>2</sub> <i>Hidratlaşmış potasyum uranil vanadat</i> 2K(UO <sub>2</sub> )VO <sub>4</sub> . 3H <sub>2</sub> O	<i>Doloresit</i> H <sub>8</sub> V <sub>6</sub> O <sub>16</sub>	<i>Haggit</i> V <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub>
<b>Nb</b>	<i>Lueshit</i> NaNbO <sub>3</sub> <i>Piroklor</i> NaCaNb <sub>2</sub> O <sub>6</sub> F	<i>Natroniobit</i> NaNbO <sub>3</sub>	<i>Kolombit</i> FeNb <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	
<b>Ta</b>	<i>Tantit</i> Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <i>Natrotantit</i> Na <sub>2</sub> Ta <sub>4</sub> O <sub>11</sub>	<i>Tapiolit</i> Fe(Ta,Nb) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> <i>Mikrolit</i> 2CaOTa <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + NbOF <sub>3</sub>	<i>Tantalit-Mn</i> MnTaO <sub>6</sub> <i>Tantalit-Fe</i> FeTa <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	<i>Sipsonit</i> Al <sub>2</sub> Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + CaO

**VB GRUBU METALLERİNİN ELDE EDİLME YÖNTEMLERİ**

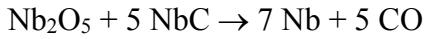
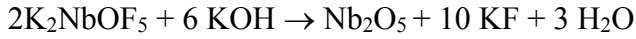
**V;** (i)  $V_2O_5$ ' in Al veya  $950\text{ }^\circ\text{C}$ ' de Ca ile indirgenmesinden elde edilmektedir.



(ii)  $VCl_2$ 'nin Mg ile indirgenmesinden elde edilmektedir.



**Nb;** Niobat minerallerinden (Lueshit veya Natroniobit) bir dizi tepkime sonrasında elde edilen potasyum pentafloroksinobay ( $K_2NbOF_5$ )' in kristallendirilmesi,  $Nb_2O_5$ ' e dönüştürülmesi ve  $Nb_2O_5$ ' in C ile etkileştirilmesinden elde edilen NbC' nin  $Nb_2O_5$  ile elektrik fırınında indirgenmesinden elde edilmektedir.



**Ta;** (i) Potasyum fluoratantalat  $K_2TaF_7$ ' nin Na ile indirgenmesinden elde edilmektedir.

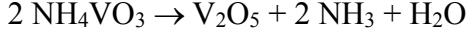
(ii)  $K_2TaF_7$ ' nin erimiş halde içinde  $Ta_2O_5$  çözülerek elektroliz edilmesinden elde edilmektedir.

(iii) Tantalit-Fe' nin NaF ile etkileştirilmesinden elde edilen  $TaF_3$ ' ün Na ile indirgenmesi veya erimiş halinin elektrolizi ile elde edilmektedir.

**VB GRUBU METALLERİNİN ÖNEMLİ BİLEŞİKLERİ**

**V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

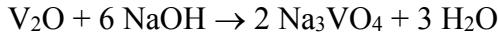
Turuncu-sarı renklidir. NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub>' ün ısıtılması ile elde edilmektedir.



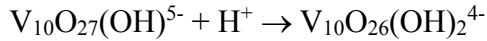
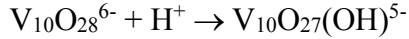
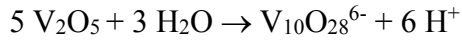
V' nin gri renkli V<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, siyah renkli V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, siyahımsı mavi renkli V<sub>2</sub>O<sub>4</sub> oksitleri bilinmektedir.

V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>' in bazlar ile etkileştirilmesi ile oluşan tuzlara vanadatlar denir. Örneğin Na<sub>3</sub>VO<sub>4</sub>, sodyum ortovanadat; Na<sub>4</sub>V<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, sodyum pirovanadat ve NaVO<sub>3</sub>, sodyum metavanadat olarak bilinmektedir.

Vanadatların kuvvetli asitler ile etkileştirilmesinden VO<sub>2</sub><sup>+</sup> iyonları oluşmaktadır.

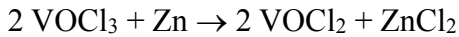
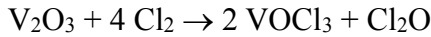


V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>' in asitler ile etkileştirilmesinden dekavanadat iyonları elde edilmektedir.



**V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

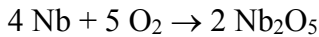
Siyah renkli V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>' ün Cl<sub>2</sub> ile etkileştirilmesinden sarı renkli vanadyum oksiklorür (VOCl<sub>3</sub>) elde edilmekte ve bu bileşiğin Zn ile indirgenmesi ile yeşil renkli vanadil klorür VOCl<sub>2</sub> elde edilmektedir.



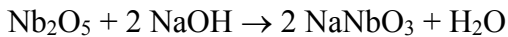
**Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

400 °C' nin üzerindeki sıcaklıklarda Nb' nin oksijen ile etkileştirilmesinden elde edilmektedir.

Beyaz bir tozdur.



Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>' in bazlar ile etkileştirilmesinden niyobatlar elde edilmektedir. Örneğin sodyum metaniyobat (NaNbO<sub>3</sub>).



## **VB GRUBU METALLERİNİN KULLANIM ALANLARI**

### **V**

1. Yüksek sıcaklık gerektiren işlemlerde ve kimya sanayisinde kullanılmaktadır.
2. Otomobil ve kamyon yaylarının imalinde, sert çelik yapımında, yüksek hızda çalışan takımlarda, aşınmaya dayanıklı döküm demirlerde kullanılmaktadır.
3.  $V_2O_5$ ,  $H_2SO_4$ ' ün elde edilmesinde,  $SO_2$ ' nin  $S_2O_3$ ' e yükselgenmesinde, naftalinin ftalik aside, benzenin maleikasite, anilin anilin karasına, toluenin benzaldehite ve benzoik aside, antrasenin antrkinona, metil alkolün formaldehite dönüştürülmesinde katalizör olarak kullanılmaktadır.
4.  $V_2O_5$  seramik yapımında ve boya üretiminde kullanılmaktadır.
5. Fe ile verdiği alaşım (ferrovanadin, vanadınli çelik),  $V_2O_5$  ve  $Fe_2O_3$ ' ün elektrik arkında C ile indirgenmesinden elde edilmekte ve tel, levha, şerit ve boru yapımında kullanılmaktadır.
6. Ga ile verdiği alaşımlar, üstün iletken mıknatısların yapımında ve nükleer uygulamalarda kullanılmaktadır.

### **Nb**

1. Düşük enerji ile düşük sıcaklıklarda çalışan elektronik cihazların yapımında kullanılmaktadır.
2. Nötron tepkime kesitinin küçük olması nedeni ile nükleer reaktörlerde ve füzelerde kullanılmaktadır.
3. Kesici aletlerin yapımında kullanılmaktadır.
4. Zr-Nb, Nb-Al ve Nb-Sn alaşımları, üstün iletken olarak kullanılmaktadır.
5. Ferroniobiyum alaşımı halinde paslanmaz çeliğe eklenmekte ve jet motoru yapılmasında kullanılmaktadır.

### **Ta**

1. Erime noktasının yüksek olması ve kimyasal etkinliğinin az olması nedeni ile elektron tüplerinde ve lambalarda W yerine kullanılmaktadır.
2. Elektronik cihazların yapılmasında kullanılmaktadır.
3. Alaşımları hava taşıtlarının ve füze parçalarının yapılmasında kullanılmaktadır.
4.  $Ta_2O_5$ , yüksek kırılma indisine sahip özel camların ve kamera merceklerinin yapılmasında kullanılmaktadır.
5.  $Ta_2O_5$ , vücut sıvısına karşı dirençli olduğundan ameliyat aletlerinin yapılmasında kullanılmaktadır.