

Ekstrüzyon ve Ejeksiyon Vida-Kovanlarının İmalatında Kullanılan Çeliklerinin Seçimi ve Mukayesesi

Enver AYKUT¹

enveraykut@almakmakina.com

ÖZET

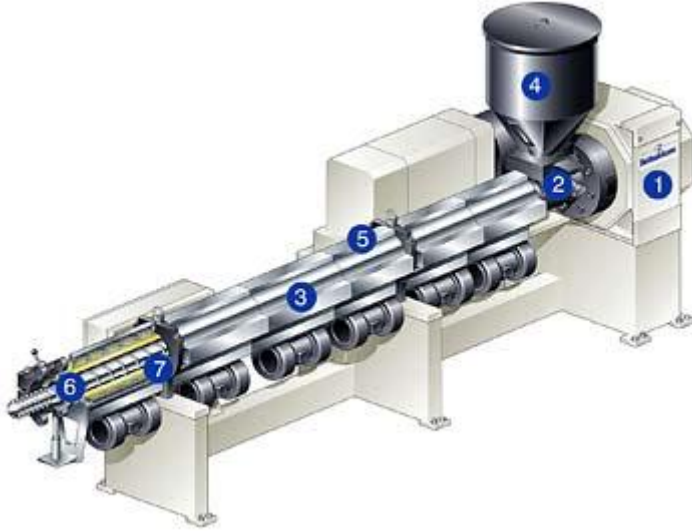
Bu çalışmada ekstrüzyon ve ejeksiyon vida ve kovanların imalatında kullanılan çeliklerinin seçiminin nasıl yapıldığı incelenmiş ve bu çeliklerin mukayesesi yapılmıştır. Araştırmaya konu olarak yaygın kullanılan nitrasyon çelikleri seçilmiştir. Araştırmada nitrasyon çeliklerinin mekanik özellikleri, ısıtma işlem performansları ve kaplama yapılabirlikleri mukayese edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nitrasyon, nitrasyon çelikleri, nitrasyon çeliklerinin kaplama yapılabirlikleri, nitrasyon çeliklerinin ısıtma işlem performansları.

¹ Mak. Müh., ALMAK ATEŞ MAKİNA SAN. KOLL. ŞTİ. Fabrika Müdürü

Vida ve Kovan

Ekstrüzyon makineleri temelde sırasıyla motor, redüktör, vida, kovan ve ısıtıcılardan oluşan bir yapıdadır. Şekil 1’de basit bir ekstrüderin şematik resmi görünmektedir. Motor ve redüktör hareket ünitesi olarak ta adlandırılabilir.



1. Hareket ünitesi
2. Besleme kovanı
3. Isıtıcılar
4. Besleme hunisi
5. Gaz alma ünitesi
6. Vida
7. Kovan

Şekil 1 - Bir ekstrüderin yapısı

Vida ve kovan takım olarak imal edilen ve bir tarafı redüktöre bağlanan ince uzun makine parçalarıdır. Kovan redüktörün gövdesine bağlanır ve sabittir. Vida ise redüktörün fener miline bağlanır ve motordan gelen dönme hareketini redüktör üzerinden alır. Vida yaptığı dairesel dönme hareketi ile redüktöre yakın kısmından üzerine dökülen termoplastiği, ısıtıcılar ile ısıtılmış kovan içerisinden geçirerek diğer taraftan şekillendirilebilir kıvama gelmiş olarak kalıba ulaştırır.

Vida ve kovanların çalışma şartları düşünüldüğünde, vida termoplastiğin akış istikametine göre arka tarafından redüktörün fener mili ile yataklanmış diğer tarafı ise serbest şekilde durmakta olan bir makine parçasıdır. Kovan ise yine termoplastiğin akış yönüne göre arka tarafından redüktöre sabitlenmiş ön tarafından ise ekstrüder şasesi ile desteklenmiş makine parçasıdır. Vida ve kovan biri birinin içinde çalışan ince uzun makine parçaları olup arasındaki çalışma boşluğu ise anma çapına göre değişkenlik gösterir ve çapta 0,10 mm ila 0,40 mm arasında değişir. Bu makine parçalarının boy/çap oranı termoplastiğin cinsine ve formülasyona göre değişir. Bu oran genellikle 10 ila 37 arasında olup daha da artabilir. Buradan da anlaşılacağı gibi gerek vida ve kovan boylarının uzun olması gerek çalışma toleranslarının düşük olması gerekse yataklamanın zayıf olmasından dolayı istenmeyen sürtünmeler meydana gelebilir. Sürtünme dışında sıcaklık, eriyik basıncı ve formülasyon da vida ve kovanı aşınmaya karşı zorlamaktadır. Ayrıca termoplastiği kalıba taşımaya çalışan vida,

termoplastiğin göstermiş olduğu dirençten dolayı burulmaya karşı da zorlanır. Vida ve kovanlar aşınmaya karşı ve burulmaya karşı dayanıklı olması gereken makine parçalarıdır.

Vida ve Kovanlardan Beklenen Özellikler

Vida ve kovanlardan beklenen özellikler temel de iyi plastifikasyon sağlaması ve uzun süre çalışması olarak iki başlık altında toplanabilir. Uzun süre çalışmasını sağlayabilmek için ise yapılması gereken, aşınarak ve burularak hasara uğramasını engellemektir. Bunun için ise ısıl işlem ile sertleştirme ve kaplama yapma en yaygın kullanılan yöntemlerdir.

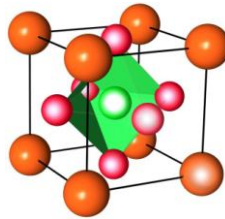
Vida ve Kovanların Isıl İşlemi

Vida ve kovanların aşınmaya karşı dirençlerini arttırmak için kullanılan en yaygın metot ısıl işlem ile sertleştirilmesidir. Ancak ısıtma ve soğutma esasına dayanarak yapılan sertleştirme sırasında vida ve kovanlarda telafi edilemeyen distorsiyonlar görülmektedir. Çünkü bu işlem sırasında 900°C mertebesindeki sıcaklıklara çıkılmaktadır. Çalışma boşluğu vida ve kovan boyları göz önüne alındığında distorsiyon için toleransın olmadığı görülmektedir. Bu yüzden tüm kesitte yapılan sertleştirme işlemi vida ve kovanlar için uygun bir metot değildir. Sertleştirmenin distorsiyonlara mahal vermeyecek bir metot ile yapılması ayrıca burularak kırılmaya karşı direncin de olumsuz yönde etkilememesi gerekmektedir. Bu tarife uyan işlem ise nitrasyon işlemidir.

Gaz Nitrasyon

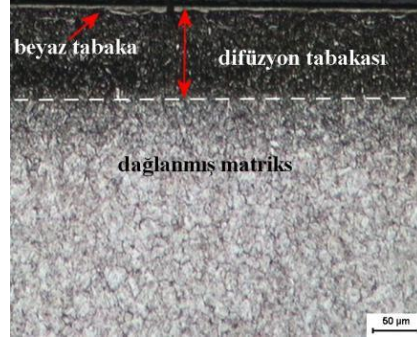
Endüstriyel uygulamalarda, başta çelik olmak üzere birçok metalik makine parçasının aşınma ve yorulma dirençlerini artırmak amacı ile yüzeylerinin sertleştirilmesi söz konusu olduğunda nitrasyon işlemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Gaz nitrasyon ise nitrasyon işleminin çeşitlerinden birisidir.

En sade tanımı ile bu işlem yaklaşık olarak 450°C-550°C mertebelerinde ve 180 saatleri bulan prosesler ile çeliğe azot emdirilmesi esasına dayanır. Azot bu işlem sırasında yüzeyden içeriye doğru yayılmayı başarır ve çeliğin kafes yapısında ara yer boşluklarına oturarak kafes yapısı içerisinde çözünürlük gösterebilmektedir. Şekil 2'de kafes yapısı içerisine yerleşmiş azot atomu şematik olarak görülmektedir.



Şekil 2 - Kafes yapısı içerisine yerleşmiş azot atomu (Şematik)

Demir esaslı malzemeler nitrürlendikten sonra içyapıları iki farklı bölgeden meydana gelir. Birinci bölge nitrüleme işleminden sonra yeni bir içyapı görünümüne kavuşan ve dış yüzeyden itibaren belirli kalınlıkta meydana gelen sert tabakadır. İkinci bölge ise malzemenin nitrürlenmeden önceki içyapısını muhafaza eden ve sert tabakanın altında yer alan çekirdek kısmıdır. Sert tabaka ise şekil 3’de görüldüğü gibi azotun bağlanması ve yayılması bakımından beyaz (bileşik) tabaka ve yayınma (difüzyon) tabakası olarak ikiye ayrılır.



Şekil 3 - Nitrasyon sonrası oluşan katmanlar

Oluşan sert tabaka istenen ve aşınmaya karşı direnci arttıracak olan tabakadır.

Nitrasyon işlemi sonucu oluşan sertlik tabakası nitrasyon işlemine tabi tutulan malzemenin cinsine göre değişkenlik gösterir. Bunun en önemli sebebi farklı nitrasyon çeliklerinin farklı oranlarda alaşım elementlerini içermesi ve bu elementlerin nitrür oluşma eğilimini etkilemesidir.

Nitrasyon Çeliklerinin Mukayesesi

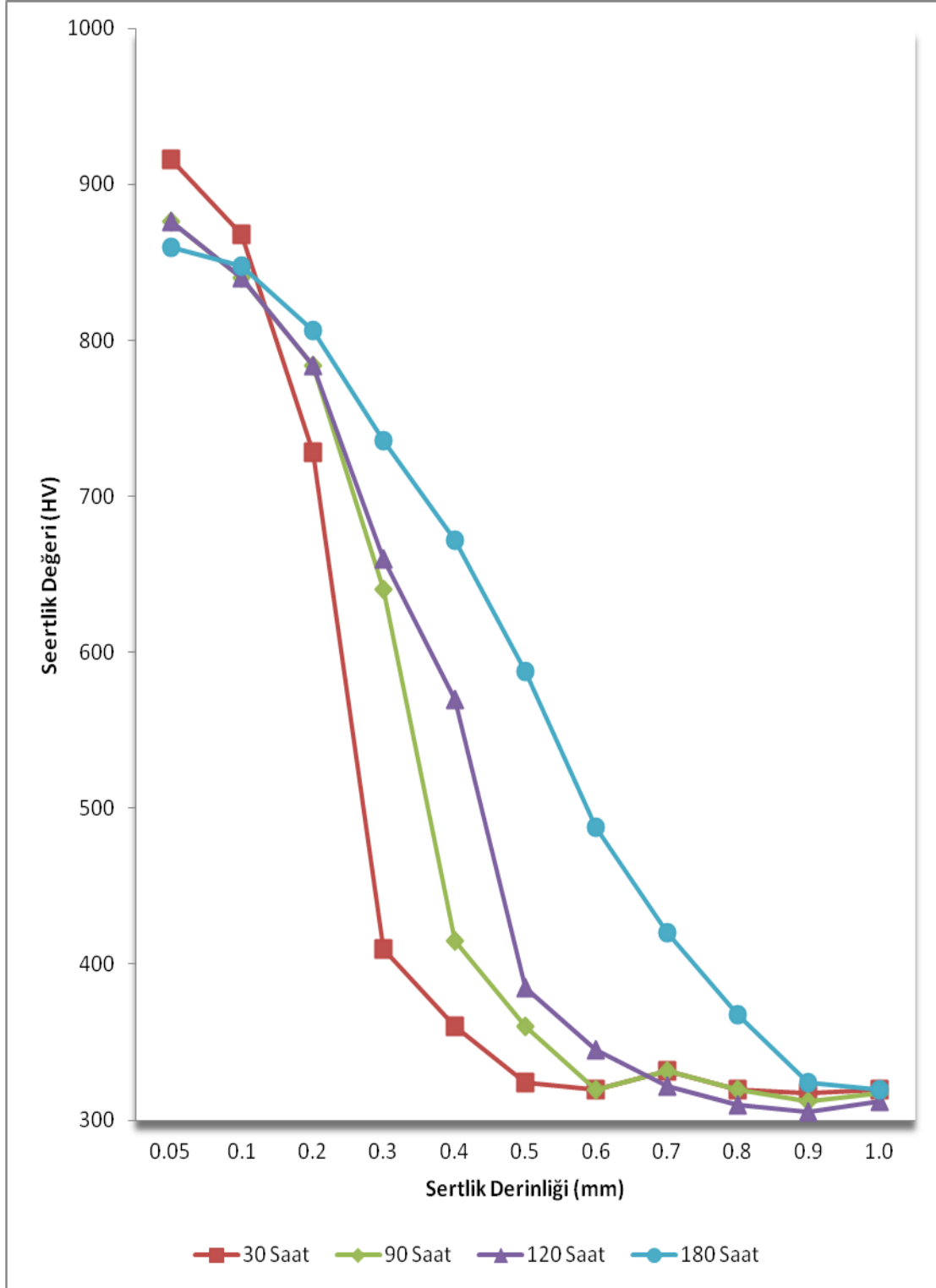
Nitrasyon için yaygın kullanılan malzemeler nitrasyon çelikleridir ve farklı oranlarda alaşım elementleri içerirler. Başlıca nitrasyon çeliklerini aşağıdaki Tablo 1’de sıralandığı gibidir.

Malzeme	C min.	C max.	Si max.	Mn min.	Mn max.	P max.	S max.	Cr min.	Cr max.	Mo min.	Mo max.	V min.	V max.	Al min.	Al max.	Ni min.	Ni max.
1.8521 15CrMoV5.9	0.130	0.180	0.400	0.800	1.100	0.025	0.030	1.200	1.500	0.800	1.100	0.200	0.300	0.000	0.000	0.000	0.000
1.8515 31CrMo12	0.280	0.350	0.400	0.400	0.700	0.025	0.035	2.800	3.300	0.300	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.8519 31CrMoV9	0.270	0.340	0.400	0.400	0.700	0.025	0.035	2.300	2.700	0.150	0.250	0.100	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000
1.8550 34CrAlNi7	0.300	0.370	0.400	0.400	0.700	0.025	0.035	1.500	1.800	0.150	0.250	0.000	0.000	0.800	1.200	0.850	1.150
1.8509 41CrAlMo7	0.380	0.450	0.400	0.400	0.700	0.025	0.035	1.500	1.800	0.200	0.350	0.000	0.000	0.800	1.200	0.000	0.000
1.8507 34CrAlMo5	0.300	0.370	0.400	0.400	0.700	0.025	0.035	1.000	1.300	0.150	0.250	0.000	0.000	0.800	1.200	0.000	0.000

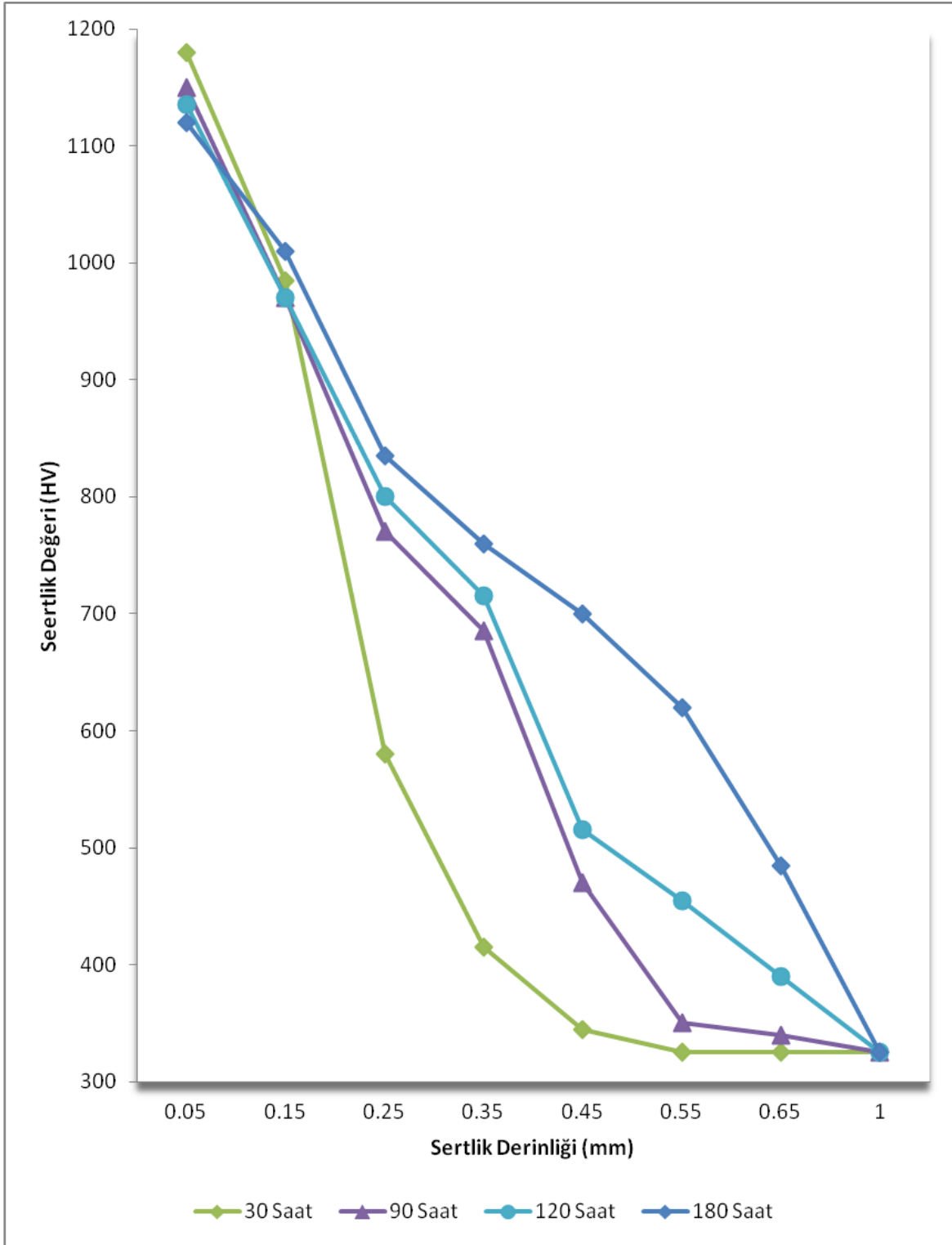
Tablo 1 - Başlıca nitrasyon çelikleri

Oluşan nitrür tabakasının yapısını etkileyen bir diğer etmende nitrasyon süresidir. Nitrasyon sonrası yüzey sertliği azot atomlarının metal yüzeyine emilimi ile doğru orantılı olarak artar ve proses süresi

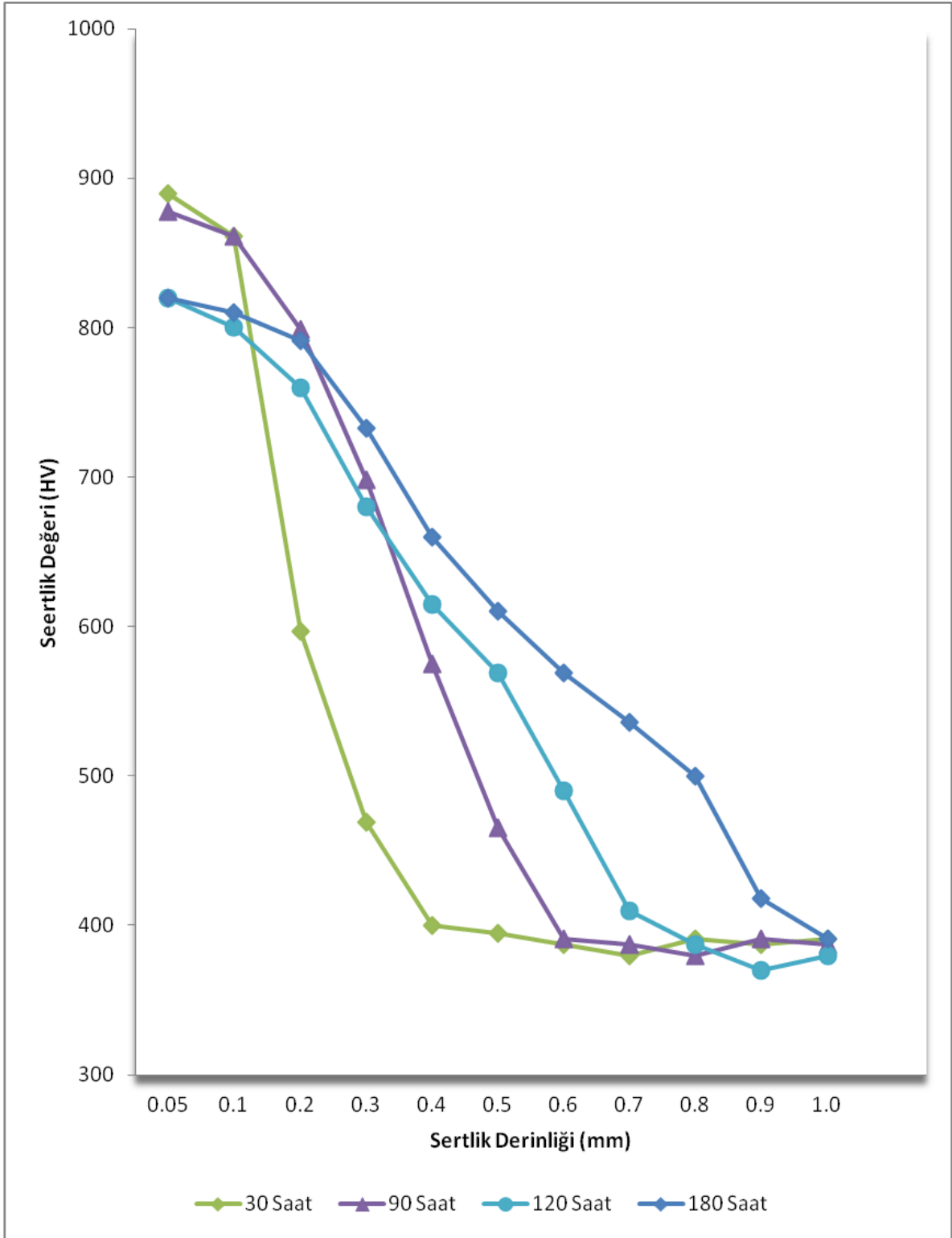
emilim miktarını etkilemektedir. 1.8509, 1.8550, 1.8515 ve 1.8519 nitasyon çeliklerinin farklı srelerde nitasyona tabi tutulması sonucu aşağıdaki grafikler edilmiştir.



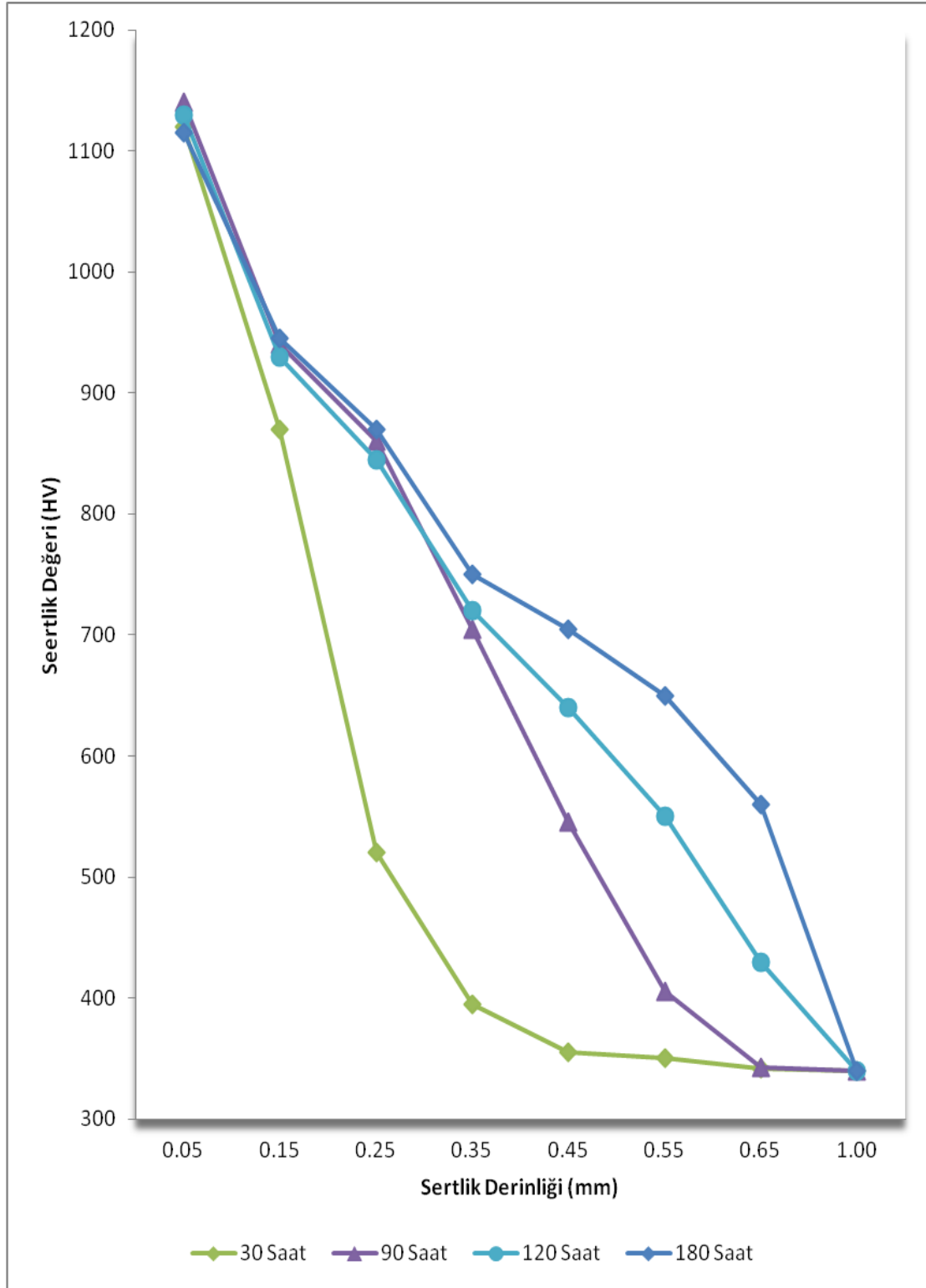
Grafik 1 - ALMAK ısıt ıŐ tesis ve laboratuvarlarında yapılan AR-GE alıŐmaları sonucu 1.8515 nitasyon çeliği için elde edilen farklı nitasyon sürelerinde oluşan yüzey sertlik değerleri



Grafik 2 - ALMAK ısıl işlem tesisi ve laboratuvarlarında yapılan AR-GE alışmaları sonucu 1.8509 nitrasyon çeliği için elde edilen farklı nitrasyon surelerinde oluşan yüzey sertlik değerleri

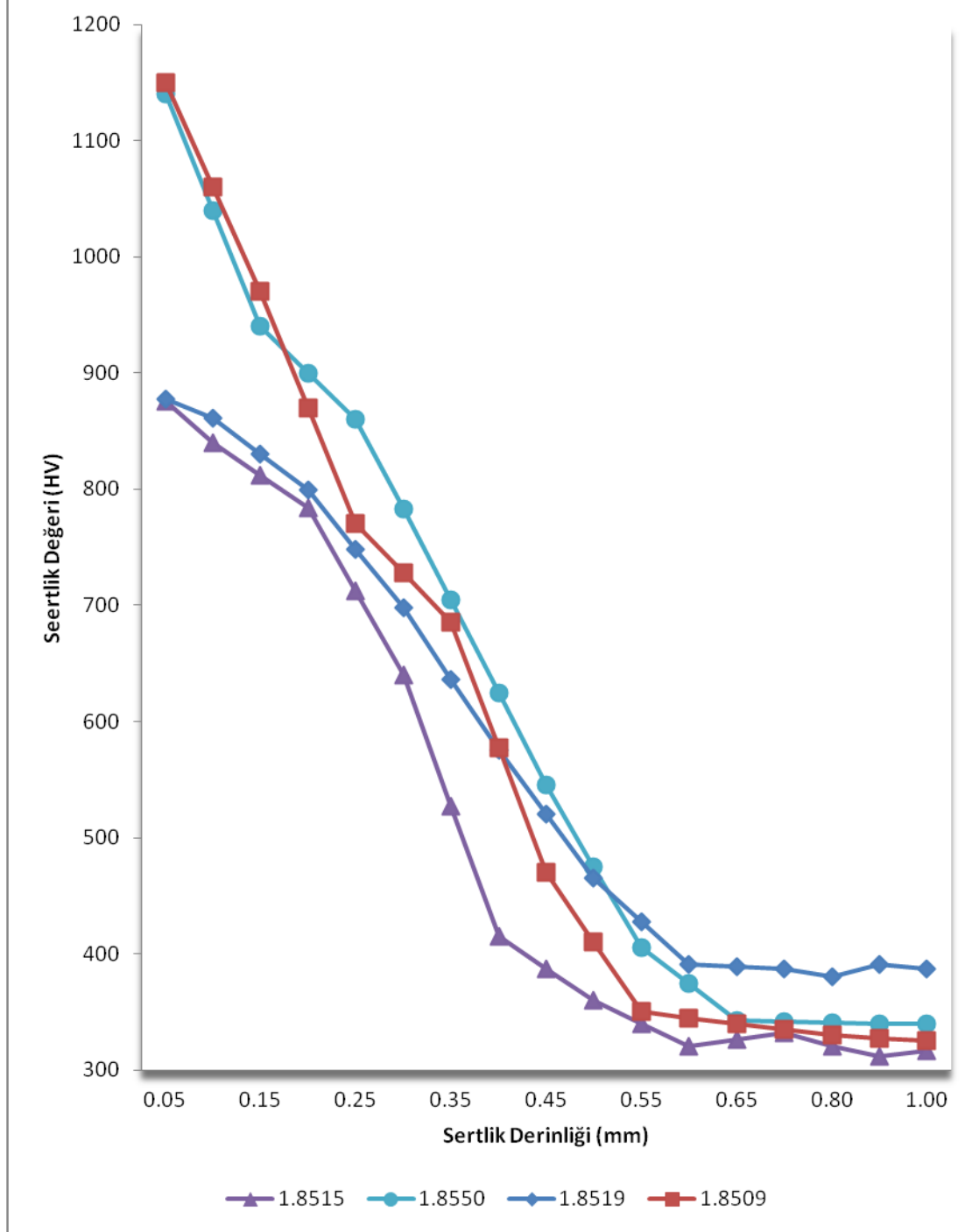


Grafik 3 - ALMAK ısıl işleme tesisi ve laboratuvarlarında yapılan AR-GE çalışmaları sonucu 1.8519 nitrasyon çeliği için elde edilen farklı nitrasyon sürelerinde oluşan yüzey sertlik değerleri



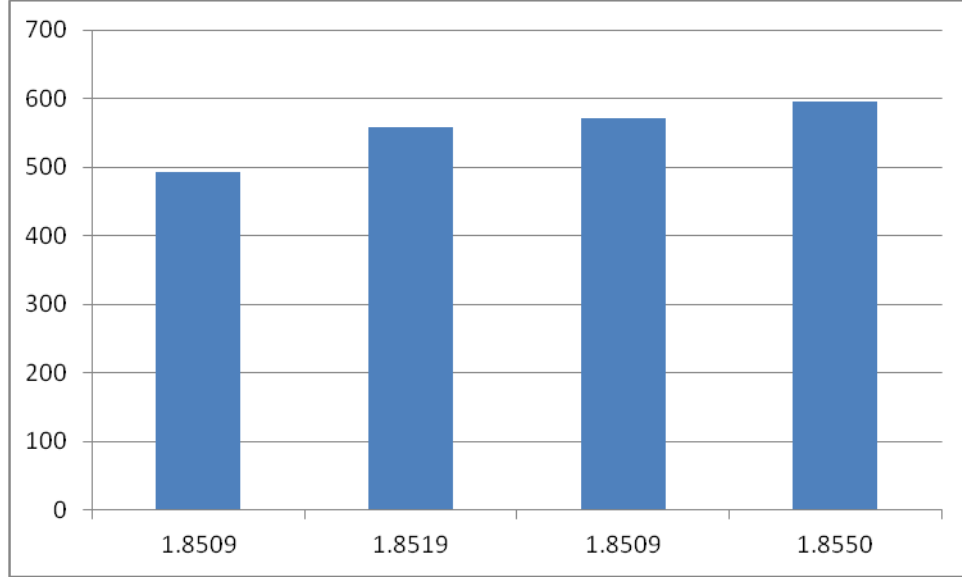
Grafik 4 - ALMAK ısıt ışem tesisi ve laboratuvarlarında yapılan AR-GE alışmaları sonucu 1.8550 nitrasyon çeliği için elde edilen farklı nitrasyon surelerinde oluşan yüzey sertlik değerleri

Yukarıdaki grafiklerden anlaşılacağı gibi farklı nitrasyon çelikleri ve farklı prosesler ile değişik sertlik eğrileri elde edilebilmektedir. Çelikleri bir biri ile kıyaslamak istediğimizde farklı çelikler için aynı prosesten elde edilen verilere göz atmamız gerekecektir. Bunun için vida ve kovan üretiminde en çok kullanılan 90 saatlik prosesi seçelim.



Grafik 5 - ALMAK ısıtma tesisi ve laboratuvarlarında yapılan AR-GE çalışmaları sonucu 90 saatlik gaz nitrasyon prosesi ile elde edilen farklı çeliklerde ait sertlik eğrileri.

Grafik 5'ten görülebileceği gibi malzeme cinsine göre ciddi sertlik farklılıkları meydana gelmektedir. Bunun nedeni ise çeliğin ihtiva etmiş olduğu alaşım elementleridir. Alaşım elementleri oluşacak nitrür miktarını etkilemektedir. Eğriler altında kalan alanları nitrürlenebilme kabiliyeti olarak tanımlayabiliriz. Alan ne kadar büyükse nitrülleme kabiliyeti o kadar yüksek, alan ne kadar küçük ise nitrürlenebilme kabiliyeti o kadar düşüktür. Buna göre kıyaslandığında aşağıdaki grafik elde edilecektir.



Grafik 5 - ALMAK ısıtım tesisi ve laboratuvarlarında yapılan AR-GE çalışmaları sonucu 90 saatlik gaz nitrasyon prosesi ile elde edilen farklı çeliklerde ait sertlik eğrileri kullanılarak ortaya çıkarılan nitrasyon çeliklerinin nitrürlenebilirliklerinin mukayesesi.

Bu grafiğe göre nitrasyon çelikleri grubundan 1.8550 nitrasyon çeliği diğerlerine göre en iyi sertleştirilebilir çelik olarak görünmektedir. 1.8550 nitrasyon çeliğinde diğerlerinden farklı olarak Ni, 1.8550 ve 1.8509 nitrasyon çeliklerinde ise diğerlerinden farklı olarak Al mevcuttur. Buna dayanarak Ni ve Al çeliklerin nitrürlenebilirliklerini olumlu yönde etkilemiştir diyebiliriz.

Mekanik özellikler bakımından ise kıyaslandığında aşağıdaki tablo elde edilecektir.

		Ø10	Ø50	Ø100	Ø150	Ø200	Ø250
1.8521	15 CrMoV 5-9	750	750	750	700	<u>700</u>	<u>700</u>
1.8515	31 CrMo 12	835	785	785	<u>735</u>	675	675
1.8519	31 CrMoV 9	<u>900</u>	<u>800</u>	<u>800</u>	700	650	650
1.8550	34 CrAlNi 7	680	650	650	600	600	600
1.8509	41 CrAlMo 7	750	720	720	670	625	625
1.8507	34 CrAlMo 5	600	600	600	600	600	600

Tablo 2 - %0,2 Değişim'e karşılık gelen gerilim (N/mm²)

Tablo 2'ye bakıldığında 1.8509 ve 1.8550 malzemeler nitrülenebilirlik olarak diğer nitrasyon çeliklerinden üstünken, %0,2'lik değişime neden olan gerilme bakımından kıyaslandığında 1.8519 nitrasyon çeliği yaygın kullanılan çaplarda daha üstün görünmektedir.

Aşınma göz önüne alındığında 1.8550 nitrasyon çeliği tercih edilebilir, burulma durumu önem kazandığında ise 1.8519 nitrasyon çeliği tercih edilmelidir.

Vidalarda aşınma dayanımının daha fazla olması istenen durumlarda ise nitrasyon ile elde edilmiş yüzey sertliği yeterli olmayacaktır çünkü nitrasyon ile yüzeyde elde edilen sertlik en fazla 1 mm derinde çekirdek sertliğine ulaşmaktadır. Buna dayanarak aşınmanın başladığı düşünüldüğünde artarak devam edeceği anlaşılmaktadır. Bu gibi durumlarda yüzeyde bimetallik kaplamalar uygulanmaktadır. Bu kaplamalar ihtiva ettiği elementlerden dolayı kendinden aşınmaya karşı dayanıklıdır. Bu kaplamaların büyük bir kısmı kaynak esasına dayanan yöntemler ile uygulamalardır. Bu kaplamaların yapımında yaygın olarak PTA, MIG ve PM kaplama yöntemleri kullanılır. Bu kaplama yöntemleri ile kaplama yapılmak istenir ise esas malzemenin kaplamaya uygunluğu önem kazanmaktadır. Esas malzemenin kaplama yapılabilirliğini olumsuz olarak etkileyecek elementleri ihtiva etmemesi gerekmektedir. Karbon ve kükürdün kaynak edilebilirliğe olumsuz etkisi vardır ve esas malzemede belirli mertebelerin üzerinde istenmezler. Alüminyum ise en güçlü deoksidandır ve kaplama yapılacak çeliklerde olmaması gerekmektedir. 1.8507, 1.8509, 1.8550 nitrasyon çelikleri ise içerilerinde diğerlerine göre daha yüksek oranda karbon ve alüminyum içermektedir ve yukarıdaki bilgiler ışığında kaplama yapılabilirlikleri zayıftır. Kükürt ise nitrasyon çelikleri içerisinde hemen hemen eşit orandadır. 1.8521, 1.8515, 1.8519 nitrasyon çeliklerinin ise kaplama yapılabilirlikleri diğerlerine göre daha iyidir. Nitrasyon çeliklerinin hem mekanik özellikleri hem de kaplama yapılabilirlikleri göz önünde bulundurulduğunda 1.8519 malzemesinin diğer nitrasyon çeliklerine göre daha uygun olduğu anlaşılmaktadır.

Özet

Özetle vida ve kovanlarda nitrasyon işlemi uygulanacak ise 1.8550 nitrasyon çeliği nitrülenebilirlik kabiliyetinin yüksek olmasından dolayı tercih edilmelidir. Aşınmaya karşı dayanımın daha yüksek olmasının istendiği durumlarda ise aşınmaya karşı dayanıklı bimetallik kaplamalar uygulanmalıdır. Bu kaplamalar uygulanabilmesi için ise 1.8519 nitrasyon çeliği uygun bir çeliktir.

Kaynakça

1. Nitriding Steels, Edelstahl Witten-Krefeld GMBH, 2004, Stuttgart, Germany
2. Ş. POLAT, Ş. H. ATAPEK, H. TOPAÇ, Gaz Nitrasyon ile Yüzeyleri Sertleştirilmiş AISI 4140 ve DIN 1.2344 Çeliklerinde Mikroyapısal Karakterizasyon, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 2011, Elazığ, Turkey
3. E. AYKUT, Isıl İşlem Tesisi Kayıtları, ALMAK Ateş Makina San. Koll. Şti., 2011 İstanbul, Turkey
4. E. AYKUT, Laboratuar Kayıtları, ALMAK Ateş Makina San. Koll. Şti., 2011 İstanbul, Turkey