

POLİMER MALZEMELERİN AŞINMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Hasan UZUNER, Vahdet UÇAR

Özet- Son otuz yıl içerisinde polimer malzemelerin önemi artmıştır. Özellikle metallere yerine kullanılan polimerlerin metallere farklı özelliklere sahip olması nedeniyle ,mekanik özelliklerinin tesbiti hangi polimerin nerede kullanılabileceğinin belirlenmesi için önemlidir.Bu çalışmada bu konuya yönelik olarak seçilen altı tür polimer malzemenin pim-disk tipi standart aşınma düzeneğinde aşınma davranışları, farklı yük ve farklı hız koşullarında incelenmiştir. Bu maksatla söz konusu polimer malzemelerden aşınmaya maruz bırakılmak üzere 6 mm çapında 110 mm boyunda silindirik numuneler üretilmiş, aşındırıcı olarak Ç 1050 çeliğinden mamül disk kullanılmıştır

Deneylerin sonucunda; Teflonun aşınma oranının düşük olduğu, Döküm poliamidin ise aşınma oranının hıza bağlı olarak azaldığı, poliamid 66'nın ise aşınma oranının hızla bağıntılı olarak arttığı sonucu elde edilmiştir. Sabit bir aşınma yükü altında aşınma oranları incelendiğinde; PVC ile Poliamid 66'nın aşınma oranının hıza bağıntılı olarak çok az miktarda arttığı, Polietilen 1000'in aşınma oranının ise hızla bağıntılı olarak önce azaldığı daha sonra tekrar arttığı sonucuna varılabilir.

I. GİRİŞ

Son yıllarda polimer malzemeler büyük gelişme göstererek büyük oranda kullanılmaya başlamıştır. En yaygın kullanılan ve sayıları yirmini civarında olan klasik polimerlerin yanısıra, mühendislik uygulamalarına uygun özel bir grup mühendislik polimerleri günümüzde daha yaygın olarak kullanılmaktadır[1].Özellikle şekil verme,

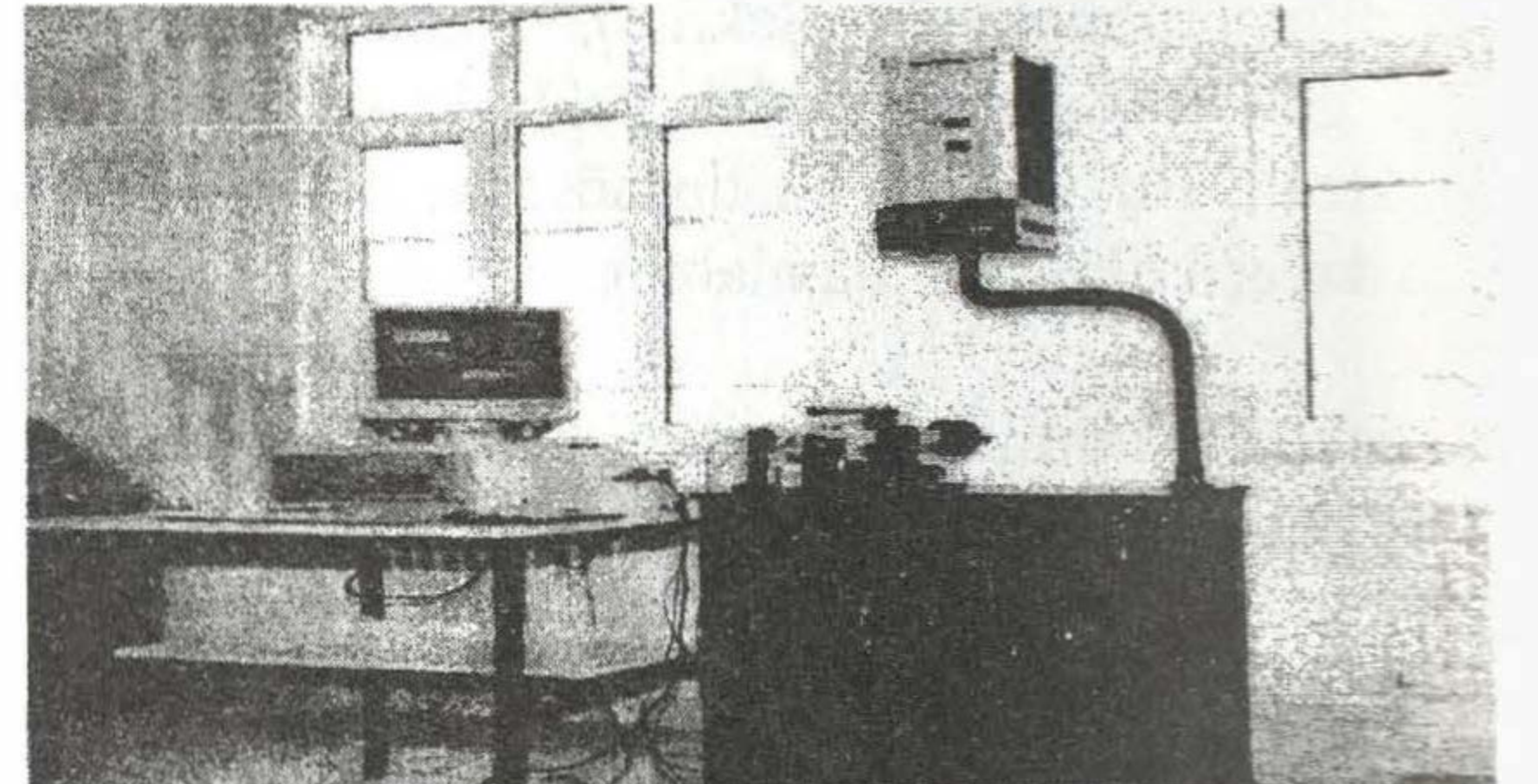
kolay işlenebilir, hafif, yüksek korozyon direncine sahip olması nedeni ile birçok endüstri ve sanayi alanında yaygın olarak kullanılan bu polimer malzemelerin mekanik özelliklerinin tesbit için yapılacak testler oldukça güçtür [2]. Polimer malzeme türlerinin çokluğu karşılaştırma için kullanılabilecek test tekniklerini tanımlanmalarını oldukça güçleştirmektedir. Uygulanan aşınma direnci testleri bu tekniklerden sadece bir tanesidir [3]. Polimerik malzemelerin aşınma direnci çok kompleks bir konudur.

Günümüzde sürtünme kuvvetleri, yük ve gerçek temas yüzeyleri ile ilgili pek çok teori geliştirilmiş olup halihazırda da geliştirilmektedir [4]. Bu üç parametreden gerçekleşen herhangi bir değişiklik, aşınmayı büyük ölçüde etkiler. Polimerik malzemelerin sertliği aşınma karakteristiği üzerinde etkili olan diğer bir faktördür [5]. Örneğin ortalama pürüzlülük değeri yüksek olan sert bir malzemeyle temas geçtiği zaman bu malzeme üzerinde fark edilebilir oyuklar, yivler ve çizikler meydana getireceği muhakkaktır [6]. Aşınma direnci, polimerik malzemelerin özellikleri,esneklik eklenen polimerleştiricilerin ve katkı maddelerinin miktarları ve cinsi gibi faktörlerden de etkilenir.4689

Malzemenin aşınma direnci kabiliyeti, bir aşındırıcı karşısında aşınmaya maruz kaldığında ağırlığındaki azalmanın ölçülmesi açısından en çok yapılan testlerden biridir[7].

II. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

II.1. Kullanılan deney cihazı ve malzemeler



Şekil 1. Aşınma deney cihazı

H. Uzuner, 49 ncu İç Güvenlik Destek Kıtalan Komutanlığı 12100, Bingöl
V.Uçar,Sakarya Üniversitesi Mühendislik fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Esentepe/Sakarya

Aşınma deneyleri Şekil 1'de gösterilen DIN 50324 standardına göre dizayn edilmiş, pin on-disk prensibine göre çalışan aşınma cihazında yapılmıştır. Aşındırıcı olarak kullanılan disk, 53 Rc sertliğe sahip (sertleştirilmiş) Ç 1050 karbonlu çelik malzemeden imal edilmiştir. Altı farklı polimer malzeme aşınma deneyine tabi tutulmuş olup, bu malzemeler sırasıyla; Poliamid 66, Teflon, Döküm Poliamid, PVC(poli vinil klorür), Polietilen 1000, Poliamid 6'dır. Aşınma deneylerinde, bu malzemelerin herbirinden hazırlanan 6 mm çapında 110 mm boyunda pim şeklindeki numuneler kullanılmıştır.

Numunelerin aşınma deneyine başlamadan önce aşınacak yüzeyleri, 10µm aşındırıcı elmas partikül boyutuna sahip elmas pasta ile parlatılmış, deney cihazında bulunan tutucuya yerleştirilmiştir. Daha sonra aşındırıcı disk doğru akım motoru tarafından döndürülen ve yataklanmış başka bir çelik diske vida yardımı ile bağlanmıştır. Disklerin yatağa uygun bir şekilde oturmasına dikkat edilerek yüzeyi metil alkol ile temizlenmiştir. Numuneler her aşınma safhasında disk üzerinde daha önce hiç aşınma yapılmamış yüzeylerde aşındırılmıştır.

II.2. Deneyin yapılış şekli

Deneyde kullanılacak her bir numune ve aşındırıcı disk yüzeyi, önce alkol ile çok iyi bir şekilde temizlenmiş ve kurutulmuştur. Numune, deney cihazına bağlanmadan önce hassas dijital terazide tartılmış ve ağırlığı tesbit edilmiştir.

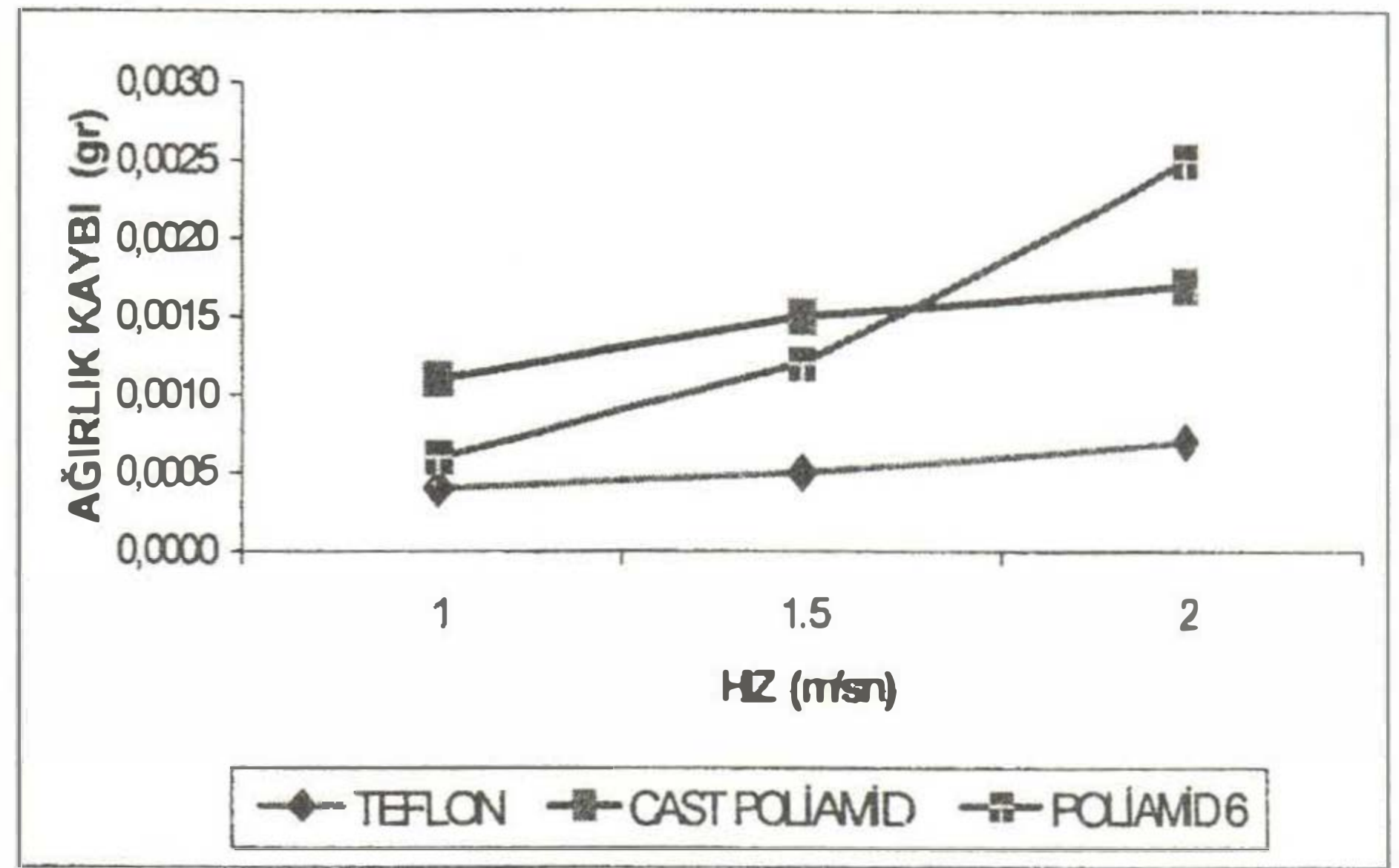
Deney cihazına numune tutucu parça yardımıyla bağlanmış, bu sırada aşındırıcı ve aşınan parça yüzeylerinin birbirine paralel olmasına özen gösterilmiş, bu husus su düzenci kullanılmak suretiyle kontrol edilmiştir.

Deneye tabi tutulacak her bir polimer çeşidi için, 1, 2 ve 4 N'luk aşınma yükü seçilmiş ve 1 m/sn., 1.5 m/sn. ve 2 m/sn olarak seçilen üç değişik hızda 1 er saatlik süre ile aşınmaya tabi tutulmuştur. Her bir saatin sonunda numune tartılmış, böylece 1 saat sürede ne kadar aşındığı, diğer bir deyişle ağırlıkça uğradığı kayıp ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Her bir deney 3 kez tekrarlanmak suretiyle bulunan değerlerin ortalamaları alınmıştır.

III. DENEY SONUÇLARI

Mevcut polimerlerden Teflon, Döküm poliamid ve Poliamid 6, sadece 1 N aşınma yükünde ve sırasıyla 1 m/sn., 1.5 m/sn, ve 2 m/sn lik aşınma hızında aşınmaya maruz bırakılmış olup bu polimerlere ait ağırlık kayıpları verilerine dayalı olarak çizilen grafik Şekil 2'dedir.

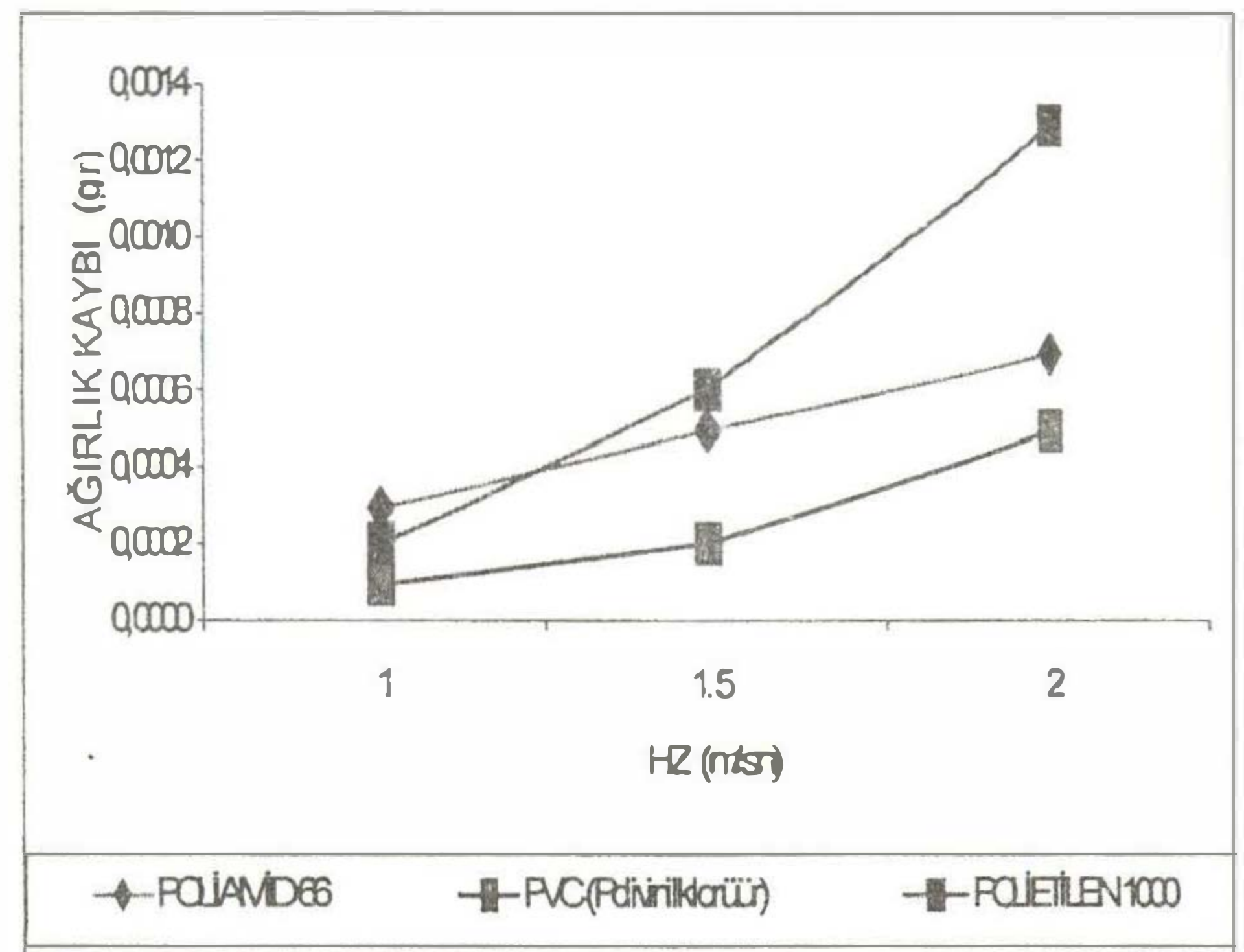
Şekil 2 incelendiği zaman tüm hızlarda en az aşınan polimerin Teflon olduğu, Poliamid 6'da aşınmanın



Şekil 2. 1 N yükte değişen hızlarda ağırlıkça kayıplar

yüksek hızlara çıkıldığında arttığı, Döküm poliamidde ise yüksek hızlara çıkıldığında aşınma miktarının oldukça yavaş bir mahiyette arttığı görülmektedir.

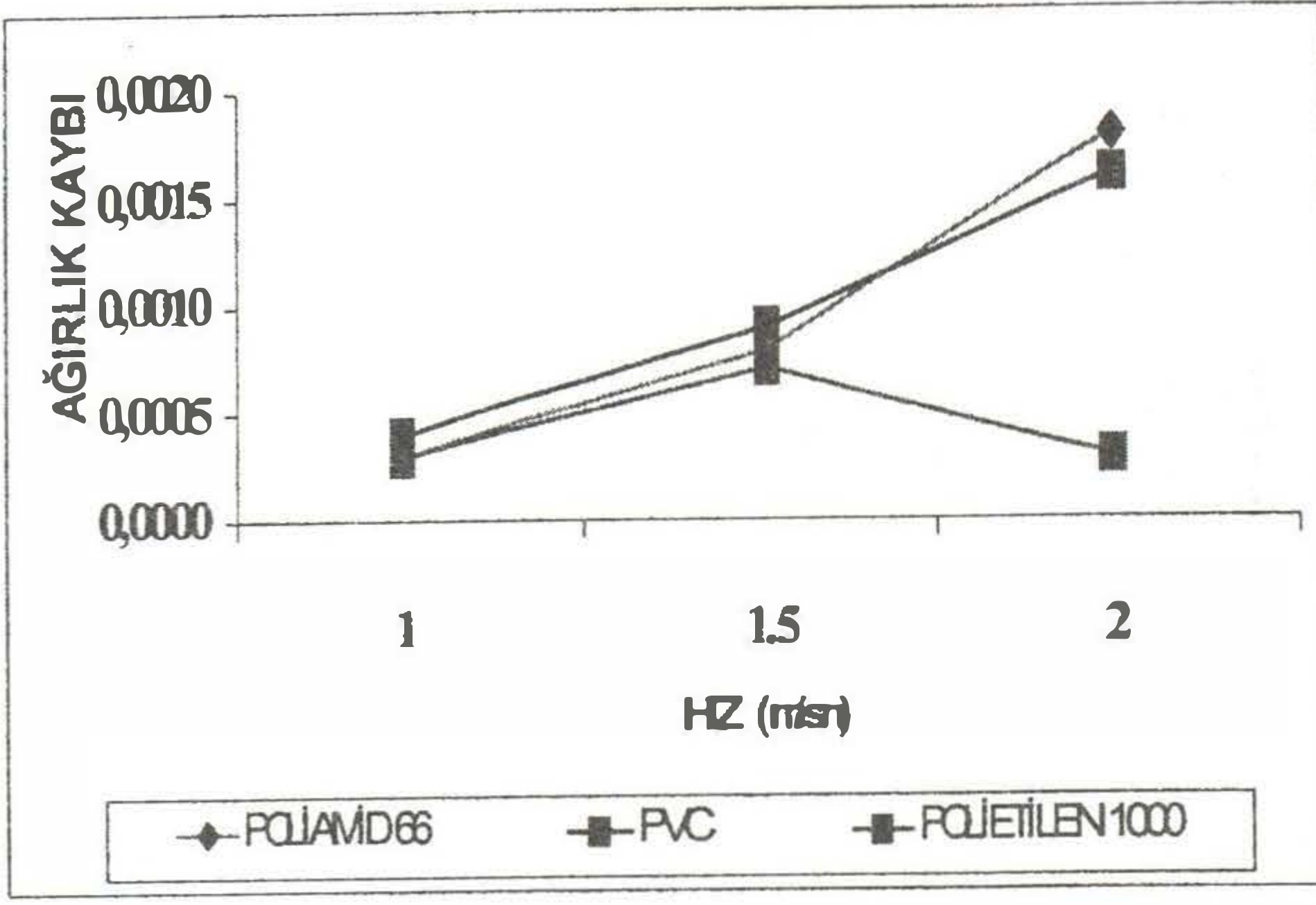
Poliamid 66, PVC ve Polietilen 1000 polimerlerinin 1 N'luk aşınma yükünde artan hızlardaki ağırlıkça kayıpları Şekil 3'te görülmektedir.



Şekil 3. 1 N yükte değişen hızlarda ağırlıkça kayıplar

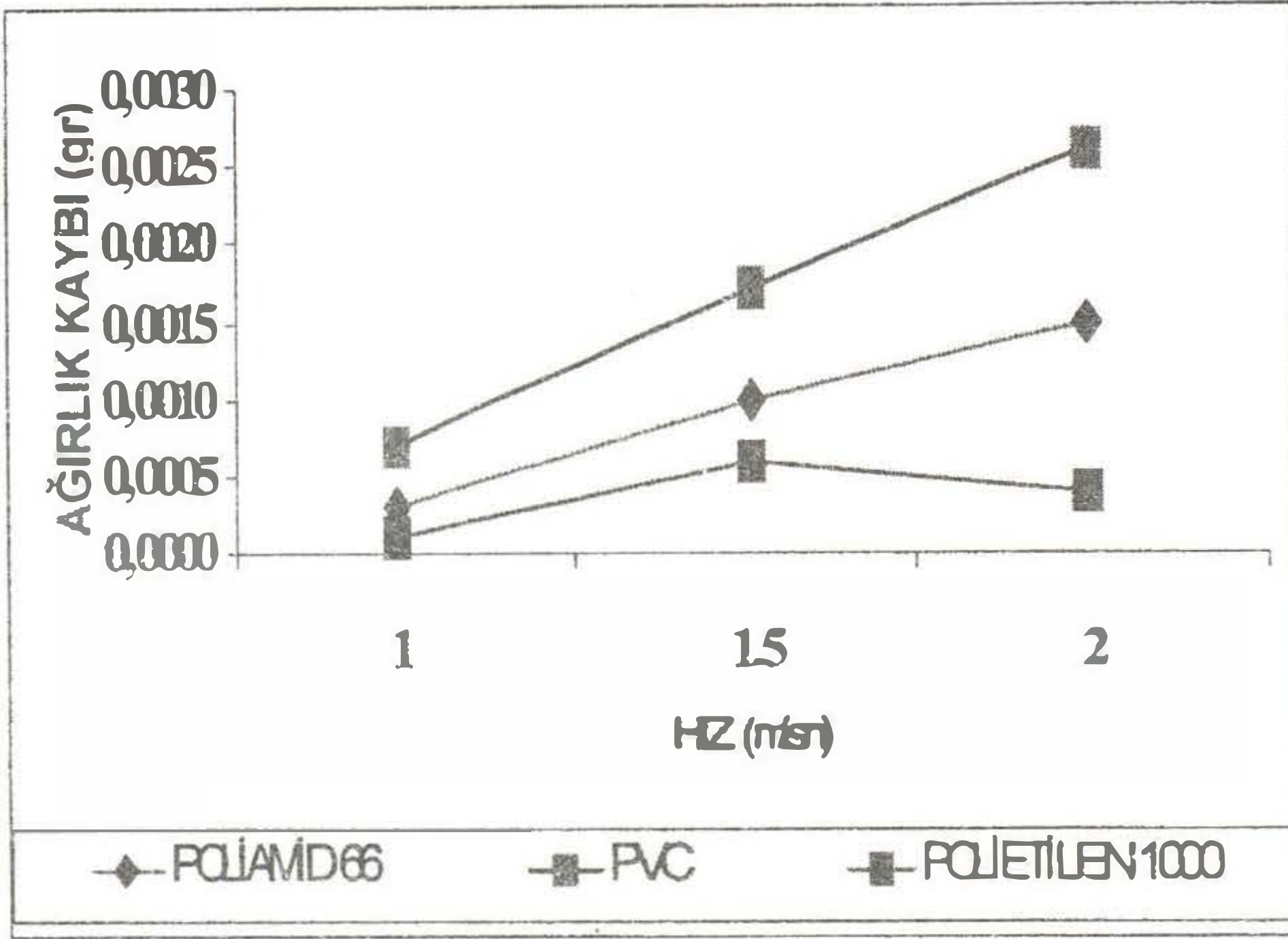
Şekilden de görüleceği üzere sabit bir yük altında, Poliamid 66'nın hızla bağıntılı olarak aşınma miktarında düzenli bir artış, diğerlerinde ise yüksek hızlara çıkıldığında hızdaki artış oranından daha fazla oranda aşınma miktarına ulaşılmaktadır.

Söz konusu polimerlerin 2 N luk yük altındaki ağırlık kayıplarına göre hazırlanan grafik, Şekil 4'tedir. Şekil 4 incelendiğinde Poliamid 66 ile PVC nin 2 N luk aşınma yükü altında değişen hızlarda dahi aşınma davranışları birbirlerine çok yakındır. Polietilen 1000 polimerinde ise hızdaki artışın aşınmayı artırmadığı görülmektedir.



Şekil 4. 2 N yükte değişen hızlarda ağırlıkça kayıplar

Şekil 5'te ise aynı polimerlerin 4 N.luk yük altındaki ölçülen ağırlıkça kayıpları gösteren grafik görülmektedir.

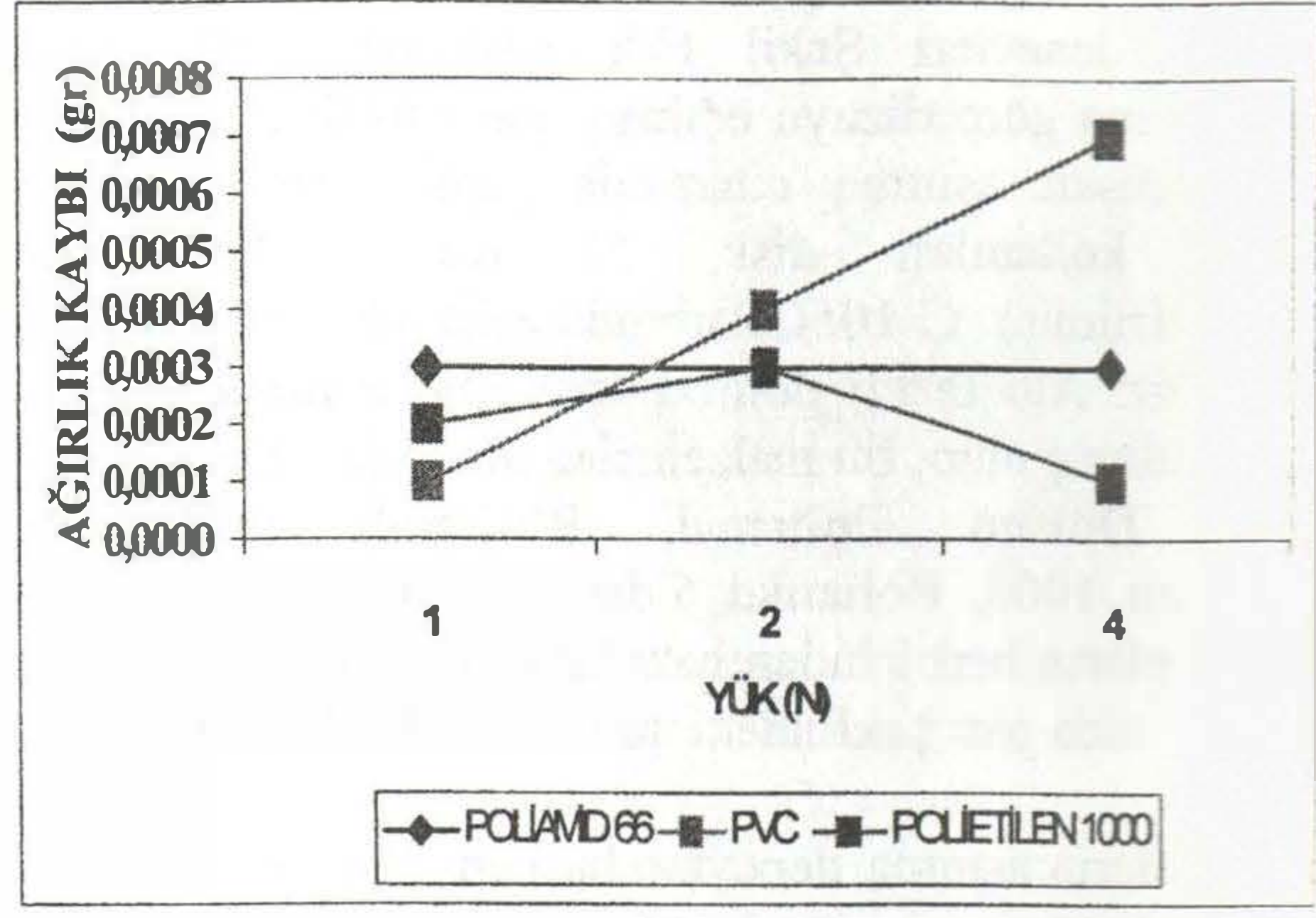


Şekil 5. 4 N yükte değişen hızlarda ağırlıkça kayıplar

Şekil 4'te görüldüğü üzere aşınmaya direnç bakımından Polietilen 1000 polimeri diğerlerine göre daha dayanıklıdır, daha az aşınma değerlerine sahiptir. Artan aşınma hızı sözkonusu polimerin aşınma davranışlarını olumsuz yönde etkilenmemektedir.

Deneyde kullanılan polimerlerin aşınma davranışlarını belirli bir aşınma hızında yük miktarını artırmak suretiyle inceleyecek olursak ; deneye tabi tutulan polimerlerin belli hızlardaki aşınma miktarları ile aşınma yükü arasındaki bağıntıyı gözler önüne serecek sonuca ulaşmak mümkün olacaktır

Deneye tabi tutulan polimerler 1, 1,5 ve 2 m/sn. lik aşınma hızında, sırasıyla 1 N, 2 N ve 4 N luk aşınma yükü altında aşınmaya zorlanmış olup elde edilen sonuçları gösterir grafikler Şekil 6, 7 ve 8 de gösterilmiştir.

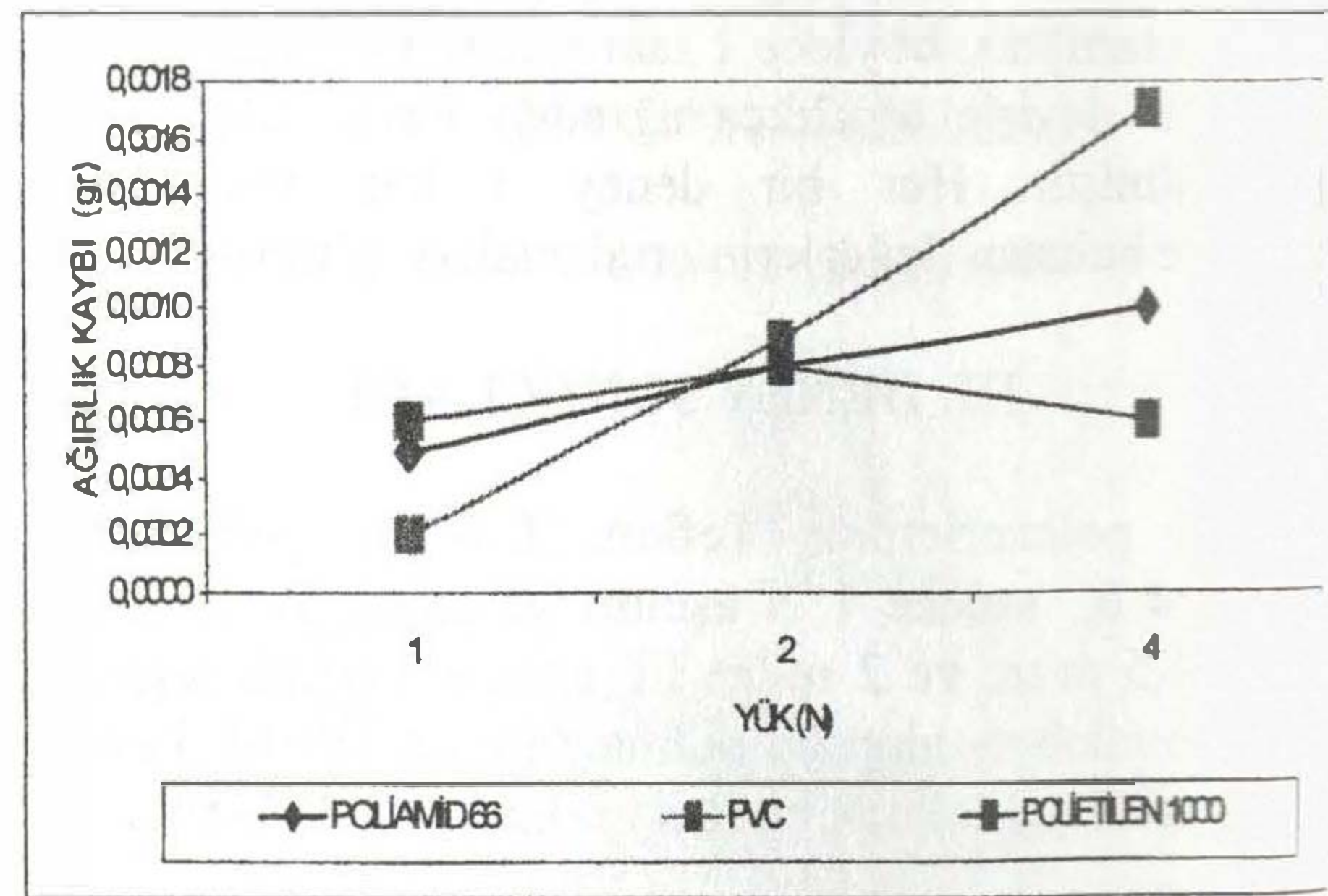


Şekil 6. 1 m/sn hızda değişen yüklerde ağırlıkça kayıplar

1 m/sn'lik sabit aşınma hızında, Poliamid 66 polimerindeki aşınma miktarının aşınma yükünde etkilenmediği, 1 N, 2 N 4 N'luk yük altında dahi aynı miktarda kayba uğradığı gözlemlenmiştir. Kısacası Poliamid 66 polimerinde, 1 m/sn.lik aşınma hızında aşınma yükündeki artışa rağmen aşınma miktarı sabit kalmıştır.

PVC (Polivinil klorür) polimeri ise aşınma yükündeki artıştan doğrudan etkilenmiş ve hız sabit iken aşınma miktarında yük ile doğru orantılı olarak artış gözlemlenmiştir. Polietilen 1000 polimerinde ise başlangıçta yükteki artışa bağlı olarak aşınma miktarında az da olsa bir artma görülmüş, ancak artırılan yük üs noktalarında aşınmada azalmaya neden olmuştur.

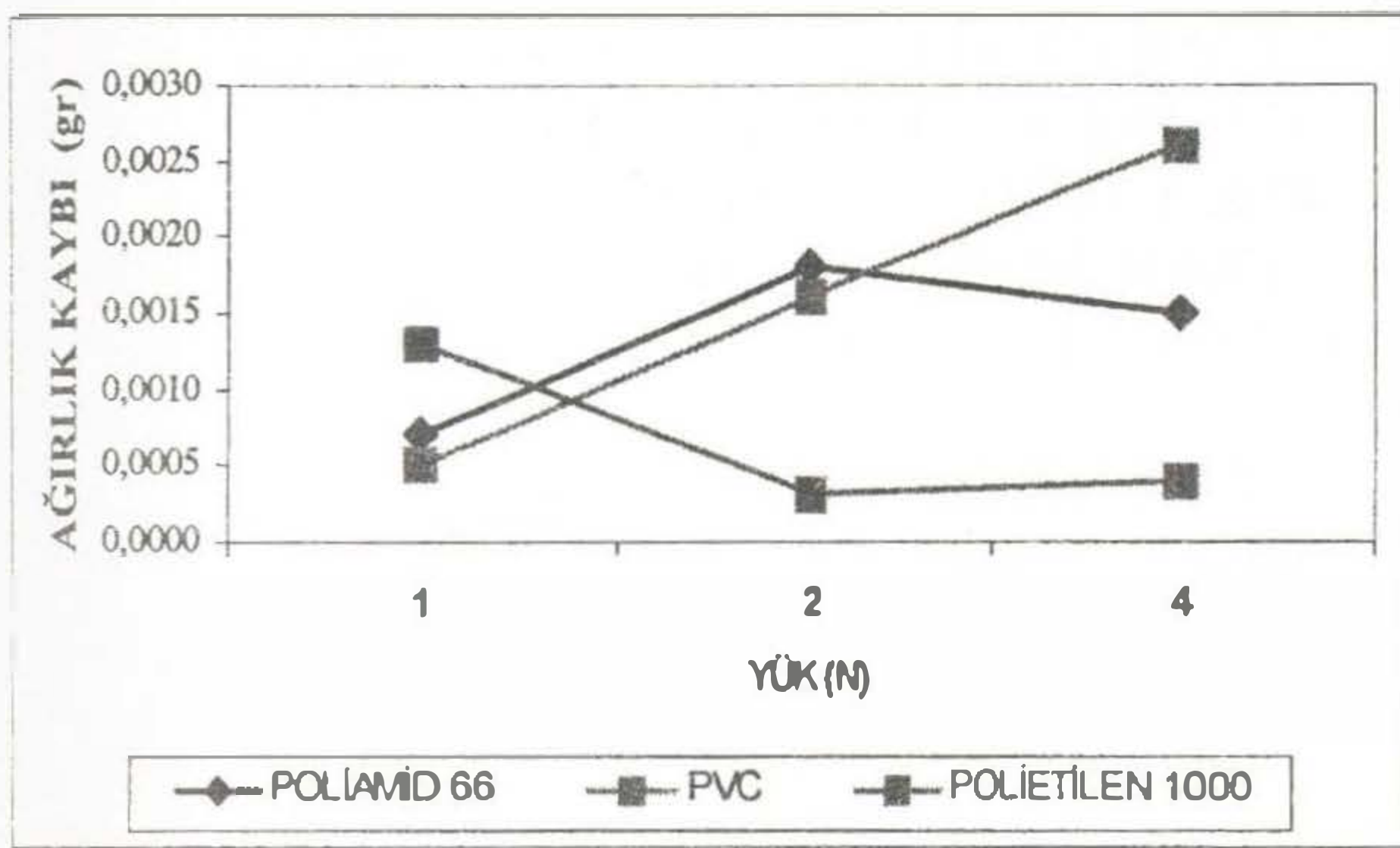
Söz konusu polimerlerin hızdaki artıştan nasıl etkilendiğini incelemek amacıyla daha sonra sabit tutulan aşınma hızı 1.5 m/sn olarak seçilmiş ve bu aşınma hızında, değişen yüklerdeki aşınma davranışları incelenmiştir. 1,5 m/sn aşınma hızında değişen yüğe göre ağırlıkça kayıpları gösterir grafik Şekil 7'de görülmektedir.



Şekil 7. 1,5 m/sn hızda değişen yüklerde ağırlıkça kayıplar

Şekil 7'deki grafik incelendiğinde; Poliamid 66 polimerinde aşınma yükündeki artışa bağlı olarak aşınma miktarında az da olsa bir artış söz konusu iken, PVC (Polivinilklorür) polimeri ise aşınma yükündeki artıştan doğrudan etkilenmiş ve hız sabit iken aşınma miktarında yük ile doğru orantılı olarak artış gözlemlenmiştir. Polietilen 1000 polimerinde ise başlangıçta yükteki artışa bağlı olarak aşınma miktarında az da olsa bir artma görülmüş ancak artırılan yük üst noktalarda aşınma miktarında azalmaya neden olmuştur.

2 m/sn aşınma hızında, sırasıyla 1 N, 2 N, ve 4 N'luk aşınma yükü altında polimerlerde meydana gelen ağırlıkça kayıpları gösterir grafik Şekil 8'dedir. Bu aşınma hızında da polimerler genel olarak önceki aşınma hızlarında aşınma yükündeki değişime bağlı olarak gösterdikleri davranışları göstermişlerdir



Şekil 8. 2 m/sn hızda değişen yüklerde ağırlıkça kayıplar

Deneyler sonucunda elde edilen verilere dayanarak söz konusu polimerlerin değişik aşınma yükü ve aşınma hızı karşısında sergiledikleri aşınma faktörlerini inceleyecek olursak; Hacimsel kayıpların hesaplanmasından sonra polimerlerin her bir hız ve yükteki aşınma faktörleri hesaplanmış ve;

Şekil 9'da 1 N yük altında, hızdaki değişimlere bağlı olarak aşınma faktörlerindeki değişim grafiği,

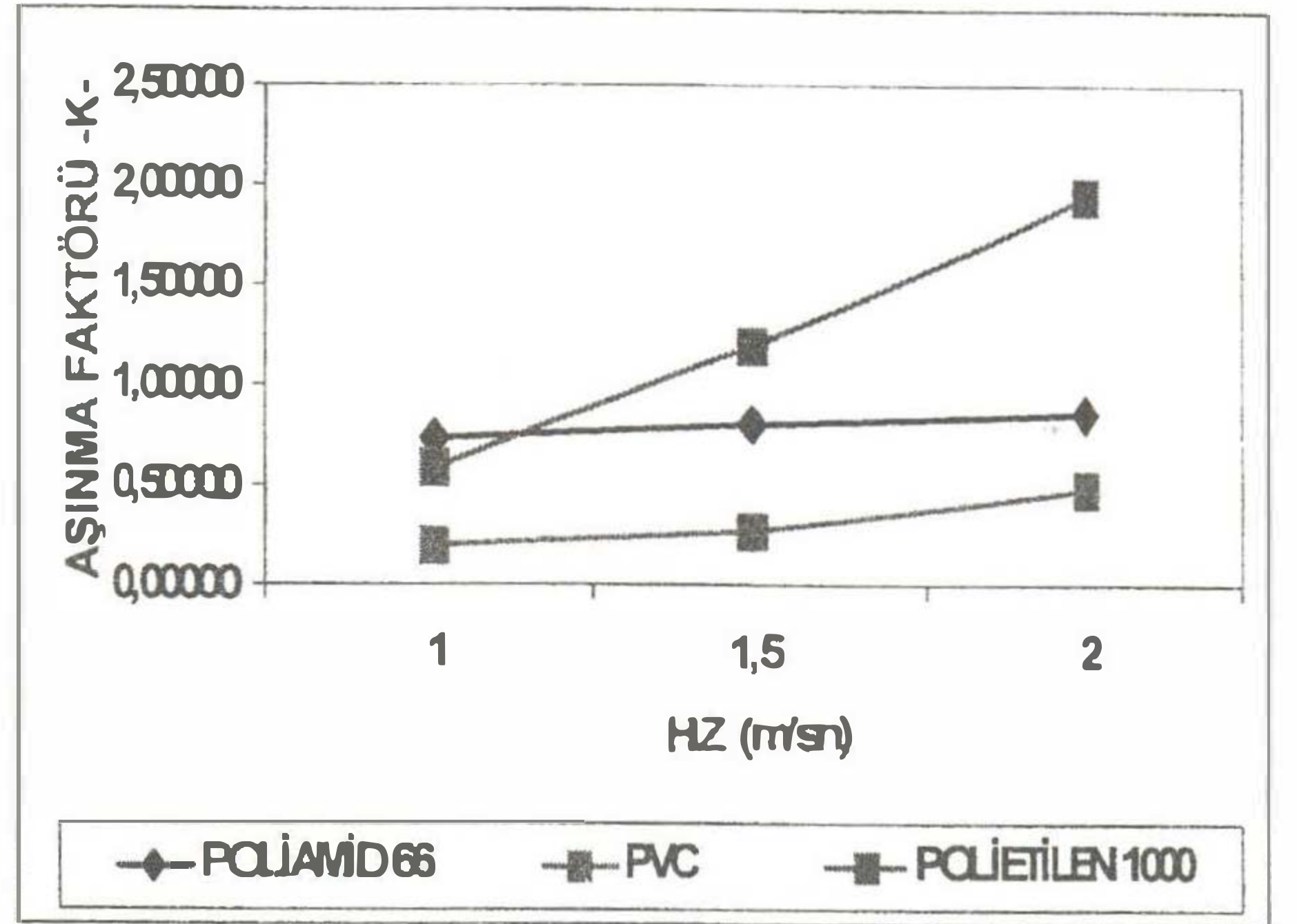
Şekil 10'da 2 N yük altında, hızdaki değişimlere bağlı olarak aşınma faktörlerindeki değişim grafiği,

Şekil 11'de 4 N yük altında, hızdaki değişimlere bağlı olarak aşınma faktörlerindeki değişim grafiği,

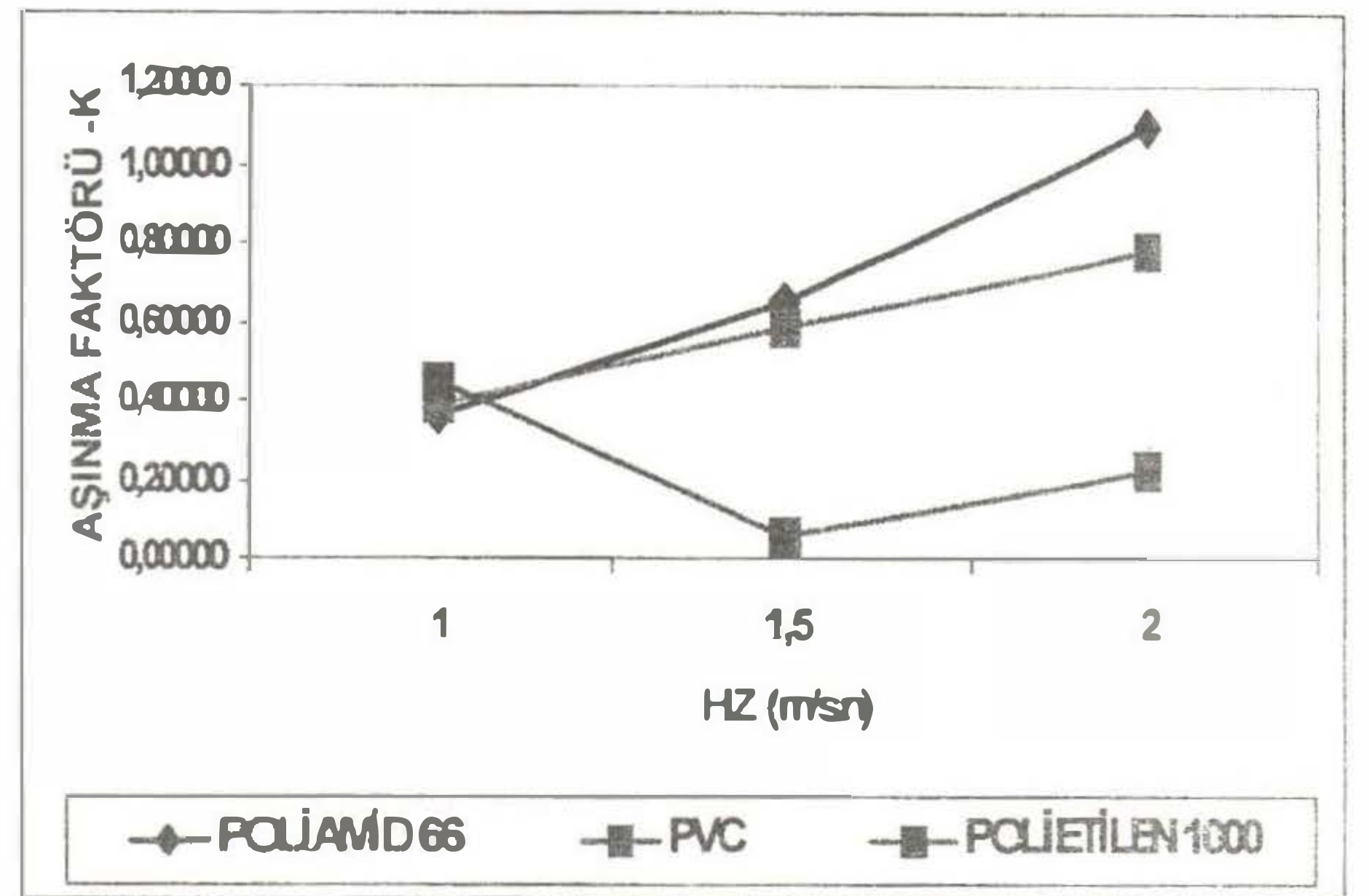
Şekil 12'de 1 m/sn aşınma hızında yükteki değişimlere bağlı olarak aşınma faktörlerindeki değişim grafiği,

Şekil 13'te 1,5 m/sn aşınma hızında yükteki değişimlere bağlı olarak aşınma faktörlerindeki değişim grafiği,

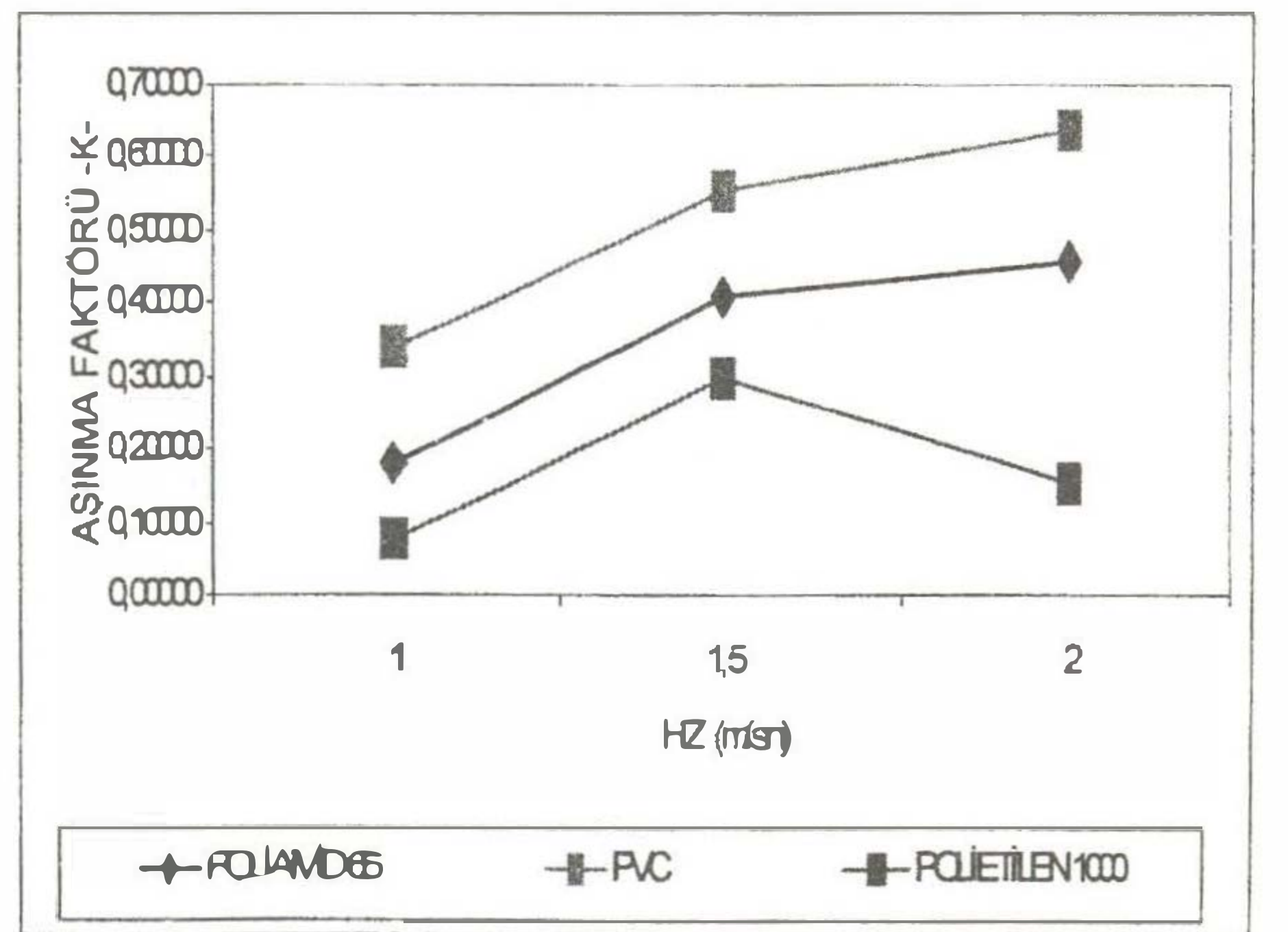
Şekil 14'de 2 m/sn aşınma hızında yükteki değişimlere bağlı olarak aşınma faktörlerindeki değişim grafiği, görülmektedir.



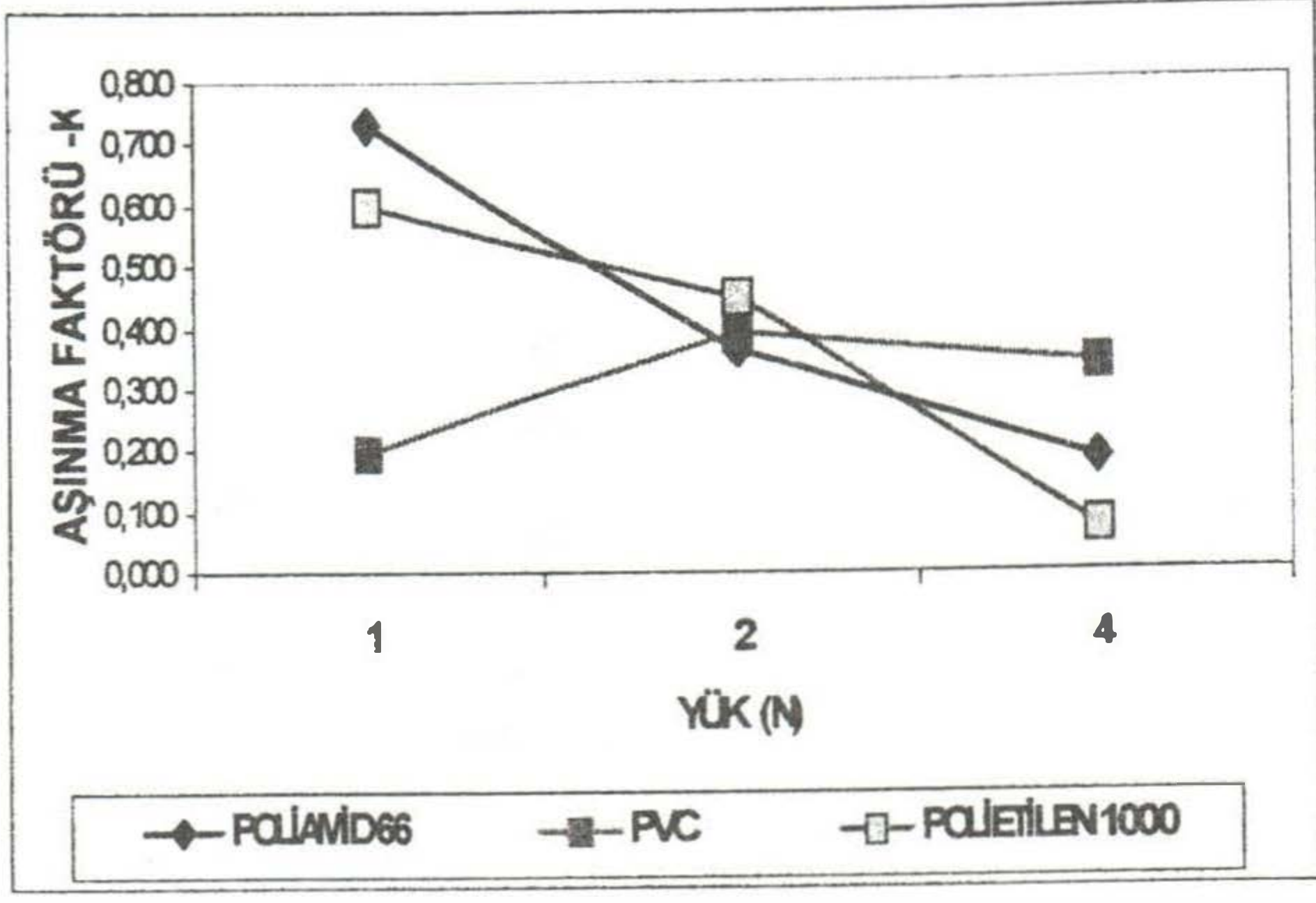
Şekil 9. 1 N yük altında, hızdaki değişimlere bağlı olarak aşınma faktörlerindeki değişimi



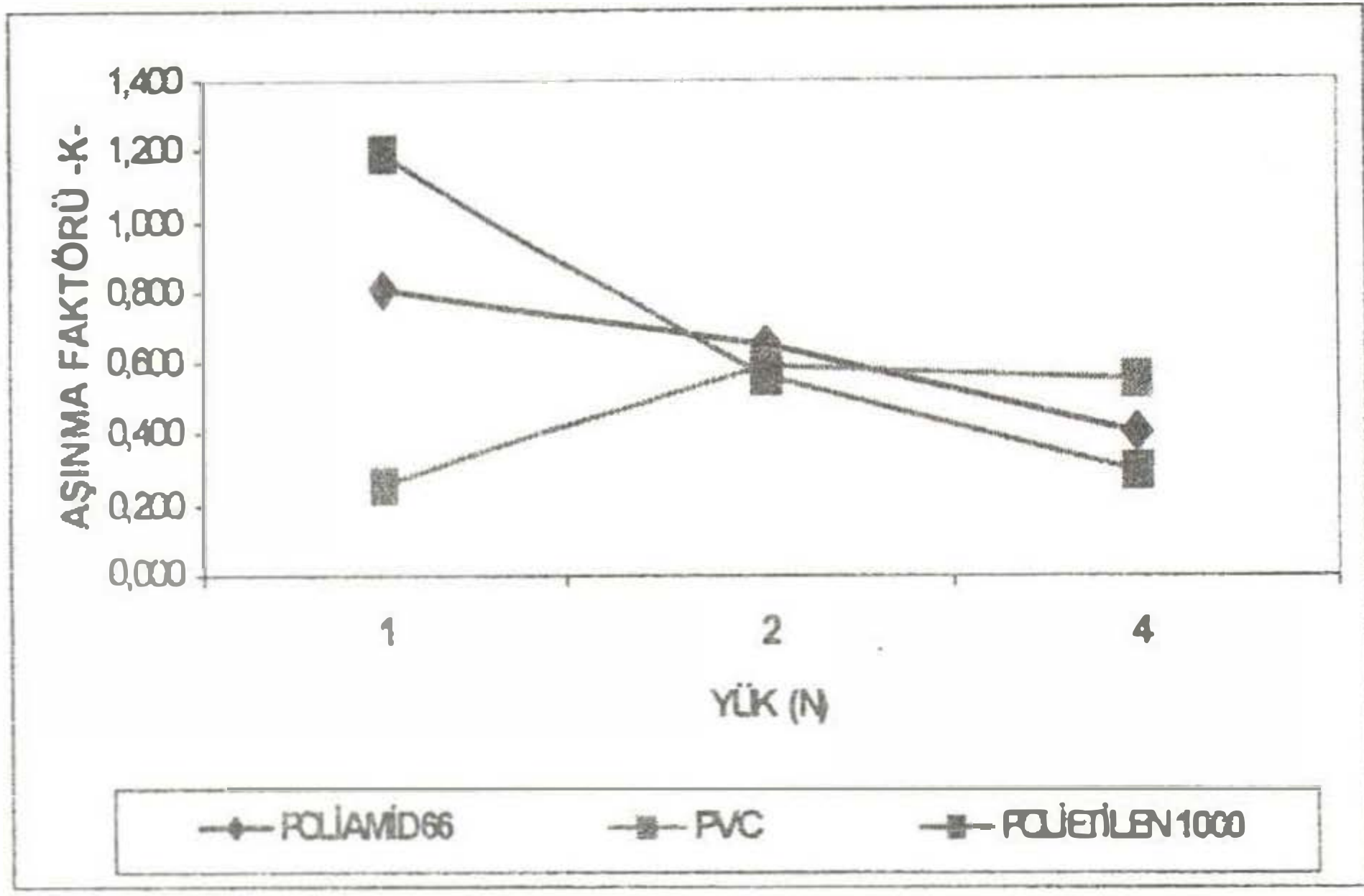
Şekil 10. 2 N yük altında, hızdaki değişimlere bağlı olarak aşınma faktörlerindeki değişimi



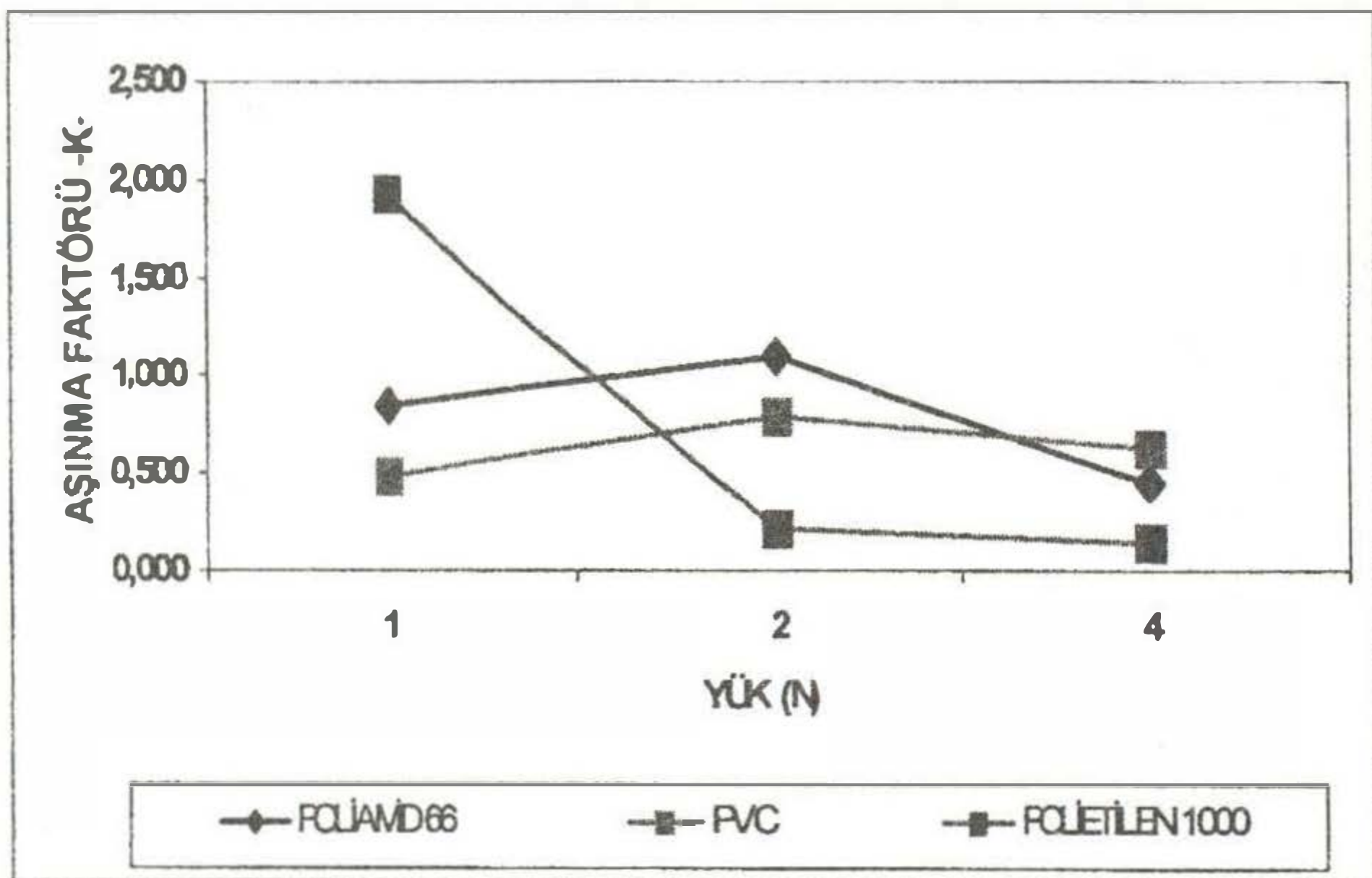
Şekil 11. 4 N yük altında, hızdaki değişimlere bağlı olarak aşınma faktörlerindeki değişimi



Şekil 12. 1 m/sn aşınma hızında yükteki değişimlere bağlı olarak aşınma faktörlerindeki değişim grafiği,



Şekil 13. 1,5 m/sn aşınma hızında yükteki değişimlere bağlı olarak aşınma faktörlerindeki değişim grafiği,



Şekil 14. 2 m/sn aşınma hızında yükteki değişimlere bağlı olarak aşınma faktörlerindeki değişim grafiği

IV. DENEY SONUÇLARININİRDELENMESİ

Teflon,döküm poliamid ve poliamid 6 sadece 1 N aşınma yükünde ve sırasıyla 1 m/sn., 1,5 m/sn, ve 2 m/ sn'lik aşınma hızında gözlemlenmiştir. 1 N aşınma yükünde üç değişik hızda aşınmaya maruz bırakılan üç çeşit polimere ait ağırlık kayıpları incelendiği zaman tüm hızlarda en az ağırlık kaybına uğrayan polimerin Teflon olduğu. Poliamid 6'da ağırlık kaybının yüksek hızlara çıkıldığında arttığı, Döküm poliamidde ise yüksek hızlara çıkıldığında ağırlık kaybı miktarının hızdaki artışa nazaran daha az oranda arttığı görülmektedir.

Deneye tabi tutulan Poliamid 66,PVC ve Plietilen 1000 polimerlerinin; yük ve hız artışlarındaki aşınma davranışlarını incelediğimizde;

1 N luk aşınma yükünde artan hıza göre ağırlık kaybı miktarındaki değişiklikler incelendiğinde ; Poliamid 66 nın hızla bağıntılı olarak ağırlık kaybı miktarında düzenli bir artış, PVC ve Polietilen 1000 'de ise, yüksek hızlara çıkıldığında hızdaki artış oranından daha yüksek oranda ağırlık kaybı görülmektedir.

2 N luk aşınma yükü altında, üç değişik aşınma hızında sözkonusu polimerlerde meydana gelen ağırlık kaybı miktarları incelendiğinde; Poliamid 66 ile PVC nin bu aşınma yükü altında değişen hızlarda dahi aşınma davranışları birbirlerine çok yakındır. Polietilen 1000 polimerinde ise hızdaki artışın aşınmayı artırmadığı görülmektedir.

4 N luk aşınma yükü altında, üç değişik aşınma hızında sözkonusu polimerlerde meydana gelen ağırlıkça kayıp miktarları incelendiğinde; Polietilen 1000 polimerinin diğerlerine göre daha az ağırlıkça kayba uğradığı görülmüştür. Artan aşınma hızı sözkonusu polimerin aşınma davranışlarını olumsuz yönde etkilememekte ağırlıkça kayıp miktarında artış olmamaktadır.

Deneyde kullanılan polimerlerin aşınma davranışlarını belirli bir aşınma hızında yük miktarını artırmak suretiyle inceleyecek olursak ; deneye tabi tutulan polimerlerin belli hızlardaki aşınma miktarları ile aşınma yükü arasındaki bağıntıyı gözler önüne serecek sonuca ulaşmak mümkün olacaktır. Mevcut polimerler 1, 1,5 ve 2 m/sn'lik aşınma hızında, sırasıyla 1 N, 2 N ve 4 N'luk aşınma yükü altında aşınmaya zorlanmışlar ve

1 m/sn lik hızda , Poiamid 66 polimerindeki aşınma miktarının aşınma yükünden etkilenmediği,1 N,2N 4N lük yük altında dahi aynı miktarda kayba uğradığı gözlemlenmiştir. Kısaca, Poliamid 66 polimerinde. 1 m/sn.lik aşınma hızında aşınma yükündeki artışa rağmen aşınma miktarı sabit kalmıştır. PVC (Polivinilklorür) polimeri ise aşınma yükündeki artıştan doğrudan etkilenmiş ve hız sabit iken aşınma miktarında yük ile doğru orantılı olarak artış gözlemlenmiştir. Polietilen

1000 polimerinde ise başlangıçta yükteki artışa bağlı olarak aşınma miktarında az da olsa bir artma görülmüş ancak artırılan yük üst noktalarda aşınmada azalmaya neden olmuştur.

Söz konusu polimerlerin hızdaki artıştan nasıl etkilendiğini incelemek amacıyla daha sonra sabit tutulan aşınma hızı 1.5 m/sn olarak seçilmiş ve bu aşınma hızında, değişen yüklerdeki sürtünme ve aşınma davranışları incelenmiştir. Poliamid 66 polimerinde aşınma yükündeki artışa bağlı olarak aşınma miktarında az da olsa bir artış söz konusu iken, PVC (Polivinilklorür) polimeri ise aşınma yükündeki artıştan doğrudan etkilenmiş ve hız sabit iken aşınma miktarında yük ile doğru orantılı olarak artış gözlemlenmiştir. Polietilen 1000 polimerinde ise başlangıçta yükteki artışa bağlı olarak aşınma miktarında az da olsa bir artma görülmüş ancak artırılan yük üst noktalarda aşınma miktarında azalmaya neden olmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] LANSDOWN, A.R. , PRICE , A.L., “ Materials to Resist Wear, A Guide to Their Selection and Use “ University Collage, Swansea, U.K., 1986
- [2] ASHBY , M.F. , JONES, D.R.H.,” Engineering Materials 1 ,An Introduction to Their Properties and Applications “ Engineering Dept. Cambridge University , England
- [3] PALIN, G., “Teknolojide Plastikler”, Makine Mühendisleri Odası Yayınları No 64 ,Ankara 1971
- [4] YILMAZ, S.,”Plastik Malzemelerin Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi”, Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, İzmir, 1990
- [5] BAIJAL, M., “Plastics Polymer Science and tecnology”, Technology and Management Consulting, Ohio ,1982
- [6] MARK, H., “Encyclopedia of Polymer Science and Technology” Volume 13 New York, 1970
- [7] YAŞAR, H. “Plastikler Dünyası”, Makine Mühendisleri Odası Yayınları No 142, Ankara, 1992