

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OTTO MOTORLARINDA
EGZOST GAZI
EMİSYONLARININ
İNCELENMESİ**

**PROJE DANİSMANI ve
YÜRÜTÜCÜSÜ**

RD.DOÇ.DR. Adnan BALIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAK.MÜH.TUĞRUL YAKAR

İSTANBUL 1993

TEŞEKKÜR

Başda, tez danışmanı ve yürütücüsü YRD.DOÇ.DR.

Adnan BALIK'a,beni deneysel çalışmaya dayali proje yapma konusunda yönlendirmesi ve yardımlari için teşekkür ederim.

Otomotiv ana bilim dali baskani Sayin PROF.DR.

Raif DURAK'a,Makina Fakültesi Dekani Sayin PROF. İrfan YAVAŞLIOĞLU'a çalışmama gösterdikleri yakin ilgi ve alaka yanında,yol gösterici ve yapici eleştirilerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Önsözde de belirtildiği gibi bu çalışma bir grup çalışması niteliğindedir.Bu çalışmalarda her zaman yanımda olan,bana yol göstericiliği yanında,moral destek olarakda çok şey veren Sayin MAK.YÜK.MÜH. Mustafa BENLİDAYI'ya, Deneyleri yaparken beni yalnız bırakmayan,Otomotiv ana bilim dali Arastırma görevlilerinden MAK.YÜK.MÜH. Muammer ÖZKAN,a MAK.MÜH. Mehmet TAMER'e,arkadaşım MAK.MÜH. Süleyman TOKAY'a, Deney setinde meydana gelen arizalarda en büyük yardımcı Laboratuvar Teknisyeni Erdiñ BİCAN'a çok teşekkür ederim.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında,bana bürosunun tüm imkanlarını sunan Sayin ELK.MÜH. Faik Yasar Gürsu'ya,Teknik Ressam Rüstü GÖRGÜN'e ve Halil GÜNGÖR'e çok teşekkür ederim.

MAK.MÜH.Tugrul YAKAR

Istanbul 1993

ÖNSÖZ ve SUNUS

Bu deneysel bir çalışmadır.

Bu çalışmada yapılmak istenen; Otto motorunda, ateşleme zamanı değişimi sonucunda, egzost gazlarında meydana gelen değişimin eğriler ile incelenmesidir. Sonuç olarak eğriler yardımı ile konuya bir açıklama getirilmeye çalışılacaktır. Deney düzenegi üç ana gruptan oluşmaktadır.

1-) MOTOR GRUBU

2-) PRONY SU FRENI GRUBU

3-) EGZOST GAZ ANALİZ GRUBU

Motor ve su freni laboratuvar zeminine fixlenmiştir.

Egzost gaz analiz cihazı mobil formdadır. Deney düzenegi başlangıcından sonuna kadar birtakım tadilat, yenileştirme ve tadilatı zorunlu kılmalıdır. Bunun sebebi motor ve fren grubunun eski olması, egzost gaz analiz cihazının ilk defa kullanımından doğan zorluklardır. Deneyde elde edilecek verilerin hassasiyetini artırmak için fazlası ile hazırlık deneyi yapılmıştır. Bu uğraşlar konuya olan ilgiyi artırıp konsantrasyonu kuvvetlendirmiştir. Deney ölçülecek verilerin fazlalığı sebebi ile, grup çalışması gerektirmiştir. Bu arada Grup çalışmasına az veya çok katkıda bulunan kişilere teşekkür ederim. Çalışma spesifik olmasına rağmen günümüzün en önemli sorunlarından olan HAVA KİRLİLİĞİ olayı ile de direkt ilgilidir. Bu anlamda daha sonra yapılacak çalışmalara veritabanı hazırlayacak nitelikte sahiptir.

Sonuç olarak bu uğraş, motorun çalışma sınırlarının genişliğinin yokedilmesi yani optimum çalışma şartlarının bulunması ve konu edilen parametrelerin bu çalışma şartlarına etkisinin incelenmesi olarak tanımlanabilir.

Tugrul Yakar
Mak.Müh.

SUMMARY and PRESENTATION

This treatise is an experimental study which designed and completed in engine laboratory in YILDIZ UNIVERSITY.

In this study, change of exhaust gases of otto engine is examined by graphics, related to change of ignition time. Therefore, The study will be come to end with the help of graphics. Experiment's components have three main groups;

- 1-) ENGINE GROUP
- 2-) PRONY WATER BRAKE GROUP
- 3-) EXHAUST GAS ANALISER GROUP

Engine and prony water brake groups are fixed in laboratory's ground. Exhaust gas analyser is mobile. There are lots of repairs, replacement and changes about experiment components. Because of old engine and water brake system during the study; and also exhaust gas analyser was not being known enough, for this reason, we couldn't use it efficiently. A lot of preliminary experiments were made to increase sensitivity of the experiment's data. These experiments increased concentration about study. There were a lot of data to be measured, for this reason, this study required more than one person; thus I would like to thank them very much for their friendly help. Although this study is a specific one, it is related to air pollution directly which is a very important problem today. Therefore it has a structure which supplies database for new studies.

In a few words; Engine's working limits are very wide. Optimum working conditions should be found. This study is called, The examining of the actions of parameters emphasized at the working conditions of otto engine.

İÇİNDEKİLER

1.Asama deneyler	
Deney düzeneginin tanitilmesi	
Motor ve ekipmanlari	1
Prony su freni ve ekipmanlari	3
Egzost gaz analiz cihazı ve aparatlari	6
Deneyin yapilisi	8
Grafikler	
Motor gücü ve özgül yakıt harcami	13
Döndürme momenti	14
Sogutma suyu ve egzost gazı sicakliklari	15
Yanmamis HC miktarı	16
Hava/yakıt oranı	17
CO ₂ ve O ₂ degisimi (Devire bagli)	18
" " " (Güce ")	19
CO ve Düzeltilmis CO degisimi (Devire bagli).....	20
CO ve Düzeltilmis CO degisimi (Güce bagli)	21
Sonuç	22
Sekiller	
Motor ve su freni grubu sematik gösterimi	24
Egzost gaz analiz cihazının önden görünüsü	25
Egzost gaz analiz cihazı ve motor baglantilarinin sematik gösterimi	26
2.Asama deneyler	27
Deney düzeneginin tanitilmesi	28
Performans egrilerinin çikarilmasında kullanılan formüller	33
Performans egrileri için yapılan Data degerleri listesi	35
Performans egrileri için hesaplanan data listeleri	36
Egzost emisyonlari degisim egrileri için data listesi	39
Performans egrileri	40
Egzost emisyonlari degisim egrileri	51
Sonuç	73
Performans egrileri için	73
Egzost emisyonlari egrileri için	78
Egzost gaz analiz cihazı ve aparatlarinin sematik resmi	81
Deney düzeneginin sematik resmi ...	82
Deneyler ile ilgili fotoograflar ...	83
Yararlanılan kaynaklar	87
Özgeçmiş	88

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OTTO MOTORLARINDA
EGZOST GAZI
EMİSYONLARININ
İNCELENMESİ**

1. AŞAMA

İSTANBUL 1993

DENEYİN ADI: Otto tasit motorunda, atesleme avansi degisimi sonucu,performans egrileri ve egzost gazı emisyon egrilerinin çıkarılması

DENEYİN AMACI:Avans degisiminin,performans egrilerine ve egzost gazı emiyonlarına etkisinin grafikler ile incelenmesi.

DENEY NORMU:"DIN 70020" veya karsiligi TSE 1231'in kapsadigi "degisken devirli motor performans deneyi"

DENEY DÜZENEGINİN TANITILMASI:Deney düzenegi 3 grupdan olusmaktadır.

1-MOTOR ve EKIPMANLARI

2-FREN DÜZENEGI ve EKIPMANLARI

3-EGZOST GAZI ANALİZ CİHAZI ve EKIPMANLARI

1-MOTOR ve EKIPMANLARI:Motor,toplam strok hacmi 1300 cm3 olan,5400 1/min devirde maximum 70 HP güç verebilen,rektifiye edildikten sonra kullanılmamis bu yüzden rodaj sürecinde olan otto tasit motorudur.DISLI KUTUSU VE DEBRIYAJ mekanizmalari kullanılmadan,direkt olarak baski plakasi üzerinden prizdirek mili ile ıkis alınmaktadır.Laboratuvar zemininde bulunan beton kaide'ye titresim sönüm elemanı kullanılmadan ankastre olarak baglanmistir.Baglamada kullanılan ayaklar,kayar rayli sistem üzerinde sag-sol,ileri-geri, hareket edebilme özelliginde olup,ayrica yükseklik ayari yapılabilmektedir. Ayaklardan ikisi motor gövdesi üzerinde,normalde motorun sasiye baglandigi kulak yuvalarından,diger ikisi aliminyum volan kapagi üzerinden yapılmistir.Motor'a sonradan eklenen gaz kolu ile karbürator gaz kelebegi kontrol edilmektedir. Gaz kolu arka arkaya yapılan deneylerde ayni kelebek açıkligının saglanabilmesi için kademelendirilmistir.Motor'a yakıt sevkiyati ise yine sonradan eklenen bir düzeneikle yapılmis ve özgül yakıt sarfiyatını ölçebilecek sekilde

ayrintilandırılmıştır. Egzost manifold çıkışı, laboratuvarda bulunan egzost tesisatına, manifold'dan sonra kıvrılabilir çelik spiral boru ile bağlanmıştır. Manifold çıkışına egzost gaz sıcaklığı ölçümü için termometre bağlanmıştır. Motor üzerinde orjinal, radyator ve pervaneli kapalı soğutma mekanizması kullanılmayıp iptal edilmiş, bunun yerine açık devre sebeke suyu ile soğutma sağlanmıştır. Bu sistemde sebeke'den alınan su, devridaim pompasının çalışması dikkate alınmaksızın motora verilmektedir; çıkışta da atılmaktadır; yani motor'a giren soğutma suyu sıcaklığı sabittir. Soğutma suyunun açık devre olarak uygulanmasının nedeni; laboratuvar şartlarında soğutma için gerekli hava hareketlerinin tasit motoru için uygun olmamasıdır. Soğutma sisteminde, sebeke suyu kesintilerinde kullanılmak üzere, laboratuvarda bulunan su deposundan elektrikli su pompası ile basılabilen su, yedek hat olarak bulunmaktadır. Motor soğutma suyu çıkışına konulan termometre ile soğutma suyu sıcaklığı kontrol edilmektedir.

Motor ilk harekete mars motoru aracılığı ile geçirilmektedir; ve motor üzerinde akü sarjı için sarj dinamosu bulunmaktadır. Karbüratörde motor suyu sıcaklığı etkisi ile çalışan otomatik hava keleşegi(jigle düzenegi) vardır. Normalde tasit üzerinde WESTINGHOUSE fren sistemi için gereken, karbüratör üzerindeki vakum çıkışı iptal edilmiştir.

Motor ve ekipmanları üzerinde çeşitli tadilat ve bakımlar yapılmıştır. Bunlar: Motorun kolay ilk harekete geçmesini sağlayan otomatik jigle düzeninin, tasit da kullanılan kalorifer tertibatı giriş çıkış'ının iptal edilerek çalışır hale getirilmesi, diğer karbüratör ayarları, engellenemeyen ufak çaplı titreşimlerden oluşan distribütör arızaları ve yine titreşim sonucu, motor soğutma suyu ve

egzost gazı sıcaklığı termometrelerinin dayanmaması sonucu yerine titresime dayanıklı termometrelerin takılması, bujilerin ve kabloların temizlenmesi, silindirlerin kompresyonlarının ölçülmesi, motor'un yataklanmasındaki balans ayarları, soğutma suyu giriş-çıkış ve egzost çıkışında, gaz kolu ve yakıt sevk düzeneklerinde yapılan tadilatlar olarak genelde sıralanabilir; Bunların yanında haftada 1 veya 2 defa yapılan akü sarjı periyodik bakıma eklenebilir.

NOT:Yapılan ön deneylerde motorun yüksek devirlerinde, kesitin küçük olması yüzünden yakıt gereksinimini karşılayamayan üç yollu vana daha büyük kesitli pirinç üç yollu vana ile değiştirilmiş, deneyin yarıda kalmasına sebep olabilecek küçük yakıt deposu büyük bir depo ile değiştirilmiştir.

2-PRONY SU FRENI ve EKİPMANLARI:Su freni laboratuvarın tabanında yükseltilmiş beton kaide üzerine ankraj civataları ile monte edilmiştir.Fren gövdesi titreşim absorblayıcı özelliğinden dolayı dökümdür.Su,giriş vanasının herkonumunda debinin sabit kalması amacıyla laboratuvar duvarına monte edilmiş 10 M yükseklikteki samandırallı depolardan temin edilmektedir.Bu sistem kısa süreli su kesilmelerine karşı da bir önlem niteliğİ taşımaktadır.Uzun süreli su kesintilerine karşı ise,laboratuvarda bulunan su deposundan, elektrikli supompası ile tahrik edilen yedek besleme ünitesi kullanılmaktadır.

Frene su girişi aynı giriş konisinden sağ ve sola ayrılan iki hat ile sağlanmaktadır.(bunun yanı sıra fren su girişi ağzından su tasmaması için gövdeye bağlı by-pass sistemi kullanılmaktadır.).Suyun,giriş konisindeki homojenliğini sağlamak için konik,ağızı ezilip boyu genişletilmiş nozül kullanılmıştır.Fren gövdesine giren su,fren çıkışında vana yardımıyla fren gücü ayarlanarak tek bir çıkıştan alınmaktadır.Fren

rotoru gövdeye rulmanlı yataklar ile yataklanmıştır;ve yataklar,frenin kullanım anında doldurulan cam tüpler vasıtası ile yağlanmaktadır.Fren yapımı itibari ile,kol ve dişli mekanizmalarla,orjinal ve direkt kW olarak motor gücünü verebilen,buna göre kalibre edilmiş,ayrıca motor dönüş yönü veya fren bağlama yönünün değişimi göz önüne alınarak,60 KG'lik yük gösterebilen çift dönüş yönlü kadrana sahiptir.Fren yapımı ve montajı itibariyle ile hiçbir dengeleme sorunu ortaya çıkarmamaktadır.Bunların yanı sıra,deney sırasında motordan kaynaklanan titreşimlerin sağlıklı bir değer okumayı engellemesi için stator'a bağlı,içi yağ ile dolu,pistonun üzerine açılan delikle çift yönlü çalışması sağlanmış,bir silindir bulunmaktadır.Ayrıca frene giren suyun debisini ayarlayan vana,kadran tarafında,uzatılmış kol ile kontrol edilmektedir.Bu kullanış tarzı deney yapan kişinin hem su girişini,hem de kadrandan değer okunması işlemini kontrol etmesi açısından büyük kolaylık sağlamaktadır.Fren gövdesinden çıkan rotor miline bağlanmış kasnakla,bu kasnaga göre kalibre edilmiş,kayışla hareket iletimi sağlanan devir saati bulunmaktadır***

*** Bu devir saati daha önce deney düzenegine bağlı olan düşük devirli motora yetecek kadrana sahip olduğundan (3500 l/min) ve simdiki düzenekte yüksek devirli tasit motoru kullanıldığından,sadece birkaç defa rölanti çalışmasında kullanılmış daha sonra kullanımı bırakılmıştır.

Su freni ve ekipmanları üzerinde yapılan bakım,revizyon ve gerekçeli dönüşümler şunlardır:

Deney düzenegi dolayısı ile fren çok uzun zamandır kullanılmadığı için su giriş nozulünde paslanma ve çürüme ayrıca su giriş konisinde yine paslanma ve sonucunda tıkanma vardı.Çözüm olarak,giris konisi sökülüp temizlendi ve takildi,su

akis nozülü yeniden yapilip yerine takildi.Moment iletim kol-lari ve rulmanlari cikarilip elden geçirilip yaglandi,kadran disli ve rulmanlarına da ayni islemler uygulandi.

Tez ele alindiginda,deney düzeneginin eksiklik ve arizalarinin ayrica çalışma güvenliginin gözlemlenmesi için yapı-lan çalışmalarda ortaya cikan sonuçlar ve yapılanlar:Motor çıkisi (prizdirek mili) ve fren rotoru arasındaki güç ileti-minde kullanılan kaplin çelik esasli,baglantisi civatalar ile sikilmis deriler ile yapılan,eksenel kaymayi önleyici hiçbir tedbir alınmamis bir kaplindir.Ayrıca kaplinin alin yuzeyle-rinde titreşim sonucu çarpmayı önleyecek bir tedbir de bulun-mamaktadır.Bu sayılanlar,ilave olarak kaplinin ağırlığının fazla olması ve deney motorunun yüksek devirli tasit motoru olması sonucu,ekzantriklik çok fazla bir titreşim olus-turmaktadır.Titreşim ve ekzantriklik sonucu,prizdirek milinin volan kapagi üzerindeki rulmanli yataklama bozulmus ve yüksek devirlerde sürtünme dolayisiyla kivilcim cikarir duruma gel-mistir.Daha sonraki arastirmalarda rulmanli yatagin montaj hatasinin da titreşim olusturdugu anlasilmistir.Ayrıca bu se-beplerden dolayı olusan titreşimin, motorun bağlandigi ayak-lari zorladigi ve balansi tamamen bozdugu görülmüştür.

Sonuçda,motor carasgal ile askiya alinarak motor ve freni baglayan kaplin sokulmus,volan kapagi,volandan yapılan yataklama sökölerek açilmis prizdirek mili çıkarilmistir.Bo-zulan rulman degistirilmis,rulmanin aksenel kaymasına olanak saglayan bosluk giderilmis yataklama daha güvenli hale geti-rilmistir.Cikarilan mil ekzantriklik kontroluna tabi tutulup saglam kaldigi görülmüştür.Güç iletiminde kayisli kaplin ye-rine döküm malzemeli,birbirine geçmeli,lastik takoz destekli kaplin yerlestirilmistir.Daha sonra motor ve fren düzenegi

birleştirilmiş, imkanlar dahilinde önce elle sonra motorun rolanti ve biraz yüksek devirlerinde balans ayarı yapılmaya çalışılmıştır. Sonuçta balans konusunda sadece ilk harekete geçme esnasında oluşan, titreşim destekli hafif ekzantriklik dışında sorun kalmamıştır. Yüksek devirlere çıkıldığında, kaplinin geçmeli olmasının ve fren miline takili dişi kaplinin çok sağlam olmasının avantajı olarak, kaplinin motor mili tarafında merkezkaç dolayısı ile oluşan ekzantriklik sıfırlanmıştır. En sonunda kaplin kısmına alüminyum kapaklı muhafaza yapılarak risk faktörü yokedilmiştir. Düzenek bu haliyle motorun maximum devri olan 5500 1/min civarında denenmiş ve herhangi bir sorun çıkmamıştır.

3-EGZOST GAZ ANALİZ CİHAZI ve APARATLARI:

3.1-Cihazın kısa tanıtımı: Egzost gaz analiz cihazı, hem laboratuvar hem de servis istasyonları kullanımı için üretilmiş çok amaçlı ve portatif yapıdadır. Cihaz temelde vakum pompası ve ölçümlerin değerlendirildiği elektronik kit'lerden oluşan sistemle çalışmaktadır, göstergeler dijitaldir. Verilerin kagıda aktarılması için özel olarak cihaza mahsus printer (yazıcı) bulunmaktadır. Egzost gazı örnek toplama probu, yağ sıcaklığı probu ve kablosu, devir ölçümü için kışkaçlı impuls kablosu cihazın aparatlarıdır. Cihaz 220 V monofaze gerilimle çalışmaktadır.

Cihaz göstergelerinden 8 değişik değer okunabilmektedir, bu değerler aşağıya çıkarılmıştır.

- | | |
|--|----------------|
| A) HACİMSAL KARBONMONOKSİT | (YÜZDE OLARAK) |
| B) DÜZELTİLMİŞ HACİMSAL KARBONMONOKSİT | (" ") |
| C) HACİMSAL KARBONDİOKSİT | (" ") |
| D) HACİMSAL HİDROKARBON | (PPM OLARAK) |
| E) HACİMSAL OKSİJEN | (YÜZDE OLARAK) |

F) HAVA/YAKIT ORANI

(ORAN OLARAK)

G) MOTOR DEVRI

(1/MIN)

H) MOTOR YAGI SICAKLIGI

(DERECE)

3.2-Cihazın alistirilmesi:Öncelikle egzost örnek probu, hortum,motor egzost cikisi,cihaz baglantisi yapilir ve kaçak olup olmadigi kontrol edilir,daha sonra yag sicaklik probunun boyu motorun orjinal yag ubugu boyuna göre ayarlanir (boyun uzun olmasi durumunda probun ucu hasar görebilir),motor ve cihaz baglantisi yapilir,son olarak da motor devri için impuls kiskali kablounun kiskaci distribütör üzerinde 1 nolu silindir kablosuna,diger ucu cihaza baglanir.Elektrik baglantisi yapildiktan sonra cihaz devreye alinir.

Cihaz alistirilinca otomatik sifirlama islemini yapar ve ardindan kendiliginden isinma periyoduna girer;Bu periyod, 15 dk srmekde,cihaz göstergelerinde geri sayis olarak veril-
mekte ve kesinlikle müdahale edilip kisaltilip atlanamamakta-
dir.Bu periyod sonunda cihaz,yine kendiliginden otomatik kalibrasyona girer.10 s süren kalibrasyondan sonra cihaz l-
m moduna girer,göstergeler ölçüme hazır hale gelir.

Cihazda göstergelerin altinda ölçüm modu butonu,fonksi-
yon seçim butonu,printer(yazici) iktisi alma butonu ve
azaltma-artirma butonu bulunmaktadır.Fonksiyon tusuna basilip
opsiyonlar seçilerek deneyin veya ölçümün yapildigi yerin
yksekligi,motorda kullanilan yakitin cinsi,2 veya 4 stroklu
motor seçimi,ayrica cihazin çalışma gvenligi kontrolu(sizin-
ti kontrolu,düsük akis hizi kontrolu,düsük voltaj kontrolu)
gibi kontroller yapilir.Bu islemlerde seçim için azaltma-
artirma butonlari kullanilir.

Yapilan bu islemlerden sonra cihaz ölçüme hazır haldedir
lm sirasinda egzost gazi örnekleri,egzost ikisina yerles-

tirilen prob ile toplanmaktadır.Cihaz içindeki elektronik kit'ler ile CO,CO₂,HC ve O₂ gazlarının kesin degerlerini bulur; ve ekrana cikarir.Cihazla ilgili daha ayrintili bilgi için kullanma kilavuzuna bakilabilir.(Motor laboratuvari).

NOT:Cihaz ile ölçüm yapilirken motor yag sicakligi 75 °C'nin altinda olmamalidir.

DENEYIN YAPILISI:Din 6270'e göre yapilan performans deneylerinde,yani stasyonier motor deneylerinde,bu motorlar düşük devirli olduklarindan,ayrica istenen güce göre yakit regülator tarafından düzenlendiğinden,deney normal prosedürüne göre yapılabilmektedir.Bizim deney düzenegimizde kullanılan motor yüksek devirli otto motorudur.Istennen güce göre silindire giren hava yakit karisimi gaz kelebegi konumu ile ayarlanmaktadır.Motorda bulunan karbürator çift venturilidir. Bu karbürator tasitin normal seyrinde yakit sarfiyatini 1.venturiden yapar,2.venturinin gaz kelebegi kapali konumdadir.Bu olay tasitlarda şöyle bir örnekleme ile açıklanabilir: Tasit kullanıminda en büyük vites,en az açık gaz kelebegi pozisyonu prensibi esas alınmistir.Buna göre düz yolda normal seyirde,tasit yukarda belirtilen prensibe uygun kullanildiginda 2.venturi kapalıdır;sadece akselerasyon istendiginde gaz kelebegi açıkligi artirilarak hiz artirilir.Tasit bir egimi çıktiginda mevcut itme gücü yetmediginde disli kutusundaki redüksiyon orani vites sayisi küçültülerek büyütülür;ve ayni gaz kelebegi açıkliginda daha büyük itme gücü alınir,Eger bu islemdе tasitin egimi çıkmasını kolaylamaz ise gaz kelebegi araligi genişletilerek 2.venturi devreye alınir.

Bu basit örnekleme sonucunda 2.venturinin güç düzenegi olarak adlandırılması yerindedir.Simdi deney düzenegi için ayni olay irdelenir ise:Deney düzeneginde motor üzerinde

disli kutusu kullanılmamış, motor yük'e alınması olayı su freni ile sistemi ile sağlanmıştır.Buna rağmen tasitla ilgili hiçbir reel büyüklük (en önemlisi tasitin ataleti) düzeneğinde kullanılmamıştır.Deney yapılısında (Din 70020 normuna göre) motor bosta iken maksimum devire cikilip daha sonra kademeli yükleme yapılması gerekmektedir; fakat yukarıda belirtilen reel büyüklüklerin, ayrıca kavrama pedalının olmaması dolayısı ile motorun maximum etiket değeri, 1. ventürde gaz kelebегinin 1/2 açık pozisyonunda elde edilmektedir. Daha sonra motorun yüklenmesi amacı ile fren devreye alındığında, motor, fren kademelendirmesi yapmadan vurunту bölgesine kadar devir düşürmekde ve etiket devrinin 1/4'u kadar bile güç alınamamaktadır.Bu ikilem karşısında deneyin normlara uygun yapılabilmesi deney sırasının ters işletilmesi ile mümkün olabilmektedir.Sayılar ile ifade edilecek olursa:

Gaz kelebегi min ve max devir aralığı 5 esit aralığa, aynı şekilde frene giren sabit debili su çıkışı 10 esit aralığa bölünürse:

GAZ KELEBEGİ KONUMU			FREN SUYU ÇIKIŞ KONUMU		
MIN	1		2	BİRİM	SU
	2		4	"	"
	3		6	"	"
	4		8	"	"
MAX	5		10	"	"

Bu kademelendirme sonunda max gaz kelebегi açıklığında (1. ve 2. venturi için), max yüklemede max güç, min devir belirlenir.Daha sonra fren suyu çıkışı aynı kademelendirme ters işletilerek yükleme azaltılır.Bu yük azaltma işleminde de, max gaz kelebегi konumu (5) için 1 birim su kademesinde devir asiri yüksek rakamlara ulaşacağından deneyin ara gaz

kademelerinde yapılmasında veya tamgaz kademesinde yapılsa bile yükleme yariya geldiğinde deneyin bitirilmesi gerekecektir. Yapılan deney sırasında özellikle max. devir min. güç konumunda ölçüm alınırken rejim zamanı da düşünülürse sıcaklıkların (soğutma suyu ve yağ sıcaklığı), ortamda hava hareketleri eksikliği dolayısıyla tehlikeli boyutlara çıkacağı öngörülmüş bir risk tasimaktadır.

Sonuç olarak; bu deneyin hem deney çıktılarının güvenilirliği hem de motorun güvenli çalışması için aragaz kademesinde yapılması bir zorunluluk haline gelmektedir.

Deney yapılan ortamın koşullarına bağlı olan DÜZELTME FAKTÖR'ünün bulunması:

Ortam sıcaklığı: $\approx 10^{\circ}\text{C} = 288^{\circ}\text{K} = T$

Ortam basıncı : $752.475 \text{ mmHg} = P$

Düzeltilme faktörü: $K_p = (760/P) * (T/293)^{0.5}$

$$K_p = (760/752.475) * (288/293)^{0.5} = 0.9958 \approx 1.00$$

Deneyin amacı gözönüne alınarak sonuca ulaşmada bir araç olan performans deneyinde, elde edilen verilerle TÜRK, MOMENT ve ÖZGÜL YAKIT SARFIYATI eğrileri çıkarılacaktır.

Gaz kelebегinin 1/2 konumunda, atesleme avansinin 10° önlanti devri olan 900-1000 1/min'da 10 °KMA değeriinde yapılan deneyde alınan veriler asagiya çıkarilmistir.

Güç formülü $Ne = P \cdot K \cdot N$ (kW)

P = Kg olarak fren kadranından okunan değer

K = Fren mekanizmasına özel katsayı = 0.001

N = Devir (1/min)

P (Kg)	N (1/min)	Ne (HP)
6.8	1775	16.415
4.4	2623	15.696
3.5	3137	14.932
3.1	3237	13.647
2.6	3423	12.103

Moment formülü $Md = (Ne \cdot 9555.22) / N$

Ne (HP)	Md (Nm)
16.415	88.368
15.696	57.180
14.932	45.484
13.647	40.285
12.103	33.786

Özgül yakıt sarfiyatı formülü:

$$be = (V \cdot Ro \cdot 3600) / t \cdot Ne \quad (\text{gr/kWh})$$

V : Yakıt hacmi (cam balon hacmi 50 cm Sabit)

Ro : Yakıt yoğunluğu (normal benzin) = 0.783 gr/cm³ (Sabit)

t : Zaman (sn),

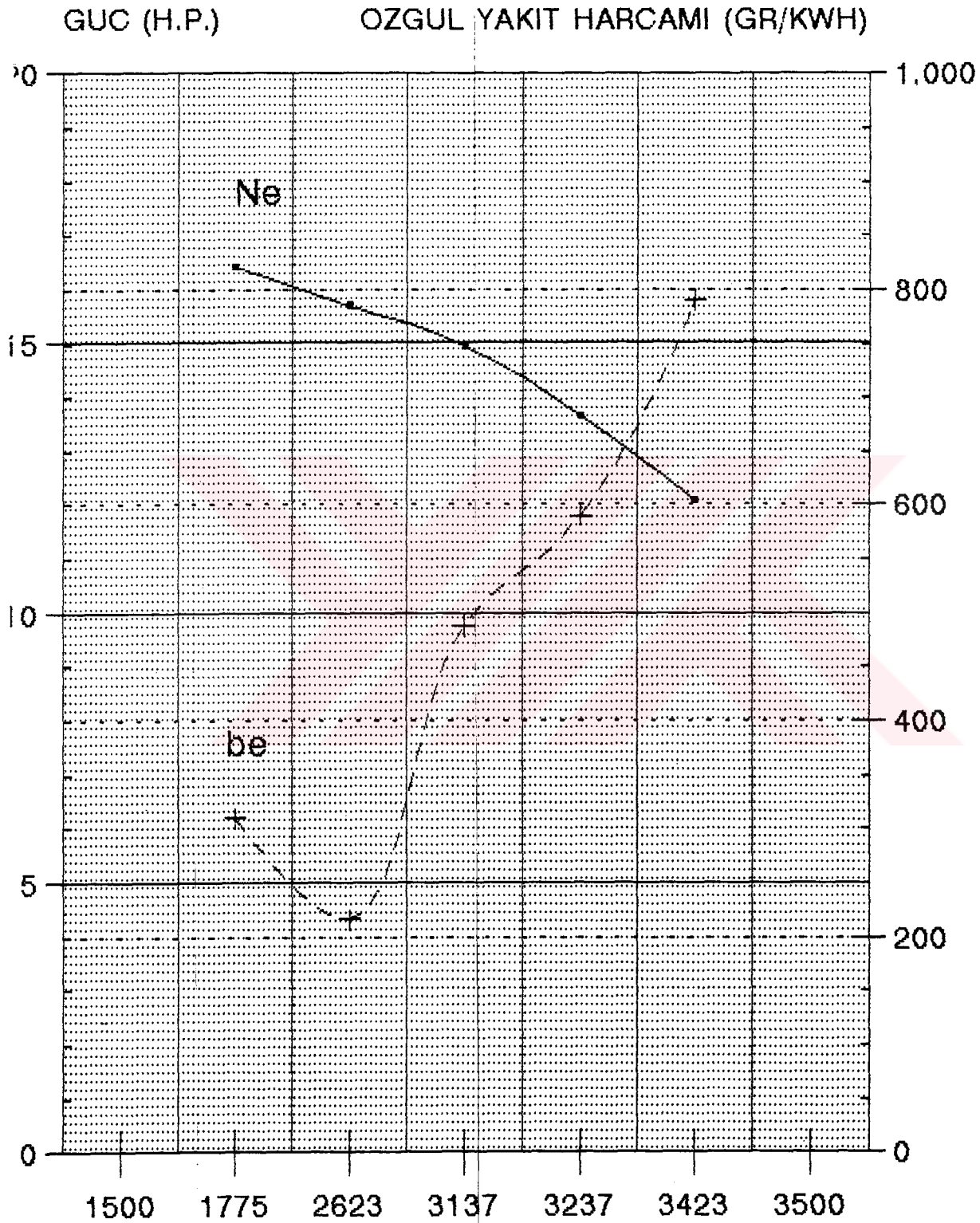
Ne : Güç (HP)

N (1/min)	Ne (HP)	t (sn)	be (gr/kWh)
1775	16.415	30	310
2623	15.696	45	216.615
3137	14.932	21	487.926
3237	13.647	19	590.066
3423	12.103	16	790.093

Bu sayfadan sonra,yukarida verilen degerler ile motorun performans egrileri ve cihazdan alinan ölçüm degerlerinin egrileri yeralmaktadır.

NOT: SOGUTMA SUYU ve EGZOST SICAKLIKLARI grafiginde Egzost sicakliklarindaki DEGER + X ifadelerindeki X degerleri sicaklik ölçümlerinde meydana gelen hatalari karsilamaktadır.

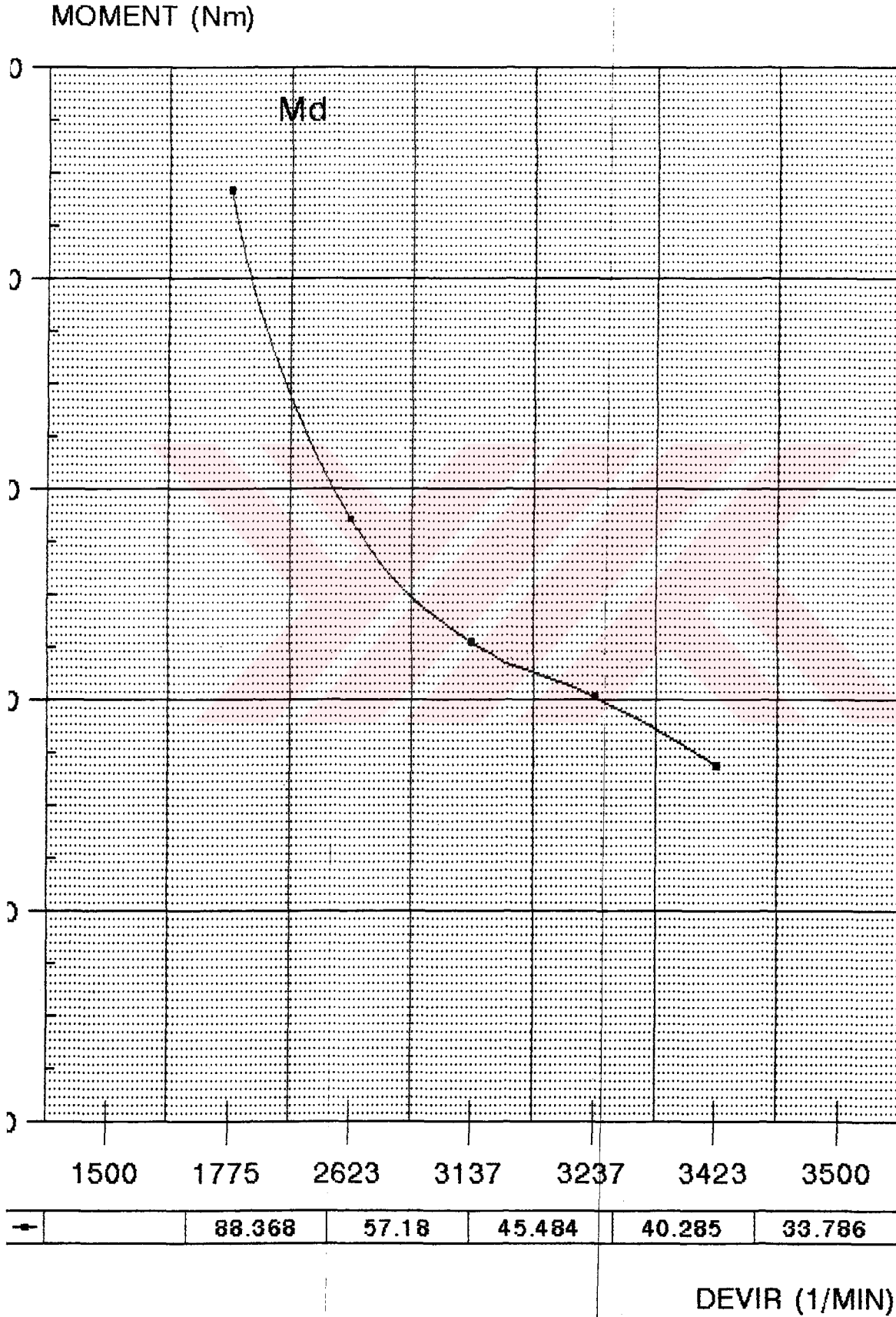
OTOR GUCU VE OZGUL YAKIT HARCAMI



+	16.415	15.696	14.932	13.647	12.103
+	310	216.62	487.93	590.1	790.1

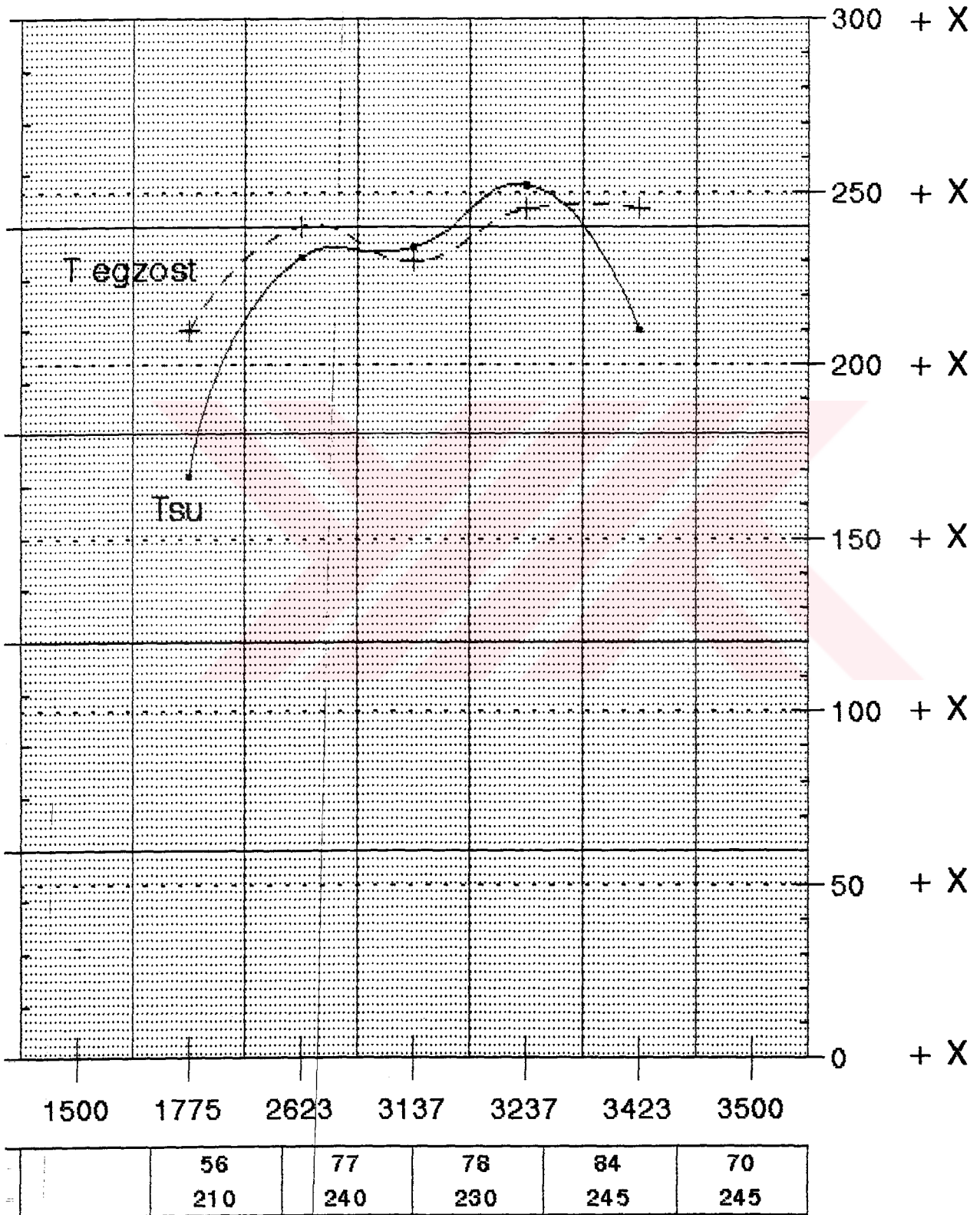
DEVIR (1/MIN)

NDÜRME MOMENTİ DEĞİŞİMİ



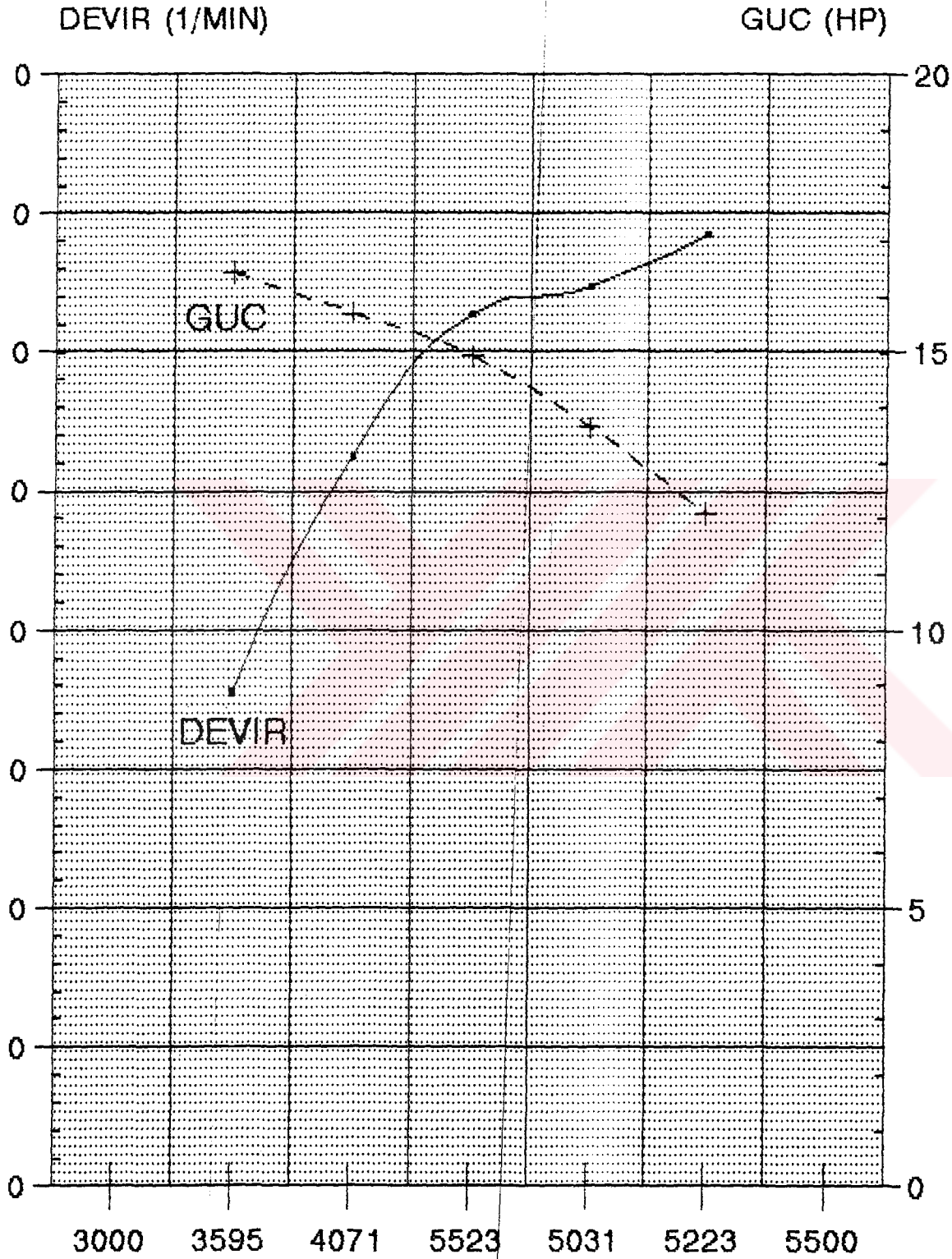
TMA SUYU VE EGZOST SICAKLIKLARI

SOGUTMA SUYU SICAKLIĞI EGZOST GAZI SICAKLIĞI



DEVIR (1/MIN)

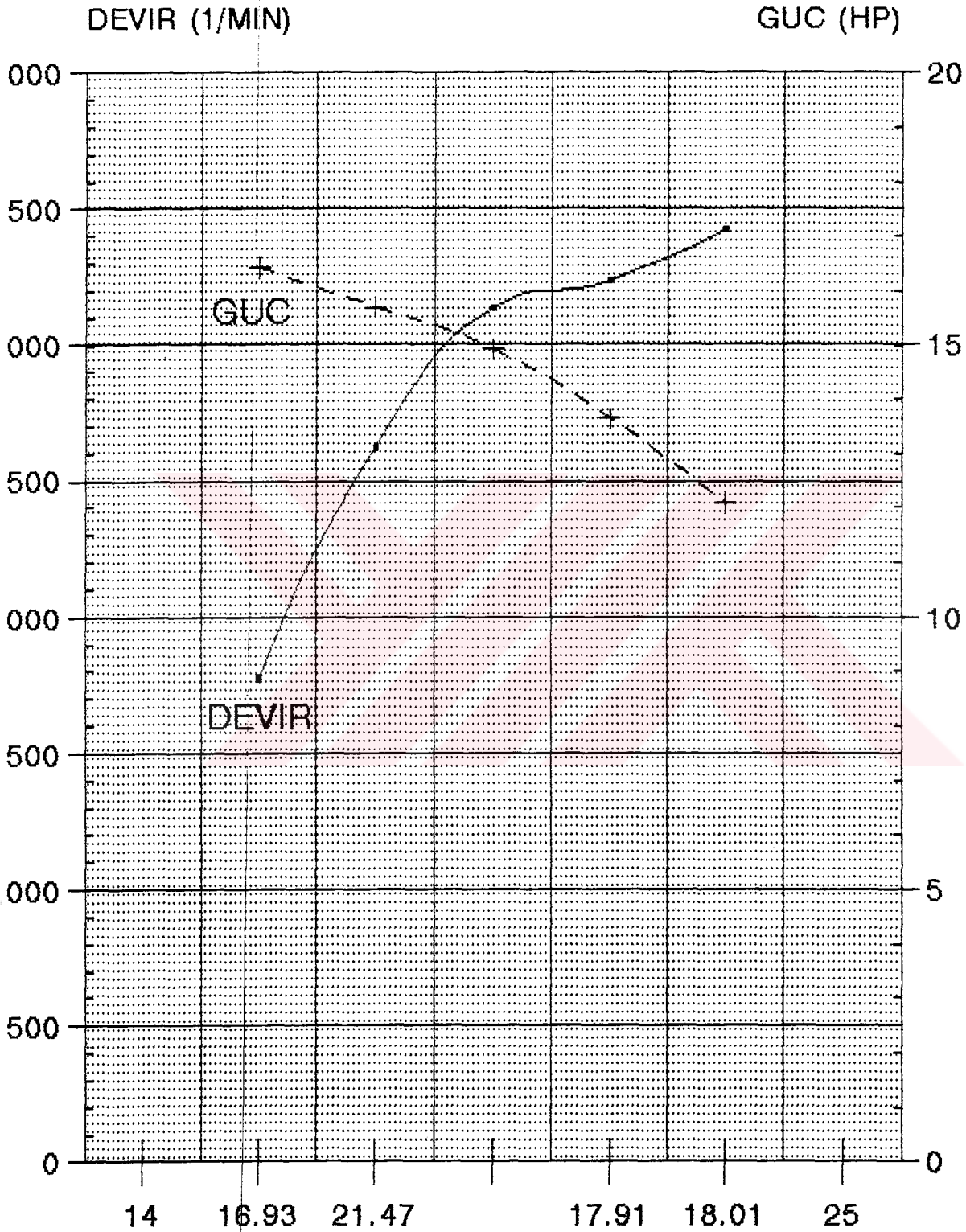
KTARI (ppm) (DEVİR VE GÜCE BAĞLI)



→	1,775	2,623	3,137	3,237	3,423
+	16.415	15.696	14.932	13.647	12.103

HC MIKTARI (ppm)

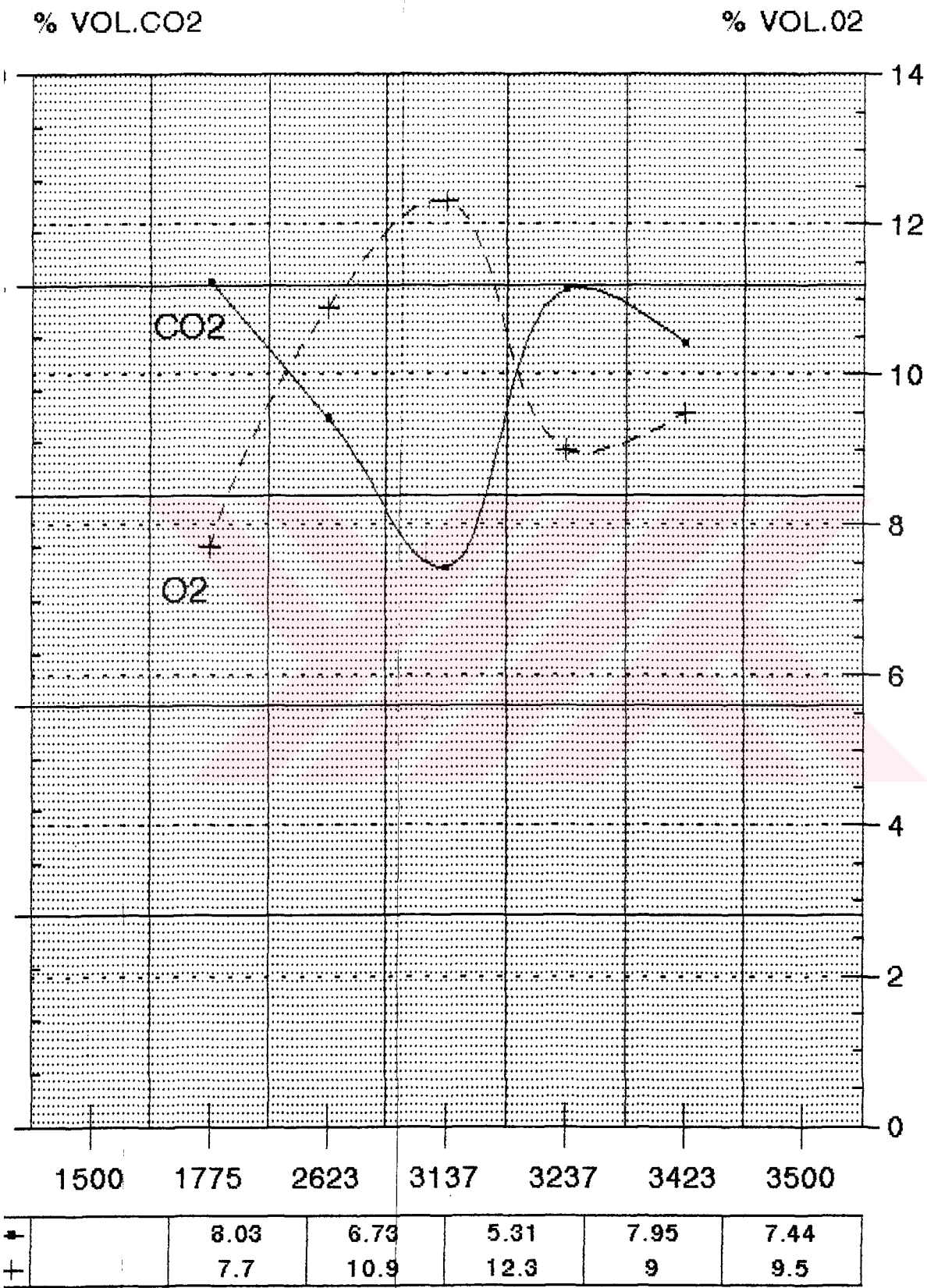
'A:YAKIT ORANI (DEVİR VE GÜCE BAĞLI)



s 1 →		1,775	2,623	3,137	3,237	3,423
s 2 +		16.415	15.696	14.932	13.647	12.103

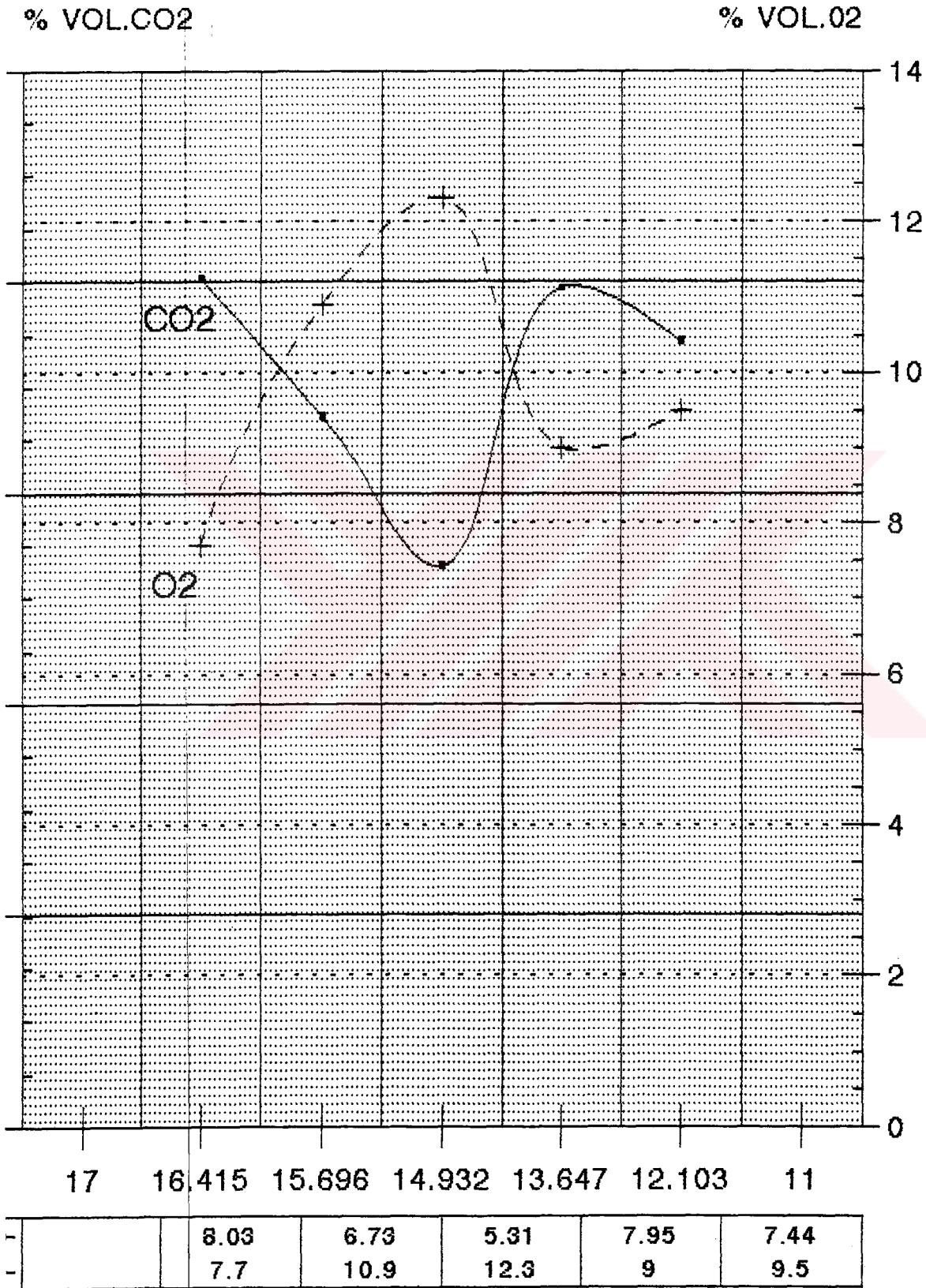
HAVA:YAKIT ORANI

2 VE 02 DEĞERLERİ (DEVİRE BAĞLI)



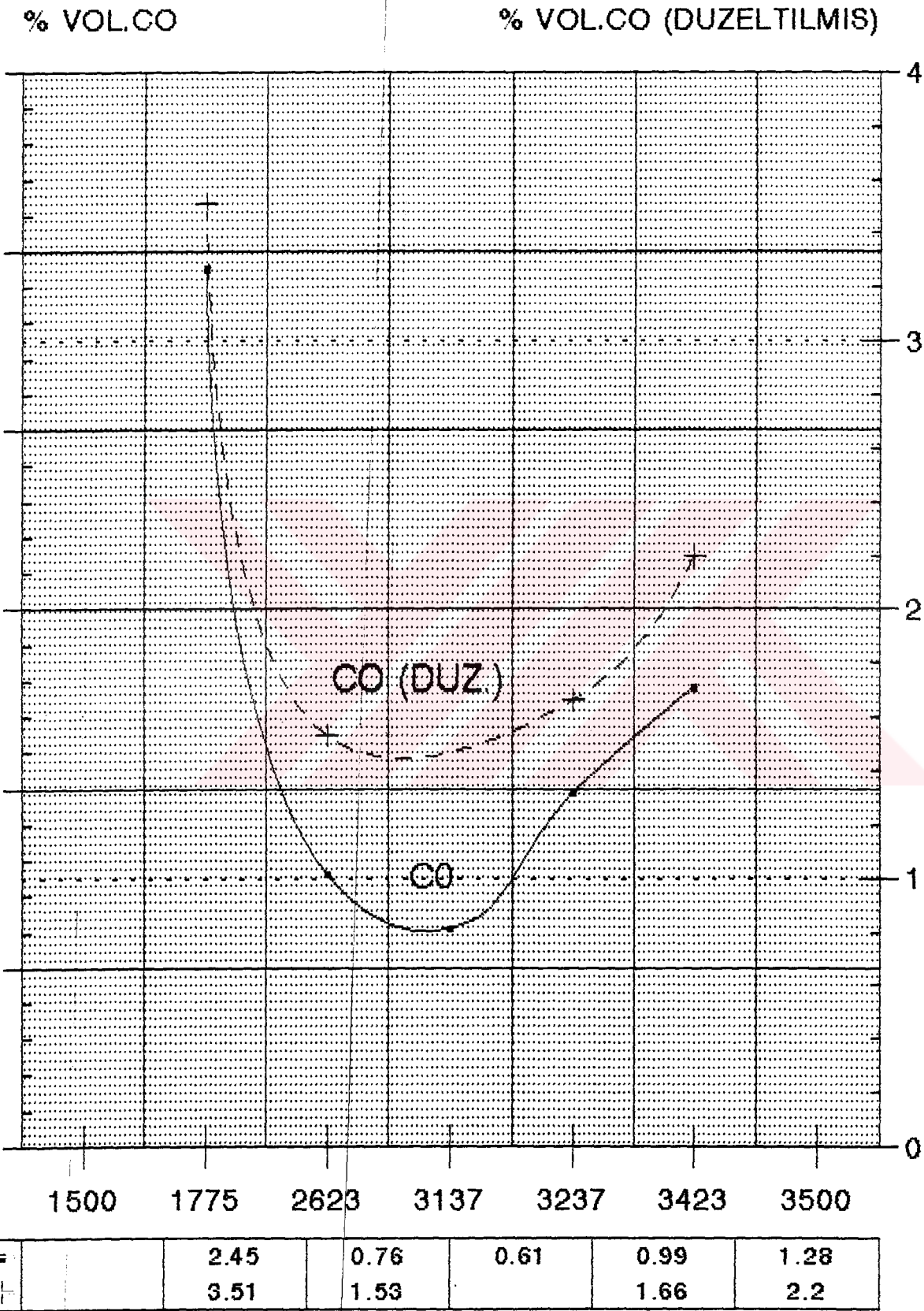
DEVİR (1/MIN)

VE O₂ DEĞERLERİ (GÜCE BAĞLI)



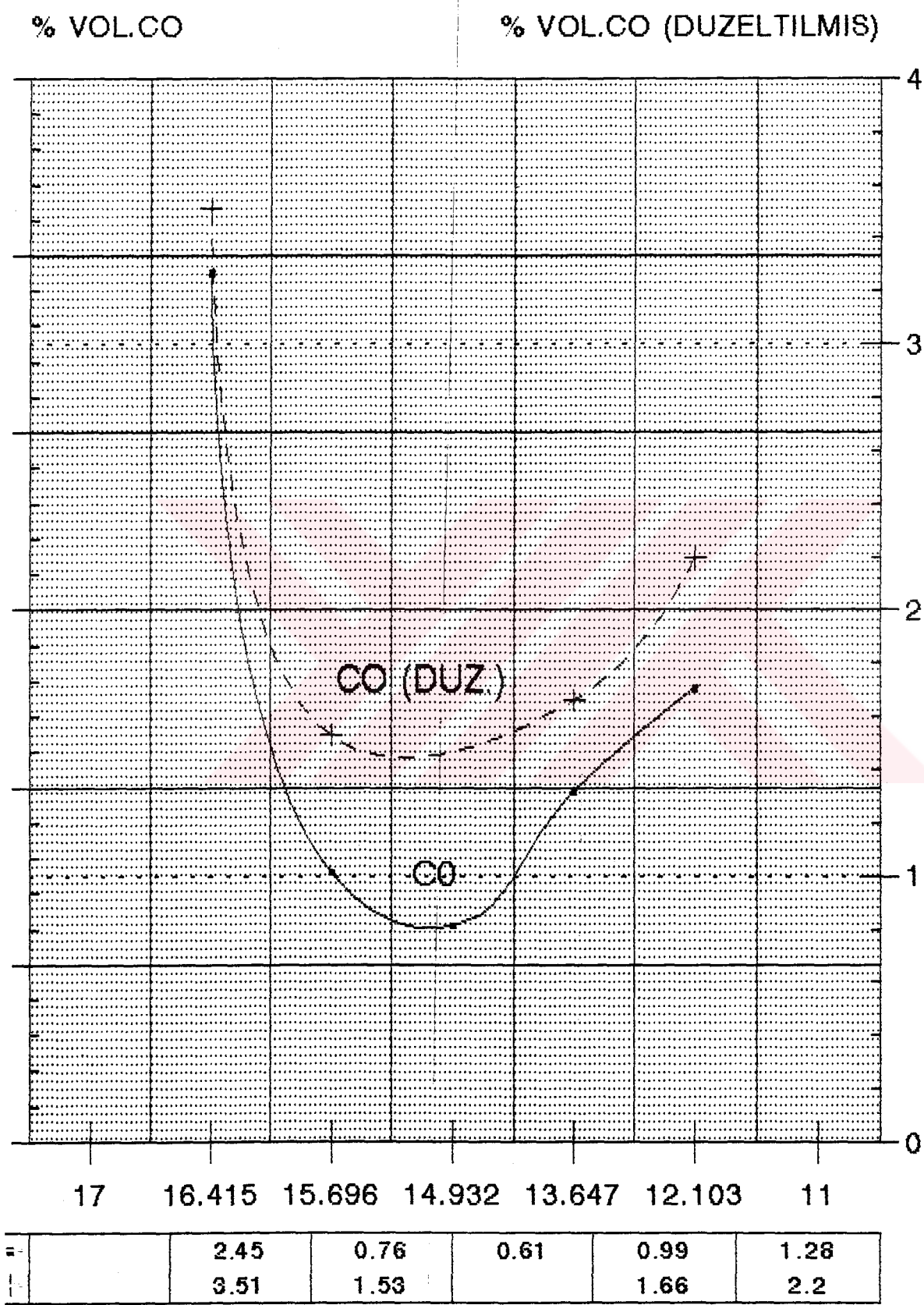
GUC (HP)

E DÜZELTİLMİŞ CO DEĞERLERİ (DEVİRE BAĞLI)



DEVİR (1/MIN)

E DÜZELTİLMİŞ CO DEĞERLERİ (GÜCE BAĞLI)



GUC (HP)

SONUÇ

Deney düzeneginde,motor üzerinde,bütün çabalarımıza rağmen aksaklıklar çıkmaktadır.Bu aksaklıklar;engel olunamayan titresim sonucu ateslemedeki ve karbürasyondaki düzensizliklerdir.

Atesleme titresim yüzünden bozulmaktadır.Bu, deney esnasında devir sayısının sağlıklı alınmasına etki etmektedir;bunun anisıra motor gücüne de etki ettiği egrilerden görülmektedir arbürasyon sistemindeki esas düzensizlik hava/yakıt karışımının tam yapılamamasına ve tahminlerimize göre silindire karbüratör contaları ve emme manifoldundan hava girmesi sonucu oluşmaktadır.

Yukarıda belirtilen düzensizliklere rağmen 10 °KMA'da 1/2 gaz kelebegi konumunda yapılan deneyde elde edilen verilerin sonucu çizilen grafikler irdelenirse:

Motor gücü ve özgül yakıt harcamı egrisinde,motordan beklenen gücün (1/2 gaz kelebegi konumu için) alınamadığı görülmektedir.Bu atesleme bozukluğunun bir göstergesi sayılabilir;ayrıca özgül yakıt harcamı egrisindeki anormalliklerde arbürasyon bozukluğunun göstergesidir.Güç ve özgül yakıt harcamasındaki anormallikler döndürme momentinde de sapmalarla olmasına karşın görülmektedir.Bu bozukluklar hesaplamalarda da görülebilir.

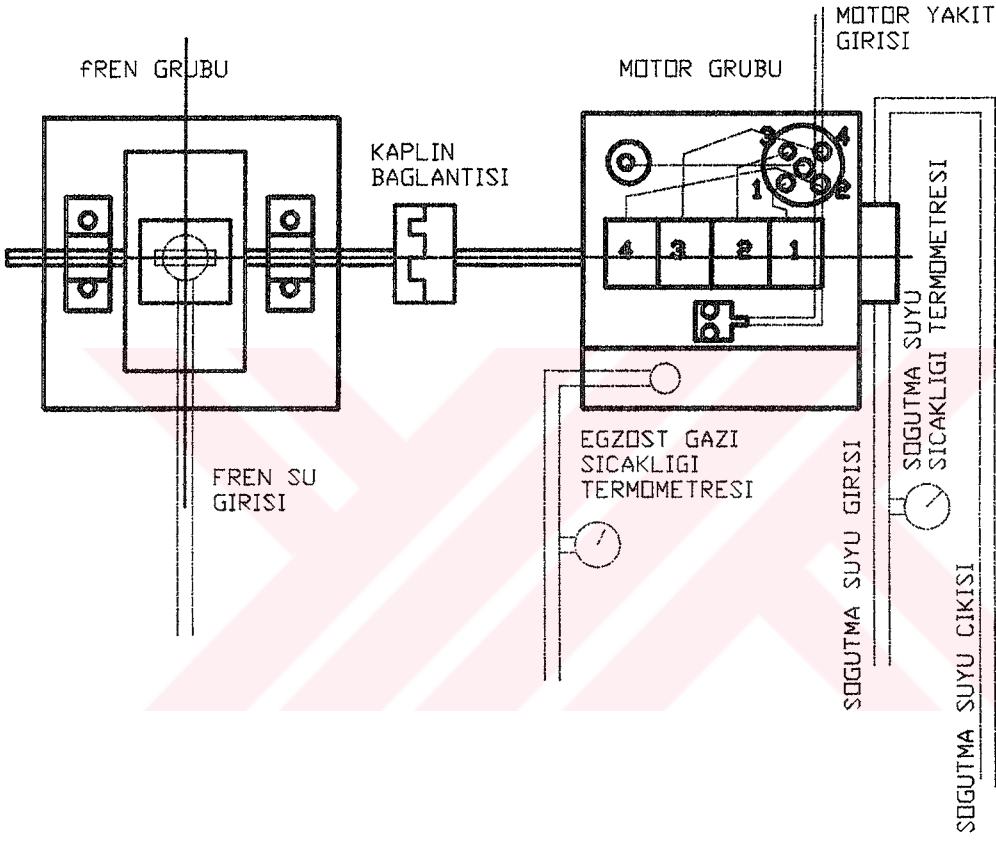
Sonuç da motor performansı ile ilgili kritik değerler alınamamıştır.Motorun bu çalışma şartlarında elde edilen en düşük gazları ile ilgili verilerde motorun sağlıklı çalışmadığını göstermektedir.Bu egriler incelendiğinde:

Güç ve devire bağlı CO₂ ve O₂ değişim grafiklerinde motorun karbürasyonundaki düzensizlikler görülmektedir. O₂ oranının azalması belli bir devir(güç)'den sonra artması daha

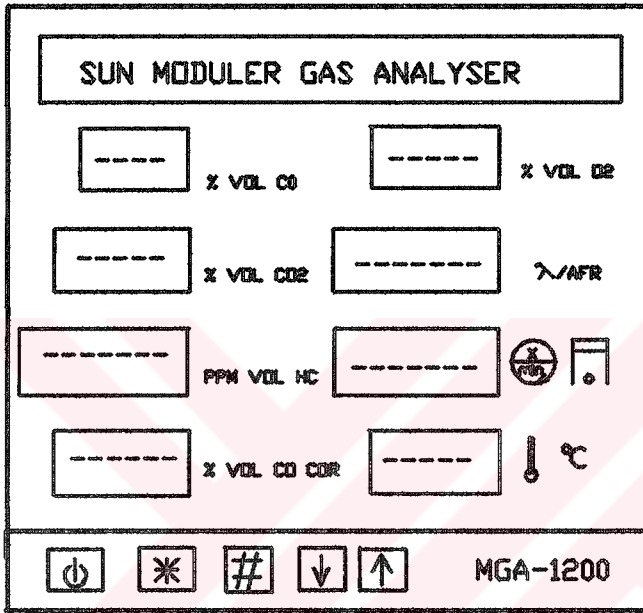
onra yine azalma trendine girmesi yanmadaki düzensizliğin atesleme bozukluğu sonucu) ve karbürasyon bozukluğunun ifadesidir.CO₂ ve O₂, egrilerinden de anlaşılabileceği gibi ters si-atrik artma-azalma oranına sahiptir.Devir arttıkça azalan O₂ oranı ve devire bağlı yanmamış HC oranının,devir arttıkça artması,yanma kötüleştikçe egzosttan dışarı atılan yanmamış HC miktarının arttığını göstermektedir.Aynı olay gücün azalması ile yanmamış HC miktarının azalması,güce bağlı CO₂ oranının azalmasını açıklayamamaktadır.Bu da karbürasyon düzensizliğine,atesleme bozukluğuna bağlanabilir.Devir ve güce bağlı olarak hava/yakıt karışım oranı egrilerinde de aynı durum gözlenmektedir.Sogutma suyu ve egzost gaz sıcaklıkları egrilerinin devire bağlı değişimleri incelendiğinde açık çevre sogutma sisteminin debi problemleri olduğu görülmektedir.Bu problem sogutma suyu sıcaklığının inisli çıkisli bir değişim göstermesinden anlaşılmaktadır;tabiidir ki bu olay egzost gaz sıcaklığı ölçümlerine de yansımaktadır.Egzost gaz sıcaklıklarında izolasyon eksikliği dolayısı ile ölçülemeyen sıcaklıklar için konulmuş sabit bir X değeri vardır.

Simdiye kadar motardaki düzensizliklere bağladığımız artan gücün alınamaması konusunda ufak bir ihtimal de olsa bir freni kanatları ile ilgili korozyona bağlı bir problem olabilir tahmin edilmektedir.

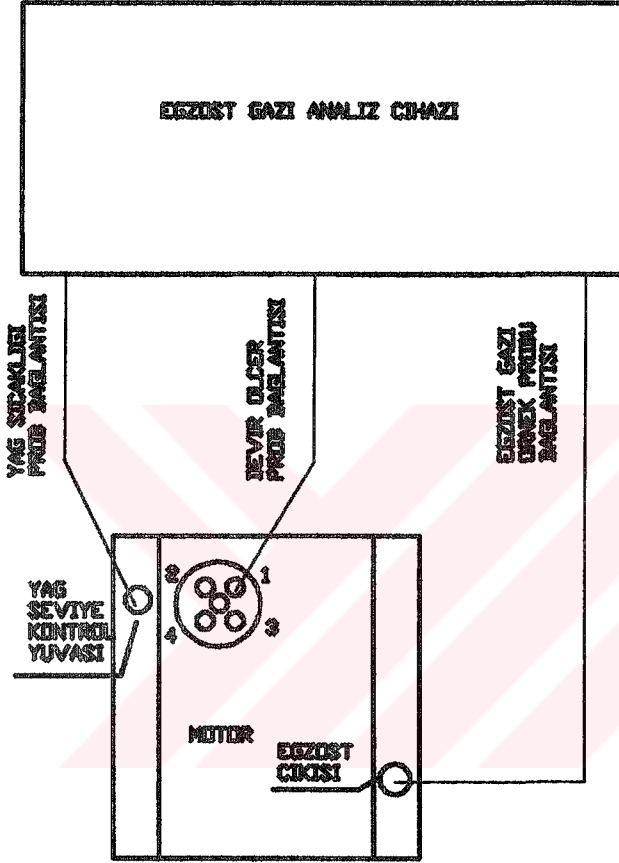
Sonuç olarak yapılan deney tatmin edicilikten uzaktır. Bu, motordaki ulaşılamadığımız aksaklıklardan kaynaklanmaktadır.Deney konusu laboratuvardaki diğer bir otto motoruna 200 cc'lik Volkswagen motoruna aktarılmıştır.Bundan sonraki çalışmalar bu motorda yapılacaktır.



MOTOR ve SU FRENI GRUBU
SEMATİK GÖSTERİMİ



EGZOST GAZ ANALİZ CİHAZININ
ÖNÜNDEN GÖRÜNÜŞÜ



EGZOST GAZ ANALİZ CİHAZI
VE MOTOR BAĞLANTILARININ
SEMATİK GÖSTERİMİ

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OTTO MOTORLARINDA
EGZOST GAZI
EMİSYONLARININ
İNCELENMESİ**

2. AŞAMA

İSTANBUL 1993

DENEYSEL ÇALIŞMADA 2.ASAMA

Giris:Daha önce 1300 cm³ kapasiteli,su sogutmali "murat 131" marka tasit motorunda yapilmaya çalisilan, ancak bölüm sonundaki sonuç kisminde açıklandigi üzere tatmin edicilikden uzak sonuçlar alınmasi ile (motordan kaynaklanan,giderilemeyen arizalar sonucu) Volkswagen motoruna aktarilan çalışma degisik atesleme avans degerlerinde çalisilarak tamamlanmistir.

Deney düzenegi tanitimi ile ilgili olarak,motor ve su freni seti yeni kosullara uygun olarak tanitilacaktir.Egzost gaz analiz cihazı ile ilgili daha önce yapılan açıklamalar geçerlidir.

DENEY DÜZENEGINİN TANITIMI:

1-MOTOR GRUBU:

1-a)Teknik özellikler:

tip122

dizayn4 silindirli,4 stroklu,otto motoru

silindirlerin dizilisi yatayda zit yönlü (boxer)

Silindir çapı 77 mm

Strok 64 mm

kapasite 1192 cm³

Sikistirma orani ... 7.0/1

Normal ekipmanlari ile motor ağırligi 94 kg

Karter malzemesi Alasimli magnezyum

Krank mili yataklari Isiya dayanikli 4 yatak

Subap hareket mekanizmasiKam mili tahrikli,itme çubuklari ve külbütörler.

Subaplar silindir kafasında,her silindir için emme ve egzost olmak üzere iki adet.

Pistonlar ... Aliminyum alasimli çelik.

Piston hizi..... 6.4 m/sn 3000 1/min'da

Silindir malzemesi ... özel gri dökme demir

Silindir kafası malzemesi ... alüminyum, iki silindir için bir adet.

Sogutma V kayış tahrikli radyal fanlı

Sogutma havası miktarı yaklaşık 485 litre/sn
3000 1/min'da

Yağlama hız ile değişen dişli pompalı.

Yağ kapasitesi 2.5 litre

Karbüratör Solex, tek venturili

Manyetolu ateşleme yüksek gerilimli Scintilla-Vertex
hız sınırlayıcılı, kontak kesici boşluğu 0.3-0.4 mm

Ateşleme sırası 1-4-3-2

*** (VW Industrial engine, Instruction Manual)

1-b) Motorun laboratuvardaki yerleşimi ve üzerinde
yapılan değişiklikler:

Motor laboratuvar zeminine fixlenmiştir. Aynı şekilde fixlenmiş, balansı yapılmış su freniyle geçmeli kaplin vasıtasıyla birleştirilmiştir. Birleştirme direkt olarak motorun prizdirek milinden yapılmış arada herhangi bir eleman kullanılmamıştır. Karbüratöre gelen emme havasına, hava filtresi görevi yapacak bir depo motorun üst kısmına yerleştirilmiştir. Depoya hava giriş kesiti, karbüratör gaz keleşi çapı ile aynı tutulmuştur. Motor, krank mili, kolla çevrilerek çalıştırılmaktadır. Motoru stop ettirmek için, bujilerdeki ateşlemeyi kısa devre yaptıracak kesen stop butonu kullanılmaktadır. Bu sistemin mahzuru: stop butonuna basıldıktan sonra motorun durmasına kadar geçen sürede, silindirlere yakıt sevinin devam etmesi sonucunda, yeniden çalıştırmak gerektiğinde

çok uzun süre beklemek gerekmesidir. Egzost sıcaklıkları, manifold çıkışına yerleştirilen termokupl sıcaklık ölçer ile ölçülmektedir. Gaz keleşeginin pozisyonlarının belirlenmesi için skala yapılmış 4/4, 3/4, 2/4, 1/4 pozisyonları bu skalada gösterilmiştir. Deneylerin tekrarında gaz keleşegi pozisyonlarının aynı olması için gaz kolu vida mekanizması ile hassas olarak tahrik edilmiştir. Deneylerde ana parametre olan atesleme avansı için de bir skala yapılmış, 7.5-12-20 °KMA avans değerleri, motorun rölanti devrinde, avans tabancası ile hassas olarak ölçülmüştür.

Daha önceki deneyde kullanılan "murat 131" marka tasit motoru ile şimdi kullanılan VW marka tasit motoru arasında belli farklar vardır. Bu farklar şöyle sıralanabilir.

Murat 131	VOLKSWAGEN
Bataryalı atesleme	Manyetolu atesleme
Start mekanizması var	kolla çalıştırılıyor
Karbüratör 2 venturili	Karbürtör tek venturili
Motor tipi düz sirali	Motor tipi Boxer
motor hacmi 1300 cm ³	Motor hacmi 1200 cm ³
70 HP 5400 1/min	34 HP 3600 1/min

Bu farkların dışında motor ve su freni bağlantısında prizdirek mili uzunluğu VW motorda daha kısa olduğu için çalışma güvenliği açısından diğer motora göre daha üstündür. bunun yanı sıra VW motorda kavrama diski kullanılmamış olması bu motorun diğer bir avantajıdır.

2-SU FRENI GRUBU:

2-a) Genel bilgiler: Su frenlerinde bir gövde içerisinde

döner bir çark vasıtasıyla, frene doldurulan su döndürülür, ve çeperlere fırlatılır. Fren gövdesi, fren momenti şiddeti ile motorun dönme yönünde döner.

Su frenlerinde bir mil üzerine kama ile oturtulmuş olan diskler gövde içinde dönerler. Su gövdeye huni şeklindeki giriş ağzından girer, suyun gövdeden çıkış musluğu debinin ayarlanabileceği şekildedir. Bu muslukdan su debisi ayarlanarak fren momenti değiştirilir. Fren momentinin değişmemesi için frene giren ve çıkan su debilerinin aynı olması gerekir. Frene su giriş hunisi, gövdenin salınım hareketi ile baypass yapan bölmeye sahiptir. Su debisi değiştirilince bozulan rejim haline tekrar dönebilmek için fren gövdesi dönme yönüne doğru eğilir. Gövdedeki bu değişiklik, yine gövdeye bağlı balansı yapılmış, teraziye bağlanmış moment kolu ile, moment değeri olarak tesbit edilir. Su debisi fren tesirini azaltacak yönde değiştirildiğinde gövde ters tarafa eğilir.

2-b) Kullanılan su frenine özel bilgiler ve yapılan değişiklikler: Moment kolu 1000 mm boyundadır. Karsi taraftaki denge ağırlıkları ile fren dengelenmiştir. Moment kolunun ucuna takılan aparat ile fren ile terazi ilişkilendirilmiştir. Frenin su boşaltma musluğu eskisi değiştirilerek daha hassas hale getirilmiştir. Aynı şekilde fren suyu giriş nozülü yenisi ile değiştirilerek daha homojen akış sağlanmıştır. Atık su kanalı tikandığı için bu bağlantı iptal edilip hortum ile dışarıdan atık su kanalına bağlanmıştır.

Daha önce yapılan deneyde kullanılan su freni ile şimdi kullanılan su freni arasında ölçme mekanizması dışında çalışma sistematigi aynıdır. Diğer fren imalatı dolayısı ile direkt motor gücünü verebilen kadrana sahipken, şimdi kullanılan frende motor gücü moment den yararlanılarak bulunmaktadır.

DENEYİN YAPILISI:

Bu deneylerin yapılışında da diğer motorda yapılmaya çalışılan deneylerdeki gibi zorluklar vardır. Bu zorluklar motorun değişken devirli otto motoru olmasından kaynaklanmaktadır. Bahsedilen zorluklar yüzünden öncelikle motorun etiket değerlerine uygunluğu yapılan tek bir deneyle belirlenip, amaç deneyler motorun 1/4 gaz keleşegi konumunda yapılmıştır. Deney prosesinin işleyişi kısaca şöyledir:

7.5 °KMA avans değeri rölanti devrinde skala yardımı ile belirlenmiş, bu deneyde motor fren yüklemesi yapılmadan gaz keleşeginin 1/4 pozisyonuna getirilmiş daha sonra motor bes (5) ayrı kademede frenle yüklenerek değerler alınmıştır.

12 °KMA değeri de aynı proses uygulanmıştır; fakat motorun 20 °KMA avans değeri de motor 1/4 gaz keleşegi pozisyonuna yaklaştığında devirin fazla yükselmesi sonucu, motor 1/4 gaz keleşegi pozisyonuna bir miktar fren yüklemesi yapılarak getirilmiştir. Bu olayın neden ve sonuçlarına performans eğrileri incelendikten sonra değinilecektir.

PERFORMANS EGRILERININ ÇIKARILMASINDA

KULLANILAN FORMÜLLER

1-DÜZELTME KATSAYISI "Kp" NIN HESAPLANMASI:

Deney yapılan ortam sıcaklığı: $T=12^{\circ}\text{C}=285^{\circ}\text{K}$

Deney yapılan ortam basıncı : $P=752.475 \text{ mmHg}$

Deney yapılan ortamın bağıl nemi : % 69

DIN 70020 normuna göre "düzeltme katsayısı" formülü;

$$K_p = (760/P) \cdot (T/293)^{0.5} ;$$

$$K_p = (760/752.475) \cdot (285/293)^{0.5} = 0.9961$$

2-ÖZGÜL YAKIT HARCAMI "be" NIN HESAPLANMASI:

Yakıt harcamı ölçülen cam balon hacmi: $V=50 \text{ cm}^3$ (sbt)

Kullanılan yakıtın yoğunluğu: $\rho=0.783 \text{ gr/cm}^3$ (sbt)

Yakıt ölçüm süresi: t (sn)

DIN 70020 normuna göre "özel yakıt harcamı" formülü;

$$be = (V \cdot \rho \cdot 3600) / (t \cdot Ne) \quad \{\text{gr/HP.h}\}$$

3-TERMİK VERİM " η_t " IN HESAPLANMASI:3-1-Yakıtın alt ısı değeri " H_u " nun hesaplanması:

Tam yanma için ($\varphi > 1$); MENDELEEV formülü;

$$H_u = 8100 \cdot C + 30000 \cdot H + 2600 \cdot (S - O_y) - 600 \cdot (9 \cdot H + w)$$

$C=0.855$; $H=0.145$; $S=0$; $O_y=0$; $w=0$ (DESIGN OF AUTOMOBILE

ENGINES A.DEMIDOV/V.KOLCHIN)

$$H_u = 10526.700 \text{ kcal/kg}$$

$$\eta_t = 632.352 / (be \cdot H_u \cdot 0.001)$$

4-ÖLÇÜLEN NET DÖNME MOMENTİ "Md" NİN HESAPLANMASI:

Frenin tartiya uyguladigi kuvvet: F (N)

Fren ve tarti arasindaki kol uzunlugu: L=1000 mm (sbt)

$$Md = F \cdot L \quad \{Nm\}$$

5-DÜZELTİLMİS DÖNME MOMENTİ "Md'" NİN HESAPLANMASI:

Ölçülen net dönme momenti: Md (Nm)

Düzeltilme katsayisi: Kp=0.9961 (sbt)

$$Md' = Kp \cdot Md \quad \{Nm\}$$

6-ÖLÇÜLEN NET GÜÇ "Ne" ÜN HESAPLANMASI:

Ölçülen net dönme momenti: Md (Nm)

Devir: n (1/min)

kW birimini HP birimine çeviren katsayi = 1.36

$$Ne = (Md \cdot n \cdot 1.36) / 9555.22 \quad \{HP\}$$

7-DÜZELTİLMİS NET GÜÇ "Ne'" ÜN HESAPLANMASI:

Ölçülen net güç: Ne (HP)

Düzeltilme katsayisi: Kp=0.9961

$$Ne' = Ne \cdot Kp \quad \{HP\}$$

8-FREN ORTALAMA EFEKTİF BASINCI "Pe" NİN HESAPLANMASI:

Düzeltilmiş dönme momenti: Md' (Nm)

Silindir çapi: D=77 (mm) ,strok : H=64 (mm)

Toplam strok hacmi: ΣVh (Lt)

$$\Sigma Vh = \{(\pi \cdot D^2 \cdot H) / 4\} \cdot 4 = 1.192 \quad (Lt)$$

$$Pe = (0.1256 \cdot Md) / \Sigma Vh \quad (Bar)$$

PERFORMANS EGRILERI için YAPILAN ÖLÇÜM DEGERLERI

ATESLEME AVANSI (α) (°KMA)	DEVIR (n) (1/MIN)	ÖLÇÜLEN DÖNME MOMENTİ (Md) (Nm)	YAKIT ÖLÇÜM SÜRESİ (t) (sn)	EGZOST GAZ SICAKLIĞI (Te) (°C)
7.5	1442	32	50	390
7.5	1599	30	60	345
7.5	2056	23	57	350
7.5	2308	18	54	390
7.5	2793	9	52	380
12.00	1350	35	56	300
12.00	1710	32.5	54.5	330
12.00	2116	28	48.5	360
12.00	2625	21	45	395
12.00	3252	9	40.5	400
20.00	1713	35	51	320
20.00	2000	33.5	49	340
20.00	2179	32	47.5	365
20.00	2797	24	40.5	370
20.00	3153	18	42	360

PERFORMANS EGRİLERİ İÇİN HESAPLANAN DATA LİSTESİ

α	TESL. AVANSI °KMA)	ÖLÇ. NO	n	F	L	Md	Kp	Md'	Ne	Ne'	t	be	V	μ_t	ΣV_h	Pe
			DEVİR 1/MİN	FREN BASMA KUV. (N)	MOMENT KOLU UZUN. (M)	ÖLÇÜLEN DÖNME MOMENTİ (Nm)	GÜÇ DÜZELT. KATSAY.	DÜZELT. DÖNME MOMENTİ (Nm)	ÖLÇ. NET GÜÇ (HP)	DÜZELT. NET GÜÇ (HP)	YAKIT ÖLÇÜM SÜRESİ (SN)	ÖZGÜL YAKIT SARF. (gr/HP.h)	ÖLÇÜM HACMI (CM3)	TERMIK VERİM	FREN TOPLAM STROK HACMI (Lt)	ORT. EFEK. BAS. (BAR)
7.5	1		1442	32	1	32	0.9961	31.88	6.568	6.542	50	430.872	50	0.139	1.192	3.361
7.5	2		1599	30	1	30	0.9961	29.88	6.828	6.800	60	345.392	50	0.174	1.192	3.151
7.5	3		2056	23	1	23	0.9961	22.91	6.731	6.704	57	368.814	50	0.156	1.192	2.416
7.5	4		2308	18	1	18	0.9961	17.93	5.913	5.890	54	443.130	50	0.105	1.192	1.891
7.5	5		2793	9	1	9	0.9961	8.97	3.578	3.564	52	760.530	50	0.070	1.192	0.945

PERFORMANS EGRİLERİ İÇİN HESAPLANAN DATA LİSTESİ

α	ATESL. AVANSI (°KMA) NO	n	F	L	M _d	K _p	M _d '	Ne	Ne'	t	be	V	W_t	ΣV_h	Pe
		DEVİR 1/MİN	FREN BASMA KUV. (N)	MOMENT KOLU UZUN. (M)	ÖLÇÜLEN DÖNME MOMENTİ (Nm)	GÜÇ DÜZELT. KATSAY.	DÜZELT. DÖNME MOMENTİ (Nm)	ÖLÇ. NET GÜÇ (HP)	DÜZELT. NET GÜÇ (HP)	YAKIT ÖLÇÜM SÜRESİ (SN)	ÖZGÜL YAKIT SARF. (gr/HP.h)	ÖLÇÜM HACMI (CM3)	TERMİK VERİM	FREN TOPLAM STROK HACMI (Lt)	ORT. EFEK. BAS. (BAR)
12	1	1350	35	1	35	0.9961	34.86	6.725	6.699	56	375.702	50	0.160	1.192	3.676
12	2	1710	32.5	1	32.5	0.9961	32.37	7.910	7.879	54.5	328.214	50	0.175	1.192	3.414
12	3	2116	28	1	28	0.9961	27.89	8.433	8.399	48.5	345.953	50	0.143	1.192	2.941
12	4	2625	21	1	21	0.9961	20.92	7.846	7.815	45	400.749	50	0.100	1.192	2.206
12	5	3252	9	1	9	0.9961	8.97	4.166	4.150	40.5	838.658	50	0.070	1.192	0.945

PERFORMANS EGRİLERİ İÇİN HESAPLANAN DATA LİSTESİ

α	ATESL. AVANSI (°KMA)	ÖLÇ. NO	n	F FREN BASMA KUV. (N)	L MOMENT KOLU UZUN. (M)	Md ÖLÇÜLEN DÖNME MOMENTİ (Nm)	Kp GÜÇ DÜZELT. KATSAY.	Md' DÜZELT. DÖNME MOMENTİ (Nm)	Ne ÖLÇ. NET GÜÇ (HP)	Ne' DÜZELT. NET GÜÇ (HP)	t YAKIT ÖLÇÜM SÜRESİ (SN)	be ÖZGÜL YAKIT SARF. (gr/HP.h)	V ÖLÇÜM HACMI (CM3)	q_t TERMİK VERİM	ΣV_h FREN TOPLAM STROK HACMI (Lt)	Pe ORT. EFEK. BAS. (BAR)
20		1	1713	35	1	35	0.9961	34.86	8.533	8.500	51	325.115	50	0.185	1.192	3.676
20		2	2000	33.5	1	33.5	0.9961	33.37	9.536	9.499	49	302.804	50	0.178	1.192	3.519
20		3	2179	32	1	32	0.9961	31.88	9.924	9.886	47.5	300.146	50	0.156	1.192	3.361
20		4	2797	24	1	24	0.9961	23.91	9.554	9.517	40.5	365.657	50	0.151	1.192	2.521
20		5	3153	18	1	18	0.9961	17.93	8.078	8.046	42	414.049	50	0.144	1.192	1.891

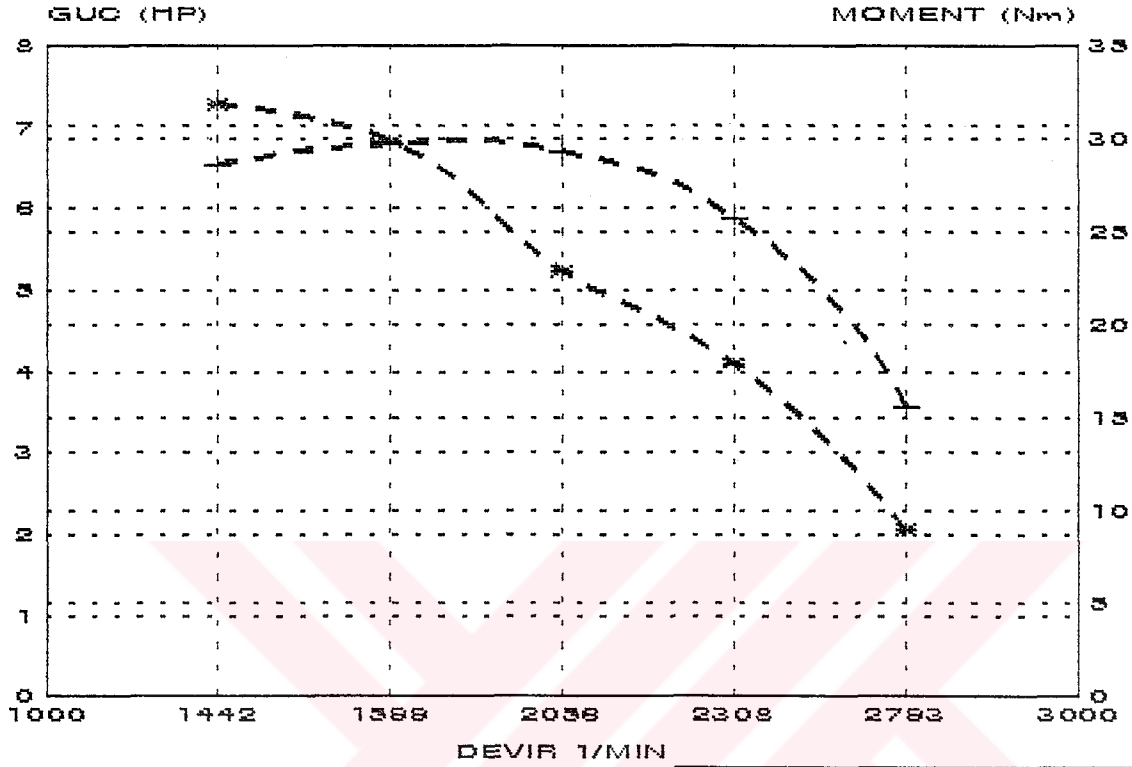
EGZOST EMİSYONLARI DEĞİŞİM EĞRİLERİ İÇİN DATA LİSTESİ

(EGZOST GAZ ANALİZ CİHAZI İLE ALINMIŞTIR.)

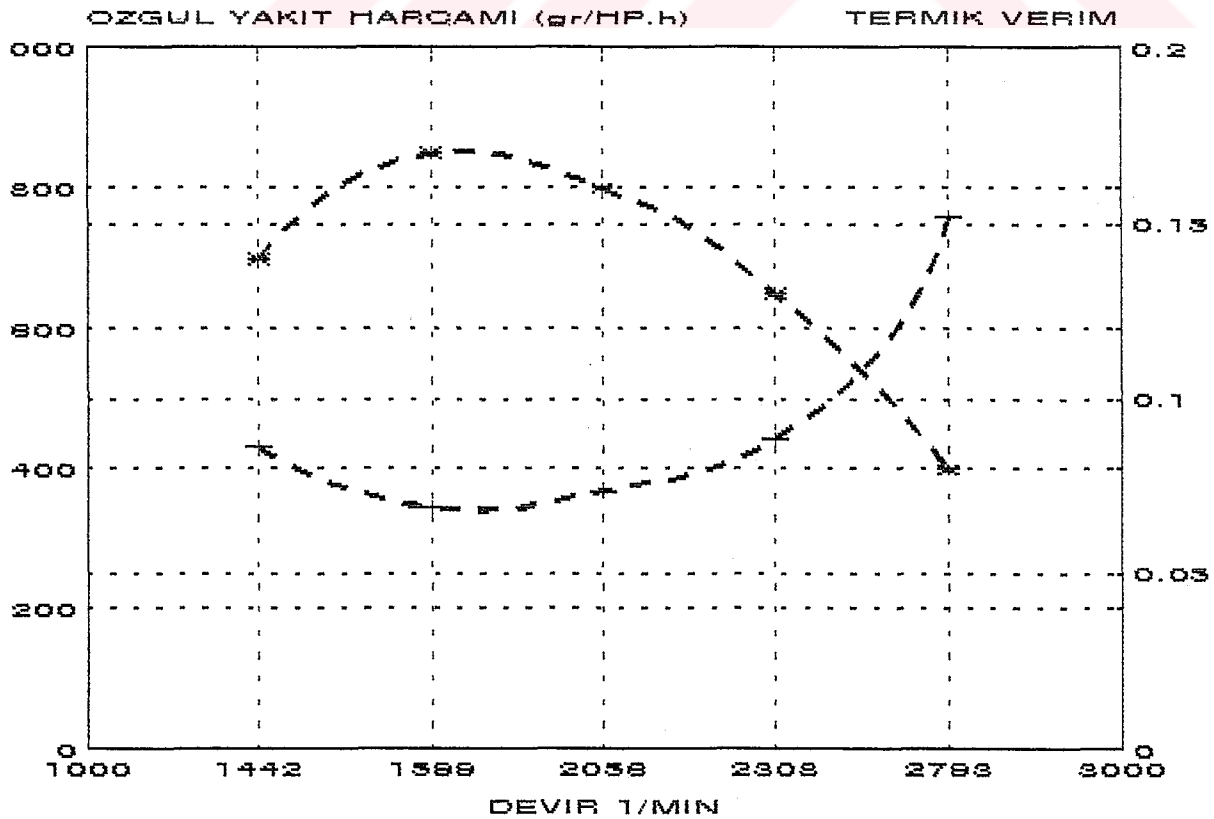
ATESL. AVANSI (KMA)	DEVİR 1/MİN	HACİM. CO (%)	DUZELT. HACİM. CO (%)	HACİM. CO ₂ (%)	HACİM. HC (PPM)	HACİM. O ₂ (%)	HAVA FAZL. KATS. α	YAG SIC. (°C)
7.5	1442	0.17	0.24	9.95	89	7.3	1.256	65
7.5	1599	1.77	2.02	11.21	63	3.5	1.119	65
7.5	2056	0.33	0.36	13.20	31	2.1	1.095	63
7.5	2308	0.23	0.25	13.55	23	1.8	1.081	61
7.5	2793	0.13	0.14	13.78	13	1.7	1.077	56
12	1350	0.34	0.52	9.44	345	7.9	1.140	67
12	1710	0.12	0.13	13.03	242	3.3	1.150	67
12	2116	0.06	0.06	13.89	22	2.0	1.095	66
12	2625	0.25	0.27	13.68	22	2.1	1.095	65
12	3252	0.18	0.19	14.12	9	1.6	1.072	58
20	1713	1.46	1.66	11.67	117	3.6	1.131	65
20	2000	1.13	1.27	12.01	82	3.5	1.138	65
20	2179	1.80	2.03	11.49	255	3.6	1.109	65
20	2797	0.43	0.46	13.62	42	1.9	1.076	64
20	3153	0.22	0.24	13.89	42	1.8	1.078	62

.5 °KMA MOTOR PERFORMANS EGRILERI

+ D.NET GUC * D.DON.MOM

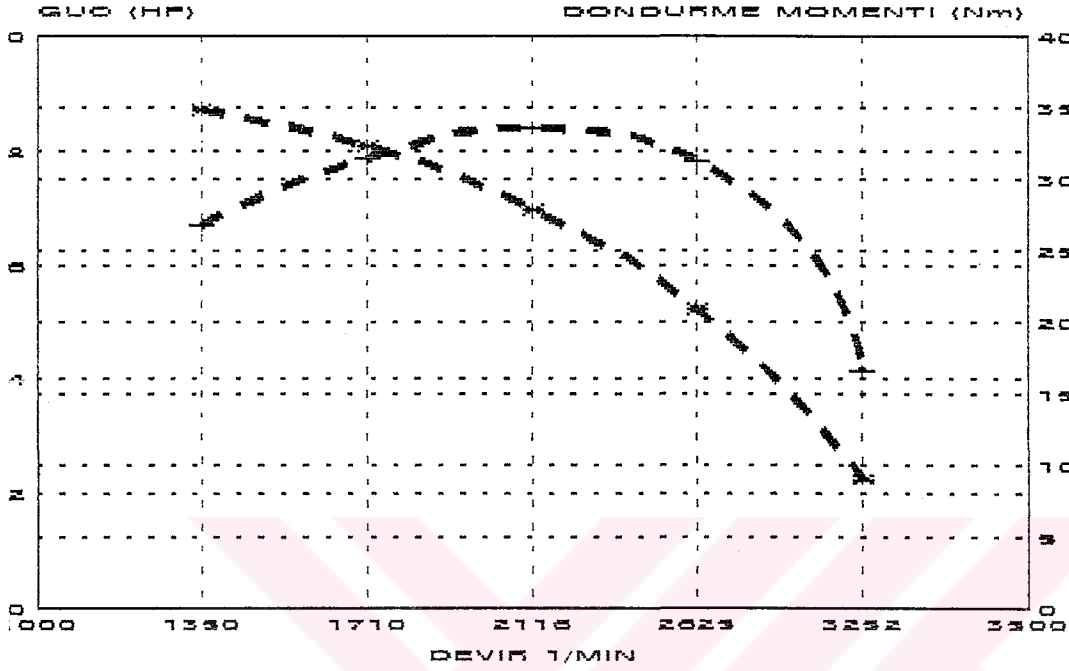


+ OZ.YAK.SARF * TER.VER

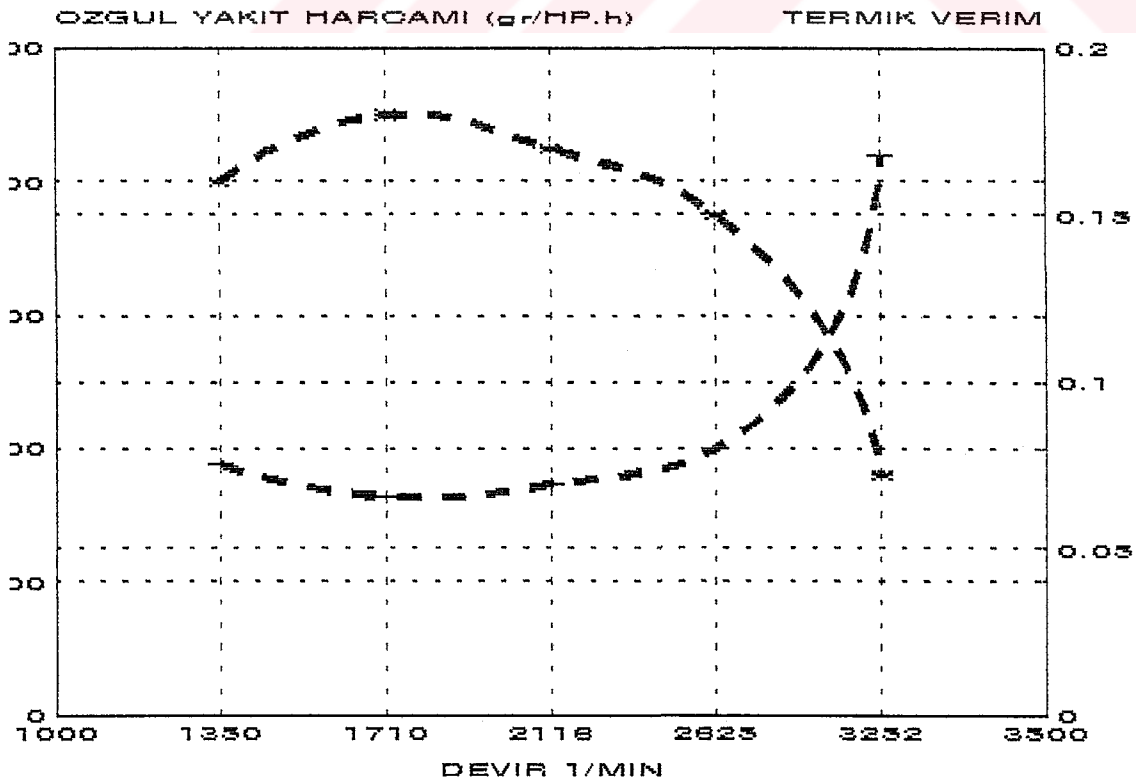


°KMA MOTOR PERFORMANS EGRILERI

+ GÜC * MOM

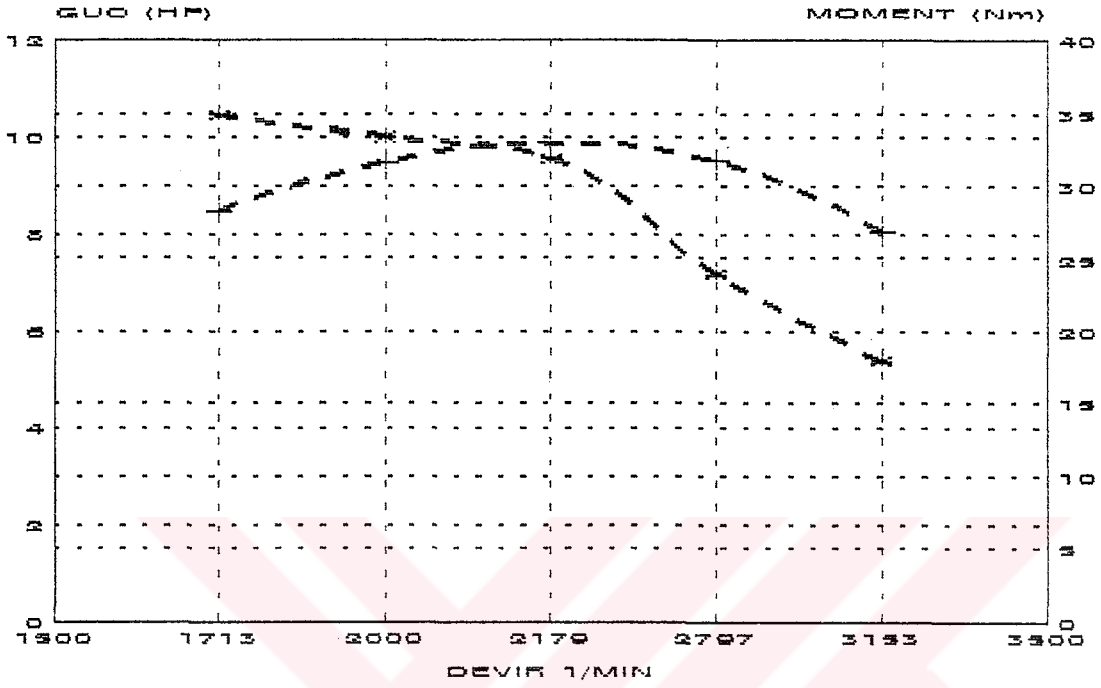


+ ÖZ.YAK.HARC. * TER.VERİM

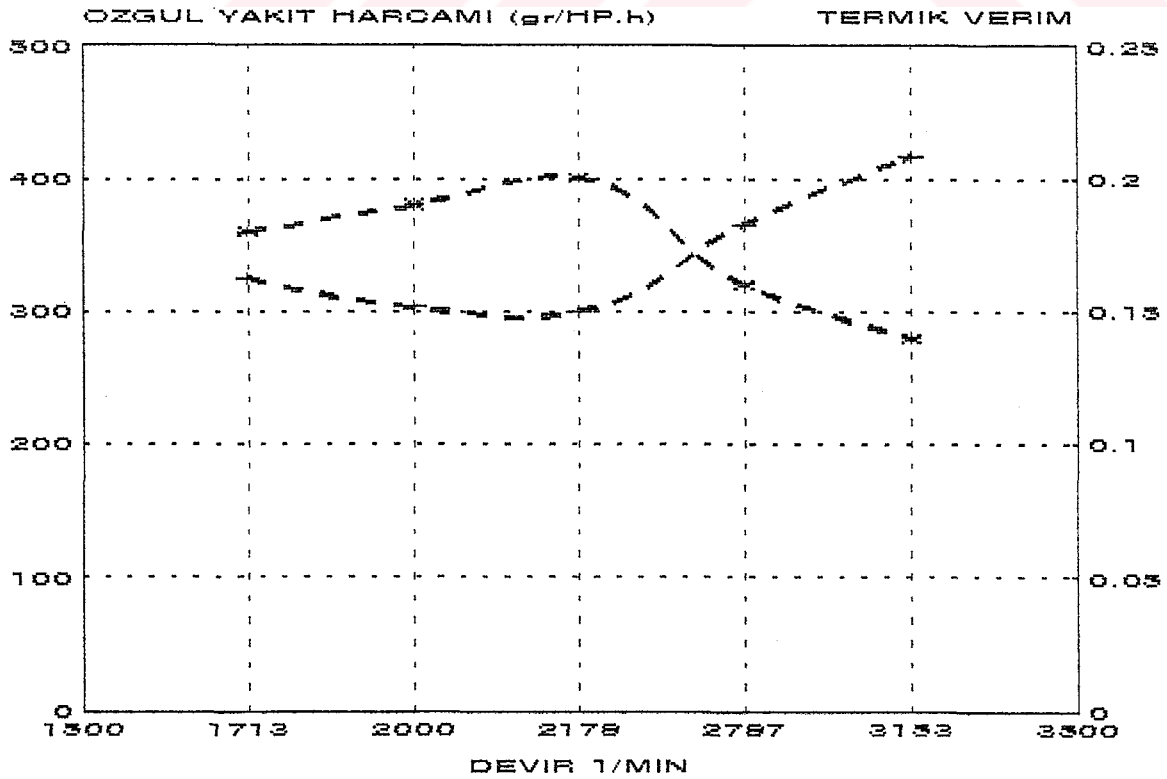


0 °KMA MOTOR PERFORMANS EGRILERI

† D.NET GUC * D.DON.MOM



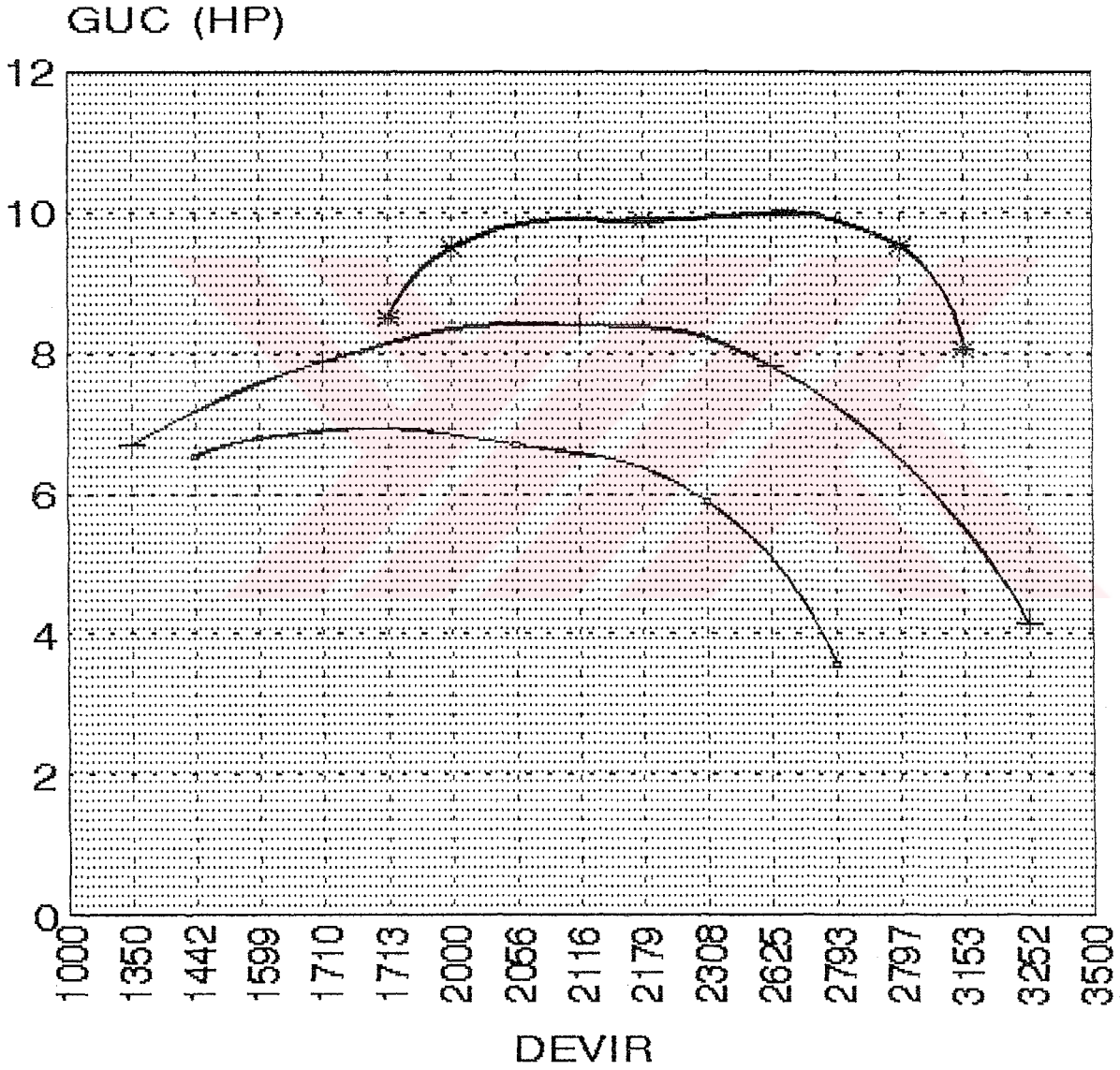
† OZ.YAK.HARC. * TER.VERIM



GUC EGRILERININ TOPLU GOSTERIMI

AVANS DEGERLERI

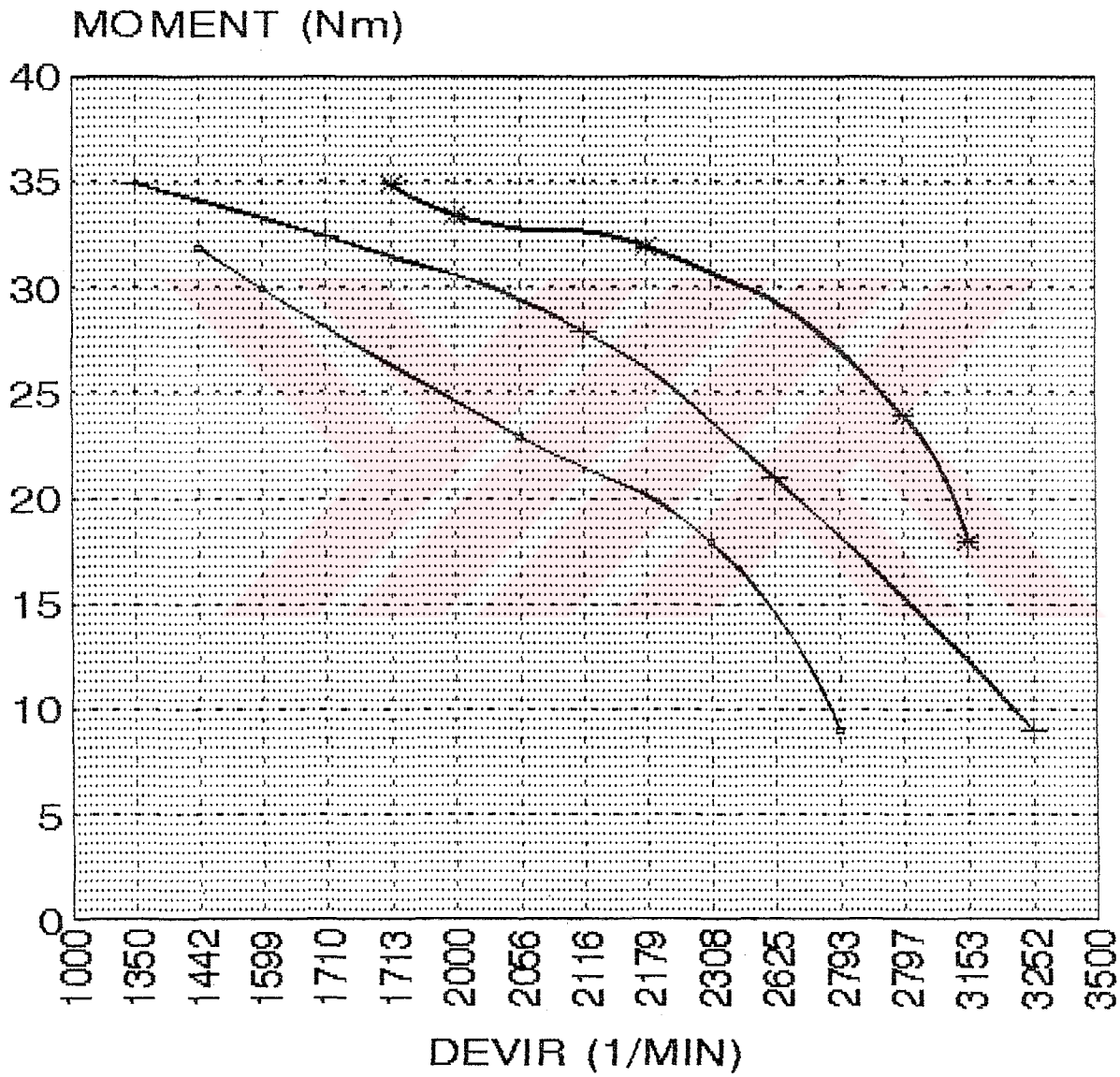
5 °KMA + 12 °KMA * 20 °KMA



MOMENT EGRILERININ TOPLU GOSTERIMI

AVANS DEGERLERI

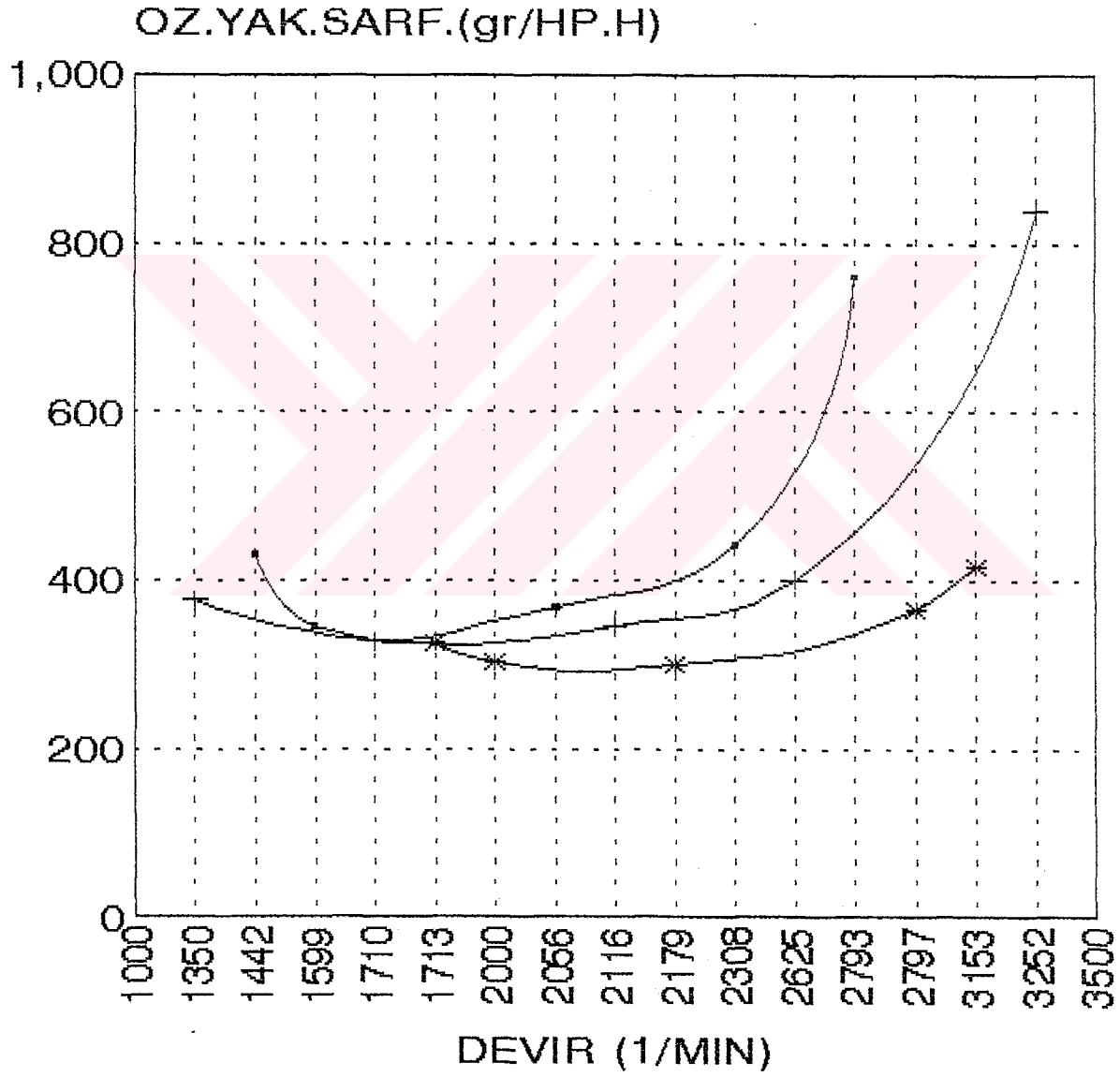
.5 °KMA + 12 °KMA * 20 °KMA



ZGUL YAKIT SARF. EGRILERI TOPLU GOSTERIM

AVANS DEGERLERI

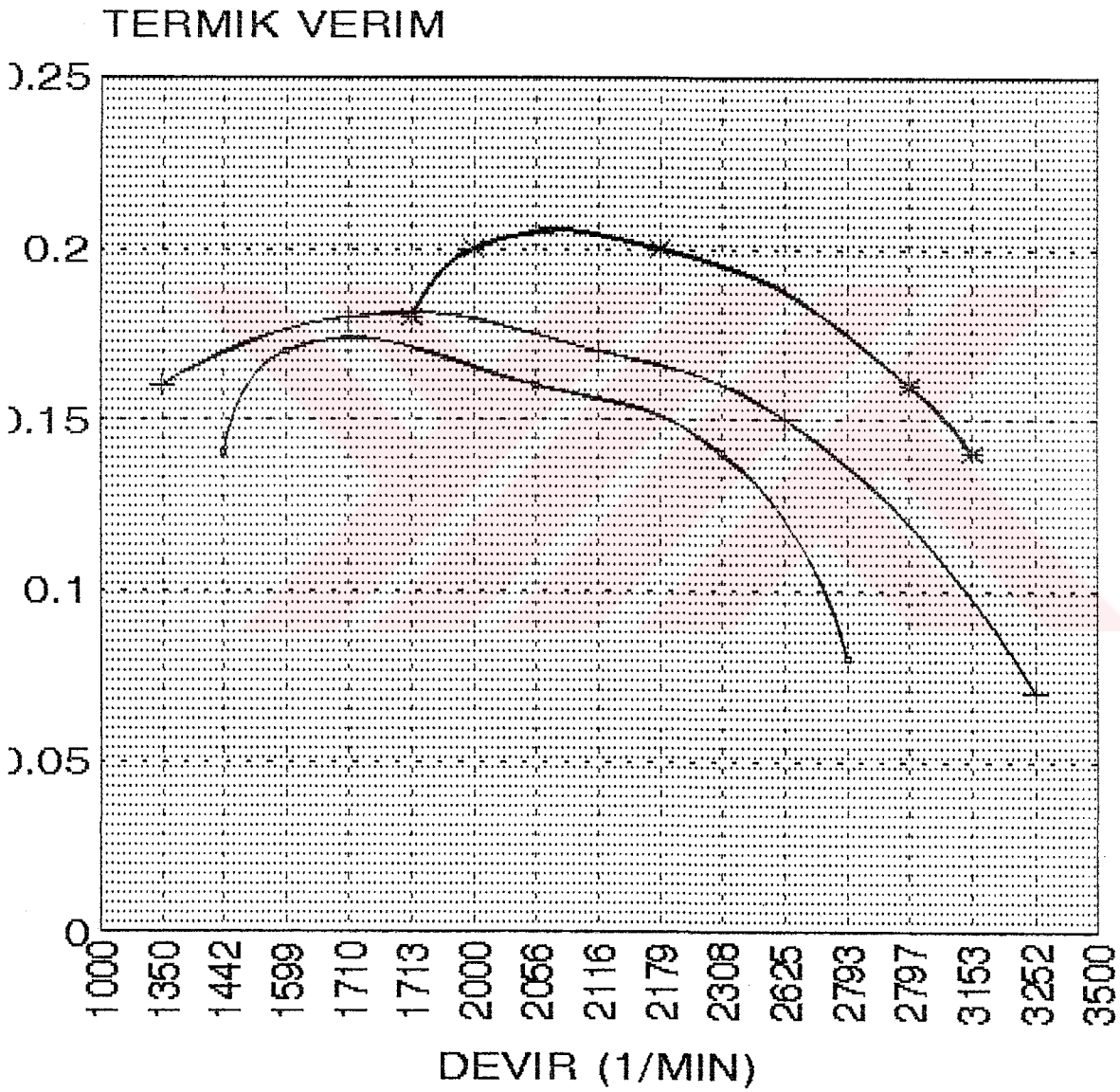
• 7.5 °KMA + 12 °KMA * 20 °KMA



ERMİK VERİM EGRİLERİ TOPLU GOSTERİMİ

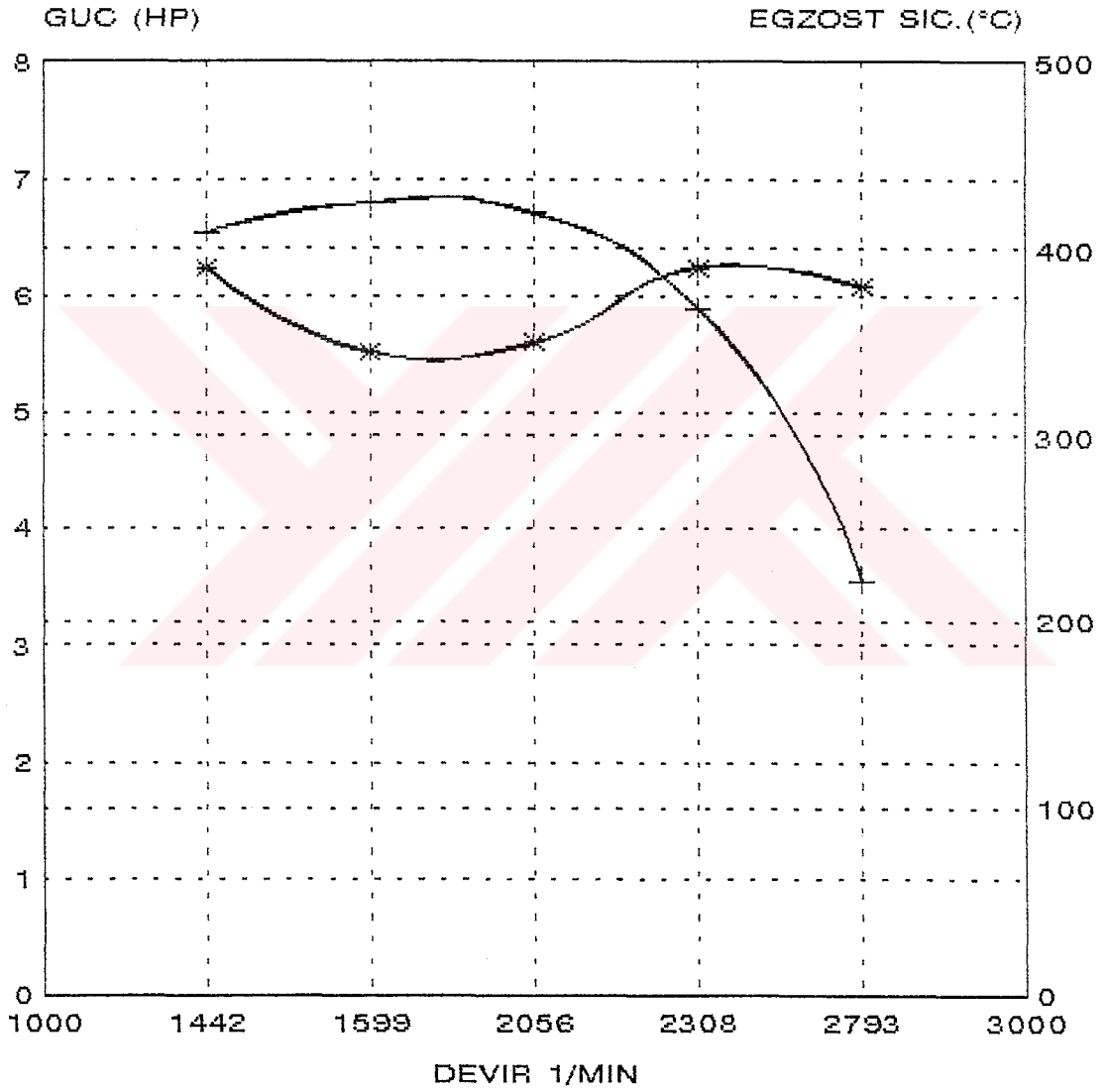
AVANS DEGERLERİ

$^{\circ}\text{KMA} +12$ $^{\circ}\text{KMA} *20$ $^{\circ}\text{KMA}$



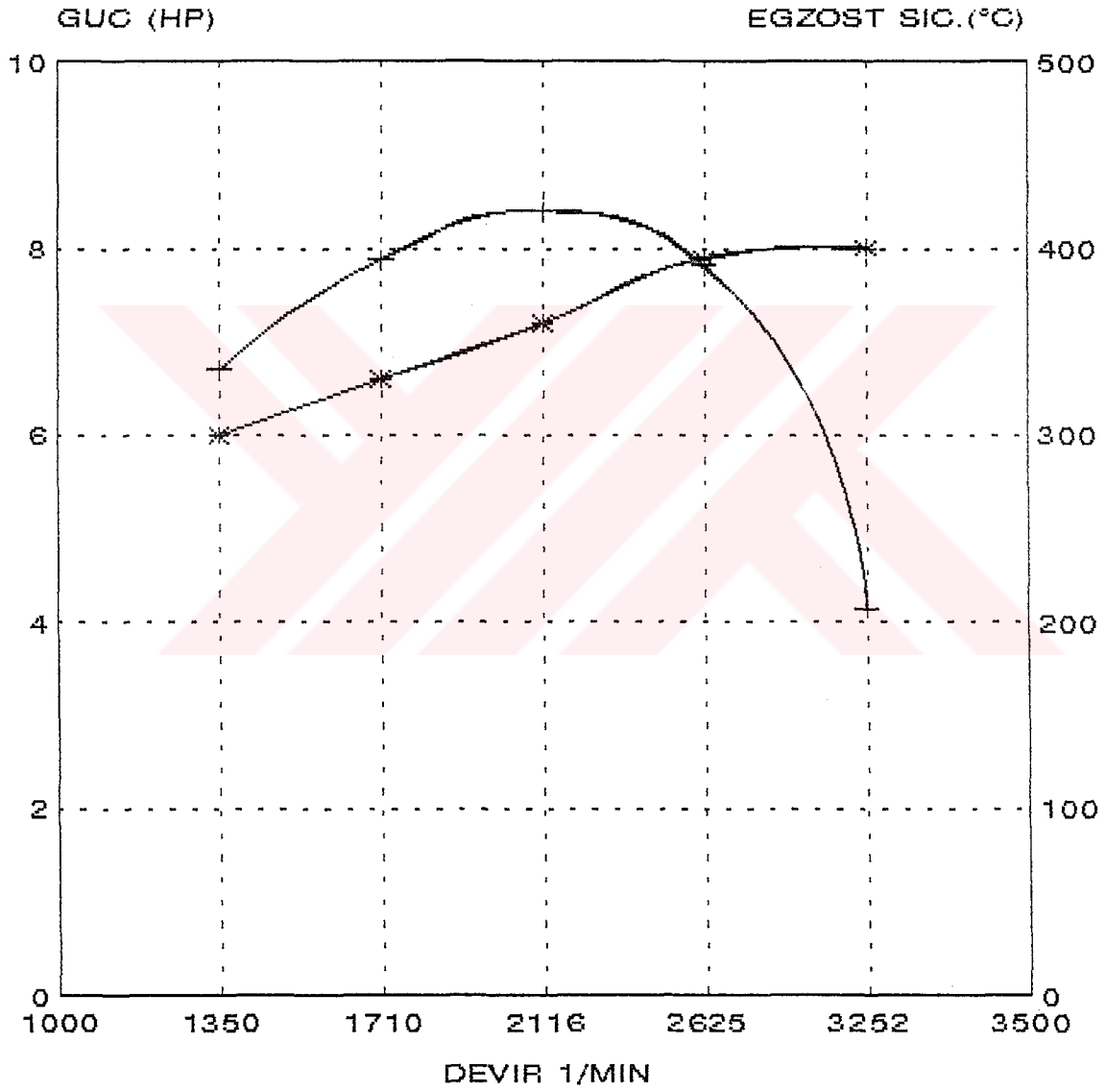
7.5 "KMA MOTOR GUCU ve EGZOST SICAKLIGI EGRILERI

† D.NET GUC * EGZOST SICAKLIGI



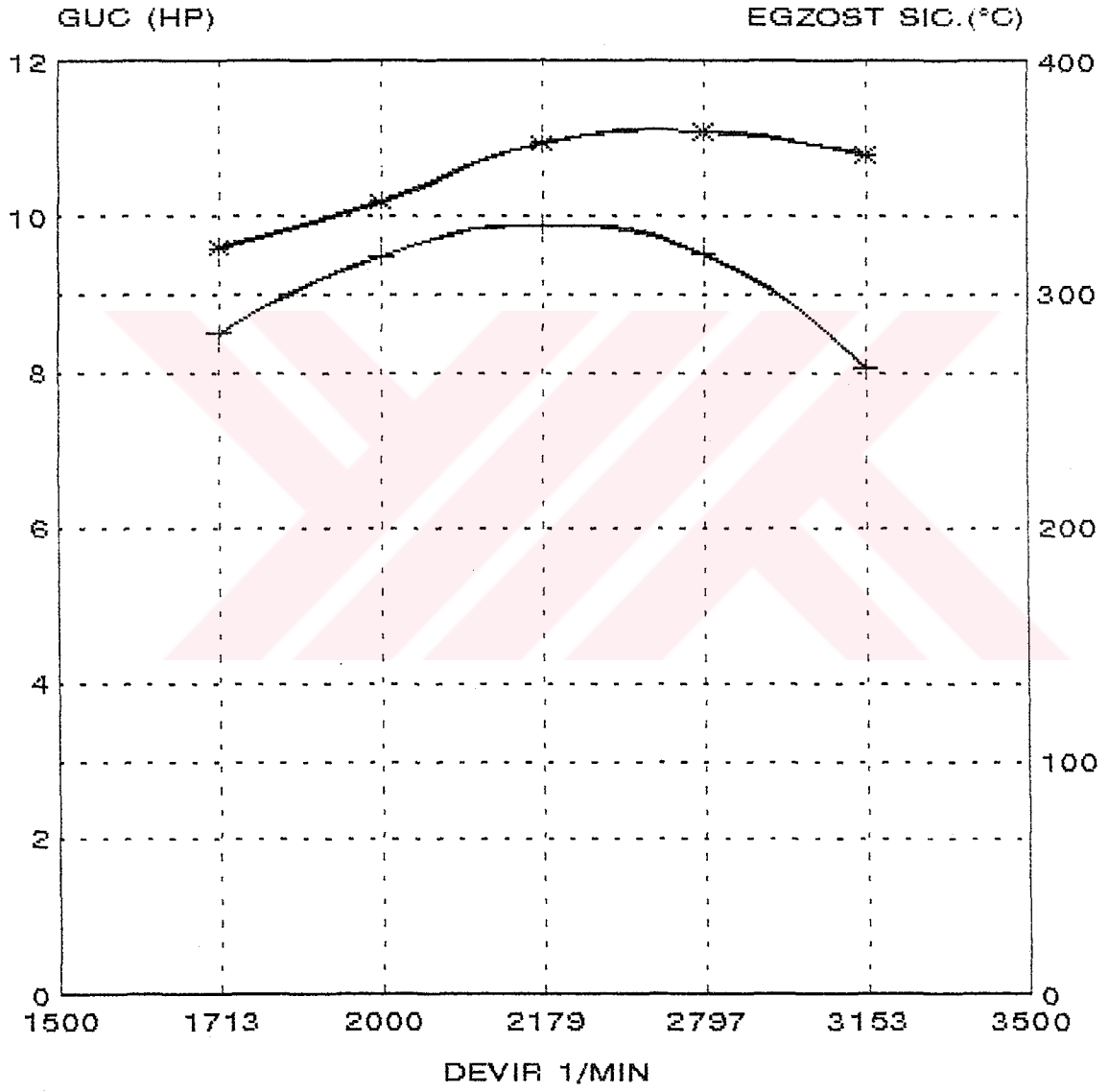
2°KMA MOTOR GUCU ve EGZOST SICAKLIGI EGRILERI

† D.NET GUC * EGZOST SICAKLIGI



10°KMA MOTOR GUCU ve EGZOST SICAKLIGI EGRILERI

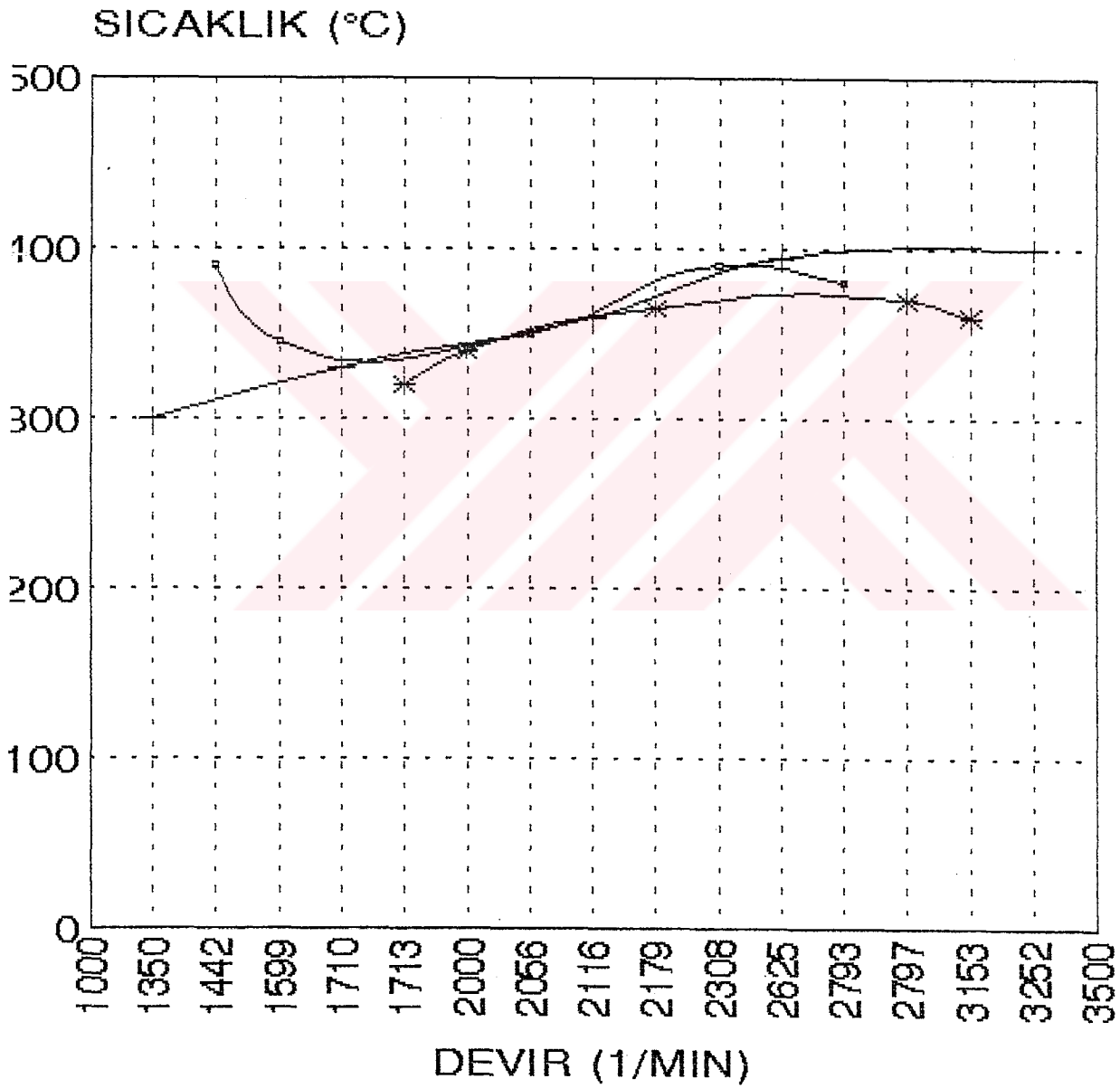
+ D.NET GUC * EGZOST SICAKLIGI



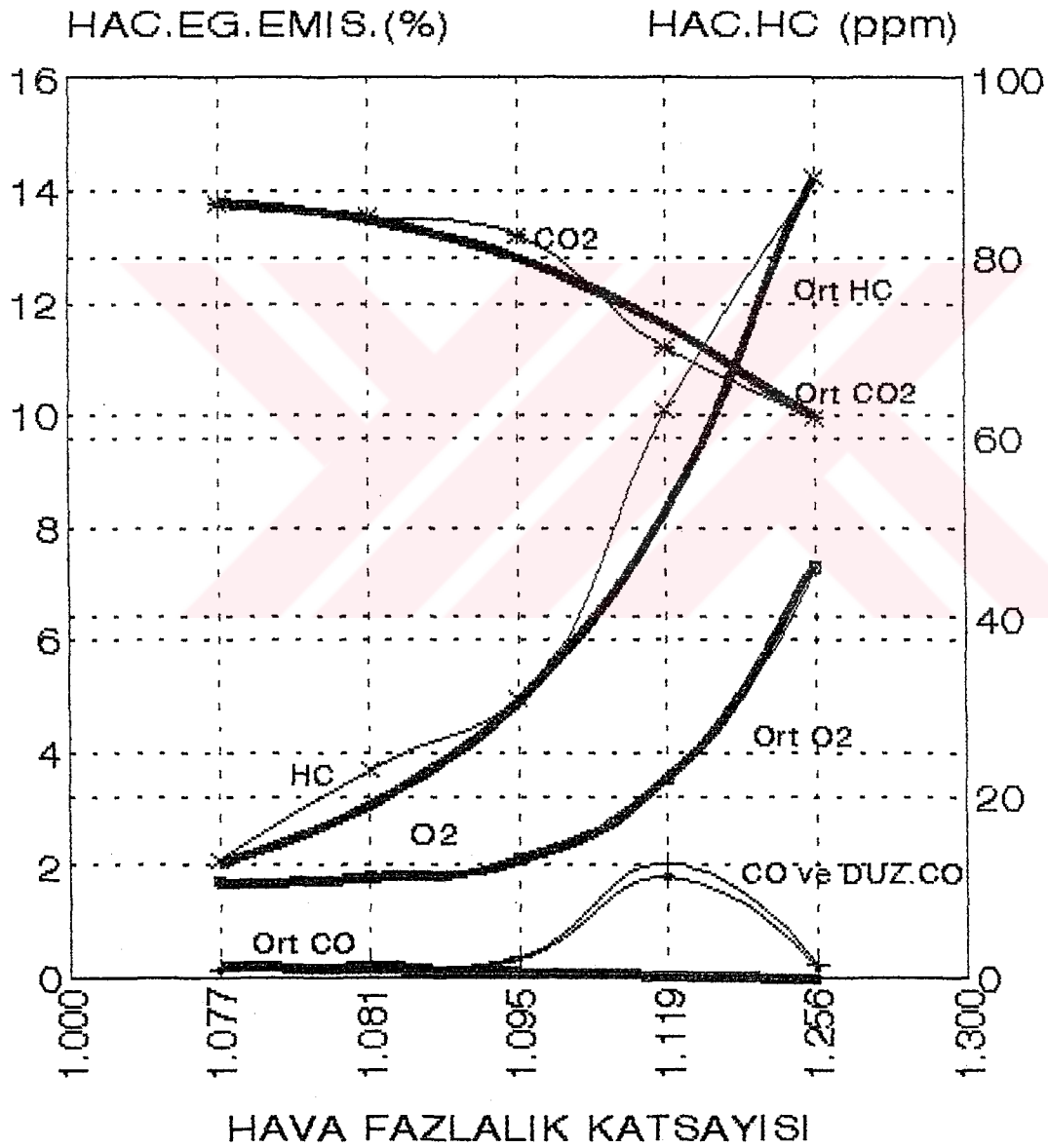
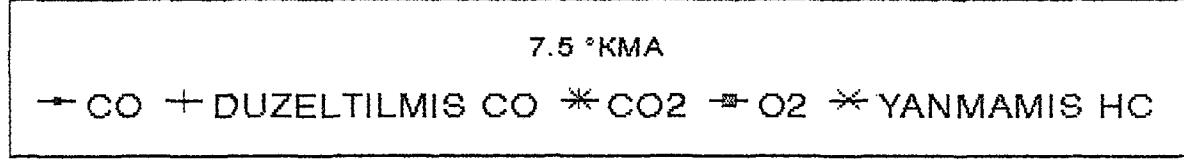
OST SICAKLIĞI EGRİLERİNİN TOPLU GÖSTERİMİ

AVANS DEĞERLERİ

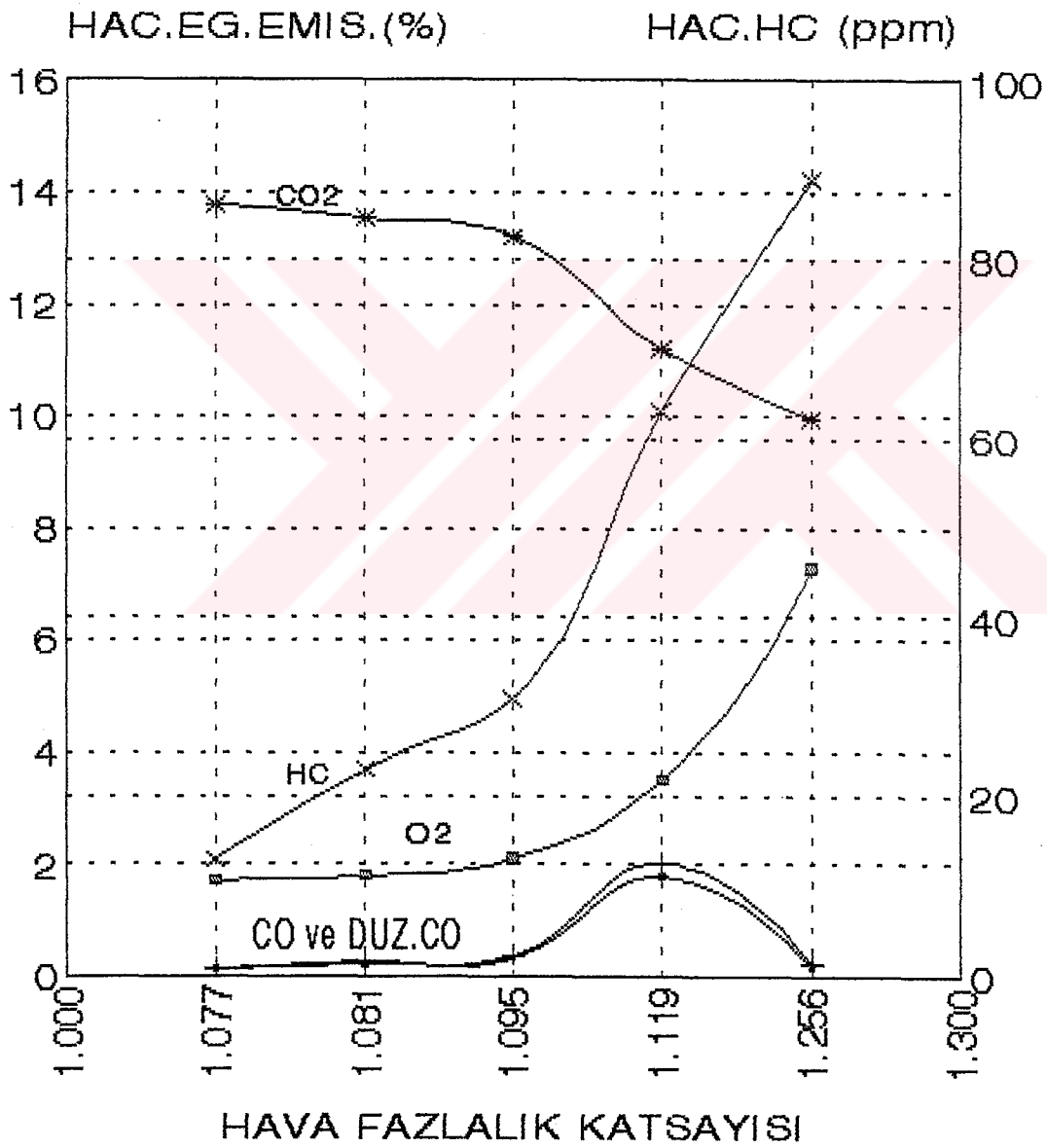
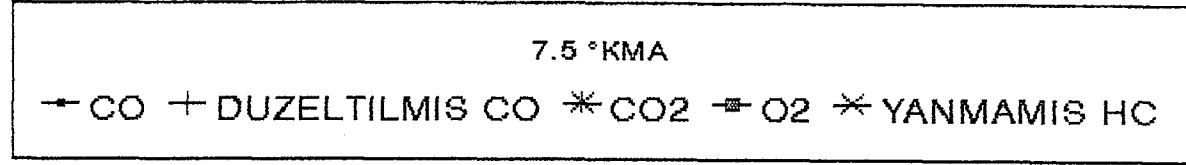
°KMA + 12 °KMA * 20 °KMA



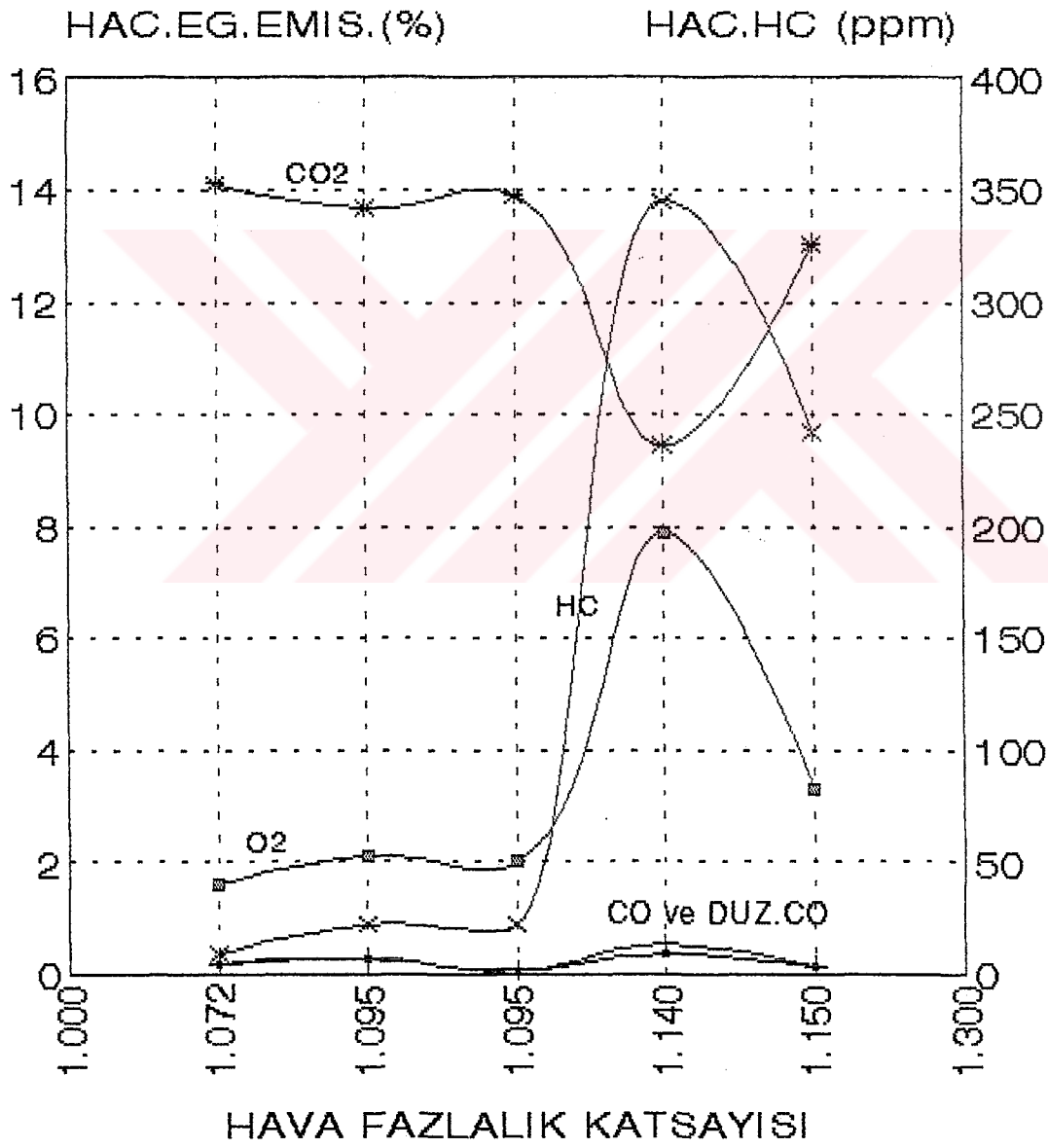
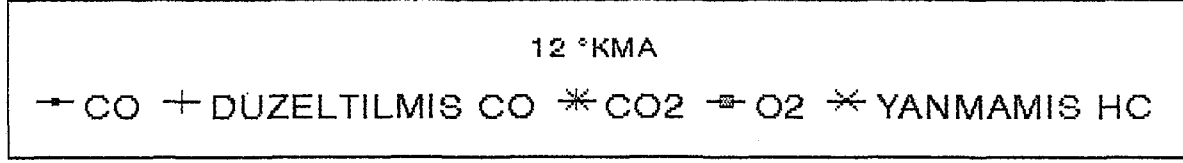
VA FAZLALIK KATSAYISINA BAGLI EGZOST EMISYONLARI



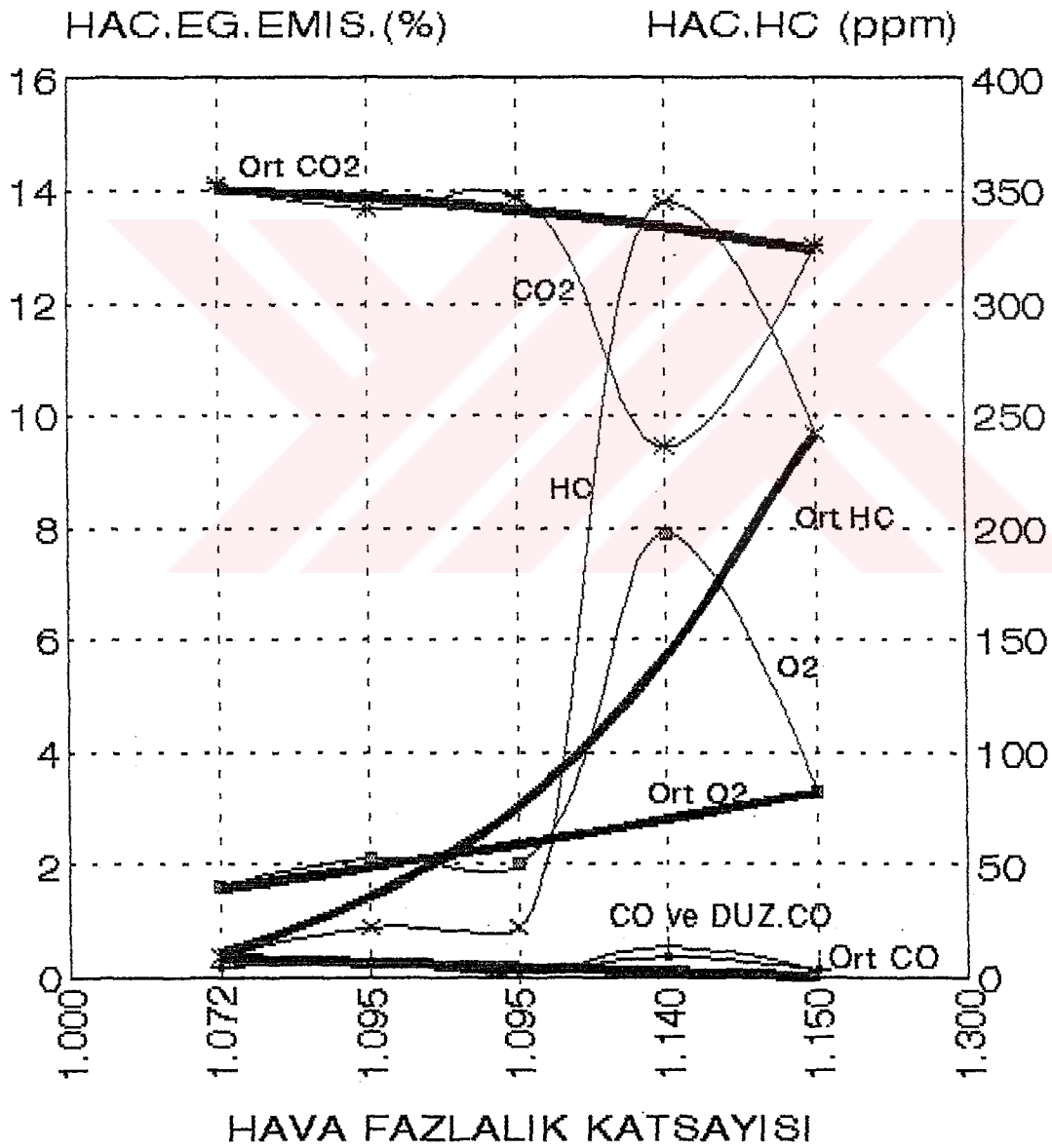
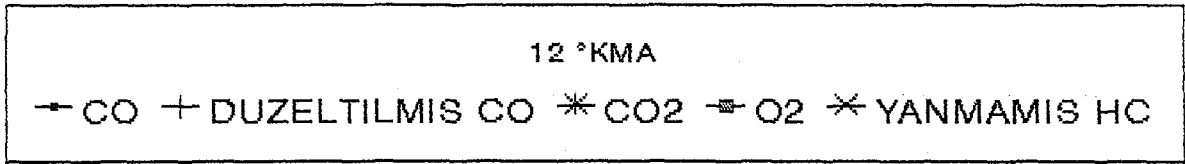
VA FAZLALIK KATSAYISINA BAGLI EGZOST EMİSYONLARI



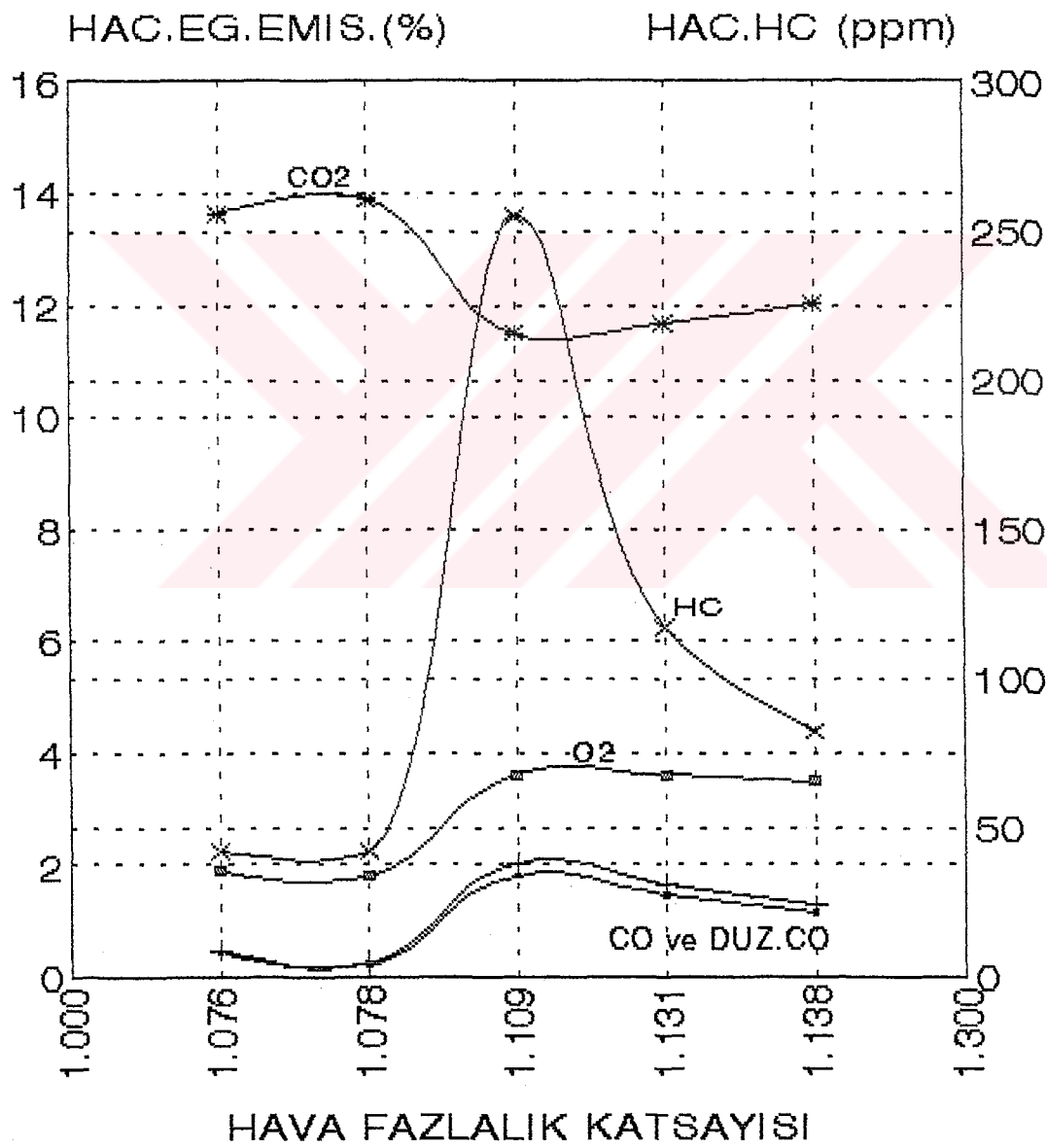
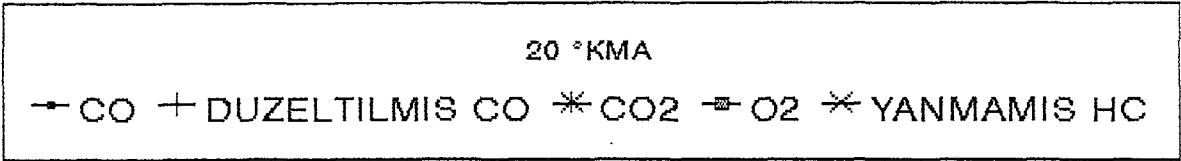
VA FAZLALIK KATSAYISINA BAGLI EGZOST EMISYONLARI



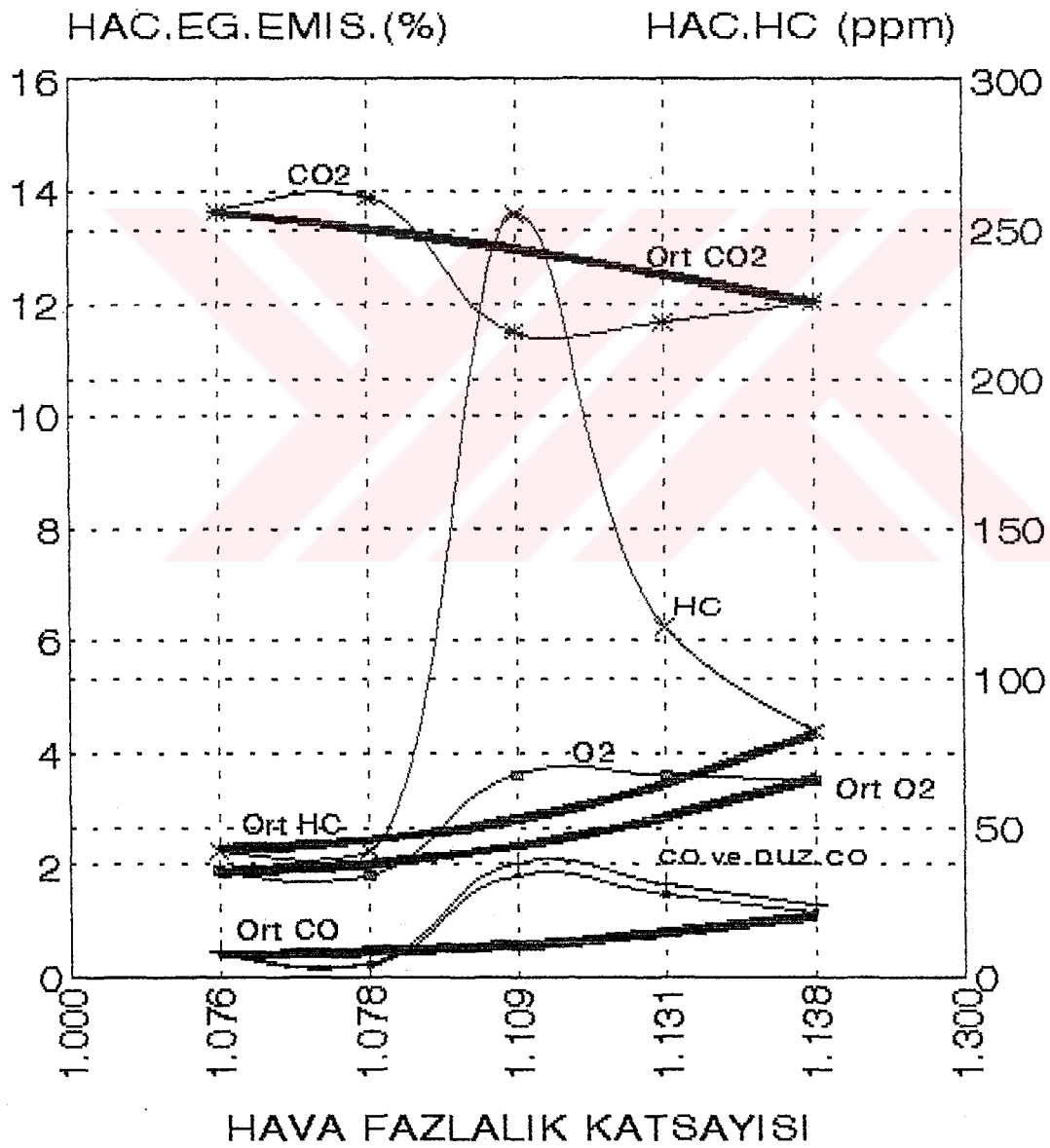
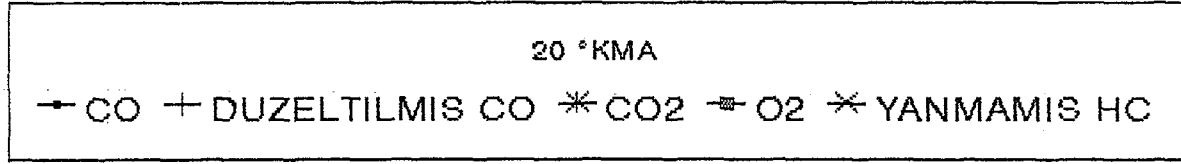
VA FAZLALIK KATSAYISINA BAGLI EGZOST EMISYONLARI



HAVA FAZLALIK KATSAYISINA BAGLI EGZOST EMİSYONLARI



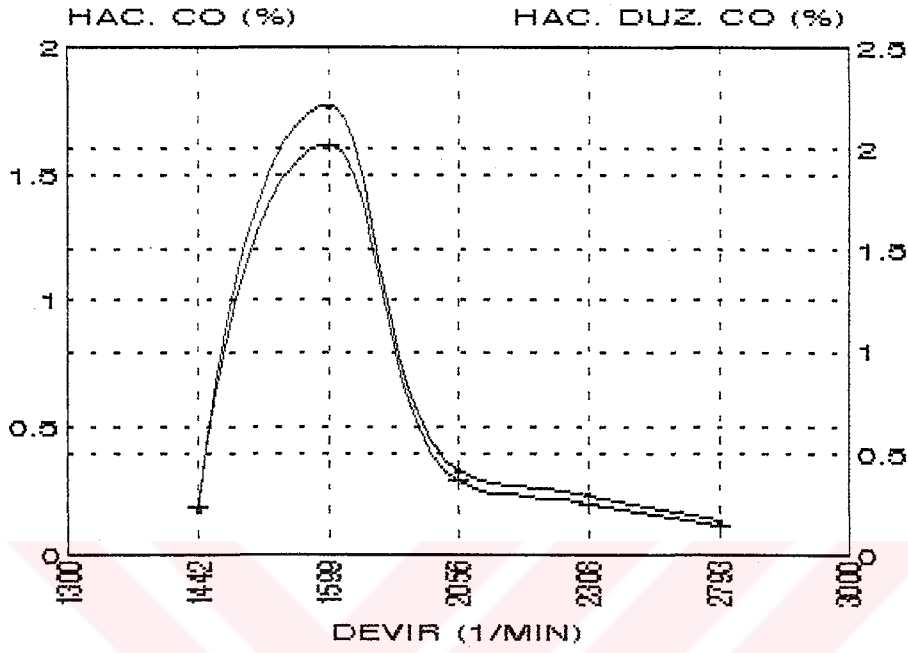
VA FAZLALIK KATSAYISINA BAGLI EGZOST EMİSYONLARI



NORMAL ve DÜZELTİLMİS CO DEĞİŞİM EĞRİLERİ

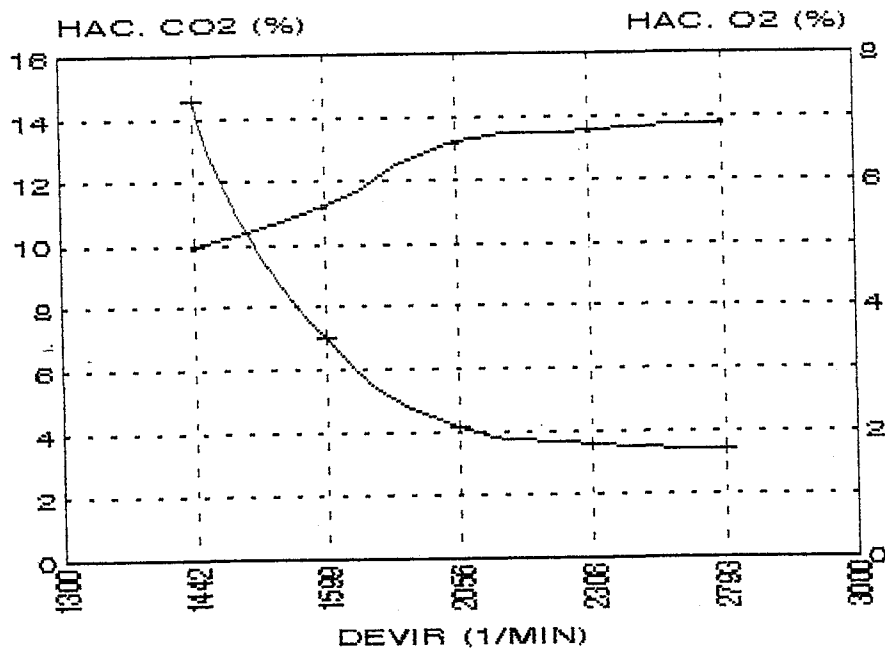
7.5 °KMA

CO + DÜZELTİLMİS CO



HACİMSAL CO₂ ve O₂ DEĞİŞİM EĞRİLERİ

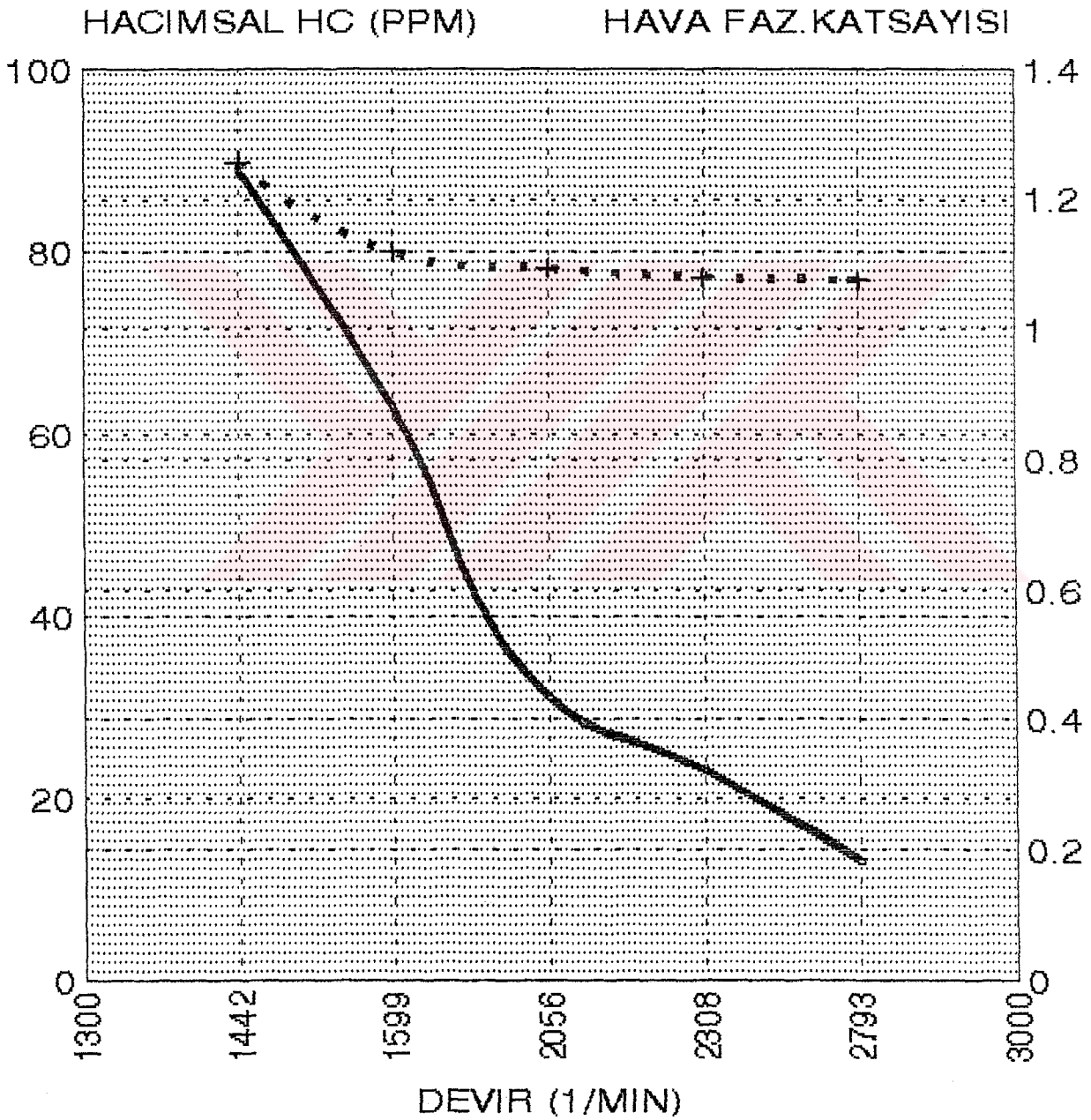
7.5 °KMA

CO₂ + O₂

CİMSAL HC ve HAVA FAZ.KATS. DEĞİŞİM EĞRİLERİ

7.5 °KMA

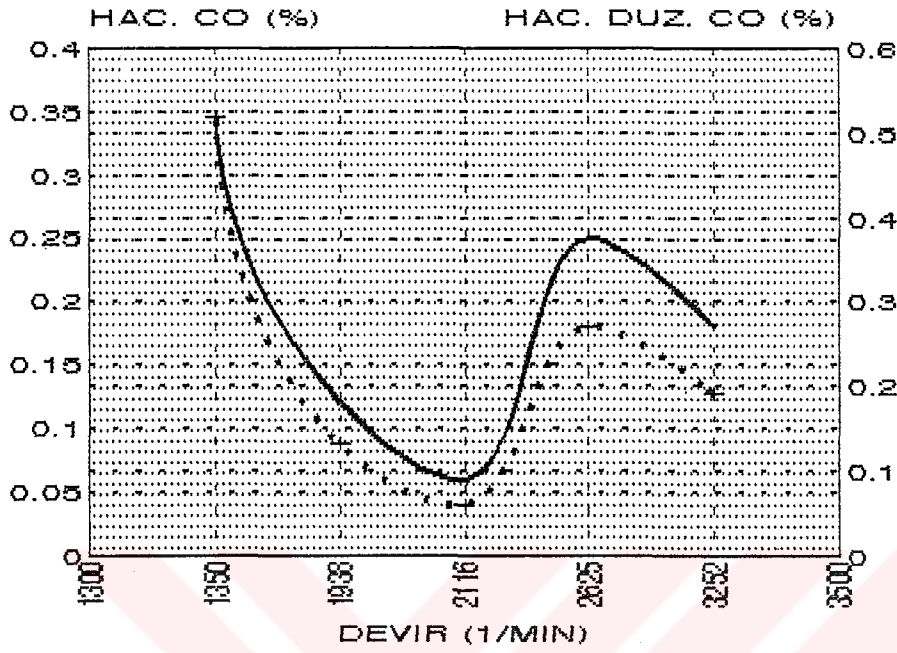
HACİMSAL HC + HAVA FAZ.KATS.



NORMAL ve DÜZELTİLMİS CO DEĞİŞİM EĞRİLERİ

12 °KMA

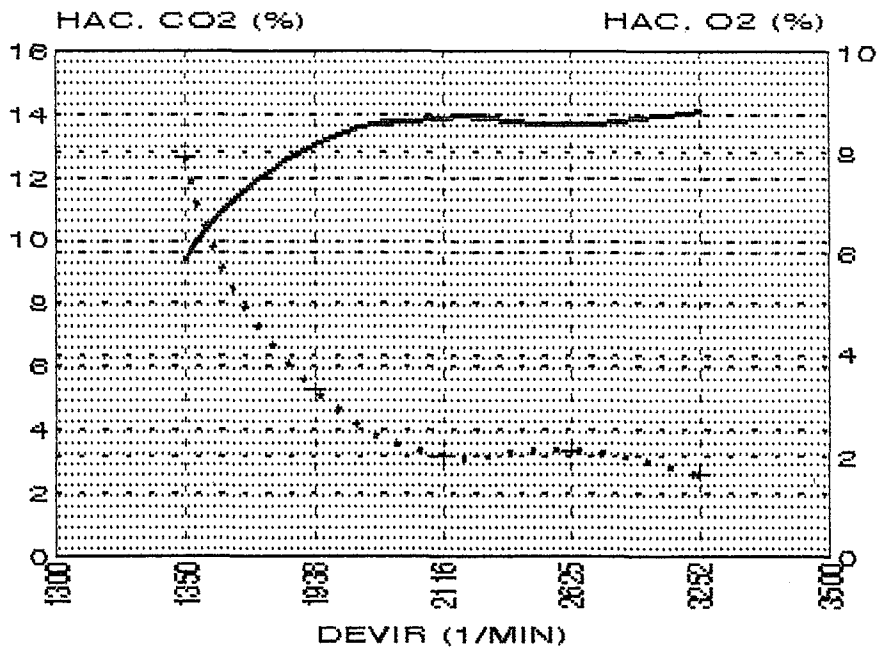
+ DÜZELTİLMİS CO



HACİMSAL CO₂ ve O₂ DEĞİŞİM EĞRİLERİ

°KMA

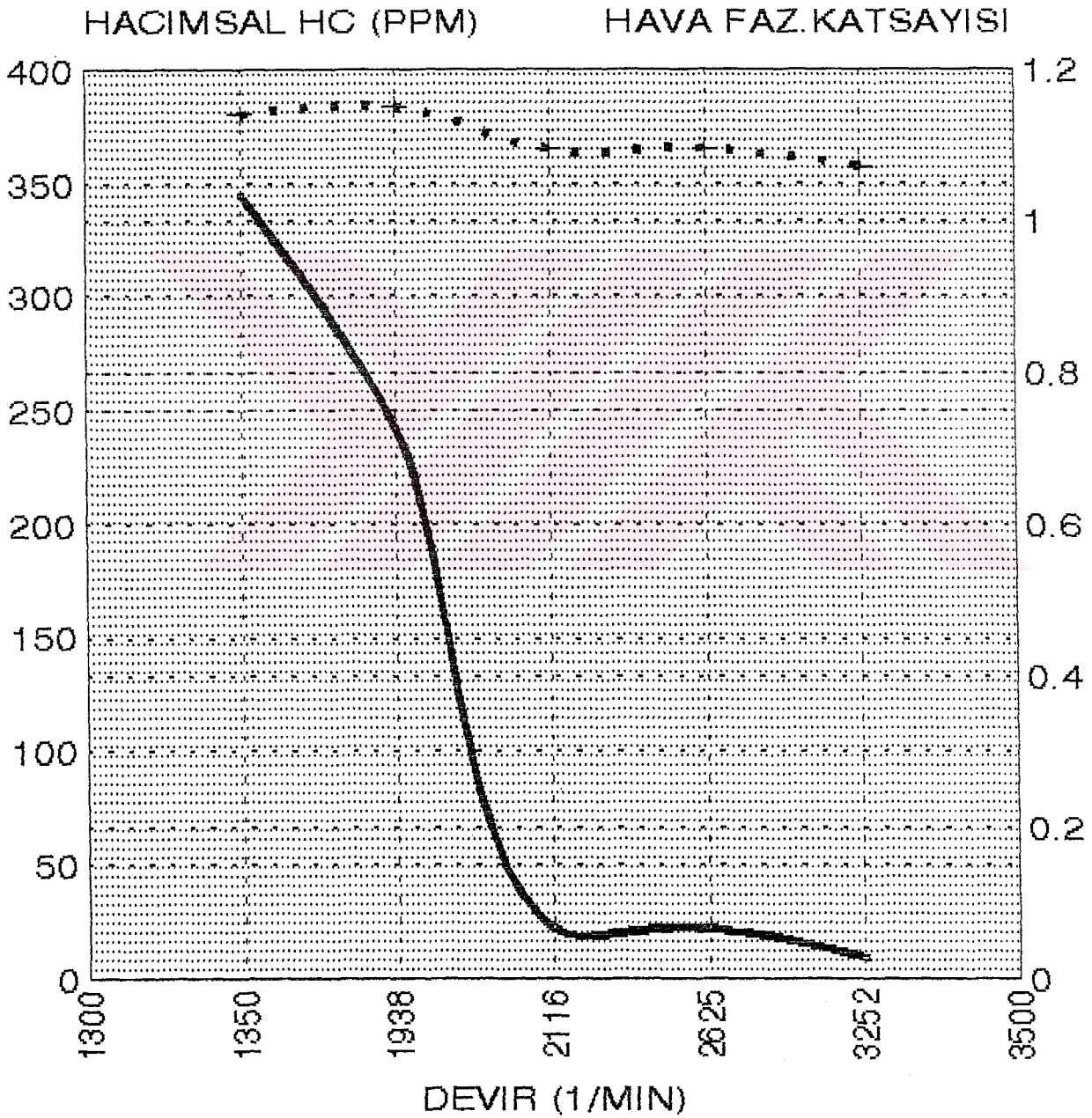
+ O₂



CİMSAL HC ve HAVA FAZ.KATS. DEĞİŞİM EĞRİLERİ

12 °KMA

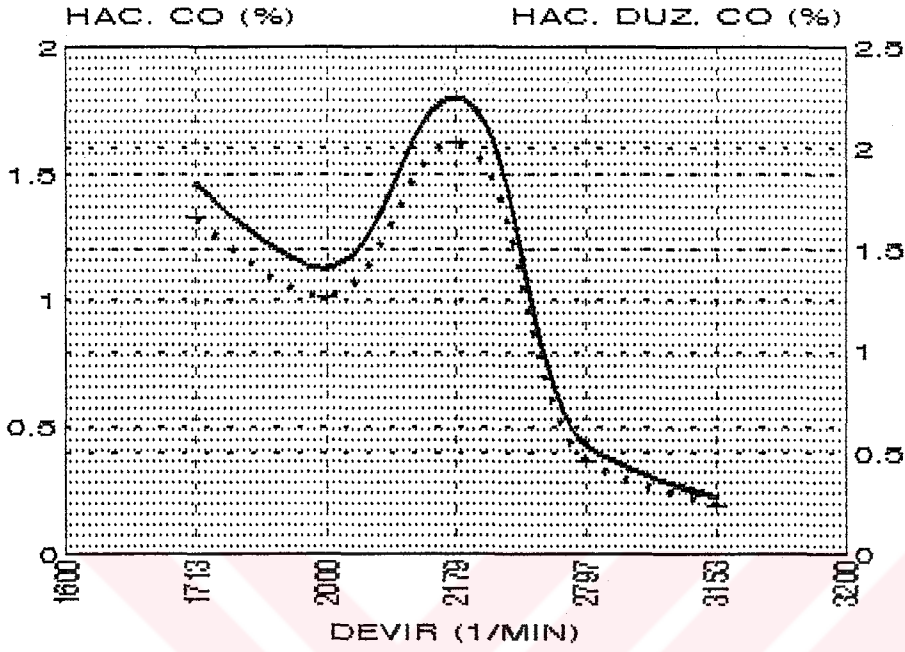
HACİMSAL HC + HAVA FAZ.KATS.



NORMAL ve DÜZELTİLMİS CO DEĞİŞİM EĞRİLERİ

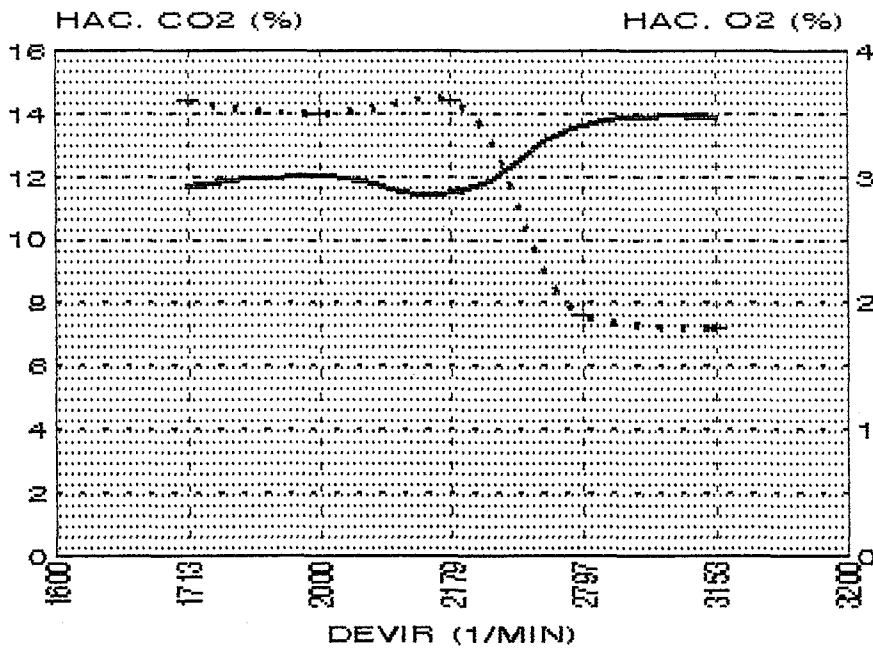
20 °KMA

+ DÜZELTİLMİS CO



HACİMSAL CO₂ ve O₂ DEĞİŞİM EĞRİLERİ

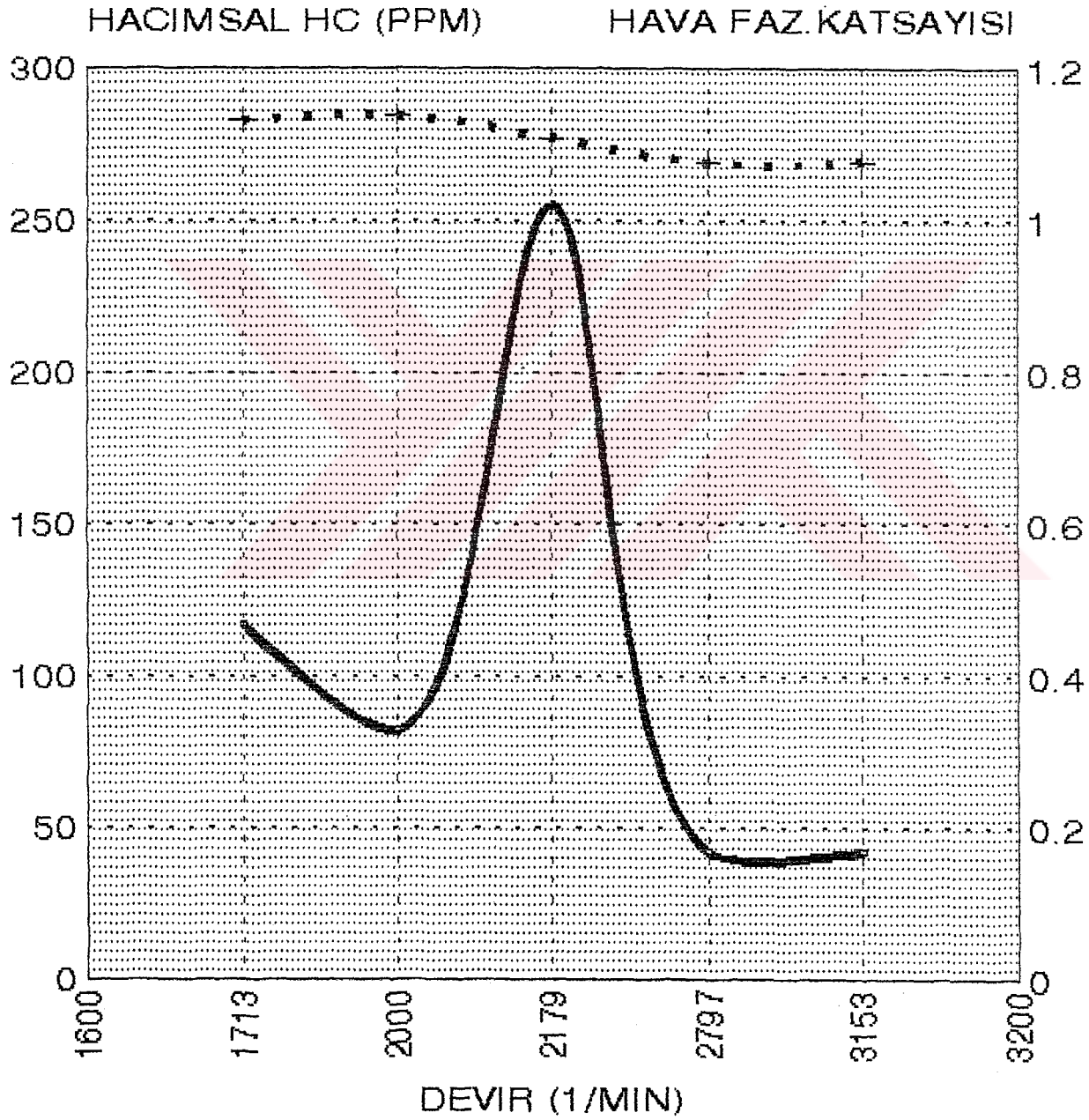
KMA

+ O₂

ACIMSAL HC ve HAVA FAZ.KATS. DEĞİŞİM EĞRİLERİ

20 °KMA

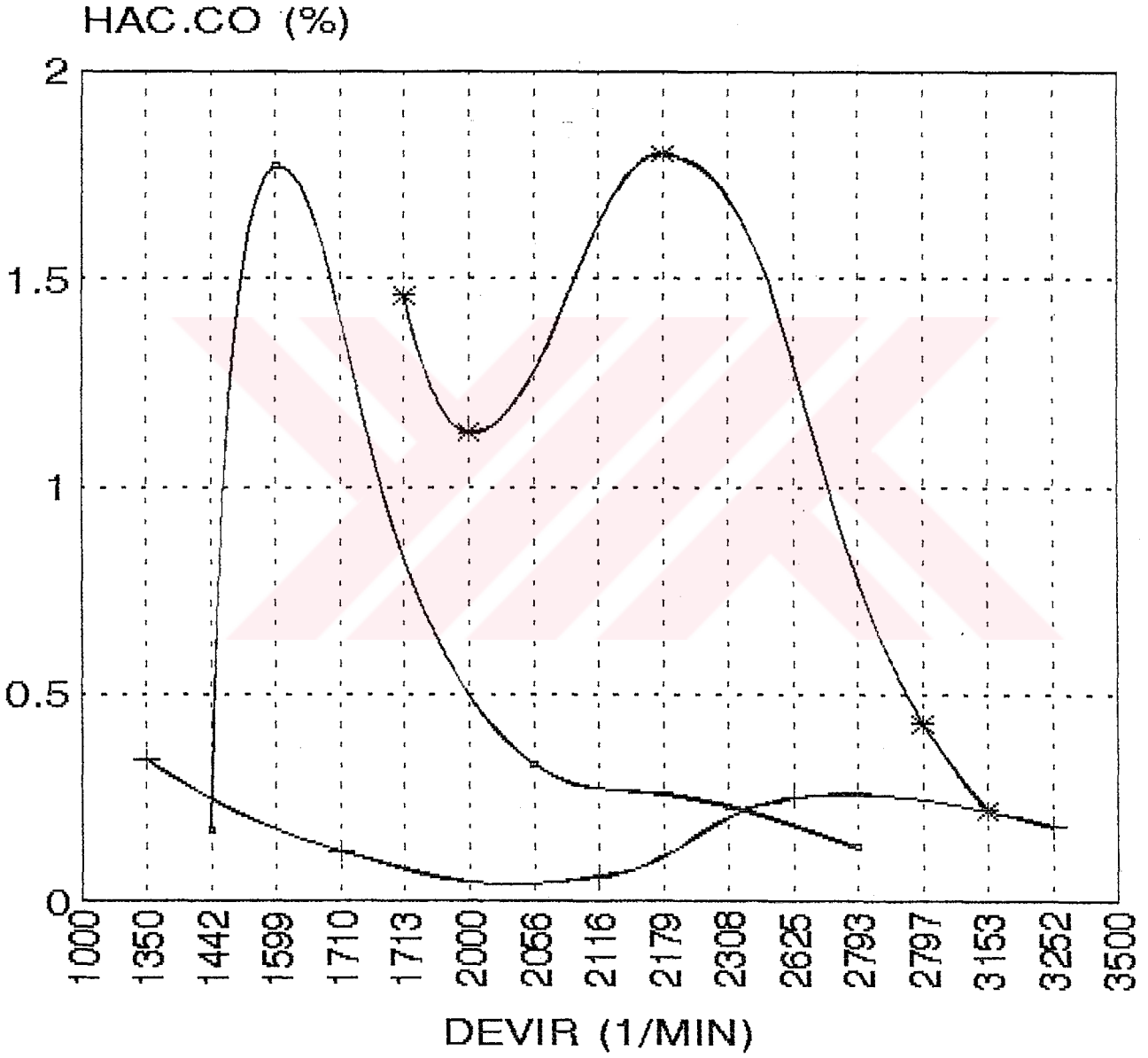
ACIMSAL HC + HAVA FAZ.KATS.



NORMAL "CO" EGRILERI TOPLU GOSTERIMI

AVANS DEGERLERI

7.5 °KMA + 12 °KMA * 20 °KMA

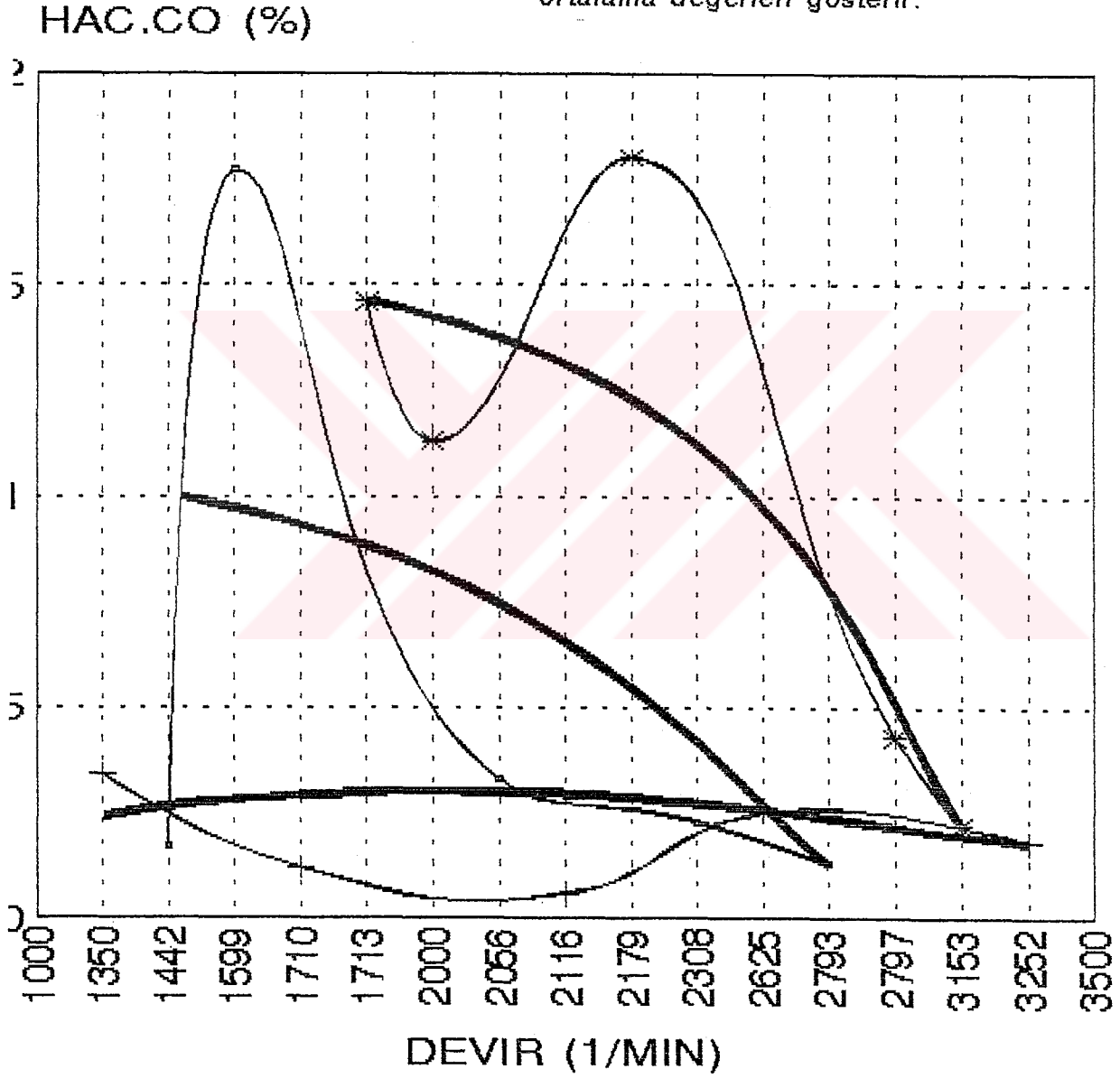


ORMAL "CO" EGRILERI TOPLU GOSTERIMI

AVANS DEGERLERI

°KMA + 12 °KMA * 20 °KMA

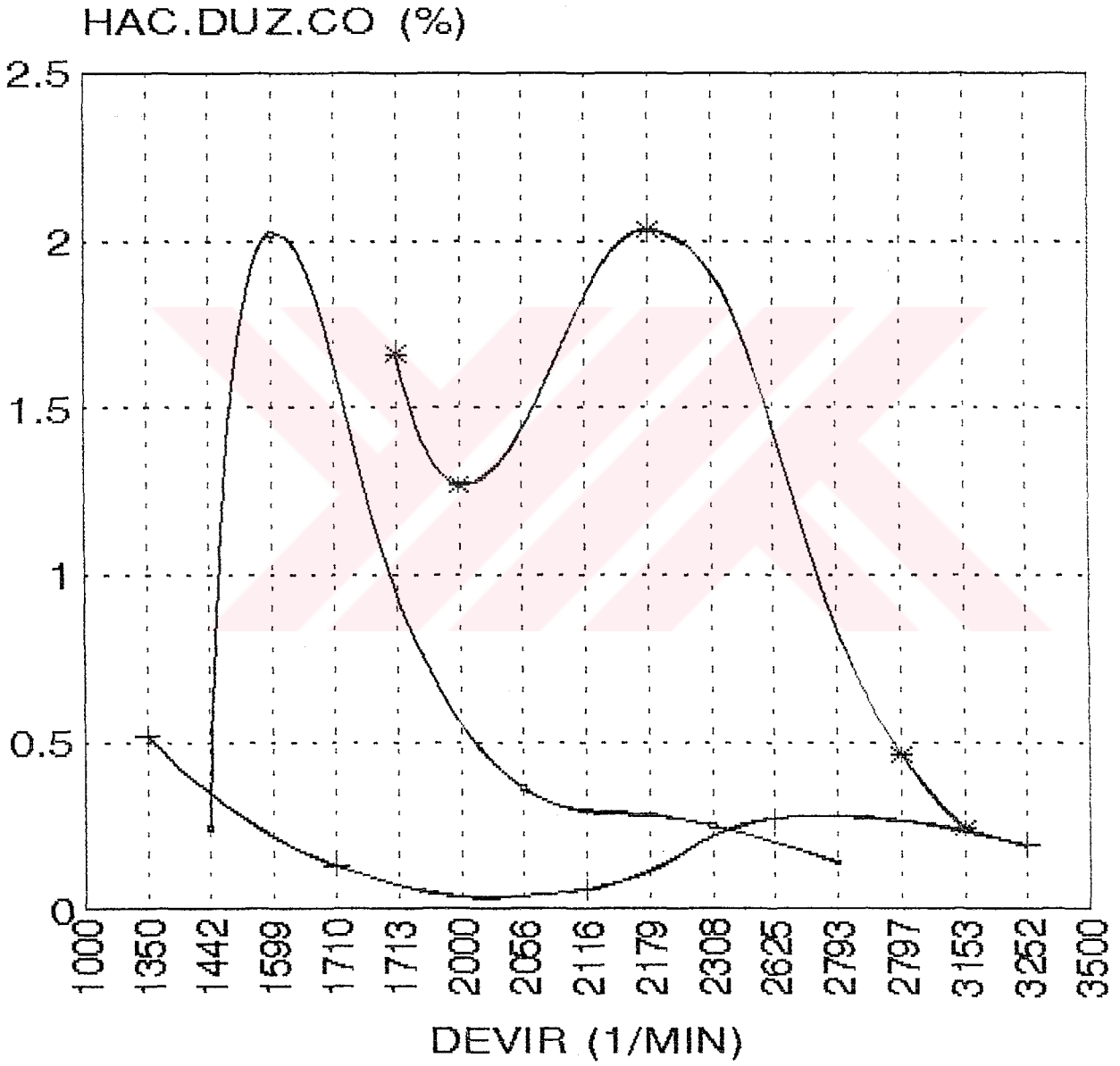
NOT: Siyah kalın egriler
ortalama degerleri gösterir.



JZELTILMIS "CO" EGRILERI TOPLU GOSTERIMI

AVANS DEGERLERI

.5 °KMA + 12 °KMA * 20 °KMA



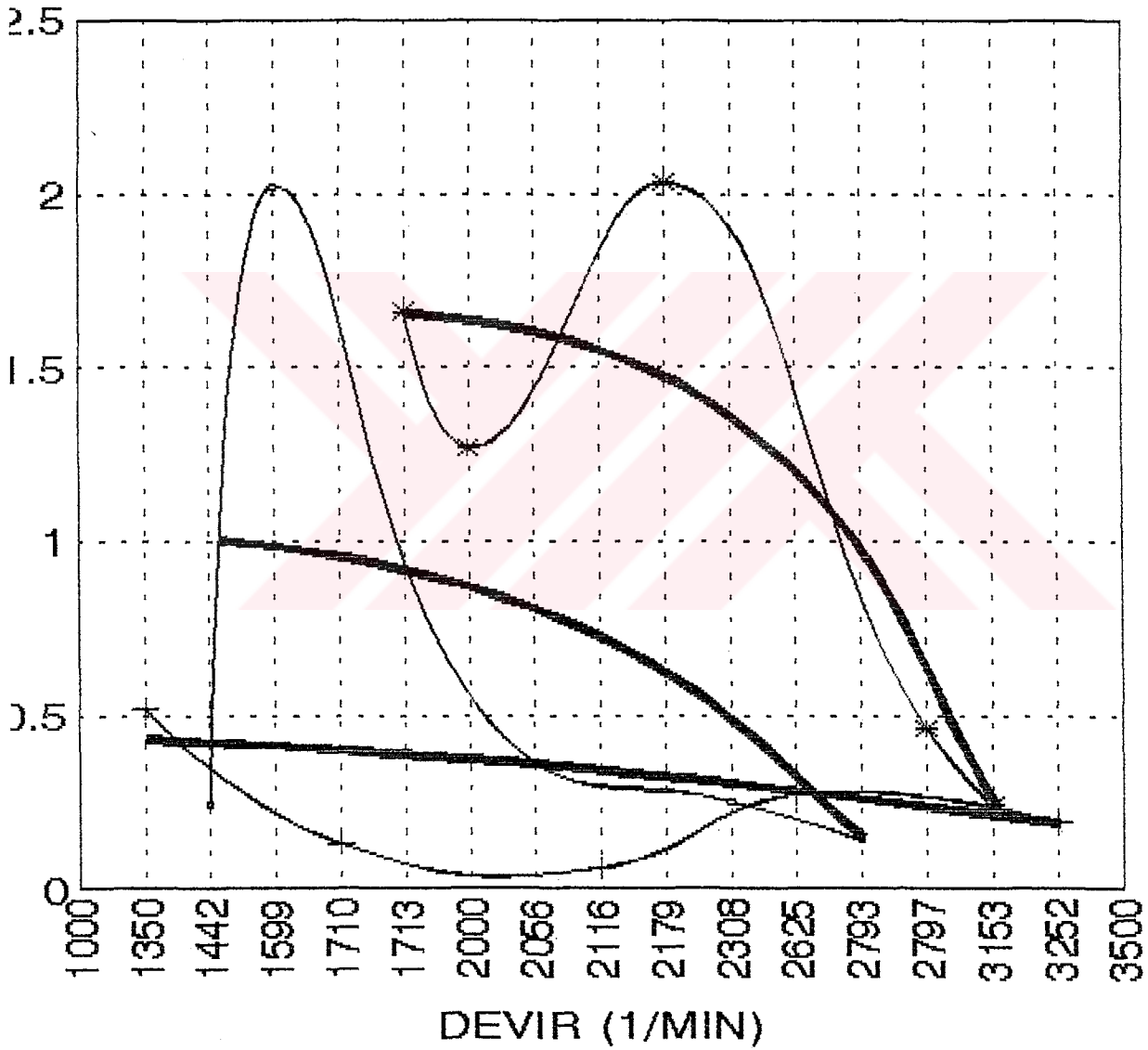
ZELTILMIS "CO" EGRILERI TOPLU GOSTERIMI

AVANS DEGERLERI

°KMA +12 °KMA *20 °KMA

NOT: Siyah kalın egriler
ortalama degerleri gösterir.

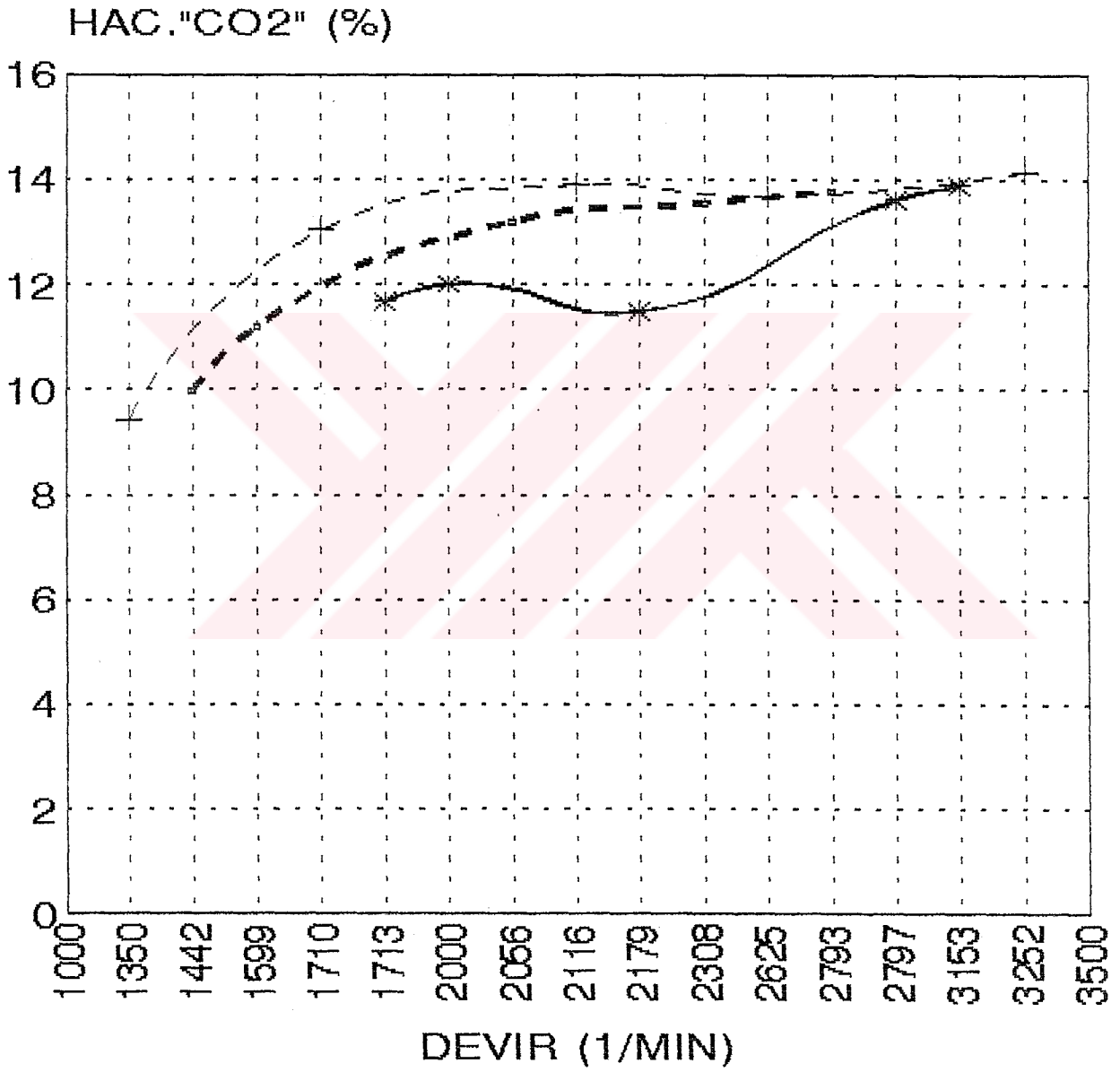
HAC.DUZ.CO (%)



HACİMSAL "CO₂" EGRİLERİ TOPLU GÖSTERİMİ

AVANS DEĞERLERİ

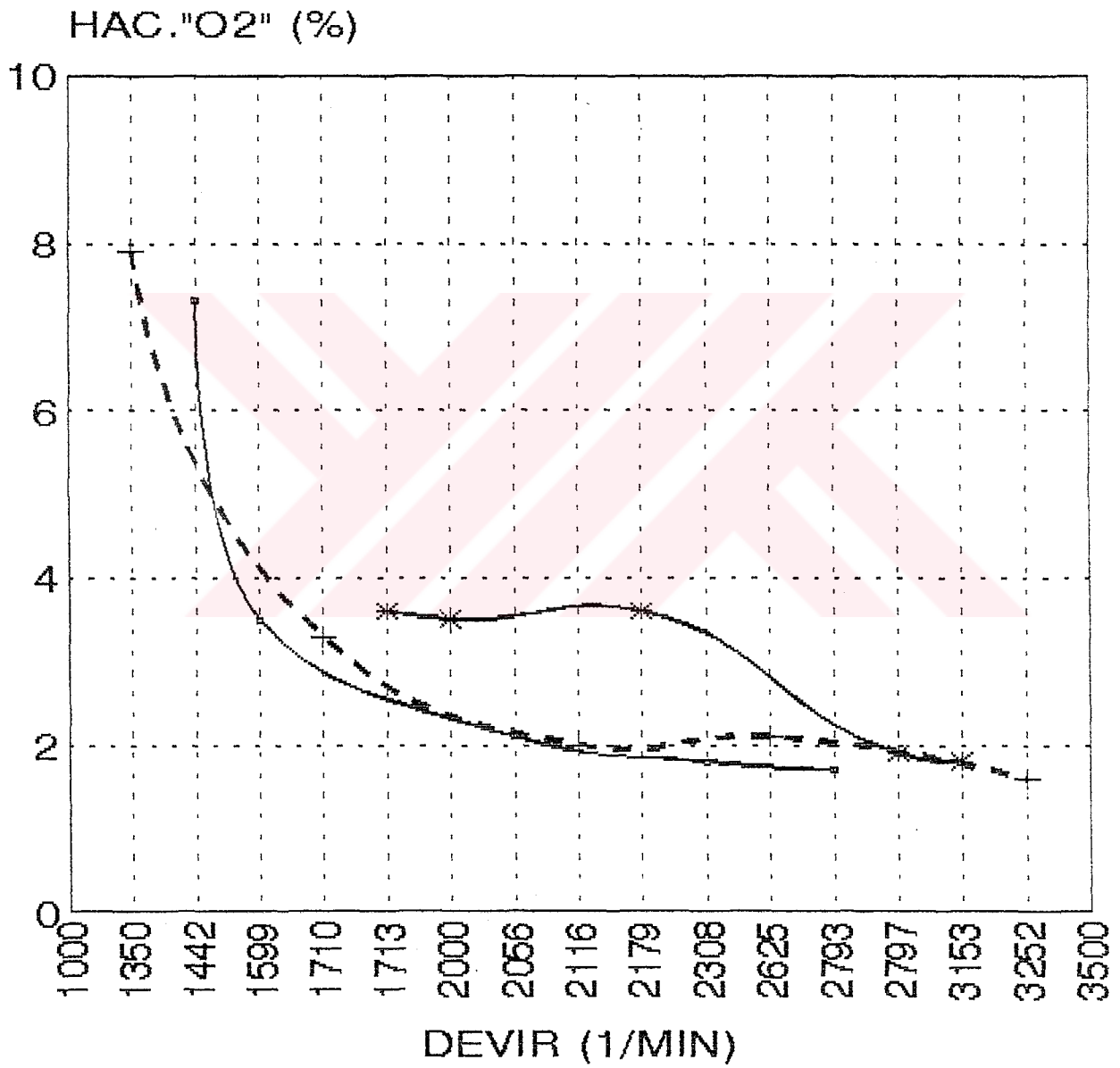
7.5 °KMA + 12 °KMA * 20 °KMA



HACIMSAL "O2" EGRILERI TOPLU GOSTERIMI

AVANS DEGERLERI

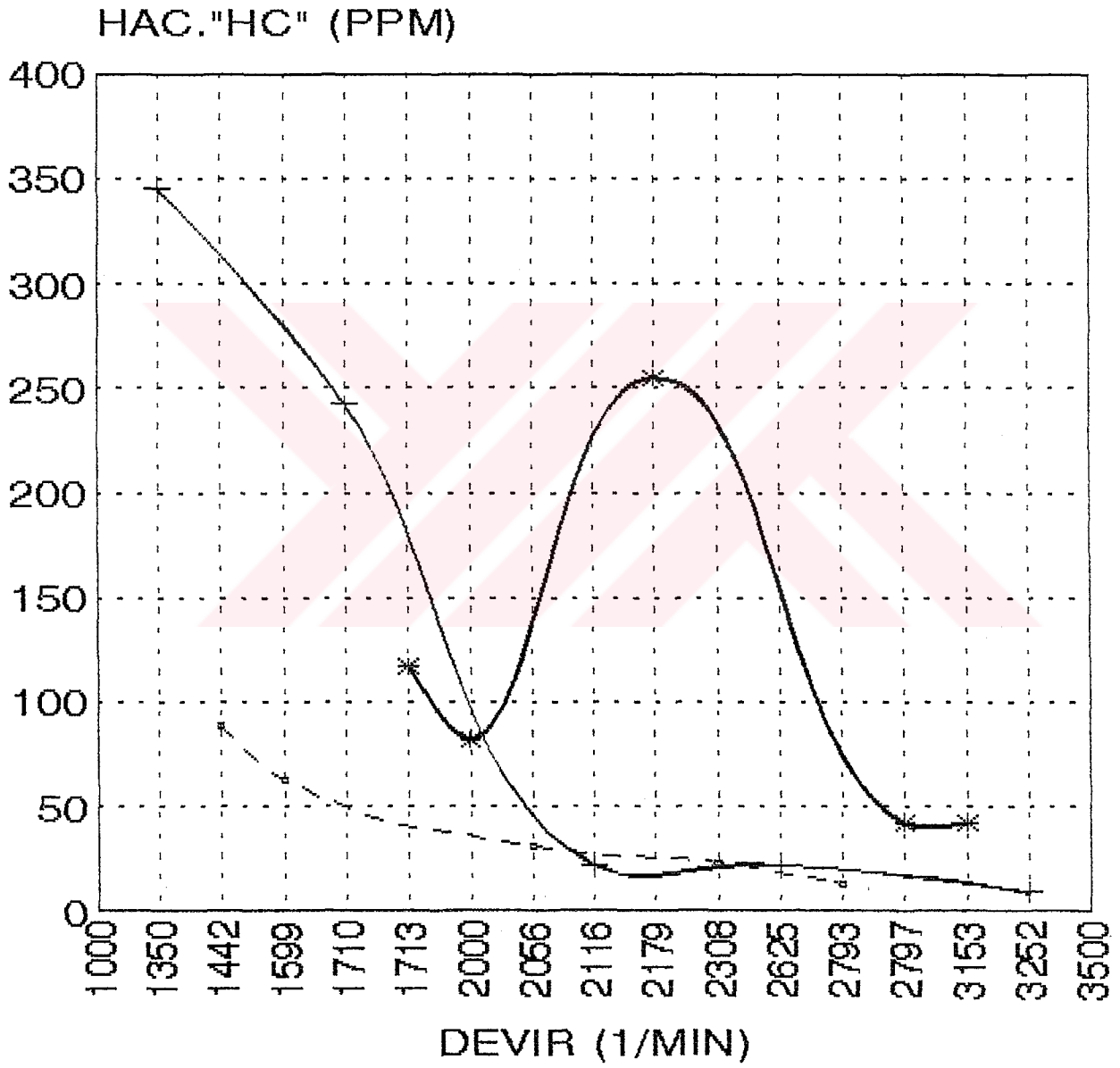
7.5 °KMA + 12 °KMA * 20 °KMA



HACIMSAL "HC" EGRILERI TOPLU GOSTERIMI

AVANS DEGERLERI

7.5 °KMA + 12 °KMA * 20 °KMA

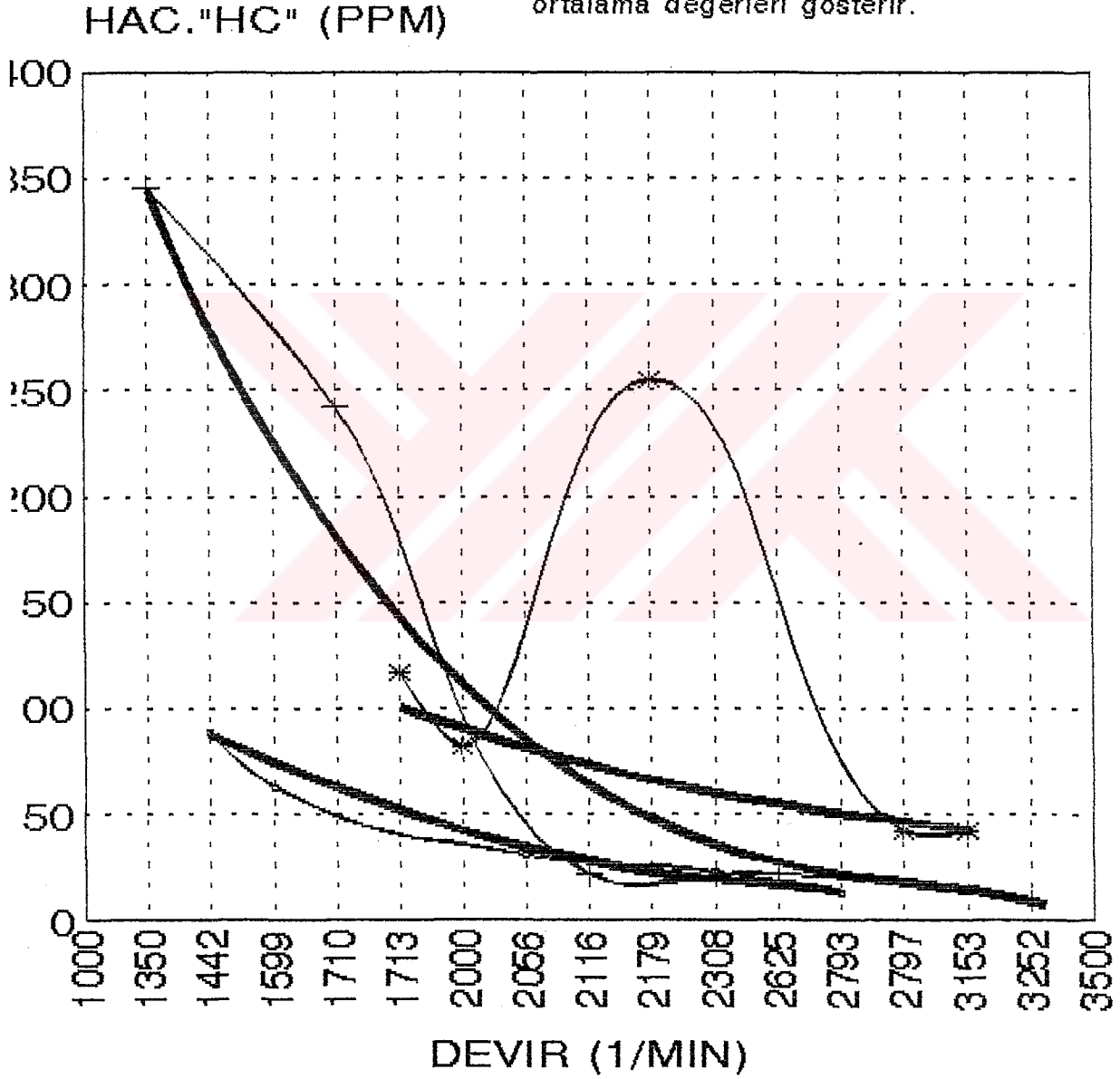


ACIMSAL "HC" EGRILERI TOPLU GOSTERIMI

AVANS DEGERLERI

°KMA + 12 °KMA * 20 °KMA

NOT: Siyah kalın egriler
ortalama degerleri gösterir.

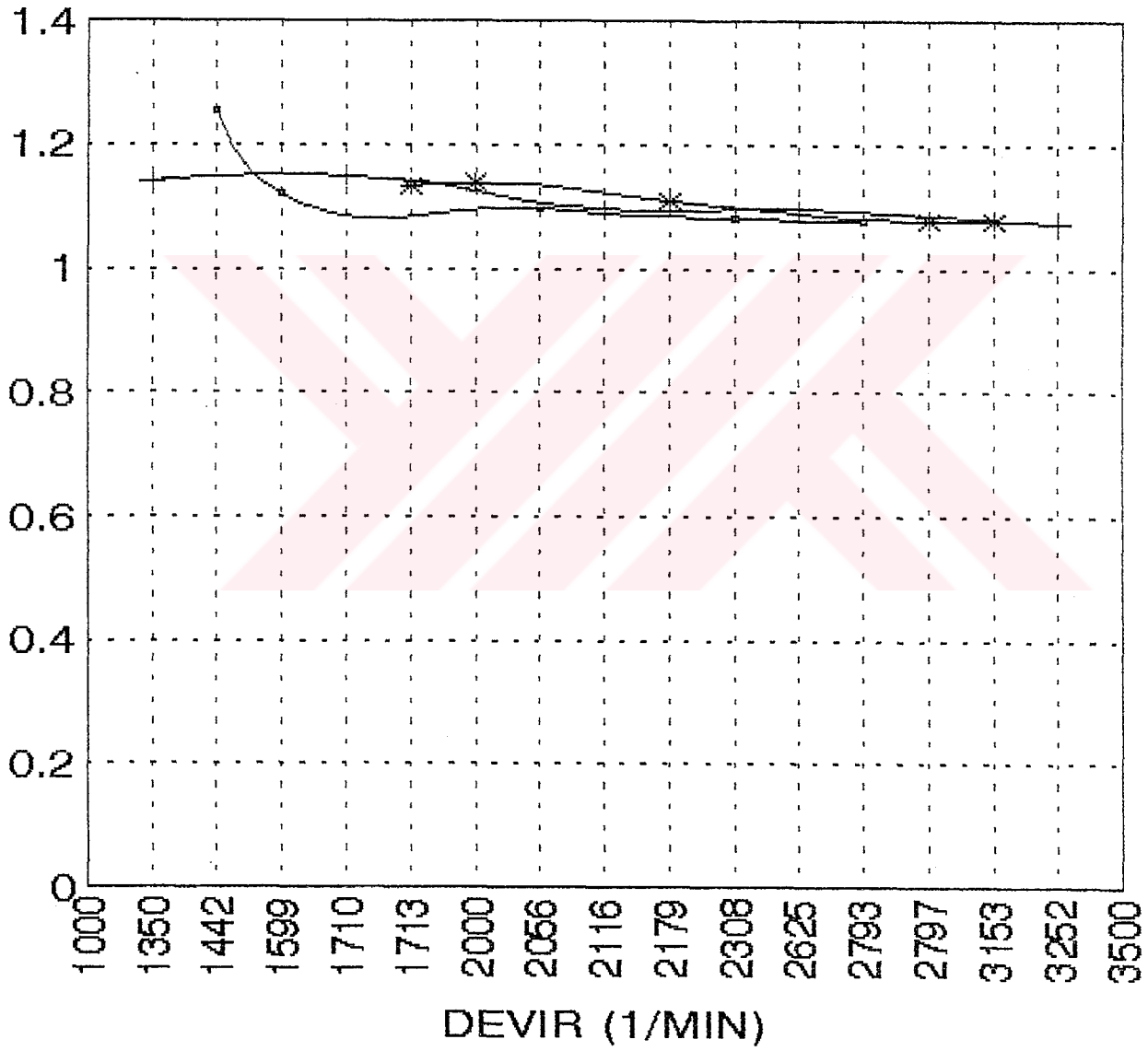


'A FAZLALIK KATSAYISI EGRILERI TOPLU GOSTERIM

AVANS DEGERLERI

.5 °KMA + 12 °KMA * 20 °KMA

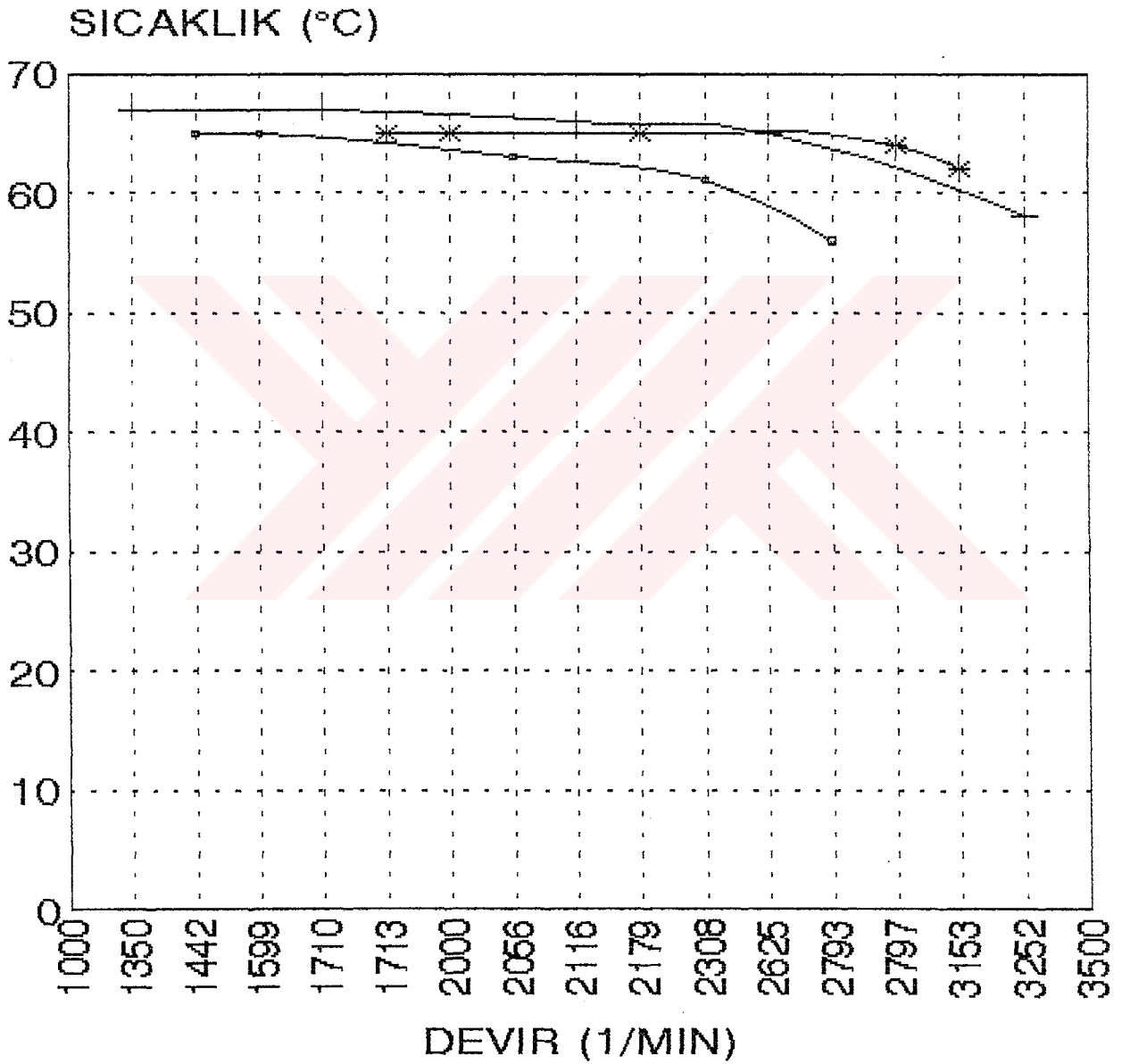
HAVA FAZ.KATS.



YAG SICAKLIĞI EGRİLERİ TOPLU GÖSTERİMİ

AVANS DEĞERLERİ

7.5 °KMA + 12 °KMA * 20 °KMA



SONUÇ

Performans egrileri ile ilgili olarak;

Otto motorlarının çevrimi iki adyabatik, iki sabit hacim egrisi ile sınırlandırılmıştır ve ısı, mümkün merteye üst ölü nokta civarında elde edilmelidir. Fakat gerçek çevrimde yanma hızı sonsuz olmadığından silindir içerisindeki basınç değişiminin şekli ve elde edilen iş, ateslemenin yapıldığı an ve alevin yayılma hızı ile belirlenmektedir. Bu parametrelerden alevin yanma odasındaki yayılma hızı deneyimizin konusu olmadığından atesleme avansı incelenecektir.

Atesleme tam üst ölü noktada yapılırsa, özellikle yüksek devirli motorlarda, alev demeti karışım içinde tamamen ilerlemeden piston, strok'unun büyük bir kısmını tamamlamış olabilir. Bu durumda alev demeti, piston ÜÖN'dan fazlaca uzaklastık tan sonra yayılmaya başlamış ve silindirde basınç yükselmesi geç kalmıştır. İdeal çevrimlerde, çevrimin termik veriminin yüksek olması için ısı, olabildiğince sıkıştırmanın en fazla olduğu anda alınmalıdır. Fakat bu şekilde maximum basıncın yeri üst ölü noktadan çok sonra olacaktır; bu yüzden de egzost gazlarıyla dışarı atılan ısı miktarı çok yüksek olacak, dolayısıyla çevrimin termik verimi azalacaktır. Egzost gaz sıcaklığı egrilerine bakıldığında, egrilerin genel karakteristiklerinden (Deney hataları hariç), avans artırıldıkça egzost gaz sıcaklıklarının düştüğü görülebilir.

Ateslemenin erken olması halinde piston, sıkıştırma sırasında, yanma sebebiyle, fazlasıyla artan basınca karşı hareket edeceğinden sıkıştırma işi, yani negatif iş büyüyecek, dolayısıyla genişleme ve sıkıştırma stroklarında el-

de edilen işler arasındaki fark, yani indike iş azalacaktır. Bu sebepten dolayı atesleme avansinin optimum değeri bulunmalıdır.

Optimum atesleme avansı, en büyük işi verecek bir basınç değişimini oluşturmaktadır. RICARDO'ya göre maksimum basınç, üst ölü noktadan 10-15°KMA kadar sonra oluşmalıdır. Maksimum basıncın daha erken, hatta ÜÖN'da oluşturulması, atesleme avansinin artırılması ile yapılabilir. Fakat bu olay, elde edilen iş, termik verim ve verimli kullanım süresi bakımından zararlıdır.

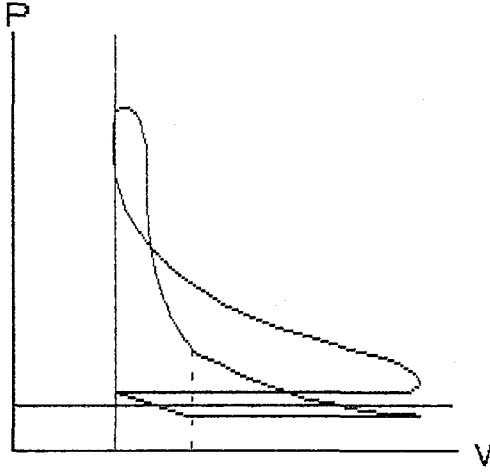
İş ve verim bakımından, sıkıştırma stroku sırasında pistonun, büyük bir karşı basınç etkisiyle karşılaşması bilinen bir tehlikedir. Bunun yanı sıra oluşan vuruntulu çalışma sebebiyle motor ömrü azalır.

Yukarda anlatılanlardan sonra, belirli karışım oranı ve devir sayısı için basınç değişiminin en iyi olduğu bir atesleme zamanı vardır. Bu zaman atesleme avansinin optimum noktasını göstermektedir.

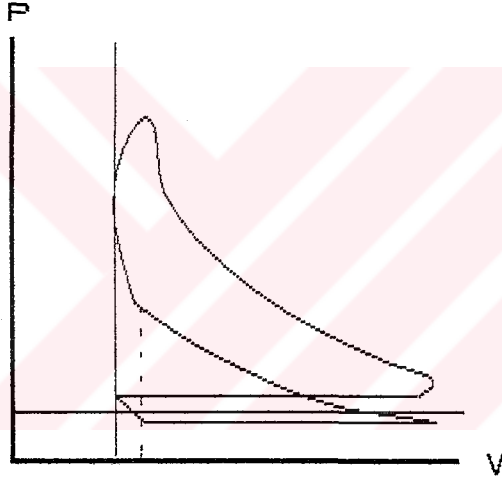
Devir sayısı ile silindir içindeki alevin ilerleme hızı arasında lineer artışa dayalı bir ilişki vardır. Bunun yanı sıra silindir cidarına yakın kısımlarda yani alev demetinin geçtiği yolun ilk %5'inde alev hızı hemen hemen sabittir. Bunun sonucunda da alev demeti yolun ilk %5'ini hemen hemen sabit diyebileceğimiz bir zamanda alacaktır. Bu da alçak devirlerde atesleme avansı değişiminin performans eğrilerinde çok önemli değişiklikler yaratmayacağını göstermektedir. Fakat yüksek devirlere çıkıldığında avnsin artırılması gerek, güç gerekse özgül yakıt harcamı bakımından büyük bir avantaj sağlayacaktır. Deneyden elde edilen performans eğrilerine (Toplu gösterimler)

bakildiginda alçak devirdeki kriter noktaların birbirine yakınlığı, fakat yüksek devirlerdeki birbirine olan uzaklığı bu olayı gerçeklemektedir.Sonuçta rolanti devrinde degistirilen (artirilan)avans degerleri,alcak devirlerde performans egrilerine az etki etmis, yüksek devirlerde bu etki çok net bir şekilde görülmüştür.

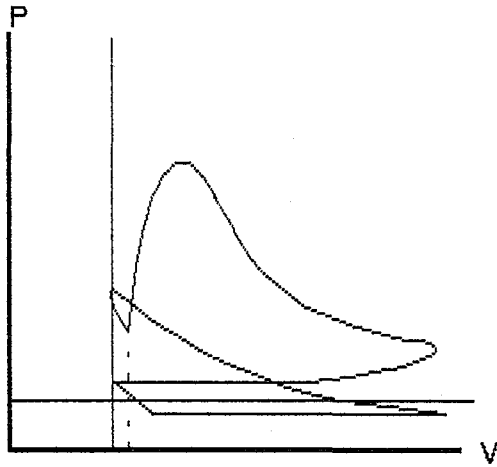
Biraz önce bahsedilen cidarlarda alev hizinin düşük olması olayı, yüksek devirlerde yanmanın gecikmesine neden olacak hatta bir kısım taze dolgunun yanmadan silindir disına atılması olayı gerçekleseyebilecektir.Bu gecikmeyi karsilamak için avans artirilmalıdır.Yapılan deneylerde,hava fazlalık katsayısı degerlerinden görüldüğü gibi karışım, fakırlığı gösteren 1-1,3 degerleri arasında degismesine ragmen performans egrilerinin avans artirimi ile iyilesmesi bu olayı dogrulamaktadır.(Yanma hizi $\eta=0,85-0,9$ arasında en yüksek degerini almaktadır.)***



Ateleme
çok erken



Ateleme
Normal



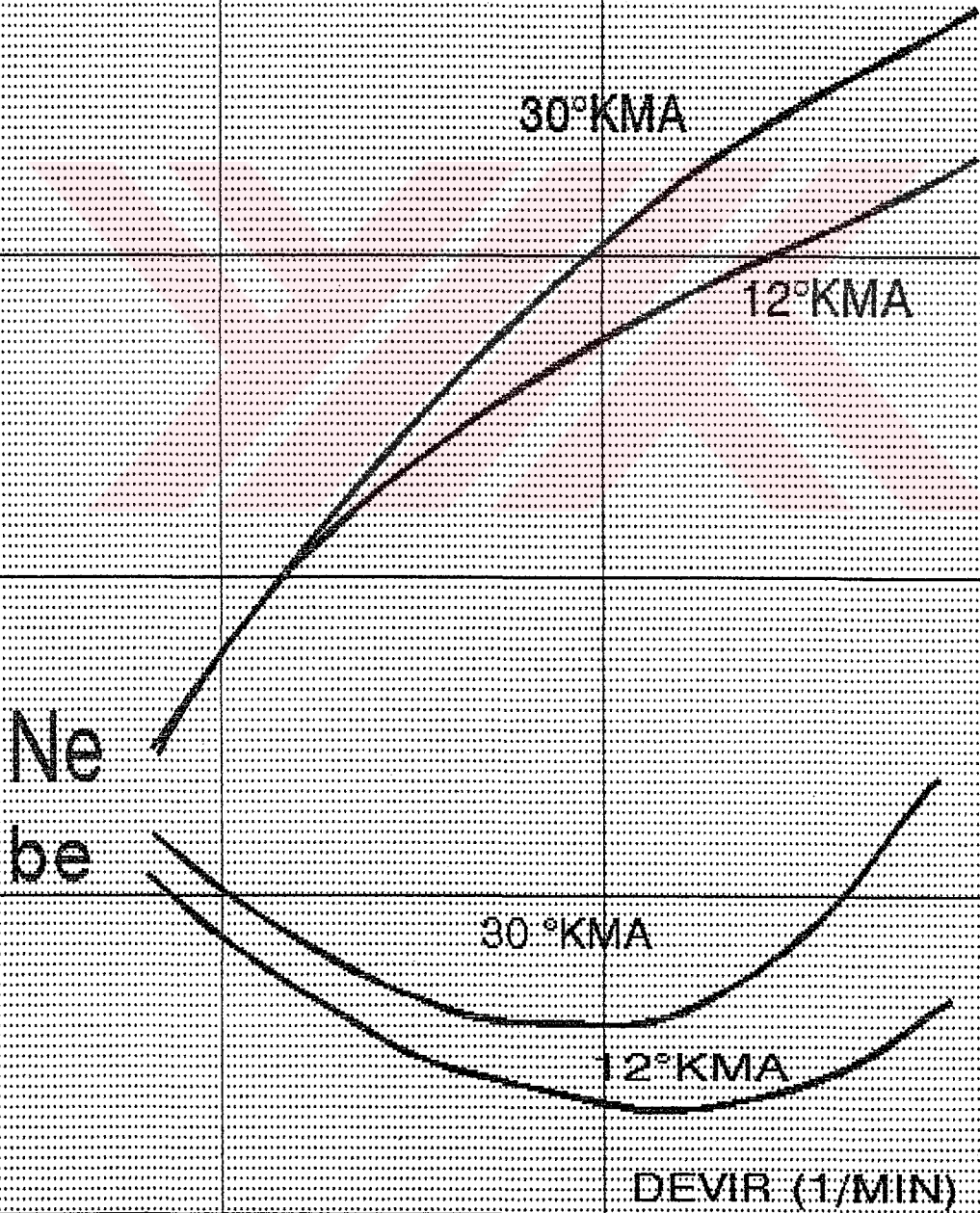
Ateleme
çok geç

**Ateleme noktasının basınç
değişimine etkisi**

SLEME AVANSININ GUC ve YAKIT HARCAMINA ETKISI

GUC (HP)

I.H.Öz'ün kitabından,
referans olarak kullanılmak
üzere alınmıştır.



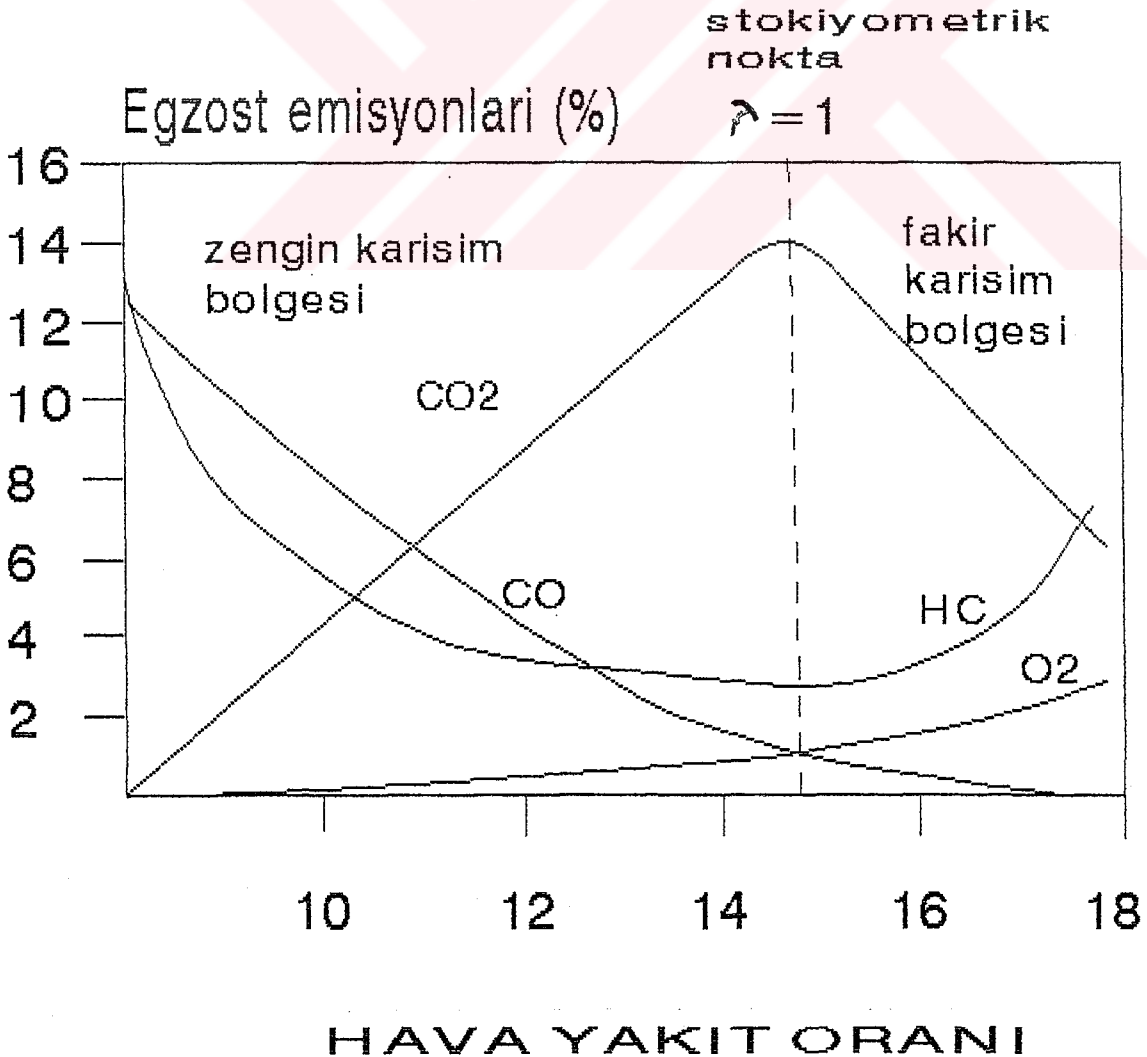
800

1600

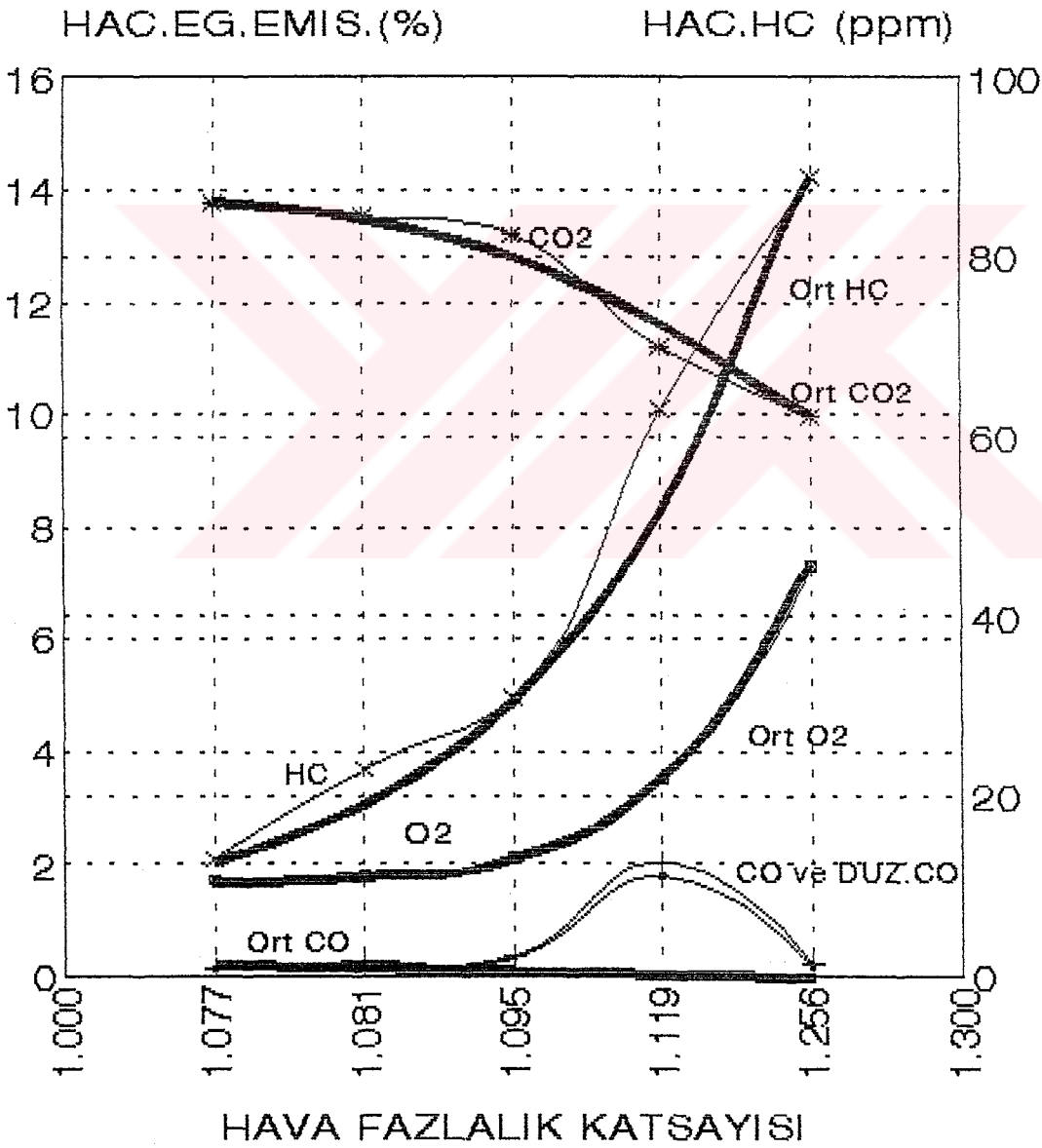
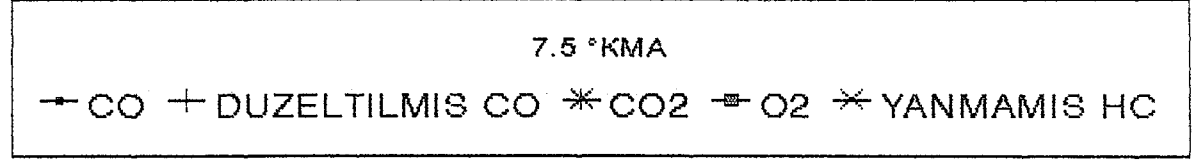
2400

Egzost gazlari ile ilgili egriler incelendiginde;
 "Hava fazlalik katsayisina bagli egzost emisyonlari" egrile-
 rinde hava fazlalik katsayisi degisim araligi kabaca 1 - 1.3
 arasindadir.Otto motorlarında hava fazlalik katsayisinin
 1 degeri stokiyometrik karisim olarak adlandirilir.Bu deger
 hava yakit karisimi olarak,kesin deger olarak 14.7, yaklasik
 olarak 15'dir.

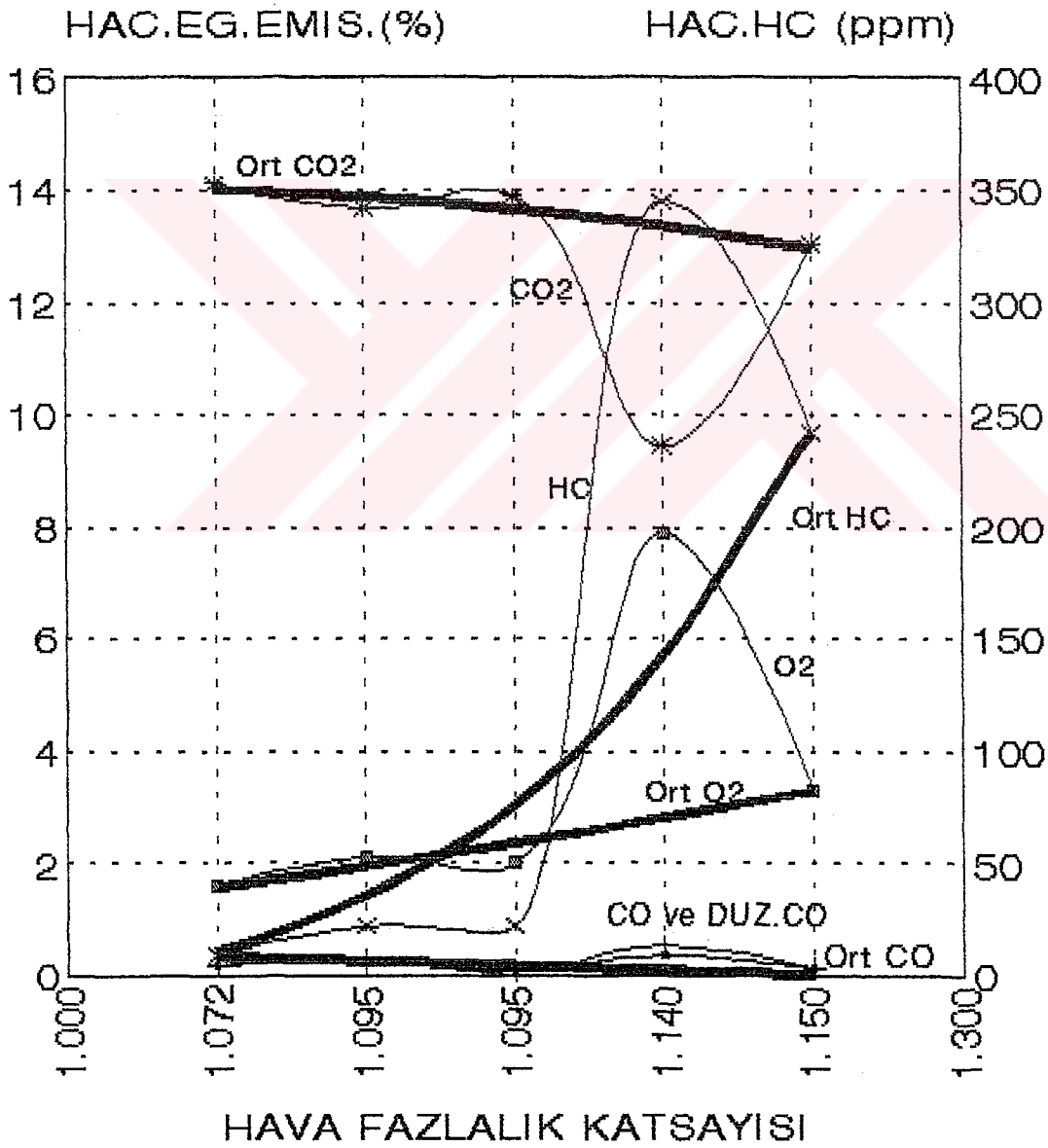
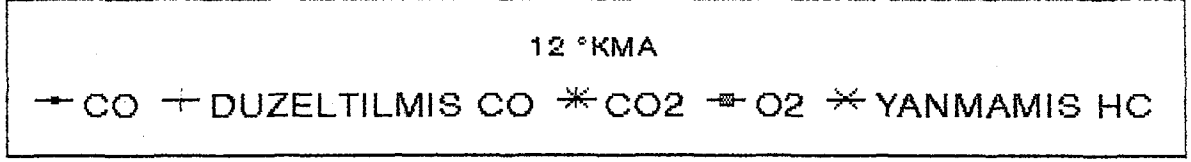
Deneylerimizde kullandigimiz egzost gazlari analiz ciha-
 zinda, referans almak için verilen hava yakit karisimi degi-
 simine bagli, egzost gazlari degisim egrileri asagiya çika-
 rilmistir.



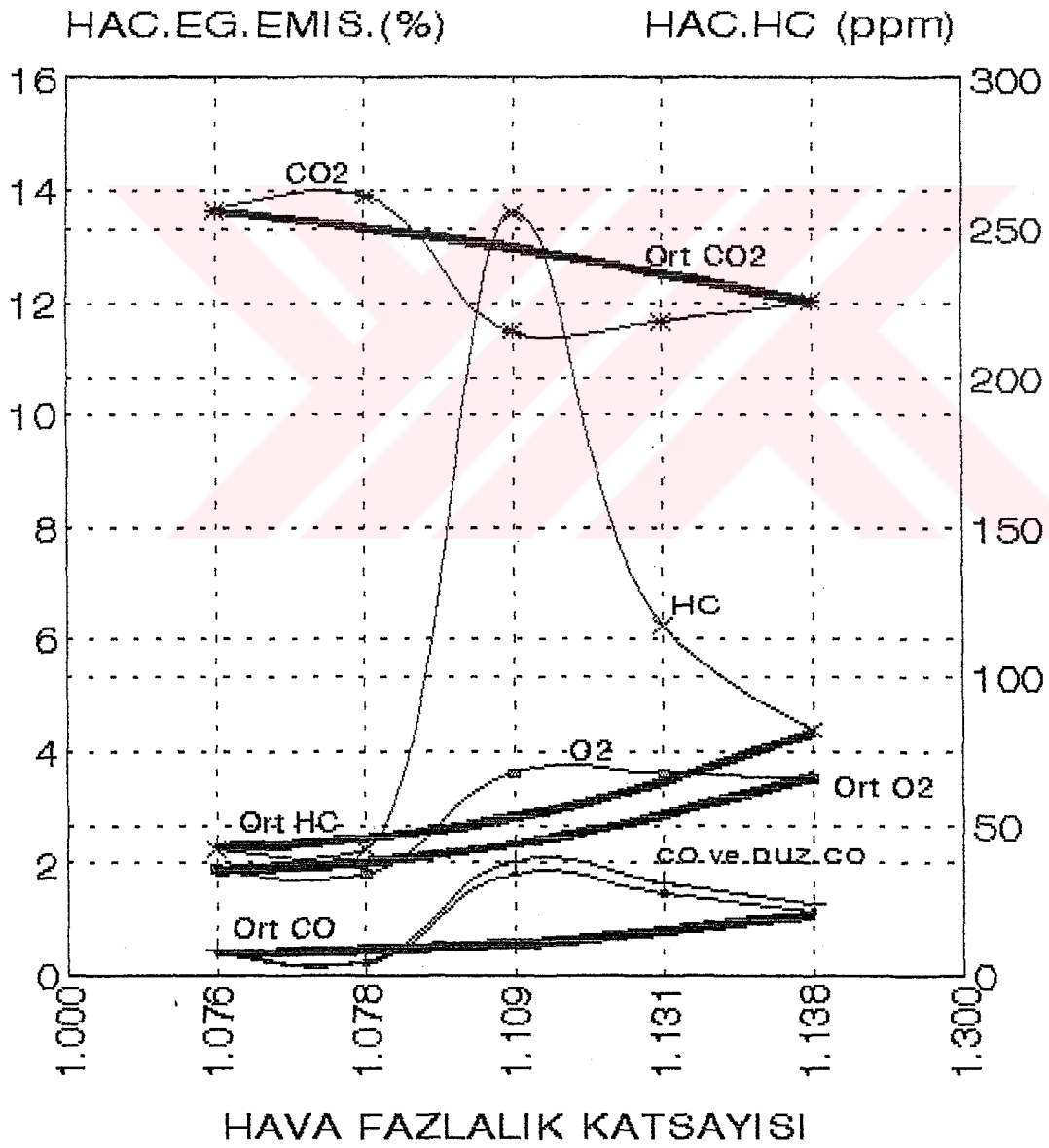
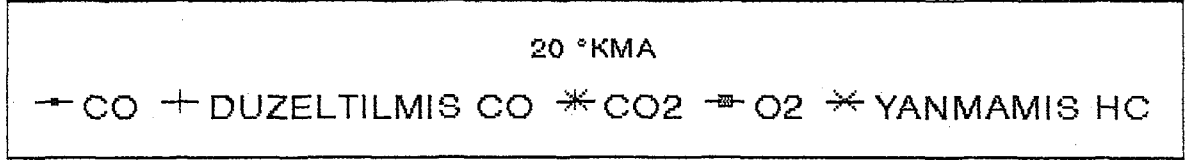
VA FAZLALIK KATSAYISINA BAGLI EGZOST EMISYONLARI



VA FAZLALIK KATSAYISINA BAGLI EGZOST EMISYONLARI



VA FAZLALIK KATSAYISINA BAGLI EGZOST EMISYONLARI



Cihazdan alınan hava fazlalık katsayısı ölçümleri sonucunda stokiyometrik noktanın sağ tarafında, fakir karışım bölgesinde deneyler yaptığımız görülmektedir. Referans olarak alınan egrilerde stokiyometrik noktadan sonraki emisyon değişimlerinin birkaç deney hatası dışında tutturulduğu, ortalaması çizilen toplu gösterim egrilerinden de anlaşılmaktadır. Bundan da anlaşılabileceği gibi deneyimizde parametre olarak kullandığımız ateşleme avansının değişimi sonucunda, emisyon egrileri yaklaşık olarak sınırlar arasında kalmaktadır. Dolayısı ile motorun ateşleme zamanına bağlı çalışma alanının genişliği buradanda anlaşılmaktadır.

Öncelikle emisyon değişimlerinin sınırlar içinde kaldığını söyledikten sonra, değişik avans değerlerinde devir sayısına bağlı egzost emisyonları değişimleri incelendiğinde;

1- CO değişimi için:

Motorun ilk avans değeri 7.5 °KMA'da düşük devirlerde CO miktarının büyük, yüksek devirlerde az olduğu görülüyor. Ateşleme avansı 12 °KMA yapıldığında düşük devirlerde 7.5 °KMA değerlerine göre azalma olduğu, 20 °KMA'da düşük devirlerde ise artma olduğu görülüyor. Sonuçta yüksek devirlerde CO miktarı aynı sınırlara kadar azalıyor.

2- CO₂ değişimi için:

7.5 °KMA değerinde düşük devirlerde az olan CO₂ miktarı, yüksek devirlerde yanma hızı artıp, yanma iyileştikçe, artıyor. Rölantide avans 12 °KMA yapıldığında düşük devirlerde de yüksek devirlerde de CO₂ artıyor. Yani yanma daha iyi hale geliyor.. 20 °KMA avans değerinde ise CO₂ miktarı biraz azalmakla beraber yüksek devirlerde diğer avans değerlerinin artmasına yaklaşılmaktadır.

3- O₂ degisimi için:

Oksijen arttiginda CO₂ nin azalması, oksijen azaldiginda CO₂ ni artması temelinde, O₂ degerinde, CO₂ degerindeki artis nispetinde (avans degerine bagli olarak) azalma görülmektedir.

4- HC degisimi için:

7.5 °KMA degerinde HC miktarındaki degisim çok az ve bu degisim devir arttikça azalıp, yüksek devirlerde iyice azalmaktadır. 20 °KMA degerinde aynı karakteristik biraz yüksek hacimsal yüzdelerle gerçekleşmektedir. HC degisim egrilerindeki bir iki sapma deney hatalarından kaynaklanmaktadır.

5- "HAVA FAZLALIK KATSAYISI" degisimi için:

Egrilerden de görüldüğü gibi atesleme zamani degisiminden en az etkilenen parametre hava fazlalik katsayisidir. Hava fazlalik katsayisinin devire bagli degisimi, devir arttikça karisimin bir miktar zenginlesmesinden ibarettir. Hava fazlalik katsayisi veya esdegeri hava yakit karisim oranı, egzost gaz emisyonlarına direkt etki etmektedir.

SUN
GAS ANALYSER

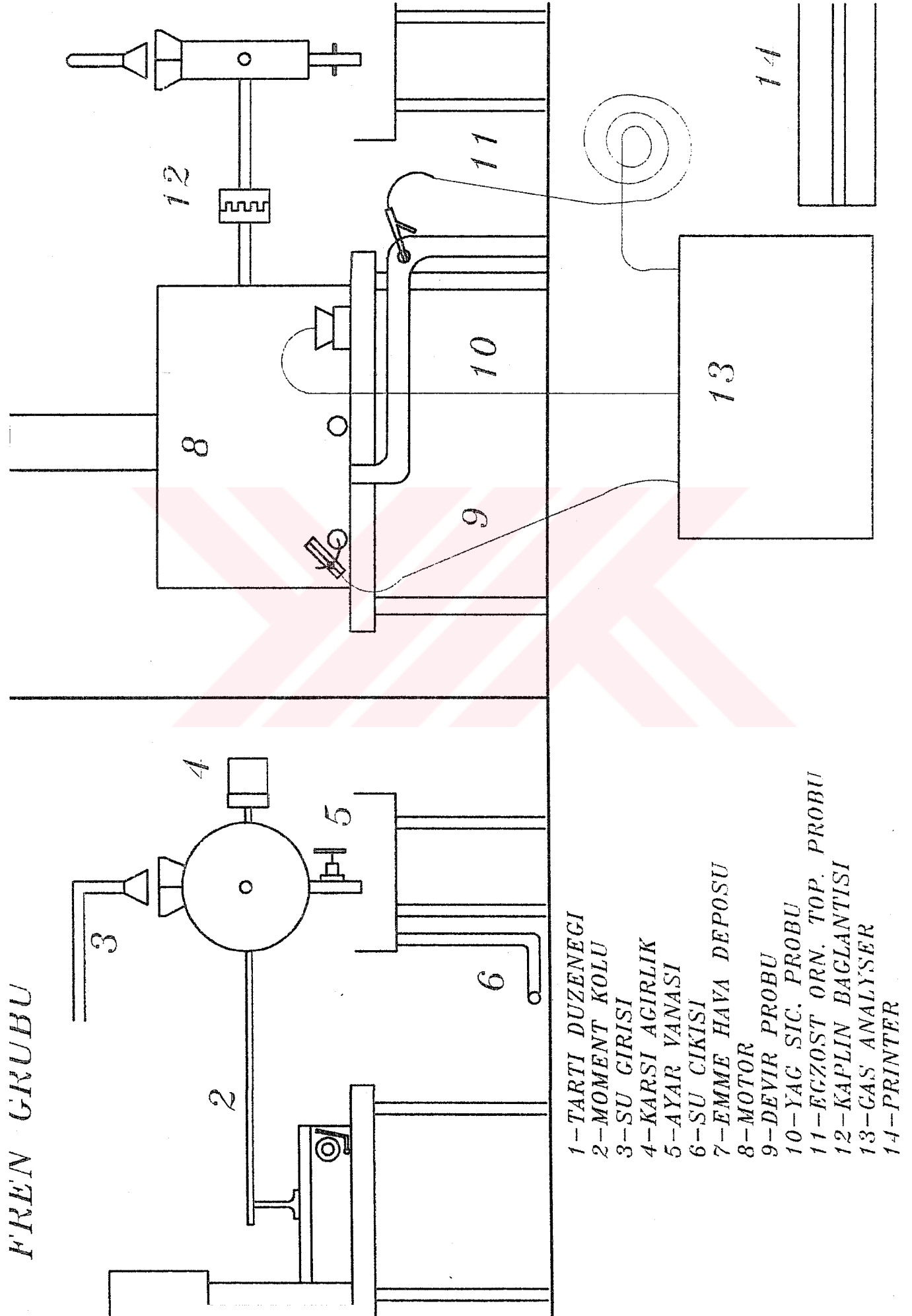
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 

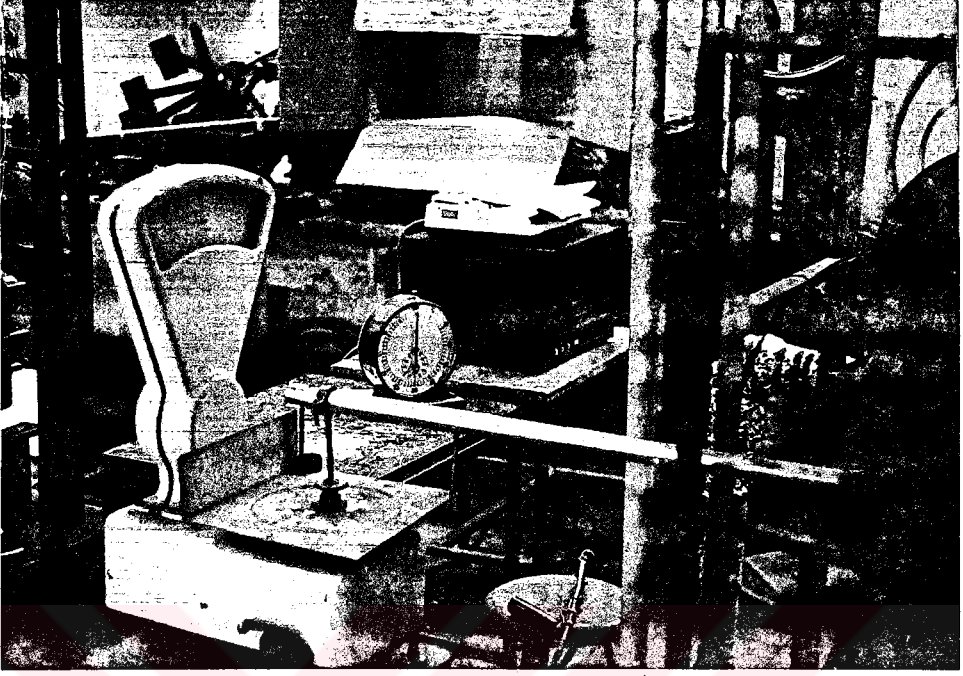
VOLTAJ
BESLEME HATTI

DATA BAGLANTI
HATTI

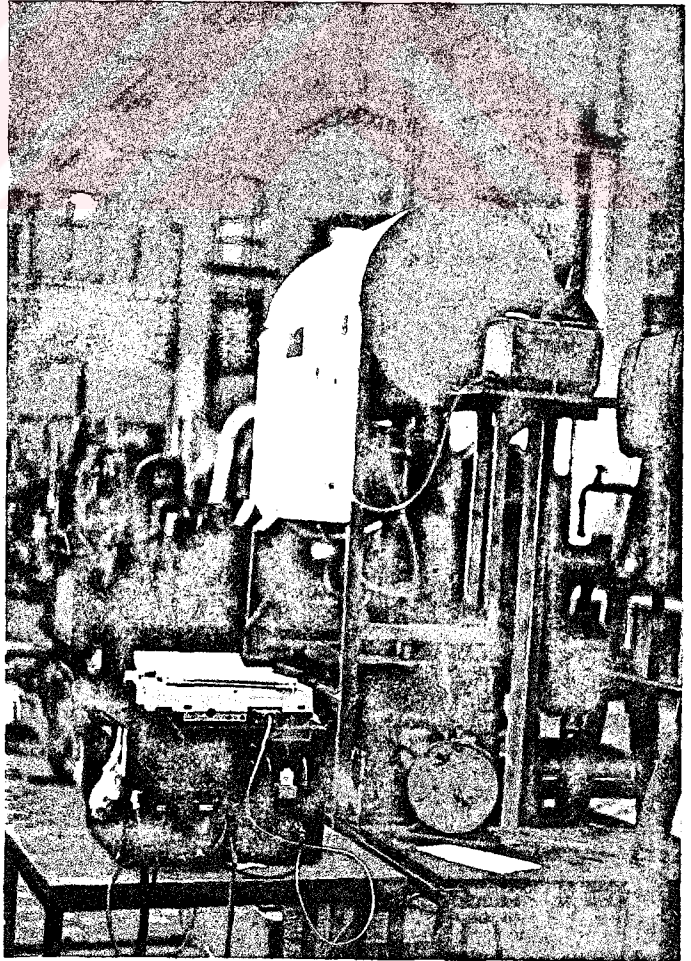
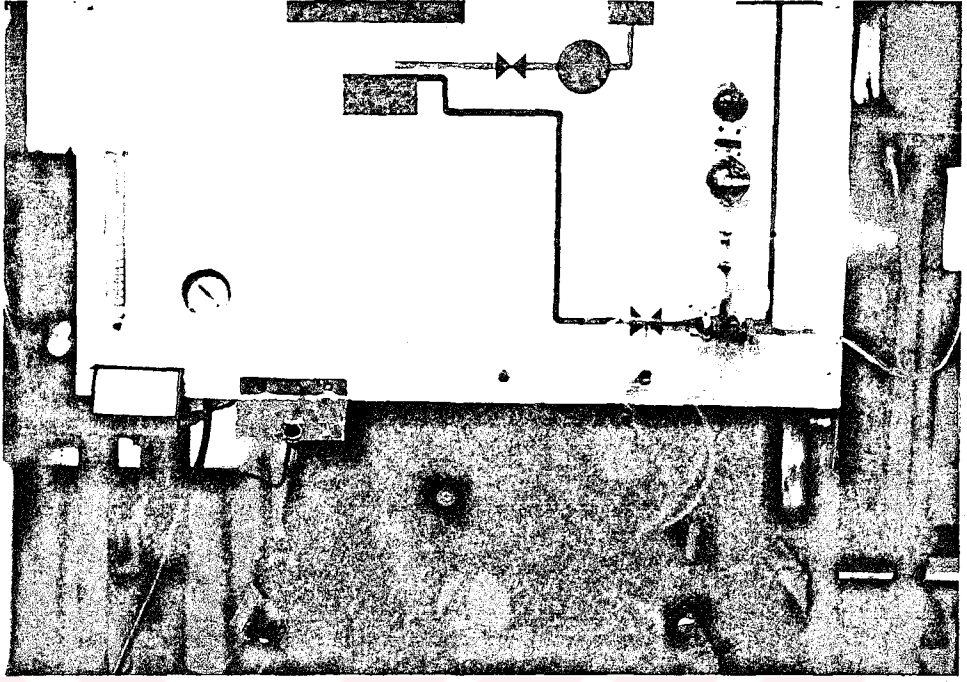
ELEKTRONIK DEVIR OLCUM PROBU

EGZOST GAZI ORNEK TOPLAMA PROBU

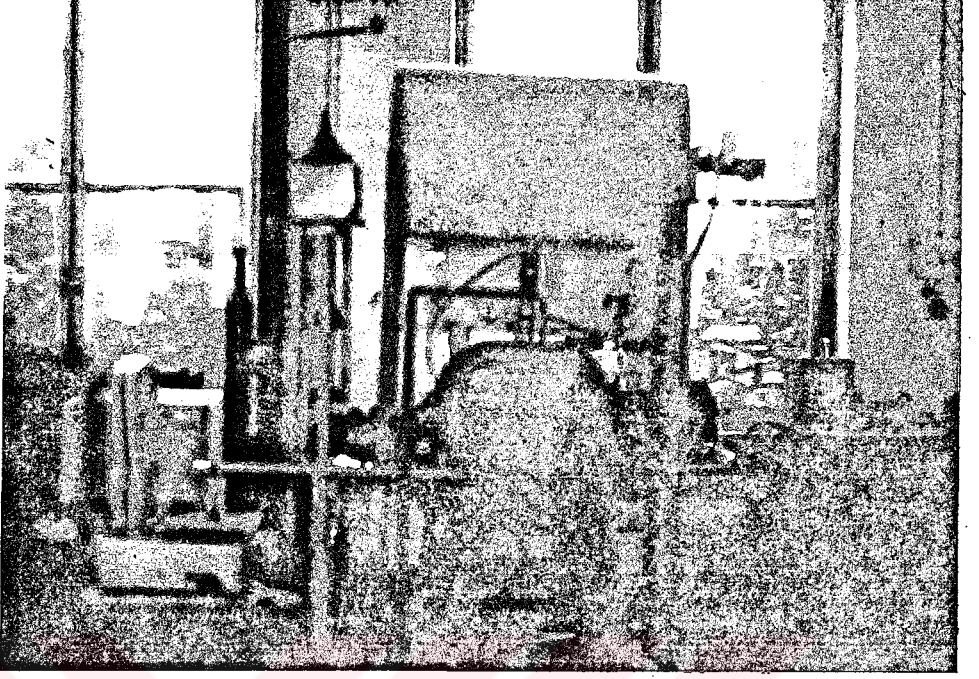




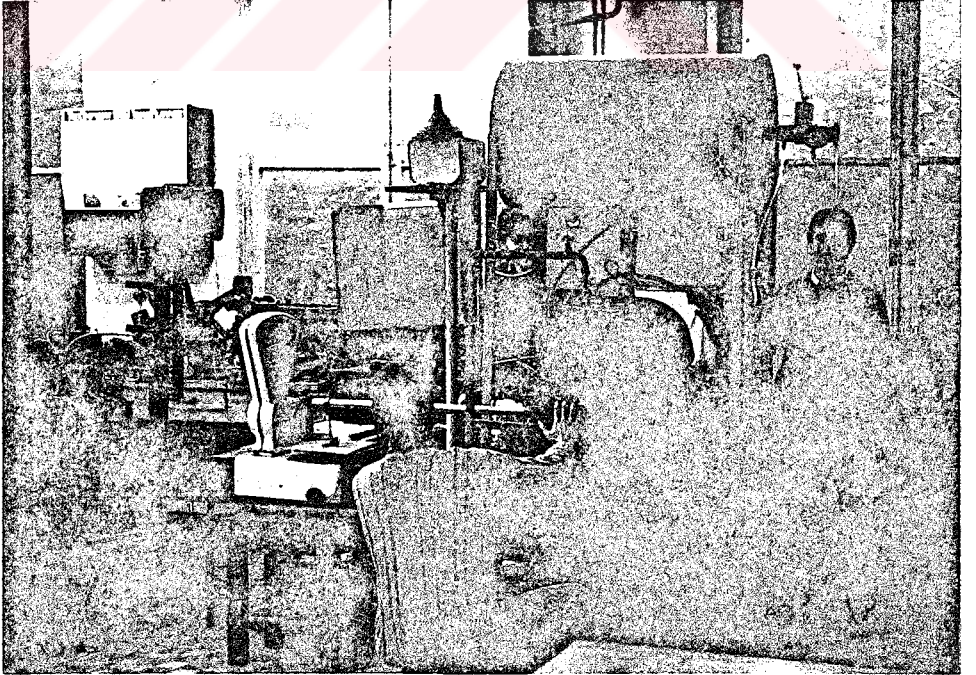
DENEY SETİNDEN GÖRÜNÜŞLER
(su freni)



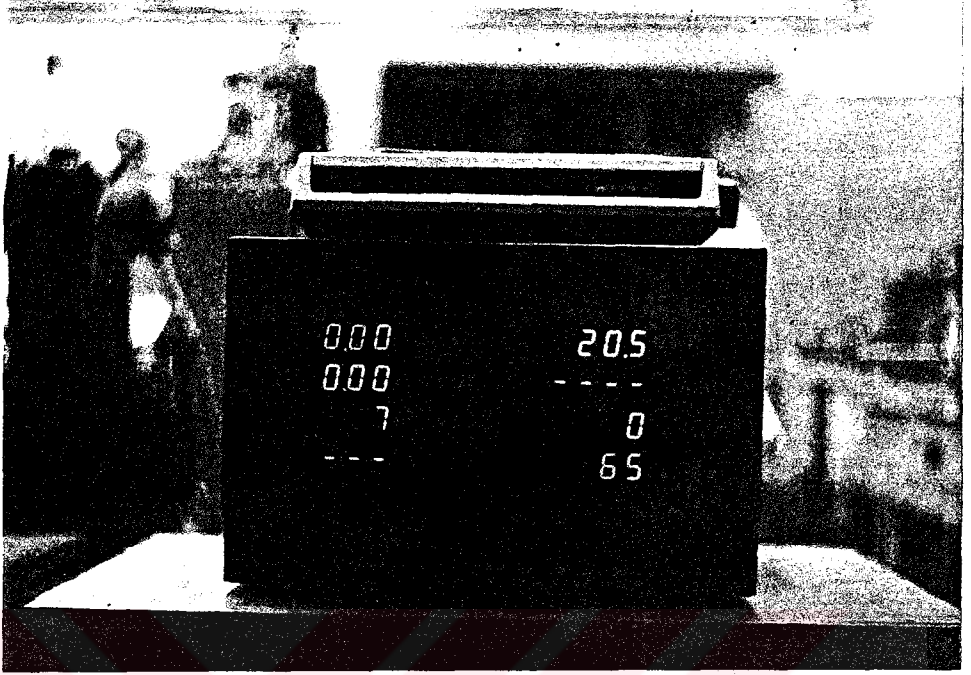
DENEY SETİNDEN GÖRÜNÜŞLER
(motor kısmı)



DENEY SETİNİN GENEL GÖRÜNÜŞÜ



DENEYDEN BİR ENSTANTANE



EGZOST GAZ ANALİZ CİHAZININ
ÇALIŞMASINDAN ENSTANTANE

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 1-) Fiat 131 motoru bakım klavuzu
- 2-) Prony Su Freni tanitim kitabi
- 3-) SUN Egzost Gaz Analiz cihazı kullanma klavuzu
- 4-) Laboratuvar Deneyleri kitabi (Necati Eraslan)
- 5-) MOTORLAR Cilt II I.H.ÖZ
"Benzin motorlarında yanma ve karisim teskili"
- 6-) Performans egrilerinde kullanılan su frenleri
Proje III Tunç KÜÇÜkberber/Baltu YORKOS
- 7-) VW Industrial engines (instruction manual)

ÖZGEÇMİS

Tugrul Yakar

Adres:Ataköy 4.Kisim S-240 Blok Kat 1 No 5

Bakirköy/Istanbul

Tel:560 05 78

Dogum tarihi ve yeri :9.7.1967 ISTANBUL

Orta Öğrenim :Sivas Lisesi/1984 Sivas

Yüksek Öğrenim :Yildiz Üniversitesi Mühendislik

Fakültesi Makina Mühendisligi Enerji anabilim dali

Y.Lisans Öğrenimi :Yildiz Üniversitesi Fen Bilim-

leri Enstitüsü