

57808

KARADENİZ TEKNİK UNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU

İNŞAAT MUHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DENİZ DESARJI YAYICILARI İÇ AKIŞ HİDROLİK
PARAMETRELERİNİN VE YAYICI ÖZELLİKLERİNİN
BOYUTLANDIRMA ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

İns. Müh. Semih NEMLİOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nce
"İnşaat Yüksek Mühendisi"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Veriliş Tarihi: 04.06.1996

Tezin Savunma Tarihi : 05.07.1996

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet BERKUN

Jüri Uyesi : Prof. Dr. Ali KALENDER

Jüri Uyesi : Yrd. Doc. Dr. Osman UÇUNCU

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Fazlı ARSLAN

HAZİRAN - 1996

TRABZON

ÖNSÖZ

Deniz deşarjı yayıcıları iç akış hidrolik parametrelerinin en önemlilerinden olan, en uç çıkış ucundaki hidrolik yük, Darcy sürtünme katsayısı ve yayıcı eğiminin, yayıcı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu çalışma, HG3 çizim programından yararlanılarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tezi danışmanlığımı üstlenerek, gerek konu seçimi, gerekse çalışmaların yürütülmesi sırasında ilgisini esirgemeyen ve son derece yardımcı olan sayın hocam Prof. Dr. Mehmet BERKÜN'e teşekkür etmeyi zevkli bir görev bilirim.

Ayrıca, çalışmalarımı rahat yapabilmem için bana her türlü olanakı sağlayan aileme ve yazım işlerindeki yardımlarından ötürü Jeoloji Müh. Bülent DURMUS'a teşekkürlerimi sunarım.

Trabzon, Haziran 1996

Semih NEMLİOĞLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No:</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
TURKÇE ÖZET	VI
İNGİLİZCE ÖZET	VII
ŞEKİL LİSTESİ	VIII
TABLO LİSTESİ	XV
SEMBOL LİSTESİ	XVI
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. GİRİŞ	1
1.2. KİRLİLİK KAYNAKLARI	1
1.3. DENİZ KİRLENMESİNİN ZARARLARI	2
1.4. DENİZ KİRLENMESİ ETKİSİNİN DERECESİ	3
1.5. BİYOLOJİK OLARAK İNDİRGENEBİLİR MADDELERİN DENİZ ORTAMI İÇİNDE ARITIMI	5
1.6. DENİZ KİRLENMESİNİN KONTROLÜ	7
1.6.1. Kontrol	7
1.6.2. Koruyucu İşlemler	8
1.6.3. Arıtma ve Deşarj	9
1.7. DENİZE DEŞARJ YAPILARI	12
1.7.1. Yayıcılarının Projelendirilmesinde Etkin Olan Faktörler	16
1.8. YAYICILARIN PROJELENDİRİLMESİ	18
1.8.1. Yayıcı Verimine Etki Eden Faktörler ve Verimi Artırma Yöntemleri	18
1.8.1.1. Boru Kesiti-Çıkış Ucu Kesiti Kuralı	19
1.8.2. Yük Kayıpları	20
1.8.2.1. Daralma Kayıpları	20
1.8.2.2. T Şekilli Dallanma Kayıpları	20
1.8.2.3. Boru Pürüzlülüğü	20
1.8.2.4. Taban Eğimi ve Çıkış Ucu Yükseklik Seviyesi	21

1.8.3.	Orifisli Bir Yayıcının Hidrolik Analizi	21
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	28
2.1.	YÖNTEM	28
2.2.	GENEL SABİTLER	31
2.3.	ESAS SİSTEM	31
2.4.	YAPILAN ÇALIŞMALARIN SINIFLANDIRILMASI	31
2.5.	E_1 'İN DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ	34
2.6.	f 'NİN DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ	34
2.7.	β 'NİN DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ	35
2.8.	GRAFİKLER	36
2.9.	YAYICILARIN ÇAP DEĞİŞİMLERİ	36
3.	BULGULAR	37
3.1.	E_1 'İN DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ	37
3.2.	f 'NİN DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ	50
3.2.1.	Araştırma 4	50
3.2.2.	Araştırma 5	51
3.2.3.	Araştırma 6	52
3.2.4.	Araştırma 7	53
3.2.5.	Araştırma 8	54
3.2.6.	Araştırma 9	55
3.2.7.	Araştırma 10	56
3.2.8.	Araştırma 11	57
3.2.9.	Araştırma 12	58
3.3.	β 'NİN DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ	90
3.3.1.	Araştırma 13	90
3.3.2.	Araştırma 14	91
3.3.3.	Araştırma 15	92
3.3.4.	Araştırma 16	93
3.3.5.	Araştırma 17	94
3.3.6.	Araştırma 18	95
3.3.7.	Araştırma 19	96
3.3.8.	Araştırma 20	97
3.3.9.	Araştırma 21	98

	<u>Sayfa No:</u>
4. TARTISMA	130
4.1. E_1 'IN DEĞİŞİMİNİN İRDELENMESİ	130
4.2. f 'NİN DEĞİŞİMİNİN İRDELENMESİ	131
4.3. β 'NİN DEĞİŞİMİNİN İRDELENMESİ	132
5. SONUÇLAR	134
6. ÖNERİLER	135
7. KAYNAKLAR	136
8. EKLER	139
9. ÖZGEÇMİŞ	144

ÖZET

Deniz deşarjı yapılarında başlangıçta ve sistemin çalışma süresi içinde hidrolik, yapısal ve çevresel nedenlerden dolayı oluşan sorunlarla karşılaşılmaktadır. Sorunlar, genellikle tıkanmalar sonucu yük kayıplarının artması, çıkış uçlarında ve yayıcı borularda düzensiz akış dağılımlarının oluşması ve ilk seyrelmenin yetersiz oluşumu, zamanla pürüzlülük yüksekliğinin değişmesi şeklinde oluşmaktadır. Bu sorunların çoğu, yayıcı hidroliğine yeterince önem verilmediği için veya gelecekte oluşacak akış miktarının ve atık su karakteristiklerinin iyi tahmin edilememesinden kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmada, çıkış ucu şekilleri ve buna bağlı deşarj katsayısı etkilenmesi, hidrolik yük, pürüzlülük, akış hızı, çıkış ucu şekil , çap ve sayıları seçimlerinin, yayıcıların boyutlandırılmasına etkileri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Bu incelemeler sonucunda, sistemlerin boyutlandırılmasının ve performansının hidrolik parametre değişimlerinden önemli derecede etkilendiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Deniz Deşarjı, Atık Su, Darcy Sürtünme Katsayısı, Hidrolik Yük, Yük Kaybı, Çıkış Ucu, Deşarj Katsayısı, Yayıcı Boru, Hidrolik Parametre.

EFFECTS OF INTERNAL FLOW DIFFUSER HYDRAULIC PARAMETERS AND CHARACTERISTICS ON OUTFALL DESIGN

SUMMARY

Even in developed countries a considerable percentage of all outfalls have hydraulic, structural and environmental problems. The extent of the problems varies from serious blockage causing headworks flooding to minor blockage causing high head losses and poor dilution due to uneven port flow distribution.

Many of these problems result from either inadequate attention to diffuser hydraulics or from an over enthusiastic estimate of future flows and waste water characteristics. Also variations of the parameters generally used in outfall design effect the outfall behaviour.

In this paper, effects of an important hydraulic parameter discharge coefficient, and the usage of other hydraulic characteristics on system design and performance were investigated.

Throughout the research $N=5, 10, 15$ values were used as total port number. Bell mouthed ports, sharp edged ports with thin wall thickness were used as port shapes.

System dimensions and performance were seriously effected with the variations and selection of hydraulic parameters.

Key Words: Sea Outfall, Waste Water, Darcy Friction Factor, Hydraulic Head, Head Losses, Orifice, Discharge Coefficient, Diffuser, Hydraulic Parameter.

SEKİL LİSTESİ

Sayfa No:

Sekil 1.	Organik maddelerin deniz ortamında arıtılmasının sematik gösterimi	6
Sekil 2.	Bir deniz deşarjı tesisinin sematik kesiti .	12
Sekil 3.	Yanlış projelendirme ve işletme sonucu içine deniz suyu girmiş ve tıkanma tehlikesi altındaki bir yayıcı	13
Sekil 4.	Deniz deşarjı yayıcısı ve çıkış ucu düzenlemelerinin dört esas türü	14
Sekil 5.	Aynı debiye göre boyutlandırılmış ve sadece çıkış ucu çapları birbirinden farklı üç yayıcı alternatifi	15
Sekil 6.	Yayıcının sonundaki çıkış ucu	22
Sekil 7.	Çıkış ucu ve etrafı	23
Sekil 8.	Yayıcı boru ve orifis	24
Sekil 9.	Çıkış uçları doğrudan boru üzerine saşırtmalı olarak yerleştirilmiş bir deniz deşarjı yayıcısı	30
Sekil 10.	Yayıcı borunun ilk çıkış ucundaki hidrolik yük ile toplam çıkış ucu sayısı ilişkisi ...	41
Sekil 11.	Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 5)	42

Sekil 12. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 5)	43
Sekil 13. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 10)	44
Sekil 14. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 10)	45
Sekil 15. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 15)	46
Sekil 16. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 15)	47
Sekil 17. Ana deşarj borusu çapı ile çıkış ucu sayısı ilişkisi	48
Sekil 18. Keskin kenarlı ve çan ağızlı çıkış uçları toplam sayıları ilişkisi	49
Sekil 19. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 5, Ç.A.)	60
Sekil 20. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 5, Ç.A.)	61
Sekil 21. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkisi (N= 5, Ç.A.)	62
Sekil 22. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 5, K.K.B.)	63
Sekil 23. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 5, K.K.B.)	64

Sekil 24. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkisi (N= 5, K.K.B.)	65
Sekil 25. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 5, K.I.B.)	66
Sekil 26. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 5, K.I.B.)	67
Sekil 27. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkisi (N= 5, K.I.B.)	68
Sekil 28. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkilerinin karşılaştırılması (N= 5)	69
Sekil 29. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 10, Ç.A.)	70
Sekil 30. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=10, Ç.A.)	71
Sekil 31. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkisi (N= 10, Ç.A.)	72
Sekil 32. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 10, K.K.B.)	73
Sekil 33. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 10, K.K.B.)	74
Sekil 34. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkisi (N= 10, K.K.B.)	75
Sekil 35. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 10, K.I.B.)	76

Sekil 36. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası iliskisi (N= 10, K.f.B.)	77
Sekil 37. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı iliskisi (N= 10, K.f.B.)	78
Sekil 38. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı iliskilerinin karşılaştırılması (N= 10)	79
Sekil 39. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası iliskisi (N= 15, Ç.A.)	80
Sekil 40. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 15, Ç.A.)	81
Sekil 41. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı iliskisi (N= 15, Ç.A.)	82
Sekil 42. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası iliskisi (N= 15, K.K.B.)	83
Sekil 43. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 15, K.K.B.)	84
Sekil 44. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı iliskisi (N= 15, K.K.B.)	85
Sekil 45. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası iliskisi (N= 15, K.f.B.)	86
Sekil 46. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 15, K.f.B.)	87
Sekil 47. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı iliskisi (N= 15, K.f.B.)	88

Sekil 48. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkilerinin karşılaştırılması (N= 15)	89
Sekil 49. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 5, Ç.A.)	100
Sekil 50. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 5, Ç.A.)	101
Sekil 51. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi (N= 5, Ç.A.)	102
Sekil 52. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 5, K.K.B.)	103
Sekil 53. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 5, K.K.B.)	104
Sekil 54. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi (N= 5, K.K.B.)	105
Sekil 55. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 5, K.f.B.)	106
Sekil 56. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 5, K.f.B.)	107
Sekil 57. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi (N= 5, K.f.B.)	108
Sekil 58. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkilerinin karşılaştırılması (N= 5)	109
Sekil 59. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 10, Ç.A.)	110

Sekil 60. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=10, Ç.A.)	111
Sekil 61. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi (N= 10, Ç.A.)	112
Sekil 62. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 10, K.K.B.)	113
Sekil 63. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 10, K.K.B.)	114
Sekil 64. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi (N= 10, K.K.B.)	115
Sekil 65. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 10, K.f.B.)	116
Sekil 66. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 10, K.f.B.)	117
Sekil 67. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi (N= 10, K.f.B.)	118
Sekil 68. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkilerinin karşılaştırılması (N= 10)	119
Sekil 69. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 15, Ç.A.)	120
Sekil 70. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 15, Ç.A.)	121
Sekil 71. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi (N= 15, Ç.A.)	122

Sekil 72. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 15, K.K.B.)	123
Sekil 73. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 15, K.K.B.)	124
Sekil 74. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi (N= 15, K.K.B.)	125
Sekil 75. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 15, K.I.B.)	126
Sekil 76. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N= 15, K.I.B.)	127
Sekil 77. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi (N= 15, K.I.B.)	128
Sekil 78. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkilerinin karşılaştırılması (N= 15)	129

TABLO LİSTESİ

Sayfa No:

Tablo	1. Araştırmaların sınıflandırılması	33
Ek Tablo 1.	E_1 'in değişiminin incelenmesinde q-n değişimi verilen yayıcıların çap değerleri	139
Ek Tablo 2.	f'nin değişiminin incelenmesinde q-n değişimi verilen N= 5 adet olan yayıcılarının çap değerleri	140
Ek Tablo 3.	f'nin değişiminin incelenmesinde q-n değişimi verilen N= 10 adet olan yayıcılarının çap değerleri	140
Ek Tablo 4.	f'nin değişiminin incelenmesinde q-n değişimi verilen N= 15 adet olan yayıcılarının çap değerleri	141
Ek Tablo 5.	β 'nin değişiminin incelenmesinde q-n değişimi verilen N= 5 adet olan yayıcılarının çap değerleri	142
Ek Tablo 6.	β 'nin değişiminin incelenmesinde q-n değişimi verilen N= 10 adet olan yayıcılarının çap değerleri	142
Ek Tablo 7.	β 'nin değişiminin incelenmesinde q-n değişimi verilen N= 15 adet olan yayıcılarının çap değerleri	143

SEMBOL LİSTESİ

a	: Kesit alanı
C_D	: Desarj katsayısı
D	: Yayıcı boru iç çapı
d	: Çıkış ucu çapı
E	: Enerji (hidrolik yük)
E_1	: Yayıcının en uç (açık deniz tarafı) çıkış ucundaki hidrolik yük
ΔE	: Yük kaybı
f	: Darcy sürtünme katsayısı
g	: Yer çekimi ivmesi (9.81 m/sn^2)
h	: Yük kaybı
h_z	: Yayıcı eğimi nedeniyle çıkış ucunda oluşan yük artımı
l	: İki çıkış ucu arasındaki uzaklık
N	: Yayıcının toplam çıkış ucu sayısı
n	: Çıkış ucu numarası
P	: Basınc
Q	: Esas akım
q	: Çıkış ucu akımı
t	: Yayıcı boru et kalınlığı
u	: Orifiste hız
V	: Boru içinde hız
Z	: Karşılaştırma düzlemine uzaklık
β	: Yayıcının yatayla yaptığı açı
τ_0	: Atık suyun birim hacim ağırlığı
τ_{deniz}	: Deniz suyunun birim hacim ağırlığı
ζ	: Boru geometrisine ve malzemesine bağlı yük kaybı katsayısı

Kısaltmalar:

Ç.A. : Çan ağızlı çıkış ucu

K.K.B.: Keskin kenarlı çıkış ucu kalın et kalınlıklı
boruda

K.i.B.: Keskin kenarlı çıkış ucu ince et kalınlıklı
boruda

A. : Araştırma



1. GENEL BİLGİLER

1.1. GİRİŞ

Nüfusun hızla artması, tarım ve sanayideki hızlı gelişim ve insanların bütün etkinlikleri sonucu oluşan atık miktarının artması, çevre için ciddi sorunlar yaratabilecek boyutlara ulaşmaktadır. Doğaya bırakılan her türlü atık çeşidinin çevreye verdiği zararlar günden güne artmakta ve giderek kontrolden çıkmaktadır. Çevreye bırakılan atıkların arasında, sıvı atıklar son derece önemli bir yer tutmaktadır. Sıvı atıkların böylesine önemli olmasını sağlayan özellikleri ise, doğal eğimin de etkisiyle, ya kendi başına akışa geçmesi, ya da akarsulara karışması sonucu kolayca taşınarak kirliliğini kolayca yayması ve akışının sonunda deniz veya göl gibi, büyük bir su kaynağına ulaşarak buralarda birikmesidir. Bu tür atık su birikimlerinin çok daha yoğun şekilde yaşandığı yerlerin başındaysa, deniz kıyısında yer alan yerleşim yerleri gelmektedir. Oluşan kirliliğin önlenmesi içinse kirlilik kaynaklarının belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

1.2. KİRLİLİK KAYNAKLARI

Deniz kirlenmesi, karadan ve denizdeki aktivitelerden gelen kirleticilerin deniz ortamına girmesi sonucu oluşur.

Karadan gelen kirletici maddeleri, şehir ev atık suları, endüstri ve zirai sular, yağmur suları, drenaj suları ve soğutma suları oluştururlar. Bu kirli sular, ya doğrudan doğruya kıyılara boşalırlar ya da önce bir nehir veya kanal içine girerek bir süre sonunda denize ulaşırlar.

Denizdeki etkinlikler de önemli ölçüde kirlenmeye neden olabilmektedir. Deniz ulaşımı, balıkçılık, denizde petrol ve maden arama çalışmaları, su sporları, deniz kazaları, nükleer denemeler, atmosferik kirleticilerin deniz suyuna karışması gibi olaylar sonucu, deniz önemli derecede kirlenmektedir.

1.3. DENİZ KIRLENMESİNİN ZARARLARI

Denizin yukarıda belirtilen nedenlerle kirlenmesinin oluşturacağı zararları üç kısma ayırabiliriz:

a. Sağlık için oluşturacağı tehlikeler:

Patojenik (hastalık yapan) mikroorganizmalar deniz suyu ile temas edilmesi halinde insan vücuduna girerek çeşitli hastalıklara neden olabilirler. Patojenik mikroorganizmalar ve zehirli maddelerle (cıva, kurşun, kadmiyum, klor bileşikleri v.b.) kirlenmiş deniz ürünlerinin kullanılması da hastalık nedeni olmaktadır.

b. Doğal kaynakların zarar görmesi:

Kirlenme sonucu, denizdeki canlı hayatı da zarara uğramaktadır. Farklı ekosistemlerde yaşamlarını sürdüren canlılar, kirlenme sonucu ekolojik, genetik, fizyolojik dengelerini kaybetmekte ve yok olmaktadır. Ekosistemlerde değişime neden olan başlıca kirlenme nedenleri olarak, deniz suyu ısısının fazla değişimi, ışığın azalması, asitlerin, zırai mücadele ilaçlarının, zehirli maddelerin, radyoaktif maddelerin, hidrokarbonların, fenol bileşiklerinin denize deşarjı ve ötrifikasyon (aşırı bitki üretmesi) oluşması verilebilir.

c. Kıyıların rekreasyon amacı ile kullanılamaz hale gelmesi:

Yüzücü maddeler, yağ, petrol, katran ve yüzeyde seyreden diğer kirletici maddeler, deniz suyu ile temas eden yüzeylere yapışarak, estetik bakımdan hoş olmayan görüntülere neden olurlar ve çevreye hoş olmayan ve zararlı kokuların yayılması sonucunu doğururlar.

d. Deniz suyuna karışan asitler, hidrokarbonlar, plastikler, ağaç parçaları, katran, ve tabandaki ağır maddeler ve ötrifikasyon, metallerde korrozyona, boya bozunmasına, kabuk formasyonuna, pervanelerin arızalanmasına, ağların yırtılmasına ve kirlenmesine neden olurlar.

e. Deniz suyundan endüstriyel ve içme suyu amacı ile yararlanılmasında güçlükler:

Kirlenme sonucu deniz suyunun, soğutma suyu olarak, içme suyu sağlanması için ve yüzme havuzlarında kullanılması olanaksızlaşır.

1.4. DENİZ KIRLENMESİ ETKİSİNİN DERECESESİ

Deniz kirlenmesinin farklı ekosistemler kıyıdan yararlanacaklar üzerindeki etki derecesi, çeşitli faktörlere bağlıdır. Bunları şu şekilde verebiliriz:

a. Kirleticilerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri (boyutlar, fiziksel özellikler, özgül ağırlık, yüzey gerilmesi, enerji seviyesi, pH, eriyebilirlik, biyolojik bozunma yeteneği, oksitlenme derecesi, zehirlilik derecesi, devamlılığı, besleyici özelliği, biyolojik yönden çevreye uygunluğu v.b.),

b. Dikkate alınan bölgede belli bir kirleticinin veya aynı sınıflandırmaya girecek kirleticilerin yoğunluğu,

c. Kirlenme olayının gelişiminde çevreye özgü karakteristikler (sulama, difüzyon, dispersiyon, absorpsiyon, çökeltme, oksitlenme, biyolojik bozunma, fotosentez, birikme olaylarını etkileyen faktörler),

d. Belirli bir çevre için düşünülen optimum kullanım (doğal parklar, balıkçılık, akuakültür (deniz ziraatı), midye ve ıstakoz üretimi, yıkama, rekreasyon, turizm, alt yapı tesisleri, deniz taşımacılığı, su kaynaklarının hizmete konulması v.b.),

e. Bölgesel kirlenmeyi doğrudan doğruya veya dolaylı yoldan diğer çevrelere (ekosistemlere) iletecek doğal olaylar (rüzgarlar, dalgalar, gel-git olayı, akıntılar, bölgenin coğrafyası, kıyının eğimi, kıyıda deniz dibi eğimi, denizin derinliği v.b.).

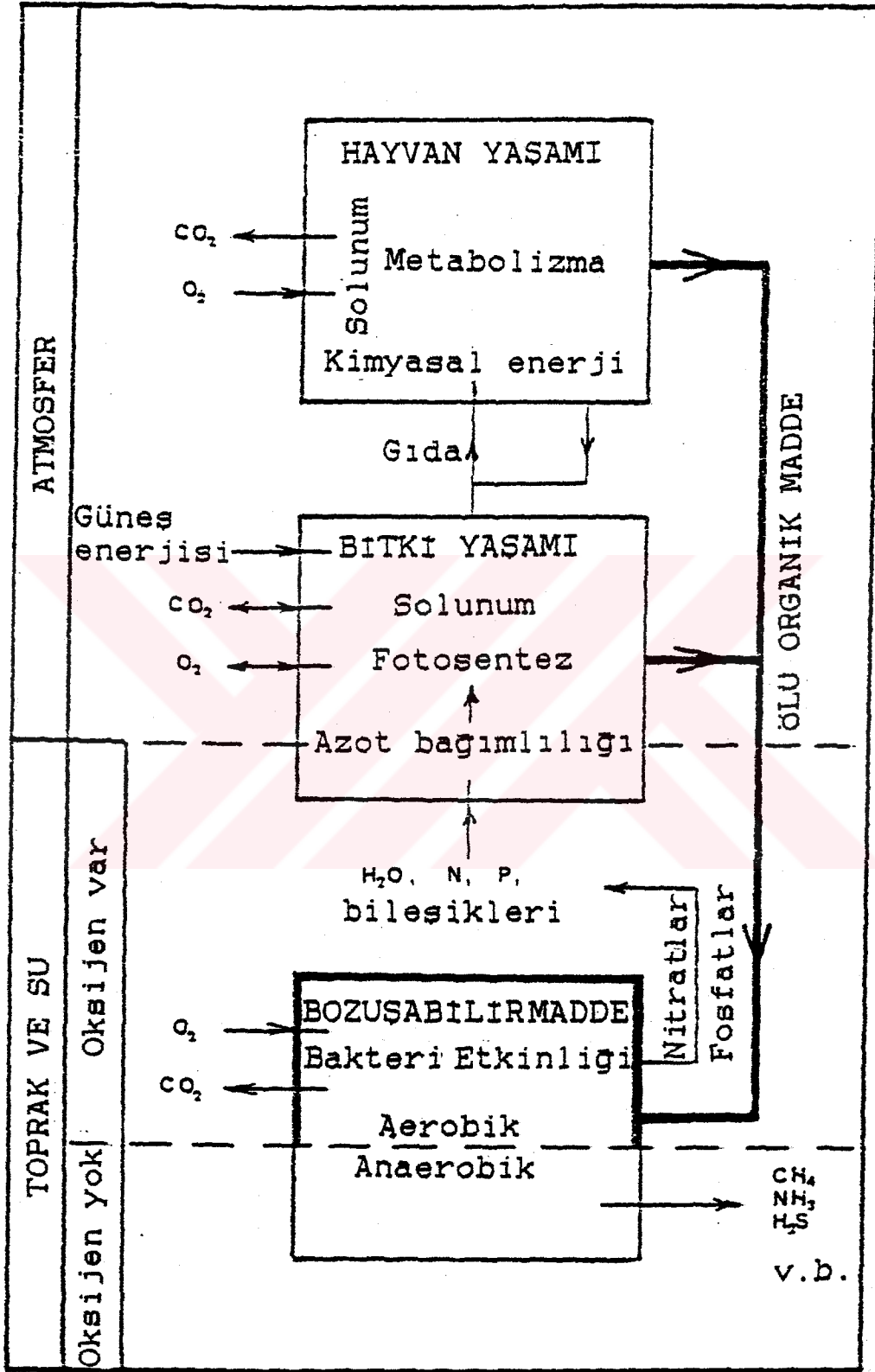
Yukarıdaki açıklamalardan anlaşılacağı üzere kirlenmenin tarifine kirlenmeyi etkileyen bütün değişken faktörlerin kantitatif değerlendirmeleri ile başlamalıdır. Farklı çevrelerde, farklı ortamlarda yapılan gözlemlerin genellestirilemeyeceği açıktır. Akdeniz havzasındaki kirlenme belirtilerinin gelişimi ve koruyucu çarelerin alınmasıyla ilgili bir değerlendirmenin Baltık veya Kuzey Denizi'nde edinilen gözlem sonuçlarına dayandırılması olanaklı değildir.

Deniz kirlenmesinin etkileri çok büyüktür. Daha önce de belirtildiği gibi, dikkate alınan bölgenin bütün unsurlarının incelenmesi ve değerlendirilmesi gerekir. Etkilenen ana unsurlar ekosistem, sağlık, ekonomik ve yasal etkinlikler olacaktır.

1.5. BIYOLOJİK OLARAK İNDİRGENEBİLİR MADDELERİN DENİZ ORTAMI İÇİNDE ARTIMI

Denizde biyolojik mekanizmalar atık maddelerin gıda zincirine geri dönüşümünü sağlar. Bu yöntemler Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu mekanizmaların iyi çalışabilmesi için deniz ortamında su içinde ve yatakta yeterli oksijen, su ve dengeli bir bakteriyel ve su canlıları (fauna) nüfusunun bulunması ve devamlılığı gereklidir. Atık maddeler suyun hareketi ile süspansiyon hale veya çözülmüş hale gelir. Aynı zamanda da bol su ile karışarak seyrelen bu atıklar, bol oksijenli ortamda oksitlenerek indirgenirler. Bu olaylar sonucu oluşan yeni gıdalar deniz yatağına çökerek, buradaki bentik nüfusun çoğalmasını sağlar.

Hassas olmanın ötesinde, denizdeki yaşama ortamı doğal çevreden ve insan etkinliklerinden gelen atıkların değişimine (miktar ve çeşit) karşı oldukça toleranslıdır. Ancak, bu toleransın da bir sınırı vardır. Zehirli ve kalıcı karakterli kirleticiler, bu toleransın üst sınırını zorlayabilirler. Bu durumda doğal indirgeyici mekanizmalar bozulur ve deniz yatağı atıklarla örtülür. Bu duruma neden olan kirleticilerin birinci grubunu insektisitler, ikinci grubunu ağır metaller, üçüncü grubunu maden işleme atıkları oluşturur [1].



Şekil 1. Organik maddelerin deniz ortamında arıtılmasının şematik gösterimi

1.6. DENİZ KİRLENMESİNİN KONTROLÜ

Deniz ve kıyıların kirlenmeye karşı korunması konusundaki çalışmalar üç esas grupta toplanabilir:

- a. Kirlenmenin nedenlerinin belirlenmesi ve kalite kontrolü,
- b. Koruyucu işlemler ve kalite kontrolü,
- c. Düzeltici işlemler.

Bu üç işlem, kıyı bölgelerinin gelişmesi, gelişmeye aday olması veya yeniden kullanılabilir hale getirilmesi durumlarının dinamiğine bağlı olarak aynı anda veya art arda uygulanırlar.

1.6.1. Kontrol

Her programda kontrol, akılcı bir başlangıç noktasını oluşturur. Kontrol programının amacı, açıkça çevrenin kalitesi hakkında olabildiği kadar çok bilgi elde etmek, aynı zamanda durumun gelecekteki gelişmesini tahmin etmektir. Bunun için şunlar gereklidir:

- a. Dikkate alınan kıyıdan farklı ekosistemlerin fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ekolojik kalitesinin incelenmesi,
- b. Kıyının bulunduğu bölgede meteorolojik ve oşinografik koşulların incelenmesi,
- c. Kirlenme kaynaklarının belirlenmesi,
- d. Farklı kirletici miktarlarının belirlenmesi,
- e. Belirli bir anda kirlenmenin doğuracağı tehlikelerin tipi ve derecesinin belirlenmesi,

f. Eldeki sistemlerin kalite yönünden gelişmelerinin tahmini,

g. Teknik koruyucu çarelerin uygulanmasından sonra, kalite düzenlemelerinin kontrolü.

Bu işlemlerin yapılabilmesi laboratuvar ve yetişmiş eleman gerektirir.

1.6.2. Koruyucu İşlemler

Kıyılardaki koruyucu işlemler önce sahile, daha sonra kıyı çevresini etkileyebilecek bölgelere yönelik olmalıdır.

Etkili bir koruyucu program, bölgesel, sosyo-ekonomik ve kültürel duruma uygun olmalı ve belirli bir esnekliğe sahip olmalıdır. Program, ana hatları ile şöylece verilebilir:

a. Kıyıların optimum kullanımının ne şekilde olacağını belirlenmesi,

b. Optimum kullanma koşullarının ışığı altında kıyılarda kalite kriterlerinin saptanması,

c. Kalite kriterlerinin ışığı altında denize deşarj edilecek atık suların kalite standartlarının saptanması,

d. Kıyılarda kurulacak endüstri tipi veya tiplerinin seçimi,

e. Endüstri tipine göre koyulacak yükümlülüklerin saptanması,

f. Endüstrilerde gerekli uygun teknolojilerin gelişmesi için sağlanacak teknik yardım ve ekonomik kolaylıkların

saptanması,

g. Atmosferik kirleticiler de dahil olmak üzere, şehir ve endüstri atık sularının arıtılması için gerekli, en etkili sistemlerin kuruluşunda sağlanacak teknik yardım ve ekonomik kolaylıkların saptanması,

h. Şehir, liman sağlığı ile ilgili temel alt yapı tesislerinin inşası,

i. Balıkçılığın ve deniz ürünlerinin kalitelerinin kontrolü,

j. Deniz ziraatı, midye ve ıstakoz üretimi ve diğer faaliyetler için gerekli bölgelerin saptanması,

k. Deniz dibindeki maden arama v.b. etkinliklerle ilgili yönetmeliklerin saptanması,

l. Doğal kaynaklar için yüksek kaliteli korunmuş alanların sağlanması (deniz parkları),

m. Şehir ve endüstri atık sularının kısa mesafede kıyıya ulaşan nehirlere ve kanallara verilmesine engel olmak,

n. Tarımda gübre kullanımını belli bir disiplin altına almak.

1.6.3. Arıtma ve Desarj

Yerel koşullara uygun bir arıtma uygulanarak, kirletici maddeler denize desarj edilir. Bu durumda denizden beklenen, arıtılmış atık suyun kirletici etkisini azaltmasıdır. Atık su kalıcı veya zehirli maddeler içeriyorsa, arıtma işlemi zorlaşmakta ve maliyet artmaktadır.

Koşullar uygun değilse, denizaltı deşarj boruları kullanılsa bile arıtılmış şehir ve endüstri atık sularını ve diğer atıklarını denize vermek uygun bir çözüm yolu olmamaktadır. Bölgenin coğrafik ve oşinografik koşulları göz önünde bulundurularak, ham atık su ile denize verilebilecek atık su kalitesi dikkate alınarak, gerekli arıtma şekli dikkatle seçilmeli ve uygulanmalıdır. Kontrol edilmemiş katı atıkların da denize boşaltılması kabul edilemezdir.

Deniz dibi deşarj sistemi, kıyı çevresinin kalitesini yükseltmek amacıyla arıtılan atık suyun kıyıda uzağa verilmesini sağlar. Şehir atık suyunun arıtılmasının ana prensipleri şunlardır:

- a. Izgaralama (büyük katı partiküllerin tutulması için),
- b. Flotasyon veya yüzdürme (petrol, yağ v.b. maddeler için),
- c. Ön çöktürme (çökelebilen katı maddeler için),
- d. Oksitleme (biyolojik yönden bozunabilen maddeler için),
- e. İkinci kademe çökeltme (oksitlenme sonucu çökebilir hale dönüştürülen maddeler için),
- f. Dezenfeksiyon (patojenik mikroorganizmaların yok edilmesi),
- g. Birinci ve ikinci çökeltme ve kimyasal arıtma sonucu oluşan çamurun arıtılması (sindirim, doğal dehidrasyon, mekanik dehidrasyon ve yakma).

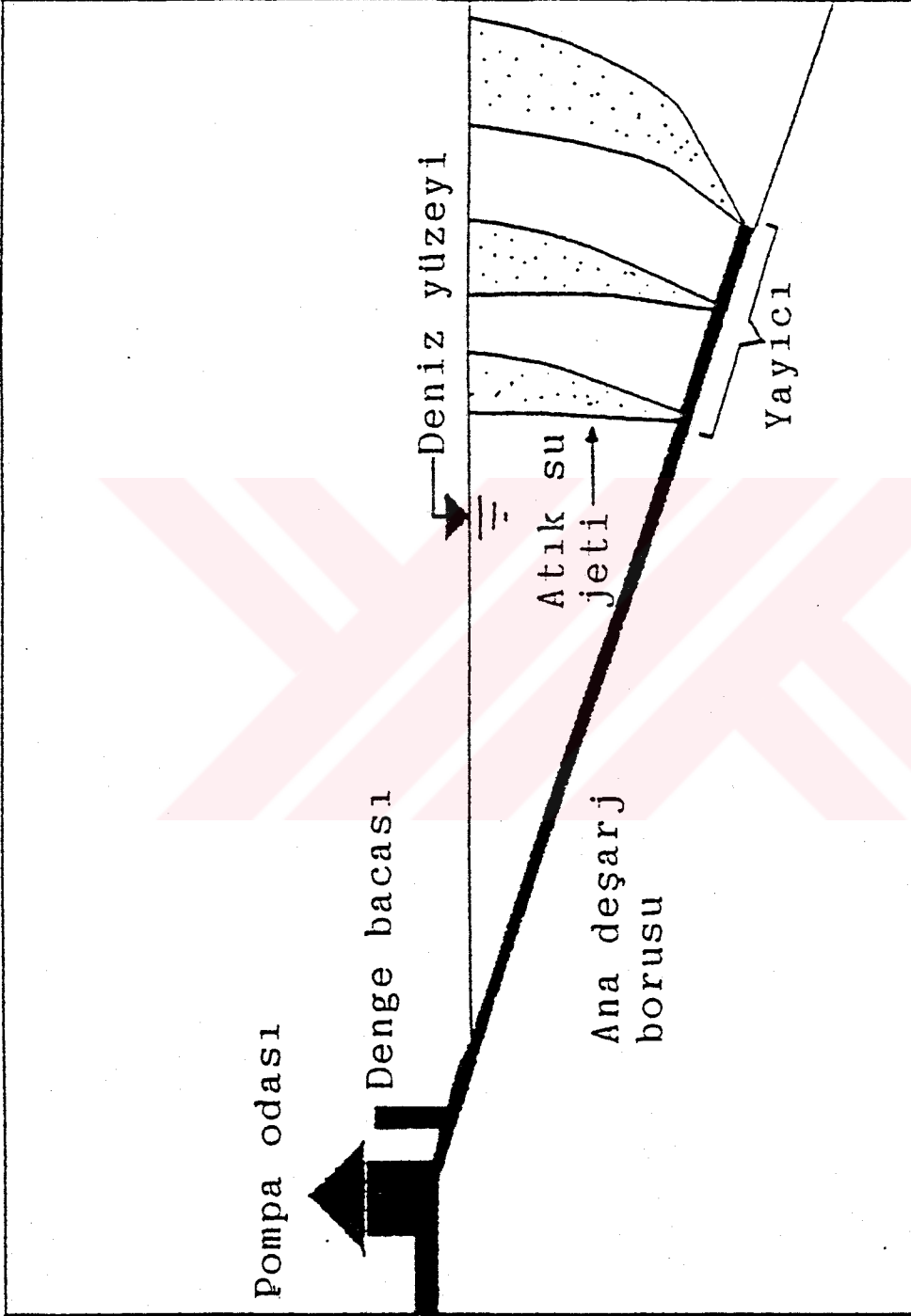
Bunlardan a, b, c işlemleri birinci kademe arıtma olarak, d, e işlemleri ikinci kademe arıtma olarak

isimlendirilirler. Şehir atık sularının üçüncü kademe arıtılması da (dezenfeksiyon, metal bileşiklerinden ayırma v.b.) uygulanabilir. Arıtılmış atık su eğer uygunsa, boşa akıtılmayıp başka amaçlarla kullanılabilir (zirai sulama, soğutma suyu). Arıtılmış atık suların bu gibi amaçlarla kullanılması, deşarj işlemini gereksiz kılabilir ve kıyıdaki su kaynaklarının kapasitesinin artması gibi avantajlar sağlar.

Endüstri atık sularının arıtılmasının en iyi yolu, bunun bileşiminin gözönünde bulundurularak arıtma yönteminin seçilmesidir.

1.7. DENİZE DEŞARJ YAPILARI

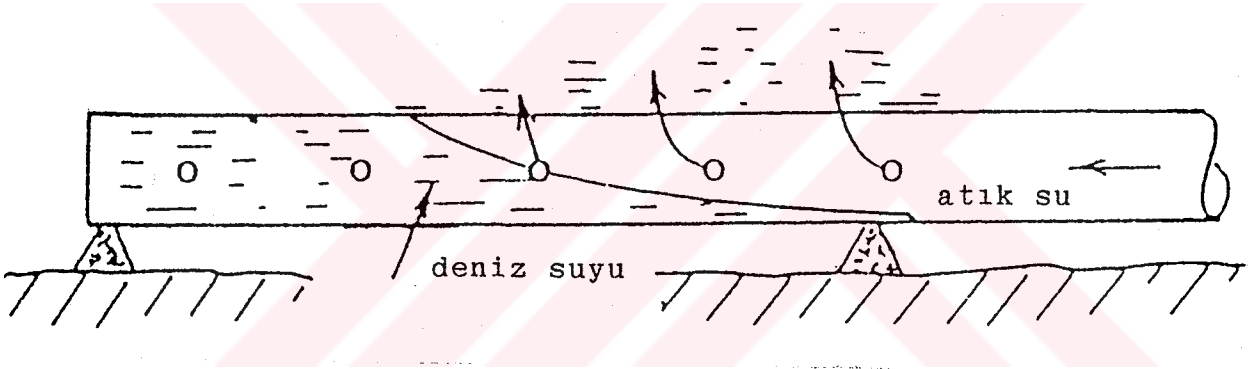
Denize deşarj yapısı, en basit olarak, kanalizasyon şebekesinden toplanarak bir araya getirilen evsel atık suları, bir boruyla deniz kıyısından deniz tabanına taşıyan ve taşınan atık suları, üzerinde özel delikleri bulunan "yayıcı" adlı kısmı yardımıyla denize zarar vermeyecek şekilde ortama bırakan bir boru sistemi olarak tanımlanabilir (Şekil 2). Bu sistem, atık suları, deniz ortamında rahatlıkla bozunabilecekleri ve zararsız hale gelebilecekleri miktarda seyretir ve ayrıca, denizin korunması gerekli kısmı olan deniz kıyısından yeterli süre uzakta tutar. Bu sayede, atık suların hem kütle hareketine geçerek çevreye zararlı olması engellenir, hem de deniz ortamında doğal olarak arıtılmaları sağlanır.



Şekil 2. Bir deniz deşarjı tesisinin şematik kesiti

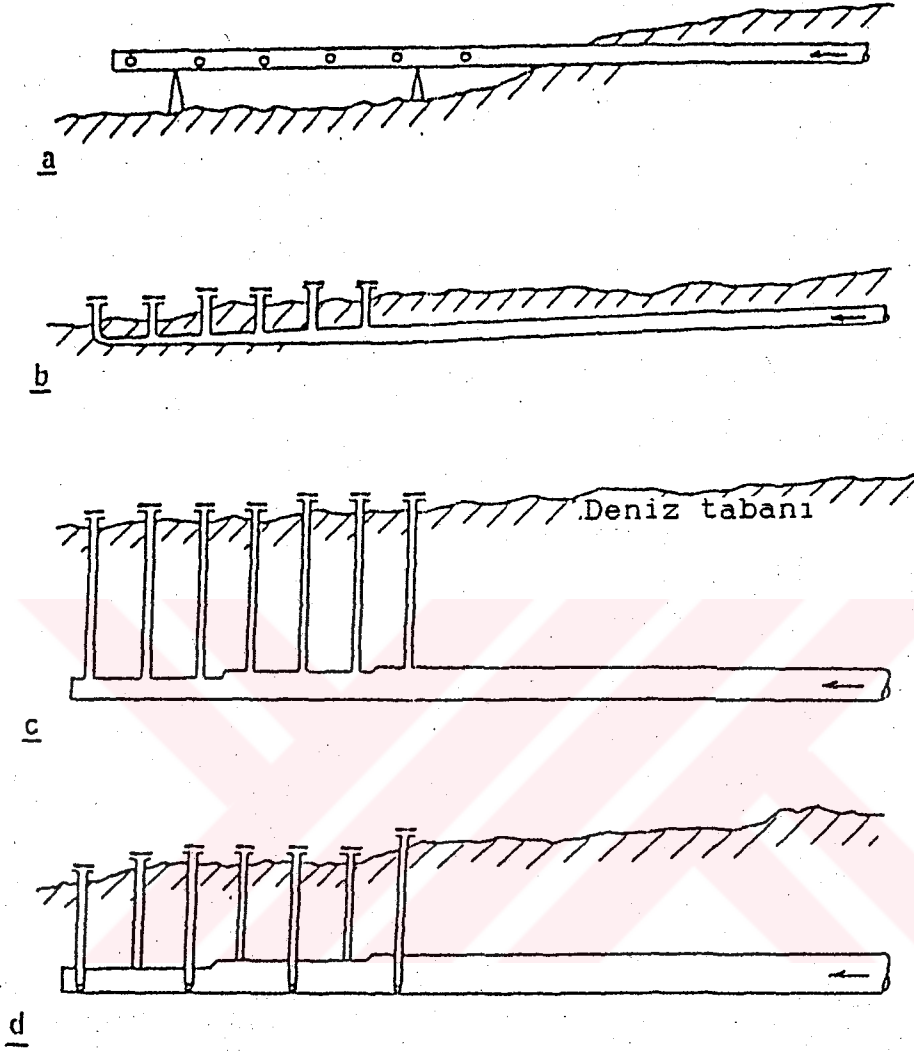
Daha çok evsel atık suların uygun yolla uzaklaştırılmasında kullanılan denize deşarj yapıları, gerekli şartların sağlandığı durumlarda endüstriyel ve kimyasal sıvı atıkların uzaklaştırılmasında da başarıyla kullanılabilir. Öyle ki, Britanya'da işletilmekte olan bir nükleer elektrik santralinin soğutulmasında kullanılan ve santralden çıkışta düşük seviyeli radyasyon içeren suların uzaklaştırılmasında bile bir denize deşarj yapısı kullanılmaktadır.

Denize deşarj yapılarının başarılı olmasında en büyük pay, yayıcıya aittir. Çünkü, yanlış projelendirilen veya iyi işletilemeyen bir yayıcı, tesisin tamamını tehlikeye sokar (Şekil 3).



Şekil 3. Yanlış projelendirme ve işletme sonucu içine deniz suyu girmiş ve tıkanma tehlikesi altındaki bir yayıcı

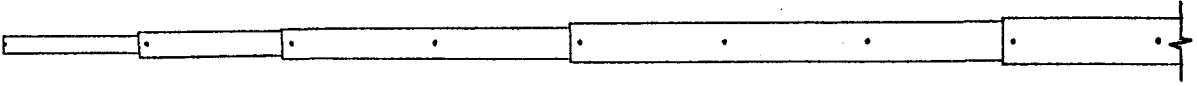
Atık su yayıcıları bir veya birkaç borudan oluşan ve atık suyun borular üzerindeki deliklerden (çıkış uçları) dışarı atıldığı bir boru sistemidir (Şekil 4). Deniz çevresini tatminkar bir şekilde korumak için yapılacak deşarj işlemi, alternatif çözümlere sahiptir [2, 3] (Şekil 5). Boruların en ekonomisi ve uygun olanı seçilmelidir. Sistem seçiminde arıtma faktörü önemlidir. Çünkü, atık suyun arıtılarak ve arıtılmadan deşarjı, çözüm alternatiflerinin seçimini etkileyebilen önemli bir faktördür.



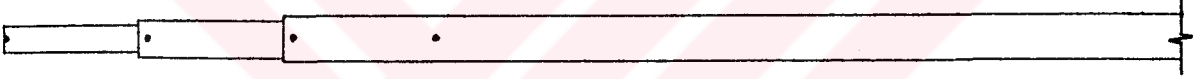
Sekil 4. Deniz deşarjı yayıcısı ve çıkış ucu düzenlemelerinin dört esas türü

Yayıncıların projelendirilmesinde atık su jetlerinin yüzeyde ve derinde kapanlanması esaslarından biri uygulanır. Bu olay, yayıcının çıkış ucu çapı ve sayısı, çıkış ucu debisi gibi karakteristiklere bağlı olarak kontrol edilebilir. Atık suların alıcı ortamlara verilmesi, bir akışkanın diğeri içinde dağılımı ile ilgili hidrodinamik ilişkilere sahiptir. Deniz ortamındaki daha karmaşık durumlar, akışkan yoğunlukları arasındaki farklardan kaynaklanır.

YAYICI I. Çıkış ucu çapları 10'ar cm.'dir



YAYICI II. Çıkış ucu çapları 15'er cm'dir



YAYICI III. Çıkış ucu çapları 20'ser cm'dir



Sekil 5. Aynı debiye göre boyutlandırılmış ve sadece çıkış ucu çapı birbirinden farklı üç yayıcı alternatifi

1.7.1. Yayıcıların Projelendirilmesinde Etkin Olan Faktörler

Yayıcılarının projelendirilmelerinde aşağıdaki faktörler etkindir:

- a. Sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk,
- b. İlk seyrelme [4],
- c. Çıkış uçları alanları toplamı,
- d. Çıkış uçlarının aralıkları [5, 6, 7],
- e. Çıkış uçlarının şekilleri,
- f. Çıkış uçlarının minimum çapları,
- g. Deniz suyunun içeri akışı [8],
- h. Toplam hidrolik yük.

Charlton [9], sahil kirlenmesi, atık su deşarjı kuralları, deşarj öncesi arıtma, deniz deşarjlarının rolü ve karakteristikleri, deşarj çeşitleri, yer seçimi ve projelendirme yöntemleri hakkında bilgiler vermektedir.

Rawn, Bowerman ve Brooks [10], Los Angeles kenti için yapılan deşarj ve araştırmalar hakkında bilgilendirme vermektedir. Bu çerçevede, yayıcıların hidrolik boyutlandırılması ve jetlerin seyrelmesi hakkında yapılan deneysel çalışmanın bulguları verilmektedir.

Wilkinson [11, 12], prototipe yakın ölçekli modelleri ile yaptığı çalışmada, deniz suyu akışının önlenmesi için çıkış uçlarından alınabilecek kritik debinin Froude sayısı ile ifade edilebileceğini, Froude sayısının 1'den büyük olmasının bu olasılığı önlediğini göstermiştir. Bu çerçevede, yayıcı borunun tam dolu akışta olması gerektiği bildirilmektedir. Kritik Froude sayısının ise çıkış ucunun yerleştirilmesine ve şekline bağlı olduğu gösterilmiştir. Yatay yönde yerleştirilmiş çıkış uçlarından deniz suyu girişinin, düşey yöndekilere göre ancak iki kat fazla çıkış ucu debisi

ile önlenebileceği gösterilmiştir.

Son yapılan araştırmalar, bazı deşarjların neden iyi çalışıp, diğerlerinin çalışmadığının anlaşılmasını sağlamıştır. Bu çerçevede, deşarj sistemlerinin projelendirilmesinde kullanılan parametrelerin değişiminin deşarj sisteminin performansı üzerindeki etkisinin önemi üzerinde durulmasının gereği, deneyimlere dayanılarak ortaya konulmuştur. Deşarj sistemlerinin performansının iyileştirilmesi için en önemli tavsiyeler olarak şunlar verilmiştir:

- a. Yayıcının yukarı kısmında akış hızını azaltıcı bir kesit değişiminin uygulanması,
- b. Çıkış uçlarındaki dağılımın deniz tarafındaki bitiş ucuna doğru mümkün olduğunca dengelenmesi,
- c. Deşarjda yağ ve çökelti malzemesi birikiminin önlenmesi.

Britanya'da 1988'e kadar çalıştırılan deşarjların % 30'unda hidrolik, insai ve çevresel sorunların bulunduğu bildirilmektedir [13]. Yine, aynı deşarjların % 15'inde kısmi tıkanmaların olduğu bildirilmektedir. Toplama odalarının aşırı yüklenmesi (taşkın v.b.) ciddi tıkanmalara, yüksek yük kayıpları, yetersiz ilk seyrelme ve çıkış ucu akışlarının düzensiz dağılımı kısmi (küçük çaplı) tıkanmalara neden olmaktadır. Bu sorunların çoğu, yayıcı hidroliğine yeterince önem verilmemesinden veya gelecekteki akış için yeterinden yüksek tahminlerin yapılmasından kaynaklanmaktadır. Tıkanmanın önlenmesi ve korunma yöntemlerinin iyi anlaşılacak uygulanması gerekmektedir.

1.8. YAYICILARIN PROJELENDİRİLMESİ

Yayıcılarının projelendirilmesinde üç esas amaç şunlardır:

a. İstenilen çevre kalitesi standartlarının sağlanabilmesi için gerekli, yeterli ikinci seyrelmenin sağlanması ve bütün çıkış uçlarında birbirine yakın derecede birinci seyrelmenin sağlanması için, maksimum akış halinde akışın olduğunca düzenli (eşit) dağılımının sağlanması.

b. Yük kayıplarının minimuma indirilmesi.

c. Çökelti, yağ ve çamur birikiminin önlenmesi için yeterli yıkamanın sağlanması.

1.8.1. Yayıcı Verimine Etki Eden Faktörler ve Verimi Artırma Yöntemleri

Düşük hızlarda oluşan çökelti, zamanla birikir ve bunların tekrar hareket ettirilmesi zorlaşır. Bu nedenle, sürekli yıkama yerine, aralıklı yıkama tercih edilmektedir. Pratikte, bu amaçlara ulaşılması çok zor olabilir. Çünkü, toplam yükte değişim yapma olanakları sınırlıdır. Normal kuru hava koşullarında akış 12 kez, yağışlı hava koşullarında ise, bunun iki katı fazla miktarda değişime uğrayabilmektedir.

Yüksek akış için projelendirilen yayıcılar için, düşük akış halinde uygulanabilecek yükler sınırlı olabilir. Uzun süren düşük akış hallerinde düşük hızlar çamur ve çökelti birikimine neden olur ve bunların da temizlenmesi için yükün artırılması gerekir. Yükün artırılması, boru enkesitinin küçülmesi ve tuzlu su girişimini yaratıcı ek sürtünmenin yenilmesi için gerekecektir.

Tuzlu su girişimi geçiş hali akışı ve denizdeki gel-git etkileri ile oluşabilir. Tuzlu su girişi, yayıcıda deniz çökeltilerinin birikmesine ve tıkanmalara neden olabilir [14, 15].

Modern uygulama, denize doğru yayıcıda akış azaldıkça, yayıcı çapını düşürmek şeklinde yapılmaktadır. Bu uygulama, yayıcıdaki hızı artırarak yıkamayı sağlar. Bu yapılmazsa, düşük akış hızı yayıcının deniz tarafının ucunda tıkanmalara neden olmakta, bunun sonucu olarak, akış dağılımlarının düzeni bozulmaktadır. Sonuçta, yük artmakta ve kara tarafındaki çıkış uçlarında oluşan yüksek akış ve çıkış hızları sonucu ilk seyrelme yeterli olmamaktadır. Bu durumsa, çevre kollarına olumsuz etkiler getirmektedir.

Kullanılabilecek yüklerin sınırlı olduğu deşarjlarda, çökelti birikimi taşmalara neden olabilir. Pompalı deşarjlarda da benzeri durumlar oluşabilir. Deşarjlarda çökeltme olmaması için sürekli yıkama yapılmalıdır. Bunun için de yeterince yüksek yükler ve akış hızları sağlanmalıdır. Ayrıca, tuzlu su girişimi sonucu oluşan çökeltilerin yıkanması zamana gereksinim gösterir. Bunun için yeterli süre sağlanmalıdır.

Deşarjin çıkış uçlarının bir süre kullanılmaması düşünülecekse, bunlar kara tarafındakiler olmalıdır. Zamanı gelince açılan bu çıkış uçlarında zamanla birikmiş olan çökeltiler de temizlenmelidir.

1.8.1.1. Boru Kesiti - Çıkış Ucu Kesiti Kuralı

Çıkış uçlarının kesit toplamının, boru kesitinin yarısından daha az olması kuralı çıkış uçlarında yeterli bir akış dağılımını sağlama kuralı olarak kullanılagelmıştır [16]. Ancak, bu kuralın kesin bir garanti sağlayacağı da

söylenemez. "Oran"ın 0.5 olduğu durumlarda akış dağılımı düzgün olmaktan çok uzak olmaktadır. Ancak oran, 0.5'in üzerine çıktıkça bu uyum daha da bozulmaktadır.

1.8.2. Yük Kayıpları

1.8.2.1. Daralma Kayıpları

Bir yayıcı boru, yıkama hızlarının sağlanması için, normal olarak bir çok daraltmalara uğratılır. Bu daralmalarda, özellikle de aşamalı olarak yapılanlarda, sürtünme kayıpları küçüktür. Ancak, hız yükünün artırılması ve bunun sonucu basınç yükündeki azalma, çıkış ucu akış dağılımını etkiler.

1.8.2.2. T Şekilli Dallanma Kayıpları

Yayıcılarda çıkış uçlarını yayıcıya bağlayan T dallanmaları, yayıcıdaki yük kayıplarını ve akış dağılımını etkileyen esas faktörlerden biridir [17].

1.8.2.3. Boru Pürüzlülüğü

Uygun bir boru pürüzlülüğünün belirlenmesi, belki de en çok tartışma götüren ve hataya neden olan faktörü oluşturmaktadır. Boru pürüzlülük faktörünün değişimi, çıkış ucu akışları dağılımını etkiler. Boru çeperlerinde zamanla yağ, çamur, v.b. çökelti birikimleri de pürüzlülüğü etkileyerek bunda etkin rol oynar.

1.8.2.4. Taban Eğimi ve Çıkış Ucu Yükseklik Seviyesi

Yayıcı çıkış uçlarının birbirlerine göre eğimleri, yayıcıdaki akış dağılımını etkileyebilmektedir. Artan eğim ile çıkış uçları akış debileri oranı q_N/q_1 artmaktadır. Bunu bir baca etkisi gibi düşünmek gerekmektedir. Yüksek kotlu çıkış uçlarında daha fazla akış olmaktadır.

Denize doğru dik eğime sahip yayıcılarda, deniz suyu girişimi oluşabilmektedir. Bu nedenle, çıkış uçlarının yüksekliklerini bu eğimi yok edecek şekilde, hatta biraz da tersine çevirecek şekilde yapmak yararlı olmaktadır. Ayrıca, eğime bağlı olarak, girişimi önleyecek minimum çıkış ucu debisi sağlanmalıdır.

1.8.3. Orifisli Bir Yayıcının Hidrolik Analizi

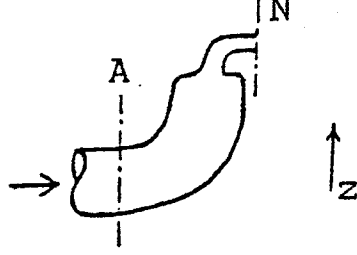
Hidrolik analizler için yayıcı dört kısma bölünebilir. Bunlar, yayıcının en sonundaki çıkış ucu, birbirini izleyen çıkış uçları arasındaki kısım, çıkış ucunun civarı ve orifis kısmıdır. Analizler, bu dört yerdeki akışta enerji denklemlerine dayanır. Enerji E, kıyas düzlemine uzaklık Z, borudaki hız V, basınç P ile gösterilirse, Şekil 6'daki yayıcının sonundaki çıkış ağzında referans kesitler olarak A ve N için enerji denklemleri,

$$E_A = Z_A + \frac{P_A}{\tau_0} + \frac{V^2}{2g} \quad (1)$$

$$E_N = Z_N + \frac{P_N}{\tau_0} + \frac{u^2}{2g} \quad (2)$$

olarak yazılabilir.

P_N : Orifisin hemen dışında alıcı ortam su basıncı
 u : Orifiste hız



Sekil 6. Yayıcının sonundaki çıkış ucu

A ve N kesitleri arasındaki yük kaybı,

$$h_{AN} = \Delta E_{AN} = \zeta_{AN} \frac{u^2}{2g} \quad (3)$$

ζ_{AN} = Yük kaybı katsayısı (boru geometrisine ve malzemesine bağlı)

Komsu iki çıkış ucu arasındaki sürtünmeden dolayı oluşan yük kaybı,

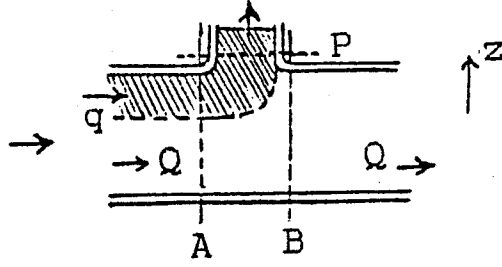
$$h_f = \Delta E_f = f \frac{l}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (4)$$

l : İki çıkış ucu arasındaki uzaklık

D : Boru çapı

f : Darcy sürtünme faktörü

Yayıcı boyunca yeterli akış hızlarının sağlanması için, boru çaplarının kademeli olarak değiştirilmesi gerekebilir. Eğer bu değişimler düzensizlik gösteriyorsa, bunlardan doğacak enerji kayıplarının sürtünme kayıplarına eklenmeleri gerekir.



Sekil 7. Çıkış ucu ve etrafı

Yayıncının çıkış ucunun etrafında akım Şekil 7'de görüldüğü üzere iki kola ayrılır. Çıkış ucunu geçen esas akım (Q) için yük kaybı küçük olmaktadır [18, 19]. Dışarıya verilen akım (q) için A ve P kesitleri arasındaki yük kaybı,

$$h_{AP} = \Delta E_{AP} = E_A - E_P = \zeta_{AP} \frac{V_P^2}{2g} \quad (5)$$

ζ_{AP} = Yük kaybı katsayısı

Bu eşitlik daha açık yazılırsa,

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\tau_0} + Z_A - \frac{V_P^2}{2g} - \frac{P_P}{\tau_0} - Z_P = \zeta_{AP} \frac{V_P^2}{2g} \quad (6)$$

V_P çekilirse,

$$V_P = (1 + \zeta_{AP})^{-0.5} \left[2g \left(E_A - Z_P - \frac{P_P}{\tau_0} \right) \right]^{0.5} \quad (7)$$

$C_D = (1 + \zeta_{AP})$ Desarj katsayısı olarak tanımlanarak

$$V_P = C_D \left[2g \left(E_A - Z_P - \frac{P_P}{\tau_0} \right) \right]^{0.5} \quad (8)$$

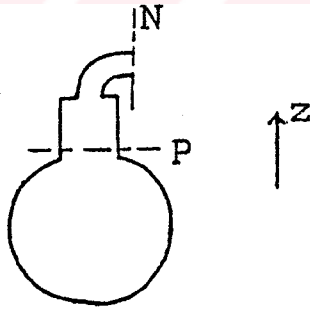
Rawn, C_D 'nin, $(V^2_B/2g)$ ile $E_B - Z_p - (P_p/\tau_0)$ arasındaki oran ile ilişkili olduğunu göstermiştir. C_D 'nin değerleri bu orana bağlı olarak Rawn tarafından verilmiş bir diyagramdan alınabilmektedir.

Şekil 8, yayıcının orifis yapısını göstermektedir. P ve N kesitleri arasında enerji kaybı,

$$\Delta E_{PN} = E_p - E_N = \zeta_{PN} \left(\frac{u^2}{2g} \right) \quad (9)$$

ζ_{PN} = Yük kaybı katsayısı

Yukarıda verilen yayıcıya ait 4 elemanın formüllerinin birleştirilmesi ile bütün yayıcıyı sistemin akış ve enerji koşulları belirlenebilir. Ana boru için bir yayıcının girişinde toplam enerji, en uçtaki çıkış ucuna ait toplam enerjinin (denk. 2), küçük kayıplarının (denk. 3) ve sürtünme kayıplarının (denk. 4) ve boru çapı değişimlerinden doğan küçük yük kayıplarının toplanması ile bulunur.



Şekil 8. Yayıcı boru ve orifis

2 ve 9 denklemlerinden,

$$E_A - Z_p - \frac{P_p}{\tau_0} = E_A - E_p + \frac{V^2_p}{2g}$$

yazılabilir. Buradanda,

$$E_A - Z_P - \frac{P_P}{\tau_0} = E_A - E_N - \zeta_{PN} \frac{u^2}{2g} + \frac{V^2_P}{2g}$$

$$E_A - Z_P - \frac{P_P}{\tau_0} = E_A - Z_N - \frac{P_N}{\tau_0} - (1 + \zeta_{PN}) \frac{u^2}{2g} + \frac{V^2_P}{2g} \quad (10)$$

10 No'lu denklem, 8 No'lu denklemde yerine konularak, ve E_A 'nın E_B 'ye eşit olduğu kabulü ile,

$$\left[\frac{1}{C^2_D} + (1 + \zeta_{PN}) \frac{a^2_P}{a^2_N} - 1 \right] V^2_P = 2g \left(E_B - Z_N - \frac{P_N}{\tau_0} \right) \quad (11)$$

a_P ve a_N , P ve N noktalarındaki kesit alanlarını göstermektedir. Desarj katsayısı V_P 'ye bağlı olduğu için, V_P değerini 11 No'lu denklemden ancak bir tekrarlama yöntemi kullanılarak bulmak mümkün olabilir.

V_P 'nin hesaplanan değerinden akış dağılımı için,

$$a_A \cdot V_A = a_P \cdot V_P + a_B \cdot V_B \quad (12)$$

yazılabilir.

Eğer desarj işlemi orifis olmadan direkt olarak borunun üzerinde bırakılan çıkış ağızlarından yapılıyorsa,

$$a_P = a_N$$

$(1 + \zeta_{PN}) V^2_P = 0$ olacağından, 11 No'lu denklem aşağıdaki şekli alır,

$$V_P = C_D \left[2g (E_B - Z_N) - \frac{P_N}{\tau_0} \right]^{0.5} \quad (13)$$

Burada E, toplam yük olarak isimlendirilir ve,

$$E = E_B - Z_N - \frac{P_N}{\tau_0} \quad (14)$$

13 No'lu denklemde yerine konulursa,

$$V_p = C_D \cdot (2gE)^{0.5} \quad (15)$$

veya deşarj debisi olarak,

$$q = C_D \cdot a_p \cdot (2gE)^{0.5} \quad (16)$$

yazılabilir.

Yayıcının eğimli olduğu durumlarda,

$$h_z = \left(\frac{\tau_{deniz} - \tau_0}{\tau_0} \right) \cdot (1 \cdot \sin\beta) \quad (17)$$

yazılarak 14 No'lu denkleme eklenir.

h_z : Yayıcı eğimi nedeniyle çıkış ucunda oluşan yük artımı

β : Yayıcının yatayla yaptığı açısı

τ_{deniz} : Deniz suyunun birim hacim ağırlığı

τ_0 : Atık suyun birim hacim ağırlığı

Yukarıda verilen hidrolik analiz, yayıcıların hesaplanmasında bazı hidrolik parametrelerin öncelikli seçiminin gerekli olduğunu göstermektedir. Örneğin, yayıcı hesabının başlangıcında deşarj katsayısı ve toplam yük (E) seçilmek

durumundadır. Ayrıca, yayıcı borularda hız 0.6-0.9 m/sn aralığında seçilebilmektedir. Benzeri seçimler boruların stabilite hesaplarında kullanılan hidrolik parametreler için de yapılmak durumundadır. Bunlara ek olarak, orifis şekli ve boru çeşit ve tipinin seçimi önemlidir. Bu parametrelerin tahmin ve seçimi sistemin ekonomiklik ve çalışma verimi açısından optimuma ulaştırılmasında önemlidir. Bu çerçevede içinde, yayıcıların jet difüzyonu, v.b. gibi konularda çeşitli araştırmalar yapılmış olmakla birlikte [20, 21] sistemlerin hidrolik parametrelere dayanımlı olarak programlanarak ekonomi ve verim açısından optimizasyonu üzerinde çalışmalar yapılmalıdır.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, deniz deşarjı yayıcıları iç hidroligi hesaplarında, seçilen hidrolik parametrelerin yalnızca birinin değiştirilip, seçilecek diğer parametrelerin sabit tutulması halinde, yayıcı hidrolojindeki ve boyutlandırılmasındaki değişimler teorik olarak incelenmiştir.

Bu amaçla, en etkin üç hidrolik parametrenin değerleri minimum ve maksimum sınırlar arasında, ayrı ayrı yayıcı sistemlerinde değiştirilmiş ve oluşan hidrolik değişimler elde edilmiştir. Çıkış ucu şekilleri ve tiplerinin ne gibi bir etki oluşturduğunun belirlenebilmesi için de yapılan çalışmalar, çan ağızlı çıkış ucu (Ç.A.), keskin kenarlı çıkış ucu kalın et kalınlıklı boruda (K.K.B.) ve keskin kenarlı çıkış ucu ince et kalınlıklı boruda (K.I.B.) seçenekleri için yinelenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, 171 tane yayıcı sistem boyutlandırılmış ve bu sistemlerden elde edilen 20304 tane veriden, hidrolik parametrelerdeki değişimleri ortaya koyan 2340 tanesi kullanılmıştır.

Bu çalışmada değerleri minimum ve maksimum sınırlar arasında değiştirilerek, incelemelerin yapıldığı hidrolik parametreler şunlardır:

1. Yayıcının en uç çıkış ucundaki hidrolik yük (E_1),
2. Darcy sürtünme katsayısı (f),
3. Yayıcının yatayla yaptığı açısı (β).

2.1. YÖNTEM

Deniz deşarjı yayıcıları arasında karşılaştırma yapılabilmesi için, sistemlerin aynı hidrolik parametreler kullanılarak ve aynı projelendirme kurallarına uyularak

boyutlandırılması gerekir. Bu yüzden, çalışmada üzerinde inceleme yapılacak deniz deşarjı yayıcı sistemi şu şekilde seçilmiştir:

Çıkış uçları doğrudan yayıcı borunun enkesitinde yatay eksen üzerinde, biri sağa, diğeri sola bakacak şekilde sırtmalı olarak, yükseltici boru kullanılmaksızın açılmış, en uç çıkış ucu ($n=1$) açık denize doğru bakacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 9) (n : çıkış ucu numarası). Çıkış uçları dairesel olup, çan ağızlı çıkış uçları çan şeklinde, keskin kenarlı çıkış uçları ise silindirik şeklinde yayıcı boru duvarı içinde yer alacak biçimde tasarlanmıştır. Keskin kenarlı çıkış ucunun, kalın et kalınlıklı boruda olması şartı $(t/d) \geq 1$ ve ince et kalınlıklı boruda olması şartı $(t/d) < 0.5$ 'tir.

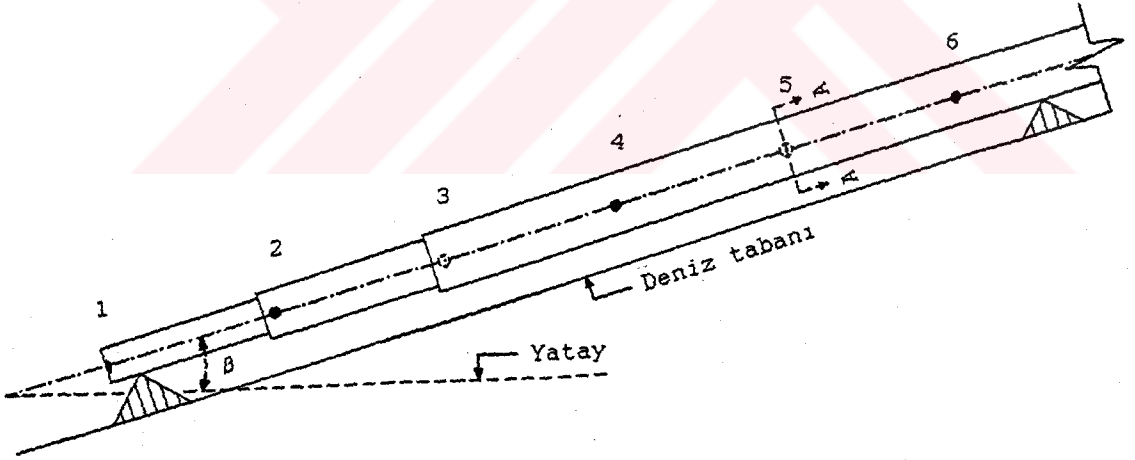
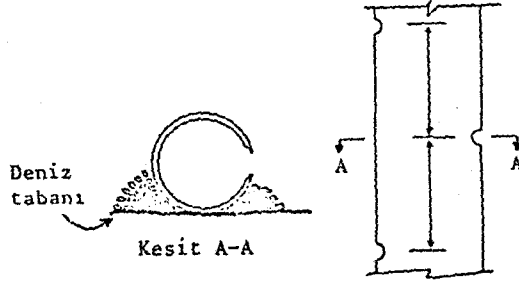
t: Yayıcı boru et kalınlığı

d: Çıkış ucu çapı

Yayıcılarının tasarımı yapılırken, boyutlandırmaya açık deniz tarafından ($n=1$) başlanarak, boru iç hızı minimum olacak şekilde boru iç çapı seçilmiştir. Debinin, yayıcının kıyı tarafına doğru artması sonucu, boru iç hızı maksimum değeri aştığında, boru çapı yeniden minimum hıza göre belirlenmiş ve hız her maksimuma ulaştığında boru çapı aynı şekilde minimum hıza göre boyutlandırılmıştır. Yayıcı boru çapları, boru iç hız sınırları dışında başka herhangi bir şekilde kısıtlandırılmamış ve debi gereksinimlerine göre serbestçe belirlenmiştir. Ancak, karışıklığı önlemek açısından, boru çapı değişimleri sadece santimetreler mertebesinde yapılmıştır.

Hidrolik parametrelerin farklılığından ötürü oluşacak karışıklığı önlemek için, bütün yayıcı sistemlerinin boyutlandırılmasında "genel sabitler" kullanılarak düzen sağlanmıştır. Oluşturulan yayıcı sistemlerinin incelenmesini

kolaylaştırmak için bir "esas sistem" seçilmiş ve diğer sistemlerin karşılaştırılması bu sisteme göre yapılmıştır.



Sekil 9. Çıkış uçları doğrudan boru üzerine sasırtmalı olarak yerleştirilmiş bir deniz desarjı yayıcısı

2.2. GENEL SABİTLER

$$d = 0.15 \text{ m}$$

$$V_{\min} = 0.6 \text{ m/sn}$$

$$V_{\max} = 0.9 \text{ m/sn}$$

$$\text{Toplam çıkış ucu alanı/Yayıcı boru alanı} = 0.55 \text{ (maks.)}$$

$$l = 3 \text{ m}$$

Ayrıca, aksi belirtilmedikçe, yayıcı yatıdır ($\beta = 0^\circ$) ve $f = 0.03$ 'tür.

2.3. ESAS SİSTEM

Genel sabitlere ek olarak, esas sistemde $N = 15$ adet, çıkış uçları çan ağızlı, $f = 0.03$, yayıcı yatay, $E_1 = 0.23 \text{ m}$ ve $Q = 493.0106 \text{ l/sn}$ 'dir.

Esas sistemin özelliği, pratikte kolaylıkla karşılanılabilecek bir sistem olmasıdır. Darcy sürtünme katsayısının değeri, sıklıkla kullanılan orta pürüzlülüklü betonarme desarj borusuna aittir. Desarj debisi ise, orta büyüklükteki bir kentin atık su debisidir.

N : Yayıcının toplam çıkış ucu sayısı

E_1 : Yayıcının en uç (açık deniz tarafı) çıkış ucundaki hidrolik yük

2.4. YAPILAN ÇALIŞMALARIN SINIFLANDIRILMASI

Seçilen üç hidrolik parametrenin, yayıcı hidroliği üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla, toplam 21 tane araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmalardan ilk üçü (A. 1-3) E_1 'in etkilerinin, 9 tanesi (A. 4-12) f 'nin etkilerinin ve son 9 tanesi A. 13-21 ise β 'nin etkilerinin belirlenmesine

yöneliktir. Araştırmaların toplu şekilde dökümü Tablo 1'de verilmiştir.

Yapılan bütün araştırmalarda Ç.A., K.K.B. ve K.f.B. ı-kış ucu tipleri kullanılmış ve tüm araştırmalarda $N= 5,10$ ve 15 adet'lik yayıcılar ele alınmıştır. Böylece, hem çıkış ucu tiplerine göre hidrolik değişimler elde edilmiş, hem de elde edilen sonuçların yayıcı çıkış ucu adedinin artışına göre nasıl bir değişim gösterdiği ortaya konmuştur. Sadece E_1 'in değişimi incelenirken A. 2 ve A. 3'te $N= 15$ adet'ten büyük yayıcı sistemler kullanılması gerekmifitir.

Tablo 1. Araştırmaların Sınıflandırılması.

Değişken Parametre	Araştırma No.	Çıkış Ucu Sekli	N [Adet]	Elde Edilen Değişimler
E ₁	1	Ç.A.	15	E ₁ -N, q-n, E-n
	2	K.K.B.	18	Dana boru-N
	3	K.i.B.	21	NKeskin-NC.A.
f	4	Ç.A.	5	q-n E-n Q-f
	5	K.K.B.	5	
	6	K.i.B.	5	
	7	Ç.A.	10	
	8	K.K.B.	10	
	9	K.i.B.	10	
	10	Ç.A.	15	
	11	K.K.B.	15	
	12	K.i.B.	15	
β	13	Ç.A.	5	q-n E-n Q-β
	14	K.K.B.	5	
	15	K.i.B.	5	
	16	Ç.A.	10	
	17	K.K.B.	10	
	18	K.i.B.	10	
	19	Ç.A.	15	
	20	K.K.B.	15	
	21	K.i.B.	15	

2.5. E_1 'İN DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

E_1 , bir deniz deşarjı yayıcısının projelendirilmesinde değeri seçilen ilk parametrelerden biridir. Bu nedenle, yayıcının boyutlandırılmasını doğrudan etkiler. Bu etkileri belirleyebilmek için önce esas sistem boyutlandırılmıştır. Q değeri olabildiğince sabit tutularak (493.0106 l/sn) aynı debiyi geçirebilecek, daha az sayıda çıkış ucuna sahip yayıcılar, E_1 'in kademeli olarak artırılmasıyla, deneme-yanılma yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. İlk olarak, A. 1'de Ç.A. için elde edilen E_1 -N değişimi, A. 2'de K.K.B. için ve A. 3'te K.I.B. için elde edilmiştir. Ortaya çıkan veriler kullanılarak E_1 -N, $N= 5, 10$ ve 15 adet için q - n ve E - n , ayrıca Dana boru-N, N_{Keskin} -NÇ.A. değişimleri grafiklerle gösterilmiştir (Şekil 10-18).

A. 1-3 araştırmaları yapılırken, genel sabitlerin dışında aşağıdaki parametreler de sabit tutulmuştur:

$$Q= 493.0106 \text{ l/sn}$$

$$f= 0.03$$

$$\beta= 0^\circ$$

Diğer parametrelerinin değişiminin incelendiği diğer çalışmalarda (A. 4-21) $N= 5, 10$ ve 15 adet'lik yayıcıların boyutlandırılmasında, A. 1-3'ten alınan E_1 değerleri kullanılmıştır. Böylece, daha rahat karşılaştırma yapılabilmesi sağlanmıştır.

2.6. f 'NİN DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

Yayıcı borunun pürüzlülüğüne ve yapıldığı malzemenin cinsine göre değişiklik gösteren f , sürekli yük kaybını oluşturan başlıca etkenlerden biridir. İçinden su geçen borularda f değerinin değişim aralığı daha geniş olmasına

rağmen, bu aralık uygulamada atık su yayıcı boruları için sadece $f = 0.0191-0.0505$ olarak oluşmaktadır. Bu nedenle, f 'nin değişimini incelemeye $f_{\min} = 0.0191$ 'den başlanmış, $f = 0.02-0.05$ arasında 0.005 'lik artımlar kullanılarak, $f_{\max} = 0.0505$ değerine kadar ulaşılmıştır. f 'nin bu değişimi sırasında, $N = 5, 10$ ve 15 adet'lik yayıcı sistemleri üzerinde Ç.A., K.K.B. ve K.I.B. bulunması durumlarında oluşan hidrolik değişimler elde edilmiştir. elde edilen veriler kullanılarak $q-n$, $E-n$ ve $Q-f$ değişimleri grafiklerle gösterilmiştir (Şekil 19-48). $q-n$ ve $E-n$ değişimlerini veren grafiklerde, gösterimi kolaylaştırmak bakımından, f 'nin sadece minimum, esas sistem ve maksimum değerlerine göre oluşan değişimler gösterilmiştir.

A. 4-12 araştırmaları yapılırken, genel sabitler dışında, $\beta = 0^\circ$ değeri de sabit tutulmuştur.

2.7. β 'NİN DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

β , doğrudan doğruya yayıcının yerleştirileceği arazinin topografyasına bağlı bir parametredir. Pratikte, $\beta = 0^\circ-15^\circ$ aralığında değişmekle birlikte, gerekli şartların sağlandığı durumlarda, β 'nin maksimum değeri 45° 'ye kadar ulaşabilmektedir. Bu nedenle, yapılan araştırmalarda $\beta = 0^\circ$ 'den 45° 'ye kadar 15° 'lik artışlar kullanılmıştır. $N = 5, 10$ ve 15 adet'lik yayıcı sistemleri üzerinde Ç.A., K.K.B. ve K.I.B. bulunması durumlarında oluşan hidrolik değişimler elde edilmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak, $q-n$, $E-n$ ve $Q-\beta$ değişimleri grafiklerle gösterilmiştir (Şekil 49-78).

A. 13-21 araştırmaları yapılırken, genel sabitler dışında, $f = 0.03$ değeri de sabit tutulmuştur. Ayrıca aşağıda verilen değerlerin kullanılmasına da gerek duyulmuştur:

$$\begin{aligned} \tau_0 &= 1 \text{ gr/cm}^3 \text{ (Atık su değeri için kabul yapıldı)} \\ \tau_{\text{deniz}} &= 1.0146 \text{ gr/cm}^3 \text{ (Karadeniz, Trabzon)} \end{aligned}$$

2.8. GRAFIKLER

Yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkan verilerin değerlendirilmesini kolaylaştırmak için grafiklerden yararlanılmıştır (Şekil 10-78). Bu grafiklerde, her bir noktanın apsis değerinin altında, çizelge içinde tam ordinat değerleri verilmiştir. Apsis eksenin sembolü, çizelgenin altında; ordinat eksenin sembolü ise eksenin hemen üzerindedir. Apsis sembolünün altında, hangi çizgi ve nokta tipinin, neyi belirttiğini gösteren bir de lejant bulunmaktadır.

2.9. YAYICILARIN ÇAP DEĞİŞİMLERİ

Grafiklerde q -n değişimleri gösterilen tüm $N= 5, 10$ ve 15 adet çıkış uçlu sistemlerin çap değerleri Ek Tablo'larda verilmiştir. E_1 'in değişiminin incelenmesinde kullanılan yayıcıların çap değerleri Ek Tablo 1'de, f 'nin değişiminin incelenmesinde kullanılanlar Ek Tablo 2, 3 ve 4'te, β 'nin değişiminin incelenmesinde kullanılanlar ise Ek Tablo 5, 6 ve 7'de verilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. E₁'İN DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

Çıkış ucu şekline bağlı olarak, çıkış ucu adedinin, 1 numaralı çıkış ucu üzerindeki hidrolik yüke (E₁) göre değişimi Şekil 10'da verilmiştir. Verilen E₁-N değişiminde, en yüksek E₁ değerleri K.I.B. tipinde, daha düşük değerler K.K.B. tipinde, en düşük olarak ta Ç.A. tipinde görülmektedir. Ayrıca, N= 17 adet'ten çok çıkış uclu olan yayıcıların tamamında toplam çıkış ucu alanı/boru kesit alanı sınırlaması sağlanamamıştır.

N= 5 adet çıkış uclu yayıcıların q-n değişimi Şekil 11'de verilmiştir. q-n değişimi, düzgün bir değişim göstermemektedir. Aynı yayıcıların E₁-n değişimi Şekil 12'de verilmiştir. E. bu değişim sırasında daima n= 1'de minimum değerini almakta, n arttıkça E de artmakta ve n= 5 olup sonucu çıkış ucuna gelindiğinde maksimum değerine ulaşmaktadır. Her bir yayıcının ilk çıkış ucunda oluşan minimum değer ile maksimum E değeri arasındaki artış miktarı ve yayıcıların maksimum E değerleri arasındaki karşılaştırmalar aşağıda verilmektedir:

Ç.A.:

$$E_5 - E_1 = 1.944 - 1.931 = 0.013 \text{ m}$$

$$\text{Artış} : \% 0.673$$

K.K.B.:

$$E_5 - E_1 = 3 - 2.987 = 0.013 \text{ m}$$

$$\text{Artış} : \% 0.435$$

K.I.B.:

$$E_5 - E_1 = 4.302 - 4.289 = 0.013 \text{ m}$$

$$\text{Artış} : \% 0.303$$

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{CA} = 1.944 \text{ m (min.)}$$

$$E_{KKB} = 3 \text{ m}$$

$$E_{KKB} - E_{CA} = 3 - 1.944 = 1.056 \text{ m}$$

$$\text{Fark: } \% 54.321$$

$$E_{KIB} = 4.302 \text{ m}$$

$$E_{KIB} - E_{CA} = 4.302 - 1.944 = 2.358 \text{ m}$$

$$\text{Fark: } \% 121.296$$

N= 10 adet çıkış uçlu yayıcıların q-n değişimi Şekil 13'te verilmiştir. Bu değişimin 6zellikleri, N= 5 adet olan yayıcılarınkıyla aynıdır. E-n değişimi ise Şekil 14'te verilmiştir. Bu değişimin de 6zellikleri N= 5 adet olan yayıcılarla aynı olup, değer karşılaştırmaları aşağıda verilmektedir:

C.A.:

$$E_{10} - E_1 = 0.539 - 0.507 = 0.032 \text{ m}$$

$$\text{Artış : } \% 6.312$$

K.K.B.:

$$E_{10} - E_1 = 0.803 - 0.771 = 0.032 \text{ m}$$

$$\text{Artış : } \% 4.15$$

K.I.B.:

$$E_{10} - E_1 = 1.128 - 1.096 = 0.032 \text{ m}$$

$$\text{Artış : } \% 2.92$$

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{CA} = 0.539 \text{ m (min.)}$$

$$E_{KKB} = 0.803 \text{ m}$$

$$E_{KKB} - E_{CA} = 0.803 - 0.539 = 0.264 \text{ m}$$

$$\text{Fark: } \% 48.98$$

$$E_{K1B} = 1.128 \text{ m}$$

$$E_{K1B} - E_{\text{ÇA}} = 1.128 - 0.539 = 0.589 \text{ m}$$

$$\text{Fark: } \% 109.276$$

N= 15 adet çıkış uçlu yayıcıların q-n değişimi Şekil 15'te verilmiştir. Bu değişimin özellikleri, N= 5 adet olan yayıcılarıncıyla aynıdır. E-n değişimi ise Şekil 16'da verilmiştir. Bu değişimin de özellikleri N= 5 adet olan yayıcılarla aynı olup, değer karşılaştırmaları aşağıda verilmektedir:

C.A.:

$$E_{15} - E_1 = 0.286 - 0.23 = 0.056 \text{ m}$$

$$\text{Artış : } \% 24.348$$

K.K.B.:

$$E_{15} - E_1 = 0.403 - 0.348 = 0.055 \text{ m}$$

$$\text{Artış : } \% 15.805$$

K.i.B.:

$$E_{15} - E_1 = 0.549 - 0.494 = 0.055 \text{ m}$$

$$\text{Artış : } \% 11.134$$

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{\text{ÇA}} = 0.286 \text{ m (min.)}$$

$$E_{KKB} = 0.403 \text{ m}$$

$$E_{KKB} - E_{\text{ÇA}} = 0.403 - 0.286 = 0.117 \text{ m}$$

$$\text{Fark: } \% 40.909$$

$$E_{K1B} = 0.549 \text{ m}$$

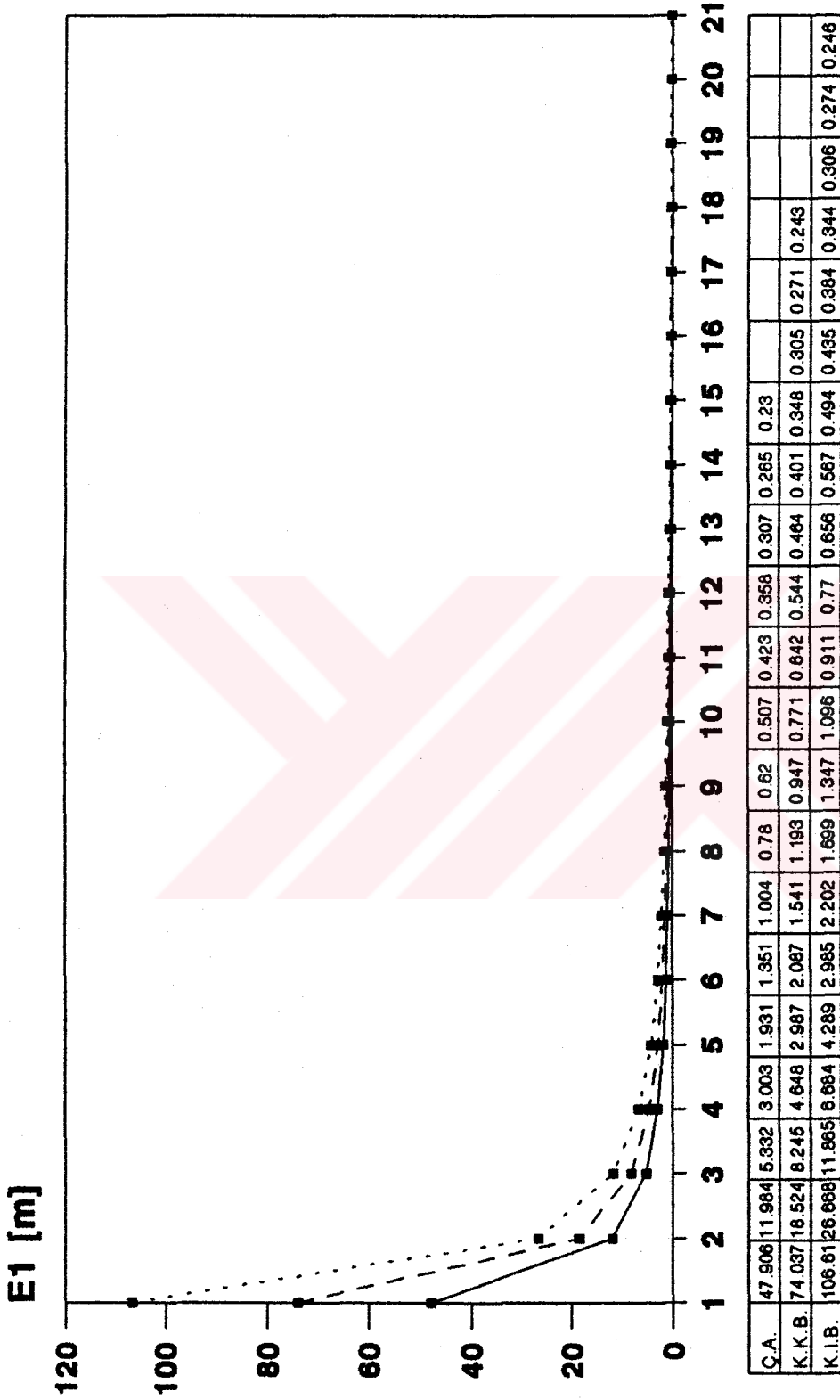
$$E_{K1B} - E_{\text{ÇA}} = 0.549 - 0.286 = 0.263 \text{ m}$$

$$\text{Fark: } \% 91.958$$

Çıkış tiplerine göre bütün yayıcıların Dana boru - N ilişkisi Şekil 17'de verilmiştir. Değişim, N= 1-11 adet'lik

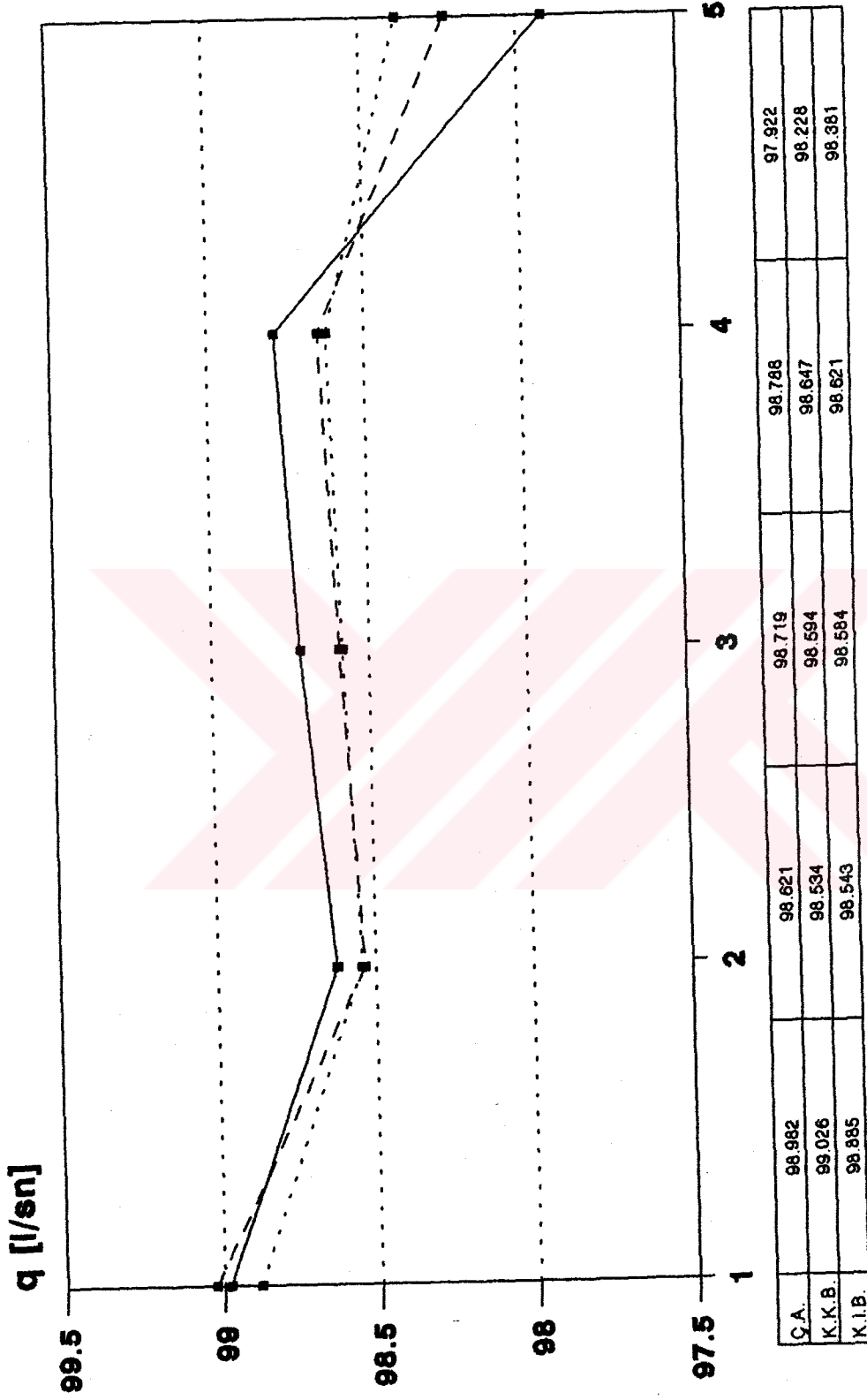
yayıcılarda çıkış ucu tiplerinden bağımsız oluşurken, $N= 11$ adet'ten daha fazla çıkış ucu olan yayıcıalarda farklı değişimler oluşmaktadır. Tüm ana boru çap değişimleri 0.84 m - 1.02 m değer aralığında gerçekleşmektedir.

E_1 -n değişimi verilerinden yararlanılarak, aynı E_1 değerine sahip C.A. tipi çıkış uçlu yayıcı sistemleriyle, keskin kenarlı çıkış ucu olan yayıcıaların, toplam çıkış ucu adetlerinin karşılaştırılması Şekil 18'de verilmiştir. Değişimde $N_{\text{ÇA}}$ değeri arttıkça, N_{Keskin} değerinin daha fazla arttığı görülmektedir. Bu daha fazla olan artışta K.K.B. değerleri, K.I.B. değerlerinden daha küçük olarak oluşmaktadır.



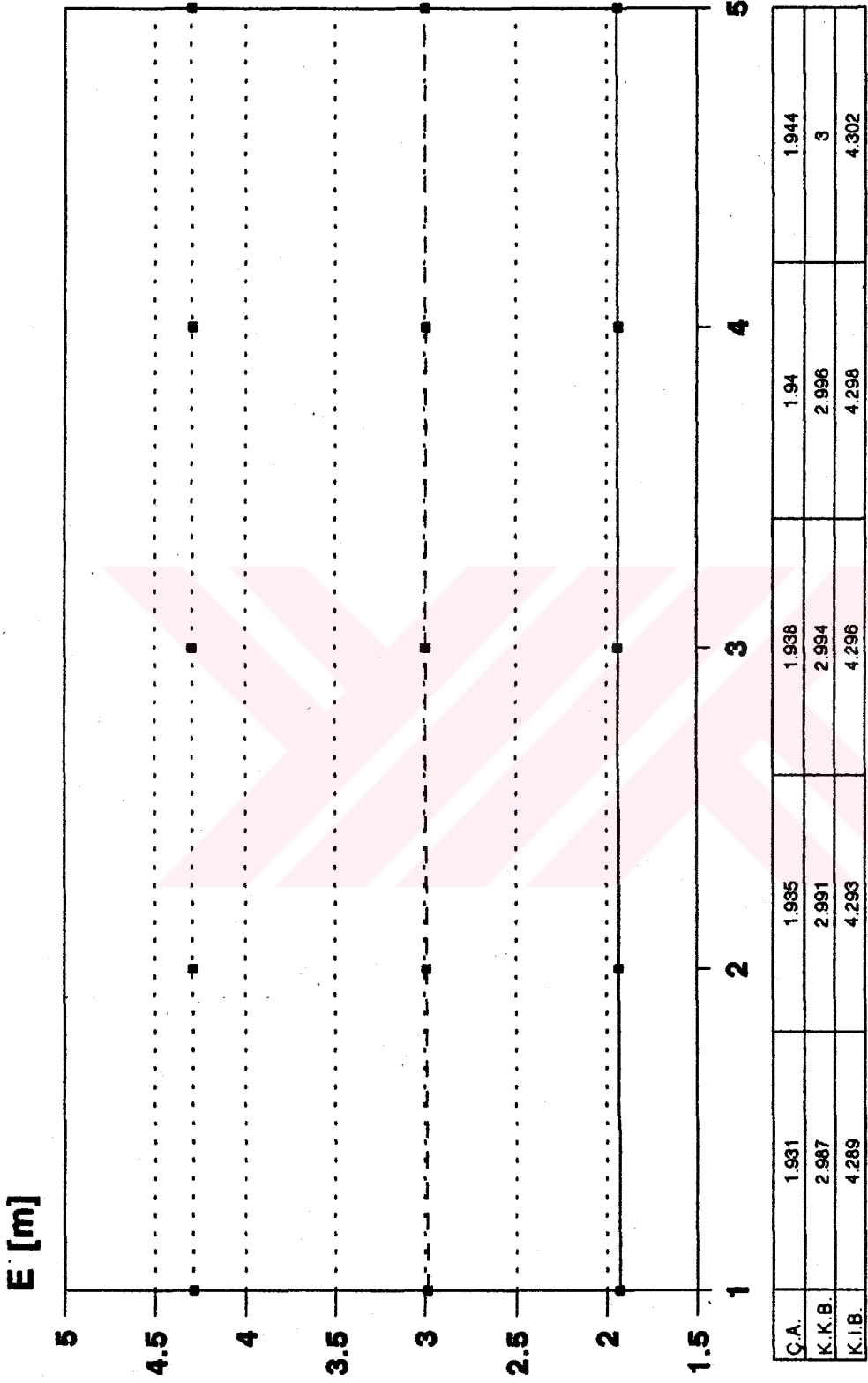
— Ç.A. — K.K.B. - - K.I.B.

Şekil 10. Yayıcı borunun ilk çıkış ucundaki hidrolik yük ile toplam çıkış ucu sayısı ilişkisi



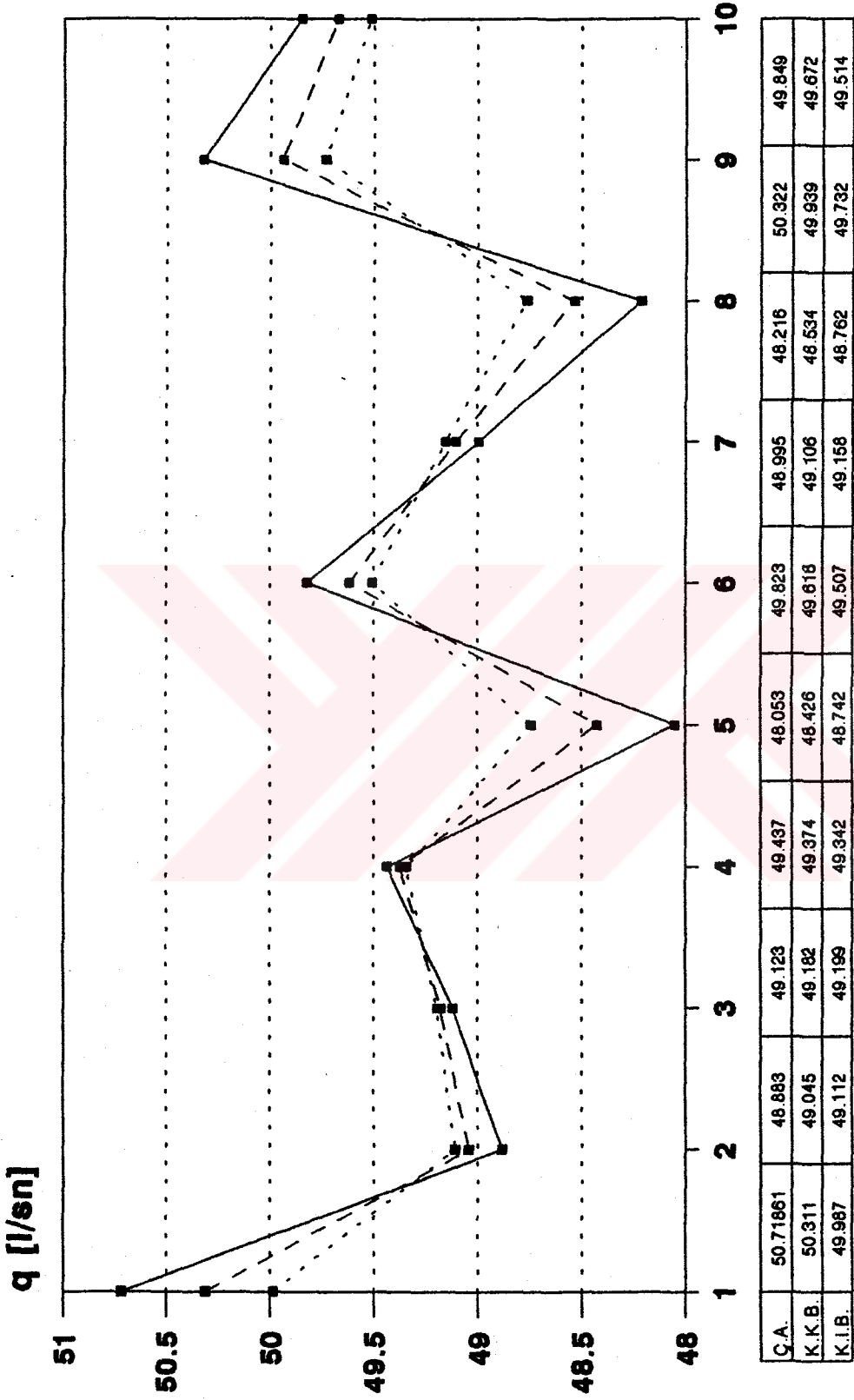
— Ç.A. — K.K.B. - - K.I.B.

Şekil 11. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=5)



—•— Ç.A. - - - K.K.B. ··· K.I.B.

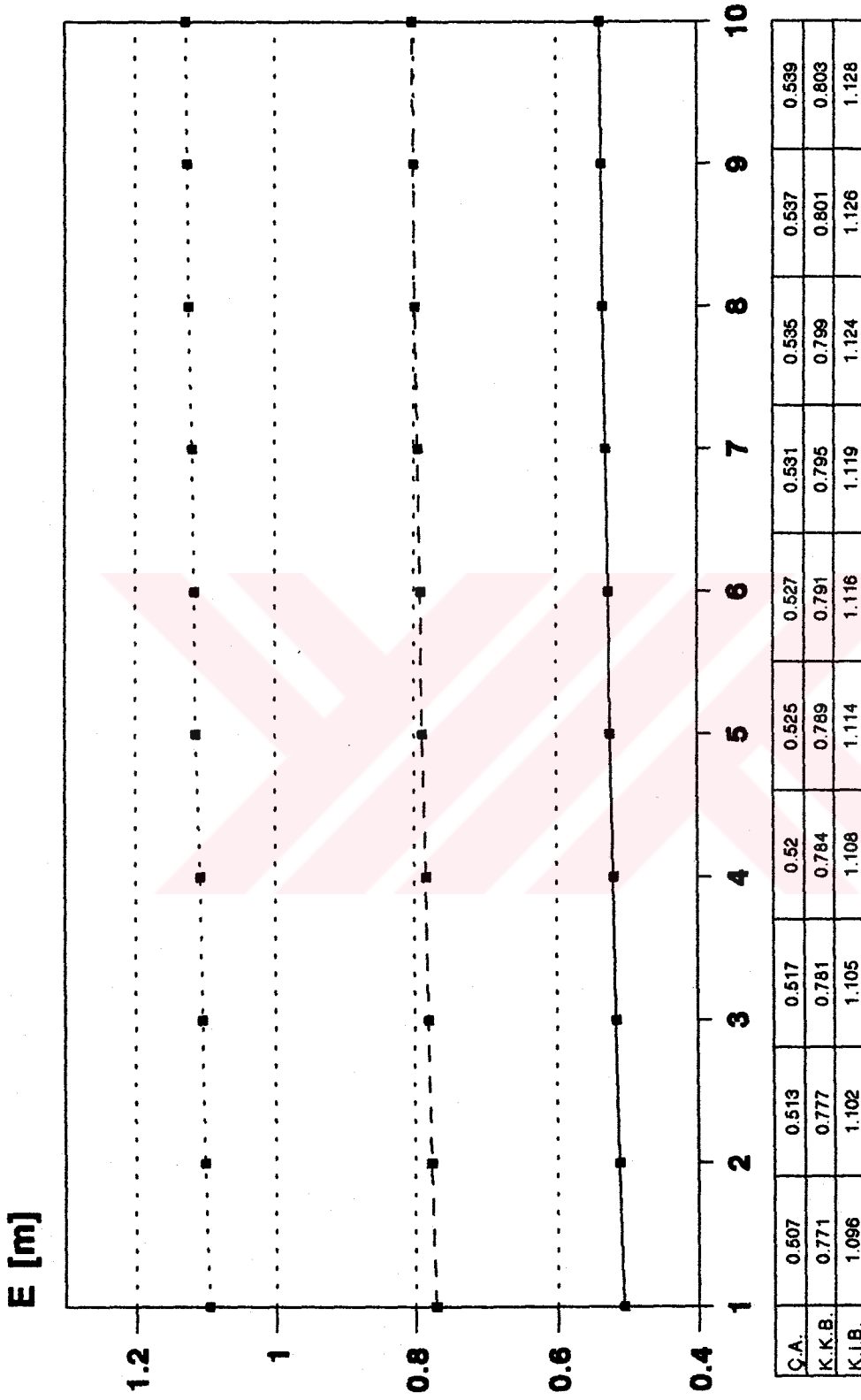
Şekil 12. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=5)



■ Ç.A. ■ K.K.B. ■ K.I.B.

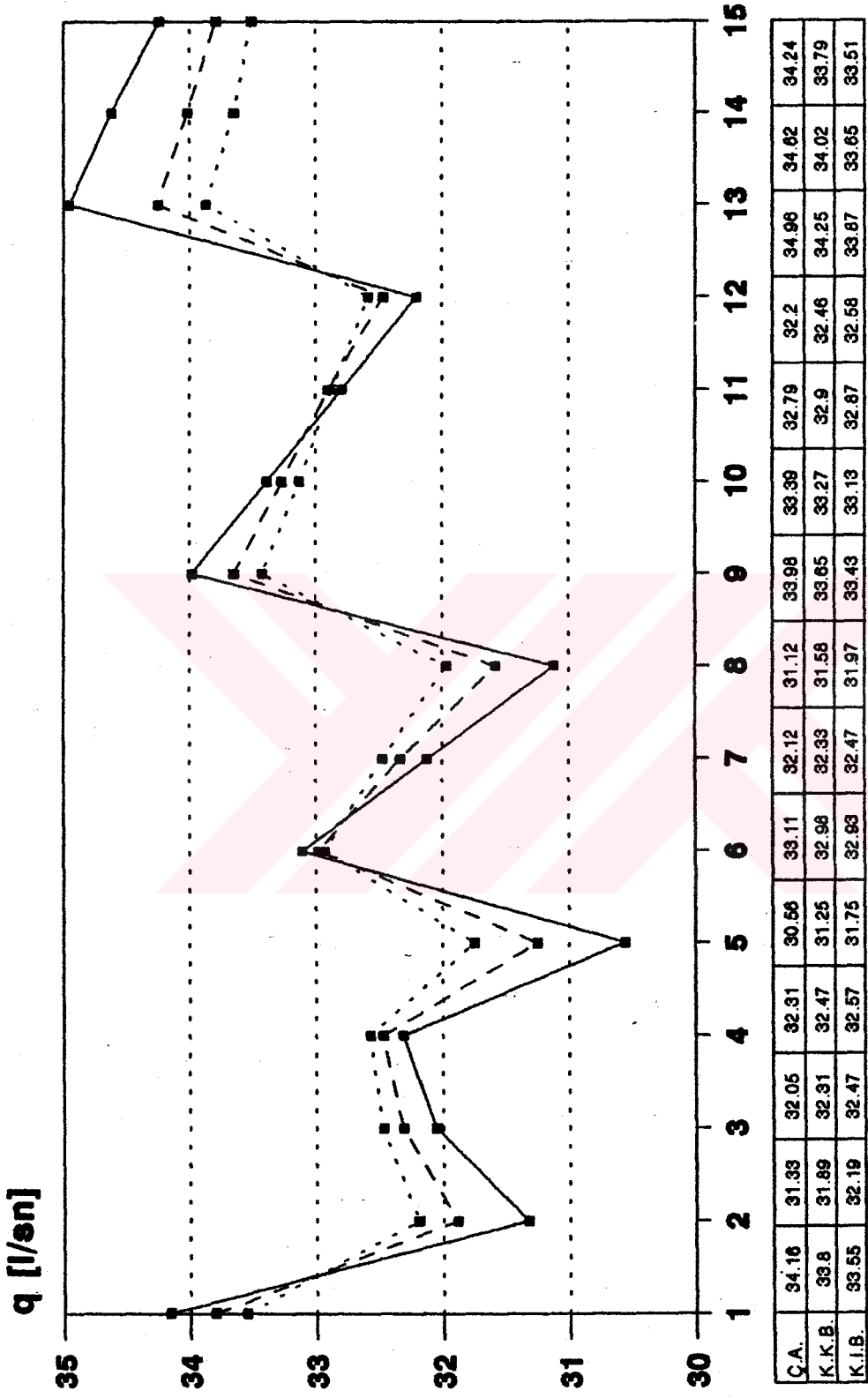
n

Şekil 13. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=10)



—•— Ç.A. —•— K.K.B. —•— K.I.B.

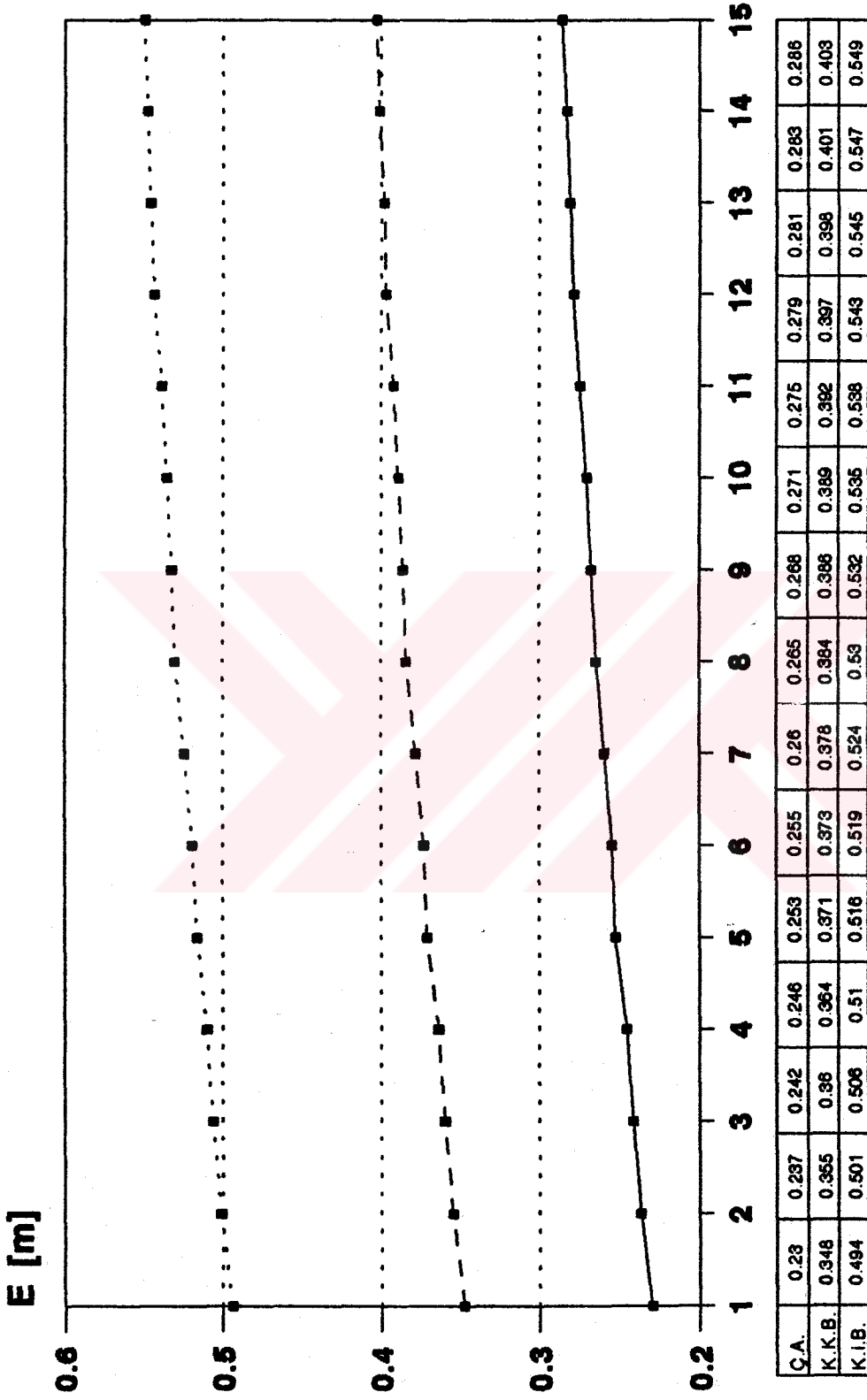
Şekil 14. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=10)



— Ç.A. - - K.K.B. ··· K.I.B.

n

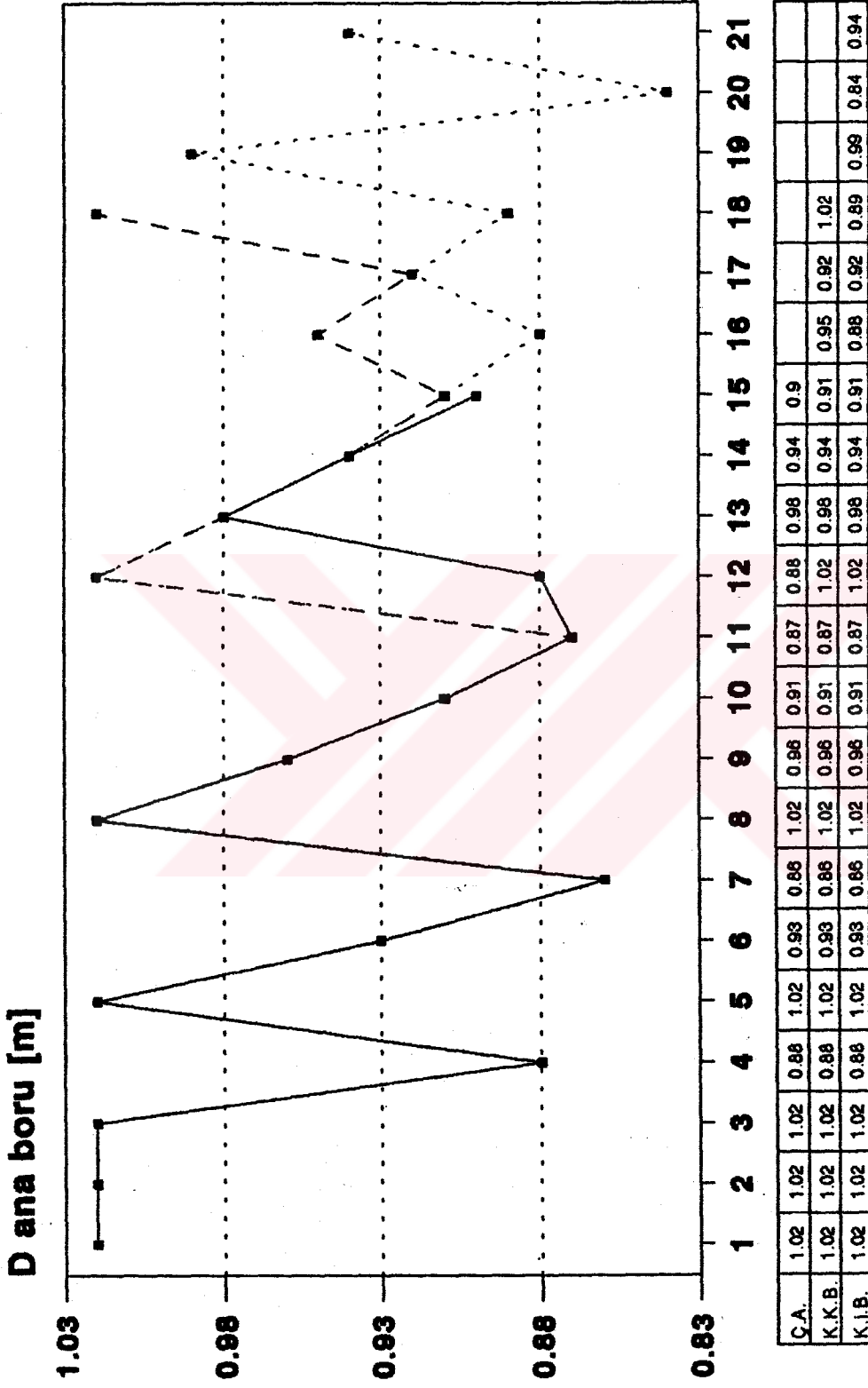
Şekil 15. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=15)



— Ç.A. - - K.K.B. — K.I.B.

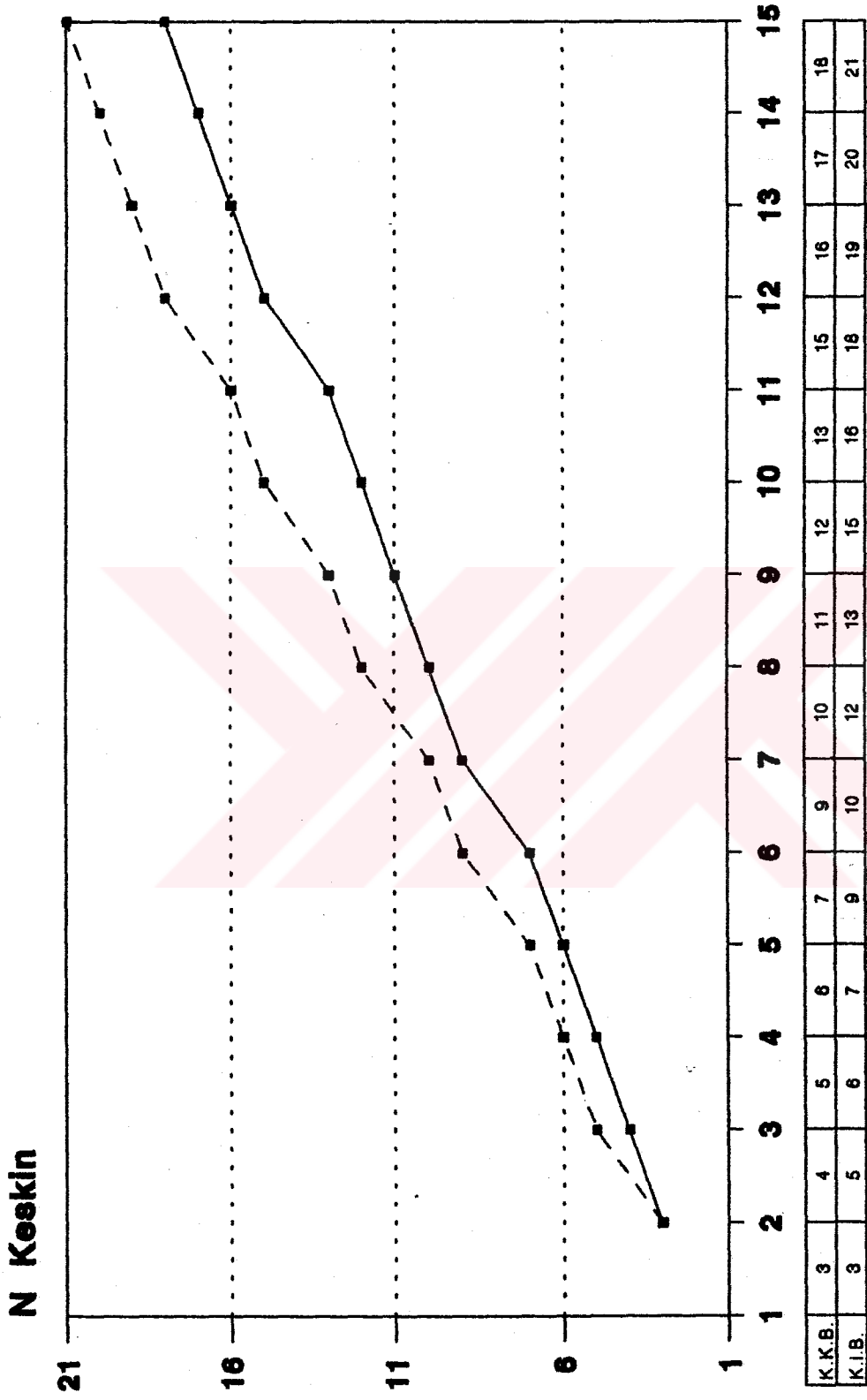
n

Şekil 16. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=15)



—•— Ç.A. —■— K.K.B. —▲— K.I.B.

Şekil 17. Ana deşarj borusu çapı ile çıkış ucu sayısı ilişkisi



Şekil 18. Keskin kenarlı ve çan ağızlı çıkış uçları toplam sayıları ilişkisi

3.2. f'NİN DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

3.2.1. Araştırma 4

N= 5 adet olan Ç.A. tipi çıkış uçlu yayıcılar da f'nin minimum, ara (f= 0.03) ve maksimum değerlerine göre oluşan q-n değişimi Şekil 19'da verilmiştir. Bu değişim, her bir yayıcı için benzer şekilde oluşmakta ve düzgün bir değişim göstermemektedir. f'nin minimum değerine göre hazırlanmış yayıcıda q'nun değeri hep minimum, f'nin ara değeri için q'nun değeri de ara, f'nin maksimum değeri için q'nun değeri de maksimum olacak şekilde oluşmaktadır. Bu yayıcıları E-n değişimi ise Şekil 20'de verilmiştir. E, bu değişim sırasında daima n= 1'de minimum değerini almakta, n arttıkça E de artmakta ve sonuncu çıkış ucuna gelindiğinde maksimum değerine ulaşmaktadır. E değerleri, f'nin minimum değerlerinde minimum, ara değerlerinde ara, maksimum değerlerinde ise maksimum değerler almaktadır. E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$f = 0.0191:$$

$$E_5 - E_1 = 1.939 - 1.931 = 0.008 \text{ m}$$

$$\text{Artış} : \% 0.414$$

$$f = 0.0505:$$

$$E_5 - E_1 = 1.952 - 1.931 = 0.021 \text{ m}$$

$$\text{Artış} : \% 1.088$$

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{fmin} = 1.939 \text{ m (min.)}$$

$$E_{fmaks} = 1.952 \text{ m}$$

$$E_{fmaks} - E_{fmin} = 1.952 - 1.939 = 0.013 \text{ m}$$

$$\text{Fark: } \% 0.67$$

A. 4'ün yayıcılarının Q-f ilişkisi Şekil 21'de verilmiştir. Bu ilişkiye göre, f'nin minimum değerinde Q değeri minimum olmakta, f arttıkça Q değeri de artmakta ve f maksimuma ulaştığında Q maksimum değerini almaktadır. Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$Q_{\text{maks}} - Q_{\text{min}} = 493.5948 - 492.7317 = 0.8631 \text{ l/sn}$$

Artış: % 0.175

3.2.2. Arastırma 5

N= 5 adet olan ve K.K.B. tipi çıkış uçlu yayıcıların f değerlerine göre q-n değişimi Şekil 22'de verilmiştir. Bu değişim A. 4'tekin benzeridir. Bu yayıcıların E-n değişimi ise Şekil 23'te verilmiştir. Bu değişimin özellikleri de A. 4'tekin benzeri olup, E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$f = 0.0191:$$

$$E_5 - E_1 = 2.995 - 2.987 = 0.008 \text{ m}$$

Artış : % 0.268

$$f = 0.0505:$$

$$E_5 - E_1 = 3.008 - 2.987 = 0.021 \text{ m}$$

Artış : % 0.703

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{\text{fmin}} = 2.995 \text{ m (min.)}$$

$$E_{\text{fmaks}} = 3.008 \text{ m}$$

$$E_{\text{fmaks}} - E_{\text{fmin}} = 3.008 - 2.995 = 0.013 \text{ m}$$

Fark: % 0.434

A. 5'in yayıcılarının Q-f ilişkisi Şekil 24'te verilmiştir. Bu değişimin özellikleri A. 4'tekin benzeridir.

Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$Q_{maks} - Q_{min} = 493.3922 - 492.8357 = 0.5565 \text{ l/sn}$$

Artıs: % 0.113

3.2.3. Araştırma 6

N= 5 adet olan ve K.I.B. tipi çıkış uçlu yayıcıların f değerlerine göre q-n değişimi Sekil 25'te verilmiftir. Bu değişim A. 4'tekinin benzeridir. Bu yayıcıların E-n değişimi ise Sekil 26'da verilmiftir. Bu değişimin özellikleri de A. 4'tekinin benzeri olup, E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$f = 0.0191:$$

$$E_5 - E_1 = 4.297 - 4.289 = 0.008 \text{ m}$$

Artıs : % 0.187

$$f = 0.0505:$$

$$E_5 - E_1 = 4.31 - 4.289 = 0.021 \text{ m}$$

Artıs : % 0.49

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{fmin} = 4.297 \text{ m (min.)}$$

$$E_{fmaks} = 4.31 \text{ m}$$

$$E_{fmaks} - E_{fmin} = 4.31 - 4.297 = 0.013 \text{ m}$$

Fark: % 0.303

A. 6'nın yayıcılarının Q-f ilişkisi Sekil 27'de verilmiftir. Bu değişimin zellikleri A. 4'tekinin benzeridir. Ayrıca, A. 4, A. 5 ve A. 6'nın Q-f ilişkileri hep birlikte Sekil 28'de verilmiftir. Bu sekilden, A. 4'n Q değerlerinin en büyük, A. 5'teki değerlerin daha küçük ve A. 6'daki değerlerin en küçük olduğu görülmektedir. Q değerlerinin

karsılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$Q_{maks} - Q_{min} = 493.2652 - 492.8805 = 0.3847 \text{ l/sn}$$

Artış: % 0.078

Maksimum Q değerlerinin karsılaştırılması:

$$Q_{KIB} = 493.2652 \text{ l/sn (min.)}$$

$$Q_{CA} = 493.5948 \text{ l/sn}$$

$$Q_{CA} - Q_{KIB} = 493.5948 - 493.2652 = 0.3296 \text{ l/sn}$$

$$\text{Fark: \% 0.067}$$

$$Q_{KKB} = 493.3922 \text{ l/sn}$$

$$Q_{KKB} - Q_{KIB} = 493.3922 - 493.2652 = 0.127 \text{ l/sn}$$

$$\text{Fark: \% 0.026}$$

3.2.4. Araştırma 7

N= 10 adet olan ve C.A. tipi cıkış uclu yayıcıların f değerlerine göre q-n değişimi Şekil 29'da verilmistir. Bu değişim, f= 0.0505 olan yayıcı hariç, diğer yayıcılarda A. 4'tekinin benzeridir. Bu yayıcıların E-n değişimi ise Şekil 30'da verilmistir. Bu değişimin özellikleri de A. 4'tekinin benzeri olup, E değerlerinin karsılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$f = 0.0191:$$

$$E_{10} - E_1 = 0.528 - 0.507 = 0.021 \text{ m}$$

$$\text{Artış : \% 4.142}$$

$$f = 0.0505:$$

$$E_{10} - E_1 = 0.566 - 0.507 = 0.059 \text{ m}$$

$$\text{Artış : \% 11.637}$$

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{fmin} = 0.528 \text{ m (min.)}$$

$$E_{fmaks} = 0.566 \text{ m}$$

$$E_{fmaks} - E_{fmin} = 0.566 - 0.528 = 0.038 \text{ m}$$

$$\text{Fark: } \% 7.197$$

A. 7'nin yayıcılarının Q-f ilişkisi Şekil 31'de verilmiştir. Bu değişimin zellikleri A. 4'tekinin benzeridir. Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$Q_{maks} - Q_{min} = 500.3674 - 490.1539 = 10.2135 \text{ l/sn}$$

$$\text{Artış: } \% 2.084$$

3.2.5. Araştırma 8

N= 10 adet olan ve K.K.B. tipi çıkış uclu yayıcıların f değerlerine göre q-n değişimi Şekil 32'de verilmistir. Bu değişim A. 4'tekinin benzeridir. Bu yayıcıların E-n değişimi ise Şekil 33'te verilmistir. Bu değişimin özellikleri de A. 4'tekinin benzeri olup, E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$f = 0.0191:$$

$$E_{10} - E_1 = 0.792 - 0.771 = 0.021 \text{ m}$$

$$\text{Artış : } \% 2.724$$

$$f = 0.0505:$$

$$E_{10} - E_1 = 0.826 - 0.771 = 0.055 \text{ m}$$

$$\text{Artış : } \% 7.134$$

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{fmin} = 0.792 \text{ m (min.)}$$

$$E_{fmaks} = 0.826 \text{ m}$$

$$E_{fmax} - E_{fmin} = 0.826 - 0.792 = 0.034 \text{ m}$$

$$\text{Fark: } \% 4.293$$

A. 8'in yayıcılarının Q-f ilişkisi Şekil 34'te verilmiştir. Bu değişimin özellikleri A. 4'teğinin benzeridir. Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$Q_{maks} - Q_{min} = 497.1842 - 491.0913 = 6.0929 \text{ l/sn}$$

$$\text{Artış: } \% 1.241$$

3.2.6. Araştırma 9

N= 10 adet olan ve K.I.B. tipi çıkış uçlu yayıcıların f değerlerine göre q-n değişimi Şekil 35'te verilmiştir. Bu değişim A. 4'teğinin benzeridir. Bu yayıcıların E-n değişimi ise Şekil 36'da verilmiştir. Bu değişimin özellikleri de A. 4'teğinin benzeri olup, E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$f = 0.0191:$$

$$E_{10} - E_1 = 1.116 - 1.096 = 0.02 \text{ m}$$

$$\text{Artış : } \% 1.825$$

$$f = 0.0505:$$

$$E_{10} - E_1 = 1.15 - 1.096 = 0.054 \text{ m}$$

$$\text{Artış : } \% 4.927$$

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{fmin} = 1.116 \text{ m (min.)}$$

$$E_{fmaks} = 1.15 \text{ m}$$

$$E_{fmaks} - E_{fmin} = 1.15 - 1.116 = 0.034 \text{ m}$$

$$\text{Fark: } \% 3.047$$

A. 9'un yayıcılarının Q-f ilişkisi Şekil 37'de verilmiştir. Bu değişimin özellikleri A. 4'tekinin benzeridir. Ayrıca, A. 7, A. 8 ve A. 9'un Q-f ilişkileri hep birlikte Şekil 38'de verilmiştir. Bu değişimin özellikleri de A. 4, A. 5 ve A. 6'ninkine benzerdir. Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$Q_{\max} - Q_{\min} = 495.8355 - 491.576 = 4.2595 \text{ l/sn}$$

Artış: % 0.866

Maksimum Q değerlerinin karşılaştırılması:

$$Q_{K1B} = 495.8355 \text{ l/sn (min.)}$$

$$Q_{CA} = 500.3674 \text{ l/sn}$$

$$Q_{CA} - Q_{K1B} = 500.3674 - 495.8355 = 4.5319 \text{ l/sn}$$

$$\text{Fark: \% 0.914}$$

$$Q_{KKB} = 497.1842 \text{ l/sn}$$

$$Q_{KKB} - Q_{K1B} = 497.1842 - 495.8355 = 1.3487 \text{ l/sn}$$

$$\text{Fark: \% 0.272}$$

3.2.7. Araştırma 10

N= 15 adet olan ve Ç.A. tipi çıkış uçlu yayıcıların f değerlerine göre q-n değişimi Şekil 39'da verilmiştir. Bu değişim, A. 4'tekinin benzeridir. Bu yayıcıların E-n değişimi ise Şekil 40'ta verilmiştir. Bu değişimin özellikleri de A. 4'tekinin benzeri olup, E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$f = 0.0191:$$

$$E_{15} - E_1 = 0.265 - 0.23 = 0.035 \text{ m}$$

$$\text{Artış : \% 15.217}$$

$$f = 0.0505:$$

$$E_{15} - E_1 = 0.326 - 0.23 = 0.096 \text{ m}$$

$$\text{Artış} : \% 41.739$$

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{fmin} = 0.265 \text{ m (min.)}$$

$$E_{fmaks} = 0.326 \text{ m}$$

$$E_{fmaks} - E_{fmin} = 0.326 - 0.265 = 0.061 \text{ m}$$

$$\text{Fark} : \% 23.019$$

A. 10'un yayıcılarının Q-f ilişkisi Şekil 41'de verilmiştir. Bu değişimin özellikleri A. 4'tekinin benzeridir. Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$Q_{maks} - Q_{min} = 517.154 - 480.283 = 36.871 \text{ l/sn}$$

$$\text{Artış} : \% 7.677$$

3.2.8. Araştırma 11

N= 15 adet olan ve K.K.B. tipi çıkış uçlu yayıcıların f değerlerine göre q-n değişimi Şekil 42'de verilmiştir. Bu değişim A. 4'tekinin benzeridir. Bu yayıcıların E-n değişimi ise Şekil 43'te verilmiştir. Bu değişimin özellikleri de A. 4'tekinin benzeri olup, E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$f = 0.0191:$$

$$E_{15} - E_1 = 0.383 - 0.348 = 0.035 \text{ m}$$

$$\text{Artış} : \% 10.057$$

$$f = 0.0505:$$

$$E_{15} - E_1 = 0.443 - 0.348 = 0.095 \text{ m}$$

$$\text{Artış} : \% 27.299$$

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{fmin} = 0.383 \text{ m (min.)}$$

$$E_{fmaks} = 0.443 \text{ m}$$

$$E_{fmaks} - E_{fmin} = 0.443 - 0.383 = 0.06 \text{ m}$$

$$\text{Fark: } \% 15.666$$

A. 11'in yayıcılarının Q-f ilişkisi Ėekil 44'te verilmiştir. Bu değişimin zellikleri A. 4'tekinin benzeridir. Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$Q_{maks} - Q_{min} = 508.5678 - 484.209 = 24.3588 \text{ l/sn}$$

$$\text{Artıs: } \% 5.031$$

3.2.9. Araştırma 12

N= 15 adet olan ve K.I.B. tipi çıkış uclu yayıcıların f değerlerine göre q-n değişimi Ėekil 45'te verilmiiştir. Bu değişim A. 4'tekinin benzeridir. Bu yayıcıların E-n değişimi ise Ėekil 46'da verilmiiştir. Bu değişimin özellikleri de A. 4'tekinin benzeri olup, E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$f = 0.0191:$$

$$E_{15} - E_1 = 0.529 - 0.494 = 0.035 \text{ m}$$

$$\text{Artıs : } \% 7.085$$

$$f = 0.0505:$$

$$E_{15} - E_1 = 0.588 - 0.494 = 0.094 \text{ m}$$

$$\text{Artıs : } \% 19.028$$

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{fmin} = 0.529 \text{ m (min.)}$$

$$E_{fmaks} = 0.588 \text{ m}$$

$$E_{fmax} - E_{fmin} = 0.588 - 0.529 = 0.059 \text{ m}$$

$$\text{Fark: } \% 11.153$$

A. 12'nin yayıcılarının Q-f ilişkisi Şekil 47'de verilmiştir. Bu değişimin özellikleri A. 4'tekinin benzeridir. Ayrıca, A. 10, A. 11 ve A. 12'nin Q-f ilişkileri hep birlikte Şekil 48'de verilmiştir. Bu değişimin özellikleri de A. 4, A. 5 ve A. 6'ninkine benzerdir. Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$Q_{maks} - Q_{min} = 504.059 - 487.062 = 16.997 \text{ l/sn}$$

$$\text{Artış: } \% 3.49$$

Maksimum Q değerlerinin karşılaştırılması:

$$Q_{K1B} = 504.059 \text{ l/sn (min.)}$$

$$Q_{CA} = 517.154 \text{ l/sn}$$

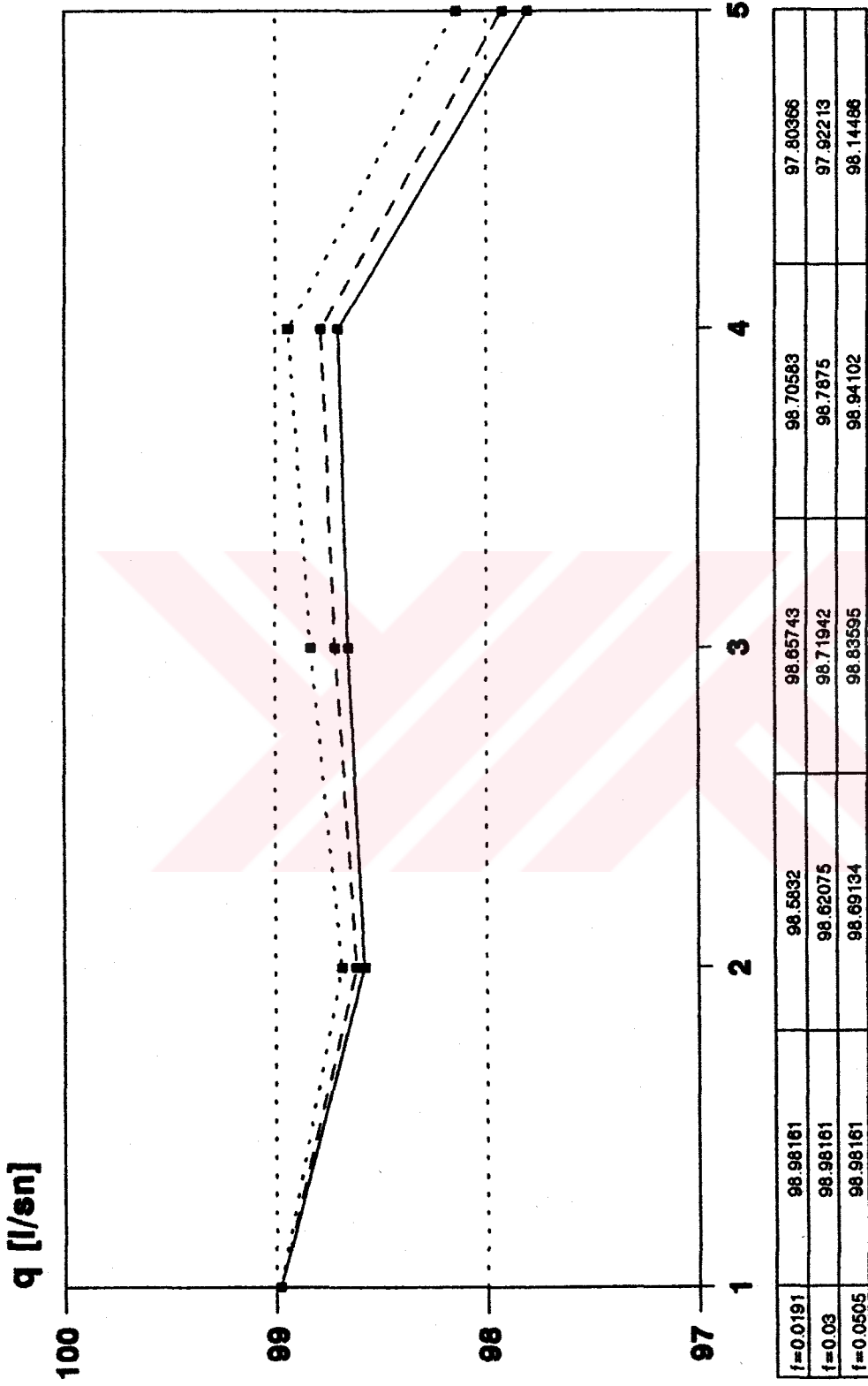
$$Q_{CA} - Q_{K1B} = 517.154 - 504.059 = 13.095 \text{ l/sn}$$

$$\text{Fark: } \% 2.598$$

$$Q_{KKB} = 508.5678 \text{ l/sn}$$

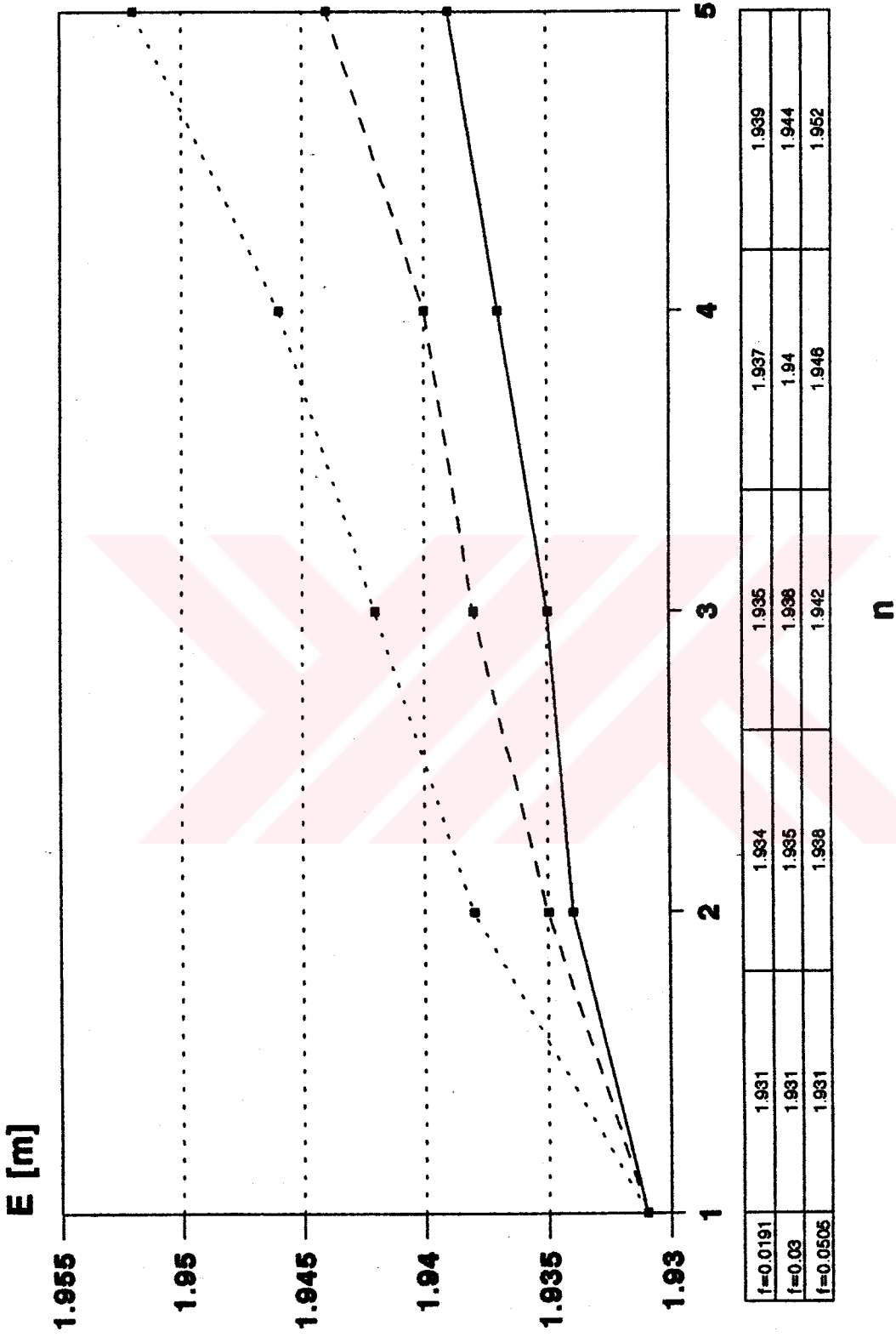
$$Q_{KKB} - Q_{K1B} = 508.5678 - 504.059 = 4.5088 \text{ l/sn}$$

$$\text{Fark: } \% 0.894$$

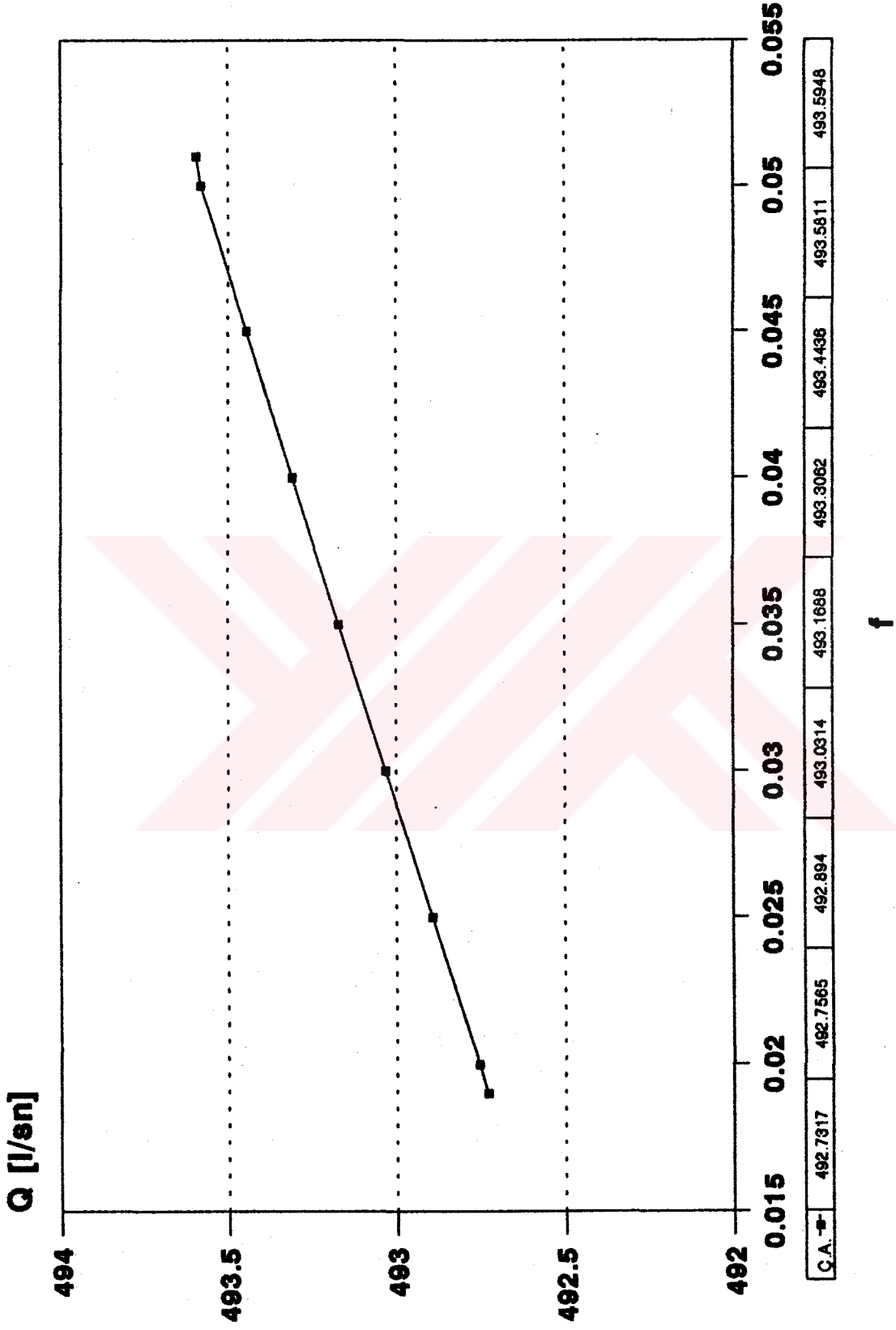


$f=0.0191$ $f=0.03$ $f=0.0505$

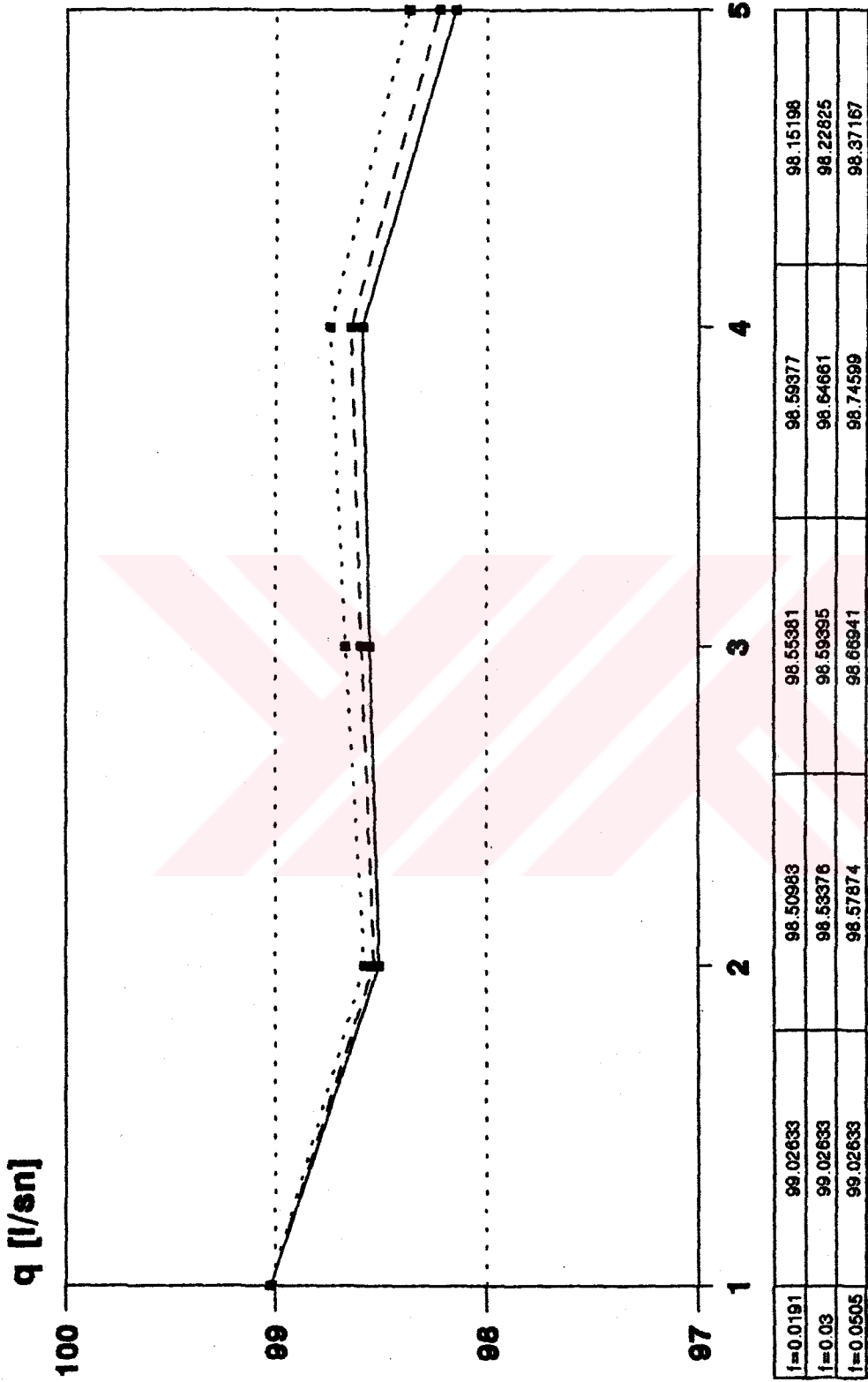
Şekil 19. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=5, Ç.A.)



ŞEKİL 20. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=5, Ç.A.)



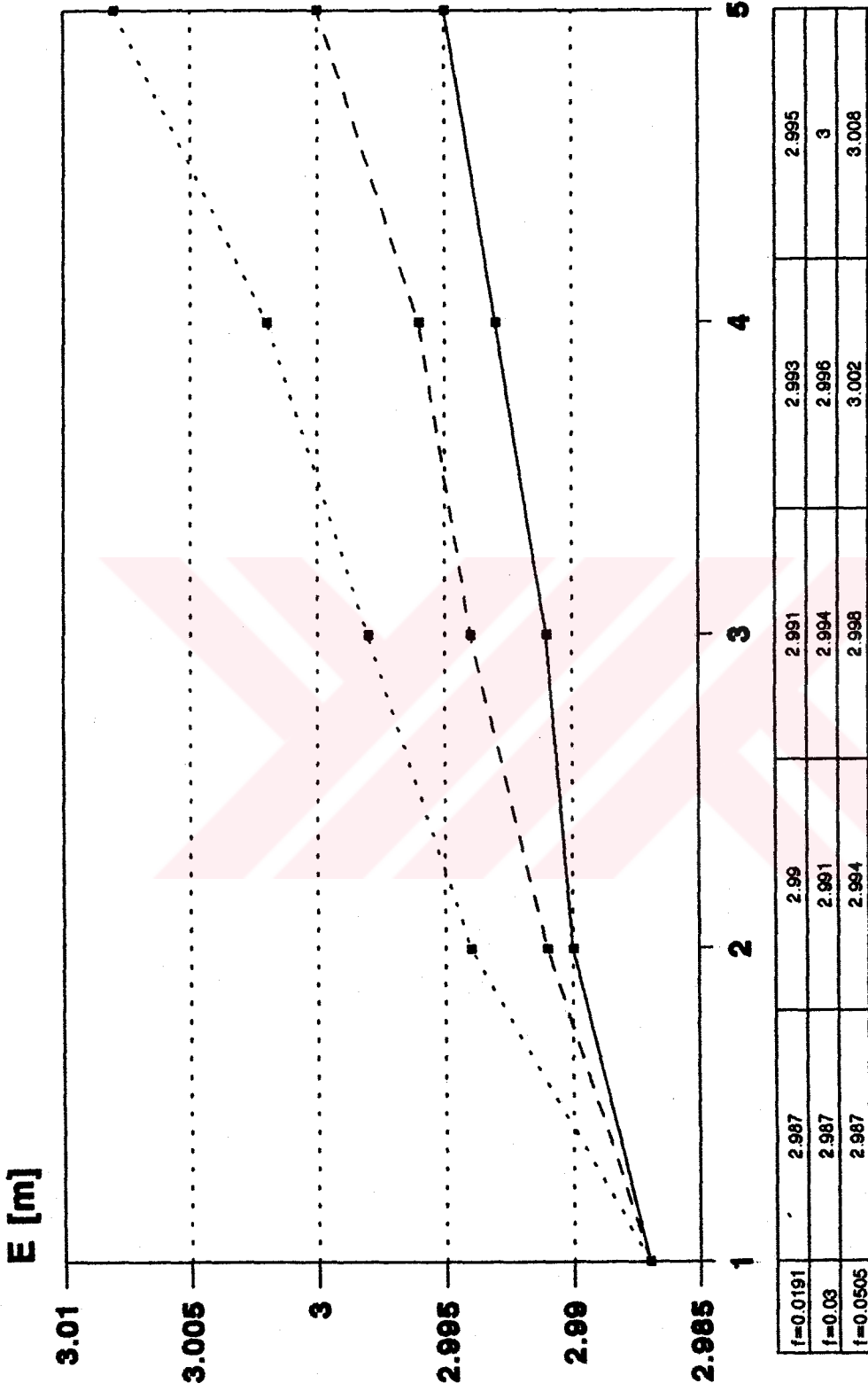
Şekil 21. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkisi (N=5, Ç.A.)



n

→ f=0.0191 → f=0.03 → f=0.0505

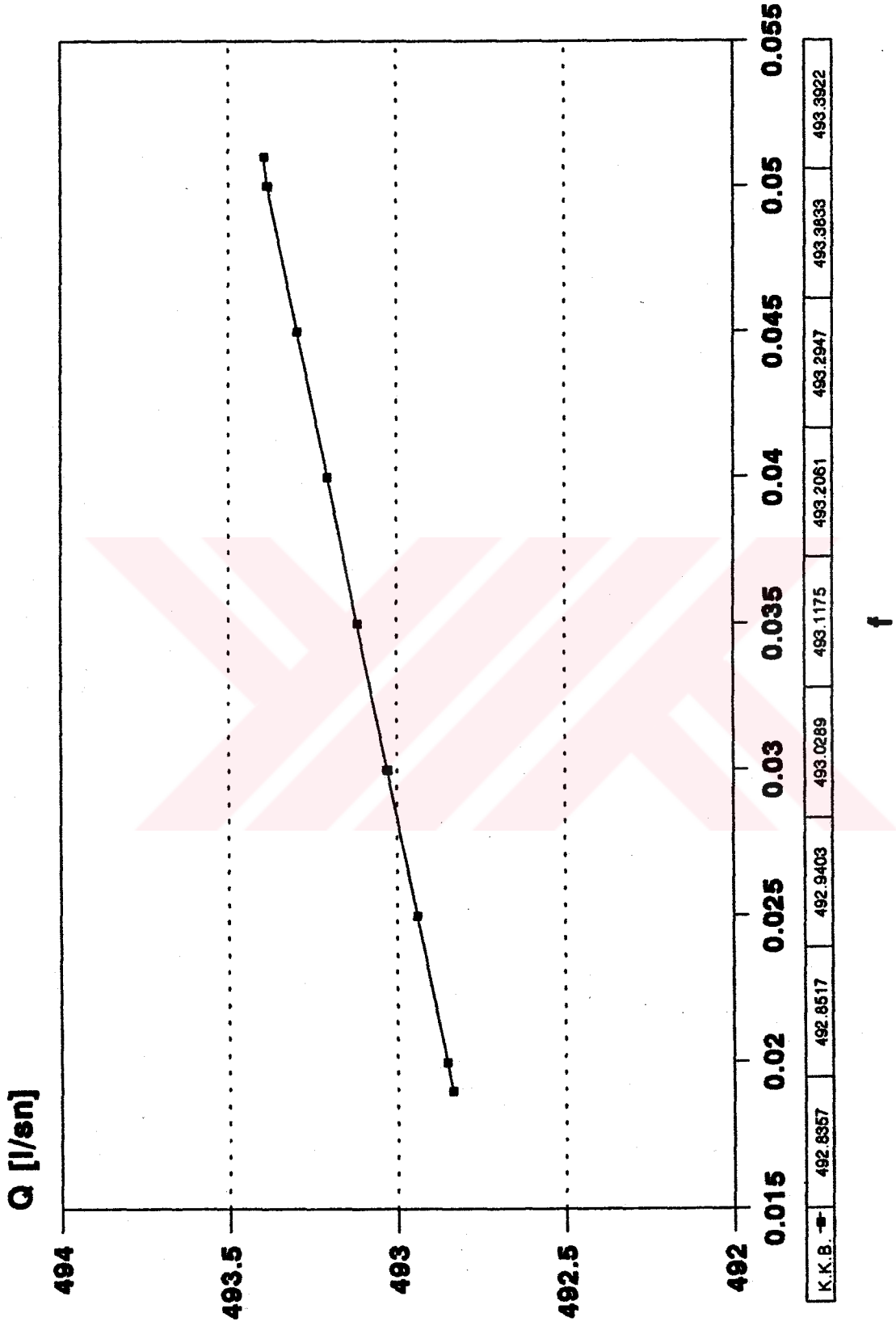
Şekil 22. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=5, K.K.B.)



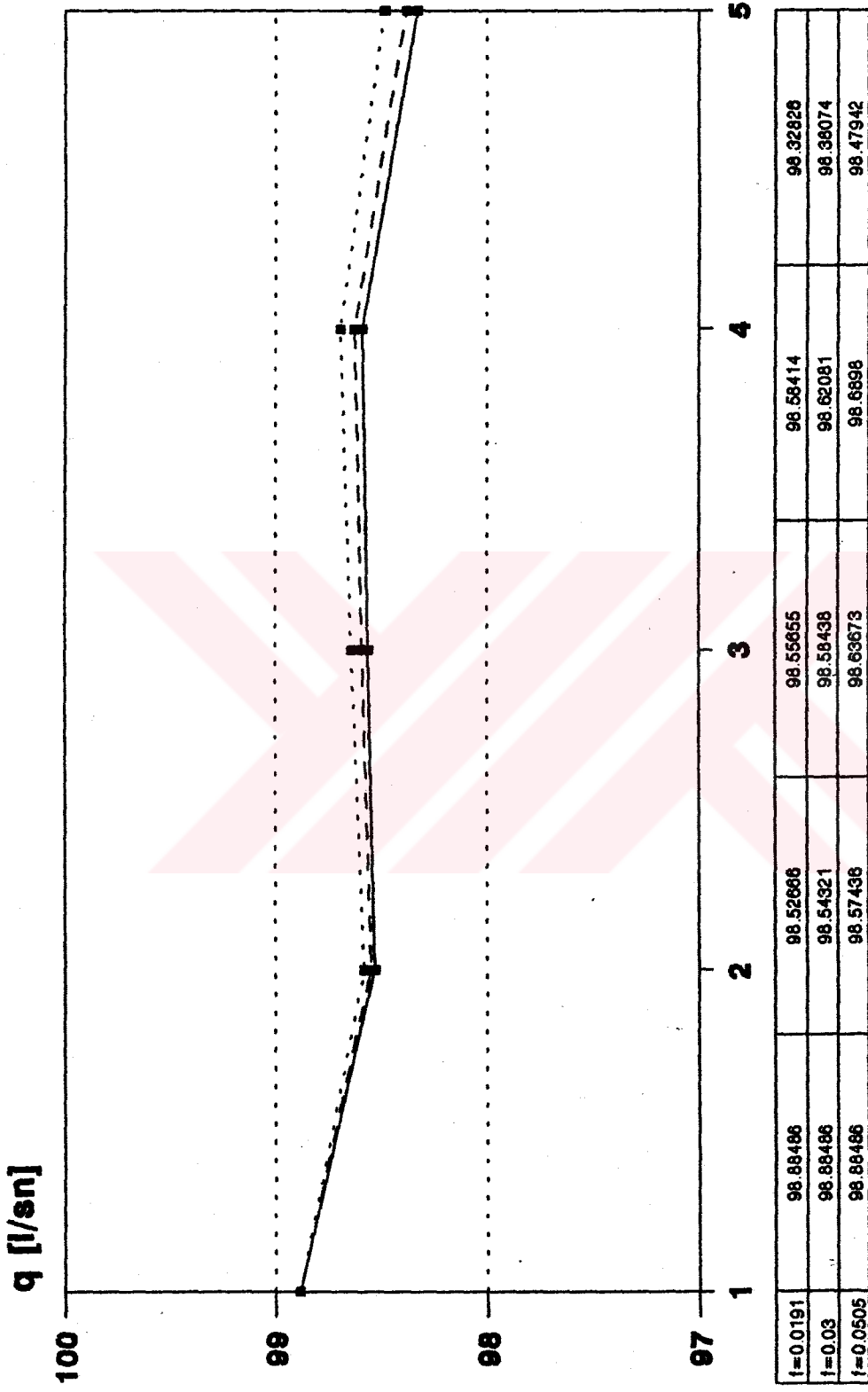
$f=0.0191$ $f=0.03$ $f=0.0505$

n

Şekil 23. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=5, K.K.B.)



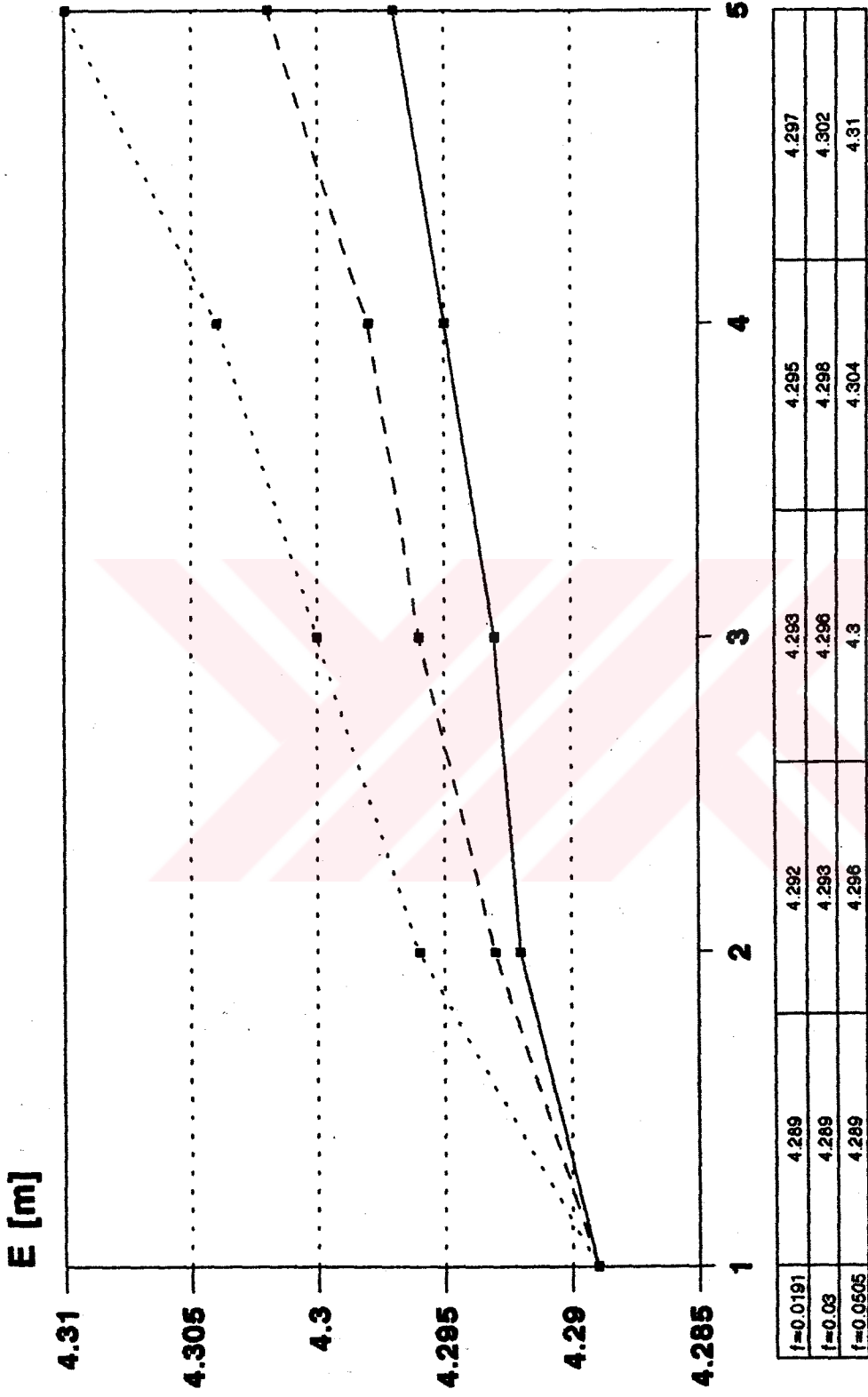
Şekil 24. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkisi (N=5, K.K.B.)



$t=0.0191$ $t=0.03$ $t=0.0505$

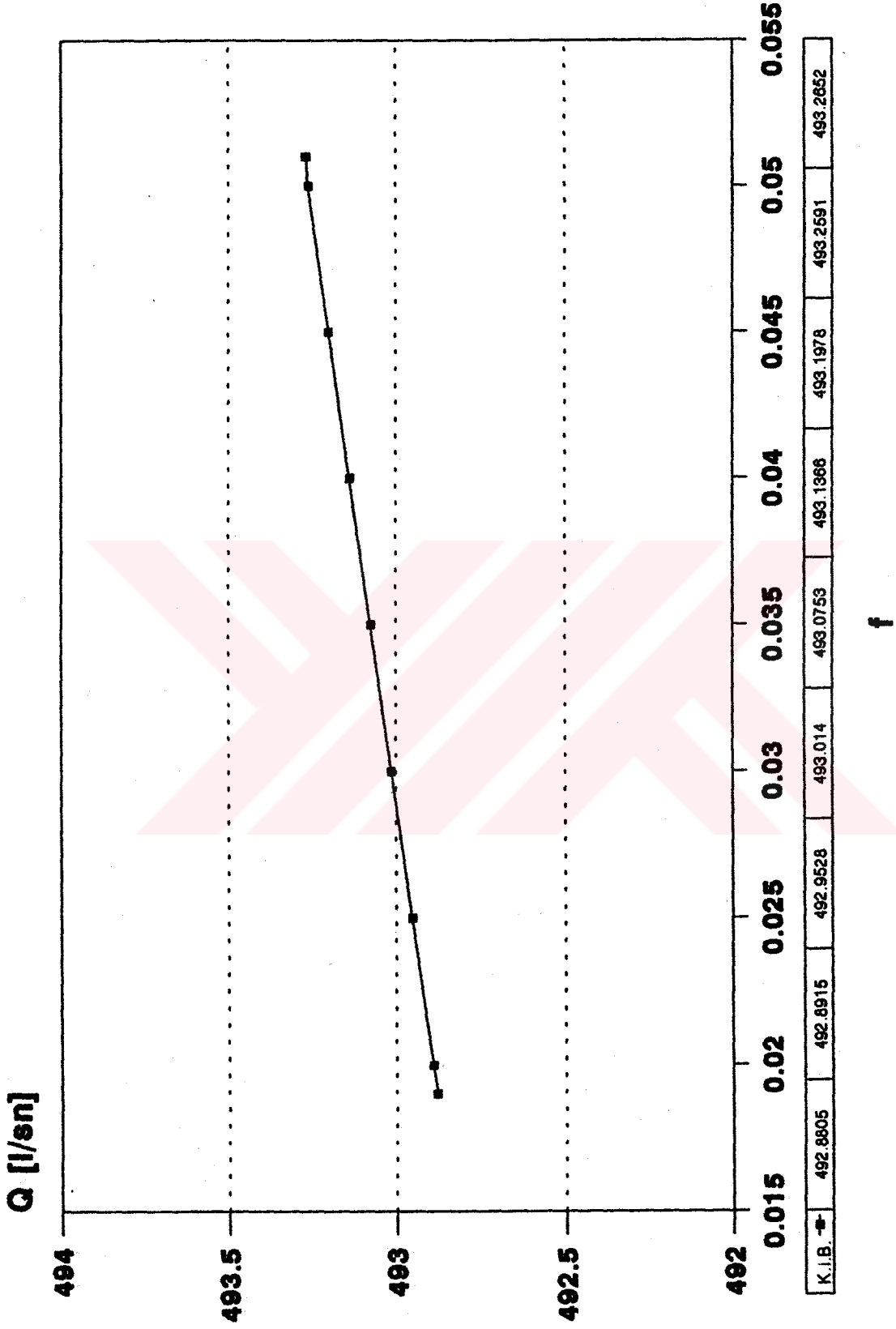
n

Şekil 25. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=5, K.I.B.)

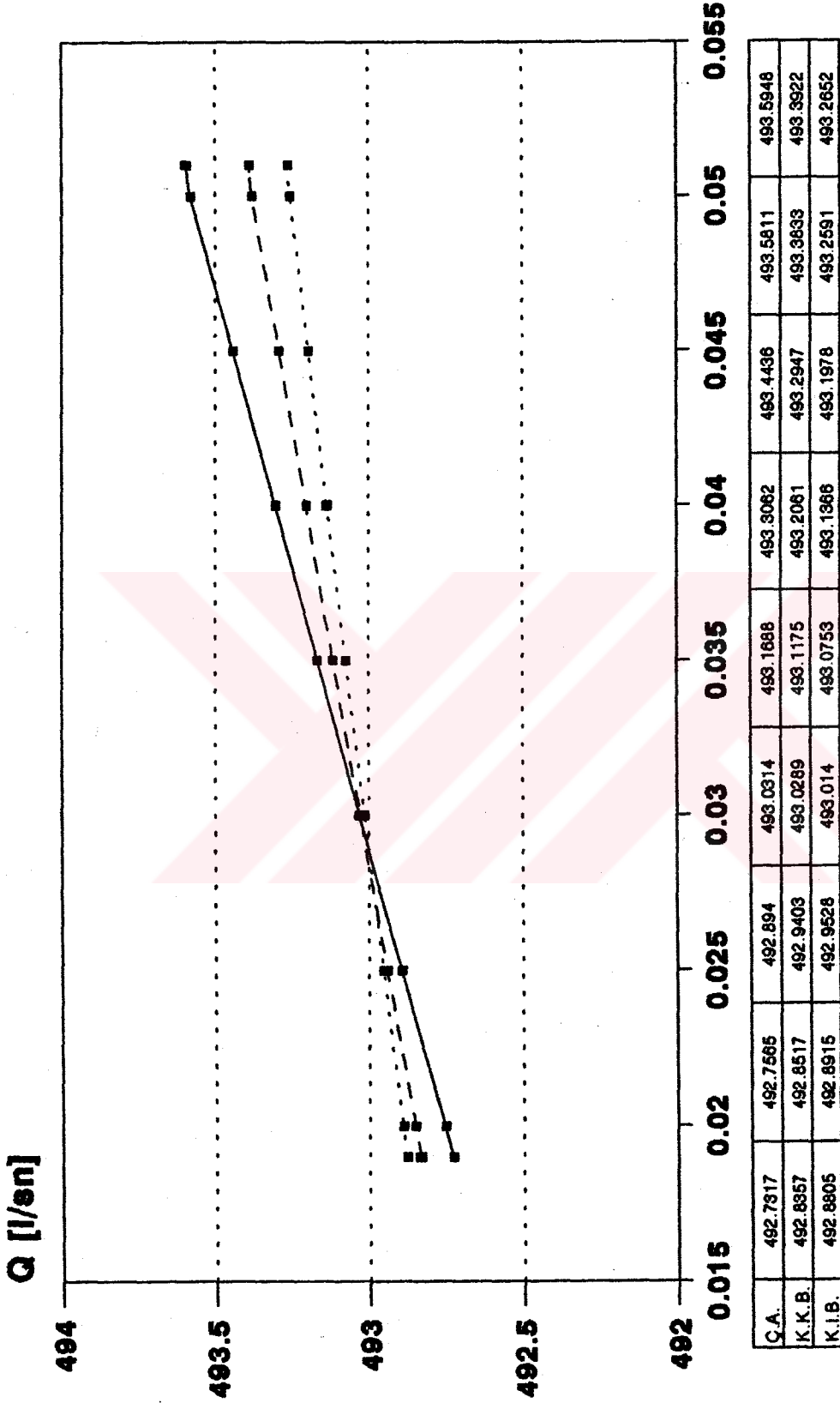


$f=0.0191$ $f=0.03$ $f=0.0505$

Şekil 26. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=5, K.I.B.)

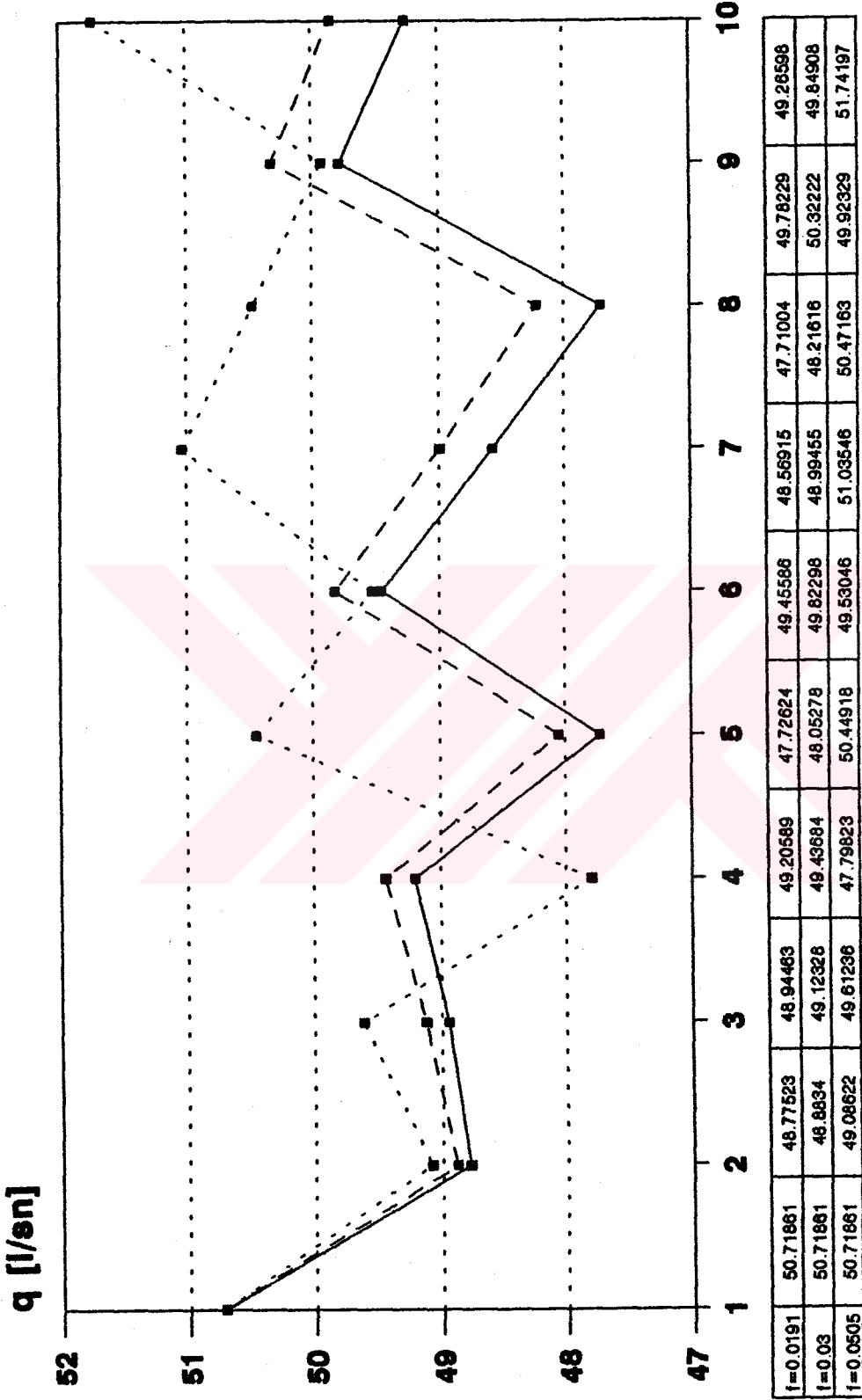


Şekil 27. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkisi (N=5, K.I.B.)

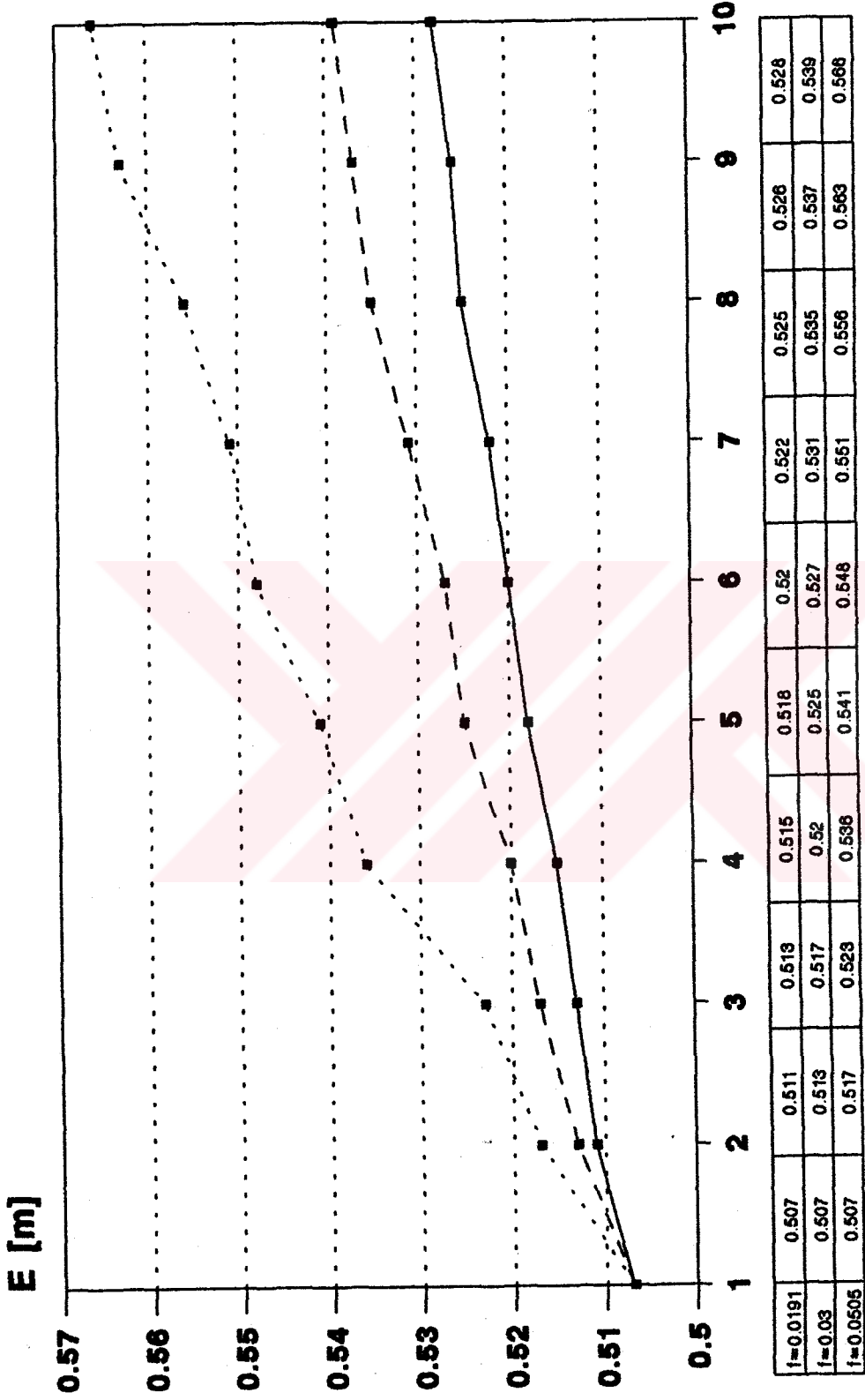


— Ç.A. - - K.K.B. ··· K.I.B.

Şekil 28. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkilerinin karşılaştırılması (N=5)



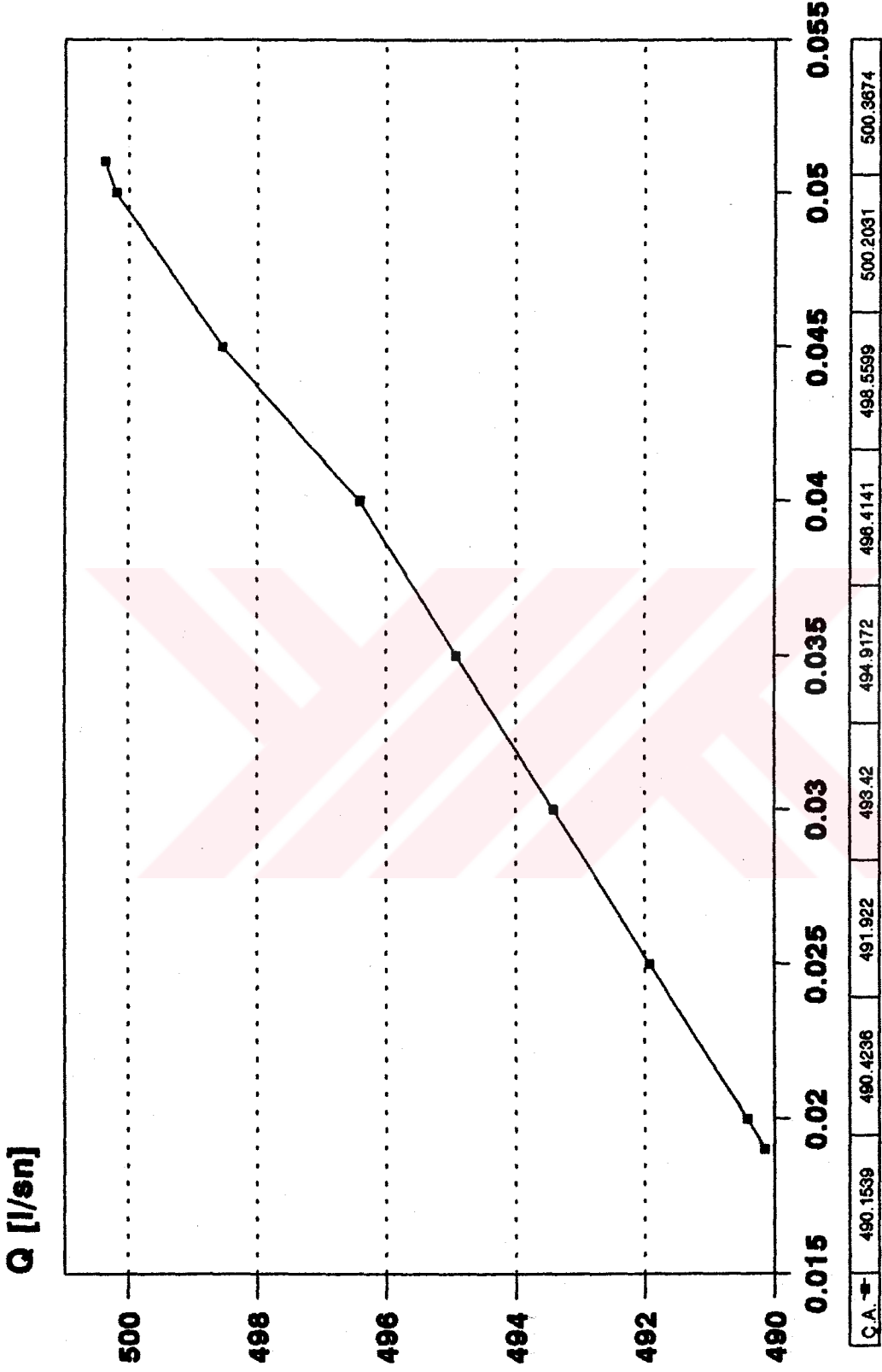
Şekil 29. Çıkış ucu döllel ile çıkış ucu numarası ilişkisel (N=10, Ç.A.)



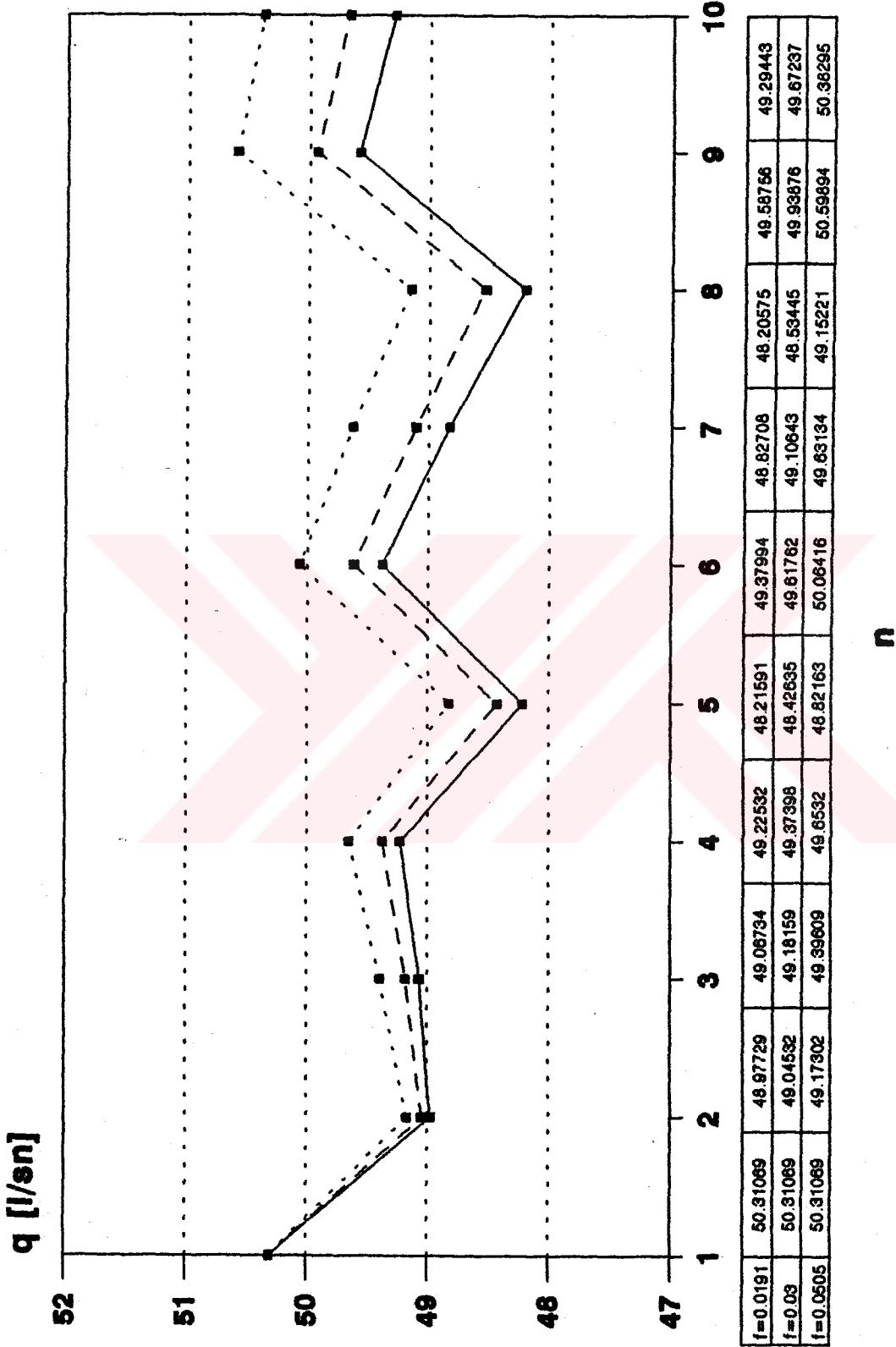
— $f=0.0191$ - - $f=0.03$ ··· $f=0.0505$

n

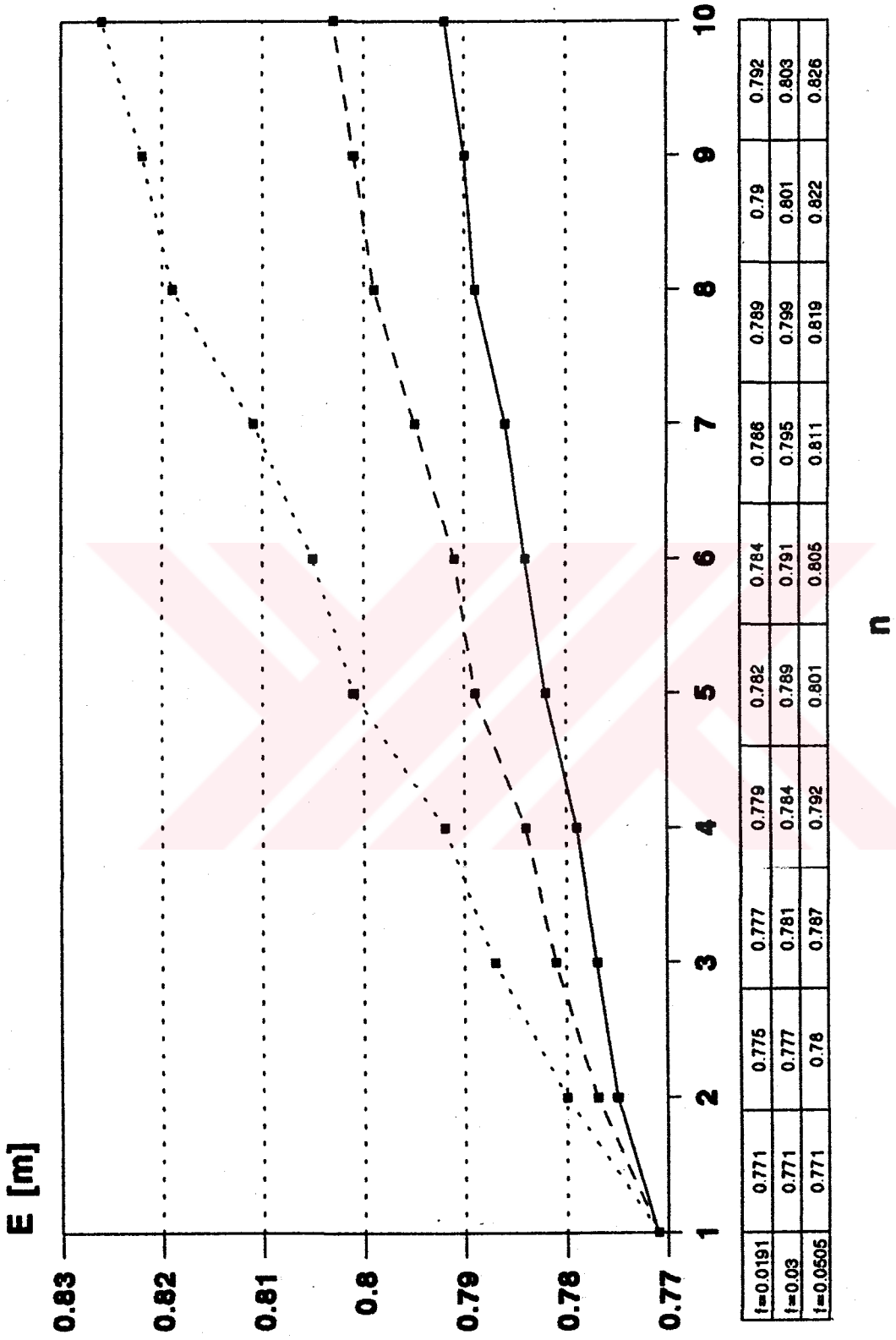
Şekil 30. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi ($N=10$, Ç.A.)



Şekil 31. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkisi (N=10, Ç.A.)



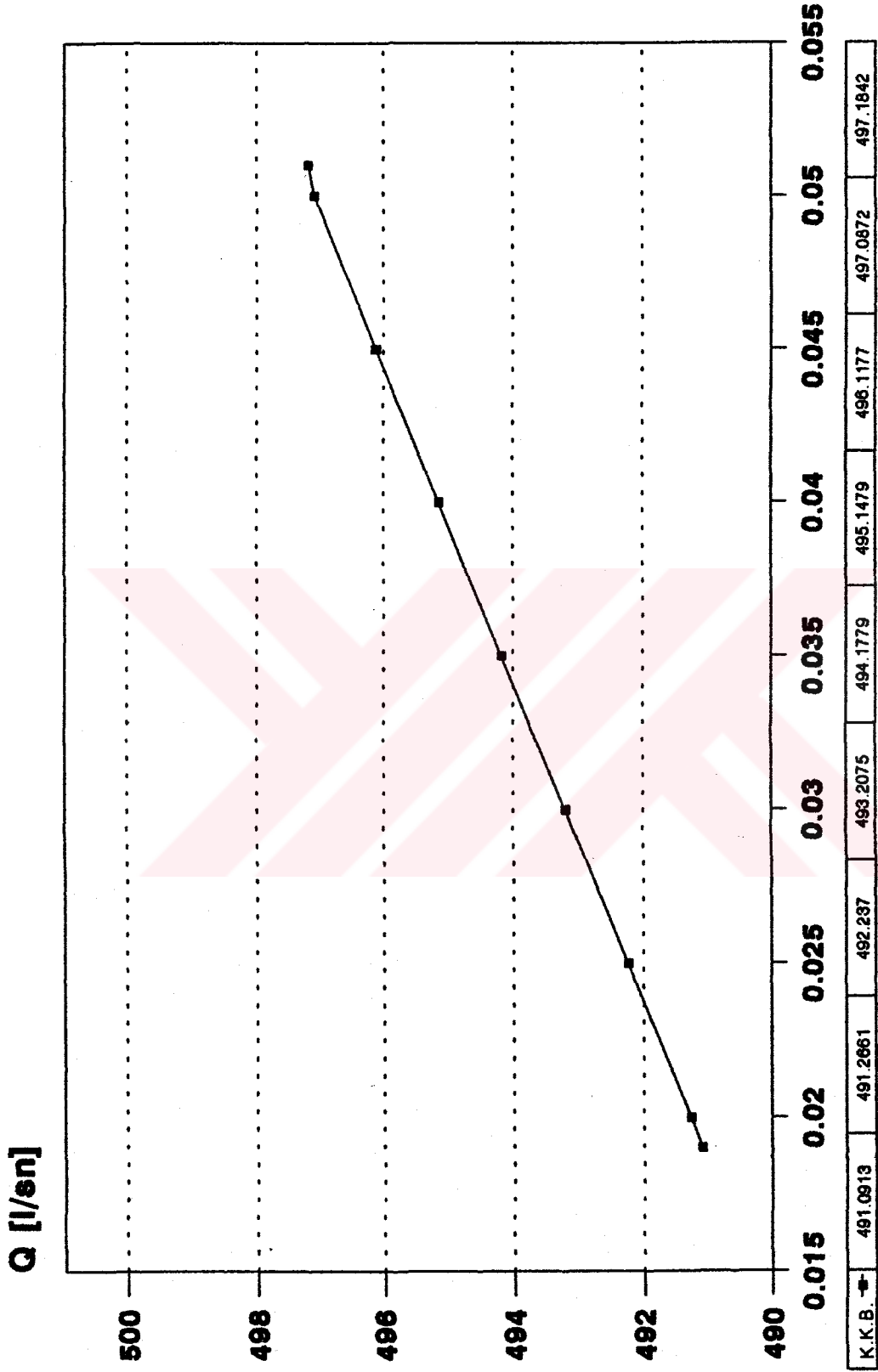
Şekil 32. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=10, K.K.B.)



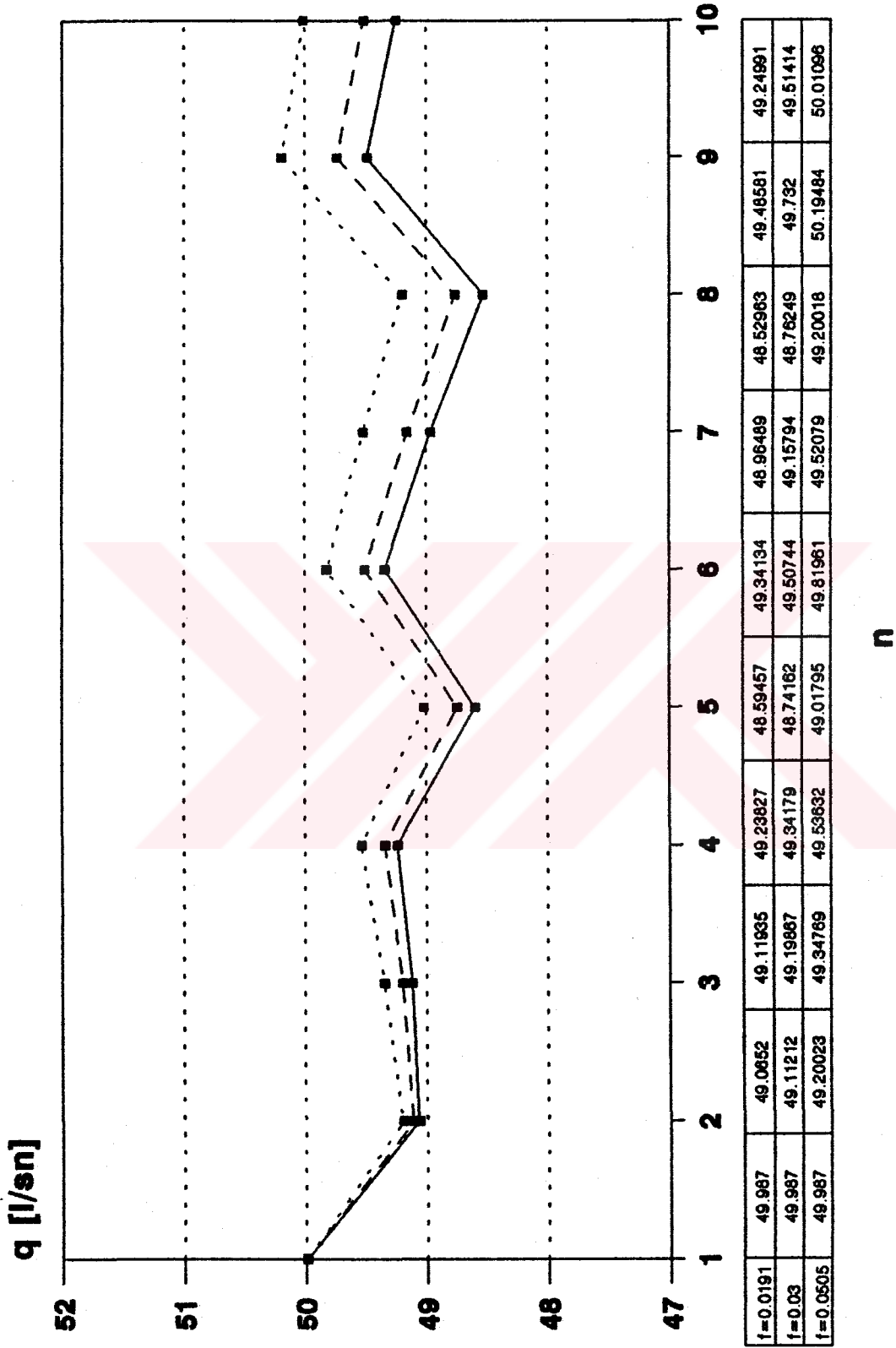
— $f=0.0191$ - - $f=0.03$ ··· $f=0.0505$

n

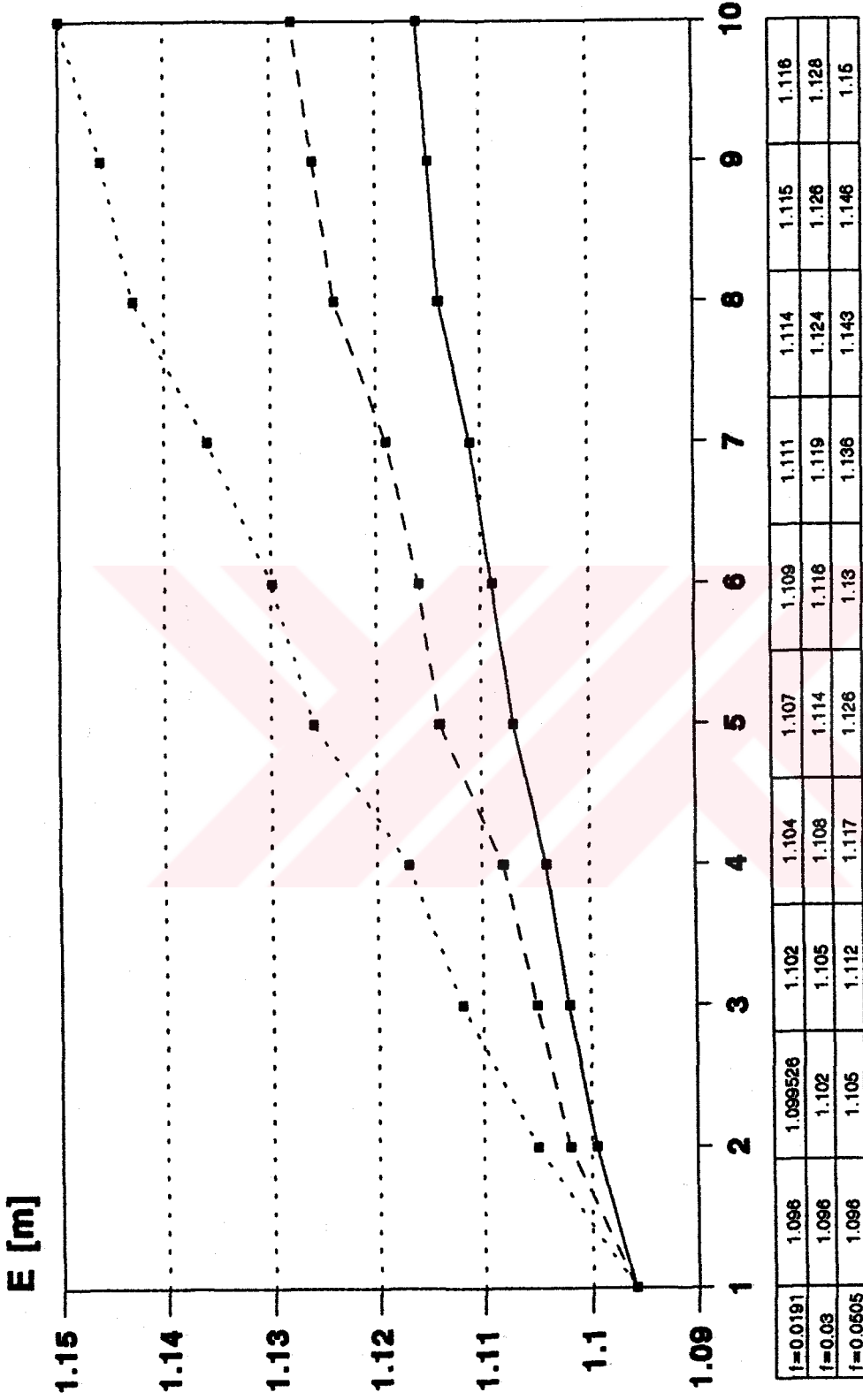
Şekil 33. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=10, K.K.B.)



Şekil 34. Toplam dölle Darcy sürtünme katsayısı ilişkisi (N=10, K.K.B.)



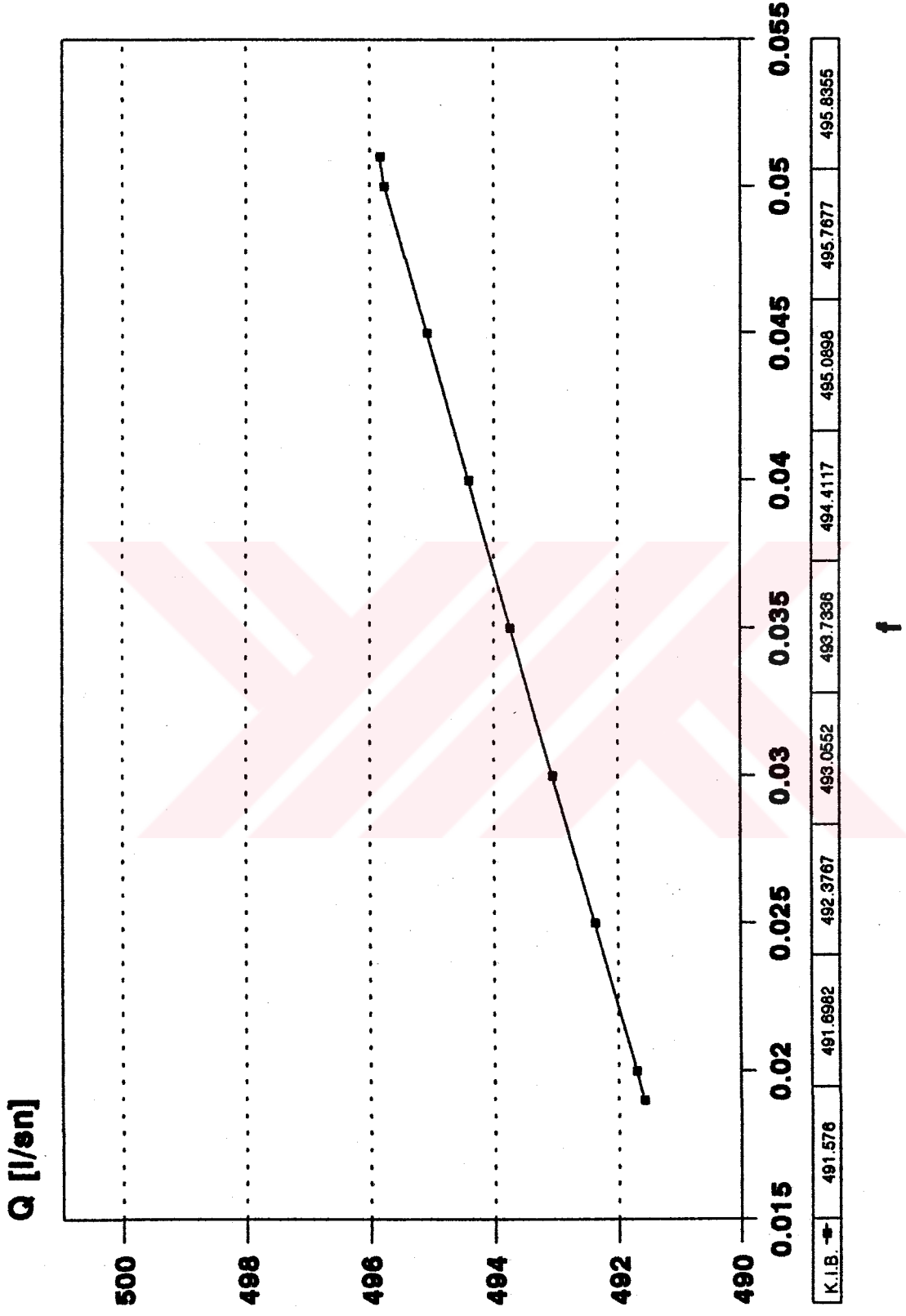
Şekil 35. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=10, K.I.B.)



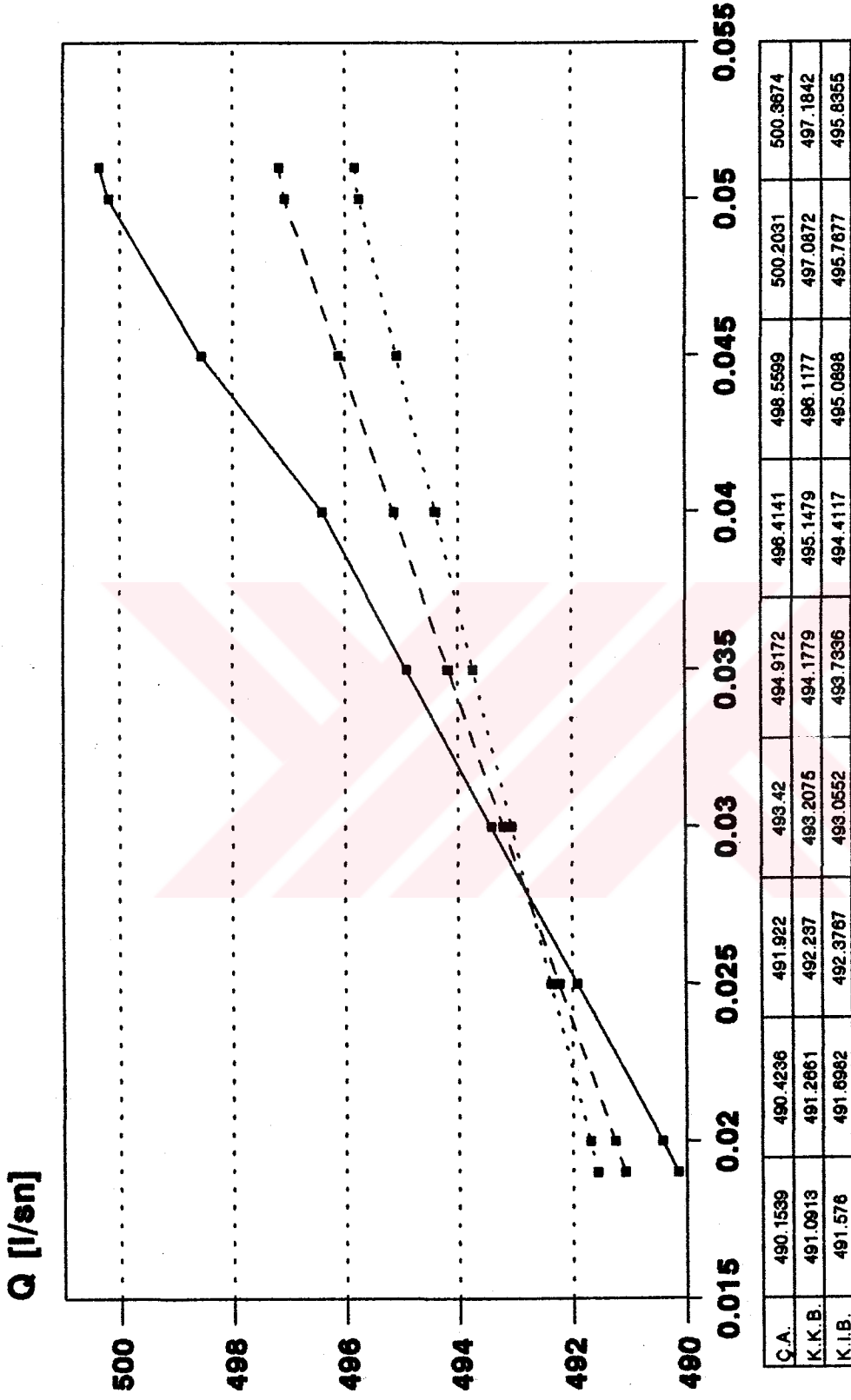
n

 $f=0.0191$ $f=0.03$ $f=0.0505$

Şekil 36. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=10, K.I.B.)

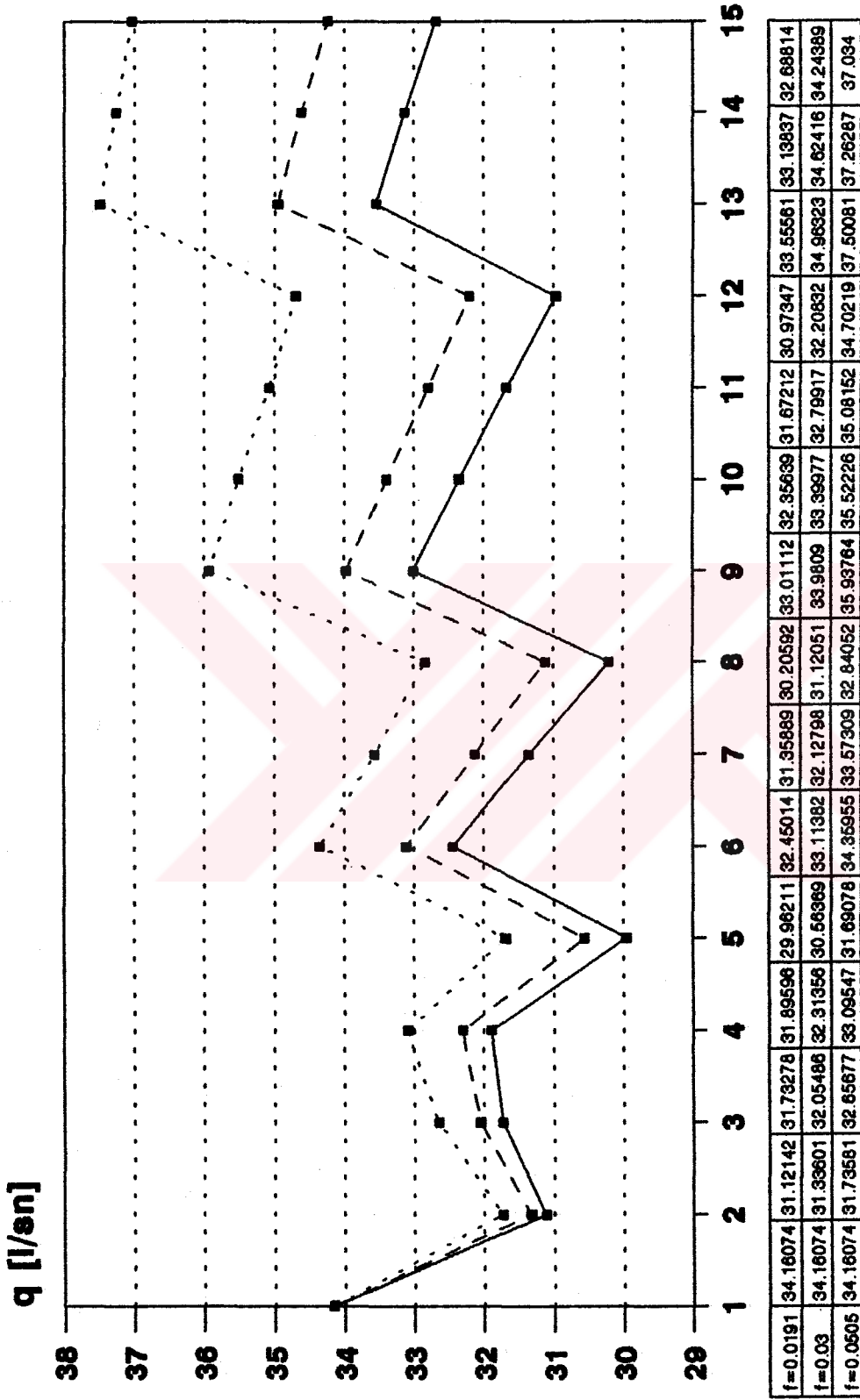


Şekil 37. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkisi (N=10, K.I.B.)

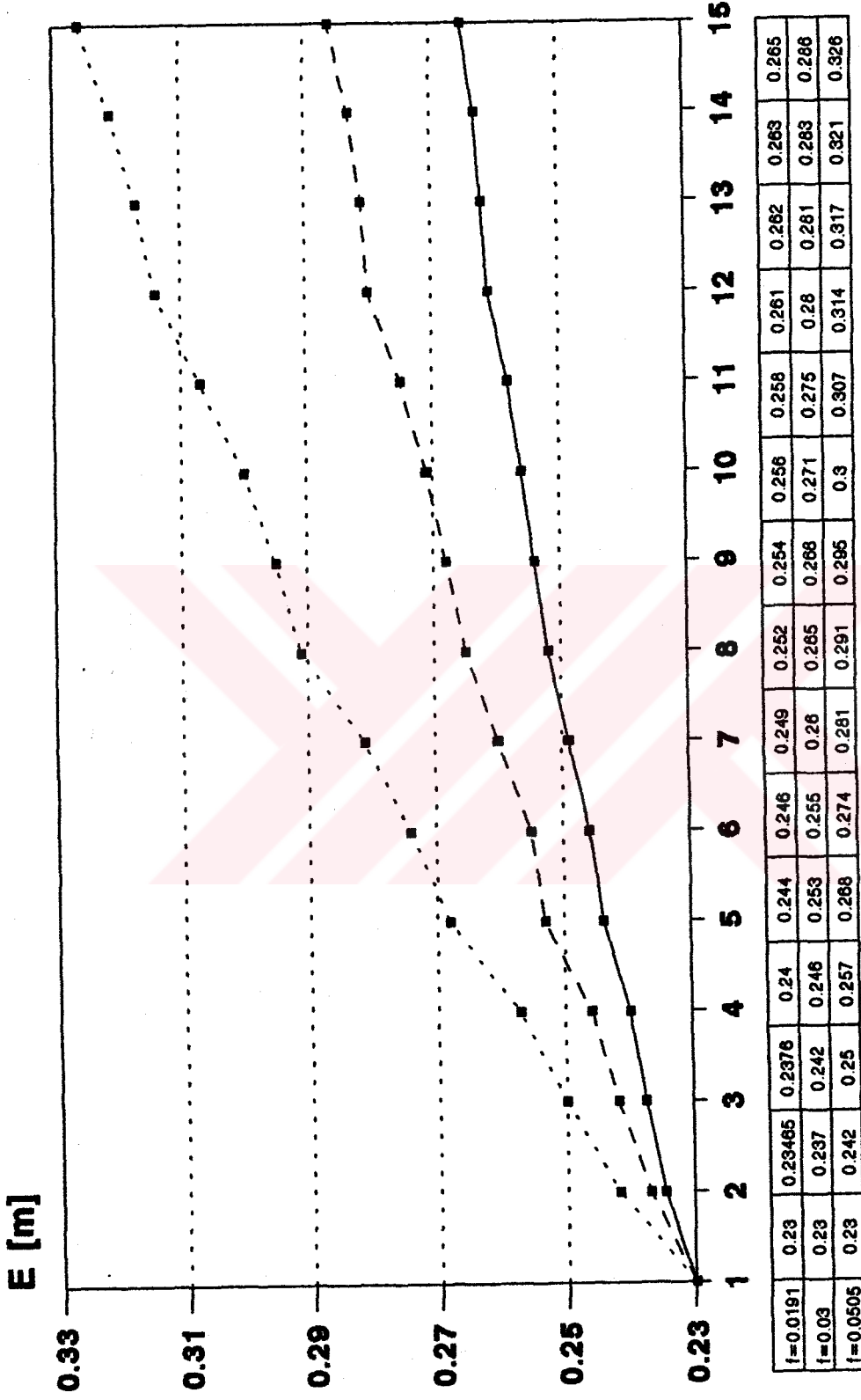


— Ç.A. - - K.K.B. ··· K.I.B.

Şekil 38. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkilerinin karşılaştırılması (N=10)



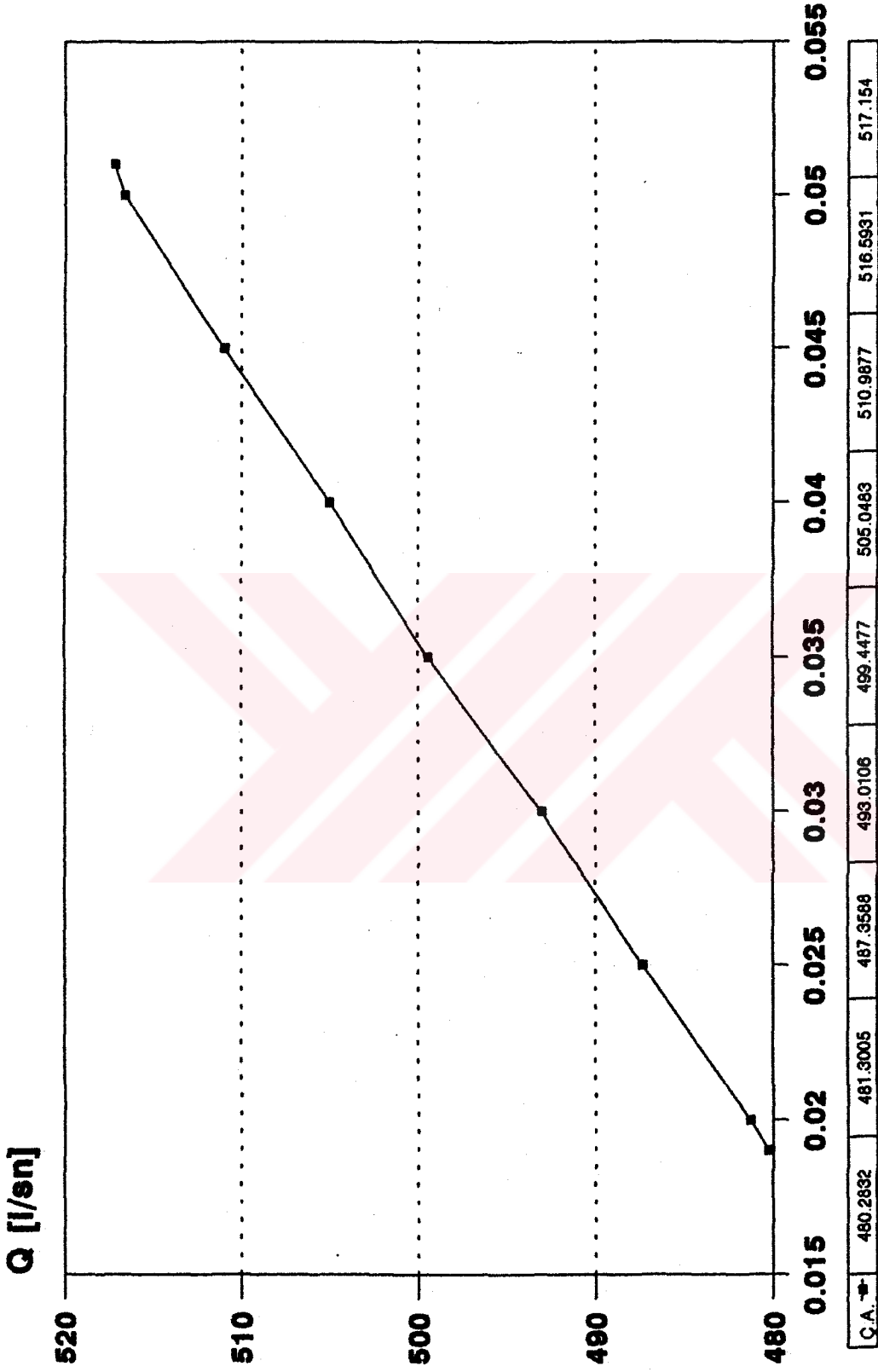
Şekil 39. Çıkış ucu dubel ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=15, Ç.A.)



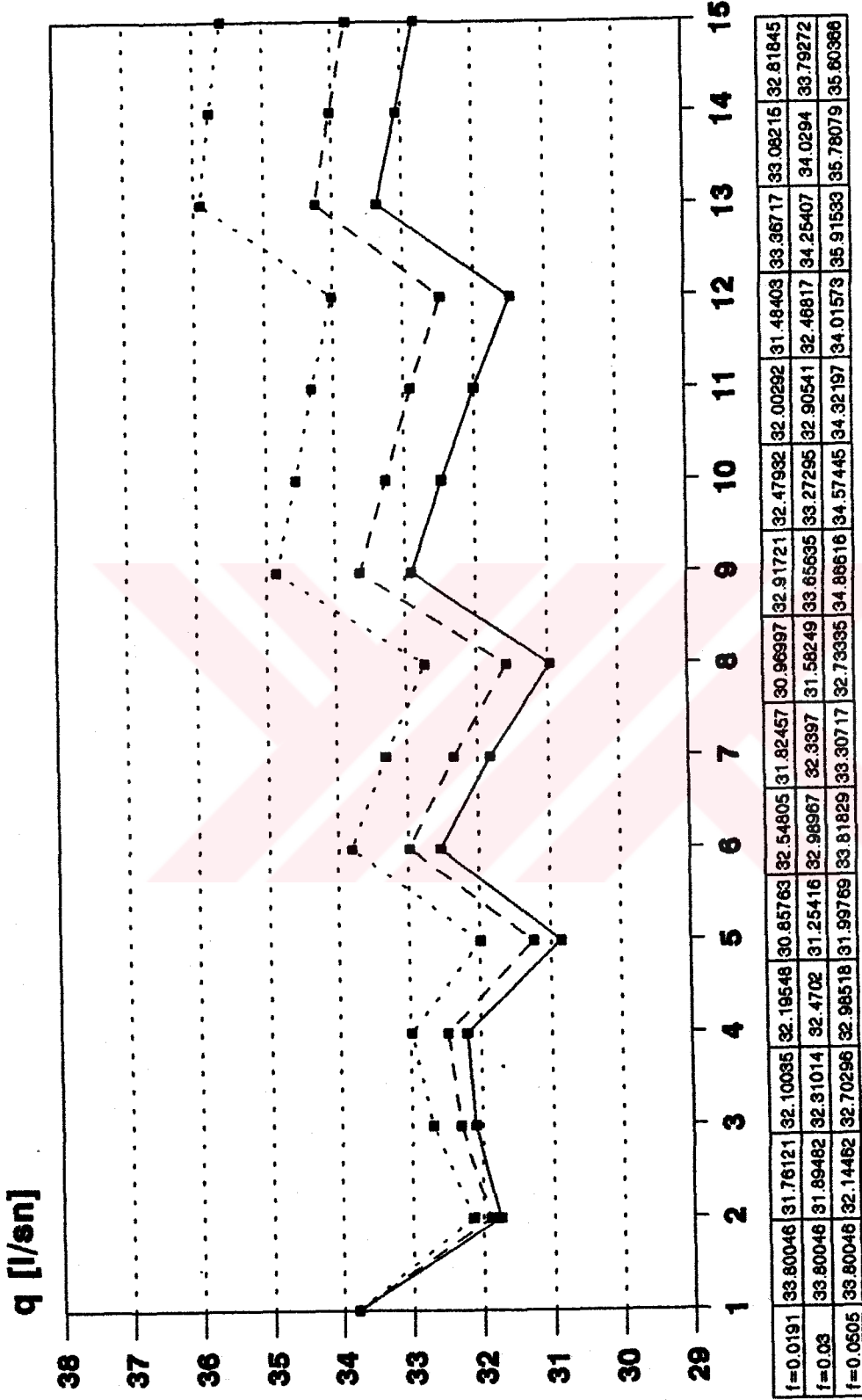
n

— $f=0.0191$ - - $f=0.03$ ··· $f=0.0505$

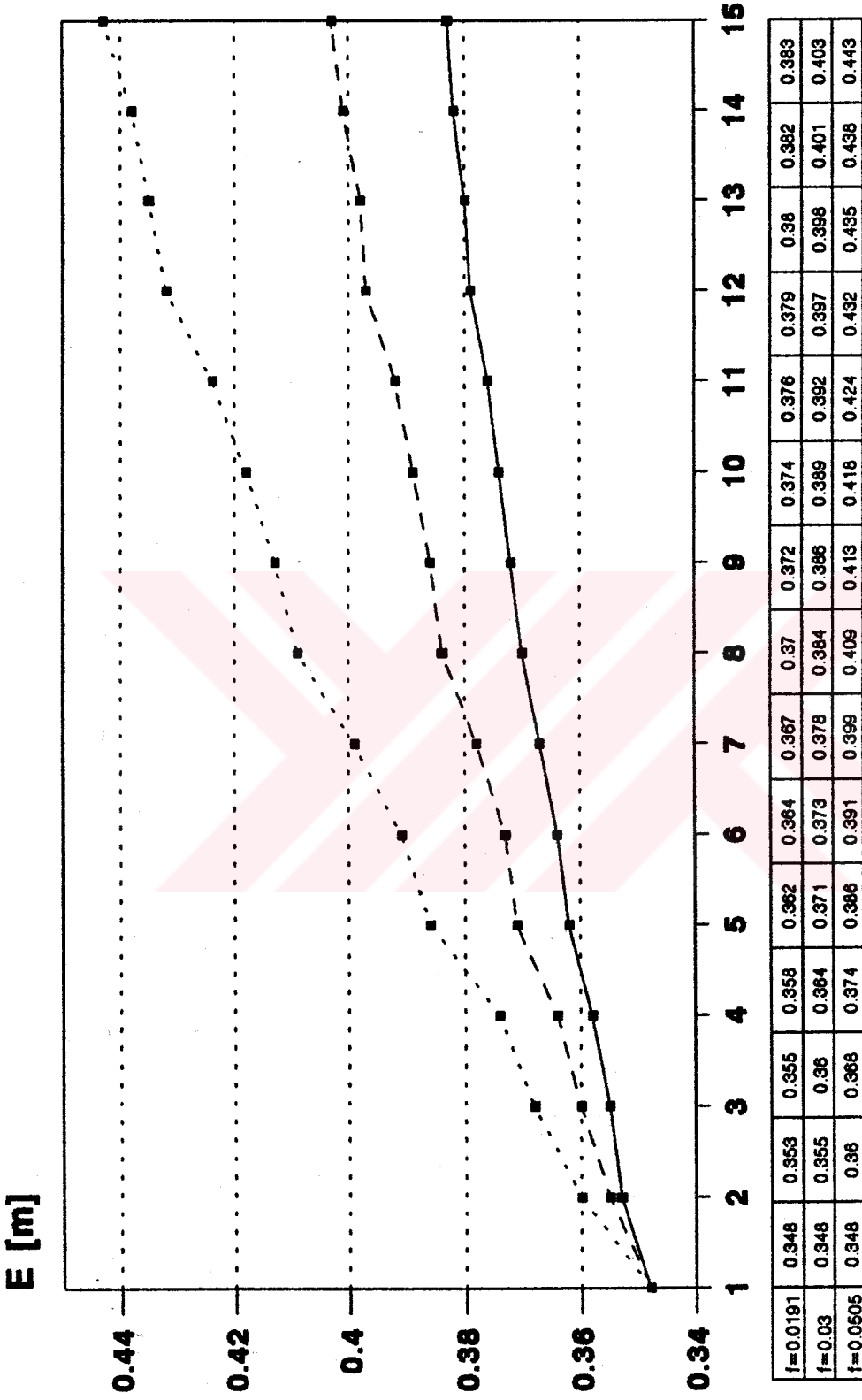
Şekil 40. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=15, Ç.A.)



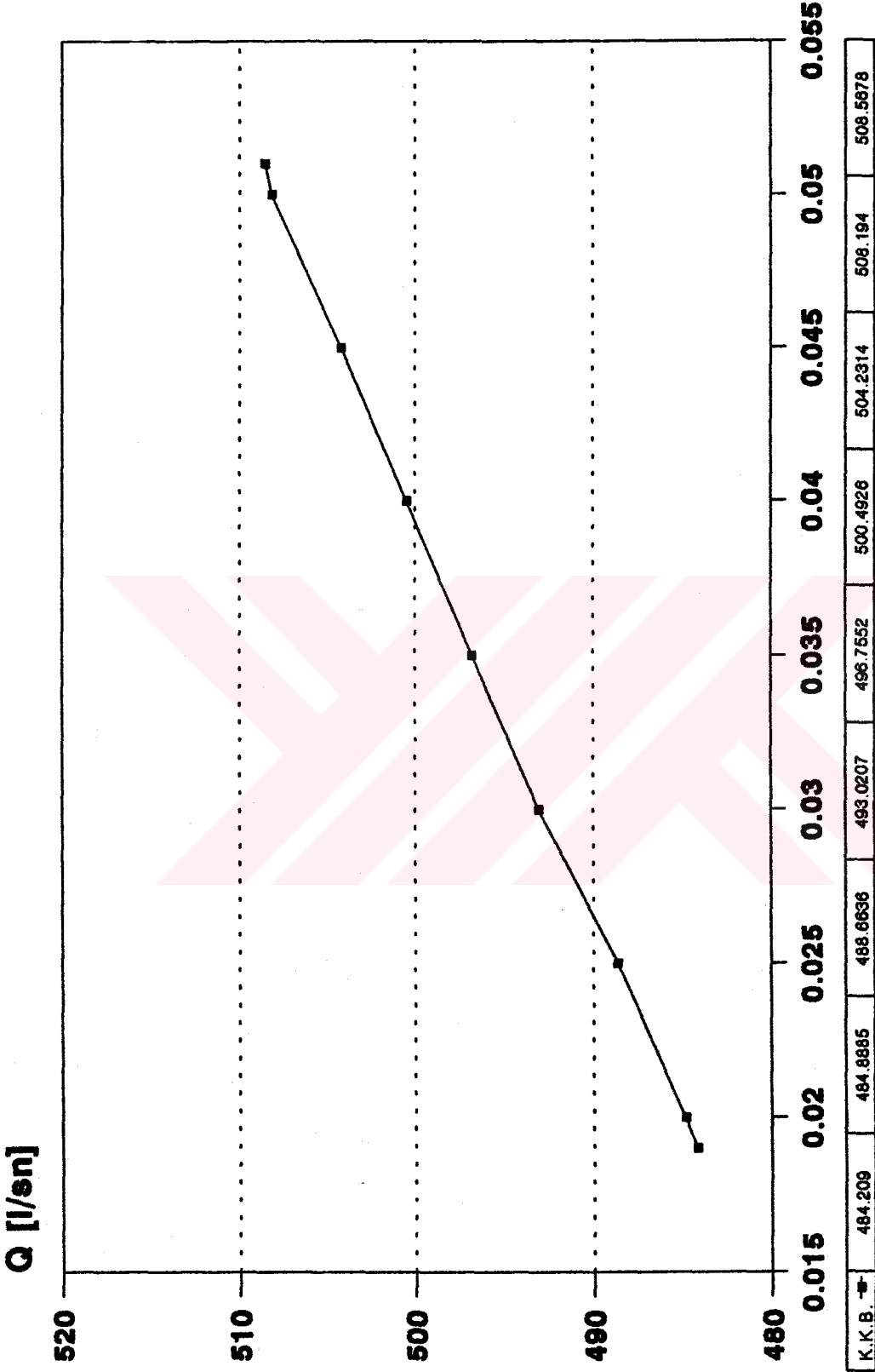
Şekil 41. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkisi (N=15, Ç.A.)



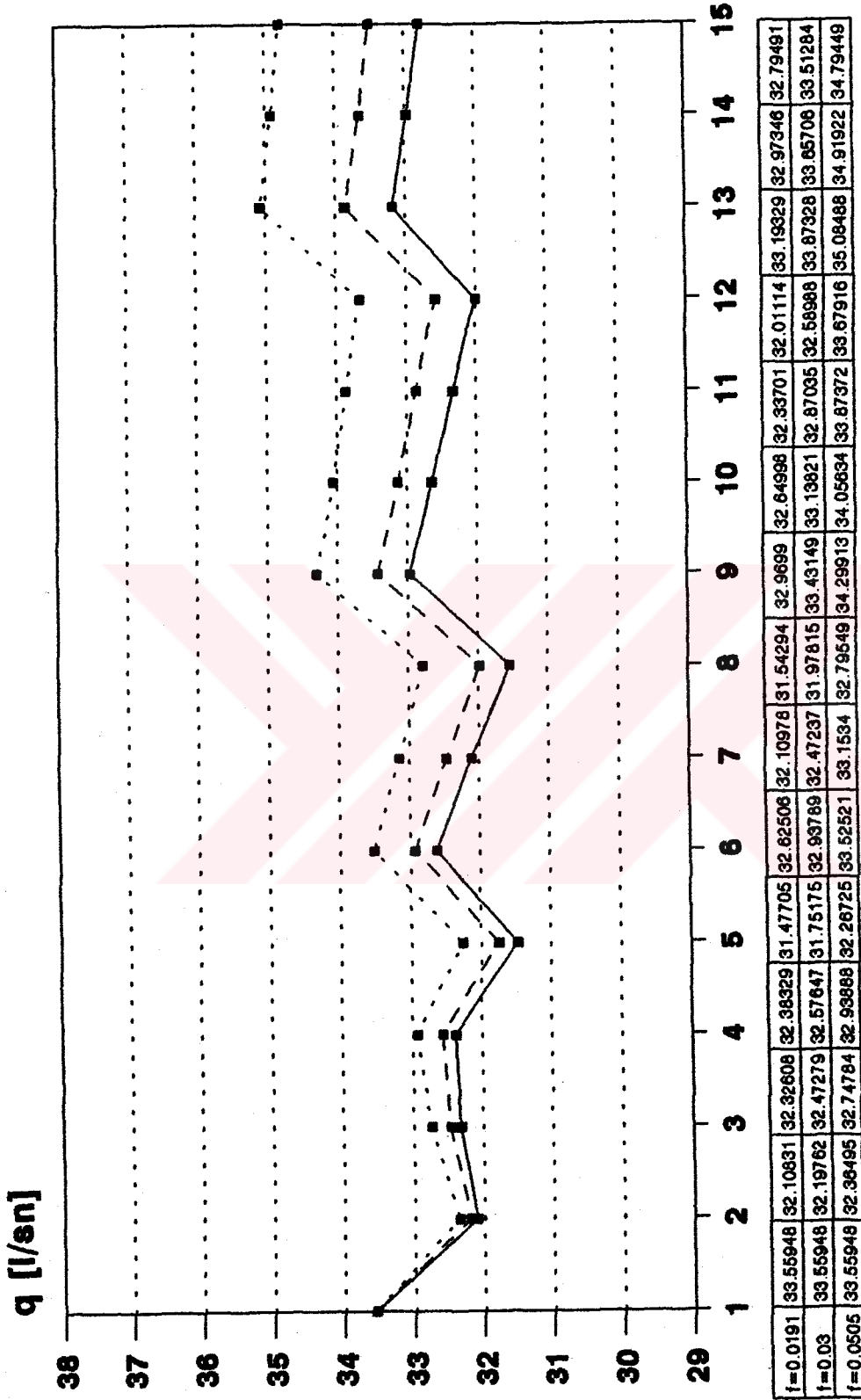
Şekil 42. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=15, K.K.B.)



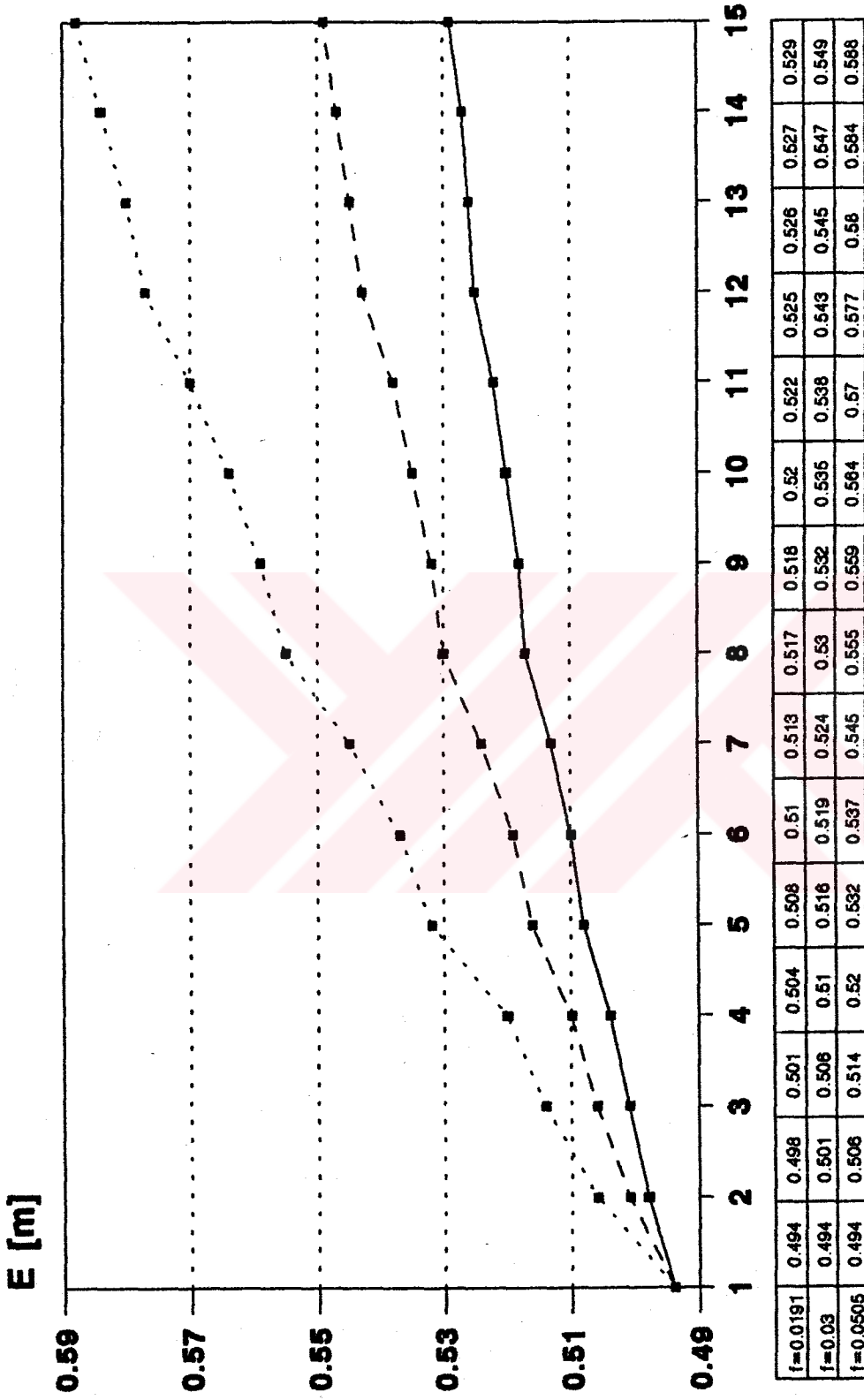
Şekil 43. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=15, K.K.B.)



Şekil 44. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkisi (N=15, K.K.B.)



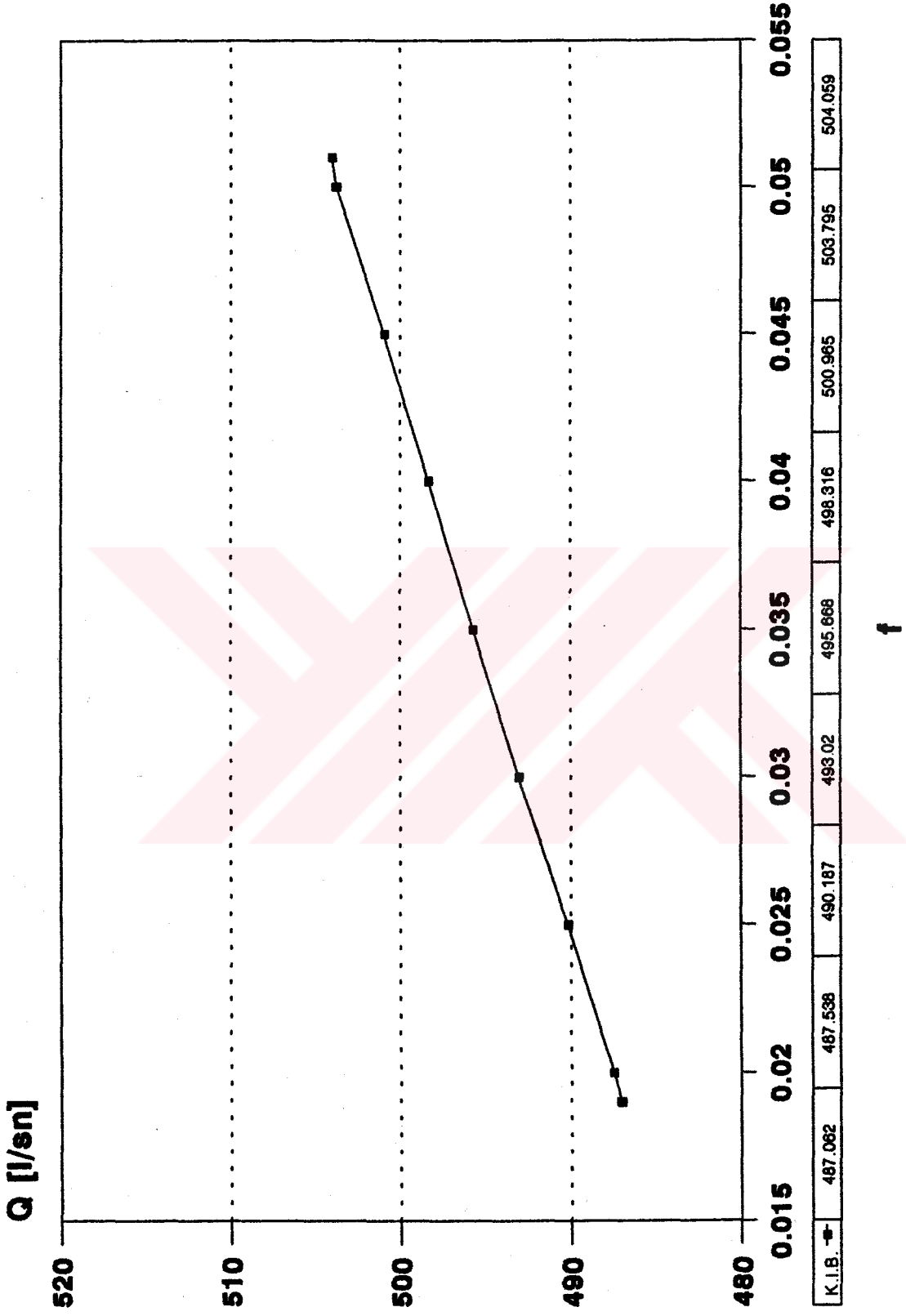
Şekil 45. Çıkış ucu döblisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=15, K.I.B.)



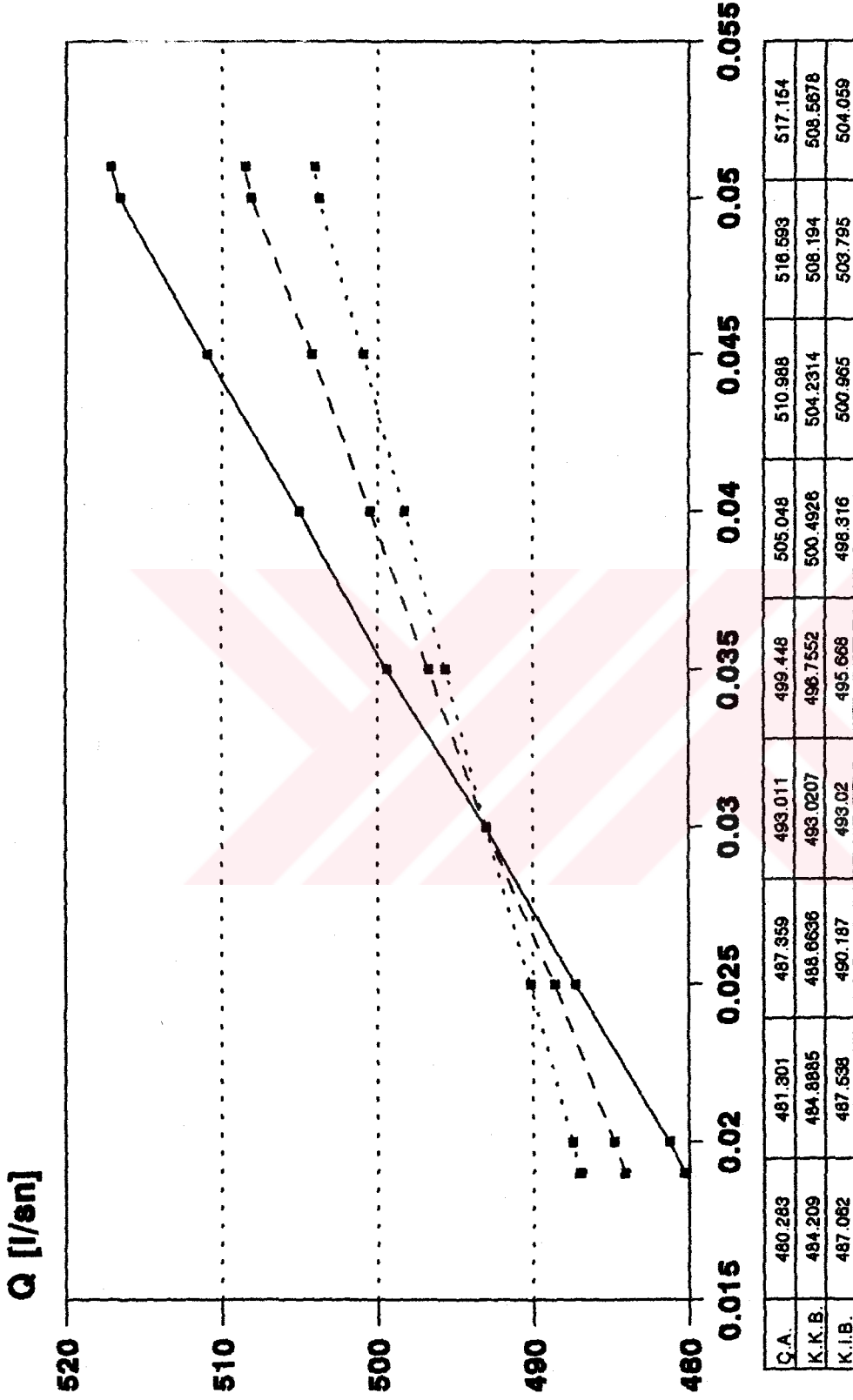
n

— $f=0.0191$ - - $f=0.03$ ··· $f=0.0505$

Şekil 46. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=15, K.I.B.)



Şekil 47. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkisi (N=15, K.I.B.)



Şekil 48. Toplam debi ile Darcy sürtünme katsayısı ilişkilerinin karşılaştırılması (N=15)

3.3. β 'NİN DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

3.3.1. Araştırma 13

N= 5 adet olan Ç.A. tipi çıkış uçlu yayıcılar da β 'nin minimum, ara değerler ve maksimum değerine göre oluşan q-n değişimi Şekil 49'da verilmiştir. Bu değişim, her bir yayıcı için benzer şekilde oluşmakta ve düzgün bir değişim göstermemektedir. β 'nin minimum değerine göre hazırlanmış yayıcıda q'nun değeri hep minimum, β 'nin ara değerleri için q'nun değerleri de ara, β 'nin maksimum değeri için q'nun değeri de maksimum olacak şekilde oluşmaktadır. Bu yayıcıları E-n değişimi ise Şekil 50'de verilmiştir. E, bu değişim sırasında daima n= 1'de minimum değerini almakta, n arttıkça E de artmakta ve sonuncu çıkış ucuna gelindiğinde maksimum değerine ulaşmaktadır. E değerleri, β 'nin minimum değerlerinde minimum, ara değerlerinde ara, maksimum değerlerinde ise maksimum değerler almaktadır. E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$\beta = 0^\circ$:

$$E_5 - E_1 = 1.944 - 1.931 = 0.013 \text{ m}$$

Artış : % 0.673

$\beta = 45^\circ$:

$$E_5 - E_1 = 2.068 - 1.931 = 0.137 \text{ m}$$

Artış : % 7.095

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{\beta \min} = 1.944 \text{ m (min.)}$$

$$E_{\beta \max} = 2.068 \text{ m}$$

$$E_{\beta \max} - E_{\beta \min} = 2.068 - 1.944 = 0.124 \text{ m}$$

Fark: % 6.379

A. 13'ün yayıcılarının Q-f ilişkisi Şekil 51'de verilmiştir. Bu ilişkiye göre, β 'nin minimum değerinde Q değeri minimum olmakta, β arttıkça Q değeri de artmakta ve β maksimuma ulaştığında Q maksimum değerini almaktadır. Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$Q_{\text{maks}} - Q_{\text{min}} = 500.937 - 493.031 = 7.906 \text{ l/sn}$$

Artış: % 1.604

3.3.2. Araştırma 14

N= 5 adet olan ve K.K.B. tipi çıkış uçlu yayıcıların β değerlerine göre q-n değişimi Şekil 52'de verilmiştir. Bu değişim A. 13'tekin benzeridir. Bu yayıcıların E-n değişimi ise Şekil 53'te verilmiştir. Bu değişimin özellikleri de A. 13'tekin benzeri olup, E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$\beta = 0^\circ:$$

$$E_5 - E_1 = 3 - 2.987 = 0.013 \text{ m}$$

Artış : % 0.435

$$\beta = 45^\circ:$$

$$E_5 - E_1 = 3.124 - 2.987 = 0.137 \text{ m}$$

Artış : % 4.587

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{\beta\text{min}} = 3 \text{ m (min.)}$$

$$E_{\beta\text{maks}} = 3.124 \text{ m}$$

$$E_{\beta\text{maks}} - E_{\beta\text{min}} = 3.124 - 3 = 0.124 \text{ m}$$

Fark: % 4.133

A. 14'ün yayıcılarının Q-f ilişkisi Şekil 54'te verilmiştir. Bu değişimin özellikleri A. 13'tekin

benzeridir. Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda veril-
mektedir:

$$Q_{maks} - Q_{min} = 498.149 - 493.029 = 5.12 \text{ l/sn}$$

Artış : % 1.038

3.3.3. Araştırma 15

N= 5 adet olan ve K.I.B. tipi cıkış uçlu yayıcıların β değerlerine göre q-n değişimi Şekil 55'te verilmiştir. Bu değişim A. 13'tekin'in benzeridir. Bu yayıcıların E-n değişimi ise Şekil 56'da verilmiştir. Bu değişimin özellikleri de A. 13'tekin'in benzeri olup, E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$\beta = 0^\circ:$$

$$E_5 - E_1 = 4.302 - 4.289 = 0.013 \text{ m}$$

Artış : % 0.303

$$\beta = 45^\circ:$$

$$E_5 - E_1 = 4.425 - 4.289 = 0.136 \text{ m}$$

Artış : % 3.171

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{\beta min} = 4.302 \text{ m (min.)}$$

$$E_{\beta maks} = 4.425 \text{ m}$$

$$E_{\beta maks} - E_{\beta min} = 4.425 - 4.302 = 0.123 \text{ m}$$

Fark: % 2.859

A. 15'in yayıcılarının Q-f ilişkisi Şekil 57'de verilmiştir. Bu değişimin zellikleri A. 13'tekin'in benzeridir. Ayrıca, A. 13, A. 14 ve A. 15'in Q-f ilişkileri hep birlikte Şekil 58'de verilmiştir. Bu Őekilden, A. 13'n Q değerlerinin en büyük, A. 14'teki değerlerin daha küçük ve A.

15'teki değerlerin en kck olduğu görülmektedir. Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$Q_{\text{maks}} - Q_{\text{min}} = 496.569 - 493.014 = 3.555 \text{ l/sn}$$

Artış: % 0.721

Maksimum Q değerlerinin karşılaştırılması:

$$Q_{\text{KIB}} = 496.569 \text{ l/sn (min.)}$$

$$Q_{\text{CA}} = 500.937 \text{ l/sn}$$

$$Q_{\text{CA}} - Q_{\text{KIB}} = 500.937 - 496.569 = 4.368 \text{ l/sn}$$

$$\text{Fark: \% } 0.88$$

$$Q_{\text{KKB}} = 498.149 \text{ l/sn}$$

$$Q_{\text{KKB}} - Q_{\text{KIB}} = 498.149 - 496.569 = 1.58 \text{ l/sn}$$

$$\text{Fark: \% } 0.318$$

3.3.4. Araştırma 16

N= 10 adet olan ve C.A. tipi cıkış uçlu yayıcıların β değerlerine göre q-n değişimi Şekil 59'da verilmistir. Bu değişim, A. 13'tekinin benzeridir. Bu yayıcıların E-n değişimi ise Şekil 60'ta verilmistir. Bu değişimin özellikleri de A. 13'tekinin benzeri olup, E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$\beta = 0^\circ:$$

$$E_{10} - E_1 = 0.539 - 0.507 = 0.032 \text{ m}$$

$$\text{Artış : \% } 6.312$$

$$\beta = 45^\circ:$$

$$E_{10} - E_1 = 0.818 - 0.507 = 0.311 \text{ m}$$

$$\text{Artış : \% } 61.341$$

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{\beta\min} = 0.539 \text{ m (min.)}$$

$$E_{\beta\max} = 0.818 \text{ m}$$

$$E_{\beta\max} - E_{\beta\min} = 0.818 - 0.539 = 0.279 \text{ m}$$

$$\text{Fark: } \% 51.763$$

A. 16'nın yayıcılarının Q-f ilişkisi Şekil 61'de verilmiştir. Bu değişimin özellikleri A. 13'tekinin benzeridir. Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$Q_{\max} - Q_{\min} = 559.0309 - 493.42 = 65.6109 \text{ l/sn}$$

$$\text{Artış: } \% 13.297$$

3.3.5. Araştırma 17

N= 10 adet olan ve K.K.B. tipi çıkış uclu yayıcıların β değerlerine göre q-n değişimi Şekil 62'de verilmiştir. Bu değişim A. 13'tekinin benzeridir. Bu yayıcıların E-n değişimi ise Şekil 63'te verilmiştir. Bu değişimin özellikleri de A. 13'tekinin benzeri olup, E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$\beta = 0^\circ:$$

$$E_{10} - E_1 = 0.803 - 0.771 = 0.032 \text{ m}$$

$$\text{Artış : } \% 4.15$$

$$\beta = 45^\circ:$$

$$E_{10} - E_1 = 1.082 - 0.771 = 0.311 \text{ m}$$

$$\text{Artış : } \% 40.337$$

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{\beta\min} = 0.803 \text{ m (min.)}$$

$$E_{\beta\max} = 1.082 \text{ m}$$

$$E_{\beta\text{maks}} - E_{\beta\text{min}} = 1.082 - 0.803 = 0.279 \text{ m}$$

Fark: % 34.745

A. 17'nin yayıcılarının Q-f ilişkisi Şekil 64'te verilmiştir. Bu değişimin özellikleri A. 13'tekininki benzeridir. Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmiştir:

$$Q_{\text{maks}} - Q_{\text{min}} = 536.494 - 493.208 = 43.286 \text{ l/sn}$$

Artış: % 8.776

3.3.6. Araştırma 18

N= 10 adet olan ve K.I.B. tipi çıkış uçlu yayıcıların β değerlerine göre q-n değişimi Şekil 65'te verilmiştir. Bu değişim A. 13'tekininki benzeridir. Bu yayıcıların E-n değişimi ise Şekil 66'da verilmiştir. Bu değişimin özellikleri de A. 13'tekininki benzeri olup, E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$\beta = 0^\circ:$$

$$E_{10} - E_1 = 1.128 - 1.096 = 0.032 \text{ m}$$

Artış : % 2.92

$$\beta = 45^\circ:$$

$$E_{10} - E_1 = 1.407 - 1.096 = 0.311 \text{ m}$$

Artış : % 28.376

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{\beta\text{min}} = 1.128 \text{ m (min.)}$$

$$E_{\beta\text{maks}} = 1.407 \text{ m}$$

$$E_{\beta\text{maks}} - E_{\beta\text{min}} = 1.407 - 1.128 = 0.279 \text{ m}$$

Fark: % 24.734

A. 18'in yayıcılarının Q-f ilişkisi Şekil 67'de verilmiştir. Bu değişimin özellikleri A. 13'tekin benzeridir. Ayrıca, A. 16, A. 17 ve A. 18'in Q-f ilişkileri hep birlikte Şekil 68'de verilmiştir. Bu değişimin özellikleri de A. 13, A. 14 ve A. 15'inkine benzerdir. Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$Q_{\text{maks}} - Q_{\text{min}} = 523.901 - 493.055 = 30.846 \text{ l/sn}$$

$$\text{Artıs: } \% 6.256$$

Maksimum Q değerlerinin karşılaştırılması:

$$Q_{\text{KIB}} = 523.901 \text{ l/sn (min.)}$$

$$Q_{\text{CA}} = 559.0309 \text{ l/sn}$$

$$Q_{\text{CA}} - Q_{\text{KIB}} = 559.0309 - 523.901 = 35.1299 \text{ l/sn}$$

$$\text{Fark: } \% 6.705$$

$$Q_{\text{KKB}} = 536.494 \text{ l/sn}$$

$$Q_{\text{KKB}} - Q_{\text{KIB}} = 536.494 - 523.901 = 12.593 \text{ l/sn}$$

$$\text{Fark: } \% 2.404$$

3.3.7. Araştırma 19

N= 15 adet olan ve C.A. tipi çıkış uçlu yayıcıların β değerlerine göre q-n değişimi Şekil 69'da verilmiştir. Bu değişim, A. 13'tekin benzeridir. Bu yayıcıların E-n değişimi ise Şekil 70'te verilmiştir. Bu değişimin özellikleri de A. 13'tekin benzeri olup, E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$\beta = 0^\circ:$$

$$E_{15} - E_1 = 0.286 - 0.23 = 0.056 \text{ m}$$

$$\text{Artıs : } \% 24.348$$

$\beta = 45^\circ$:

$$E_{15} - E_1 = 0.717 - 0.23 = 0.487 \text{ m}$$

Artış : % 211.739

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{\beta \text{min}} = 0.286 \text{ m (min.)}$$

$$E_{\beta \text{maks}} = 0.717 \text{ m}$$

$$E_{\beta \text{maks}} - E_{\beta \text{min}} = 0.717 - 0.286 = 0.431 \text{ m}$$

Fark: % 150.699

A. 19'un yayıcılarının Q-f ilişkisi Şekil 71'de verilmiştir. Bu değişimin özellikleri A. 13'tekinin benzeridir. Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$Q_{\text{maks}} - Q_{\text{min}} = 688.2 - 493.0106 = 195.1894 \text{ l/sn}$$

Artış: % 39.591

3.3.8. Araştırma 20

N= 15 adet olan ve K.K.B. tipi çıkış uçlu yayıcıların β değerlerine göre q-n değişimi Şekil 72'de verilmiştir. Bu değişim A. 13'tekinin benzeridir. Bu yayıcıların E-n değişimi ise Şekil 73'te verilmiştir. Bu değişimin özellikleri de A. 13'tekinin benzeri olup, E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$\beta = 0^\circ$:

$$E_{15} - E_1 = 0.403 - 0.348 = 0.055 \text{ m}$$

Artış : % 15.805

$\beta = 45^\circ$:

$$E_{15} - E_1 = 0.836 - 0.348 = 0.488 \text{ m}$$

Artış : % 140.23

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{\beta\min} = 0.403 \text{ m (min.)}$$

$$E_{\beta\max} = 0.836 \text{ m}$$

$$E_{\beta\max} - E_{\beta\min} = 0.836 - 0.403 = 0.433 \text{ m}$$

$$\text{Fark: } \% 107.444$$

A. 20'nin yayıcılarının Q-f ilişkisi Ėekil 74'te verilmiştir. Bu değişimin zellikleri A. 13'tekinin benzeridir. Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$Q_{\max} - Q_{\min} = 627.6786 - 493.0207 = 134.6579 \text{ l/sn}$$

$$\text{Artış: } \% 27.313$$

3.3.9. Araştırma 21

N= 15 adet olan ve K.I.B. tipi cıkış uçlu yayıcıların β değerlerine göre q-n değişimi Ėekil 75'te verilmiştir. Bu değişim A. 13'tekinin benzeridir. Bu yayıcıların E-n değişimi ise Ėekil 76'da verilmiştir. Bu değişimin özellikleri de A. 13'tekinin benzeri olup, E değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$\beta = 0^\circ:$$

$$E_{15} - E_1 = 0.549 - 0.494 = 0.055 \text{ m}$$

$$\text{Artış : } \% 11.134$$

$$\beta = 45^\circ:$$

$$E_{15} - E_1 = 0.982 - 0.494 = 0.488 \text{ m}$$

$$\text{Artış : } \% 98.785$$

Maksimum E değerlerinin karşılaştırılması:

$$E_{\beta\min} = 0.549 \text{ m (min.)}$$

$$E_{\beta\max} = 0.982 \text{ m}$$

$$E_{\beta\text{maks}} - E_{\beta\text{min}} = 0.982 - 0.549 = 0.433 \text{ m}$$

$$\text{Fark: } \% 78.871$$

A. 21'in yayıcılarının Q-f ilişkisi Sekil 77'de verilmiştir. Bu değişimin özellikleri A. 13'tekin benzeridir. Ayrıca, A. 19, A. 20 ve A. 21'in Q-f ilişkileri hep birlikte Sekil 78'de verilmiştir. Bu değişimin özellikleri de A. 13, A. 14 ve A. 15'inkine benzerdir. Q değerlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

$$Q_{\text{maks}} - Q_{\text{min}} = 591.3007 - 493.0197 = 98.281 \text{ l/sn}$$

$$\text{Artış: } \% 19.934$$

Maksimum Q değerlerinin karşılaştırılması:

$$Q_{KIB} = 591.3007 \text{ l/sn (min.)}$$

$$Q_{CA} = 688.2 \text{ l/sn}$$

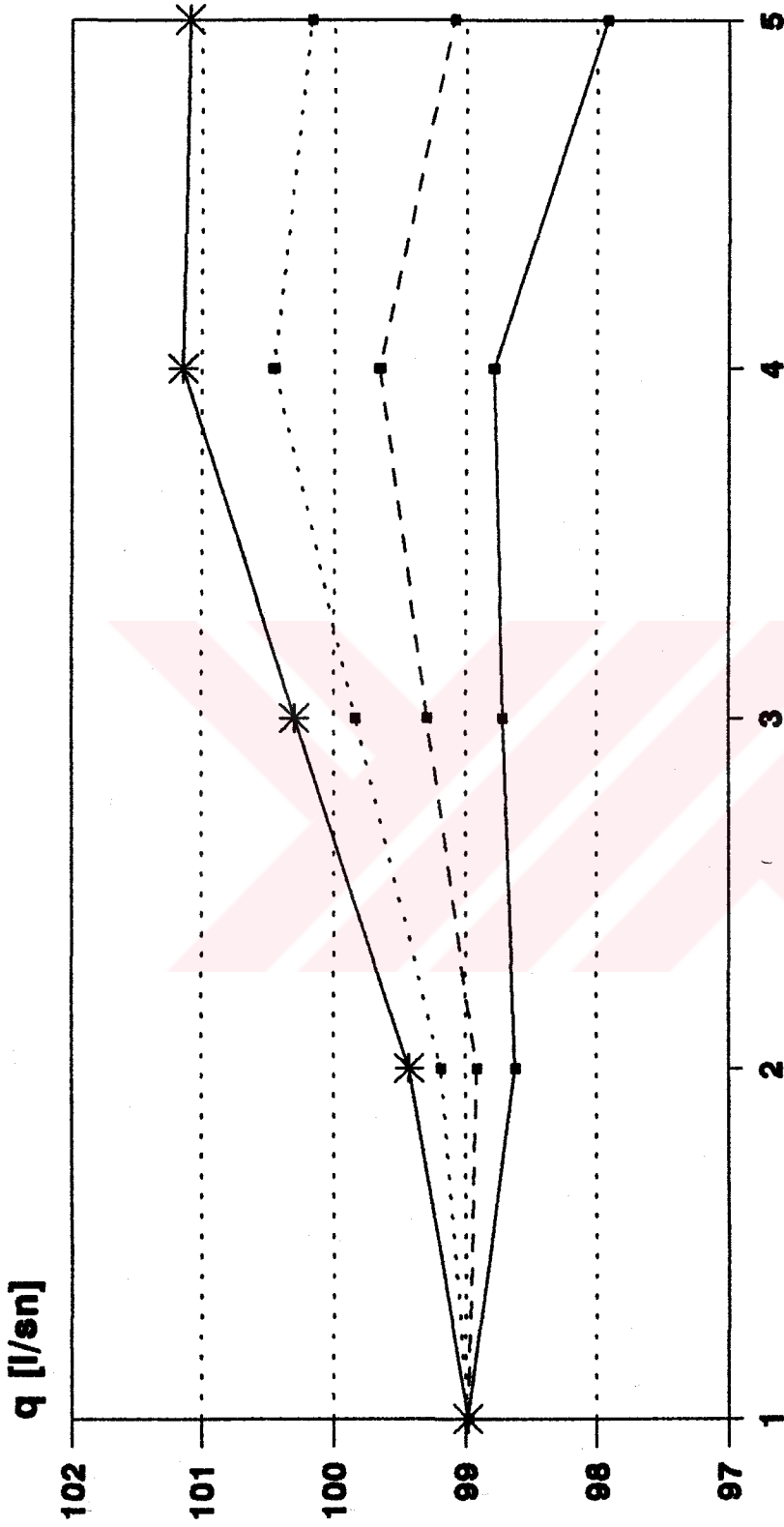
$$Q_{CA} - Q_{KIB} = 688.2 - 591.3007 = 96.8993 \text{ l/sn}$$

$$\text{Fark: } \% 16.387$$

$$Q_{KKB} = 627.6786 \text{ l/sn}$$

$$Q_{KKB} - Q_{KIB} = 627.6786 - 591.3007 = 36.3779 \text{ l/sn}$$

$$\text{Fark: } \% 6.152$$

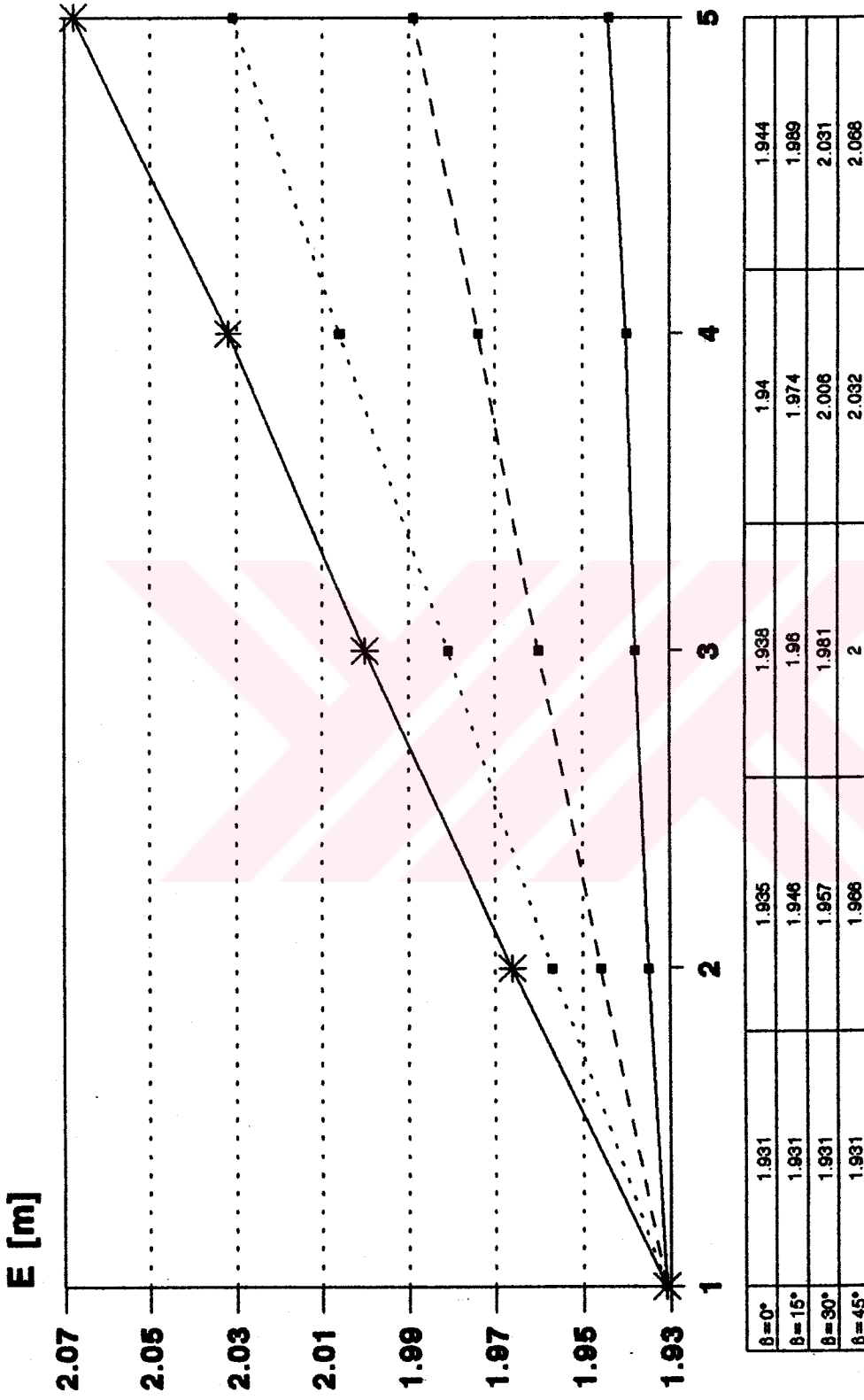


$\beta=0^\circ$	98.982	98.621	98.719	98.788	97.922
$\beta=15^\circ$	98.982	98.917	99.299	99.655	99.094
$\beta=30^\circ$	98.982	99.192	99.837	100.457	100.174
$\beta=45^\circ$	98.982	99.428	100.296	101.14	101.091

n

\blacksquare $\beta=0^\circ$
 \bullet $\beta=15^\circ$
 \square $\beta=30^\circ$
 \ast $\beta=45^\circ$

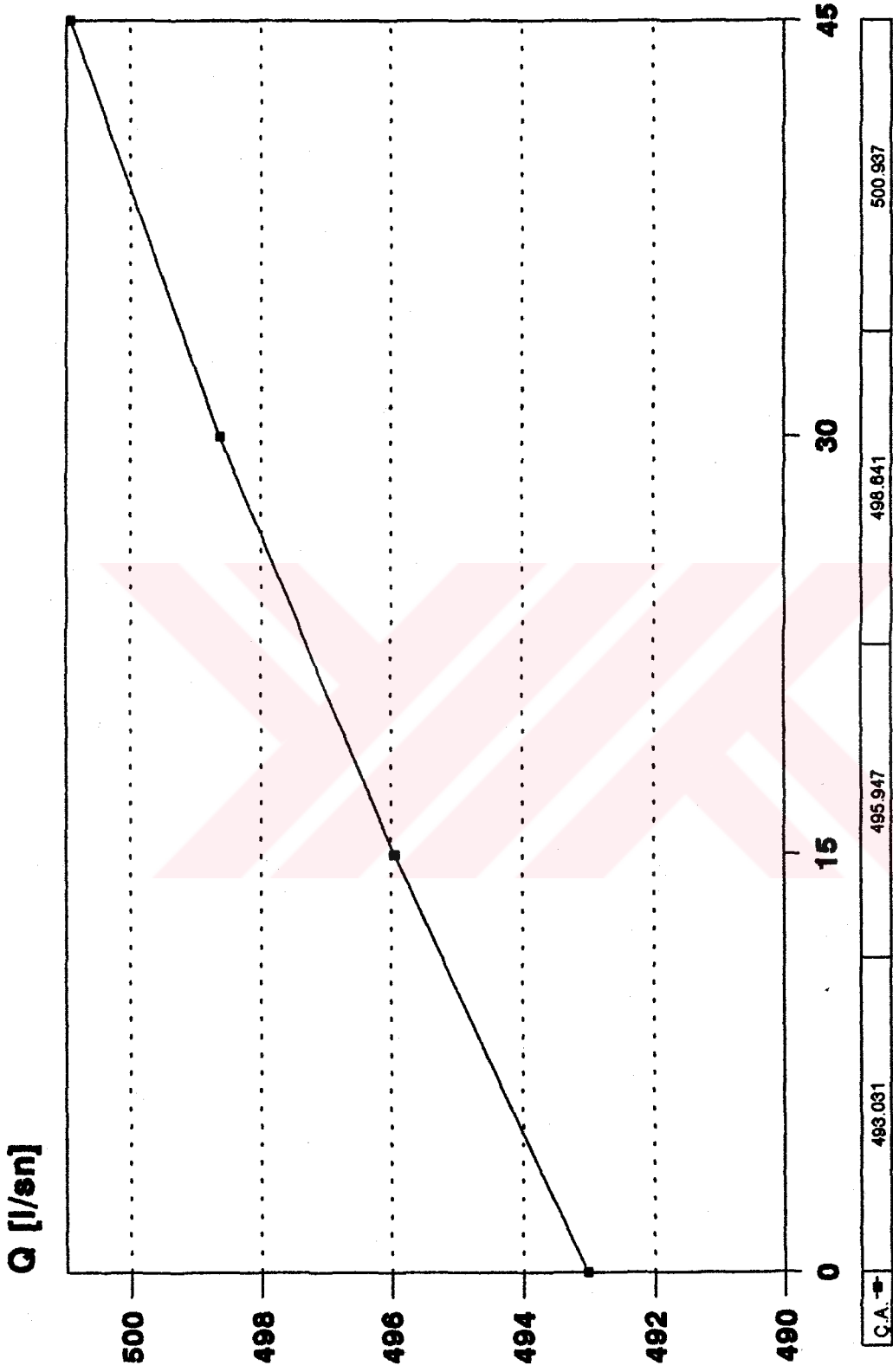
Şekil 49. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=5, Ç.A.)



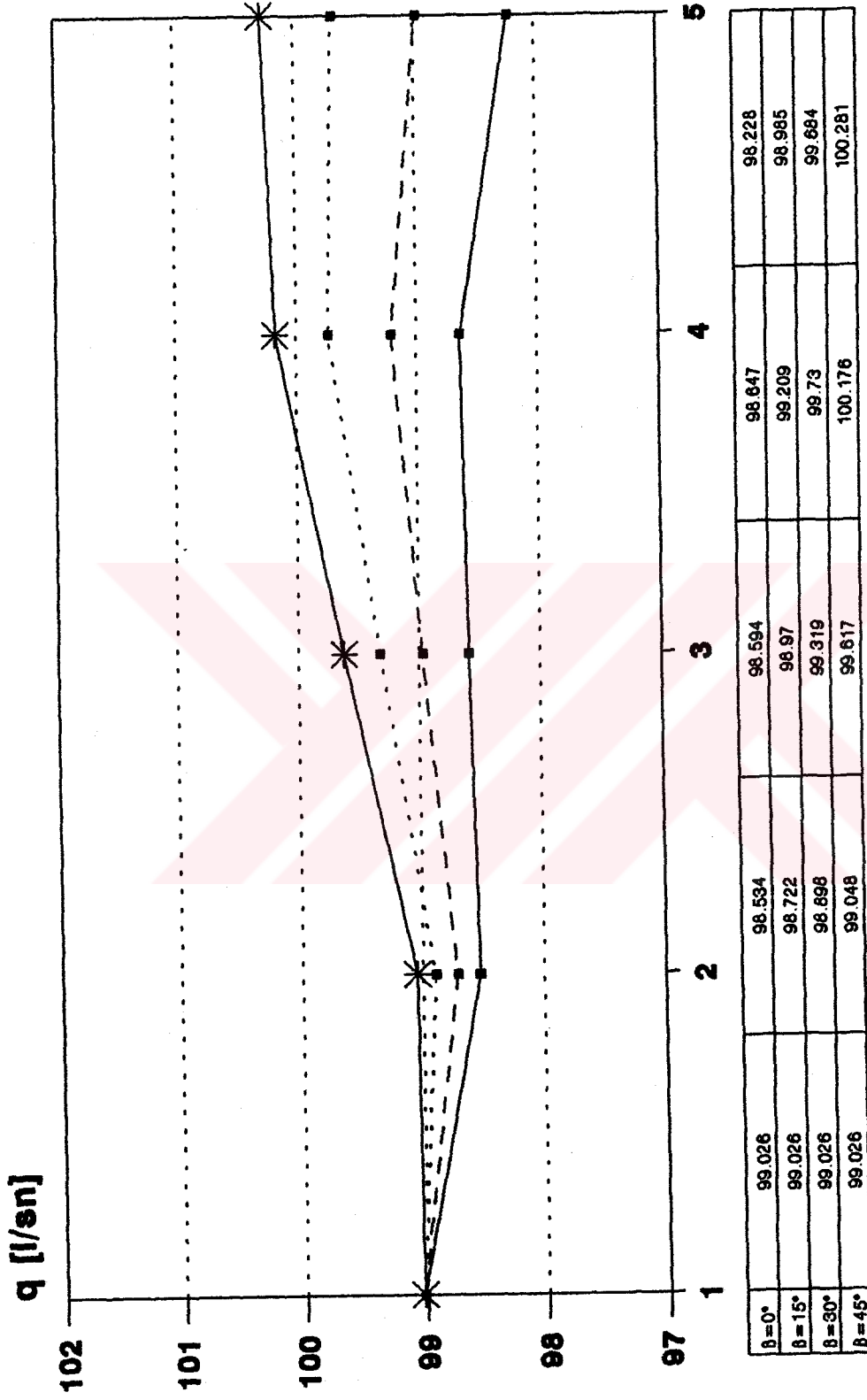
— $\beta=0^\circ$ -■- $\beta=15^\circ$ -○- $\beta=30^\circ$ * $\beta=45^\circ$

n

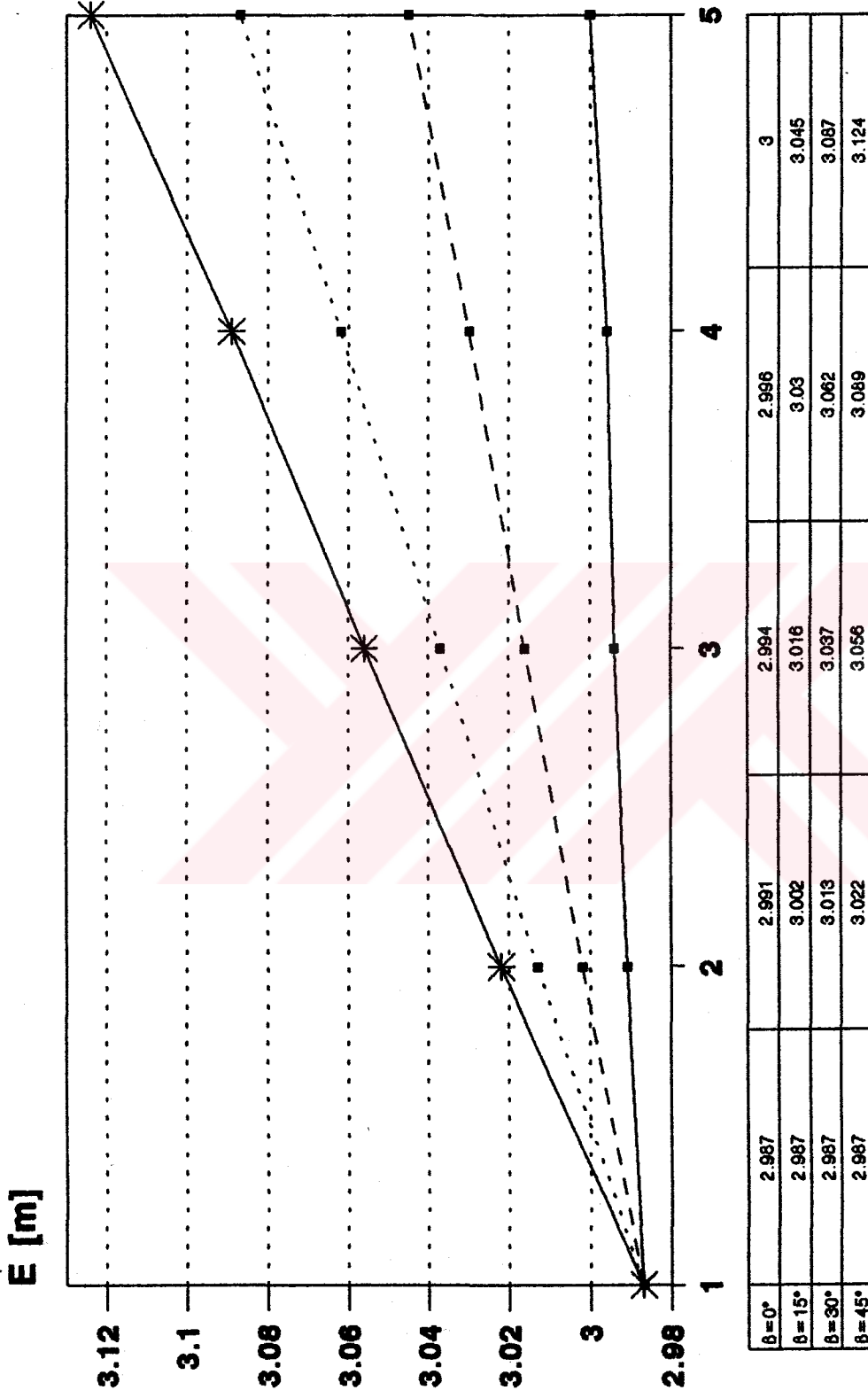
Şekil 50. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=5, Ç.A.)



Şekil 51. Toplam derinlik ile yayıcı açısı ilişkisi (N=5, Ç.A.)



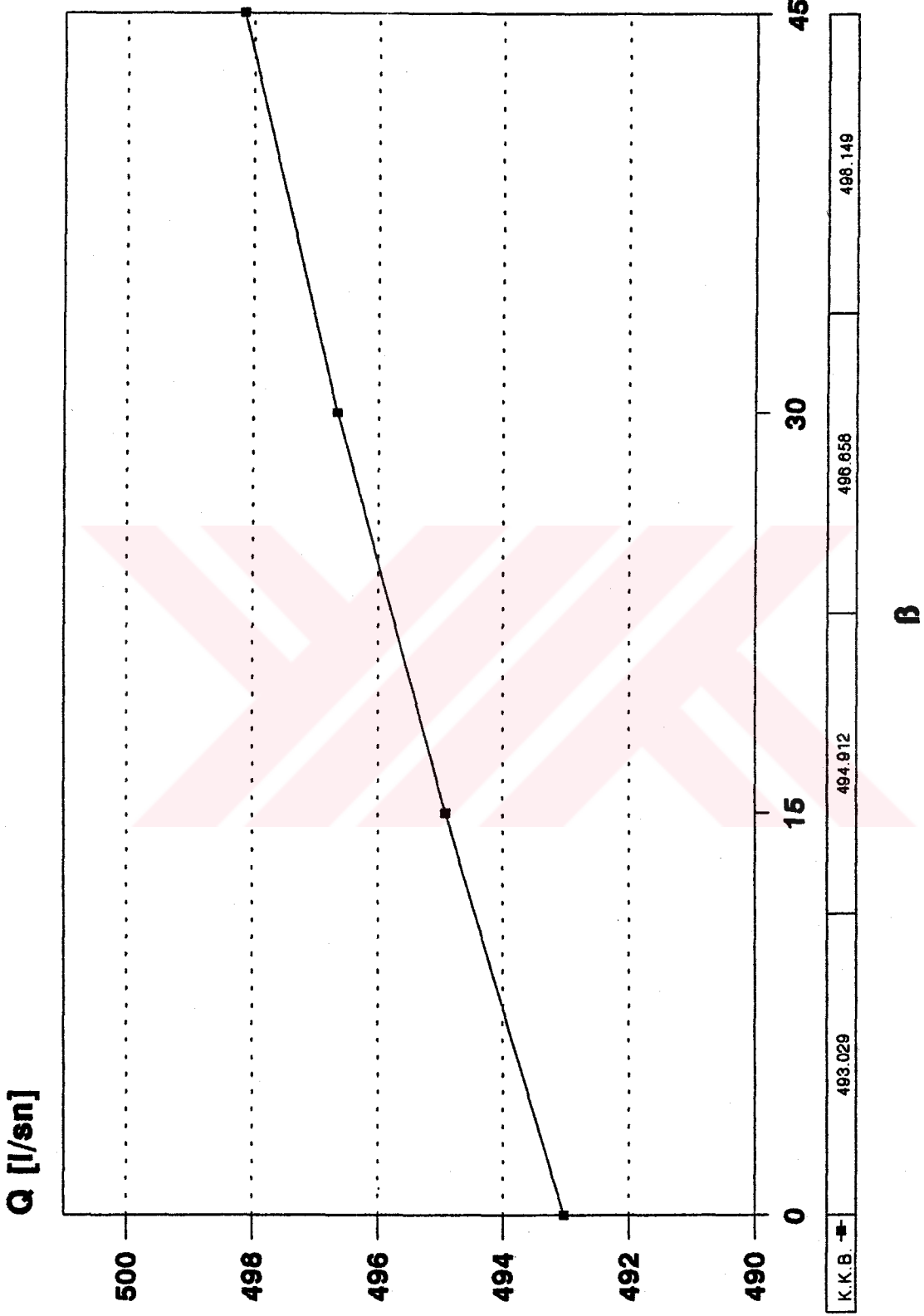
Şekil 52. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=5, K.K.B.)



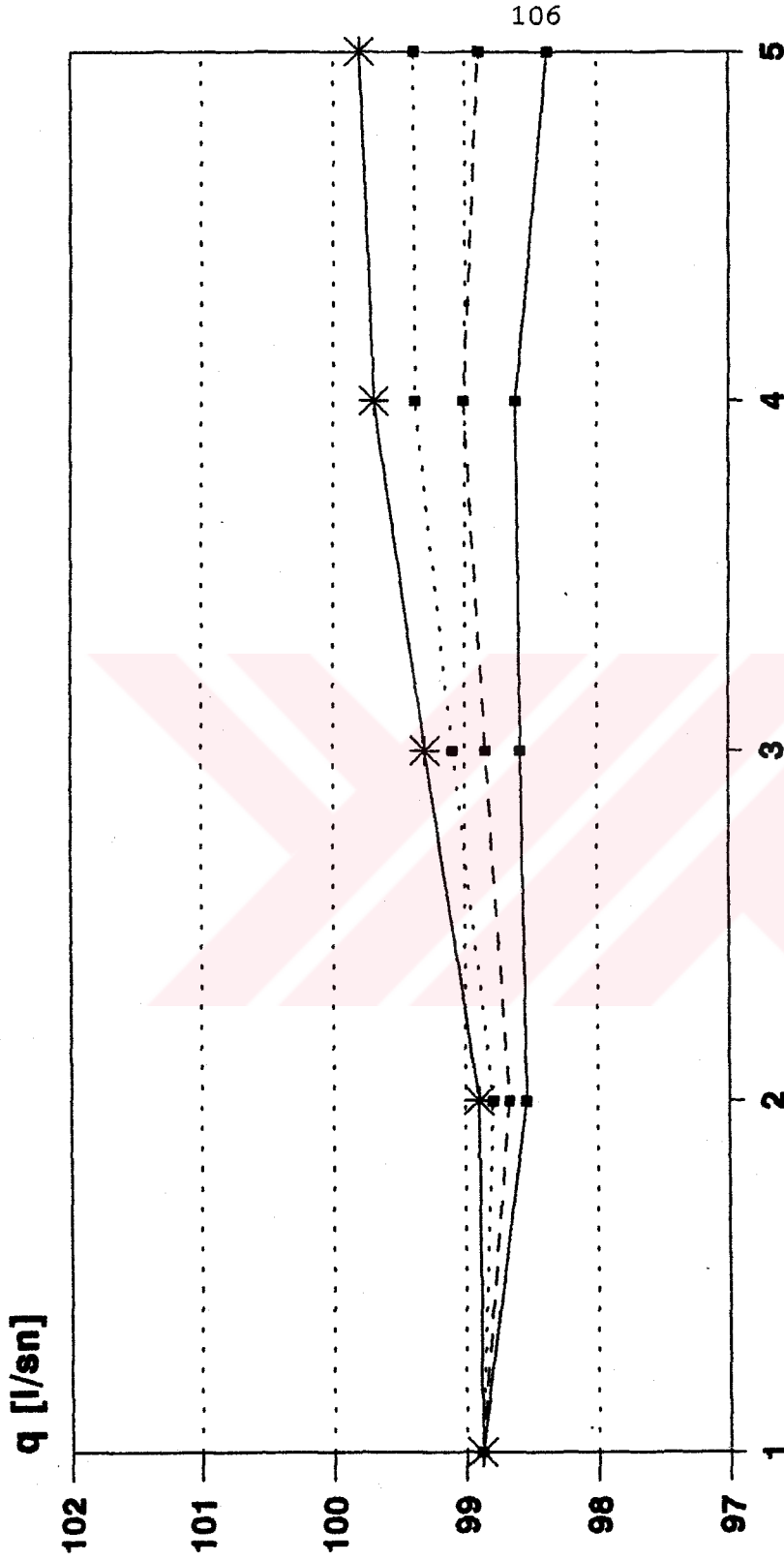
$\beta=0^\circ$ $\beta=15^\circ$ $\beta=30^\circ$ $\beta=45^\circ$

n

Şekil 53. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=5, K.K.B.)



Şekil 54. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi (N=5, K.K.B.)

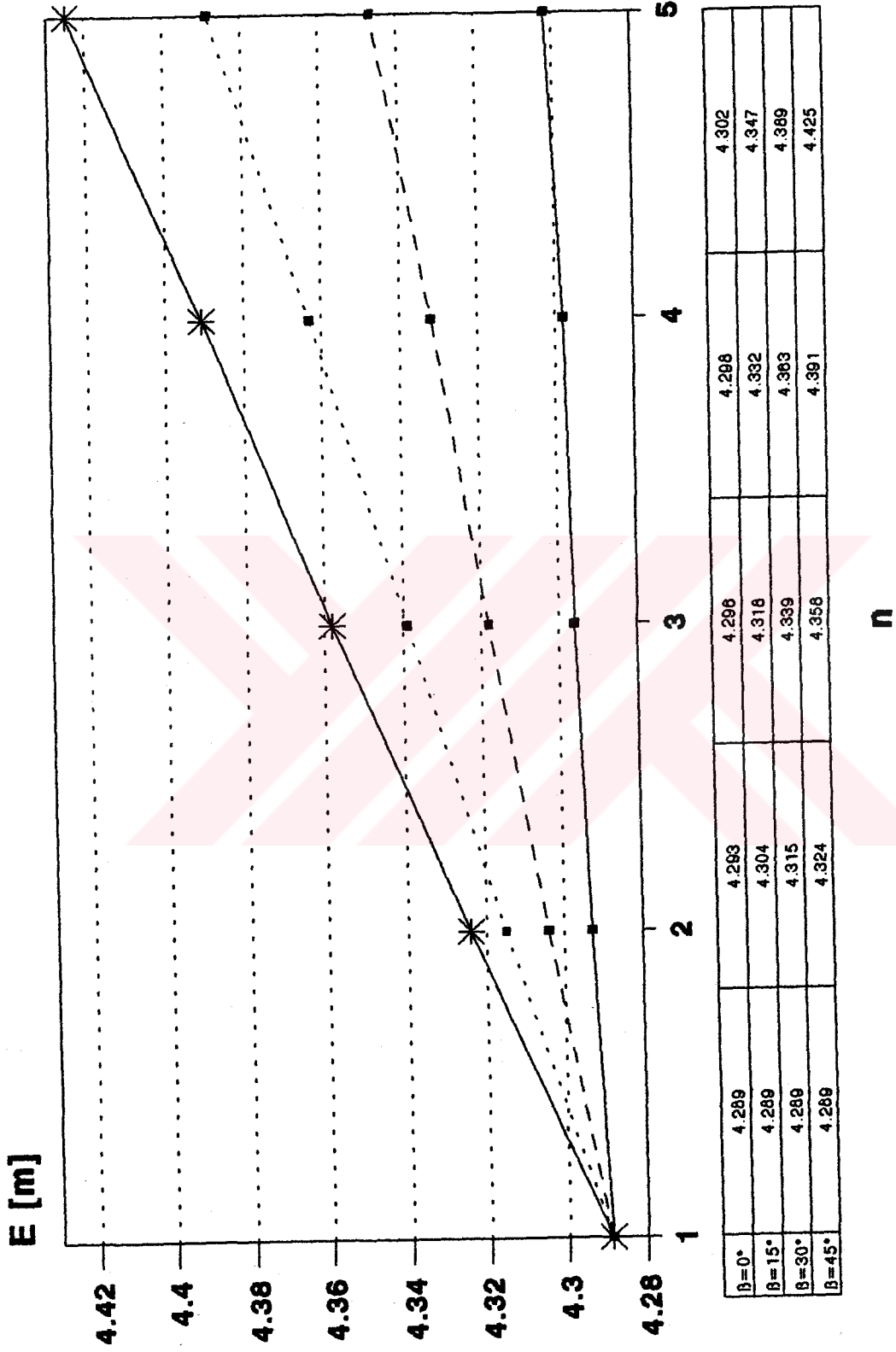


$\beta=0^\circ$	98.885	98.543	98.584	98.621	98.381
$\beta=15^\circ$	98.885	98.674	98.846	99.012	98.902
$\beta=30^\circ$	98.885	98.796	99.089	99.376	99.386
$\beta=45^\circ$	98.885	98.901	99.297	99.667	99.8

n

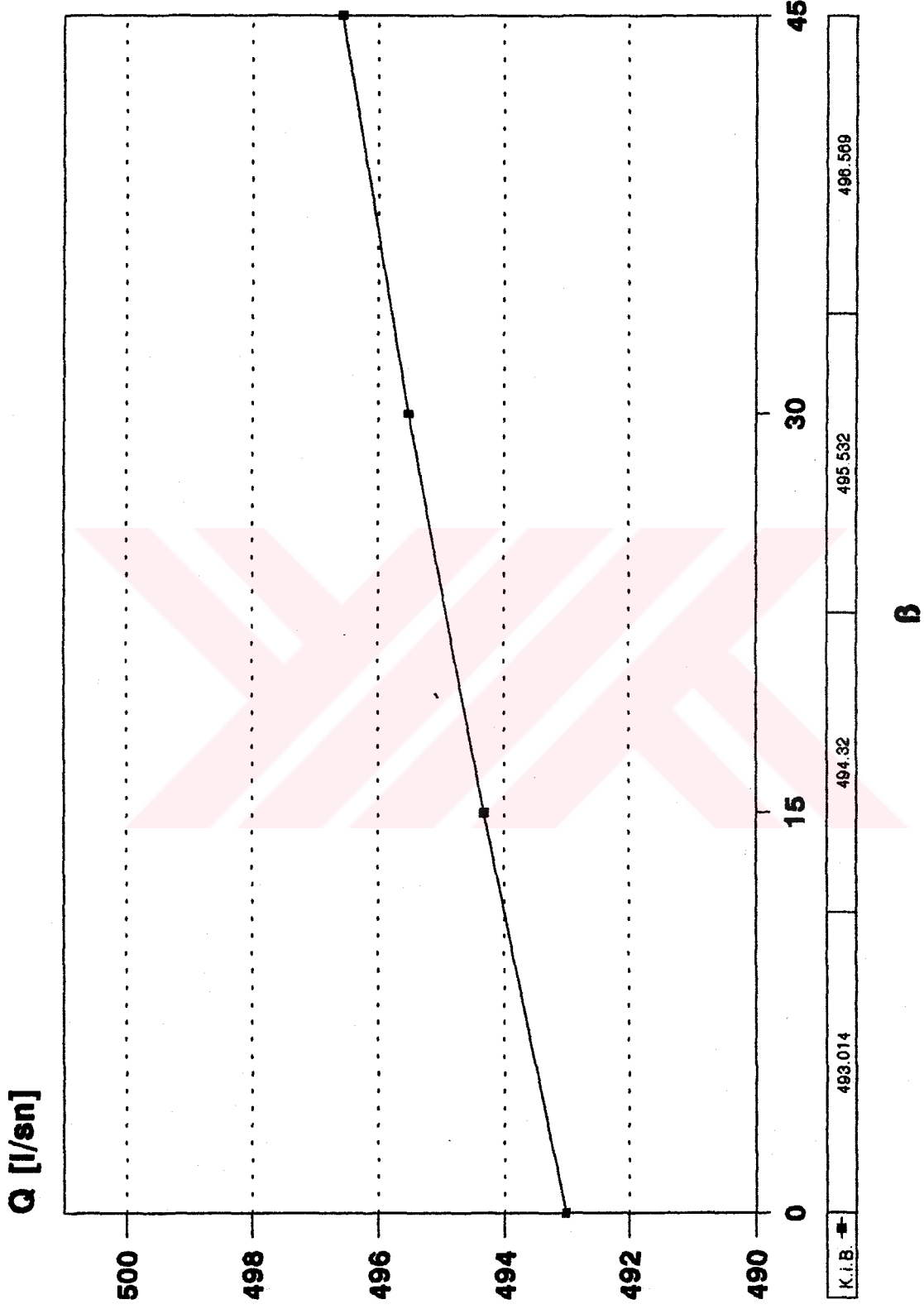
—■— $\beta=0^\circ$ - - ■ - - $\beta=15^\circ$ - - ■ - - $\beta=30^\circ$ * * * $\beta=45^\circ$

Şekil 55. Çıkış ucu deblisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=5, K.I.B.)

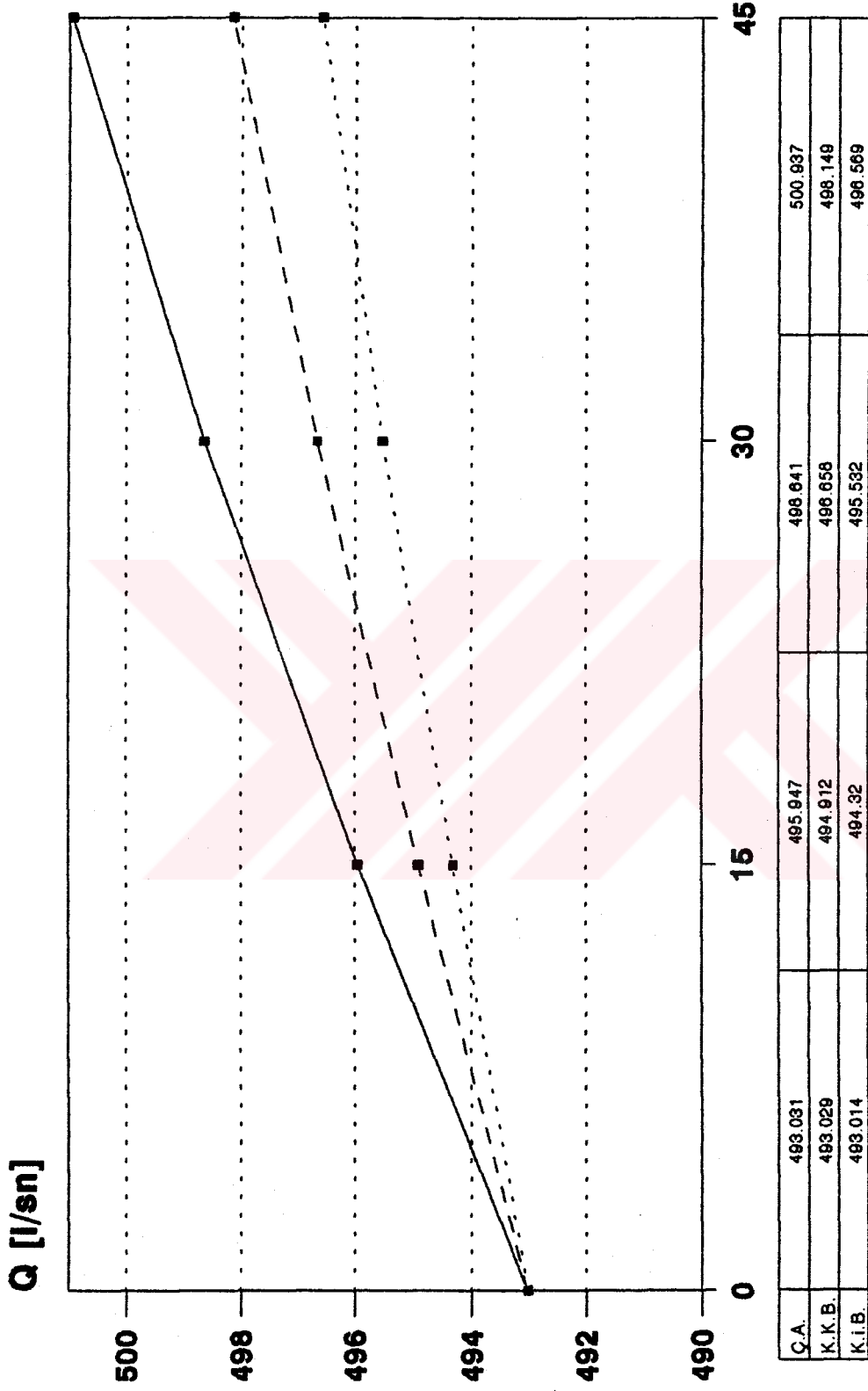


— $\beta=0^\circ$ -■- $\beta=15^\circ$ -□- $\beta=30^\circ$ * $\beta=45^\circ$

Şekil 56. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=5, K.I.B.)



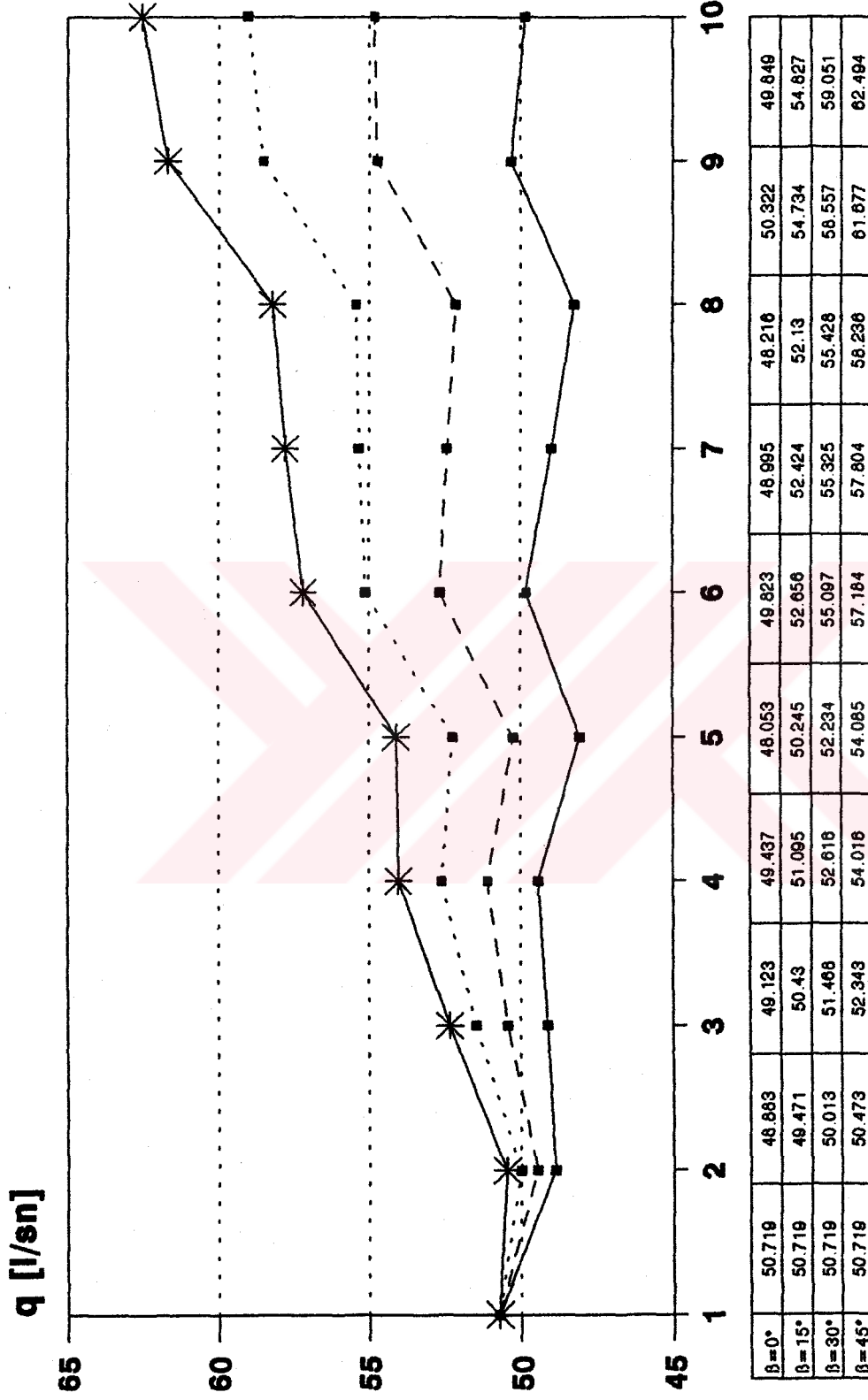
Şekil 57. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi (N=5, K.I.B.)



β

— Ç.A. - - - K.K.B. ··· K.I.B.

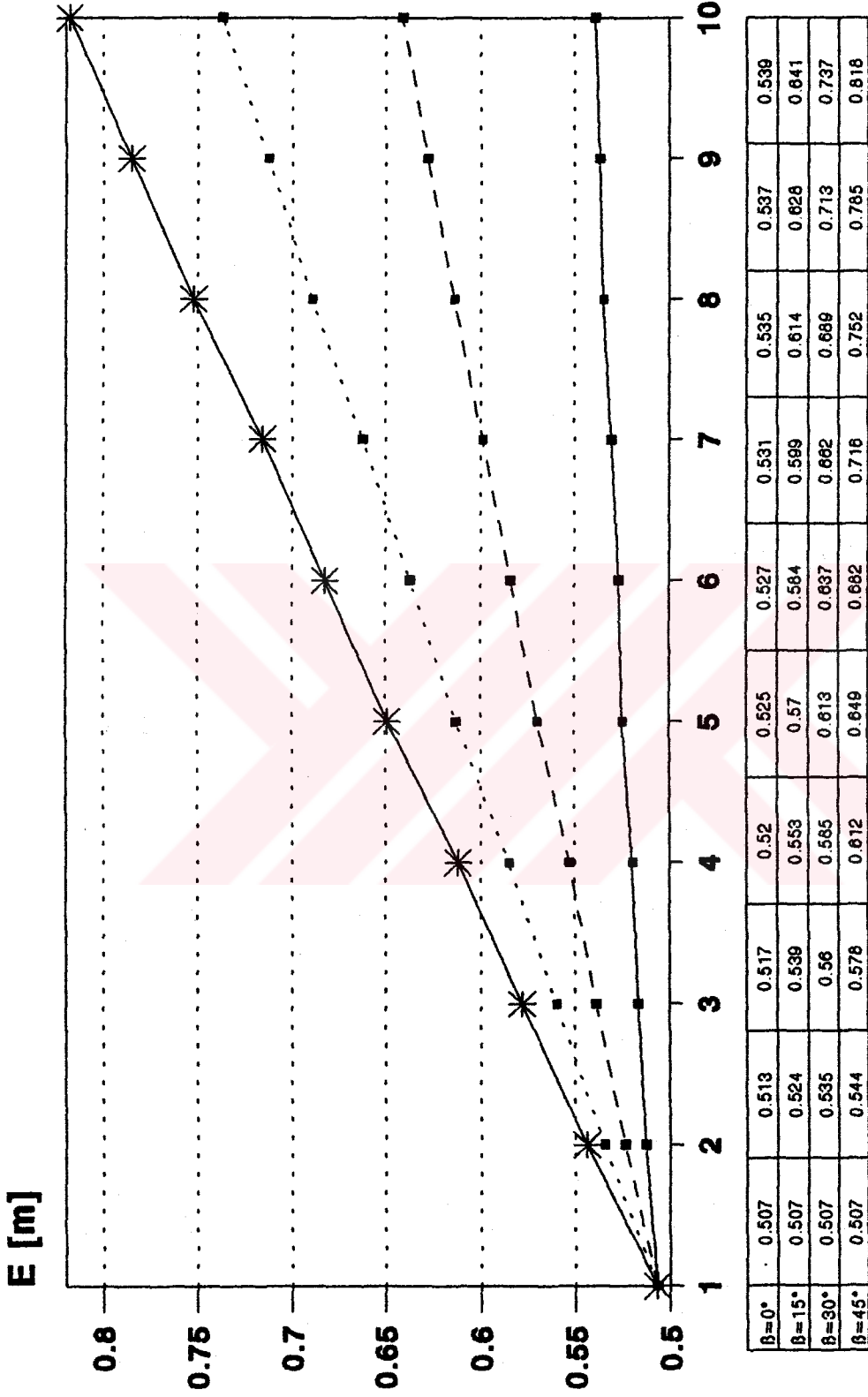
Şekil 58. Toplam debit ile yayıcı açısı ilişkilerinin karşılaştırılması (N=5)



n

\square $\beta=0^\circ$
 \square $\beta=15^\circ$
 \square $\beta=30^\circ$
 \ast $\beta=45^\circ$

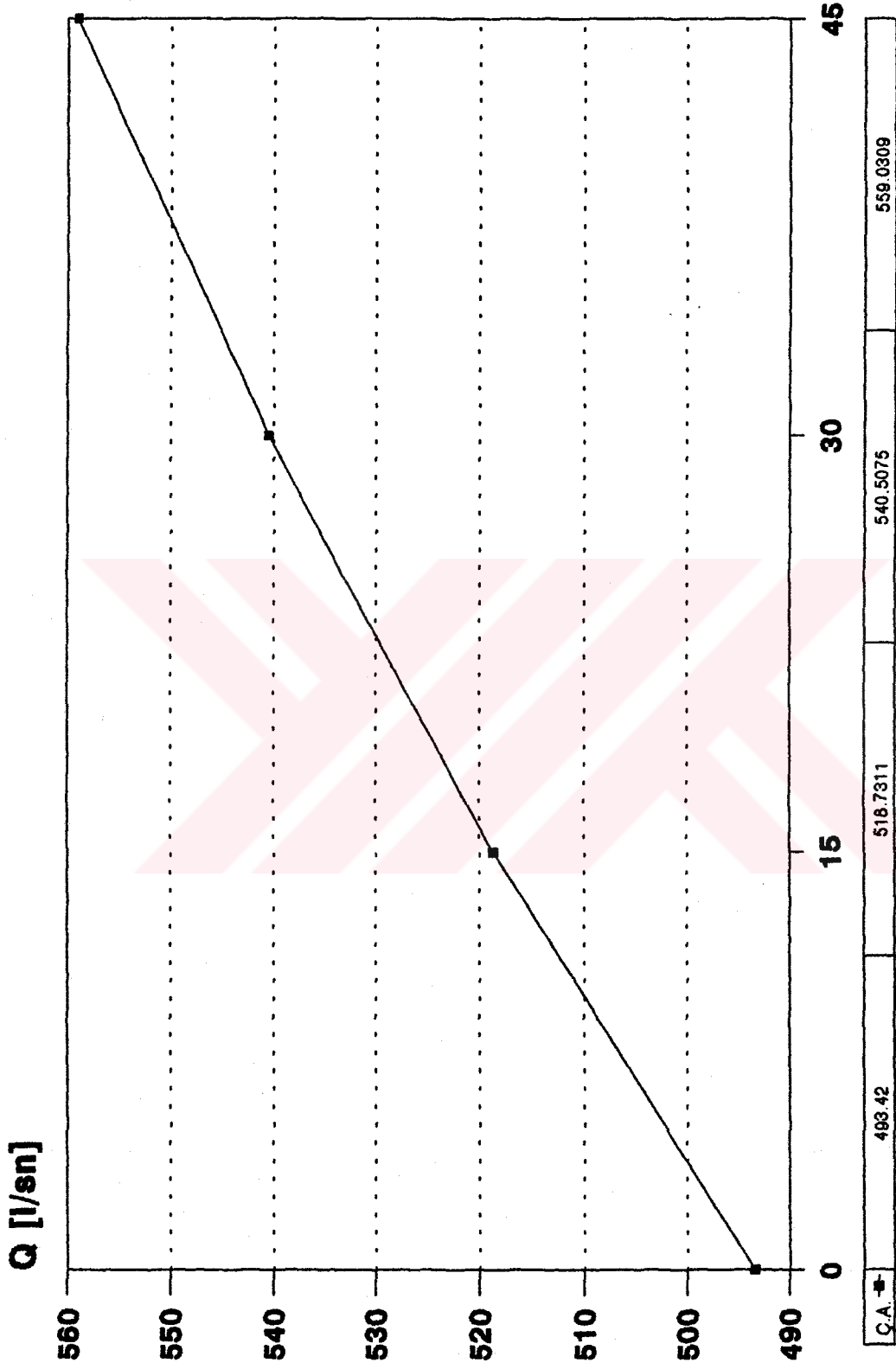
Şekil 59. Çıkış ucu deblisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=10, Ç.A.)



\square $\beta=0^\circ$
 \square $\beta=15^\circ$
 \square $\beta=30^\circ$
 \ast $\beta=45^\circ$

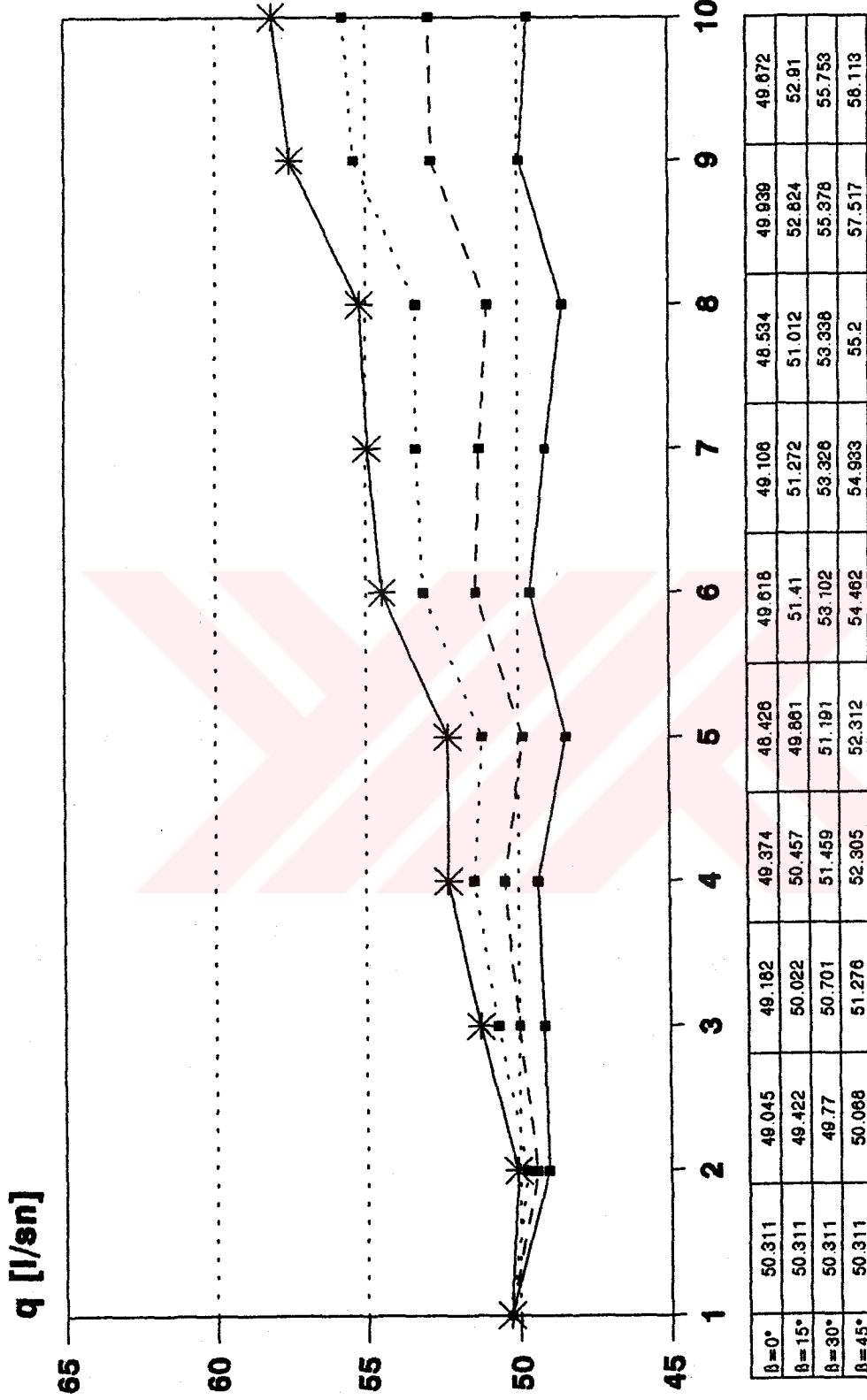
n

Şekil 60. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi ($N=10$, Ç.A.)



β

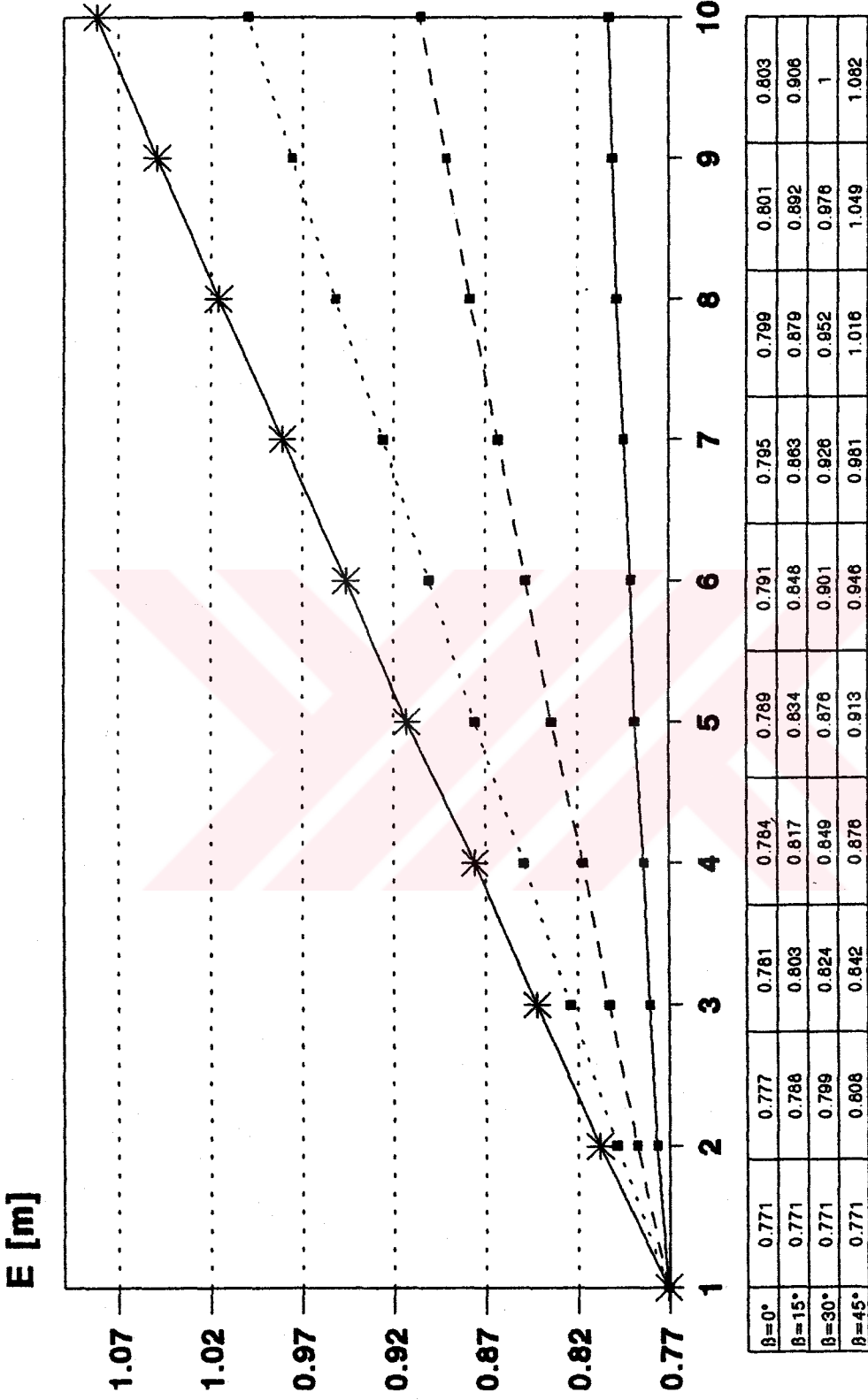
Şekil 61. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi (N=10, Ç.A.)



n

$\beta=0^\circ$ $\beta=15^\circ$ $\beta=30^\circ$ $\beta=45^\circ$

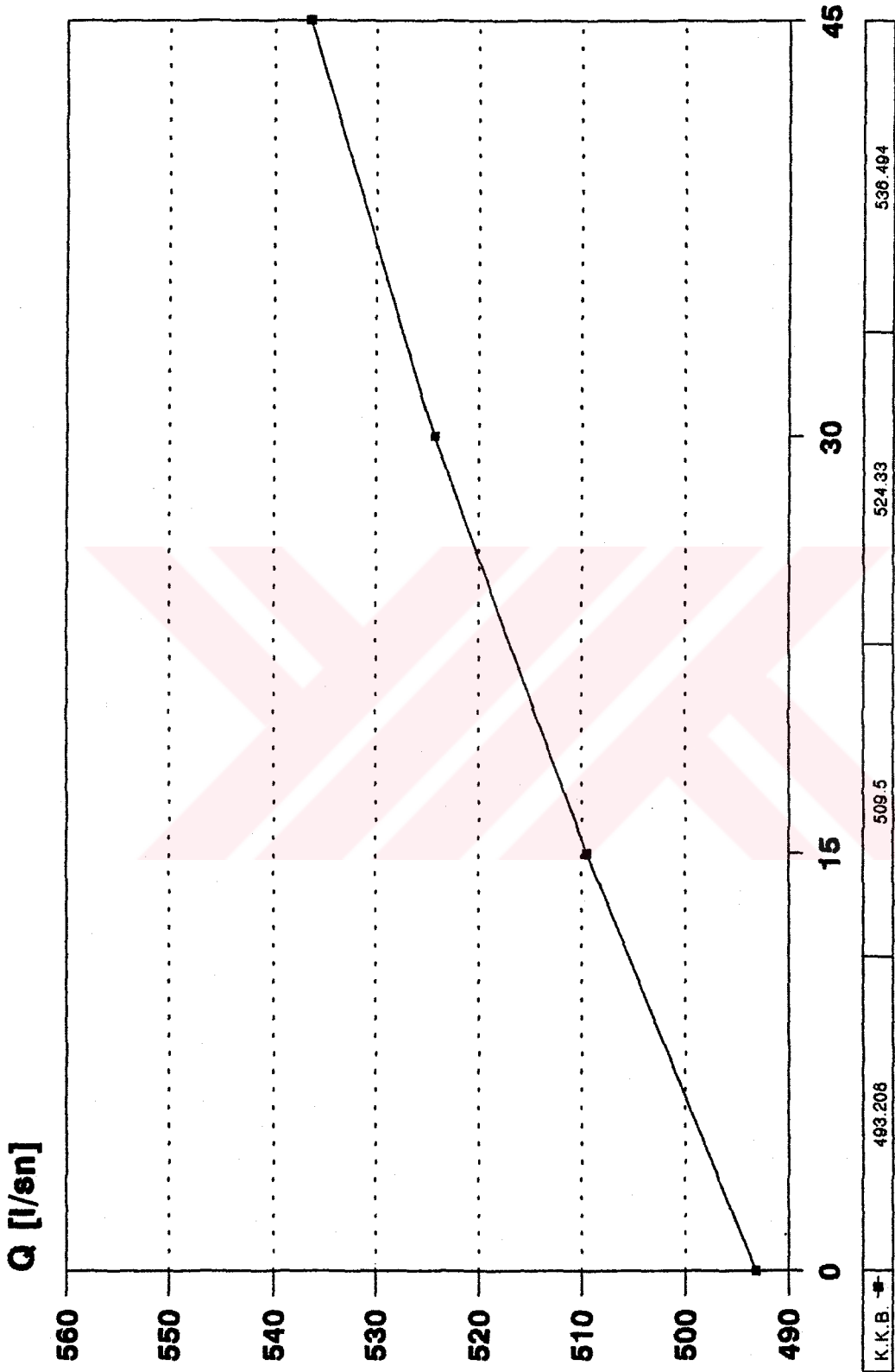
Şekil 62. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=10, K.K.B.)



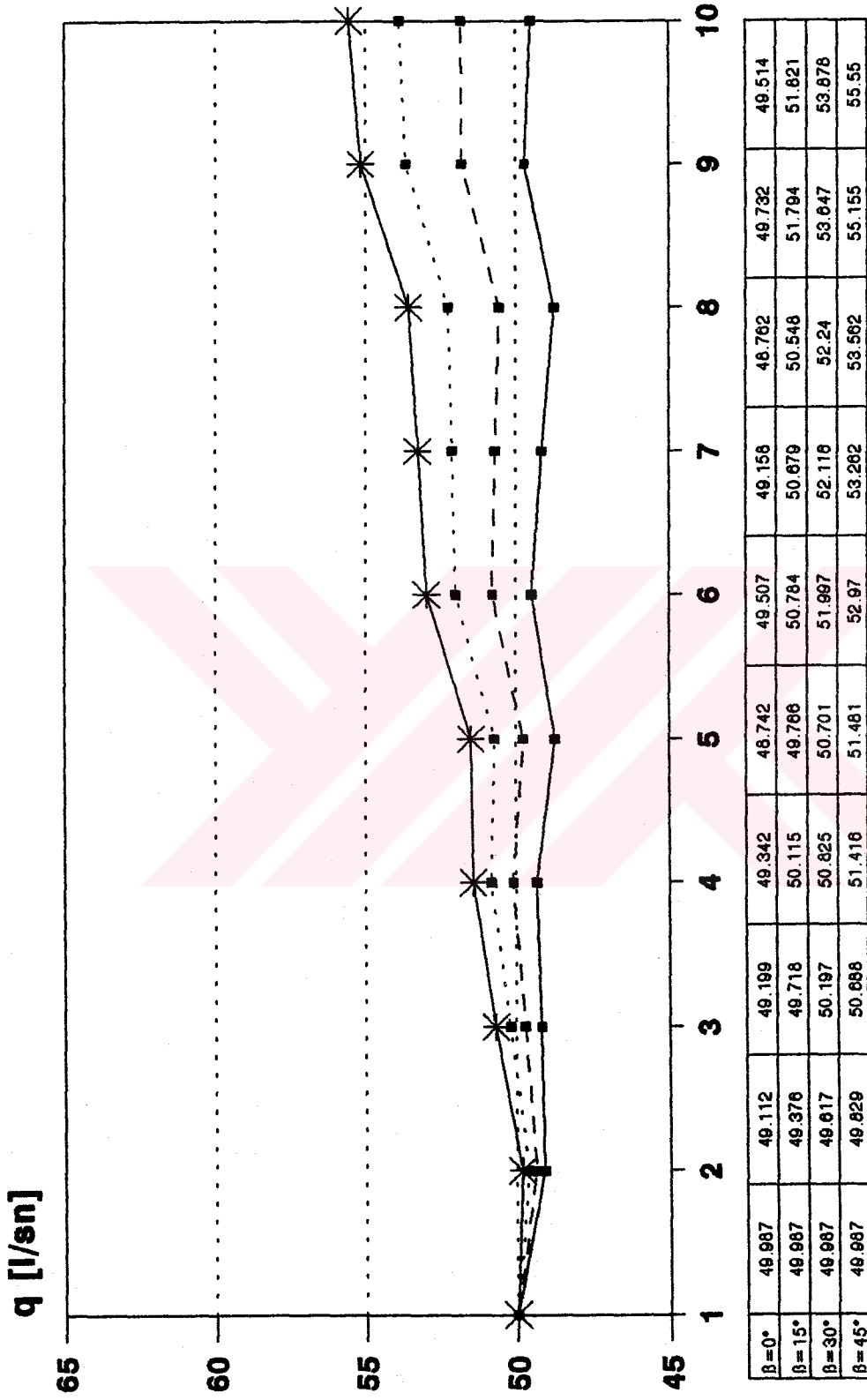
\blacksquare $\beta=0^\circ$
 \blacksquare $\beta=15^\circ$
 \blacksquare $\beta=30^\circ$
 \ast $\beta=45^\circ$

n

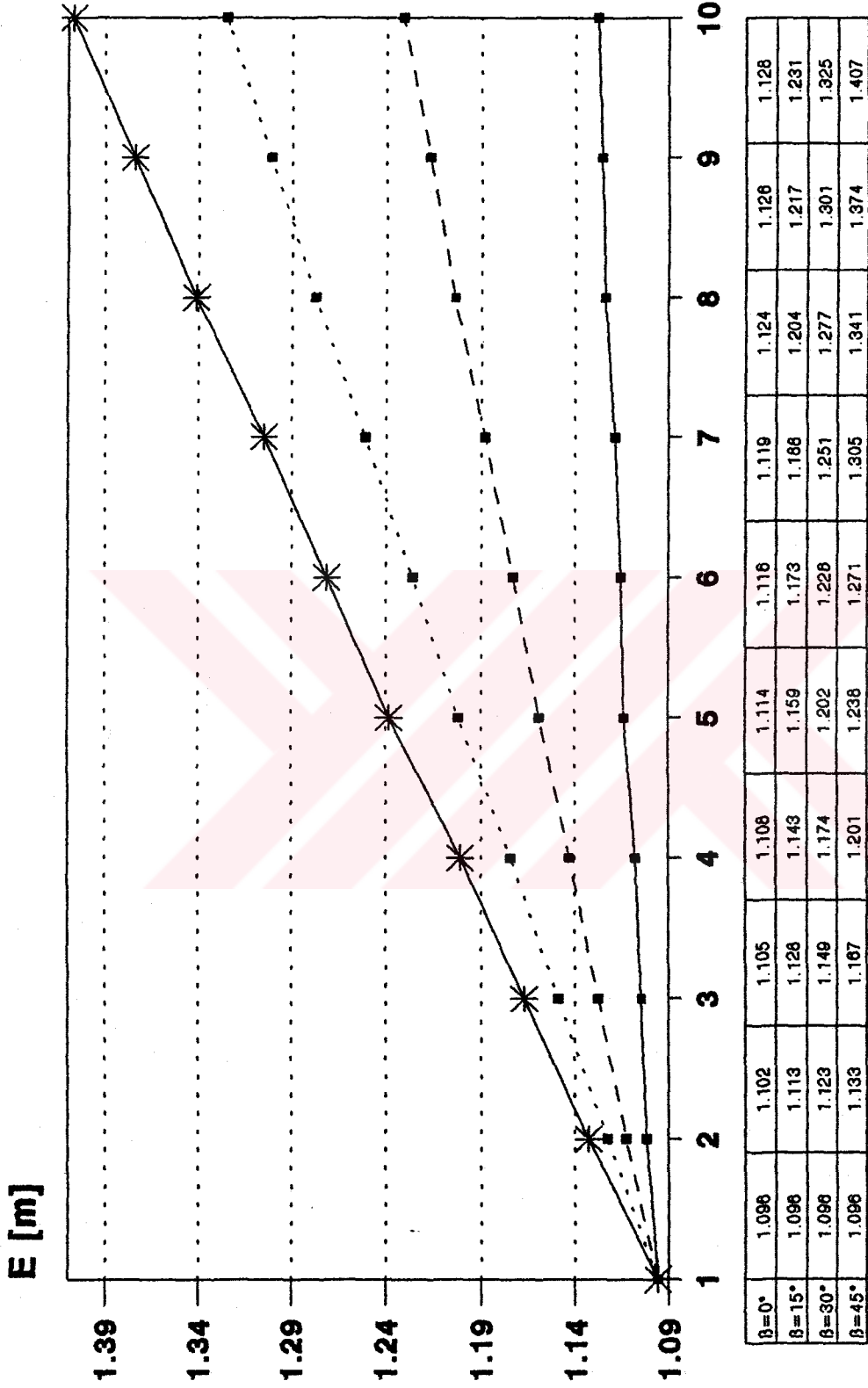
Şekil 63. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=10, K.K.B.)



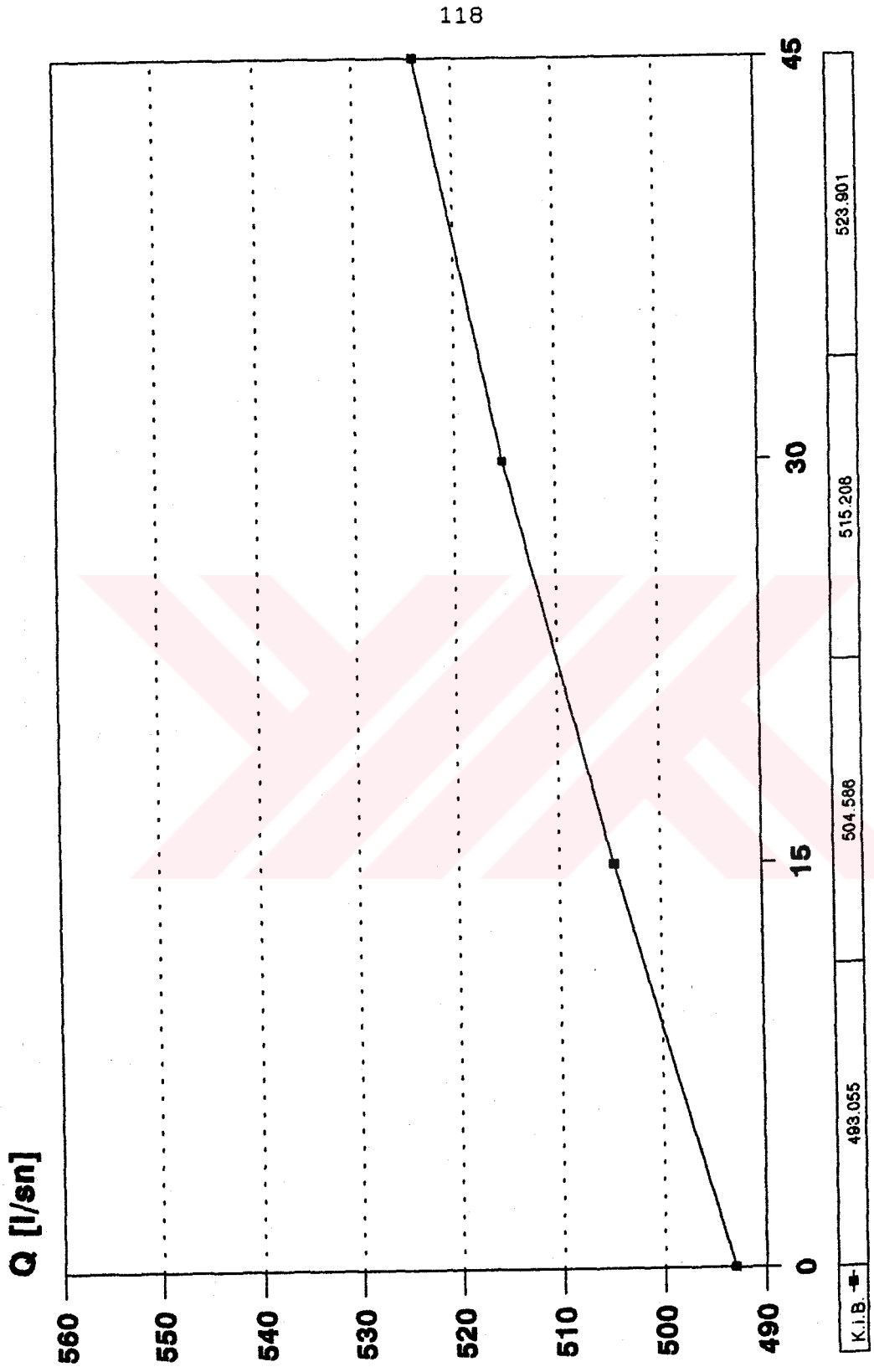
Şekil 64. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi ($N=10$, K.K.B.)



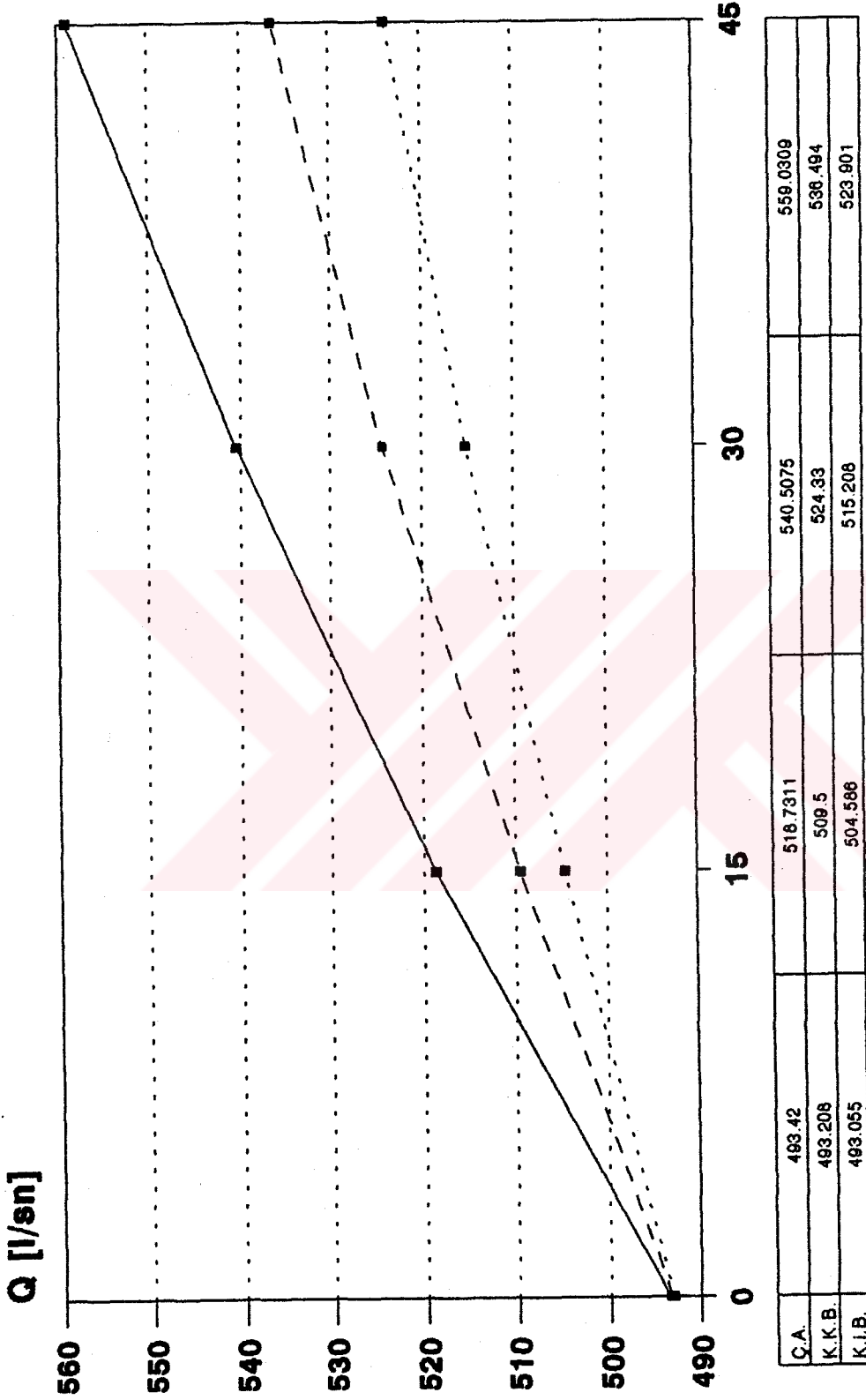
Şekil 65. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=10, K.I.B.)



Şekil 66. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=10, K.I.B.)



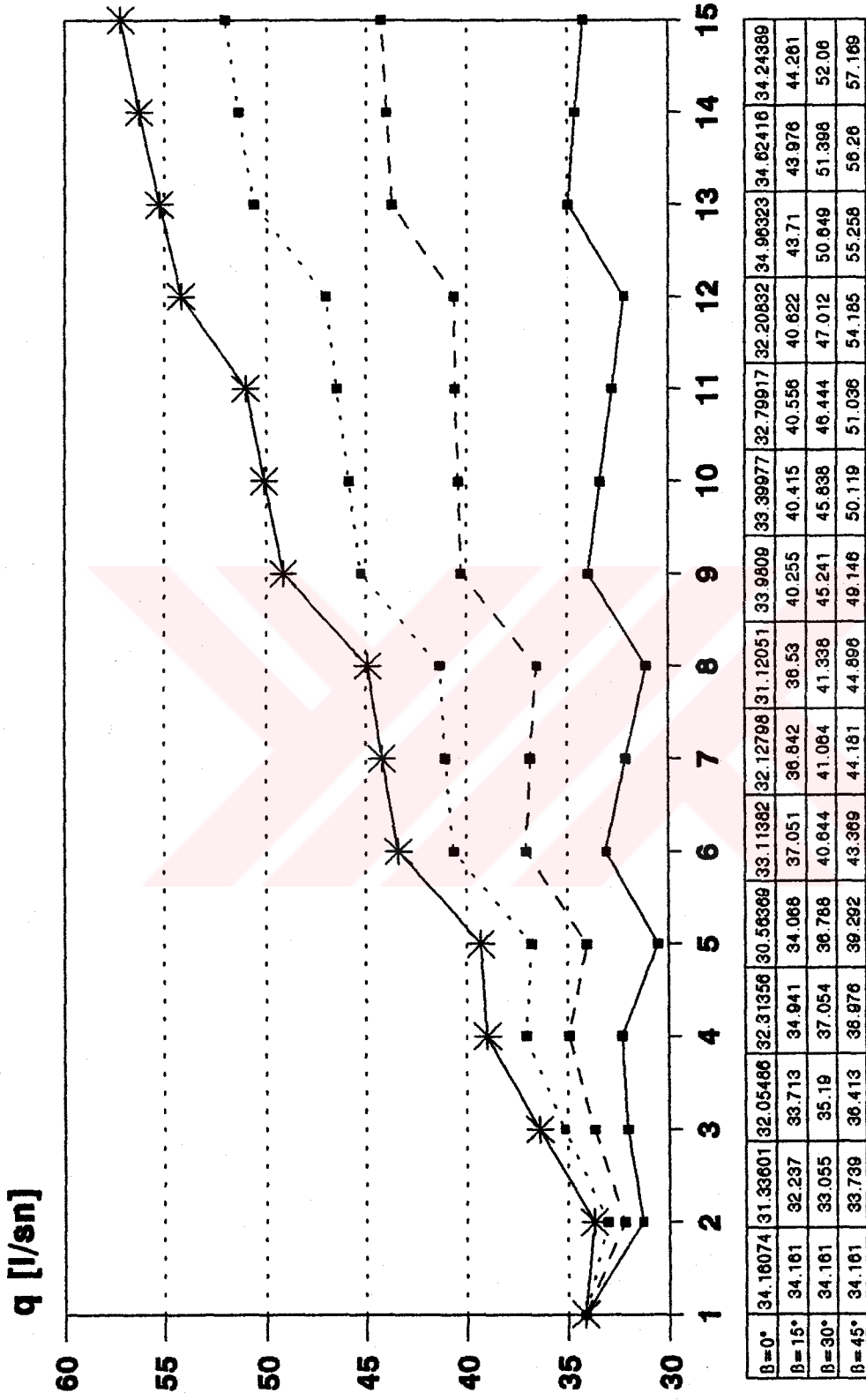
Şekil 67. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi ($N=10$, K.I.B.)



β

■ Ç.A. ■ K.K.B. ■ K.I.B.

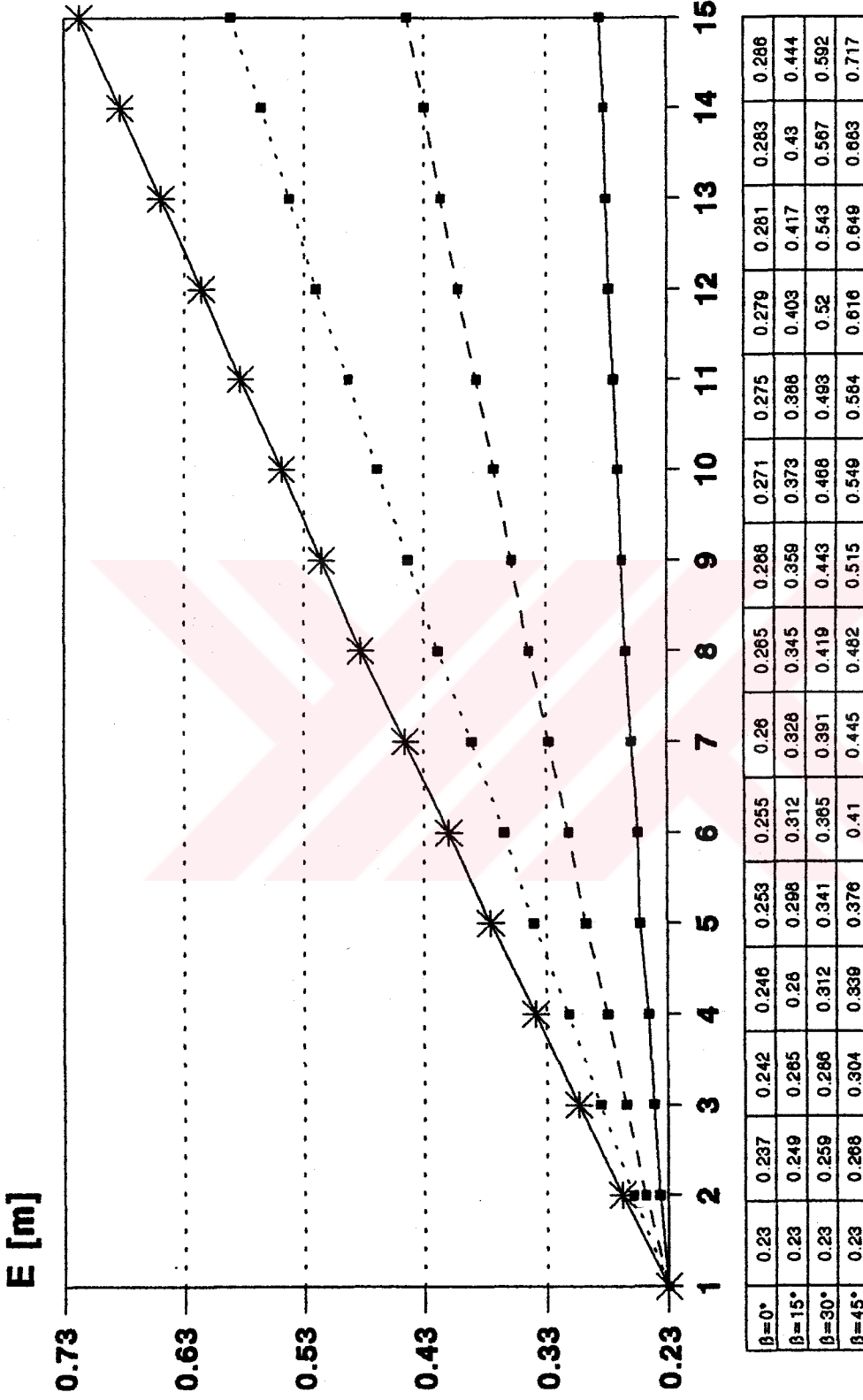
Şekil 68. Toplam debt ile yayıcı açısı ilişkilerinin karşılaştırılması (N=10)



n

\square $\beta=0^\circ$
 \blacksquare $\beta=15^\circ$
 \bullet $\beta=30^\circ$
 \ast $\beta=45^\circ$

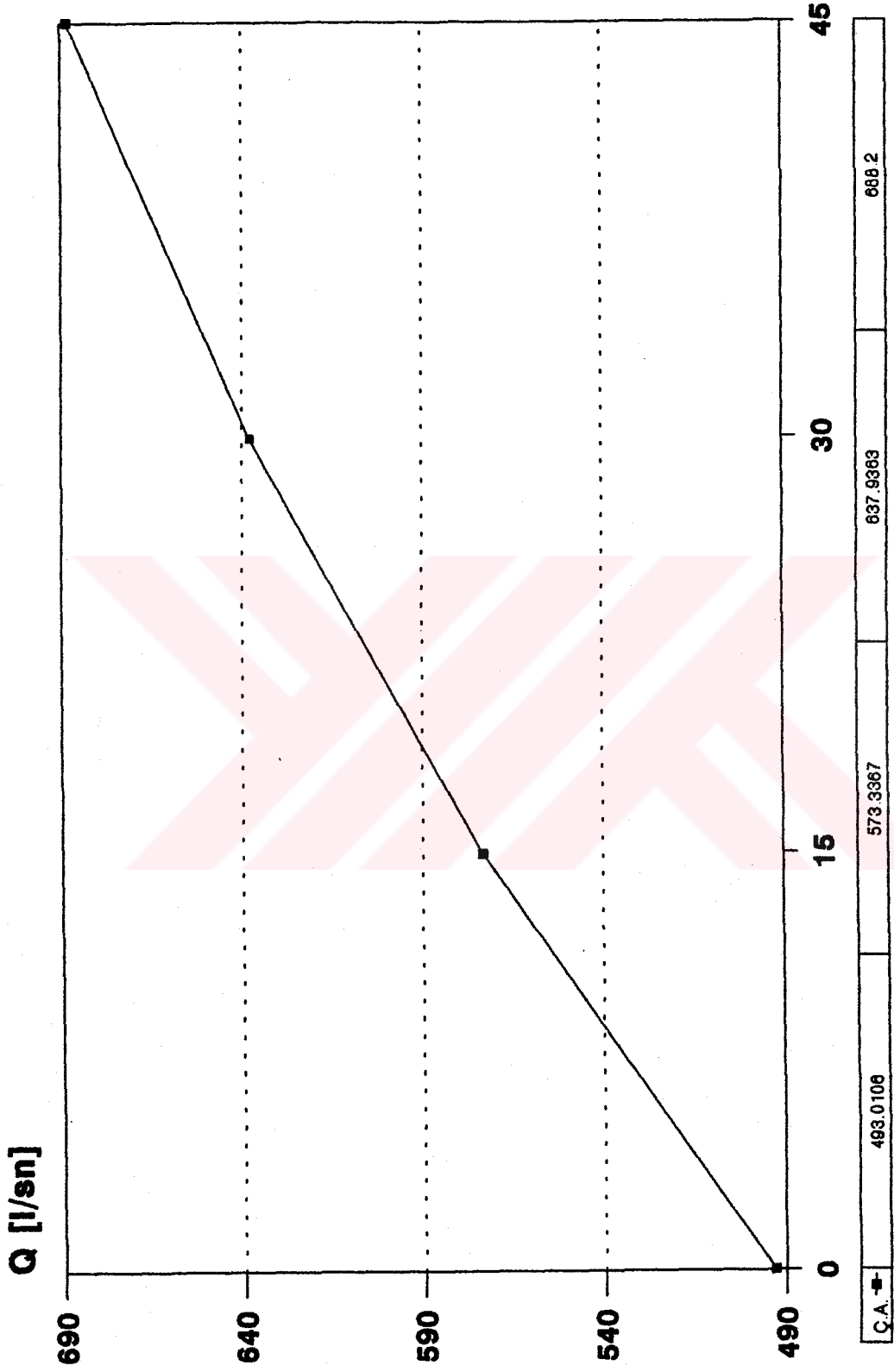
Şekil 69. Çıkış ucu deblisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=15, Ç.A.)



—■— $\beta=0^\circ$ ·■· $\beta=15^\circ$ ·-·-· $\beta=30^\circ$ * $\beta=45^\circ$

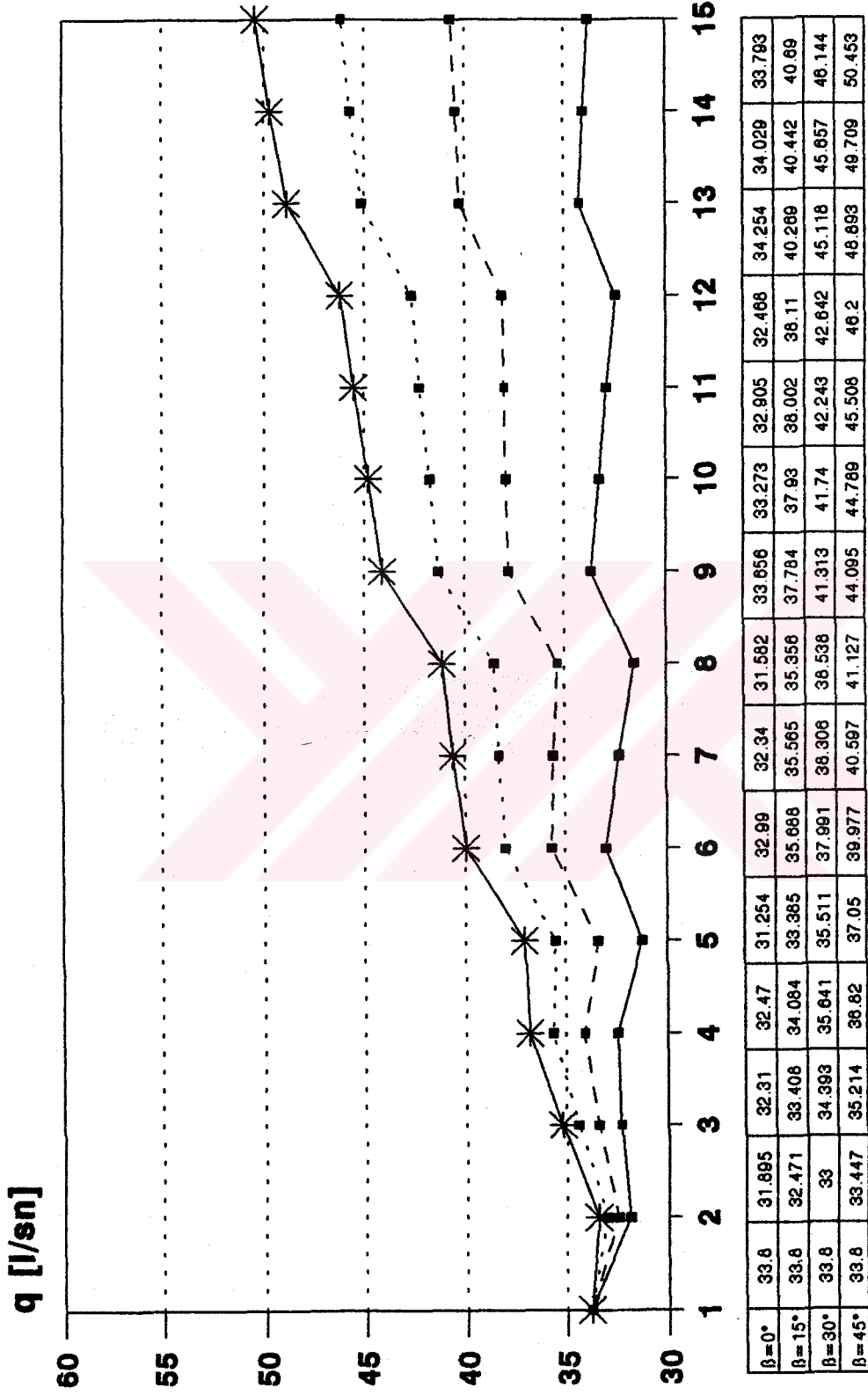
n

Şekil 70. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=15, Ç.A.)

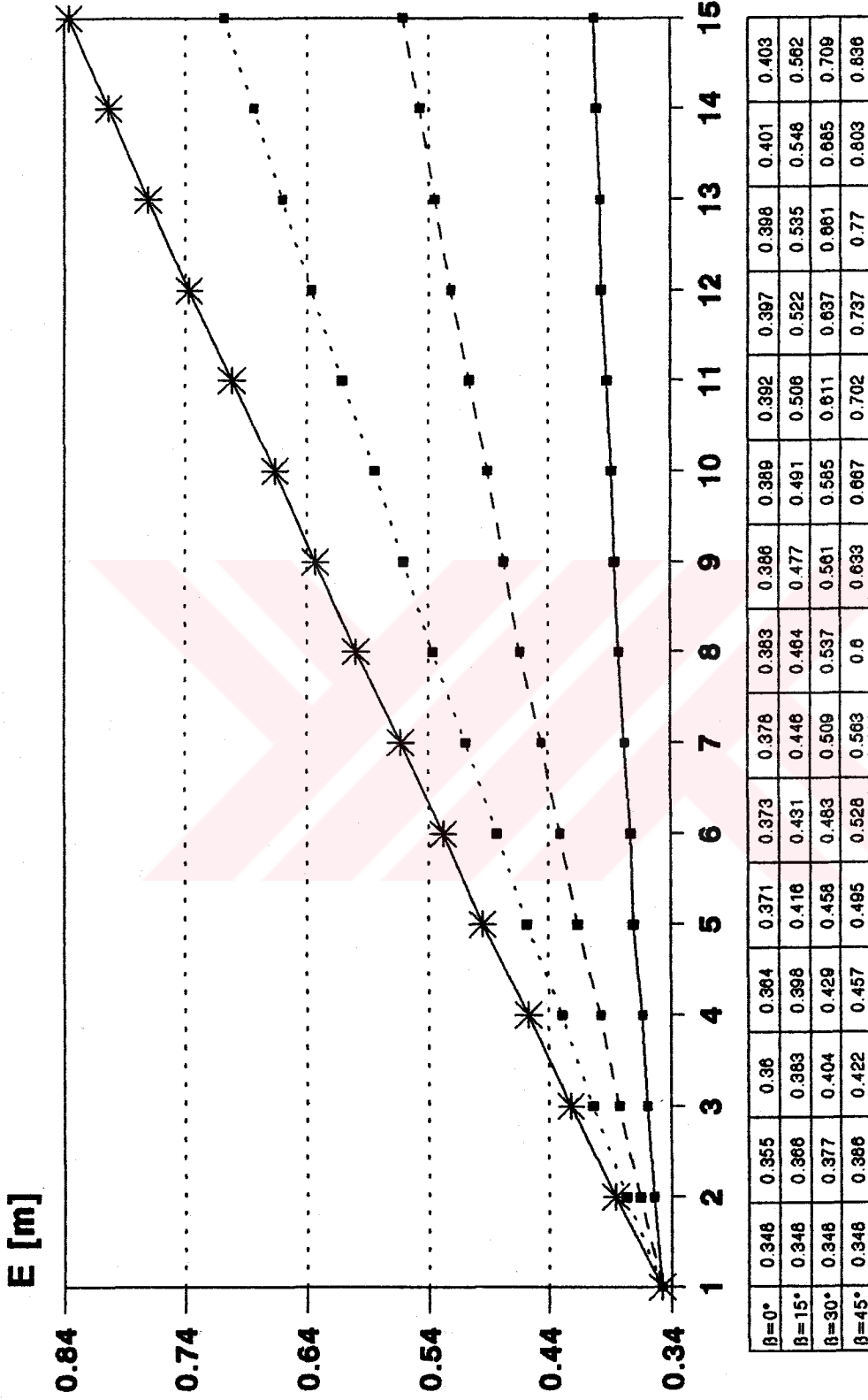


β

Şekil 71. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi (N=15, Ç.A.)



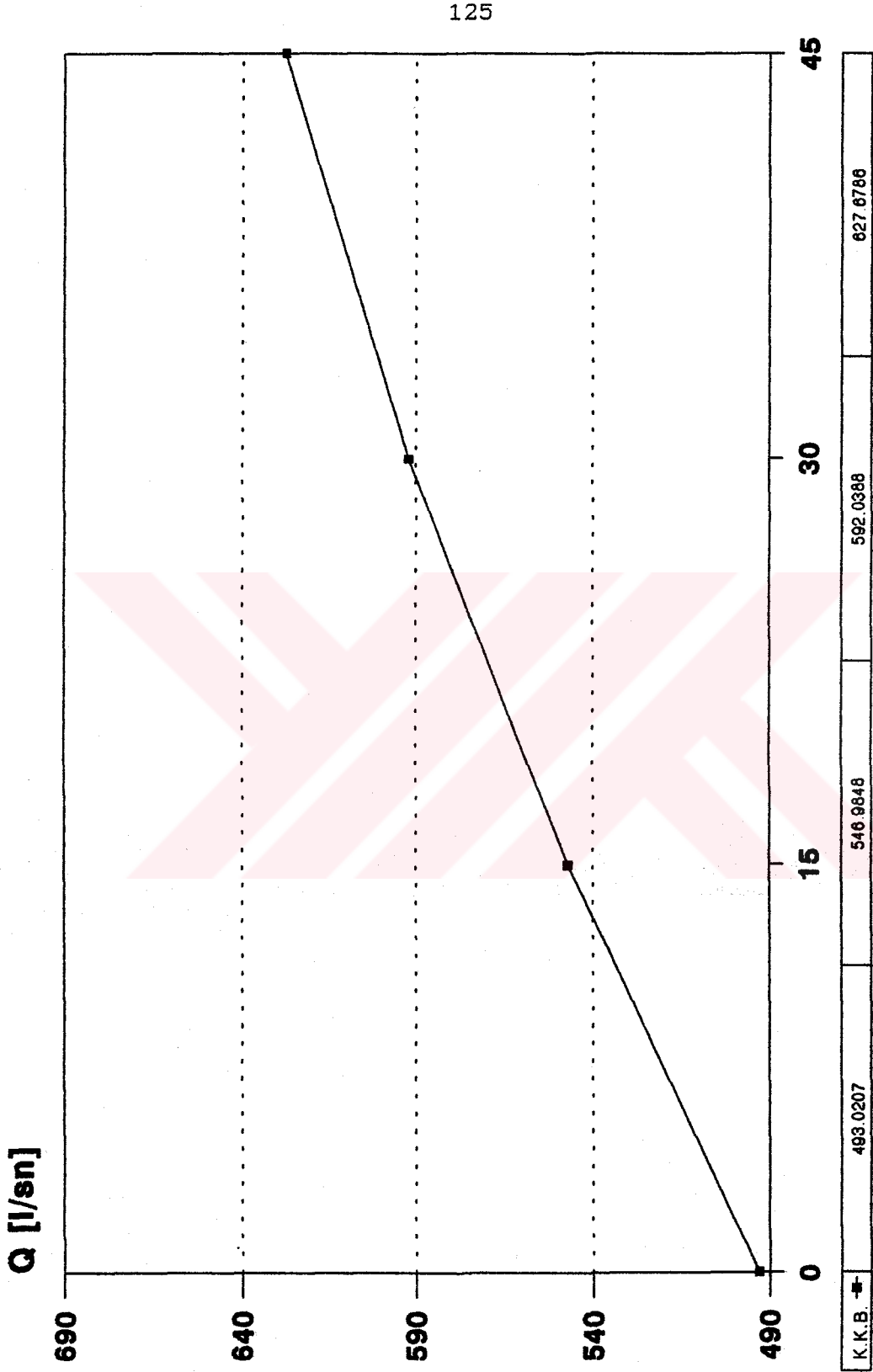
Şekil 72. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=15, K.K.B.)



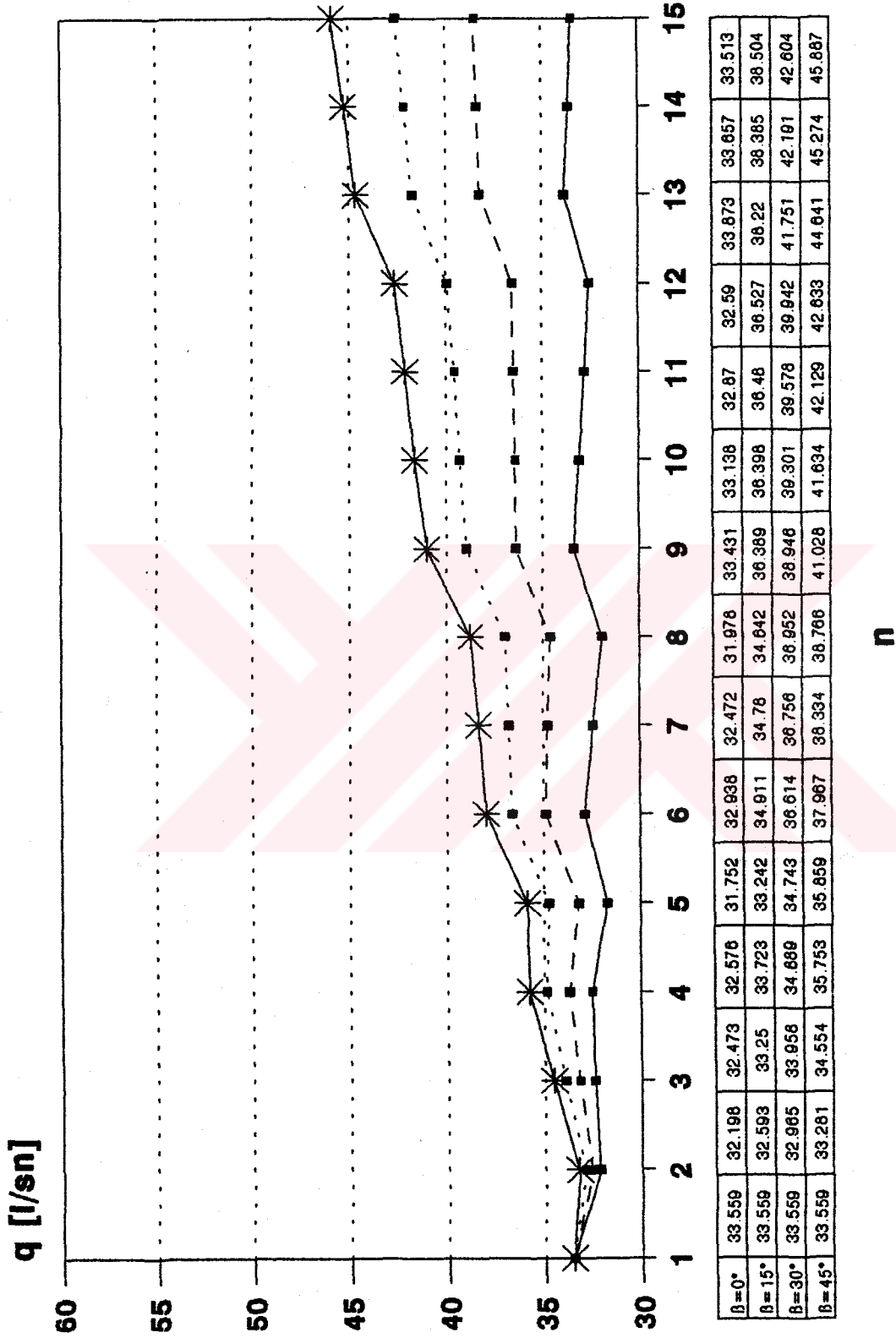
$\beta=0^\circ$ $\beta=15^\circ$ $\beta=30^\circ$ $\beta=45^\circ$

n

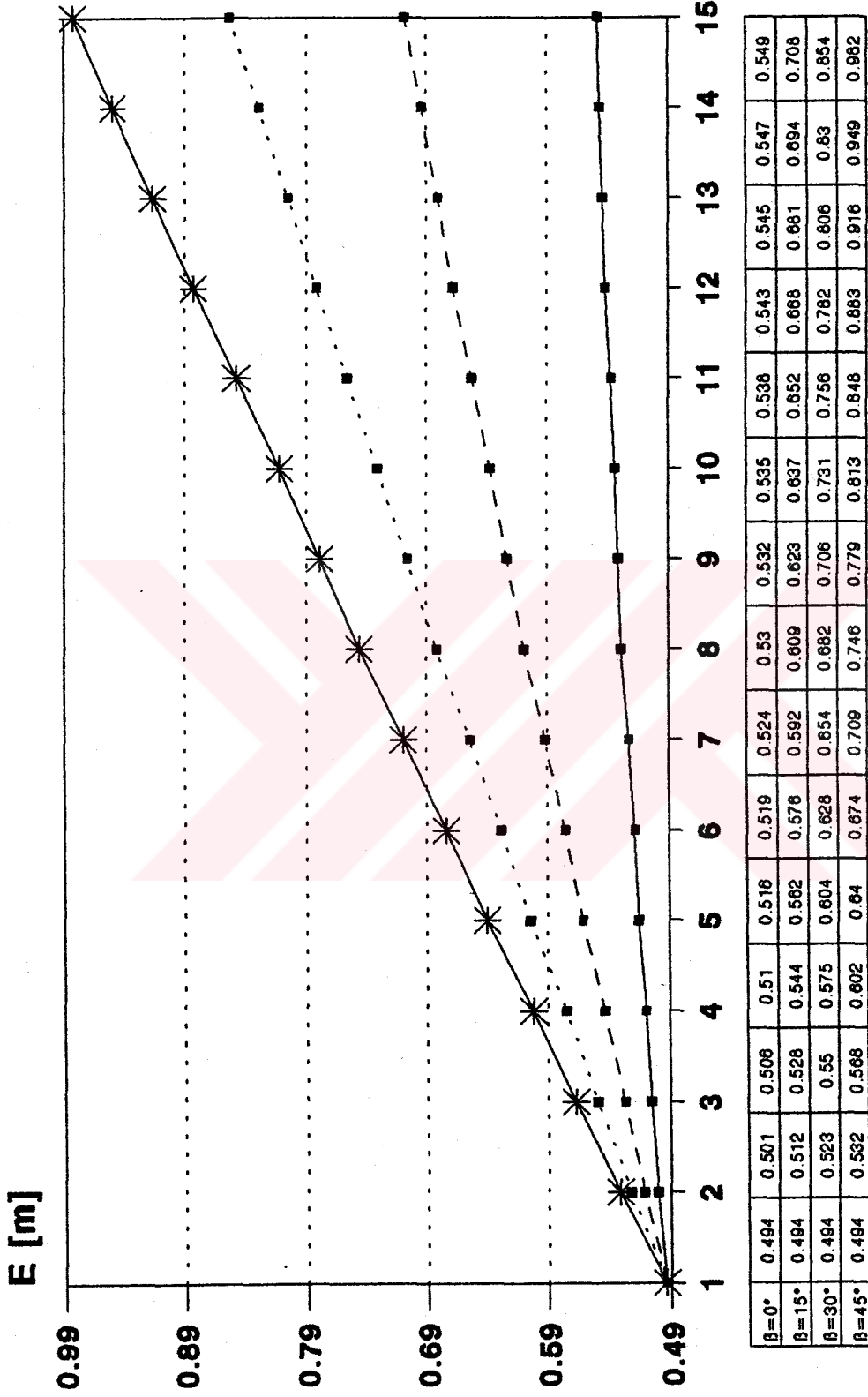
Şekil 73. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=15, K.K.B.)



Şekil 74. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi (N=15, K.K.B.)



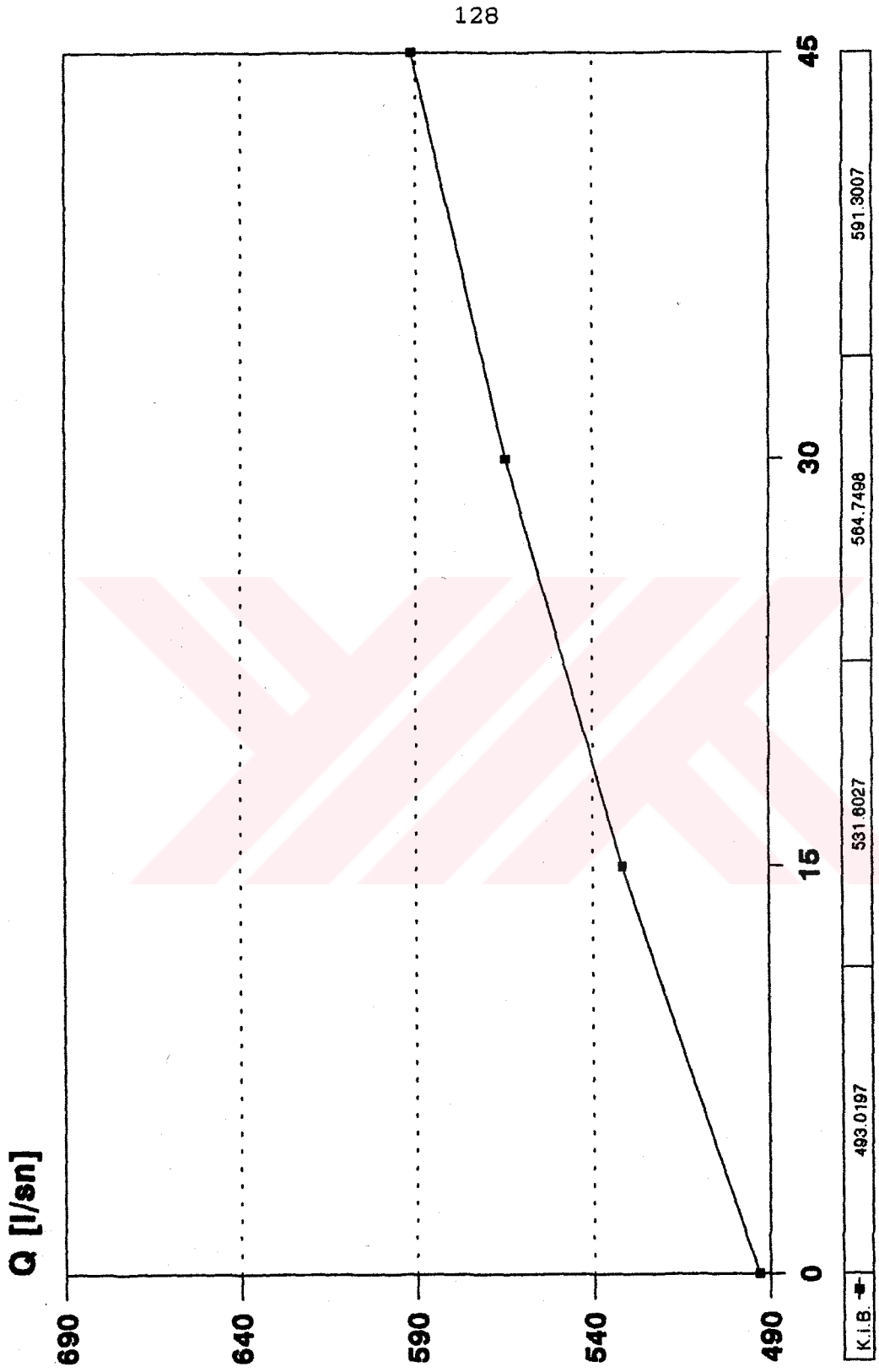
Şekil 75. Çıkış ucu debisi ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=15, K.I.B.)



n

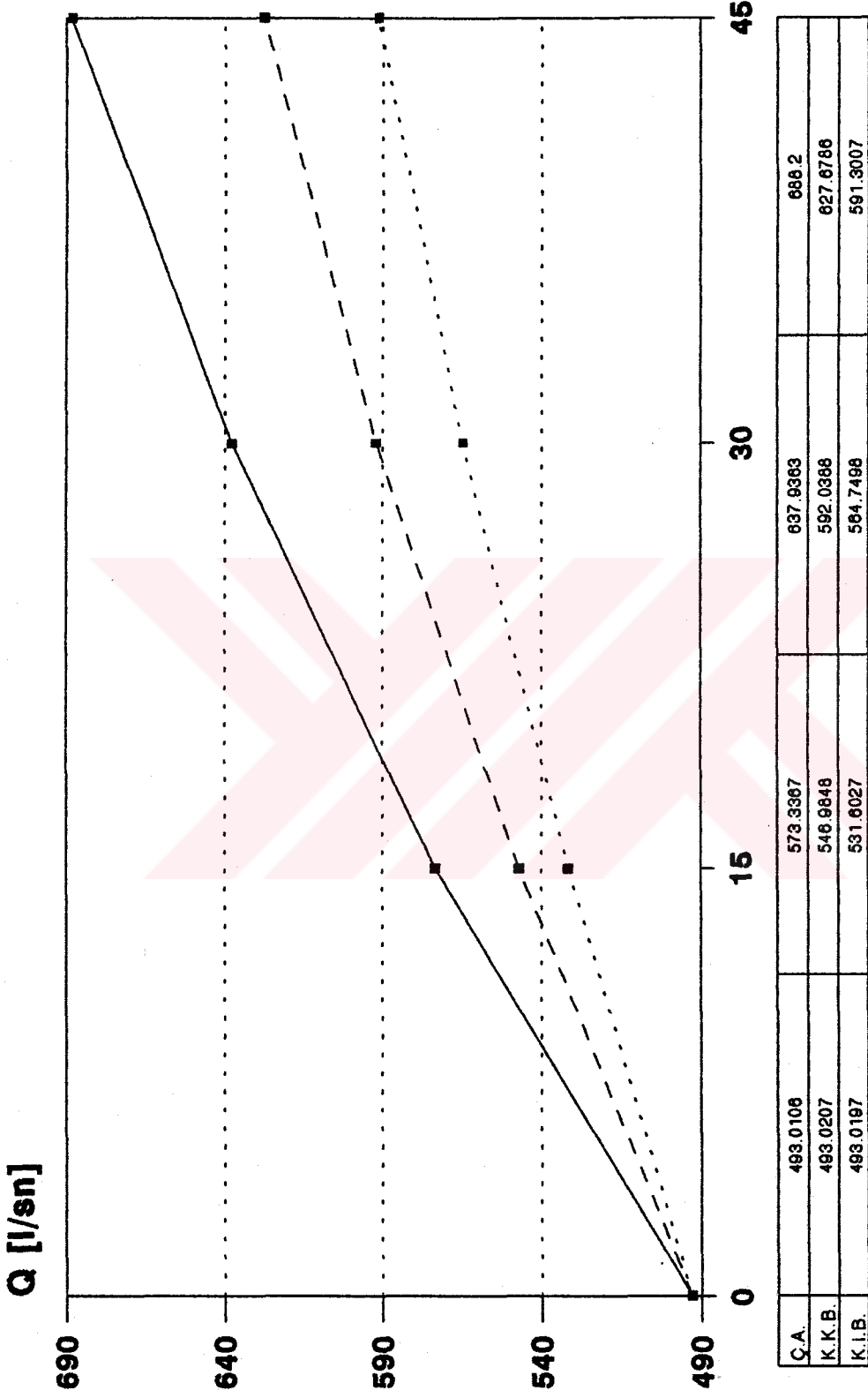
—*— $\beta=0^\circ$ —■— $\beta=15^\circ$ —●— $\beta=30^\circ$ —▲— $\beta=45^\circ$

Şekil 76. Hidrolik yük ile çıkış ucu numarası ilişkisi (N=15, K.I.B.)



β

Şekil 77. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkisi (N=15, K.I.B.)



Şekil 78. Toplam debi ile yayıcı açısı ilişkilerinin karşılaştırılması (N=15)

4. TARTISMA

4.1. E_1 'IN DEĞİŞİMİNİN İRDELENMESİ

Çıkış ucu şekillerine bağlı olarak elde edilen E_1-N değişimi, keskin kenarlı çıkış ucuna sahip yayıcıların hidrolik yük değerlerinin, çan ağızlı çıkış ucuna sahip yayıcılarına oranla daha büyük olduğunu göstermektedir (Şekil 10). Bu durum, keskin kenarlı çıkış uçlu yayıcılarda daha fazla çıkış ucu yapılmasının zorunlu olacağını ortaya koyar (Şekil 18). Bu da sonuçta, yapım ve işletme masraflarının artması demektir. Bunun nedeni, keskin kenarlı çıkış uçlarında daha fazla yersel yük kayıplarının oluşmasıdır. Ancak, çıkış uçları arasındaki adet farkı, E_1 'in azalmasıyla artmaktadır. Bu fark, $E_1 = 0.23$ m değeri için 3'er adet çıkış ucu olmaktadır.

Çıkış ucu şekillerine bağlı olarak $N = 5, 10$ ve 15 adet'lik yayıcıların $q-n$ değişimleri, her bir çıkış ucundan çıkan debilerin (q) düzensiz bir dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır (Şekil 11, 13, 15). Ancak, farklı şekilli çıkış uçları için, bir şekil benzerliği de vardır. Bu düzensiz debi dağılımının nedeni, yayıcı boruda hız sınırlarını sağlamayan borularda çap değişimleri yapılmasıdır. Bunun sonucunda, deşarj katsayıları (C_D), yükler (E) ve hızlar (V) etkilenecek, düzensiz debi dağılımına neden olmaktadır. Bu durum, ideal çözüm olarak öngörülen, her çıkış ucundan eşit debi çıkışının hidrolik açıdan sağlanabilmesinin zor olduğunu göstermektedir.

$N = 5, 10$ ve 15 adet'lik yayıcı sistemlerdeki $E-n$ değişimlerinden görüleceği üzere, N değerleri birbirine eşit olan ve aynı Q 'yu taşıyan yayıcılarda, hidrolik yük kaybı ($E_{son} - E_1$) çıkış ucu şeklinden bağımsızlık göstermekte ve sistemlerde aynı değerleri almaktadır. Ancak, çıkış uçlarına göre bir karşılaştırma yapıldığında, aynı Q debisini C.A.

tipi çıkış uçlu yayıcıların en az hidrolik yükle (E_{son}), K.K.B. tipi çıkış uçlu yayıcıların daha fazla hidrolik yükle, K.I.B. tipi çıkış uçlu yayıcıların ise en fazla hidrolik yükle taşıyabildikleri görülmektedir (Şekil 12, 14, 16). Bu durum ise, çıkış ucu tipi seçiminde sabit uzunluklu yayıcı sistemi yapılacağı zaman, enerji tasarrufu açısından en verimli seçeneğin Ç.A. tipi olduğunu, daha sonraki seçeneğin ise K.K.B. tipi olduğunu ortaya koymaktadır.

E₁-N değişimi araştırmalarında kullanılan bütün yayıcıların D_{ana} boru-N ilişkisine bakıldığına, D'nin düzenli bir şekilde değişmediği görülmektedir. Farklı çıkış uçları için N= 11 adet'e kadar olan yayıcıların ana boru çapları birbirlerine eşit olmakta, daha fazla çıkış uçlu sistemlerde ise çaplar birbirlerinden bağımsız değerler almaktadırlar. Bu birbirinden farklı değişimlerin nedeni, yayıcı borudaki hız sınırlamalarının sağlanması için yapılan çap değişimlerinin C_p ve E üzerindeki etkileridir. Şekil 17'de görüldüğü üzere, Ç.A. tipi çıkış ucunda 7 adet çıkış ucu için 0.86 m olan çap değerleri, 11 adet çıkış ucu için hemen hemen değişmediği halde; 3, 5 ve 8 adet çıkış uçları için 1.02 m'dir.

4.2. f'NİN DEĞİŞİMİNİN İRDELENMESİ

f'nin değişiminin incelenmesinde yararlanılan bütün yayıcıların q-n değişimlerine bakıldığında, f'nin minimum değerlerinde q'nun da minimum, f'nin maksimum değerlerinde q'nun da maksimum değerler aldığı görülmektedir. f'nin minimum ve maksimum değerlerine karşılık gelen q değerleri arasındaki farklar Ç.A. tipi çıkış uçlu yayıcılarda en büyük iken, K.K.B. tipi çıkış uçlu sistemlerde daha küçük, K.I.B. tipi çıkış uçlu sistemlerde ise en küçük değerler almaktadırlar. Çıkış ucu tiplerinin yersel yük kaybı değerlerinin farklılığından ötürü oluşan bu durum, f'nin q-n değişimi üzerinde yaptığı etkinin bir benzerinin de E-n değişimleri

üzerinde oluşmasını sağlamaktadır.

f'nin artışı sonucu, sürekli yük kayıpları da artmaktadır. E_1 değerinin, sabit tutulması gerektiğinden, bu değer f'nin değişimlerinden etkilenmemektedir. Yük kayıpları yığılımlı olarak arttığından, her bir yayıcının uç tarafındaki E değerleri küçük, son taraftaki E değerleri ise büyük olacak şekilde oluşmaktadır. Bu yüzden, f'nin değerlerinin artışı, E'ye uç kısımlarda az, son kısımlarda fazla değer eklemektedir. Bu durumdan ötürü, q değerleri de yayıcının uç kısımlarında az, son kısımlarında daha çok artmaktadır. Artış miktarları, çıkış ucu adedi ile doğru orantı göstermektedir.

Q-f ilişkilerinin tamamında en büyük değişime uğrayan ve en yüksek değerleri alan Ç.A. tipi çıkış uçlu sistemler olmaktadır. C.A. tipini, K.K.B. tipi ve K.I.B. tipi çıkış uçlu sistemler izlemektedir. Aynı çıkış ucu adedine sahip sistemlerde, yük kaybı miktarları ($E_{son}-E_1$) hemen hemen aynı olmasına rağmen, farklı çıkış ucu tipleri arasında oluşan bu duruma, yine çıkış ucu tiplerinin oluşturduğu yersel yük kaybı farklılıkları neden olmaktadır.

4.3. β 'NİN DEĞİŞİMİNİN İRDELENMESİ

β 'nin değişiminin incelenmesinde yararlanılan bütün yayıcıların q-n değişimlerine bakıldığında, β 'nin minimum değerlerinde q'nun da minimum, β 'nin maksimum değerlerinde q'nun da maksimum değerler aldığı görülmektedir. β 'nin minimum ve maksimum değerlerine karşılık gelen q değerleri arasındaki farklar Ç.A. tipi çıkış uçlu yayıcılarda en büyük iken, K.K.B. tipi çıkış uçlu sistemlerde daha küçük, K.I.B. tipi çıkış uçlu sistemlerde ise en küçük değerler almaktadırlar. Çıkış ucu tiplerinin yersel yük kaybı değerlerinin farklılığından ötürü oluşan bu durum, β 'nin q-n değişimi üzerinde yaptığı etkinin bir benzerinin de E-n değişimleri

üzerinde oluşmasını sağlamaktadır.

β 'nin artışı sonucu, çıkış uçları üzerindeki su tabakasının miktarı azaldığından, çıkış uçlarının hidrolük yükleri artmaktadır. E_1 değerinin, sabit tutulması gerektiğinden, bu değer β 'nin değişimlerinden etkilenmemektedir. Yük kayıpları ve eğimden kaynaklanan hidrolük yük artışları yığışımlı olarak arttığından, her bir yayıcının uç tarafındaki E değerleri küçük, son taraftaki E değerleri ise büyük olacak şekilde oluşmaktadır. Bu yüzden, β 'nin değerlerinin artışı, E'ye uç kısımlarda az, son kısımlarda fazla değer eklemektedir. Bu durumdan ötürü, q değerleri de yayıcının uç kısımlarında az, son kısımlarında daha çok artmaktadır. Artış miktarları, çıkış ucu adedi ile doğru orantı göstermektedir.

Q-f ilişkilerinin tamamında en büyük değişime uğrayan ve en yüksek değerleri alan Ç.A. tipi çıkış uçlu sistemler olmaktadır. Ç.A. tipini, K.K.B. tipi ve K.I.B. tipi çıkış uçlu sistemler izlemektedir. Aynı çıkış ucu adedine sahip sistemlerde, yük kaybı miktarları ($E_{son}-E_1$) hemen hemen aynı olmasına rağmen, farklı çıkış ucu tipleri arasında oluşan bu duruma, yine çıkış ucu tiplerinin oluşturduğu yersel yük kaybı farklılıkları neden olmaktadır.

5. SONUÇLAR

Farklı çıkış ucu şekillerine sahip deşarj yayıcı borularında, en uçtaki hidrolik yükün (E_1) değişimi, çıkış ucu adedini artırmaktadır. Ancak bu etki, E_1 değeri küçüldükçe yayıcıdaki toplam çıkış ucu adedi artmaktadır.

Sabit sayıda çıkış ucuna sahip yayıcılarda, çıkış uçlarında debi değişimi düzensiz şekilde oluşmaktadır.

Çıkış ucu adedinin ana boru çapına etkisi düzensizlik göstermektedir.

Çıkış ucu sayısı ve yersel yük kayıplarının azlığı açısından, çan ağızlı çıkış ucu, üretiminin zorluğu dışında, en iyi seçeneği oluşturmaktadır. Bunu, kalın et kalınlıklı borudaki keskin kenarlı çıkış ucu izlemektedir.

Darcy sürtünme katsayısının (f) artışı, yayıcı hidrolik yükünü artırmaktadır. f 'nin, sürekli yük kaybını artırması sonucu oluşan bu durum, işletmede enerji tasarrufu yapılabilmesi için f değerinin küçük olduğu boruların seçilmesi gerektiğini göstermektedir.

Yayıcının yatayla yaptığı açının (β) artışı, çıkış uçlarının kotunu yükseltmekte ve yayıcının hidrolik yükünü artırmaktadır. Sisteme ek enerji kazandıran bu durum, işletmede enerji tasarrufu yapılabilmesi için, yayıcının β değerinin büyük olduğu bir yere inşa edilmesi gerektiğini göstermektedir.

6. ÖNERİLER

Denize deşarj yapıları hakkında çok sayıda teorik ve deneysel çalışmalar yapılmıştır. Ancak, dinamik bir ortam olan deniz dibinde görev yapan bu tesisleri, daha verimli hale getirmek için, pek çok yeni araştırmaya gereksinim vardır. Örneğin, dairesel olmayan çıkış uçlarının, sistemlerin hidrolik verimini nasıl etkilediğini inceleyen deneysel çalışmalar, çıkış ucu tiplerini değiştirmeye gerek olup olmadığını ortaya koyabilecektir. Bu çalışmaya ek olarak, yükseltici boru kullanılması seçeneğinin incelenmesi de yararlı olacaktır.

Boru içi pürüzlülüğünün deniz deşarjı hidroliğine getirdiği etkiler, bu çalışmada ortaya konulmuştur. Ancak, çalışmada kullanılmış olan pürüzlülük verileri geneldir. Belirlenmiş malzemelerin üzerinde yapılacak, deneysel benzeri çalışmalar, hangi tip boru malzemesinin kullanılmasının daha verimli olacağını, daha net ortaya koyabilecektir. Ayrıca, verimsiz çalışmaya neden olan ancak, çok daha ekonomik olan malzemeleri daha verimli hale getirme yollarının araştırılması da son derece yararlı olabilecek bir çalışmadır.

7. KAYNAKLAR

1. Johnston, R. (ed.), Marine Pullution, Academic Press, New York, 1976.
2. Berkün, M. ve Nemlioglu, S., Deniz Deşarjı Yayıcılarını İç Akış Hidrolik Parametrelerinin ve Yayıcını Özelliklerinin Boyutlandırma Üzerindeki Etkisi, TMMOB İnşaat Mühendisliği XIII. Teknik Kongresi, Aralık 1995, Ankara, 499-512.
3. Nemlioglu, S. ve Berkün, M., Deniz Deşarjı Yapılarında Proje Debinin Çıkış Ucu Adedi ve Ek Debi ile Düzenlenmesi, Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği Karadeniz'in Kirlenmesi ve Korunması Kongresi, Kasım 1995, Trabzon, Yayın No: 9, 95-100.
4. Agg, A., R. ve White, W., R., Devices for the Pre-dilution of Sewage at Submerged Outfalls, Proc. ICE, 57, 2 1974, 1-20.
5. Abraham, G., Jet Diffusion in Stagnant Ambient Fluid, Delft Hydraulics Laboratory, Publ. No. 29, 1963.
6. Anwar, H., O., Behaviour of Buoyant Jet in Calm Fluid, J. Hydraul. Div. ASCE, 95 (HY4), 1969.
7. Fan, L., N. ve Brooks, N., H., Numerical Solutions of Turbulent Buoyant Jet Problems, California Institute of Technology, Report No. KH-R-18, 1969.
8. Charlton, J., A., Salinity Intrusion into Multi-port Sea Outfalls, Proc. 18th. Int. Conf. Coastal Engineering, ASCE, 1982.
9. Charlton, J., A., Sea Outfalls, Developments in Hydraulic Engineering, 1985, Elsevier, London, (Ed. Novak, P.), 79-128.

10. Rawn, A., M., Bowerman, F., R. ve Brooks, N., H., Diffusers for Disposal of Sewage in Sea Water, Sanitary Engrg. Div. ASCE, 86, (SA2), 1960, 65-105.
11. Wilkinson, D., L., Buoyancy Driven Exchange Flow in a Horizontal Pipe, J. Engrg. Mech. ASCE, 112, (5), 485-497.
12. Wilkinson, D., L., Avoidance of Seawater Intrusion into Ports of Ocean Outfalls, J. Hydr. Engrg. ASCE, 114, (2), 218-228.
13. Institution of Civil Engineers, Long Sea Outfalls, Thomas Telford Ltd., London, 1989.
14. Neville-Jones, P., The Hydraulic Performance of Long Sea Outfalls, WRC Engineering report ER 261 E, 1987.
15. Charlton, J., A., Davies, P., A. ve Bethune, G., H., M., Sea Water Intrusion and Purging in Multi-port Sea Outfalls, Proc. Instn. Civ. Engrs. Part 2, 83, 1987, 263-274.
16. Grace, R., A., Marine Outfall Systems, First Edition, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1978.
17. Miller, D., Internal Flow, BHRA, Cranfield, Bedford, U.K., 1979.
18. Cederwall, K., Hydraulics of Marine Waste Water Disposal, Hydraulic Division, Chalmers Institute of Technology, Report No. 42, Goteborg, Sweden, 1968.
19. Cederwall, K., Flow Distributions, Dimensioning of Diffusers, Chalmers Institute of Technology, Goteborg, Sweden, 1964.
20. Abraham, G. ve Brolsma, A., A., Diffusers for Disposal of Sewage in Shallow Tidal Water, Delft Hydraulics Laboratory, Publ. No. 37, 1965.

21. Liseth, P., Submerged Sewage Outfall, Discharge and Dilution of Sewage, PRA Report No. 14, Norwegian Institute of Water Research, Oslo, Norway, 1977.



8. EKLER

Ek Tablo 1. E_1 'in değisiminin incelenmesinde q-n değişimi verilen yayıcıların ap değerleri.

n	D [m]								
	N= 5 adet			N= 10 adet			N= 15 adet		
	.A.	K.K.B.	K.i.B.	Å.A.	K.K.B.	K.i.B.	Å.A.	K.K.B.	K.i.B.
1	0.45	0.45	0.45	0.32	0.32	0.32	0.26	0.26	0.26
2	0.64	0.64	0.64	0.45	0.45	0.45	0.37	0.37	0.37
3	0.79	0.79	0.79	0.56	0.56	0.56	0.45	0.45	0.45
4	0.79	0.79	0.79	0.56	0.56	0.56	0.45	0.45	0.45
5	1.02	1.02	1.02	0.72	0.72	0.72	0.58	0.58	0.58
6	-	-	-	0.72	0.72	0.72	0.58	0.58	0.58
7	-	-	-	0.72	0.72	0.72	0.58	0.58	0.58
8	-	-	-	0.91	0.91	0.91	0.73	0.74	0.74
9	-	-	-	0.91	0.91	0.91	0.73	0.74	0.74
10	-	-	-	0.91	0.91	0.91	0.73	0.74	0.74
11	-	-	-	-	-	-	0.73	0.74	0.74
12	-	-	-	-	-	-	0.90	0.91	0.91
13	-	-	-	-	-	-	0.90	0.91	0.91
14	-	-	-	-	-	-	0.90	0.91	0.91
15	-	-	-	-	-	-	0.90	0.91	0.91

Ek Tablo 4. f 'nin değişiminin incelenmesinde q - n değişimi verilen $N=15$ adet olan yayıcıların çap değerleri.

n	D [m]								
	Ç.A.			K.K.B.			K.i.B.		
	f=0.0191	f=0.03	f=0.0505	f=0.0191	f=0.03	f=0.0505	f=0.0191	f=0.03	f=0.0505
1	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
2	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
3	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
4	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
5	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
6	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
7	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
8	0.73	0.73	0.74	0.73	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
9	0.73	0.73	0.74	0.73	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
10	0.73	0.73	0.74	0.73	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
11	0.73	0.73	0.74	0.73	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
12	0.89	0.90	0.92	0.90	0.91	0.92	0.90	0.91	0.92
13	0.89	0.90	0.92	0.90	0.91	0.92	0.90	0.91	0.92
14	0.89	0.90	0.92	0.90	0.91	0.92	0.90	0.91	0.92
15	0.89	0.90	0.92	0.90	0.91	0.92	0.90	0.91	0.92

Ek Tablo 5. β 'nin değişiminin incelenmesinde q-n değişimi verilen N= 5 adet olan yayıcıların cap değerleri.

n	D [m]											
	Ç.A.				K.K.B.				K.i.B.			
	$\beta=0^\circ$	$\beta=15^\circ$	$\beta=30^\circ$	$\beta=45^\circ$	$\beta=0^\circ$	$\beta=15^\circ$	$\beta=30^\circ$	$\beta=45^\circ$	$\beta=0^\circ$	$\beta=15^\circ$	$\beta=30^\circ$	$\beta=45^\circ$
1	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
2	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
3	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
4	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
5	1.02	1.02	1.02	1.03	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02

Ek Tablo 6. β 'nin değişiminin incelenmesinde q-n değişimi verilen N= 10 adet olan yayıcıların cap değerleri.

n	D [m]											
	Ç.A.				K.K.B.				K.i.B.			
	$\beta=0^\circ$	$\beta=15^\circ$	$\beta=30^\circ$	$\beta=45^\circ$	$\beta=0^\circ$	$\beta=15^\circ$	$\beta=30^\circ$	$\beta=45^\circ$	$\beta=0^\circ$	$\beta=15^\circ$	$\beta=30^\circ$	$\beta=45^\circ$
1	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
2	0.45	0.46	0.46	0.46	0.45	0.46	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45	0.46
3	0.56	0.56	0.56	0.57	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
4	0.56	0.56	0.56	0.57	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
5	0.72	0.73	0.73	0.74	0.72	0.72	0.73	0.73	0.72	0.72	0.73	0.73
6	0.72	0.73	0.73	0.74	0.72	0.72	0.73	0.73	0.72	0.72	0.73	0.73
7	0.72	0.73	0.73	0.74	0.72	0.72	0.73	0.73	0.72	0.72	0.73	0.73
8	0.91	0.93	0.94	0.96	0.91	0.92	0.93	0.94	0.91	0.92	0.93	0.93
9	0.91	0.93	0.94	0.96	0.91	0.92	0.93	0.94	0.91	0.92	0.93	0.93
10	0.91	0.93	0.94	0.96	0.91	0.92	0.93	0.94	0.91	0.92	0.93	0.93

Ek Tablo 7. β 'nin değişiminin incelenmesinde q-n değişimi verilen N= 15 adet olan yayıcıların cap değerleri.

n	D [m]											
	Ç.A.				K.K.B.				K.i.B.			
	$\beta=0^\circ$	$\beta=15^\circ$	$\beta=30^\circ$	$\beta=45^\circ$	$\beta=0^\circ$	$\beta=15^\circ$	$\beta=30^\circ$	$\beta=45^\circ$	$\beta=0^\circ$	$\beta=15^\circ$	$\beta=30^\circ$	$\beta=45^\circ$
1	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
2	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
3	0.45	0.46	0.46	0.47	0.45	0.45	0.46	0.46	0.45	0.45	0.46	0.46
4	0.45	0.46	0.46	0.47	0.45	0.45	0.46	0.46	0.45	0.45	0.46	0.46
5	0.58	0.59	0.61	0.62	0.58	0.59	0.60	0.61	0.58	0.59	0.60	0.60
6	0.58	0.59	0.61	0.62	0.58	0.59	0.60	0.61	0.58	0.59	0.60	0.60
7	0.58	0.59	0.61	0.62	0.58	0.59	0.60	0.61	0.58	0.59	0.60	0.60
8	0.73	0.77	0.79	0.81	0.74	0.76	0.78	0.79	0.74	0.75	0.77	0.78
9	0.73	0.77	0.79	0.81	0.74	0.76	0.78	0.79	0.74	0.75	0.77	0.78
10	0.73	0.77	0.79	0.81	0.74	0.76	0.78	0.79	0.74	0.75	0.77	0.78
11	0.73	0.77	0.79	0.99	0.74	0.76	0.78	0.79	0.74	0.75	0.77	0.78
12	0.90	0.96	1.01	0.99	0.91	0.95	0.98	1.00	0.91	0.94	0.96	0.98
13	0.90	0.96	1.01	0.99	0.91	0.95	0.98	1.00	0.91	0.94	0.96	0.98
14	0.90	0.96	1.01	0.99	0.91	0.95	0.98	1.00	0.91	0.94	0.96	0.98
15	0.90	0.96	1.01	0.99	0.91	0.95	0.98	1.00	0.91	0.94	0.96	0.98

9. ÖZGEÇMİŞ

Semih NEMLİOĞLU, 1970 yılında Trabzon'da doğdu. Cudibey ilkokulu'nu 1981'de, Kanuni Ortaokulu'nu 1984'te, Trabzon Lisesi'ni 1987'de bitirdikten sonra, 1988-89 öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik - Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde öğrenime başladı. Bu bölümden, 11 Şubat 1994'te mezun oldu.

Semih NEMLİOĞLU, İngilizce bilmektedir.

