

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Çeşitli Endüstri Sularında Kinetik
Katsayılarının Tayini

Ahmet Demir

Yüksek Lisans Tezi

50
73

1000 R

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI



ÇESİTLİ ENDÜSTRİ SULARINDA KİNETİK KATSAYILARININ TAYİNİ

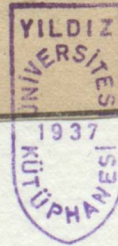
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

İNŞ. MÜH. AHMET DEMİR

TEZİ YÖNETEN : DOÇ. DR. ADEM BAŞTÜRK

YILDIZ UNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 150
Alındığı Yer : Fen Bil. Ens. 73
Tarih : 8.12.1986
Fatura :
Fiatı : 1000 TL
Ayniyat No : 1/32
Kayıt No : 44625
UDC :
Ek :



YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

Comp



ÇESİTLİ ENDÜSTRİ SULARINDA KİNETİK KATSAYILARININ TAYİNİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

İNŞ. MÜH. AHMET DEMİR

TEZİ YÖNETEN : DOÇ. DR. ADEM BAŞTÜRK

İSTANBUL — 1985

İ Ç İ N D E K İ L E R

Ö Z E T

Ö Z E T

G İ R İ Ş

1- AKTİF ÇAMUR METODU VE KİNETİĞİ

1.a- Aktif çamur metodu hakkında bilgi	1
1.b- Mikroorganizmaların genel üreme kinetiği.....	3
1.c- Substrat konsantrasyonuna göre üreme Michaelis kinetiği ve Monod eşitliği	8
1.d- Michaelis ve Menten Eşitliği	9
1.e- Y , K_s , K_d , k ve k' kinetik sabitlerin hesabı	12
1.f- Kinetik parametrelere göre reaktör hacminin hesabı	21

2- DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE BULGULAR

2.a- Aktif çamur oluşturulması hakkında bilgi	23
2.b- Glikoz ihtiva eden su için kinetik katsayılarının bulunması	29
2.c- Şeker ihtiva eden su için kinetik katsayılarının bulunması	36
2.d- Regresyon programı	41

3- ÇALIŞMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE SONUÇLAR..... 43

REFERANSLAR

ÖZGEÇMİŞ

Ö Z E T

Bu çalışmada, endüstri sıvı atıklarının tasfiyesi için bilinmesi gerekli kinetik katsayıların deneysel olarak tayini üzerinde çalışılmıştır.

Birinci bölümde aktif çamur metodunun esasları ele alınarak, mikroorganizmaların çoğalması ve besin (substrat) kullanılması anlatılmış, Tasfiye kinetiğinin temel ifadeleri Michaelis - Menten ve Monod Kinetik modeline göre çıkarılarak verilmiş daha sonra bu ifadelerden yararlanılarak kinetik katsayı ve sabitelerin grafik olarak tayin edilişi gösterilmiştir.

İkinci bölümde, aktif çamurun oluşturulması hakkında bilgi verilmiş, ayrıca glikoz ve şeker ihtiva eden sular için kinetik katsayılarının tesbiti amacıyla yapılan deneylerin neticeleri verilerek 1. bölümde anlatılanlara uygun olarak gerekli grafikler çizilmiş ve kinetik katsayıları tesbit edilmiştir.

Son bölümde, bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar özet halinde verilmiştir.

G İ R İ Ş

Biyolojik tasfiye sistemleri daha önceleri debi gibi hidrolik parametreler dikkate alınarak projelendiriliyordu; atık suyun özellikleri, uygun olan biyokimyasal reaksiyonların bilinmemesinden dolayı projelendirme esnasında hemen hemen hiç dikkate alınmıyordu. Daha sonraları, hidrolik parametreler üzerine kurulan biyolojik tasfiye tesislerinin yeterli verim sağlamadığı görüldü. Bundan sonra biyolojik tasfiyenin kinetiği ile ilgili çalışmalar başladı.

Atık suların, bilhassa organik karakterli endüstri atıklarının tasfiyesinde, arıtma tesislerinin boyutlandırılabilmesi için tasfiye kinetiğine ait parametrelerin önceden yapılacak laboratuvar çalışmaları ile belirlenmesi gerekir. Tasfiye sistemlerinin kinetiğini açıklayan muhtelif matematiksel modeller geliştirilmiştir; bu modellerin başarılı bir şekilde uygulanması kullanılmış suların özelliklerine bağlı olarak değişen kinetik katsayılarının gerçekçi bir şekilde belirlenmesine bağlıdır. /7/

Bu çalışmamda çeşitli endüstri sularına ait kinetik katsayılarının deneysel olarak tayini için, önce aktif çamur oluşturdum; bundan sonra glikoz ihtiva eden su için daha sonra da şeker ihtiva eden su için sürekli akımlı sistemde kinetik katsayıların tayinini gerçekleştirdim.

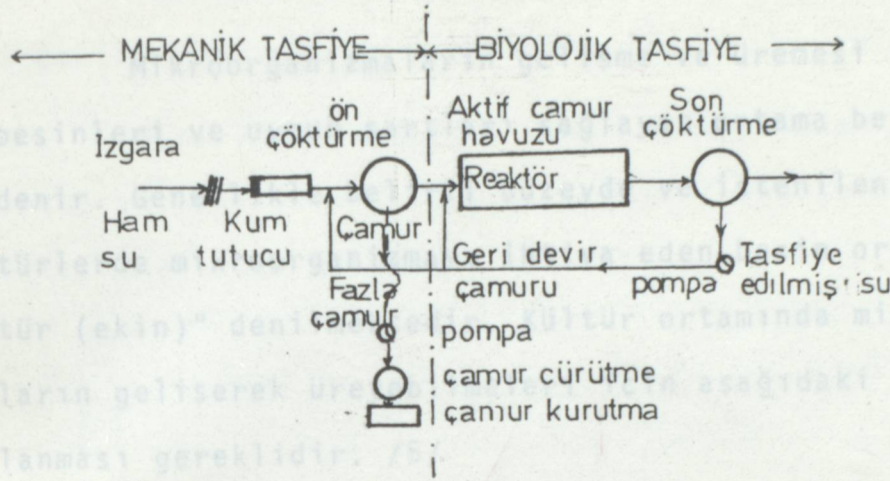
1- AKTİF ÇAMUR METODU VE KİNETİĞİ

1.1-AKTİF ÇAMUR METODU HAKKINDA BİLGİ

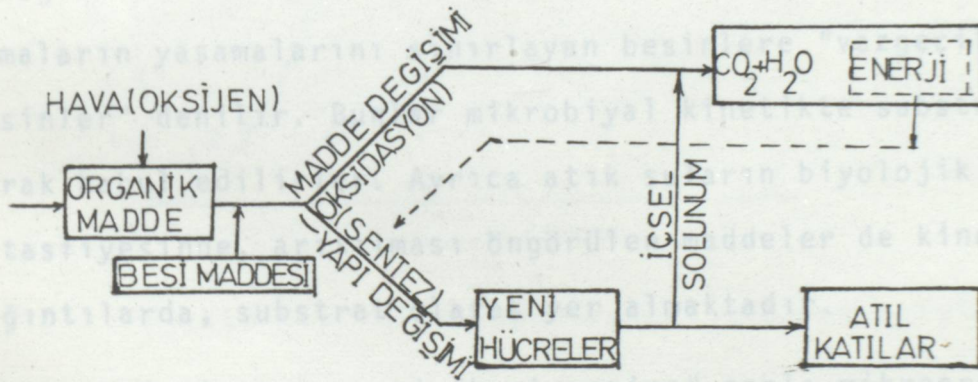
Evsel ve endüstri atık suları için verimli ve tatbiki kolay biyolojik tasfiye metodlarından aktif çamur sistemi 1914'de İngiltere'de Ardern ve Lockett tarafından geliştirilmiştir. /2/

Aktif çamur metodundaki esas, kullanılmış su içindeki fiziksel ve kimyasal metodlarla giderilemeyen organik maddelerin aerobik mikroorganizmaların metabolizma faaliyetleri neticesinde, yapı değişimi (asimilasyon) ve madde değişimi (disimilasyon'a) uğrayıp, çökebilir, biyolojik yumaklar (aktif çamur) haline gelerek, kararlı ve zararsız maddeye, ısı enerjisine dönüşmesidir. Meydana gelen bu aktif çamur yumakları son çöktürme havuzunda çöktürülür, bir kısımda aktif çamur havuzunda geri devrettirilerek aktif çamur konsantrasyonu istenilen seviyede tutulur. Aktif çamur fazlası sistemden alınarak çamur bertaraf metodlarıyla muamele edilir. Diğer taraftan, son çöktürme havuzunun üst seviyesinden tasfiye olmuş su savaklanarak sistemi terk eder. Sürekli akımlı olarak çalışan klasik aktif çamur sistemi (şekil 1.) de gösterilmiştir.

Aktif çamur metodu ile organik maddelerin aerobik ayrışması (disimilasyon) ve yapı değişimi (asimilasyon) diğer bir deyişle metebolizma olayları (şekil 2.) de gösterilmiştir.



(Şekil 1- Aktif Çamur Sistemi).



(Şekil 2- Organik maddelerin Aerobik ayrışması)

Sentez sonucu meydana gelen yeni bakteriler, havalandırma yeterinden fazla uzatılırsa, içsel solunum (endogen respirasyon) ile kendi kendilerini oksitleyip ayrışarak gerekli enerjiyi sağlarlar. Bu olay "Besin'in (karbon, azot, fosfor gibi organik maddeler) tükenmesine bağlı olduğu kadar; metabolizma neticesinde ortaya çıkan artıklar ile de ilgilidir. /3/

1.b- MİKROORGANİZMALARIN GENEL ÜREME KINETİĞİ

Mikroorganizmaların gelişme ve üremesi için gerekli besinleri ve uygun şartları sağlayan ortama besin ortamı denir. Genellikle belirli düzeyde ve istenilen tür ya da türlerde mikroorganizmayı ihtiva eden besin ortamına "kültür (ekin)" denilmektedir. Kültür ortamında mikroorganizmaların gelişerek üreyebilmeleri için aşağıdaki şartların sağlanması gereklidir. /5/

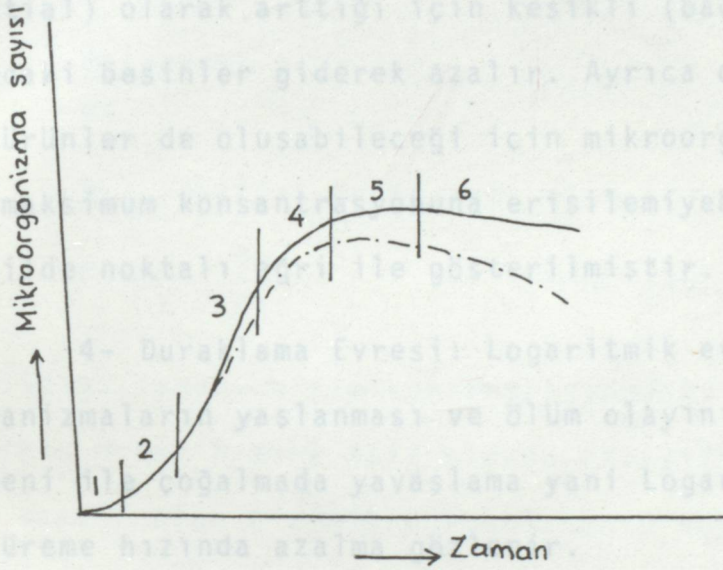
1- Mikroorganizmaların yaşaması, gelişmesi ve üremesi (çoğalması) için gerekli besin maddelerini ve enerji kaynağını ihtiva eden "besi yerinin" bulunması: Mikroorganizmaların yaşamalarını sınırlayan besinlere "vazgeçilmez besinler" denilir. Bunlar mikrobiyal kinetikte substrat olarak kabul edilirler. Ayrıca atık suların biyolojik olarak tasfiyesinde, arıtılması öngörülen maddeler de kinetik bağıntılarda, substrat olarak yer almaktadır.

2- Ortama, yani "besi yerine" canlı mikroorganizmaların katılması, bu işleme aşılama, tohumlama ya da ekim adı verilir.

3- Besi ortamında, gelişme maddelerinin bulunması ve gelişmeyi engelleyici maddelerin (inhibitörlerin) olmaması. Mikroorganizmaların gelişme ve üremeleri için besin olarak bol miktarda karbonlu ve azotlu maddelerden yararlanılır. Ancak bunun dışında, belirli oranda fosfor, kükürt içeren organik ya da inorganik maddeler ile Mg, Na, K, Ca ve başka izelementlere de ihtiyaç vardır.

4- Besi ortamında, optimum pH, sıcaklık gibi mikroorganizmalar için en uygun şartların oluşturulması.

Mikroorganizmaların yukarıda açıklanan şartlarda gelişme ve çoğalmaları aşağıdaki (şekil 3.)'te olduğu gibi çeşitli fazlardan geçerek olur. /5/



(Şekil 3.): Mikroorganizmaların üreme evreleri

- 1- Gelişme ya da gecikme evresi (Lag-Fazı)
- 2- Hızlandırılma (akselerasyon) ya da geçiş evresi
- 3- Logaritmik evre
- 4- Duraklama evresi
- 5- Sabit evre
- 6- Ölüm ya da geçiş evresi.

(Noktalı çizgi gerçek, düz çizgi ise ideal hali gösterir.)

1- Gelişme Evresi (Lag-Fazı): Belirli besin ortamına ekilen mikroorganizmalar yeni ortama uyum gösterip çoğalmaya başlayıncaya kadar belirli bir süre geçer. Bu sırada hücre

sayısında hemen hemen hiçbir artış gözlenmez.

2- Hızlandırılma Evresi: Gelişme evresinden sonra mikroorganizma sayısı yavaş yavaş artmaya başlar.

3- Logaritmik Evre: Mikroorganizma sayısı belirli bir düzeye ulaşınca şekilde gösterilen Logaritmik evreye varılır. Logaritmik evrede mikroorganizmalar üssel (eksponential) olarak arttığı için kesikli (baç) kültürleme de ortamdaki besinler giderek azalır. Ayrıca ortamda inhibe edici ürünler de oluşabileceği için mikroorganizmaların ideal ve maksimum konsantrasyonuna erişilemiyebilenir, bu durum şekilde noktalı eğri ile gösterilmiştir.

4- Duraklama Evresi: Logaritmik evreden sonra mikroorganizmaların yaşlanması ve ölüm olayının belirginleşmesi nedeni ile çoğalmada yavaşlama yani Logaritmik evreye kıyasla üreme hızında azalma gözlenir.

5- Sabit Evre: Süreksiz yani kesikli kültürlemede duraklama evresini sabit faz izler. Bu evrede kimi mikroorganizmalar ürer, kimileri ölür ve bazılarıda üremeden yaşamalarını sürdürür. Bu üç etmen birbirini dengelediği için mikroorganizmalarda zamana göre net artış gözlenmez.

6- Ölüm Evresi: Grafikte görüldüğü gibi mikrobiyal kinetiği son kısmında mikroorganizmaların ölüm hızları arttığı için, zamanla sayılarında (konsantrasyonlarında) azalma gözlenir. Bu evreye ölüm, azalma ya da göçüş evresi (declining phase) denilmektedir.

"dt" gibi belirli ve küçük bir zaman aralığındaki mikroorganizma (biyomas) artışı "dx"; ortamdaki mikroorganizma konsantrasyonu "X" ile orantılıdır. Bu tanımlama aşağıdaki matematiksel bağıntılarla gösterilebilir: /5/

$$dx = \mu \cdot X \cdot dt \quad (1)$$

$$\frac{dx}{dt} = \mu X \quad (2)$$

$$\frac{dx}{dt}; \text{Üreme hızı}$$

μ ; spesifik üreme hızı olup (2) denklemine göre

$$\mu = \frac{1}{X} \frac{dx}{dt} \quad (3)$$

yazıldığı zaman, birim konsantrasyondaki mikroorganizmaya ilişkin üreme hızına eşit olduğu anlaşılır. Mesela μ değeri $0,1 \text{ saat}^{-1}$ olan bir mikroorganizmanın konsantrasyonunda 1 saatte % 10 oranında artış olacaktır.

(2). denklem

$$\int \frac{dx}{X} = \mu \int dt \quad (4)$$

Şeklinde yazılarak integre edilecek olunursa

$$\ln x = \ln X_0 + \mu t \quad (5)$$

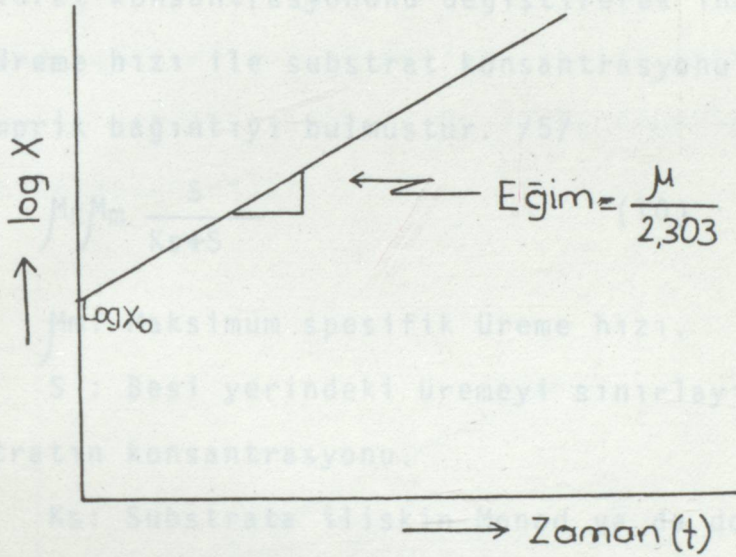
ya da

$$\log X = \log X_0 + (\mu/2,303)t \quad (6)$$

bağıntısı elde edilir.

Burada X_0 başlangıçtaki, X ise herhangi bir anda ortamdaki mikroorganizma konsantrasyonudur. Yukarıdaki eşitliklere göre

Log X ile t arasında çizilen grafikten elde edilecek doğrunun eğiminden μ değeri bulunur. (Bkz. Şekil 4.)



(Şekil 4) μ değerinin grafikte elde edilmesi.

(5). Denklem

$$\ln \frac{X}{X_0} = \mu t \quad (7)$$

ya da

$$X = X_0 e^{\mu t} \quad (8)$$

Şeklinde de gösterilebilir. Mikroorganizma konsantrasyonunun başlangıçtaki miktarının iki katı olması için geçen süreye "ikilenme" süresi adı verilmektedir. (7). denklemde $X = 2X_0$ olarak alınırsa t_d "ikilenme süresi" için

$$t_d = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0,693}{\mu} \quad (9)$$

bağıntısı elde edilir.

1.C- SUBSTRAT KONSANTRASYONUNA GÖRE ÜREME KİNETİĞİ VE MONOD EŞİTLİĞİ

1942 yılında Monod yapay besi ortamında *Bacillus subtilis* ve *Bact. Coli*'lerin üreme hızını besin yerindeki karbohidrat konsantrasyonunu değiştirerek inceleyerek, spesifik üreme hızı ile substrat konsantrasyonu arasında aşağıdaki ampirik bağıntıyı bulmuştur. /5/

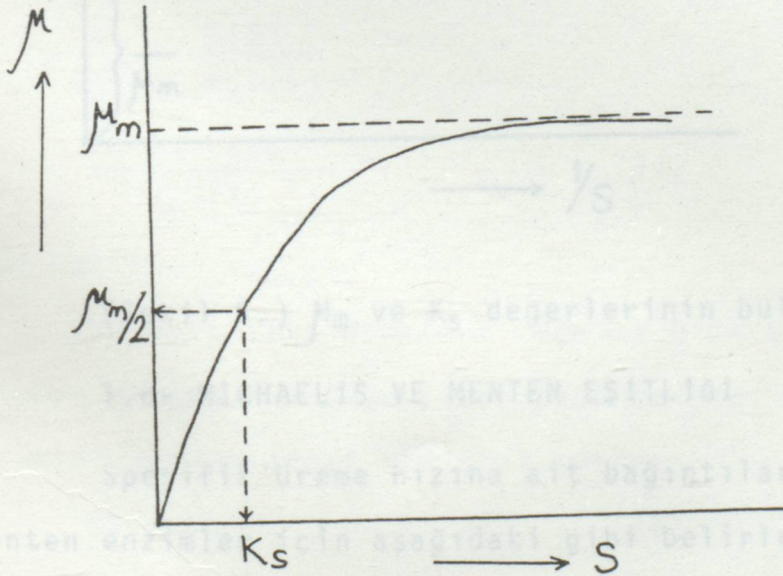
$$\mu = \mu_m \frac{S}{K_s + S} \quad (10)$$

μ_m : Maksimum spesifik üreme hızı.

S : Besi yerindeki üremeyi sınırlayıcı herhangi bir substratın konsantrasyonu.

K_s : Substrata ilişkin Monod ya da doygunluk sabitidir.

μ ve S arasındaki ilişki (şekil 5)'te gösterilmiştir.

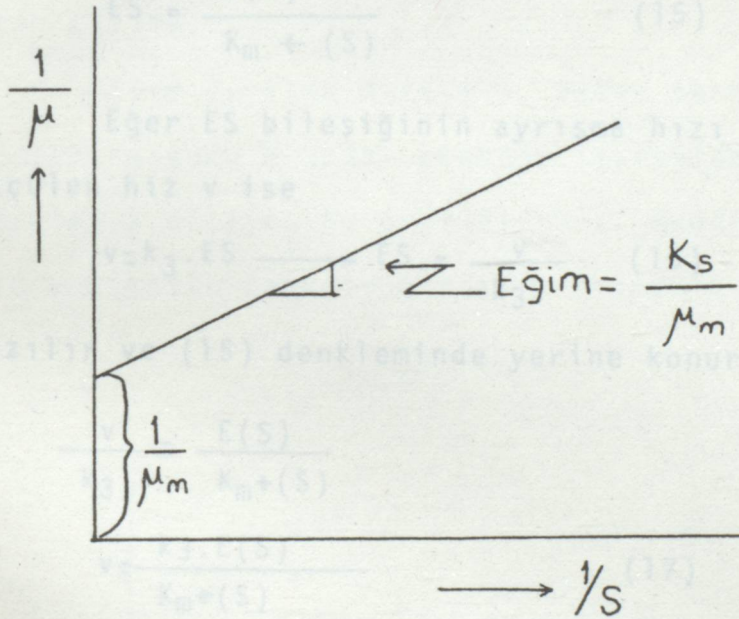


(Şekil 5.) μ ile S arasındaki bağıntıyı veren Monod grafiği

Şekilden de görüldüğü gibi $\mu_m/2$ değerinin karşılığı olan substrat konsantrasyonundan K_s sabiti hesap edilir; veya (10). denklem.

$$\frac{1}{\mu} = \frac{K_s}{\mu_m} \cdot \frac{1}{S} + \frac{1}{\mu_m} \quad (11)$$

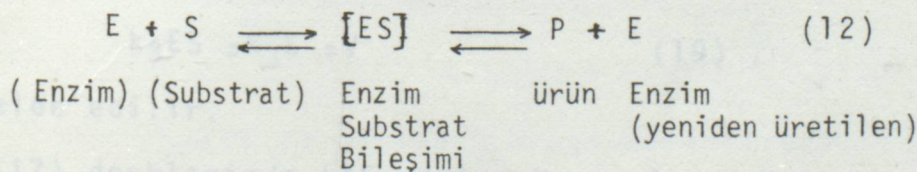
Şeklinde gösterilebilir ve $1/\mu$ ile $1/S$ arasındaki (şekil 6).
daki gibi grafik çizilerek μ_m ve K_s değerleri daha kolay biçimde hesaplanabilir.



(Şekil 6.) μ_m ve K_s değerlerinin bulunması.

1.d- MICHAELİS VE MENTEN EŞİTLİĞİ

Spesifik üreme hızına ait bağıntıları Michaelis ve Menten enzimler için aşağıdaki gibi belirlemişlerdir. /6/





$$K_m = \frac{[E - ES]S}{ES} \quad (14)$$

K_m : Ayrıştırma katsayısı

$$K_m \cdot ES = [E - ES]S$$

$$K_m ES = E(S) - ES(S)$$

$$K_m ES + ES(S) = E(S)$$

$$ES[K_m + (S)] = E(S)$$

$$ES = \frac{E(S)}{K_m + (S)} \quad (15)$$

Eğer ES bileşiğinin ayrışma hızı katsayısı k_3 ise ve ölçülen hız v ise

$$v = k_3 \cdot ES \longrightarrow ES = \frac{v}{k_3} \quad (16)$$

yazılır ve (15) denkleminde yerine konursa

$$\begin{aligned} \frac{v}{k_3} &= \frac{E(S)}{K_m + (S)} \\ v &= \frac{k_3 \cdot E(S)}{K_m + (S)} \end{aligned} \quad (17)$$

elde edilir.

Bu eşitlikte maksimum çoğalma hızı V , ES konsantrasyonunun maksimum olduğu zaman elde edilir. Bu durumda bütün enzimler besi maddesi ile birleşirler.

$$ES = E \quad (18)$$

Bu şartlar altında

$$k_3 ES = k_3 E = V \quad (19)$$

elde edilir.

(17) denkleminde $k_3 E$ yerine V yazılırsa

$$v = \frac{V \cdot S}{K_m + S} \quad (20)$$

elde edilir.

$$(K_m + S)v = V \cdot S$$

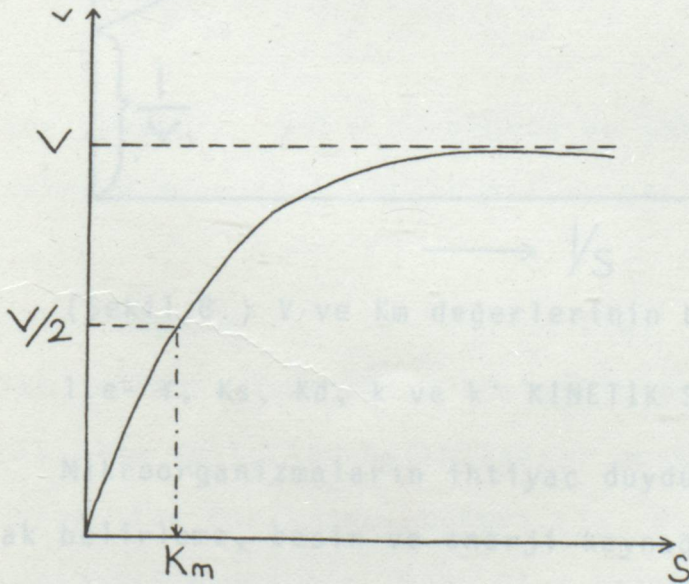
$$K_m v + S v = V \cdot S$$

$$K_m = \frac{(V - v)S}{v}$$

$$K_m = \left(\frac{V}{v} - 1 \right) \cdot S \quad (21)$$

elde edilir.

Eğer ayrışma hızı v düşey eksen ve besin maddesi konsantrasyonu S yatay eksen üzerinde işaretlenirse (Şekil 7) deki eğri elde edilir. Bu grafikte besin maddesi konsantrasyonu ile enzimatik reaksiyon hızı arasındaki ilişki açıklanmaktadır.



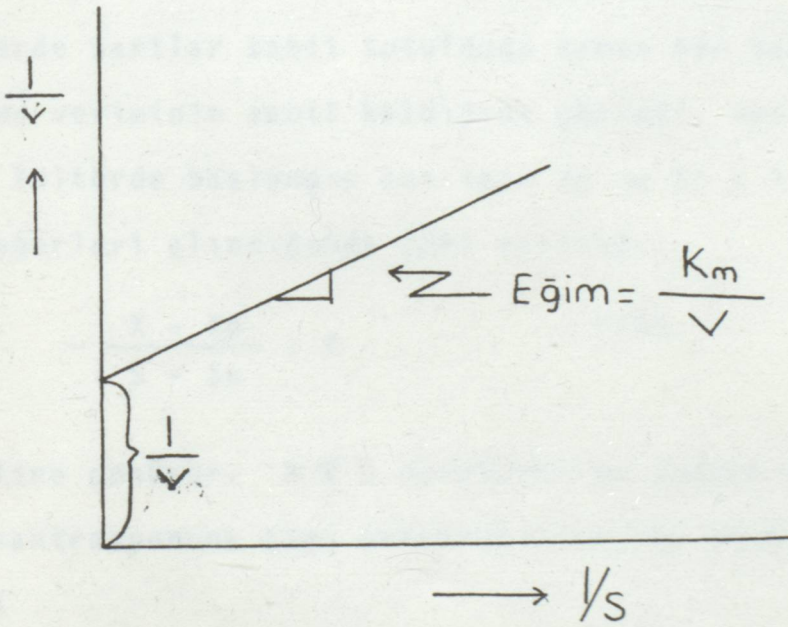
(Şekil 7). v ile S arasındaki ilişki.

(21). bağıntısından görüleceği gibi $\frac{V}{V_{\max}} = 2$ olduğunda $K_m = S$ olmaktadır. (K_m : Michaelis sabiti).

K_m değerinin belirlenmesi oldukça zordur. Bunun için (20) bağıntısı Lineweaver ve Burk tarafından aşağıdaki şekilde düzenlenmiştir. /5/

$$\frac{1}{v} = \frac{K_m + S}{V \cdot S} = \frac{K_m}{V} \left[\frac{1}{S} \right] + \frac{1}{V} \quad (22)$$

$1/v$ ve $1/s$ arasında (şekil 6.)'dakine benzer olarak grafik çizilerek V ve K_m değerleri daha kolay biçimde bulunabilir bu grafik (şekil 8)'de verilmiştir.



(Şekil 8.) V ve K_m değerlerinin bulunması.

1.e- Y , K_s , K_d , k ve k' KİNETİK SABİTLERİNİN HESABI

Mikroorganizmaların ihtiyaç duyduğu besinleri nicel olarak belirleme, besin ve enerji kaynağı ile oluşan ürünler arasındaki bağıntıları açıklama yönünden "üreme verimi"nin bilinmesi gereklidir. 1896 yılında ilk kez Raulin mantarların

besin ihtiyaçlarının açıklanması amacı ile bu tanımlı kullanıldı; ve mikroorganizma konsantrasyonu ile besi yerindeki üremeyi sınırlayıcı herhangi bir substratın değişmesi oranlarından üreme verimi (Y)'yi

$$-\frac{\Delta X}{\Delta S} = Y \quad (24)$$

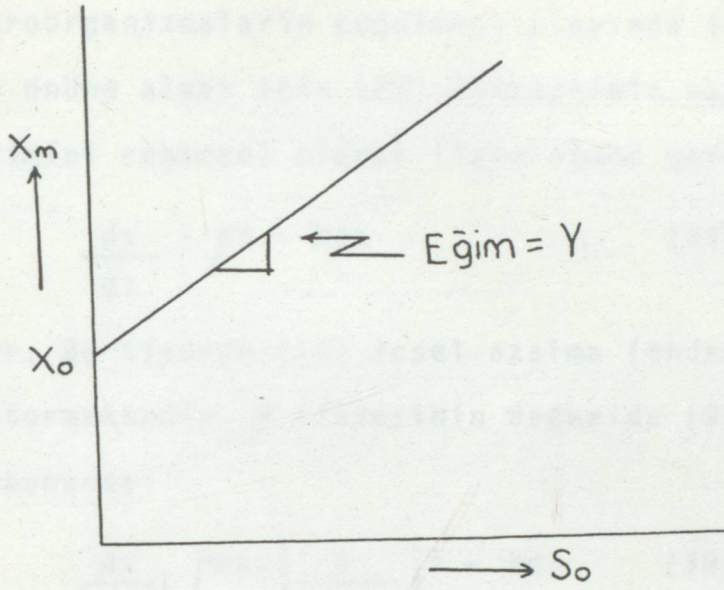
şeklinde hesapladı /5/. Eşitlikten görüldüğü gibi ΔS oranında substratın tüketilmesi sonunda artan biyomas kütlesi görülür. Sembolün başına konulan (-) işareti, mikroorganizma konsantrasyonu artarken substrat azalması olduğunu belirtmektedir. Monod, bakteri kültürleri üzerinde yaptığı incelemelerde şartlar sabit tutulduğu zaman her bakteri türü için üreme veriminin sabit kaldığını gözledi. Kesikli yani sürekli kültürde başlangıç anı için X_0 ve S_0 ; t anı içinde X ile S değerleri alındığında (24) eşitliği

$$-\frac{X - X_0}{S - S_0} = Y \quad (25)$$

Şekline dönüşür. $S \cong 0$ durumunda en yüksek mikroorganizma konsantrasyonuna (X_m) erişilebileceği düşünülürse (25) eşitliği

$$X_m - X_0 = Y \cdot S_0 \quad (26)$$

Şekline dönüşür. Substratın başlangıç konsantrasyonları (S_0) değişik olan kültürler hazırlanarak erişilebilen en yüksek mikroorganizma konsantrasyonları (X_m) ölçülür ve X_m ile S_0 arasında grafik çizilir. Buna göre çizilen grafikten (Şekil 9) da olduğu gibi bir doğru elde edilir. ve doğrunun eğiminden substrata göre biyomas verimi yani Y değeri bulunur.



(Şekil 9.) Y değerinin bulunması.

Tam karışım ve sürekli akımlı bir biyolojik reaktörde çamur (mikroorganizma) çoğalma hızı (dx/dt); besin kullanma hızına (ds/dt) ve (Y) dönüşüm veya verim katsayısına bağlıdır. Bunu

$$\frac{dx}{dt} = Y \frac{ds}{dt} \quad (27)$$

Şeklinde gösterebiliriz.

Bu eşitlikte; (x) çamur konsantrasyonunu (t) zaman, (Y) verim katsayısını, (S) besin konsantrasyonunu ifade etmektedir. Diğer taraftan mikroorganizmaların logaritmik çoğalma fazındaki çoğalma hızının

$$\frac{dx}{dt} = \mu \cdot X \quad (28)$$

olduğunu ve μ spesifik mikroorganizma çoğalma hızının

$$\mu = \mu_{\max} \frac{S}{K_s + S}$$

ifadesiyle belirtildiği "mikroorganizmaların genel üreme kinetiği" bölümünde gösterilmiştir.

Mikroorganizmaların çoğalması olayında içsel solunum fazını göz önüne almak için (28) denkleminin sağ tarafına ($K_d \cdot X$) terimini cebirsel olarak ilave etmek gerekir. Böylece

$$\frac{dx}{dt} = \mu X - K_d X \quad (29)$$

olur. Bu ifadede (K_d) içsel azalma (endogenous decay) hızını göstermektedir. μ ifadesinin değeride (29) denkleminde yerine konursa:

$$\frac{dx}{dt} = \mu_{\max} \left[\frac{S}{K_s + S} \right] X - K_d X \quad (30)$$

elde edilir.

Diğer taraftan (27) ve (28) ifadelerinin sağ tarafları birbirine eşitlenirse:

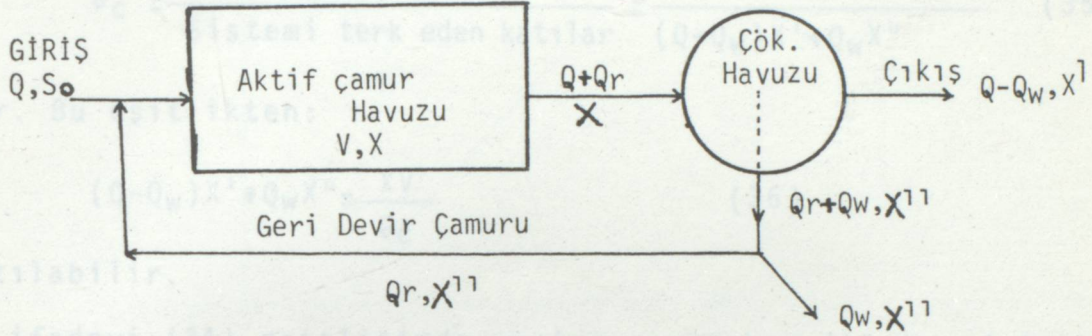
$$\mu X = Y \frac{dS}{dt} \quad (31)$$

bulunur. (μX)'in değeri (29) da yerine konursa

$$\frac{dx}{dt} = Y \frac{dS}{dt} - K_d X \quad (32)$$

ifadesi elde edilmiş olur. Bu ifadenin sağ yanı reaktörde mikroorganizmaların net çoğalmasını gösterir.

(Şekil 10) daki gibi tam karışım ve sürekli akımlı bir aktif çamur sisteminde reaktöre sürekli olarak besin gireceğinden, logaritmik büyüme fazından sonra çoğalma yavaşlayıp durmaz, devam eder.



(Şekil 10) Tam karışımlı Aktif çamur Sistemi Akım Şeması.

Tam karışımlı bir reaktörde, katı madde (mikroorganizma) dengesi genel ifadesi aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\begin{array}{l} \text{Reaktörde biriken} \\ \text{Katı madde miktarı} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Reaktöre giren} \\ \text{Katı madde miktarı} \end{array} +$$

$$\begin{array}{l} \text{Reaktörde Üretilen net} \\ \text{Katı madde miktarı} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Reaktörden çıkan} \\ \text{Katı madde miktarı} \end{array} \quad (33)$$

Yukarıdaki genel ifadede eşitliğin sağ tarafındaki ilk terim sıfırdır. Çünkü ön çöktürme havuzunda katı maddeler çöktürüldüğünden reaktöre giren kullanılmışsuda katı madde konsantrasyonu pratik olarak sıfırdır ve bu su sadece çözülmüş ve kolloidal madde ihtiva eder. /2/

(33). numaralı genel denge denklemini (şekil 10) göre yazacak olursak ve reaktörün kararlı durumunda mikroorganizma çoğalma hızı sabit kalıp $\frac{dx}{dt} = 0$ olduğundan:

$$\left(Y \frac{ds}{dt} - K_d \cdot X \right) V = (Q - Q_w) X' + Q_w X'' \quad (34)$$

Şeklini alır. Diğer taraftan (θ_c) çamur yaşının tarifine ve

(Şekil 10)'a göre:

$$\theta_c = \frac{\text{Sistemdeki katılar}}{\text{Sistemi terk eden katılar}} = \frac{X.V}{(Q-Q_w)X' + Q_w X''} \quad (35)$$

dir. Bu eşitlikten:

$$(Q-Q_w)X' + Q_w X'' = \frac{XV}{\theta_c} \quad (36)$$

yazılabilir.

Bu ifadeyi (34) eşitliğinde yerine yazıp her iki taraf (XV) ile bölünürse:

$$\frac{1}{\theta_c} = \frac{Y(dS/dt)}{X} - K_d \quad (37)$$

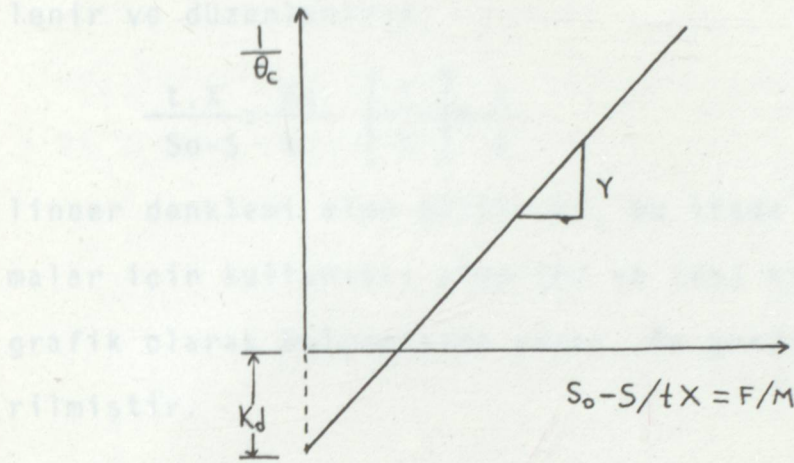
elde edilir. Burada dS/dt ; için

$$\frac{dS}{dt} = \frac{S_o - S}{t} \quad (38)$$

yazılıp düzenlenirse. Burada (t) kullanılmış suyun aktif çamur havuzunda kalma süresini ifade eder. Havuzun hacmi (V), havuza giren kullanılmış su debisi (Q) ise $t=V/Q$ dir.

$$\frac{1}{\theta_c} = Y \left[\frac{S_o - S}{t.X} \right] - K_d \quad (39)$$

elde edilir ki, bu önemli eşitlik deneysel çalışmalarda kullanmaya çok elverişli olup bu eşitlik vasıtasıyla (şekil 11) den de görüldüğü gibi (Y) ve (K_d) kinetik katsayı ve sabitesi grafik olarak tayin edilebilir.



(şekil 11) Y ve Kd'nin grafik yoldan elde edilmesi.

(39) ifadesi, Besin/Mikroorganizma (F/M) terimi kullanılarak yazılabilir. Çünkü

$$\frac{S_0 - S}{t \cdot X} = \frac{F}{M} \quad (40)$$

dir ki bu da çamur yükünü ifade eder. Buna göre (39) ifadesi:

$$\frac{1}{\theta_c} = Y \left[\frac{F}{M} \right] - K_d \quad (41)$$

şeklinde yazılabilir.

(30) ve (32) ifadelerinin sağ tarafları birbirine eşitlenir ve her iki taraf (XY) ile bölünürse:

$$\frac{dS/dt}{X} = \frac{M_{\max}}{Y} \left[\frac{S}{K_s + S} \right] \quad (42)$$

elde edilir. Burada $M_{\max}/Y = k$ yazılıp düzenlenirse

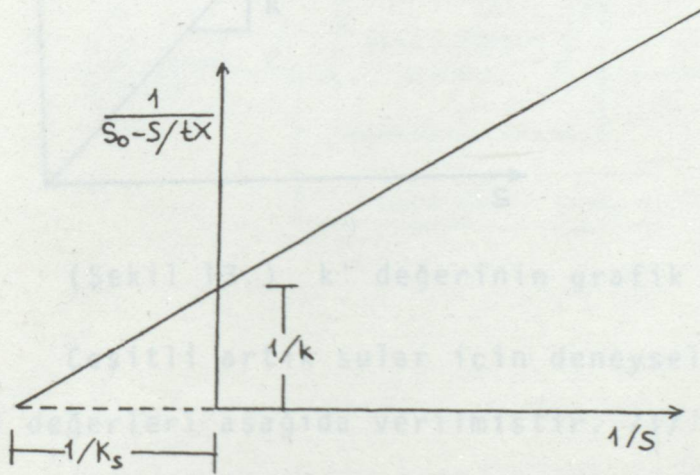
$$\frac{dS}{dt} = \frac{kXS}{K_s + S} \quad (43)$$

gibi diğer bir temel ifade elde edilir. Bu ifadede (k) maksimum besin kullanma hızıdır.

(38) ve (43) ifadelerinin sağ tarafları birbirine eşitlenir ve düzenlenirse:

$$\frac{t \cdot X}{S_0 - S} = \frac{K_s}{k} \left[\frac{1}{S} \right] + \frac{1}{k} \quad (44)$$

lineer denklemi elde edilir ki, bu ifade de deneysel çalışmalar için kullanışlı olup (k) ve (Ks) kinetik sabitelerinin grafik olarak bulunmasına yarar. Bu grafik (şekil 12)'de verilmiştir.



(Şekil 12.) k ve Ks'in grafik yoldan elde edilmesi.

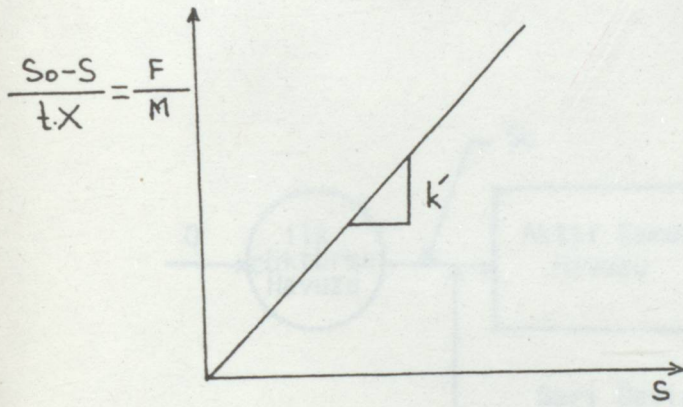
$S \ll K_s$ olması halinde (Ks)'nin yanında (S) ihmal edilirse ve gerekli düzenleme yapılırsa (43) ifadesi:

$$\frac{ds/dt}{X} = \frac{k}{K_s} \cdot S \quad (45)$$

şeklini alır. Bu ifade de $k/K_s = k'$ yazılır ve (38) ifadesi yerine konulup düzenlenirse

$$\frac{S_0 - S}{tX} = k' S \quad (46)$$

elde edilir. Burada (k') spesifik besin kullanma hızını ifade eder. (46) ifadesi deneysel çalışmalar için kullanışlı olup, bununla (k') kinetik sabitesi (şekil 13)'te olduğu gibi grafik olarak bulunabilir.



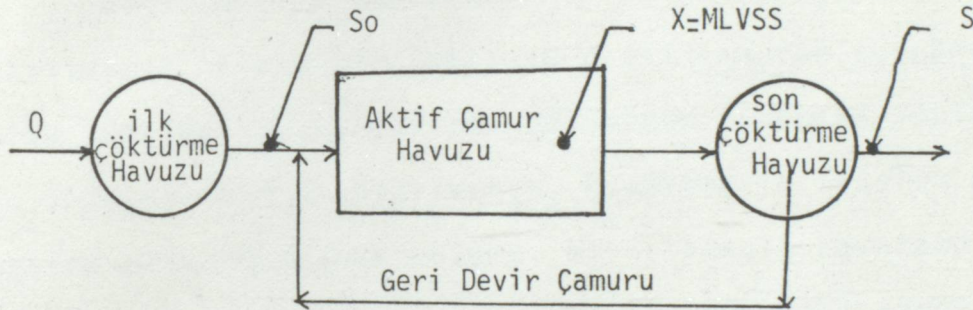
(Şekil 13.) k' değerinin grafik yoldan elde edilmesi.

Çeşitli artık sular için deneysel olarak tayin edilmiş (k') değerleri aşağıda verilmiştir. /1/

<u>Artık Su</u>	<u>k' (mg/l)⁻¹(gün)⁻¹</u>
Şehir lağım suyu	0,017-0,03
Rafineri sıvı artıkları	0,038
Şehir lağım suyu 23-28 °C	0,074
Kimya ve petrol endüstrisi	0,0029-0,018
İlaç endüstrisi	0,018
Süt endüstrisi	0,017

1.f- KİNETİK PARAMETRELERE GÖRE REAKTÖR HACMİNİN HESABI

(Şekil 14)'teki gibi bir deney tesisinde, gösterilen yerlerden alınan numunelerle (S_o), (X) ve (S) tayin edilir ve havalandırma süresi $t = V/Q$ eşitliğinden, (θ_c) çamur yaşı (35) ifadesinden hesaplanırsa (şekil 11-12-13)'teki grafikler çizilerek biyolojik tasfiyenin kinetik katsayı ve sabiteleri bulunabilir. /3/



(Şekil 14). Aktif çamur tesisinden Numune Alma yerleri.

Yapılan deneyler neticesinde atık su için kinetik katsayıların tesbitinden sonra yapılması düşünülen reaktör hacmi aşağıdaki formüllere göre hesaplanabilir. (39) formülünde $t = \frac{V}{Q}$ yazılıp V 'ye göre düzenlenirse:

$$V = \frac{Y \cdot \theta_c \cdot Q (S_o - S)}{X(1 + K_d \theta_c)} \quad (47)$$

elde edilir. Bu ifadenin sağ tarafının payı S_o parantezine alınıp,

$$\frac{S_o - S}{S_o} = \eta \quad \text{yazılırsa:}$$

$$V = \frac{Y \cdot \theta_c \cdot Q \cdot S_o \cdot \eta}{X \cdot (1 + K_d \cdot \theta_c)} \quad (48)$$

elde edilir.

Deneyler neticesinde bulunan kinetik katsayıları kullanılarak, giriş BOI₅ (KOI) yükü ve istenilen çıkış suyu kalitesine göre aktif çamur havuzu hacmi bu bağıntıyla bulunabilir.

Deneyde gösterilmiştir. Havalandırma bölümünün hacmi 20,5 lt; çökürme bölümünün hacmi 9,5 lt olup toplam hacim 30 lt.dir.

Havalandırma bölümünde kullanılmış su - aktif çamur karışımının havalandırılması ve aktif çamurun süspansiyon halinde tutulması havalandırma bölümünün tabanına yerleştirilmiş ince delikli difüzörlerden, kompresörle basılan hava ile sağlanmıştır. Çökürme bölümü, bir perdeyle havalandırma bölümündeki turbulansın korunduğu için, aktif çamur yuvarlakları kolaylıkla çökabilmektedir. Çökürme bölümü normal bir aktif çamur tesisindeki son çökürme havuzu rolünü oynamaktadır. Bu bölümün tabanı konik olup, çökelen aktif çamur yuvarlakları bu konik yüzeyden aşağı kayarak perdenin alt kenarı ile yan yüzey arasındaki dar aralıktan havalandırma bölümüne düşmektedir. sağladığı akımın tesiri ile geçerek çamurun geri döndüğü sağlanmaktadır.

Çökürme bölümünün üst kısmındaki bir çıkıştan tasfiye edilmiş su sistemi terk etmektedir.

2- DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE BULGULAR

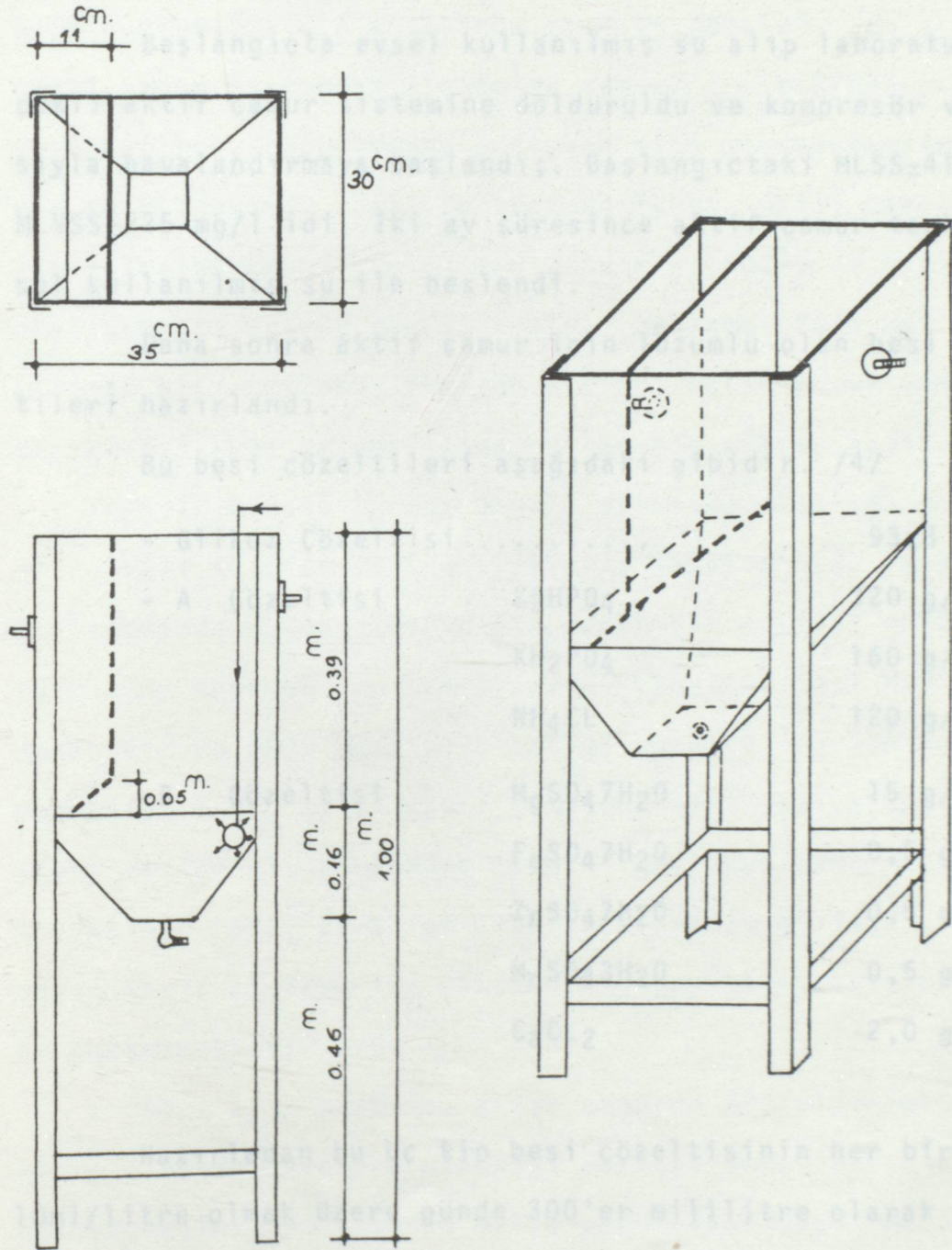
2-a. AKTİF ÇAMUR OLUŞTURULMASI HAKKINDA BİLGİ

(Şekil 15)'te görülen sistem, havalandırma ve çöktürme bölümleri aynı ünite içinde bulunan şeffaf pleksiglas malzemeden yapılmış tam karışımlı ve sürekli akımlı bir aktif çamur sistemi modelidir. Sistemin boyutları şekil üzerinde gösterilmiştir. Havalandırma bölümünün hacmi 20,5 lt; çöktürme bölümünün hacmi 9,5 lt olup toplam hacim 30 lt.dir.

Havalandırma bölümünde kullanılmış su - aktif çamur karışımının havalandırılması ve aktif çamurun süspansiyon halde tutulması havalandırma bölümünün tabanına yerleştirilmiş ince delikli difüzörlerden, kompresörle basılan hava ile sağlanmıştır. Çöktürme bölümü, bir perdeyle havalandırma bölümündeki türbülansın korunduğu için, aktif çamur yumakları kolaylıkla çökebilmektedir. Çöktürme bölümü normal bir aktif çamur tesisindeki son çöktürme havuzu rolünü oynamaktadır. Bu bölümün tabanı konik olup, çökelen aktif çamur yumakları bu konik yüzeyden aşağı kayarak perdenin alt kenarı ile yan yüzey arasındaki dar aralıktan havalandırma bölümüne türbülansın sağladığı akımın tesiri ile geçerek çamurun geri devri sağlanmaktadır.

Çöktürme bölümünün üst kısmındaki bir çıkıştan tasfiye edilmiş su sistemi terk etmektedir.

(Şekil 15) Laboratuvar Ölçekli Aktif Çamur Sistemi



(Şekil 15) Laboratuvar Ölçekli Aktif Çamur Sistemi.

Deneysel çalışmaya aktif çamur üretilerek başlanıldı. Bunun için şu yol takip edildi;

Başlangıçta evsel kullanılmış su alıp laboratuvar ölçekli aktif çamur sistemine dolduruldu ve kompresör vasıtasıyla havalandırmaya başlandı;. Başlangıçtaki MLSS=415 mg/l MLVSS=225 mg/l idi. İki ay süresince aktif çamur tankı evsel kullanılmış su ile beslendi.

Daha sonra aktif çamur için lüzumlu olan besi çözeltileri hazırlandı.

Bu besi çözeltileri aşağıdaki gibidir. /4/

- Glikoz Çözeltisi		93,8 g/l.
- A Çözeltisi	K_2HPO_4	320 g/l.
	KH_2PO_4	160 g/l.
	NH_4CL	120 g/l.
-B Çözeltisi	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	15 g/l.
	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	0,5 g/l.
	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	0,5 g/l.
	$MnSO_4 \cdot 3H_2O$	0,5 g/l.
	$CaCl_2$	2,0 g/l.

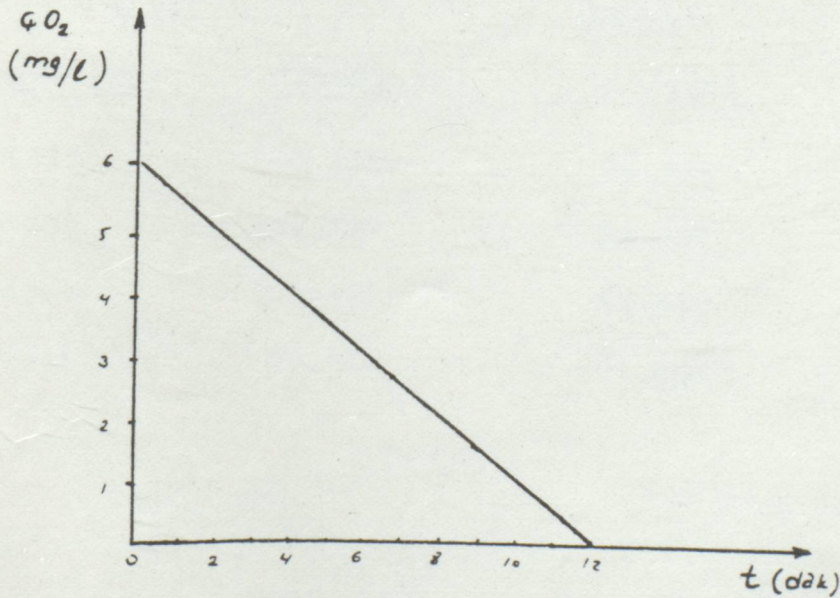
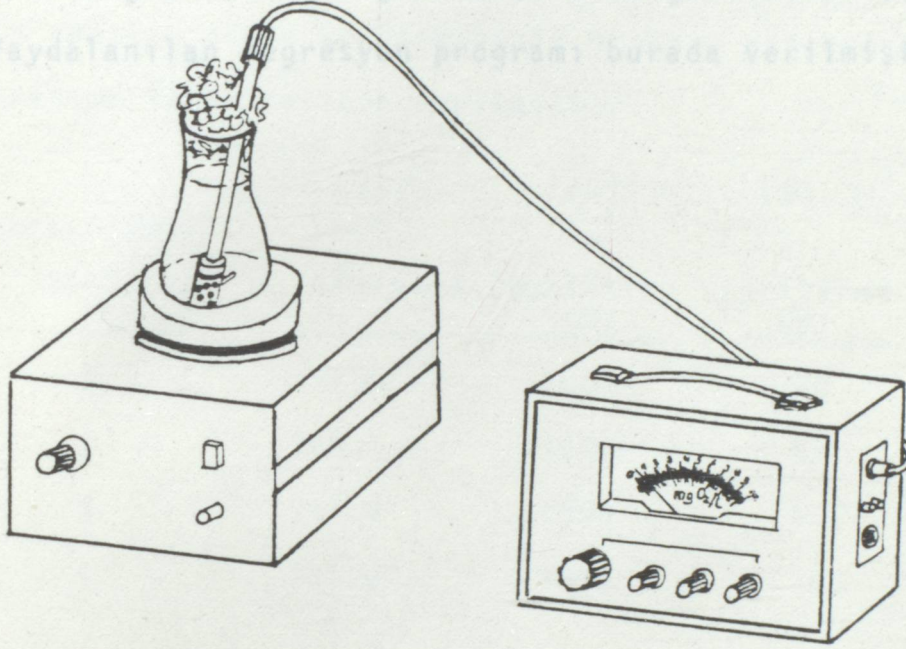
Hazırlanan bu üç tip besi çözeltisinin her birinden 10ml/litre olmak üzere günde 300'er mililitre olarak 4 ay süresince aralıksız olarak aktif çamur tankına ilave edildi. Bu süre içinde havalandırma ve çökeltme bölümlerindeki çözünmüş oksijen miktarı oksijenmetre ve titrimetrik metodlarla kontrol edilip, havalandırma miktarı ayarlandı. Çözünmüş oksijen havalandırma bölümünde 4—5 mg/l çöktürme bölümünde

2 mg/l civarında kaldı; ayrıca pH metre ile aktif çamur tankında bulunan karışımın pH'sı sıklıkla kontrol edildi. pH'nın genellikle 7 civarında kaldığı görüldü. Bu arada aktif çamur tankından alınan su numuneleri mikroskopla incelendiğinde, çoğunluğunu protozoa tipi mikroorganizmaların teşkil ettiği canlı türleri gözlemlendi. Aktif çamurun aktivitesini tesbit için; bir erlene glikozlu su konup oksijenmetre erlene yerleştirildi. Başlangıçta 6 mg/l civarında olan çözünmüş oksijen miktarı aktif çamur tankından alınıp aynı erlene ilave edilen bir miktar aktif çamur sayesinde kısa sürede 0 mg/l değerine ulaştığı gözlemlendi. (Şekil 16). Çeşitli aralıklarla yapılan MLSS ve MLVSS tayinlerinde bu değerlerin her geçen gün arttığı görüldü. Dört ayın sonunda yapılan ölçümde MLSS=7450 mg/l MLVSS değerinin de 6200 mg/l'ye ulaştığı görüldü. Ayrıca kurutulmuş halde 1 gr. gelen aktif çamurun ıslak vaziyette iken işgal ettiği ml. cinsinden hacmini gösteren çamur hacim indeksinin (SVI) 50 ml/gr civarında olduğu gözlemlendi; bu değer aktif çamurun iyi çökelen bir özelliğe sahip olduğunu göstermektedir. /8/.

Dört ayın sonunda, aktif çamurun KOI giderimi veriminin % 80-90 civarına ulaştığı yapılan deneyler sonunda tesbit edildi. Daha sonra aktif çamur tankındaki MLVSS konsantrasyonunun çok olmasından dolayı çamurun bir kısmı başka bir tanka alınıp bir süre daha besleme işine devam edildi.

Her iki aktif çamur tankında yapılan deneyler sonucu çıkış KOI değerlerinin kararlı duruma geldiği gözlemlendi,

bu arada sistemden her gün bir miktar camur alındı. Sistem kararlı duruma ulaştıktan sonra kirlilik katsayılarının tayini için deneyler yapıldı. Bu deneylerin sonuçları ve bu sonuçlara göre çizilen grafiklerle bu grafikleri çizmek için kullanılan grafik programı burada verilmiştir.



(Şekil 16) Aktif Camurun aktivitesini tayin için yapılan deney.

bu arada sistemden her gün bir miktar çamur atıldı. Sistem kararlı duruma ulaştıktan sonra kinetik katsayılarının tayini için deneyler yapıldı. Bu deneylerin neticeleri ve bu neticelere göre çizilen grafiklerle bu grafikleri çizmek için faydalanılan regresyon programı burada verilmiştir.

şağıda tablo halinde verilmiştir.

	(1)	(2)	(3)	(4)
Aktif çamur	Q	S ₀	S	t
tankı No	(Litre/gün)	(mg/litre) K01	(mg/litre) K01	(saat)
1	127,0	1000	74	5,67
2	160,0	1000	82	4,50
3	144,0	1000	102	5,00
4	131,0	1000	165	6,50

(5)	(6)	(7)
X	Oretilen Sattı madde miktarı	S ₀ -S
MLVSS	$\Delta X/\Delta t$	X.t
(mg/litre)	(Gram)	(gr/gün)
5429	162,870	73,325
5089	162,870	36,057
4329	129,870	52,432
3654	49,620	44,580

2.b- GLİKOZ İHTİVA EDEN SU İÇİN KİNETİK
KATSAYILARININ BULUNMASI

Glikozlu su için kinetik katsayılarının tayini amacıyla yapılan deney ve ölçümlerle bunlara ait hesap neticeleri aşağıda tablo halinde verilmiştir.

Aktif çamur tankı No	(1) Q (Litre/gün)	(2) So (mg/litre) KOI	(3) S (mg/litre) KOI	(4) t (saat)
1	127,0	1000	74	5,67
2	160,0	1000	87	4,50
3	144,0	1000	102	5,00
4	131,0	1000	365	5,50

(5)	(6)	(7)
X	Üretilen Katı madde miktarı	So-S
MLVSS	$\Delta X/\Delta t$	<u>X.t</u>
<u>(mg/litre)</u>	<u>(Gram)</u>	<u>(gün⁻¹)</u>
5429	162,870	73,325
		0,722
5089	152,670	36,057
		0,957
4329	129,870	52,432
		0,996
1654	49,620	44,680
		1,676

(8)	(9)	(10)
Spesifik mikroorga- nizma artış hızı $(\Delta X/\Delta t)/X$ (gün ⁻¹)	θ_c (gün)	$\frac{1}{S}$ (mg/litre) ⁻¹
0,450	2,22	0,014
0,236	4,23	0,011
0,404	2,48	0,010
0,900	1,11	0,003

Tablo halinde verilen değerleri hesap yöntemini 1 No'lu Aktif çamur tankı için aşağıdaki gibi verebiliriz.

Aktif Çamur Tankı (No 1)

(1) Q (litre/gün); Aktif çamur Tankına giren kullanılmış su debisi.

Havalandırma süresi t=5,67 saat olduğundan ve Aktif çamur tankı hacmi V=30 lt olduğundan

$$Q = \frac{24}{5,67} \times 30 = 127 \text{ (litre/gün)}$$

(2) So (mg/lt KOI); Aktif Çamur Tankına giren suyun KOI değeri

(3) S (mg/lt KOI); Aktif Çamur Tankından çıkan suyun KOI değeri.

(4) t (saat) ; Aktif Çamur Tankında havalandırma süresi.

(5) X (mg/lt) ; Aktif Çamur Tankındaki çamur konsantrasyonu.

MLVSS (mg/lt); Tam karışımli sıvıda uçucu süspansiyon katı madde.

Bu değeri Whatman GF/C filtre kağıdı kullanılarak 1.Tank için 5429 mg/lt olarak bulunmuştur. Tankın hacmi 30 lt. olduğundan toplam MLVSS miktarı.

$$30 \text{ (lt)} \times \frac{5429}{1000} \text{ (mg/lt)} = 162,870 \text{ gram.}$$

(6) $\Delta X/\Delta t$ (gram/gün); Üretilen katı madde miktarı .

Aktif Çamur Tankındaki başlangıçtaki toplam MLVSS miktarı ile 1 gün sonundaki tanktaki toplam MLVSS miktarı arasındaki farktır.

(7) $\frac{S_0 - S}{X \cdot t}$ (gün⁻¹) ; çamur yükü

$$\frac{S_0 - S}{X \cdot t} = \frac{(1000 - 74) \cdot 127}{(162,870) \cdot 10^3} = 0,722 \text{ mg/mg-gün}$$

(8) $(\Delta X / \Delta t) / X$; Spesifik mikroorganizma artış hızı.

$$\frac{73,325}{162,870} = 0,450$$

(9) θ_c (gün) ; Çamur yaşı

$$\theta_c = \frac{MLVSS}{\text{Bir gün boyunca üretilen net katı miktarı}} ; /8/$$

Bu tanımlamaya göre.

$$\theta_c = \frac{162,870}{73,323} = 2,22 \text{ (gün)}$$

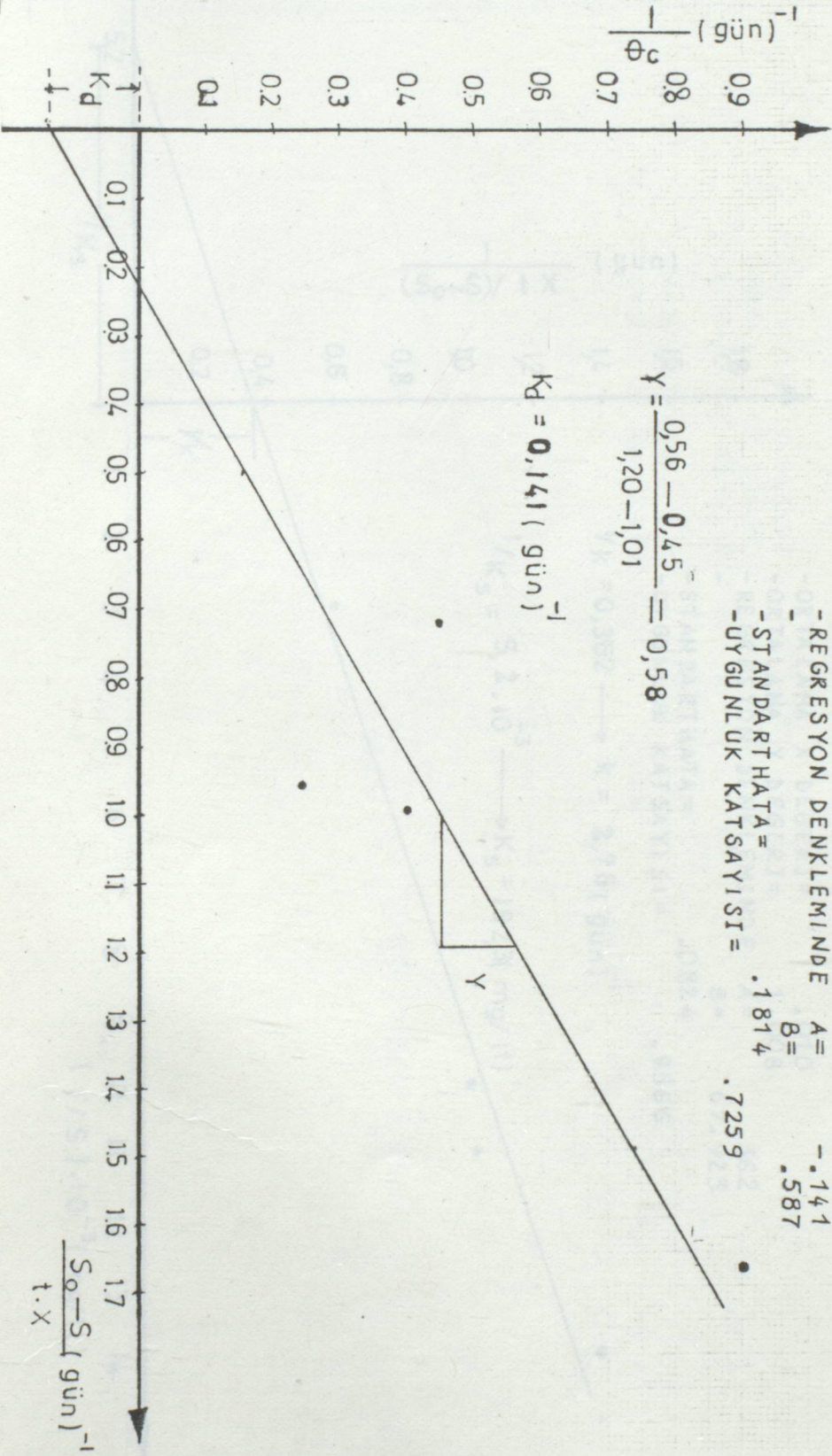
REGRESYON PROGRAMI
- X VE Y DEĞERLERİ

.722	.957	.996	1.676
.450	.240	.400	.900

-ORTALAMA X DEĞERİ= 1.088
-ORTALAMA Y DEĞERİ= .498
-REGRESYON DENKLEMİNDE
A= .141
B= .587
-STANDART HATA= .1814
-UYGUNLUK KATSAYISI= .7259

$$Y = \frac{0,56 - 0,45}{1,20 - 1,01} = 0,58$$

$$K_d = 0,141 (\text{gün})^{-1}$$



Glikoz için Y ve K_d değerlerinin grafikte bulunması

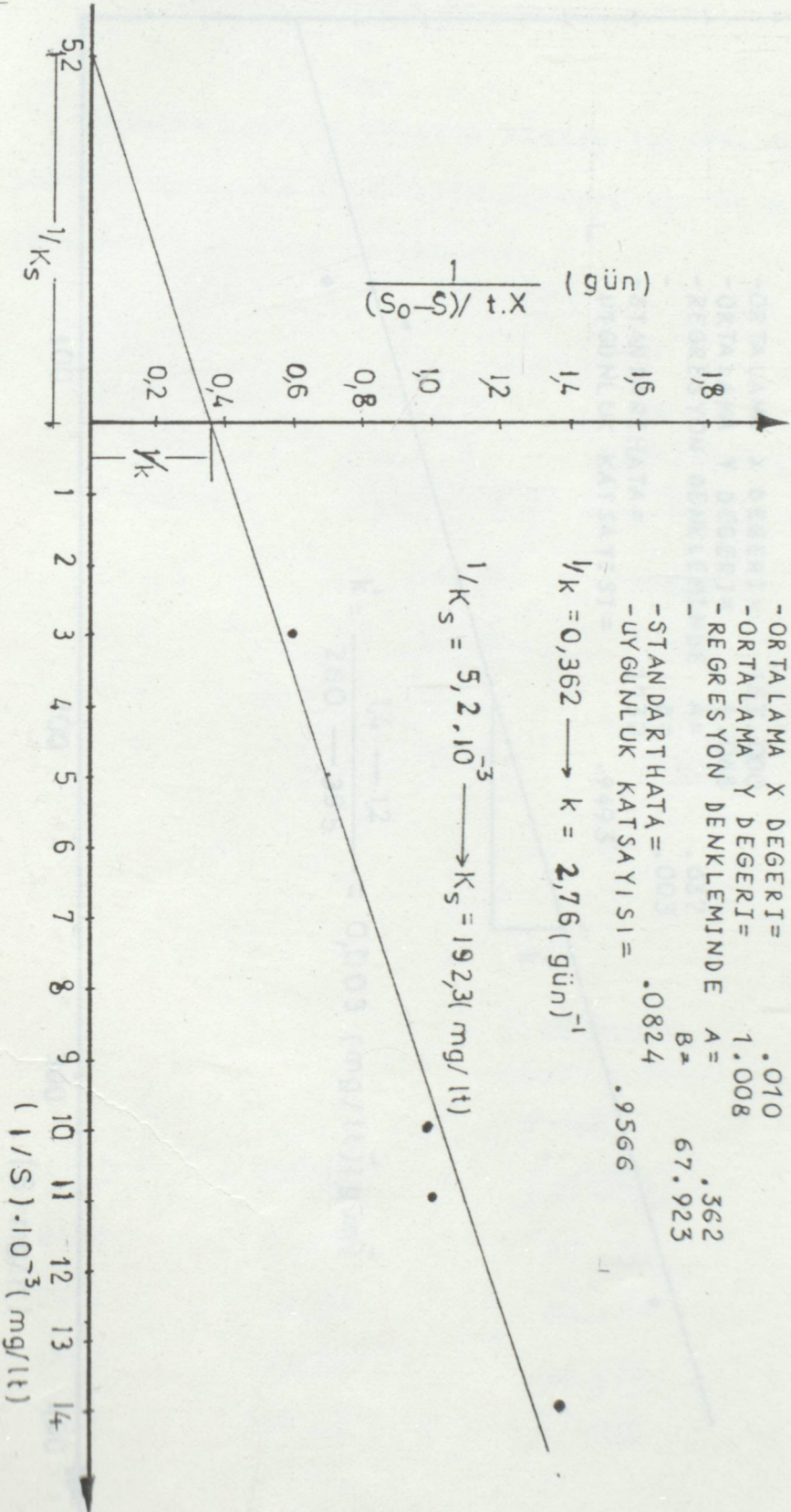
REGRESYON PROGRAMI
- X VE Y DEGERLERI

.014	.011	.010	.003
1.390	1.040	1.000	.600

- ORTALAMA X DEGERI = .010
- ORTALAMA Y DEGERI = 1.008
- REGRESYON DENKLEMİNDE A = .362
- STANDART HATA = .0824
- UYGUNLUK KATSAYISI = .9566

$$1/k = 0,362 \rightarrow k = 2,76 (\text{gün})^{-1}$$

$$1/k_s = 5,2 \cdot 10^{-3} \rightarrow k_s = 192,3 (\text{mg/lt})$$



Glikoz için k ve k_s değerlerinin grafikte bulunması .

REGRESYON PROGRAMI
- X VE Y DEGERLERI

74.000 87.000 102.000 365.000

.722 .957 .996 1.676

- ORTALAMA X DEGERI = 157.000

- ORTALAMA Y DEGERI = 1.088

- REGRESYON DENKLEMİNDE A = .637

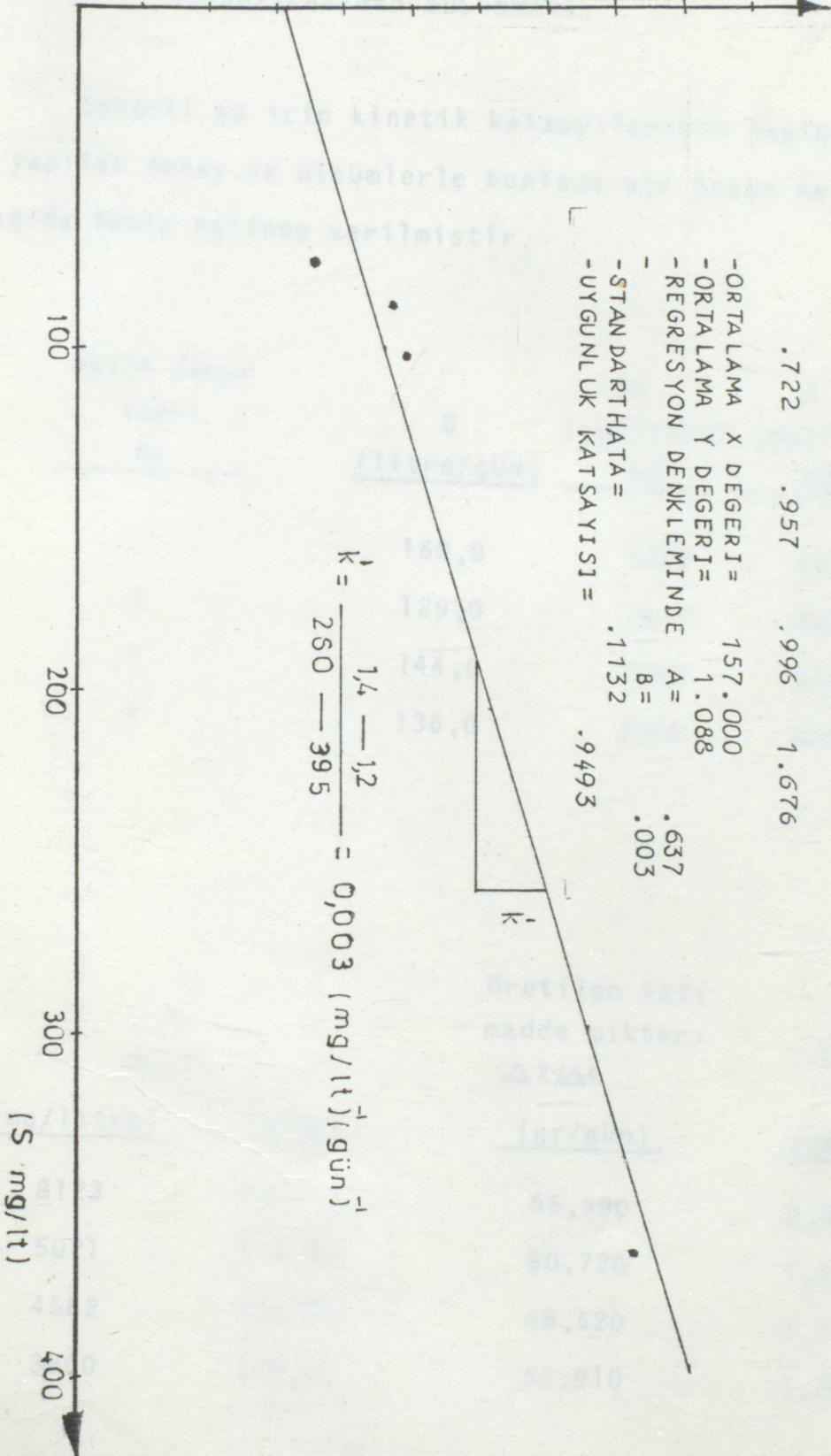
- STAN DART HATA = .003

- UYGUNLUK KATSAYISI = .1132

.9493

$(S_0 S) / t.X \text{ (gün)}^{-1}$

2,0
1,8
1,6
1,4
1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2



Glikoz için k' değerinin grafikte bulunması .

2.C- ŞEKER İHTİVA EDEN SU İÇİN KİNETİK

Spesifik KATSAYILARININ BULUNMASI.

Şekerli su için kinetik katsayılarının tayini amacıyla yapılan deney ve ölçümlerle bunlara ait hesap neticeleri aşağıda tablo halinde verilmiştir.

Aktif çamur tankı No	Q (litre/gün)	So (mg/litre) K0I	S (mg/litre) K0I	t (Saat)
1	160,0	2000	660	4,50
2	129,0	2000	800	5,60
3	144,0	2000	910	5,00
4	136,0	2000	950	5,30

X MLVSS		Üretilen katı madde miktarı $\Delta X/\Delta t$	$\frac{So-S}{X.t}$
(mg/litre)	(gram)	(gr/gün)	(gün) ⁻¹
8123	243,69	65,990	0,880
5021	150,63	50,720	1,028
4582	137,46	48,620	1,142
3800	114,00	57,910	1,253

Spesifik mikroorganizma

artış hızı

$(\Delta X / \Delta t) / X$

$(\text{gün})^{-1}$

θ_c
(gün)

$\frac{1}{S}$
 $(\text{mg/litre})^{-1}$

0,270

3,69

0,00152

0,337

2,97

0,00125

0,354

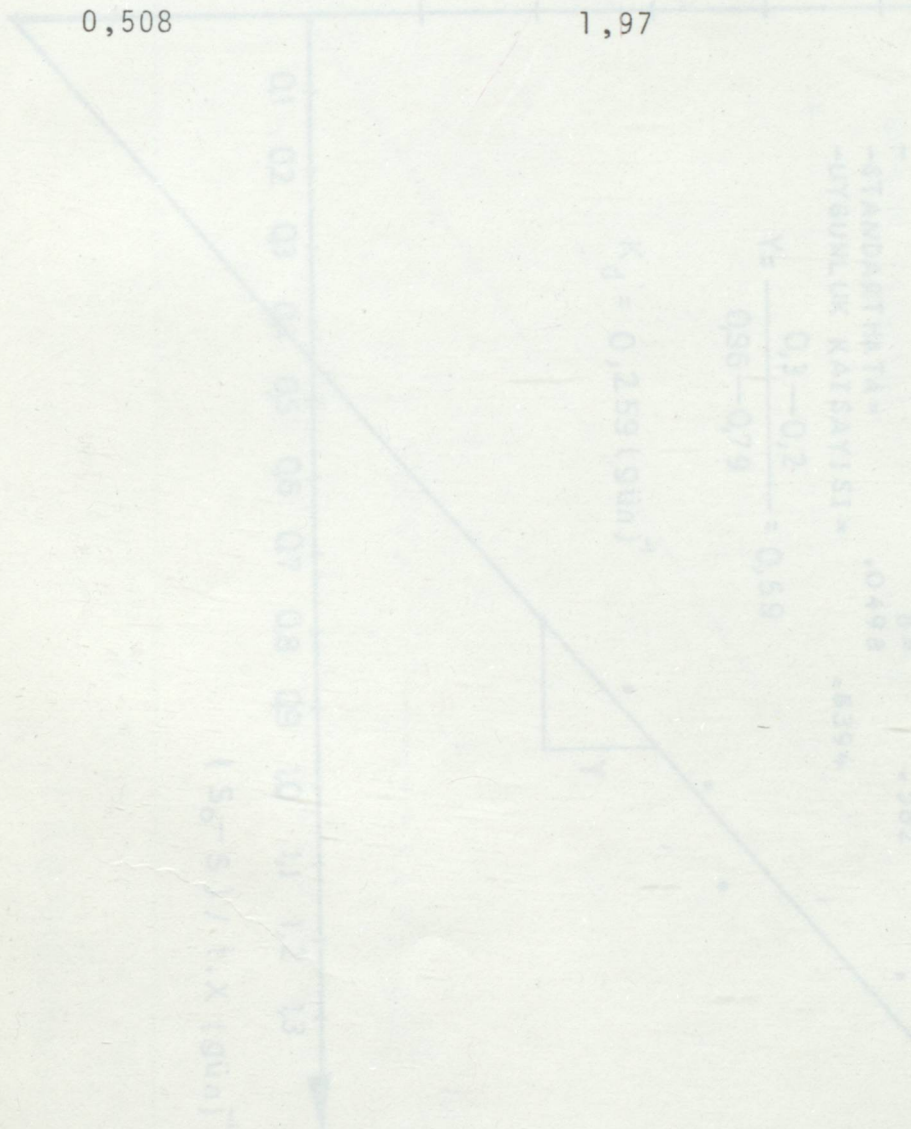
2,82

0,00110

0,508

1,97

0,00105



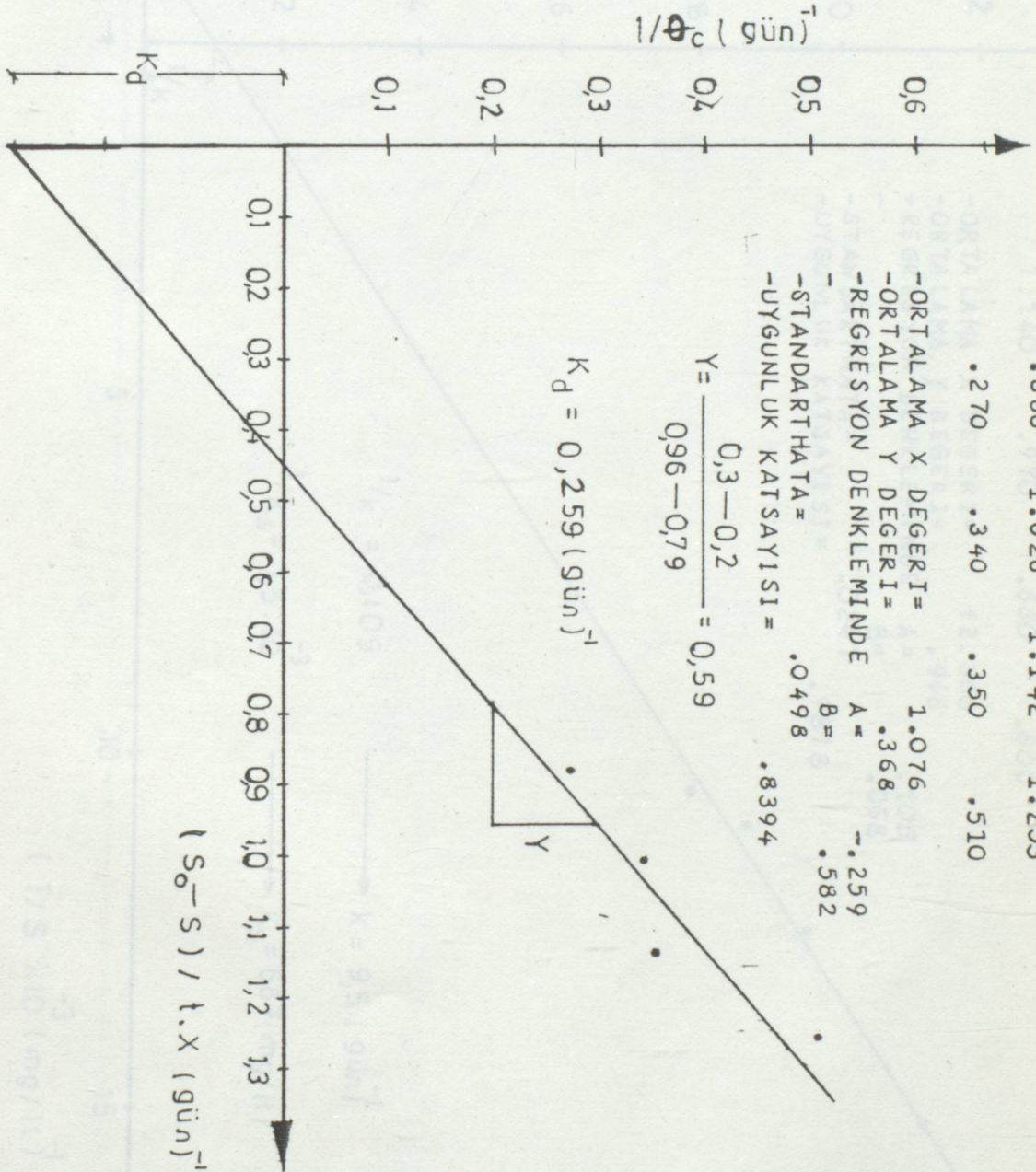
REGRESYON PROGRAMI
- X VE Y DEĞERLERİ

.880	1.028	1.142	1.253
.270	.340	.350	.510

-ORTALAMA X DEĞERİ= 1.076
-ORTALAMA Y DEĞERİ= .368
-REGRESYON DENKLEMİNDE A= .259
B= .582
-STANDART HATA= .0498
-UYGUNLUK KATSAYISI= .8394

$$Y = \frac{0,3 - 0,2}{0,96 - 0,79} = 0,59$$

$$K_d = 0,259 (\text{gün})^{-1}$$



Şeker için Y ve K_d değerlerinin grafikte bulunması .

- X VE Y DEĞERLERİ

15.200 12.500 11.000 10.500

1.140 .970 .880 .800

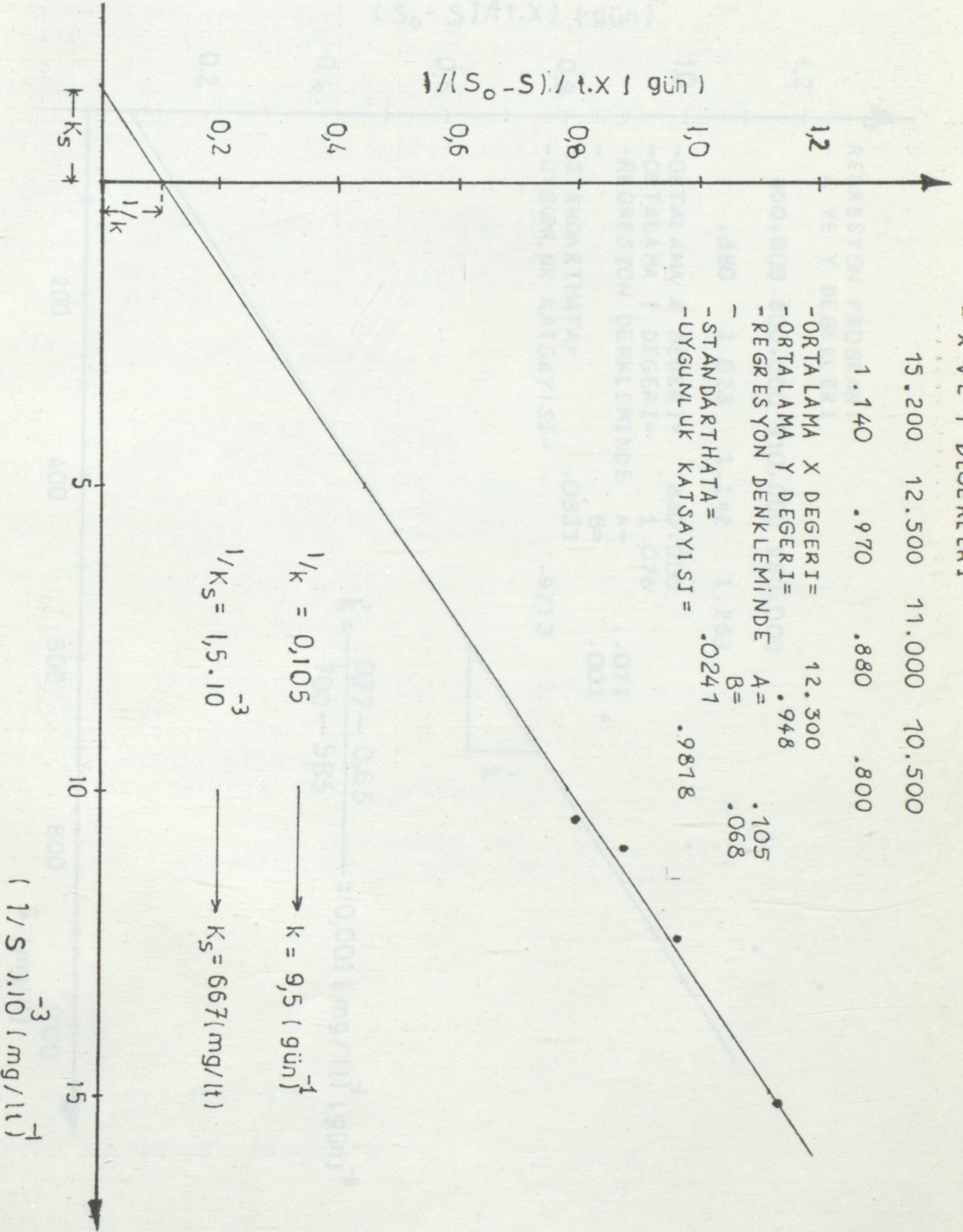
- ORTALAMA X DEĞERİ = 12.300

- ORTALAMA Y DEĞERİ = .948

- REGRESYON DENKLEMİNDE A = .105

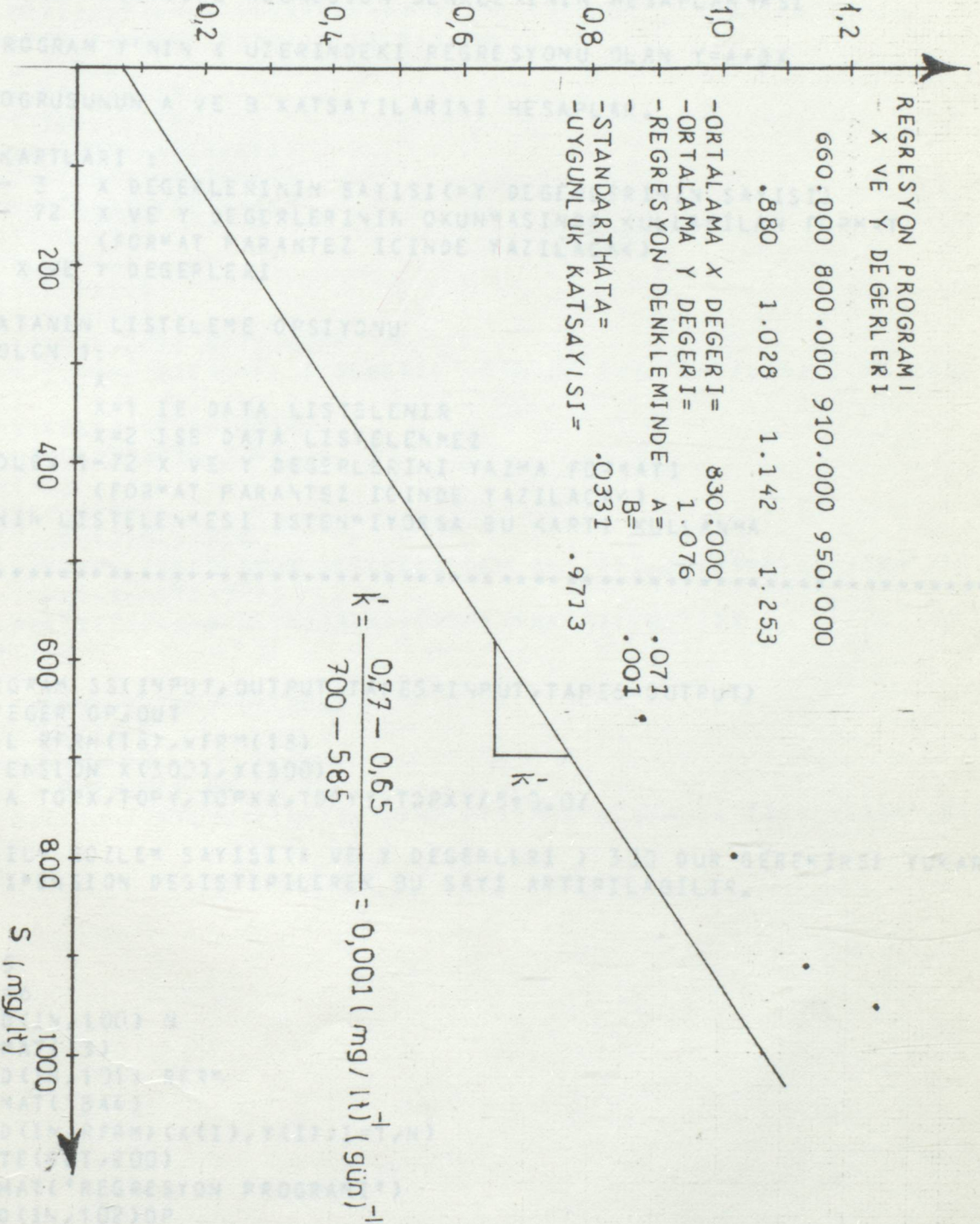
- STANDART HATA = .0241

- UYGUNLUK KATSAYISI = .9818



Şeker için k ve K_s değerlerinin grafikte bulunması .

$(S_0 - S)/(t \cdot X) \text{ (gün)}^{-1}$



2 - d . REGRESYON PROGRAMI

```
*****
**      Y=A+BX DOGRUSAL REGRESYON DENKLEMİNİN HESAPLANMASI
**
**      PROGRAM Y'NİN X ÜZERİNDEKİ REGRESYONU OLAN Y=A+BX
**
**      DOGRUSUNUN A VE B KATSAYILARINI HESAPLAR.
**
** DATA KARTLARI :
** 1.. 1- 3   X DEGERLERİNİN SAYISI(=Y DEGERLERİNİN SAYISI)
** 2.. 1- 72  X VE Y DEGERLERİNİN OKUNMASINDA KULLANILAN FORMAT
**           (FORMAT PARANTEZ İCİNDE YAZILACAK)
** 3..       X VE Y DEGERLERİ
**
**      DATANIN LİSTELEME OPSİYONU
** 4.. KOLON 1:
**      X
**      X=1 İE DATA LİSTELENİR
**      X=2 İSE DATA LİSTELENMEZ
** 5.. KOLON 1-72 X VE Y DEGERLERİNİ YAZMA FORMATI
**      (FORMAT PARANTEZ İCİNDE YAZILACAK)
**      DATANIN LİSTELENMESİ İSTENMİYORSA BU KARTI KULLANMA
**
*****
*
*
*
PROGRAM SS(INPUT,OUTPUT,TAPE5=INPUT,TAPE6=OUTPUT)
INTEGER OP,OUT
REAL RFRM(18),WFRM(18)
DIMENSION X(300),Y(300)
DATA TOPX,TOPY,TCPPX,TCPYY,TCPPY/5*0.0/
*
*
*
MAKSİMUM GÖZLEM SAYISI(X VE Y DEGERLERİ ) 300 DÜR GEREKİRSE YUKAR -
DAKI DİMENSON DEĞİSTİRİLEREK BU SAYI ARTIRILABİLİR.
*
*
IN=5
OUT=6
READ(IN,100) N
100  FORMAT(I3)
READ(IN,101) RFRM
101  FORMAT(18A4)
READ(IN,RFRM)(X(I),Y(I),I=1,N)
WRITE(OUT,200)
200  FORMAT('REGRESYON PROGRAMI')
READ(IN,102)OP
102  FORMAT(I1)
IF(OP.EQ.0) GO TO 1
READ(IN,101)WFRM
WRITE(OUT,201)
```


3- ÇALIŞMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE SONUÇLAR

Verimli bir aktif çamur üretebilmek için başlangıçta

```
201  FORMAT(1H-,' X VE Y DEGERLERI')
    WRITE(OUT,202)
202  FORMAT(1X,'*****')
    WRITE(OUT,WFRM) (X(I),Y(I),I=1,N)
1   DO 2 I=1,N
    TOPX=TOPX+X(I)
    TOPY=TOPY+Y(I)
    TOPXX=TOPXX+X(I)*X(I)
    TOPYY=TOPLY+Y(I)*Y(I)
    TOPXY=TOPXY+Y(I)*X(I)
2   CONTINUE
    N1=FLOAT(N)
    ORTX=TOPX/N1
    ORTY=TOPY/N1
    WRITE(OUT,203) ORTX,ORTY
203  FORMAT(1H-,'ORTALAMA X DEGERI=',F10.3/,1H-,'ORTALAMA Y DEGERI=',F1
    *0.3)
    B1=N1*ORTX*ORTY-TOPXY
    B2=N1*ORTX*ORTX-TOPXX
    B=B1/B2
    A=ORTY-B*ORTX
    WRITE(OUT,204) A,B
204  FORMAT(1H-,'REGRESYON DENKLEMİNDE  A=',F10.3/,1H-,'23X','B=',F10.3)
    R1=TOPXY-N*ORTX*ORTY
    R2=SQRT((TOPXX-N*ORTX*ORTX)*(TOPLY-N*ORTY*ORTY))
    R=R1/R2
    UK=R*R
    SH1=TOPLY-A*TOPY-B*TOPXY
    SH2=SH1/(N-2)
    SH=SQRT(SH2)
    WRITE(OUT,205) SH,UK
205  FORMAT(1H-,'STANDARTHATA=',F12.4/,1H-,'UYGUNLUK KATSAYISI=',F12.4)
    STOP
    END
```

Verim katsayısı

$\eta = 0.59$

İçsel azalma hızı

$K_d = 0.255 \text{ (gün)}^{-1}$

Doyma sabiti

$K_s = 547 \text{ (mg/lit)}$

Maksimum besin kullanma hızı

$K = 8.5 \text{ (gün)}^{-1}$

Spesifik besin kullanma hızı

$\mu = 0.001 \text{ (mg/lit)}^{-1} \text{ (gün)}^{-1}$

olarak bulunmuştur.

3- ÇALIŞMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE SONUÇLAR

Verimli bir aktif çamur üretebilmek için başlangıçta evsel kullanılmış su alınıp aktif çamur tankında iki ay süresince kompresör vasıtasıyla havalandırılıp evsel kullanılmış suyla beslendi; daha sonra aktif çamur için lüzumlu olan besi çözeltileri hazırlanarak dört ay bu çözeltilerle her gün besleme yapıldı. Bu arada pH'nın 7, çözünmüş oksijenin havalandırma bölümünde 4 - 5 mg/lt. çöktürme bölümünde 2 mg/lt. civarında kalması ve sıcaklığında mümkün olduğu kadar sabit kalması (20 C') sağlandı. Böylece 4 ayın sonunda % 94 KOI giderim verimine ulaşan aktif çamur üretilmiş olundu.

— Glikoz ihtiva eden su için yapılan deneyler neticesinde:

Verim Katsayısı	Y : 0,58
İçsel azalma hızı	$K_d: 0,141 \text{ (gün)}^{-1}$
Doyma sabiti	$K_s: 192,3 \text{ (mg/lt)}$
Maksimum besin kullanma hızı	$k : 2,76 \text{ (gün)}^{-1}$
Spesifik besin kullanma hızı	$k': 0,003 \text{ (mg/lt)}^{-1} \text{ (gün)}^{-1}$

olarak bulunmuştur.

— Şeker ihtiva eden su için yapılan deneyler neticesinde:

Verim katsayısı	Y : 0,59
İçsel azalma hızı	$K_d: 0,259 \text{ (gün)}^{-1}$
Doyma sabiti	$K_s: 667 \text{ (mg/lt)}$
Maksimum besin kullanma hızı	$k : 9,5 \text{ (gün)}^{-1}$
Spesifik besin kullanma hızı	$k': 0,001 \text{ (mg/lt)}^{-1} \text{ (gün)}^{-1}$

olarak bulunmuştur.

REFERANSLAR

1- S.J. Arceivala

Wastewater Treatment and Disposal Regional
Office for Southeast Asia World Health
Organization New Delhi, India (1981).

2- Metcalf-Eddy, Inc.

Wastewater Engineering Treatment Disposal
Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Ltd.
New Delhi (1979).

3- Yk. Mh. Ali Kalender.

Deri Sanayii Sıvı Artıklarının Aktif amur
metodu ile Tasfiyesinin Kinetiği zerine bir
Araştırma. Doktora Tezi - 1981 (İ.T..).

4- Association of Environmental Engineering Professors

Environmental Engineering Unit Operations
and Unit Processes Laboratory Manual.
Columbia 1975.

5- Prof. Dr. Burhan Pekin

Biyokimya Mühendisliği (Temel ilkeler)
Birinci Kitap - Kısım 2
Ege Universitesi 1980.

6- Lorry D. Benefield - Clifford W. Randall

Biological Process Desing for Wastewater.

7- Water Pollution Control Federation Journal 1982 Volume
54, Number 8.

8- Sorab J. Arceivala

Basit Pis Su Tasfiye Metodları İller
Bankası Yayın NO: 14 1975.

Bu çalışmayı yöneten ve çalışma süresince tesvik ve
teşviklerini gördüğüm Sayın Hocam Doç. Dr. Adem BAŞTÖRK'e su-
raklarını arz ederim.

Ayrıca çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgeme-
yen Sayın hocam ve arkadaşlarıma da teşekkürü bir borç bili-
rim.

Bu çalışmayı yöneten ve çalışma süresince teşvik ve ilgilerini gördüğüm Sayın Hocam Doç. Dr. Adem BAŞTÜRK'e şükranlarımı arz ederim.

Ayrıca çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemyen sayın hoca ve arkadaşlarıma da teşekkürü bir borç bilirim.

Ö Z G E Ç M İ Ş

Ahmet DEMİR, 17 Temmuz 1959'da Uşak'ta doğdu. İlk öğrenimini Ulubey, orta öğrenimini Afyon'da tamamladı. Yüksek öğrenimine 1976 senesinde İ.T.Ü. İnşaat Fakültesinde başladı, aynı okuldan 1981 senesinde mezun oldu. 1983 senesinde Yıldız Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı - Çevre Bilim Dalında Lisans üstü öğrenimine başladı; Halen İnşaat Mühendisliği bölümü Hidrolik Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

