İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MESKUN ALANLARDAN YAĞMUR SUYUNUN DRENAJI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet Alpkan KARATEPE

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Hidrolik & Su Kaynakları

Tez Danışmanı: Y.Doç.Dr. Ali UYUMAZ

EYLÜL 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MESKUN ALANLARDAN YAĞMUR SUYUNUN DRENAJI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Ahmet Alpkan KARATEPE
(501071501)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06 Mayıs 2011
Tezin Savunulduğu Tarih : 15 Eylül 2011

Tez Danışmanı : Y. Doç. Dr. Ali UYUMAZ
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Zekai ŞEN
Prof. Dr. M. Emin BİRPINAR

EYLÜL 2011

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmamla, gelişmekte olan ülkemiz ve şehirlerinin, yani meskun alanlarının, yağmur suyu drenajının, öneminin daha iyi anlaşılarak mühendislik ve sosyo-ekonomik koşullar çerçevesinde, iyileştirilmesi ve geliştirilmesi adına katkı sağlayacağını umuyorum ve diliyorum. Ayrıca bu tezin hazırlanması sırasında değerli vaktini ayıran ve bilgi-deneyimleriyle yardımcı olan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Ali UYUMAZ'a ve maddi-manevi desteklerini esirgemeyen kıymetli eşim ve sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım.

Eylül 2011

Ahmet Alpkan KARATEPE

(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ... **iii**
KISALTMALAR ... **vii**
SUMMARY ... **xv**
1. GİRİŞ ... **1**
2. MESKUN ALANLAR VE YAĞMUR SUYU ... **3**
2.1 Meskun Alanlar ... 3
2.2 Meskun Alanlarda Yağmur Suyu ... 3
2.3 Meskun Alanlarda Yağmur Suyunun Drenajı ... 4
3. UZAKLAŞTIRMA İÇİN TEMEL İLKE VE PRENSİPLER ... **7**
3.1 Uzaklaştırma Yöntemleri ... 7
3.1.1 Cadde arkında ızgaralar ... 8
3.1.2 Bordürde bırakılan girişler ... 8
3.1.2.1 Düz girişler 10
3.1.2.2 Çukur (Basınçlı) girişler 10
3.1.2.3 Saptırıcılı girişler 10
3.1.3 Birleşik (Kombine) girişler ... 11
3.1.4 Boyuna uzanan girişler ... 11
3.2 Temel İlke Ve Hesaplar ... 12
3.3 Giriş Yerlerinin Karşılaştıralarak İncelenmesi ... 13
4. YAĞMUR SUYU UZAKLAŞTIRMA HİDROLİĞİ VE HESAPLARI ... **15**
4.1 Hidrolik Hesaba Esas Ark Kesitleri ... 16
4.1.1 Uniform (Üçgensel) enkesitli arklarda akış ... 17
4.1.2 Dairesel (Kemer) enkesitli arklarda akış ... 17
4.1.3 V-Kesitli arklarda akış ... 19
4.1.4 Kompozit (Birleşik) arklarda akış ... 20
4.2 Izgaralı Girişlerin Hidrolik Hesabı ... 22
4.2.1 Sürekli eğimli ... 23
4.2.2 Çukur yerlerde ... 24
4.3 Bordürlü Girişlerin Hidrolik Hesabı ... 26
4.3.1 Sürekli eğimli ... 26
4.3.2 Çukur yerlerde ... 26
4.4 Kompozit Girişlerin Hidrolik Hesabı ... 28
4.4.1 Sürekli eğimli ... 28
4.4.2 Çukur yerlerde ... 28
4.5 Boyuna Uzanan Girişlerin Hidrolik Hesabı ... 29
4.5.1 Sürekli eğimli ... 29
4.5.2 Çukur yerlerde ... 29
5. EMSAL DENEY İNCELEMESİ ... **31**
5.1 Laboratuvar Düzeneği ... 31
5.2 Deney Sonuçları ve Analizi ... 32
6. SONUÇ VE ÖNERİLER ... **35**

KAYNAKLAR..... 39
EKLER 41

KISALTMALAR

A : Islak Alan (m2)
A_q : Izgaralı girişin net alanı (m2)
B : Dikdörtgen kanal taban genişliği (m)
C_w : Savak katsayısı (1,66)
Ç : Islak çevre (m)
d : Akım (su) derinliği (m)
$\bar{d}$: Etkili akım (su) derinliği (m)
D : Dairesel kesitli arkın çapı (m)
E : Izgaralı giriş verimi
E_0 : Cephe akımının toplamı akıma oranı
F : Froude Sayısı
g : Yerçekimi İvmesi (9,81 m2/s)
h : Yağmur suyu bordür girişinin düşey yüksekliği (m)
K_v : Izgaralı giriş azaltma faktörü katsayısı (0,295)
K_G : Izgaralı giriş için deney sabit değeri (0,376)
K_S : Izgaralı giriş için deney sabit değeri (0,0828)
L : Uzunluk (m)
m : Deşarj katsayısı
n : Manning pürüzlük katsayısı
P_{wg} : Izgaralı giriş savak uzunluğu (m)
Q : Yağmur suyu su alma ağzı boyunca ana kanal debisi (m3/s)
Q_k : Kaçan debi (m3/s)
Q_t : Yağmursuyu giriş yerinin savakladığı debi (m3/s)
Q_{iw} : Bordür girişinin savak davranışıdaki debisi (m3/s)
Q_{or} : Bordür girişinin orifis davranışındaki debisi (m3/s)
Q_{gw} : Izgaralı girişin savak davranışındaki debisi (m3/s)
Q_{gor} : Izgaralı grişin orifis davranışındaki debisi (m3/s)
Q_w : Arktaki debi (m3/s)
Q_{wc} : Izgaralı girişin savakladığı yan akış (m3/s)
Q_s : Caddedeki debi (m3/s)
Q_i : Yağmur suyu su alma ağzının debisi
R : Hidrolik yarıçap (m)
R_f : Cephe akım oranı
R_s : Yanal akım oranı
S_L : Boyuna eğim
S_{X1} : Caddenin enine eğimi
S_{X2} : Arkın enine eğimi
W : Izgaralı giriş genişliği

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 : Giriş Karşılaştırma Tablosu. 13
Çizelge 4.1 : "n" Manning Pürüzlük katsayı değerleri. 15
Çizelge 4.2 : Proje hızı ve yol tipine göre yayılma tasarım değerleri. 16
Çizelge E.9 : OREL deney verileri. 62
Çizelge E.10 : ORET deney verileri. 63
Çizelge E.11 : TB45-1 deney verileri. 64
Çizelge E.12 : TB45-3 deney verileri. 65
Çizelge E.13 : MASS deney verileri. 66
Çizelge E.14 : TB45-5 deney verileri. 67
Çizelge E.15 : TBV-5 deney verileri. 68
Çizelge E.16: TBV-3 deney verileri. 69
Çizelge E.17: OREL ızgarası için deney veri ve analiz sonuçları. 70
Çizelge E.18: ORET ızgarası için deney veri ve analiz sonuçları. 71
Çizelge E.19: TB45-1 ızgarası için deney veri ve analiz sonuçları. 72
Çizelge E.20: TB45-3 ızgarası için deney veri ve analiz sonuçları. 73
Çizelge E.21: TB45-5 ızgarası için deney veri ve analiz sonuçları. 74
Çizelge E.22: MASS ızgarası için deney veri ve analiz sonuçları. 75
Çizelge E.23: TBV-3 ızgarası için deney veri ve analiz sonuçları. 76
Çizelge E.24: TBV-5 ızgarası için deney veri ve analiz sonuçları. 77

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Yağmur Suyu Drenajın olmadığı basket sahası……..4
Şekil 2.2 : Yağmur suyu drenaj girişi…….. 5
Şekil 3.1 : Yağmur suyu drenajı giriş yerleri 8
Şekil 3.2 : Cadde arkında ızgara ve bordür giriş örneği 9
Şekil 3.3 : Bordür Düz Girişler 10
Şekil 3.4 : Çukurlaştırılmış ve Saptırıcılı Bordür Giriş Örneği 10
Şekil 3.5 : Kombine (birleşik) giriş örneği 11
Şekil 3.6 : Boyuna uzanan giriş örneği.....11
Şekil 4.1 : Uniform ve Kompozit kesit.....16
Şekil 4.2 : "V" kesit ve Dairesel kesit 17
Şekil 4.3 : Ortalama derinlik hesabı 25
Şekil 5.1 : Etkili derinlik hesabı.....38
Şekil D.1 :Üçgen enkesitli arklarda hız için abak 42
Şekil D.2 :Üçgen enkesitli arklarda debi için abak 43
Şekil D.3 : Dairesel enkesitli arklarda Akım 44
Şekil D.4 :Üçgen enkesitli E_0 değeri 45
Şekil D.5 : P-50 ve P-100 ızgaralar.....46
Şekil D.6 : P-30 Izgarası.....47
Şekil D.7 : Eğrisel çubuklu ızgara.....48
Şekil D.8 : 45-60 ve 45-85 eğik çubuklu ızgaralar 49
Şekil D.9 : 30-85 eğik çubuklu ızgara 50
Şekil D.10 : Ağ örgülü ızgara 51
Şekil D.11 : Izgara girişlerde Rf Katsayısı 52
Şekil D.12 : Izgaralı girişlerde Rs katsayısı.....53
Şekil E.1 : OREL ızgara detayı.....54
Şekil E.2 : ORET ızgara detayı.....55
Şekil E.3 : TB45-1 ızgara detayı.....56
Şekil E.4 : TB45-3 ızgara detayı.....57
Şekil E.5 : TB45-5 ızgara detayı.....58
Şekil E.6 : MASS ızgara detayı 59
Şekil E.7 : TBV-3 ızgara detayı.....60
Şekil E.8 : TBV-5 ızgara detayı.....61
Şekil E.25 : ORE-L tipi ızgara Verim-W/d ifadesi arasındaki ilişki 78
Şekil E.26 : ORE-L tipi ızgara Verim-QF/WLV ifadesi arasındaki ilişki 80
Şekil E.27 : ORE-T tipi ızgara Verim-W/d ifadesi arasındaki ilişki 81
Şekil E.28 : ORE-T tipi ızgara Verim-QF/WLV ifadesi arasındaki ilişki 82
Şekil E.29 : ORE-L tipi ızgara Verim-W/d ifadesi arasındaki ilişki 83
Şekil E.30 : TB45-1 tipi ızgara Verim-QF/WLV ifadesi arasındaki ilişki.....84
Şekil E.31 : TB45-3 tipi ızgara Verim-W/d ifadesi arasındaki ilişki.....85
Şekil E.32 : TB45-3 tipi ızgara Verim-QF/WLV ifadesi arasındaki ilişki.....86
Şekil E.33 : TB45-5 tipi ızgara Verim-W/d ifadesi arasındaki ilişki.....87
Şekil E.34 : TB45-5 tipi ızgara Verim-QF/WLV ifadesi arasındaki ilişki.....88

Şekil E.35 : MASS tipi ızgara Verim-W/d ifadesi arasındaki ilişki 89
Şekil E.36 : MASS tipi ızgara Verim-QF/WLV ifadesi arasındaki ilişki 90
Şekil E.37 : TBV-3 tipi ızgara Verim-W/d ifadesi arasındaki ilişki..... 91
Şekil E.38 : TBV-3 tipi ızgara Verim-QF/WLV ifadesi arasındaki ilişki 92
Şekil E.39 : TBV-5 tipi ızgara Verim-W/d ifadesi arasındaki ilişki..... 93
Şekil E.40 : TBV-5 tipi ızgara Verim-QF/WLV ifadesi arasındaki ilişki 94

MESKUN ALANLARDAN YAĞMURSUYUNUN DRENAJI

ÖZET

Meskûn alanlarda yağmur suyu drenajının incelenmesi hususunda, drenaj tipleri ve şekilleri ile bu çalışmaya başlangıç yapılmış, teknik özellik ve detayları ile beraber özellikle meskun alanlarda bulunan drenaj hatlarının giriş yerleri hakkında bilgi verilmiştir.

Meskûn alanlardan yağmursuyunu uzaklaştıran giriş yerlerinin hidroliği, hesapları ve tasarım kıstaslarından bahsedilmiş ve bunlar arasında karşılaştırmalarda bulunulmuştur.

İncelemeye esas drenaj giriş yerlerinden ızgara giriş yerlerinin FHWA (Amerika Birleşik Devletleri Federal Otoyol Müdürlüğü) tarafından yapılmış ve rapor edilmiş mevcut deneysel verilerinden ve gözlemlerden yararlanılarak, bilgiler tablolar halinde özetlenmeye çalışılmıştır. Bu tablolar ile beraber deney verileri için farklı grafik ve denklemler çıkarılmış ve bunlar arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Izgara giriş yerlerinin veriminin çeşitli boyutsuz büyüklerle karşılaştırmaları yapılarak aralarındaki oranlar incelenmiş ve farklı ve yeni kazanımlar elde edilmiştir.

Ayrıca emsal deney incelemesi sonucunda akım davranışı, enine eğim ve boyuna eğim, giriş yerlerinin verimleri ve çeşitli yeni boyutsuz değerler hidrolik ve matematiksel olarak analiz edilerek en verimli ve en verimsiz ızgara tipleri tespit edilmiştir.

STORMWATER URBAN DRAINAGE

SUMMARY

Regarding to urban drainage, it is explained that the storm water drainage, drainage types and shapes together with technical features and details of drainage lines, places of entry, particularly in urban areas from the begining of this study.

So for this aim, it is mentioned about inlet types hydraulics calculations and design criteria. Comparing of these inlet types according to hydraulic calculations and benefits is determined.

Within the concept of this study, from the experiment data and observations which is done by FHWA (US Federal Highway Administration) have been reported briefly by tables and graphics. Beside that any other different graphics and equations are made up anda re compared within each other. Also the hydraulics efficiency of grate inlets are compared with different new dimensionless values and investigated the ratio between hydraulic efficiency and them. So that new and different achievements are observed.

In addition, regarding to FHWA experimental results, by doing an mathmetical and hydraulic analysis of gutter flow, longitudinal slope and cross slope, hydraulic efficiency of grate inlets and new dimensionless values, most efficient and worst efficient grate inlet types are observed.

1. GİRİŞ

Yüksek medeniyetler, kalkınmış devletler bütün teknoloji ve fen bilgilerine rağmen öncelikle, yaptığı eserler ve yaşamlarını idame ettikleri şehirlerden belli olur.

Günümüz dünyasında belli aralıklarla tekamül eden ve insanoğlunun çaresiz kaldığı doğal afetler haricinde, kalkınmasını tamamlamış devletler ve bu devletlerin kurmuş oldukları meskun alanlarda, yağmur suyunun yağış anından itibaren problemsiz tahliyesi, iyi planlanmış ve başarılı şekilde uygulamaya konulmuş olup, drenaj adına problemler yaşanmadığı görülmektedir. Ancak ülkemiz açısından halen yağmur suyunun meskun alanlardan uzaklaştırılması hususundaki sıkıntılar yaşanan her yağmur sonrası görülmektedir.

Bu tür sıkıntıların önüne geçmek adına, yağmur suyu drenaj sistemleri iyi planlamalı ve projelendirilerken, yaya ve taşıt trafiği, arkın eğimi ve caddenin eğime, boyuna eğimleri de dikkate alınarak yapılmaldır.

Benim çalışmam altı bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde çalışmanın konusu hakkıdan bilgi verilmektedir.

Ikinci bölümde meskun bölge ve tanımı, meskun bölgede yağmur suyu kavramı ve meskun bölgede yağmursuyunun drenajı hakkında bilgiler verilmektedir.

Üçüncü bölümde yağmur suyu drenaj sistemleri ve çeşitleri detaylı olarak açıklanmaya çalışılmış olup, tasarım ve hesap esaslarından da bahsedilmektedir.

Dördüncü bölümde yağmur suyu drenaj sistemlerinin hidrolik hesaplarından ve detaylarından bahsedilmektedir.

Beşinci bölümde yapılmış ve sonuçlanmış emsal bir deney incelenmesi sunulmuştur.

Altıncı ve son bölümde ise değerlendirmeler, öneriler bulunmaktadır.

2. MESKUN ALANLAR VE YAĞMUR SUYU

2.1 Meskun Alanlar

Meskûn alanlar, sözlük anlamı itibariyle, basitçe yerleşim alanları demektir. Günümüz değişik coğrafya ve ülkelerin kendilerine has meskun alanları ve sınıflandırılmaları bulunmaktadır. Ülkemizde Bunların en küçük yerleşim birimini köyler, en büyüklerini ise büyükşehirler (metropoller) oluşturmaktadır. Meskun alanlar, yüzeyleri farklı ve çeşitli yüzeylerden oluşabilmektedir. Örneğin İstanbul için geçirimsiz yüzeyler, geçirimli yüzeyler ve yapılaşma olmamış yüzeyler gibi. [1]

2.2 Meskun Alanlarda Yağmur Suyu

Yağmur suyu ki özellikle ani ve yoğun olan şekliyle meskun alanlar için tahliyeleri problem olmuştur. [2] Özellikle de günümüz insanın çarpık ve oldukça büyük meskûn alanlarda ikamesini göz önüne aldıkça sel, heyelan vb doğal afetler kaçınılmaz olmaktadır. Dolayısıyla yağmur suyunun veya kısaca herhangi bir sebepden oluşabilecek yüzeysel suların tahliyesi meskun alanlar için hayati önem arz etmektedir.



Şekil 2.1 : Yağmur Suyu Drenajının olmadığı basket sahası.

2.3 Meskun Alanlarda Yağmur Suyunun Drenajı

Meskun alanların geçirimlilik derecelerine ya da varsa farklı drenaj sistemlerine göre yağış sularının ve yüzeysel sularının uzaklaştırılması mümkündür. Burada söz konusu alanların geçimrililik dereceleri için çok bir şey yapılamazken, meskun alanların büyük kısmını oluşturan yollar ve yolların altına kurulacak şehir kanalizasyonundan farklı olarak oluşturulmuş yağmur suyu boru hatları sayesinde yüzeysel sular rahatlıkla uzaklaştırılabilir. Yalnız aşağıda belirtilen sebeplerden ötürü yağmur sularının meskun alanlardaki yollardan uzaklaştırılması, kırsal/insan yoğunluğunun az olduğu alanlara göre zorlaşmakta olup, bu hassasiyetler akıldan çıkarılmamalıdır :

- Yoğun trafik ve buna bağlı yüksek riskler
- Geniş yollar
- Boyuna ve enine yönde nispeten düz yüzeyler
- Sığ su seyri
- Yan hendek yokluğu ve yoğun su akışı

- Yapı alanları içereisinde göletlenmeden veya yoğun akışdan oluşabilecek zararlar
- Trafiğin yoğun olduğu yollarda, tahliye noktalarına su kanalı misali aynı zamanda su taşıması.



Şekil 2.2 : Yağmur suyu drenaj girişi

3. UZAKLAŞTIRMA İÇİN TEMEL İLKE VE PRENSİPLER

3.1 Uzaklaştırma Yöntemleri

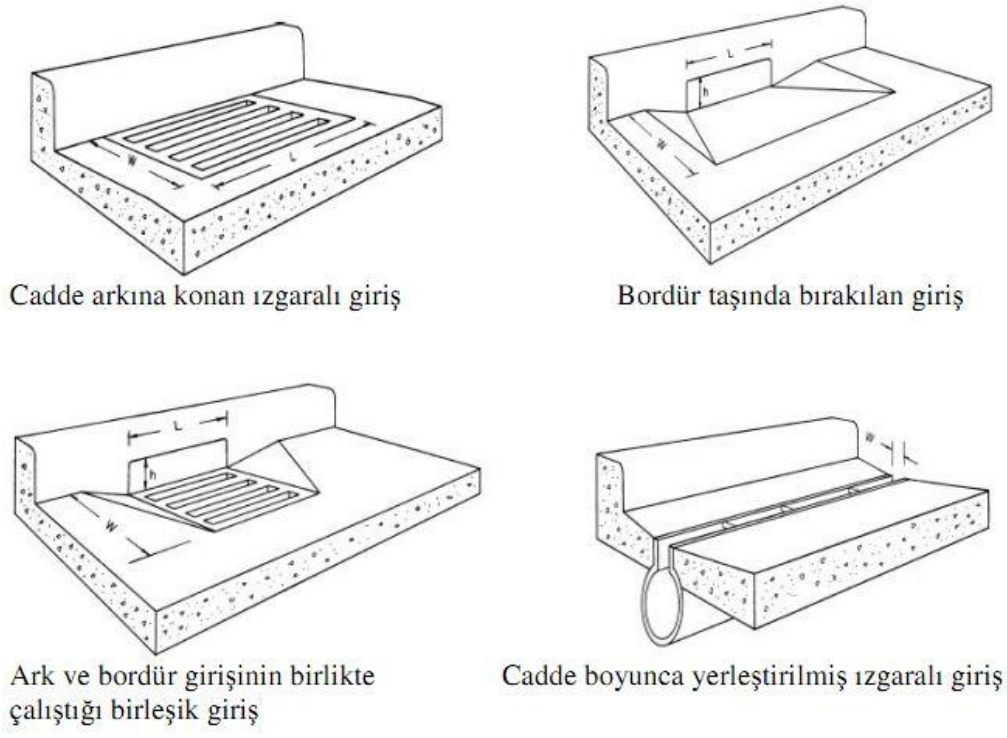
Genel olarak meskun alanlarda yağmur suyunun uzaklaştırılması geçirimli tabakalar oluşturarak veya suya yön vermek suretiyle yeraltında toplayarak uzaklaştırmak şeklinde olmaktadır. Bu çalışmada da yağış suyunun meskun alanlardaki yolların yüzeyinden, yeraltındaki yağmur suyu hattına alınması incelenecektir. Buna göre yağış sularının yüzeyden yeraltına giriş yerlerine göre :

1. Cadde arkına konan ızgaralar
2. Bordürde bırakılan girişler
3. Birleşik (kombine) girişler
4. Boyuna uzanan girişler

[5]

Bu elemanlar oluşturulurken de genelde şu malzemeler kullanılır:

1. Lamel grafitli dökme demir
2. Küresel grafitli dökme demir
3. Dökme çelik
4. Levha çelik
5. 1 veya 4 deki malzemenin betonun ile kombinesi
6. Betonarme



Şekil 3.1 : Yağmur suyu drenajı giriş yerleri

3.1.1 Cadde arkında ızgaralar

Bu tür girişler ülkemiz meskun alanlarında yaygın olarak tercih edilmekte olup, yüzey suyu akış yönünde genelde çukurlaştırılarak yerleştirilmektedir. Verimlilik açısından enine ve boyuna eğimle doğru orantılıdır. [7] Çubuk demirler ayni ızgara şeklinde yapıldıklarından en büyük dezavantajları, meskûn alanlarda oluşan pisliğin bu ızgaraları tıkamasıdır. Ayrıca bisikletler içinde tehlike arz etmektedir. Design aşamalarında bu hususlar göz önüne alarak örneğin, bisiklet güvenliği için ızgara çubukların birbirleri ile olan mesafeleri 2,5 cm aşmamalıdır. [8]

3.1.2 Bordürde bırakılan girişler

Izgara girişlere göre en büyük avantajları, kirlilikten dolayı tıkanma olmaması ve bisiklet güvenliği için tehlike arz etmemeleridir. Verimleri boğazdaki çukurlaşmaya ters orantılı olduğundan, genelde eğimin %3 den az olması ve çukurlaşmanın olduğu yerlerde kullanılır. [5] Genel olarak 3 çeşit olarak sınıflandırılır : [8]

- Düz girişler
- Çukur (basınçlı) girişler

- Saptırıcılı girişler



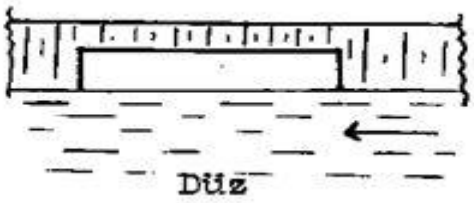
Şekil 3.2 : Cadde arkında ızgara girişi



Şekil 3.3 : Bordür giriş örneği

3.1.2.1 Düz girişler

Giriş önleri düz olarak yapılmakta olup, saptırıcıların tıkandığı ve giriş önünün trafik akışından dolayı çukurlaştırma yapılamayacağı yerlerde kullanılır. [9]



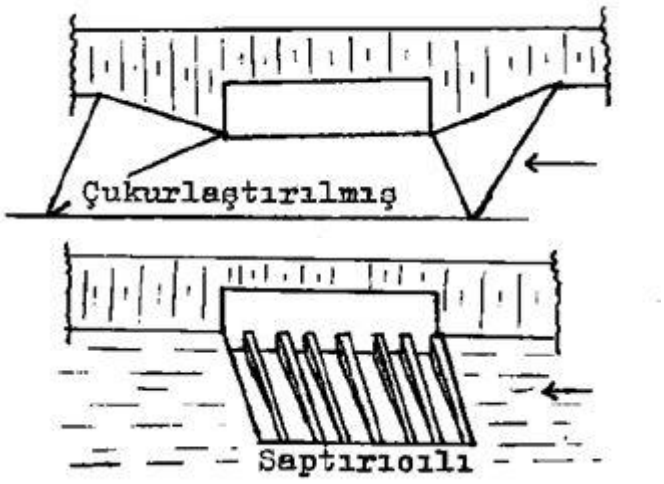
Şekil 3.4 : Bordür Düz Girişler

3.1.2.2 Çukur (Basınçlı) girişler

girişin ön tarafı bordüre doğru eğer trafik açısından da sıkıntı yoksa çukurlaştırılarak, suyun girişten içeri girmesi sağlanır. [9]

3.1.2.3 Saptırıcılı girişler

Suyun girişinin sağlanması amacıyla, giriş ön yerinde çukurlaştırma ya da düz bırakma yerine bordüre dik saptırıcılar konur ve trafik için tehlike olabilecek yerlerde çukurlaştırma yerine düşünülebilir. Ancak tıkanma riski yüksek olduğundan, atık ve pisliklerin yoğun olduğu yerlerde tercih edilmemelidir.



Şekil 3.5 : Çukurlaştırılmış ve Saptırıcılı Bordür Giriş Örneği

3.1.3 Birleşik (Kombine) girişler

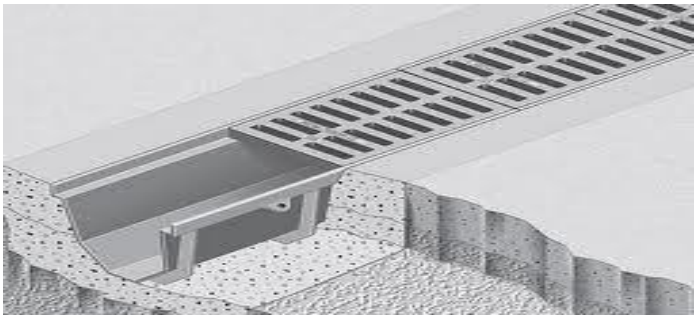
Ark üzerindeki ızgara girişler ve bordür girişlerin beraber kullanılmasıyla oluşturulur. Farklı boyut ve sayılarda olabilmekle beraber eğer sayıları aynı ise verimlilik açısından ızgara giriş kapasitesi olarak değerlendirilir. [8] İşlevsel olarak ızgara giriş tıkansa bile bordür giriş su tahliye edecektir. Burada da faydalı tasarım bordur girişi ızgara girişe göre memba giriş olacak şekilde tasarlanmalı. [4]



Şekil 3.6 : Kombine (birleşik) giriş örneği

3.1.4 Boyuna uzanan girişler

Özellikle geniş alanlarda, yüzey üstü akışın hızlı ve etkili olduğu ve söz konusu alanları olumsuz etkilediği yerlerde, diğer tahliye çeşitlerine nazaran hızlı su tahliyesi ve verimli olmasından ve de kesitlerinin küçük olmasından tercih edilir. Genellikle havaalanı, otopark, alışverş merkezleri vb yerlerde tercih edilir fakat ızgara girişler gibi pislik ve çöküntü, kapasitesini olumsuz etkilemektedir.



Şekil 3.7 : Boyuna uzanan giriş örneği

3.2 Temel İlke Ve Hesaplar

Yağmur suyunun meskun alanlarda güvenle uzaklaştırılması için sistem tasarımı ve yapımında tasarlanacak proje şu ilkeleri sağlamalı:

- Tasarım hali hazırdaki temel verileri içermeli
- Tasarım proje yapım sahası ile uygun olmalı
- Hidrolik ve hidrolojik temeller ile drenaj esaslarına uygun tasarım olmalı [3]

Aynı zamanda yüzey sularının yer altından uzaklaştırılmasının fonksiyonelliği bakımından:

- Ulusal drenaj sistemine en az zarar verecek şekilde
- Yoğun küçük akışlar sırasında taşıt trafiği güvenliğini sağlayacak
- Yoğun büyük akışlar sırasında toplum güvenliğinin sağlanması ve akışın yönlendirilmesi
- Meskun alanda şayet varsa akarsu ve çevreyi koruyacak şekilde olmalı
- Sistem ilk maliyet ve bakım maliyetleri min olacak şekilde olmalıdır. [4]

Bunların dışında tasarımda dikkat edilmesi gereken teknik detay ve esaslar ve giriş tipinin tayini için :

- Kirlilikten tıkanma sorunu olabilecek yerlerde kombine giriş secimi [8,9]
- Girişlerden alta inecek suyun debisi yağmurun %5-10 arası hesap edilmeli ki trafik ve yayalar icin tehlike arz etmemeli. [7]
- Çukurlaştırılmamış herhangi bir giriş tipi, cadde eğimlerinin %5 ‘den az olduğu zaman tercih edilmeli. [8,9]
- Cadde eğimi %5’den fazla olduğu zaman saptırcılı giriş, çevre süprüntü ve kirlilik durumuna göre tercih edilmeli. [8,9]
- Mansabdaki giriş yerlerinde, gelen yağmur suyunun tamamını alacak şekilde projelendirlmelidir. [10]
- Tıkanmalara karşı, özellikle düşük kotlu çukur yerlerde, su drenaj kapasiteleri, cadde arklarında %30, birleşik girişlerde %20 ve bordür girişlerinde %10 azaltılarak hesaplanmalı. [11]

- Giriş tipine bakılmaksızın, hızlı ve verimli bir tahliye kapasitesi için çevresel şartlar ve bisiklet, yaya ve araç trafiğinin emniyetleri ölçüsünde mümkün olduğunca enine eğim sağlanmalıdır. [11]

3.3 Giriş Yerlerinin Karşılaştıralarak İncelenmesi

Meskun alanlarda kullanılan yağmur suyu drenaj giriş yerlerinin verimlilik ve uygulama açısından incelenmesini, tablo halinde bakacak olursak :

Çizelge 3.1 : Giriş Karşılaştırma Tablosu

Izgara	Bordür	Kombine	Boyuna
Çukur ve sürekli eğim yerlerde	**Çukur ve sürekli eğim yerlerde (dik eğim hariç)**	**Çukur ve sürekli eğim yerlerde**	**Keskin yüzeysel akıntının olduğu yerlerde**
Çoğu eğim değerlerinde verimlidir	Tıkanma pro. az ve bisiklet güv. sağlar	Yüksek verim ve kapasite, tıkanma prob. az	Geniz yüzey alandaki akıntıyı keser
Tıkanmalarda verimliliği ve kapasitelerli düşer	**Artan eğimde verim ve kapasite artar**	**Tekil kullanımlara gore pahalı**	**Tıkanmalara karşı çok hassatır ve sık sık tıkanma pro.**

4. YAĞMUR SUYU UZAKLAŞTIRMA HİDROLİĞİ VE HESAPLARI

Yağmur suyunun meskun alanlarda drenajı caddelerdeki arklar ve bu arklar üzerindeki giriş yerlerinden tahliye oldurmasıyla yapılmaktadır. Buradaki detay ve hassasiyet, ancak söz konusu tahliyenin araç ve yaya trafiğini tehlikeye sokmadan ve konforunu bozmadan yapılması ile sağlanır. Bahasus belli bir eğim ve derinliğe sahip, tercihe göre cadde ortalarında veya kenarlarında inşa edilen arkların fonksiyonu bunu sağlamaktır. Bunun için de yapılan hidrolik deney ve çalışmalar göstermiştir ki, yağmur suyu drenajı bu arkların cinsine ve su derinliğine, ayrıca yolun eğimine bağlıdır. [4] Buralardaki yük kaybı bağıntısı da, Manning formülü kullanılarak hesaplanır. [3] Aşağıddaki tablolarda Manning formülündeki "n" pürüzlülük katsayısı değerleri [9] ve FHWA'nin (ABD Federal Otoyol Müdürlüğü) yaya ve taşıt trafiğinin güvenliği için belirlemiş olduğu tasarım değerleri sunulmaktadır. [5]

Çizelge 4.1 : Ark/Cadde Tipine göre "n" manning pürüzlülük katsayı değerleri (sedimantasyon oluşabilecek küçük eğimli arklarda aşağıdaki değerlere 0,02 eklenir) [5]

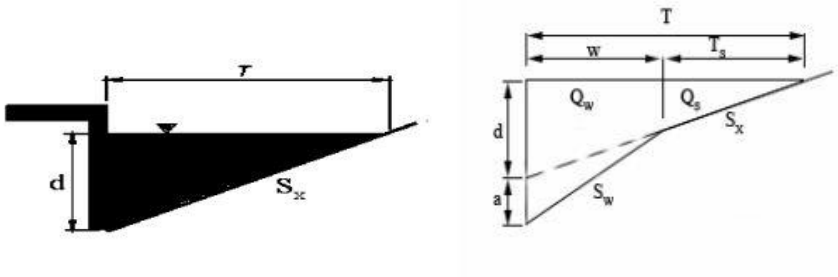
Ark/Cadde Tipi	Mala ile Düzelt.	Düz Yüzey	Pürüzlü Yüzey	Tırmık ile Düzelt.
Beton Ark	0,012	-	-	-
Asfalt Kapl.	-	0,013	0,016	-
Beton ark-Asfalt Kapl.	-	0,013	0,015	-
Beton Kaplama	0,014	-	-	0,016

Çizelge 4.2 : Proje hızı ve yol tipine göre yayılma tasarım değerleri

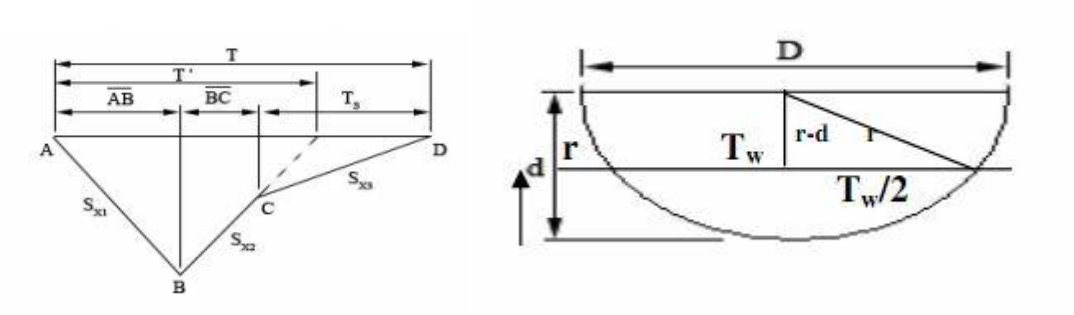
Yol Tipi	Proje Tasarım Hızı	Yayılma Değeri (m)
Yüksek yoğunluklu Bölünmüş/çift yönlü yollar	<70 km/h >70 km/h Çukur yerlerde	Banket + 1 m Banket Banket + 1 m
Yan Yollar	<70 km/h >70 km/h Çukur yerlerde	½ Şerit Banket ½ Şerit
Ara Sokaklar	Düşük Yoğunluklu Yüksek Yoğunluklu Çukur Yerlerde	½ Şerit ½ Şerit ½ Şerit

4.1 Hidrolik Hesaba Esas Ark Kesitleri

Yağmursuyunu uzaklaştırmada kullanılan giriş yerlerinin genel olarak kabul edilen kesitleri aşağıda sunulmuş olup alt başlıklarda bu kesit türleri için akış durumu hidrolik hesap yöntemleriyle incelenmiştir. [9]



Şekil 4.1 : Uniform ve Kompozit kesit



Şekil 4.2 : "V" kesit ve Dairesel kesit

4.1.1 Uniform (Üçgensel) enkesitli arklarda akış

Uniform (üçgensel) arklarda debi aşağıdaki formul yardımıyla bulunur. [5]

$$\boldsymbol{Q = (T^{8/3} \div n) \times S_x^{5/3} \times S_l^{0,5} \times K_u} \qquad \textbf{(4.1)}$$

Burada :

T : Yayılma değeri (akımın genişliği) [m]

n : Manning katsayısı (Çizelge 4.1)

S_χ : Enine eğim (yolun)

S_l : Boyuna eğim (yolun)

K_u : 0,376 (sabit değer)

Bu denklem (4.1) uniform (üçgensel) arkların geometrik özelliğinden ve Manning Formülünden yararlanılarak oluşturulmuştur. [7]

$$\boldsymbol{V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S_l^{1/2}} \qquad \text{Manning Formulü} \qquad \textbf{(4.2)}$$

Ayrıca denklem (4.1) çekilerek yayılma değeri için formül oluşturulabilir ve buna bağlı olarak akım derinliği ile beraber ark yerleşiminin aralıklarının tespitinde yaygın olarak kullanılır. [5]

4.1.2 Dairesel (Kemer) enkesitli arklarda akış

Dairesel (kemer) enkesitli arklarda akım aşağıdaki formulasyonla bulunabilir. [9]

$$\boldsymbol{\frac{d}{D} = K_u \left[\frac{Q \times n}{D^{2,67} \times S^{1/2}}\right]^{0,488}} \qquad \textbf{(4.3)}$$

Bu formulde,

d : Su derinliği (dairesel kesitteki) [m]

D: Dairesel kesitin çapı [m]

K_u : 1,179 (sabit değer)

Q : Dairesel enkesitli arktaki debi [m^3/s]

n : Manning pürüzlülük katsayısı

S : Dairesel enkesitli arkın boyuna eğimi

Ayrıca dairesel enkesitlerdeki su derinliğinin hesabı için Şekil 4.2'de verilen çizimden geometrik hesap yapılarak su yüzünün genişliği için aşağıdaki bağlantı elde edilir.

$$\boldsymbol{T_w = 2(r^2 - (r - d)^2)^{1/2}} \qquad \textbf{(4.4)}$$

Bu formülde,

T_w : Dairesel kesitin su yüzünün genişliğini [m]

r : Dairesel kesitin yarıçapını [m]

d : Su derinliğidir (dairesel kesitteki) [m] [5]

Aşağıda sunulan örnek formülasyonların kullanımı açısından gösterim olacaktır.

Örnek 4.1

Dairesel kesitli arka ait aşağıda verilen bilgiler çerçevesinde, bu arktaki kaım derinliğinin ve su yüzeyinin genişliğini bulunuz. [5]

D : 1,5 m

S = 0,01

n = 0,016

Q = 0,5 m^3/s

Çözüm :

Önce (4.3) denklemi kullanılarak akım derinliği (d) bulunur, ardından (4.4) denklemi ile de su yüzeyinin genişliği (T_w) bulunur. Dolayısıyla,

$$\frac{\boldsymbol{d}}{\boldsymbol{D}} = \boldsymbol{K_u}\left[\frac{\boldsymbol{Q \times n}}{\boldsymbol{D^{2,67} \times S^{1/2}}}\right]^{\boldsymbol{0,488}} \qquad \textbf{(4.3)}$$

$$\frac{d}{1,5} = 1,179[\frac{(0,5)(0,016)}{1,5^{2,67}\times 0,01^{1/2}}]^{0,488}$$

d = 0,3 m bulunur. Su yüzü genişliği de,

$$T_w = 2(r^2 - (r-d)^2)^{1/2} \quad (4.4)$$

$$T_w = 2(0,75^2 - (0,75-0,3)^2)^{1/2}$$

T_w = 1,2 m olarak hesaplanır.

4.1.3 V-Kesitli arklarda akış

V-Kesitli arklarda, debi hesabı için (4.1) denklem kullanılır; fakat eğim hesabı konusunda ortalama eğimi veren aşağıdaki denklemden faydalanılır : [9]

$$S_x = \frac{S_{x1}\times S_{x2}}{(S_{x1}+S_{x2})} \quad (4.5)$$

Örnek 4.2

Şekil 4.2'de gösterilen V-kesitli ark için aşağıda verilen değerleri kullanarak yayılma değerini (akım genişliğini) bulunuz. [5,9]

S = 0,01

S_{x1} = 0,25

S_{x2} = 0,04

S_{x3} = 0,02

n = 0,016

BC = 0,6 m

Q = 0,05 m^3/s

Çözüm :

Öncelikle (4.5) denklemden ortalama eğim bulunur :

$$S_x = \frac{S_{x1}\times S_{x2}}{(S_{x1}+S_{x2})} \quad (4.5)$$

$$S_x = \frac{0,025\times 0,04}{(0,025+0,04)}$$

Sx = 0,0345

(4.1) denkleminden de yayılma değeri çekilerek verilen bilgiler konur :

$$\boldsymbol{Q = (T^{8/3} \div n) \times S_x^{5/3} \times S_l^{0,5} \times K_u} \quad \textbf{(4.1)}$$

$$\boldsymbol{T = \left[\frac{Qn}{K_u S_x^{1,67} S_L^{0,5}}\right]^{0,375}}$$

$$\boldsymbol{T = 1,94\ m}$$

Bu yayılma değerinin V-Kesiti aşıp aşmadığını kontrol için BC verilmiş, AB doğru parçası da bulunursa kontrol sağlanmış olur. Bunun içinde Şekil 4.2 deki geometrik bağlantılar kullanılarak :

$$\boldsymbol{AB = d_b / S_{x1}}$$

$$\boldsymbol{d_b = BC \times S_{x2}} \qquad \rightarrow\rightarrow\rightarrow\rightarrow \qquad \boldsymbol{d_b = 0,6 \times 0,04 = 0,024\ m}$$

$$\boldsymbol{AB = 0,096\ m}$$

$$\boldsymbol{AC = AB + BC = 0,7\ m} \quad < \quad T = 1{,}94 \text{ m}$$

Buna göre yayılma (akmın genişliği) V-kesitin içinde olmadığı tespit edildi. Bundan sonrası için iterasyon yöntemi ile T değeri tespit edilecektir. [5,9]

Dolayısıyla T_{BD} = 2,5 m olarak tahmin edilir ve S_{x2} ve S_{x3} için ağırlıklı eğim bulunur.

0,6 m S_{x2} için 2,5 – 0,6 = 1,9 m S_{x3} için;

(4.5) denkleminden yeni eğim bulunur ve çıkan değer S_{x1} ile beraber (4.5) denkleminin tekrar kullanılmasıyla ağırlıklı eğim S_x = 0,0226 bulunur.

$$\boldsymbol{T = \left[\frac{Qn}{K_u S_x^{1,67} S_L^{0,5}}\right]^{0,375}}$$

Denkleminde değerler yerine konunca T = 2,53 ~ T_{BD} = 2,5 olduğundan tahmin edilen değer doğru kabul edilir.

4.1.4 Kompozit (Birleşik) arklarda akış

Arktaki akım ve yol tarafındaki akım olmak üzere ikiye ayrılır. [9]

$$\boldsymbol{Q = Q_w + Q_s} \quad \textbf{(4.6)}$$

Burada,

Q : Toplam debiyi (m3/s)

Qw : Arktaki debiyi (m3/s)

Qs : Yol tarafındaki akım (m3/s) göstermektedir.

Yayılma miktarı ise,

$\boldsymbol{T = W + T_s}$ ‘dir. **(4.7)**

Burada,

W : Arkın genişliğini (m)

Ts : Yol tarafındaki yayılma genişliği (m) göstermektedir. Bordür önündeki su derinliği ise,

$$\boldsymbol{y = d + a = T \times S_x + a} \quad \textbf{(4.8)}$$

Formülünden bulunur. Burada,

y : Bordür önündeki su derinliği, (m)

a : Arkta oluşan çökmeyi(m) göstermektedir. Ayrıca eğimler arasındaki ilişki;

$$\boldsymbol{S_w = S_x + \frac{a}{W}} \quad \textbf{(4.9)}$$

ile gösterilir ve bu ifadede,

Sw : Arkın enine eğimini göstermektedir.

Yol tarafındaki akım, çökmeden önceki kesitin uniform olmasından dolayı uniform (üçgensel) enkesitlerde akış gibi düşünülür ve

$$\boldsymbol{Q = (T^{8/3} \div n) \times S_x^{5/3} \times S_l^{0,5} \times K_u} \quad \textbf{(4.1)}$$

Denkleminde Q = Qs ; T = Ts olur. Son olarak arktaki debinin tespitinde aşağıda verilen bağlantılar kullanılarak kompozit arklardaki tasarım tamamlanır. [5]

$$\boldsymbol{E_0 = 1 \,/\left(1 + \frac{\frac{S_w}{S_x}}{\left[1+\frac{\frac{S_w}{S_x}}{\frac{T}{W}-1}\right]^{2,67} - 1}\right)} \quad \textbf{(4.10)}$$

Burada :

E_0 : Arktaki debinin toplam debiye oranı (Q_w/Q) dir.

Örnek 4.3

Aşağıda kesit değerleri verilen Şekil 4.2 ‘deki kompozit kesitli ark için toplam akımı bulunuz.

W = 0,4 m

S_L = 0,018

S_x = 0,025

n = 0,016

a = 50 mm

T = 2,25 m

Çözüm :

(4.9) denkleminden,

$\boldsymbol{S_w = S_x + \frac{a}{W}}$ = 0,025 + 0,05/0,4 = 0,15 bulunur. Yol tarafındaki (Q_s) debinin hesabı için Ts bulunması gerekir. T = T_s + W >>> T_s = T – W ; T_s = 1,85'dir. (4.1) denkleminde yerine konularak, Q_s = 0,034 (m3/s) 'dir. 4.10 denkleminden,

$$\boldsymbol{E_0 = 1 /(1 + \frac{\frac{0,15}{0,025}}{\left[1+\frac{\frac{0,15}{0,025}}{\frac{2,25}{0,4}-1}\right]^{2,67}-1})}$$ = 0,58 bulunur.

$E_0 = Q_w/Q$ buradan,

$$\boldsymbol{Q = \frac{Q_s}{1-E_0}}$$

$\boldsymbol{Q = \frac{0,034}{1-0,58} = 0,081\ m^3/s}$ bulunur.

Yukarıda bahsedilen ark kesitleri için ayrıca oluşturulan ve kullanım kolaylığı sağlayan abaklar ekte (Şekil.D1, Şekil.D2, Şekil.D3, Şekil.D4) sunulmuştur. [9] Hidrolik hesaplar yerine bu abaklar da kullanılmaktadır. [9]

4.2 Izgaralı Girişlerin Hidrolik Hesabı

Cadde arklarında bırakılan ızgaralı girişlerin verimlilik esası ızgaranın genişliği, uzunluğu ve arkdaki akımın hızına bağlıdır. [4] Bu tür girişlerin yolun her iki tarafındaki eğimlerinin eşit olması durumunda verimleri yüksektir. [5,9] Kullanılan bazı ızgara girişler şunlardır:

P-50 : Merkezden merkeze 48 mm aralıklı paralel çubuklu ızgara(Şekil.D5)

P-50x100 : Merkezden merkeze 48 mm aralıklı paralel çubuklu ve bunlara dik 102 mm aralıklarla 10 mm çaplı çubuklu ızgara. (Şekil.D5)

P-30 : Merkezden merkeze 29 mm aralıklı paralel çubuklu ızagara (Şekil.D6)

Eğrisel Çubuklu : Merkezden merkeze 83 mm aralıklı ve dikine merkezden merkeze 108 mm mesafeli çubuklu ızgara (Şekil.D7)

45 - 60 Eğik Çubuklu : Boyuna merkezden merkeze 57 mm aralıklı 45 eğimli çubuklar ile enine 102 mm aralıklı çubuklu ızgara (Şekil.D8)

45 - 85 Eğik Çubuklu : Boyuna merkezden merkeze 83 mm aralıklı 45 eğimli çubuklar ile enine 102 mm aralıklı çubuklu ızgara (Şekil.D8)

30 - 85 Eğik Çubuklu : Boyuna merkezden merkeze 57 mm aralıklı 30 eğimli çubuklar ile enine 102 mm aralıklı çubuklu ızgara (Şekil.D9)

Ağ Örgülü Izgara : Enine ve boyuna çubuklu petek şeklinde ızgara (Şekil.D10)

4.2.1 Sürekli eğimli

Kompozit arklarda belirtildiği gibi sürekli eğimli yerlerde ızgara girişlerinin debileri Arktaki ve Yol tarafındaki olmak üzere iki türlü incelenir. [5,7,9] Eğer arktaki akım hızı yavaş ve yayılma değeri (akımın genişliği) ızgara genişliğini aşmıyorsa, ızgaralı giriş bütün suyu çeker uzaklaştırır. [4]

Arktaki debinin (Q_w) ızgara tarafında çekilen miktari için $(Q_w)_t$ 'ye ait şu ifade oluşturulur :

$$(Q_w)_t = R_f \cdot Q_w \qquad \textbf{(4.11)}$$

$$R_f = \begin{cases} \boldsymbol{1 - Kv\ (V - V0); V \geq V0} \\ \boldsymbol{1; V \leq V0} \end{cases} \qquad \textbf{(4.12)}$$

Burada :

K_v : 0,295 (sabit)

R_f : Arktaki debiden ızgaranın tuttuğu miktarin arktaki toplam debiye oranıdır.

V : Arktaki ortalama hız (m/s)

V_0 : Yüzeysel sıçrama hızı (m/s)

Yukarıdaki hesap yerine Şekil.D11 de sunulan abak yardımıyla da R_f ve V_0 değerleri bulunabilir.

Aynı şekilde yol tarafindaki akım ve debisi için,

$$(Q_s)_t = R_s \cdot Q_s \qquad \textbf{(4.13)}$$

$$R_s = \left(1 + \frac{K_s \times V^{1,8}}{S_x \times L^{2,3}}\right)^{-1} \quad \textbf{(4.14)}$$

Burada,

K_s : 0,0828

R_s : Yol tarafında tutlan akımın yol tarafındaki toplam debiye oranı

L : ızgaranın uzunluğu (m)

S_x : Caddenin enine eğimi

Yukarıdaki hesap yerine R_s Şekil.D12 'deki abak yardımıyla da bulunabilir.

Son olarak ızgara tarafından çekilen toplam debi (Q_i) ;

$$Q_t = (Q_w)_t + (Q_s)_t \quad \textbf{(4.15)}$$

$$E = Q_t / Q \quad \textbf{(4.16)}$$

E : Izgara verimi

$$E = R_f (Q_w/Q) + R_s (Q_s/Q) \quad \textbf{(4.17)}$$

olmaktadır.

4.2.2 Çukur yerlerde

Çukur yerlerde ızgaralı girişler savak veya orifis şeklinde davranırlar. Orifis akımın başlama derinliği ızgara tipine bağlıdır. Küçük ızgaraların orifis şeklinde davrandığı derinliklerde daha büyük ızgaralar savak davranışı gösterebilir. Izgaralı girişlerin tıkanma sorunu olduğundan çukur yerlerde ızgaralı girişler yerine bordür girişler veya birleşik girişler tercih edilmelidir. [4,5,7,9]

Izgaralı girişlerin savak koşullarında kapasitesi,

$$Q_i = C_w P d^{1,5} \quad \textbf{(4.18)}$$

İle hesaplanır. [5,9]

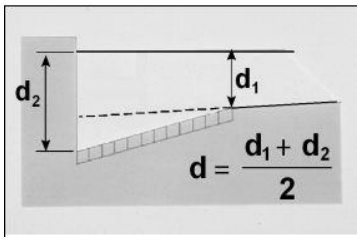
Burada,

C_w : Savak katsayısı 1,66

P : Izgaranın çevresi (bordür tarafındaki kenar hariç) (m)

d : Izgara boyunca ortalama derinlik (m).

Ortalama derinlik ise,



Şekil 4.3 : Ortalama derinlik hesabı

$$\boldsymbol{d = \frac{d_1+d_2}{2}} \qquad \textbf{(4.19)}$$

formülü ile hesaplanır. [5,9]

Izgaralı girişlerin orifis koşullarında kapasiteleri,

$$Q_i = C_0\ A_g\ (2\ g\ d)^{0,5} \qquad \textbf{(4.20)}$$

İle hesaplanır. [5,9]

Burada,

Co : Orifis katsayısı

Aq : Izgaranın net açıklık alanı (m^2)

g : Yerçekimi ivmesi, 9,81 (m^2/s) 'dir.

Örnek 4.4

Aşağıda detayları verilen ve cadde arkında çukur yerde, savak davranışında olduğu kabul edilen ızgaralı girişin Q = 0,019 m^3/s 'lik debiyi tutabilmesi için gerekli min. ızgara boyunu tayin ediniz.

S_L = 0,010

d = 0,025 m

W = 0,5 m

C_w = 1,66

Çözüm

(4.18) denkleminden,

$0,019 = 1,66.\ P.\ (0,025)^{1,5}$

P = 2,90 m bulunur ve bu da ızgaranın çevresine eşittir. W = 0,5 m olduğuna göre,

Lmin = 0,95 m çıkar.

4.3 Bordürlü Girişlerin Hidrolik Hesabı

4.3.1 Sürekli eğimli

Bordür girişlerin verimi en iyi su derinliği artırılarak sağlanır ki bunun içinde giriş yerinin çukurlaştırılması (enine eğim artırılarak) yapılarak gerçekleştirilir. Bunun dışında bordur girişinin uzunluğu da verimliliği etkileyen faktörlerden biridir. [7]

Çukurlaşmamış bordür girişleri için gerekli giriş uzunluğu aşağıdaki formül ile bulunur : [5,7]

$$\boldsymbol{L_T = K_c\, Q^{0,42}\, S_L{}^{0,3} \left(\frac{1}{nS_x}\right)^{0,6}} \qquad \textbf{(4.21)}$$

Burada ;

L_T : Bordur girişi için gerekli uzunluk (m)

K_c : 0,817 sabit değer

Q : Toplam gelen debi. (m^3/s)

S_L : Yolun boyuna eğimi

n : Manning pürüzlülük katsayısı

S_x : Enine eğimdir.

4.3.2 Çukur yerlerde

Çukur yerlerdeki bordür girişlerinin yüksekliği eğer su derinliğine eşit veya büyükse bordür girişi savak işlevi görür fakat; suyun derinliği giriş yerinin yüksekliğinin 1,4 katından büyük ise bordür giriş orifis gibi davranır. Hidrolik hesapları yapılırken orifis ve savak davranış modellerine göre ayrı ayrı debi ve uzunluk hesap edilerek, küçük olan debi ve büyük olan uzunluk seçilmesine dikkat edilir. [5,7]

Buna göre çukurlaştırılmış bordür girişlerinin savak olması modeline göre;

$$\boldsymbol{Q_{iw} = C_W\, (L + 1,8\, W)\, d^{1,5}} \qquad \textbf{(4.22)}$$

Burada ;

Q_{iw} : Bordür girişinin debi kapasitesi (m3/s)

C_w : Savak sabiti (1,6)

L : Bordür girişinin uzunluğu (m)

W : Arkın genişliği (m)

d : su derinliğidir (m)

Ayrıca çukurlaştırılmış bordür girişlerinin orifis olması modeline göre;

$$\boldsymbol{Q_{or} = 0,67\, h\, L\, (2g\, d_0)^{0,5}} \qquad \textbf{(4.23)}$$

(4.22) deki ifadelere ek olarak burada,

h : bordür girişi yükseliğini (m)

d_0 : etkili su deinliğini (m) ifade etmektedir.

Örnek 4.5

Aşağıdaki özelliklere haiz bordür girişinin verilen debiyi tutabilmesi için bordür giriş uzunluğu (L) min. kaç olmalıdır hesaplayınız.

Q : 0,10 m3/s

S_L : %2

d : 0,092 m

C_w : 1,6

h : 0,12 m

d_0 : 0,082 m

Çözüm :

Burada öncelikle orifis ve savak davranış modellerine göre L hesaplanacak ve hesap sonrası büyük olan değer L olarak kabul edilecektir.

Orifis için (4.23) denklemi kullanılarak :

$0,10 = 0,67 \,.\, 0,12 \,.\, L \,.\, (2g \,.\, 0,082)^{0,5}$

L = 0,97 m

Savak için (4.22) denklemi kullanılarak :

$0,10 = 1,6 \,.\, L \,.\, 0,092^{1,5}$

L = 2,24 m çıkar ve bu değerlerden büyük olan L = 2,24 m olarak çukurlaştırılmış bordür girişinin uzunluğu kabul edilir.

4.4 Kompozit Girişlerin Hidrolik Hesabı

4.4.1 Sürekli eğimli

Sürekli eğim yerlerde kompozit girişlerin hidrolik hesabında, bordür giriş ile ızgaralı girişin uzunluklarına bakılır. Mümkünse bordür girişi daha uzun yapılır ve ızgara girişi akımın aşağı yönüne konur ve böakımın aşağı yönüne konur ve böylece tıkanmalara karşı ızgaralı girişi korur. [5,7] Uzunluklar eşit ise bordür girişinin debi kapasitesinin ızgara girişinkinden büyük olmadığı kabul edilerek ızgaralı girişlerdeki hesap metodlarını uygulamak yeterlidir. [5,7]

4.4.2 Çukur yerlerde

Izgaralı giriş ve bordür girişin boyları eşitse sadece ızgaralı giriş varmış gibi hesapları yapılır ve buna göre savak koşullarında, bordür ızgara girişinden uzunsa bordür girişinin ızgara girişinden uzun kısmının kapasitesi ile ızgara girişinin kapasitesinin toplamı olarak hesap edilir. [5,7] Izgaralı giriş savak uzunluğu ;

$$P_{wg} = L_g + W_g \qquad \textbf{(4.24)}$$

ile bulunur. Burada ;

P_{wg} : Izgaralı giriş savak uzunluğu (m)

L_g : Izgaralı giriş uzunluğu (m)

W_g : Izgaralı giriş genişliği (m)

Şeklindedir. [7]

Orifis koşullarında ise kapasite normal olarak bordür giriş ve ızgaralı giriş kapasite toplamları olarak hesaplanabilir. [5,7]

Örnek 4.6

Aşağıda gerekli bilgileri verilen kombine girişin akımın savak koşullarında olduğu kabul edilerek gerekli min. kombine giriş uzunluğunu bulunuz.

$Q = 0,15$ (m^3/s)

$W = 0,5$ (m)

d = 0,050 (m)

Cw = 1,6

Çözüm :

Kombine girişlerde verimlilik hesabı girişlerin yalnız değerlendirilerek yapılır. [5,7] Buna göre Q1 bordürün kapasitesi ve Q2 ızgara girişinin kapasitesi olursa ,

Q = Q1 + Q2 olarak hesap edilir. Buna göre,

Q1 = 1,6 L $0{,}050^{1,5}$ ve

Q2 = Cw . P . $d^{1,5}$ denkleminden hesaplanır. Burada P ıslak çevre olup dikdörtgen çevresi olarak hesap edilir. Dolayısıyla,

Q2 = 1,6 (2.L + 2.0,5) . $0{,}050^{1,5}$

Q1 + Q2 = 0,15 olduğuna göre,

0,15 = 1,6 L $0{,}050^{1,5}$ + 1,6 (2.L + 2.0,5) . $0{,}050^{1,5}$

L = 2,38 m olarak bulunur.

4.5 Boyuna Uzanan Girişlerin Hidrolik Hesabı

4.5.1 Sürekli eğimli

Boyuna uzanan girişlerde, çeşitli deneyler sonucunda, boyuna girişin bordür girişi gibi davrandığı ; 45mm den büyük boyuna girişlerde (4.21) denklemi,

$$\boldsymbol{L_T = K_c\, Q^{0,42}\, S_L{}^{0,3} \left(\frac{1}{nS_x}\right)^{0,6}} \qquad \textbf{(4.21)}$$

45mm den küçük yerlerde ise,

$$\boldsymbol{E = 1 - \left(1 - \frac{L}{L_t}\right)^{1,8}} \qquad \textbf{(4.25)}$$

Denkleminden hesaplanır ve L_t = 0,45 mm yazılmalıdır. [7]

4.5.2 Çukur yerlerde

Boyuna giriş ızgaraların çukur yerlerde hesabı yapılırken önce su derinliğine bakılır ve 0,06 m altındaki su derinliğinde savak modeli esas alınır. [7] Böylece ,

$Q_{sw} = C_w . L_s . d1{,}5$ **(4.26)**

Burada,

Qs_w : Boyuna uzanan giriş yeri debi kapasitesi (m3/s)

C_w : 1,4 değerindeki savak katsayısı

L_s : Boyuna uzanan giriş yerinin uzunluğu (m)

d : su derinliğidir (m)

su derinliğinin 0,12 m'den fazla olduğu durumlarda orifis davranışı esas alınır ve

$Q_{or} = 0,8 . Ls . Ws . (2gd)0,5$ **(4.27)**

olarak hesaplanır. Burada,

Q_{or} : Boyuna uzanan giriş yerinin debi kapasitesi (m3/s)

L_s : Boyuna uzanan giriş yerinin uzunluğu (m)

W_s : Boyuna uzanan giriş yeri genişliğidir. (m)

Örnek 4.7

Aşağıda özellikleri verilen boyuna uzanan giriş tipinin gelen debinin hepsini tutabilecek min. ızgara genişliğini hesap ediniz.

$Q = 0,10 \ m^3/s$

d = 0,15 m

L = 5 m

Çözüm :

d = 0,15 > 0,12 dolayısıyla akımın ofris davrandığı kabul edilecektir.

(4.27) denkleminde ifadeler yerine konularak :

$0,10 = 0,8 . 5 . Ws . (2g . 0,15)^{1/2}$

Ws = 0,014 m olarak bulunur.

5. EMSAL DENEY İNCELEMESİ

Meskûn alanlardan yağmursuyunun uzaklaştırılması hususunda çeşitli deney ve çalışmalar uzun yıllar boyunca yapılmış olup, genelde yayalar, at arabaları ve otomobiller düşünülerek tasarlanmışlardır. [13] Ancak günümüz dünyasında çevre bilincinin artması ve çevre güvenliğine azami riayet edilmesi, söz konusu deney ve araştırmaların Amerika Birleşik Devletleri FHWA (Federal Highway Adminstration – Federal Otoyollar Müdürlüğü) kurumunca revize edilmesine ihtiyaç duyulmuş ve sonuçlar dünya kamuoyunca paylaşılmıştır. [13] Deneylerde değişik tip ızgaralar aynı değişkenlerin uygulanması sonucu elde edilen değerler karşılaştırılmış, bu değerlerden farklı kazanımlar ve önerimler elde edilmiştir ve halen edilmektedir. Bu bölümde deney ile ilgili bilgilendirme yapılıp, analitik ve hidrolik hesaplamalar açıklanacaktır. Fakat elde edilen sonuçlar FHWA'nın değerlendirmesinden farklı olarak ülkemiz koşul ve şartları göz önünde bulundurularak değerlendirelecek ve analitik hesaplamalar sonucu varılan boyutsuz değerlerle verim(etkinlik) arasındaki ilişkiler grafik üzerinde açıklanmaya çalışılacaktır. Yapılan değerlendirme ve analizler 6. bölümünde açıklanıp öneri ve tavsiyelerde bulunulanacaktır.

5.1 Laboratuvar Düzeneği

Yapılan deney ve çalışmalar göstermiştir ki, bir ızgaranın verimliliği yolun boyuna eğimi, ızgaranın uzunluğu ve ızgaranın konfigurasyonuna bağlı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ızgara üzerinde geçişi engelleyen herhangi bir madde ızgaranın verimliliğini azaltarak, akım sıçramasına dolayısyla ızgaranın üzerinde atlamaya sebep olduğu görülmüştür. Karmaşık akım mekaniği analitik hidrolik hesaplamaları zorlaştırdığından, aşağıda belirtilen özelliklerde laboratuar düzeneği oluşturulmuştur.[13]

Genellikle 1:1 model yapılması gerekir fakat sağlıklı sonuç alınabilmesi için de laboratuar şartlarında en fazla 1:2 modeli uygun görülmüştür. Burada 1:1 ve bazı yerlerde 1:1,27 modellerinde deneyler yapılmıştır. Ana deney düzeneği 885 cm uzunluğunda ve 89 cm genişliğindedir. Bu düzenekte 6 farklı tipte ızgara

kullanılmıştır. Ana deney düzeneği ve kullanılan bu ızgara tiplerine ait çizim ve detaylar eklerde sunulmuştur. (Şekil E.1, Şekil E.2, Şekil E.3, Şekil E.4, Şekil E.5, Şekil E.6) Bu altı tip ızgara ile 3 farklı sistem oluşturulmuştur :

İlk olarak ORE-L, ORE-T, TB45-1 ve MASS ızgaralarının 1:1 modelleri kurulmuş, ikinci olarak TB45-5 ızgarasının 1:1,27 modeli ile TB45-3 kurulmuş ve sonuçları analitik olarak TB45-5 e uyarlanmış ve son olarak TBV-5'in 1/1,27 modeli ile TBV-3 kurulmuş ve sonuçları analitik olarak TBV-5 e yansıtılmıştır. Dolayısıyla TBV-5 ve TB45-5 ızgaraları yapılmamış olup, veriler analitik olarak uyarlanarak raporlanmıştır. [13] TBV-3 ve TBV-5 ızgaralarına ait çizim ve detaylar ekte sunulmuştur. (Şekil E.7, Şekil E.8)

Sisteme 0,08 m3/s ve 0,0906 m3/s arasında değişen debiler verilmiştir.
Enine eğim tüm modellerde sabit 1/25'tir.
Boyuna eğim, 0,005 ; 0,010 ; 0,028 ; 0,054 ; 0,075 ; 0,130 kullanılmıştır.
Ark kesiti, uniform (üçgen dağılım) enkesit olarak kabul edilmiştir.
Yüzey pürüzlülüğü Manning pürüzlülük katsayısı olarak 0,013 alınmıştır.

5.2 Deney Sonuçları ve Analizi

Deney sonucunda, FHWA tarafından gözlemlenen durum ve analitik sonuçlar gerekli debi düzeltmesinin sağlanması ile rapor halinde sunulmuştur. Bu düzeltme Şekil 5.1 üzerinde açıklanmaktadır. Deney sonucu kaydedilen değerler de tablolar halinde ekte sunulmuştur. (Tablo E.9, Tablo E.10, Tablo E.11, Tablo E.12, Tablo E.13, Tablo E.14, Tablo E.15, Tablo E.16) [13]

Izgara tarafından tutulan debinin, toplam debiye oranı hidrolik etkinliği (verim) vermektedir. [13] Dolayısıyla bu noktada verimin nelere bağlı olduğu sorunu önplana çıkmaktadır. Bunun için de Manning Formülü'nden elde edilen boyutsuz değerlerin verim (Qt/Q) ile ilişkileri incelenmelidir. Onun için önce Manning Formülünü (4.2 denklem) ve deney sonuçlarını kullanarak tatbike başlanır :

$\boldsymbol{V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S_l^{1/2}}$ Manning Formulüdür. Burada "R" hidrolik yarıçap olup, ıslak alanın ıslak çevreye oranıdır. Üçgen kesitli ark olduğundan ;

$$\boldsymbol{A = (T.d)/2} \quad \textbf{(5.1)}$$

$$\text{Ç} = \boldsymbol{d + \sqrt{T^2 + d^2}} \quad \textbf{(5.2)}$$

$$\boldsymbol{d = T \,.\, S_x} \qquad \textbf{(5.3)}$$

Böylece hidrolik yarıçap ;

$$\boldsymbol{R = \left(\frac{T^2 \,.S_x/2}{d+\sqrt{d^2+T^2}} \right)} \qquad \textbf{(5.4)}$$

Buna göre Manning formülünde denklem (4.2) yerine konarak

$$\boldsymbol{V = \frac{1}{n} \,.\left(\frac{T^2 \,.S_x \,/\, 2}{d+\sqrt{d^2+T^2}} \right)^{2/3} .S_L^{0,5}}$$ bağıntısı elde edilir. **(5.5)**

Burada n (pürüzlülük katsayısı) ve Sx (enine eğim) sabit değerlerine sırasıyla 0,013 ; 1/25 değerleri konur. Ayrıca bütün bu değerlerin bulunmasından sonra Froude Sayısı da hesaplanabilir. Froude sayısı ile akımın cinsi belirlenir. Eğer sayı 1'den büyük ise akım sel rejimindedir. (Akımın hızı fazla-derinliği az) Eğer sayı 1'den küçük ise akım nehir rejimindedir. (Akımın hızı az-derinliği fazla) [14] Froude sayısı aşağıdaki denklem ile bulunur :

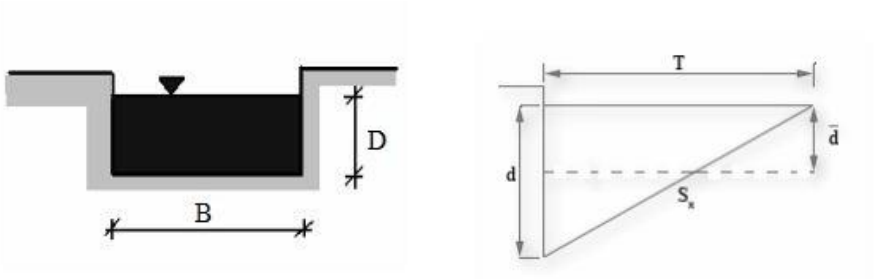
$$\boldsymbol{F = \frac{V}{\sqrt{g \,.\bar{d}}}} \qquad \textbf{(5.6)}$$

Burada ,

V : Ortalama akım hızı(m/s)

g : Yerçekimi ivmesi (m2/s)

d : Su derinliğini (m) ifade etmektedir. Fakat burada ark enkesiti üçgen olduğudan etkili derinlik ($\bar{d}$) kullanılacaktır. (Şekil 5.1)



Şekil 5.1 : Etkili derinlik ($\bar{d}$) ve üçgen kesitli arkın dikdörtgen kesitli kanala benzetilmesi

Böylece ,

$$\boldsymbol{F = \frac{V}{\sqrt{g \,.\bar{d}}}}$$ olur. **(5.7)**

Bulunan bu değerler ekte tablolar halinde sunulmuştur. (Tablo E.17 – Tablo E.24) Bunun dışında yapılmış çalışmalardan farklı olarak tabloda gösterilen W/d ve QF/WLV boyutsuz değerlerinin verim ile değişiminin değişen boyuna eğim değerlerinde Şekil E.25- Şekil E.40 arası sunulmuştur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma sonucunda emsal alınan deney verileri ve çeşitli hidrolik hesaplamalar sonucu elde edilen sonuçlar ekte sunulan tablolarda ve grafiklerde işlenmiştir. (Tablo E.17-Tablo E.24 ; Şekil E.25-Şekil E.40) Fakat şurası göz ardı edilmemelidir ki bu sonuçlar yukarıda bahsedilen laborotuar koşul ve şartlarında, çeşitli hidrolik hesaplara dayalı olarak öngörülmüştür. Dolayısıyla deney koşullarında belli hidrolik kabullerle elde edilen kazanımların dünyamız ve ülkemiz şartlarında tatbiki hususu da ayrı bir önem kazanmaktadır. Mesela, bütün bu ızgaraların akım tutma kapasiteleri incelenirken, atık ve tıkanma gibi çevresel faktörler göz önünde bulundurulmamıştır. Bu durum düşünülerek yapılan başka deney ve çalışmalarda en iyi verimin ızgara ve bordür girişin beraber uygulandığı yerlerde alındığı da vakadır.

Ekonomik koşullar ve çarpık kentleşme gibi sosyo-ekonomik koşulların maalesef ülkemiz şartlarında imkân tanımadığı çoğu durumlarda kombine(birleşik) girişler yerine ızgaralı girişler tercih edilmektedir. Aslında bu çalışma ve diğer çalışmalar sonucu elde edilecek en uygun ızgaralı sistemler karşılaştırılıp, uygulamada yapılması için ülkemiz şartlarında en uygun ızgara tipine karar verilebilinir fakat; uygulamadaki ekonomik giderleri azaltmak adına yapılacak ilave deney ve gözlemler hali hazırdaki ızgara giriş boyutları ve yol durumları laboratuarda oluşturularak yapılmalıdır. [13] Bu da daha çok yerel çözümler adına mümkün olmaktadır fakat; belli koşullar çerçevesinde abak olarak oluşturularak kullanımına karar verilecek ızgara tipinin ülke genelinde tatbiki uygun olabilir.

Burada 6 farklı tip ızgara oluşturulmuş (ORE-L, ORE-T, TB45-1, MASS, TB45-3 VE TB45-5) ayrıca 2 adet ızgara oluşturulmadan hidrolik analiz sonucu uyarlanmıştır. (TBV-3 ve TBV-5) [13]

ORE-L tipi ızgaranın değişen boyuna eğim ve farklı debi değerlerine göre diğer ızgaralarla karşılaştırıldığında en verimli ızgara tipi olduğu, TBV-5 tipi ızgaranın ise en verimsiz olduğu anlaşılmakla beraber ızgaraların kendi içinde farklı boyuna eğim ve verilen debi miktarına göre verimleri değişken olduğu görülmüştür.

Bütün ızgara tipleri için boyuna eğim arttığında akımın hızı da artmakta ve dolayısıyla verimleri düşmektedir. Bu aslında akımın rejiminden de kaynaklanmaktadır. Zaten Froude Sayısı da artmakta, akım nehir rejiminden sel rejimine doğru geçmektedir. Hatta genel itibariyle de akımların sel rejiminde olduğu görülmüştür. [9]

Verimin (Qt/Q) – W/d boyutsuzu ile ilişkisi incelendiğinde, boyuna eğim sabit kalmak koşuluyla akımın debisi arttıkça W/d oranı genel olarak doğrusala yakın biçimde azalmaktadır. Hatta boyuna eğim arttırıldıkça W/d oranın da arttığı fakat verimin nispeten düştüğü tespit edilmiştir.

Verimin (Qt/Q) – QF/WLV boyutsuzu ile ilişkisi incelendiğinde, boyuna eğim sabit kalmak koşuluyla akımın debisi arttıkça QF/WLV oranı doğrusal olarak artmakta fakat verim düşmektedir. Izgaraların kendi aralarında QF/WLV oranlarının da farklı boyuna eğim değerleri çerçevesinde birbirine yakın olduğu sadece ORE-L tipi ve TB45-1 tipi, %0,5 boyuna eğimleri için farklılık olduğu görülmüştür. İlave değerler ve değişkenler üzerine gözlemler yapılması bu farklılığı giderebilir.

Su derinliği (d) aynı boyuna eğim değerinde bütün ızgaralar için akım arttıkça artmakta fakat boyuna eğimin de arttırılmasıyla hidrolik olarak sıçrama ve atlama oluştuğundan d'nin, eğim arttıkça azaldığı, akım arttıkça genel olarak arttığı görülmüştür. Gene su derinliğinin(d) verimle (Qt/Q) ters orantılı olduğu tespit edilmiş olup, deneydeki bazı ızgara ve bazı boyuna eğim için sağlamadığı görülmüştür. Akım debisinin aralıklarının ve boyuna eğim aralıklarının arttırılmasıyla yani deneyde kullanılan debi ve boyuna eğim değerlerinin çeşitlendirlmesiyle bu farklılığın da giderileceği düşünülmektedir.

Farklı ızgara türleri aynı genişlik fakat farklı ızgara uzunlukları düşünüldüğünde örneğin OREL (0,508m x 0,780m) ve TB45-1 (0,508m x 0,8m) ızgaraları incelenirse, ızgaranın boyunun arttırılması ızgara cinsinden bağımsız olarak ızgara veriminin (Qt/Q) de nispeten arttığı tespit edilmiştir. Özellikle küçük akım debisi ve boyuna eğimin az olduğu yerlerde hemen göze çarpmaktadır. Deneydeki akım debilerinin ve boyuna eğim değerlerinin çeşitlendirilmesi bu durumun rahatça gözlemlenmesine olanak sağlayacaktır.

Özetlenecek olunursa, meskun alanlardan yağmur suyunun drenajı ülkemiz ve günümüz şartları açısından büyük önem arz etmektedir. Buna göre meskun alan planlaması esnasında yağmursuyu drenajı da düşünülerek, bu çalışma boyunca bahsedilen ölçüt ve koşullar çerçevesinde etkili drenaj hatları ve drenaj giriş yerleri oluşturulmalıdır. Bunların teknik özellik ve detayları yanında ekonomik olarak da uygulanabilir olması gerekmektedir. Özellikle ızgara giriş yerlerinin tasarımında ORE-L tipi (boyuna demirli) kullanmak verimlilik açısından faydalı olacaktır ama akıntı ve bisiklet-çevre güvenliği de göz ardı edilmemelidir.

KAYNAKLAR

[1] **Anglian G., Nippon Koei.** 1999: Nihai rapor Cilt 4, Kısım A.: İSKİ, İStanbul, Türkiye

[2] **Uyumaz, A.,** 1991. Yağmur Suyu Drenajı, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul

[3] **Schall, J.D., Richardson, E.V.,** 2001. Introduction to highway hydraulic design series number 4 (HDS 4), Colorado, USA.

[4] **Urban Drainage and Flood Control Dist.,** 2002. Drainage Crriteria Manual (V.1) USA.

[5] **Brown, S.A., Stein, S.M.,** 2001. Urban Drainage Design Manual Hydraulic Engineering Circular 22, Second Edition, Colorado, USA

[6] **TS 1478 EN 124**, 1999. Taşıt ve yaya trafiğine maruz alanlardaki ızgara takımları ve bakım rögarı kapama elemanları-tasarım şartları, tip deneyleri, işaretleme, kalite kontrol, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[7] **Avcuoğlu, B.,** 2008. Meskun Bölge Yollarında Yağmur Drenajı, Y.L. Tezi, İTÜ, İstanbul

[8] **Muslu, Y**., 1993. Hidroloji ve Meskun Bölge Drenajı, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul.

[9] **Şahin, H.İ.,** 2006. Izgara Tipi Yağmur Suyu Giriş Yerlerinin Meskun Bölge Drenajı Kapsamında İncelenmesi

[10] **Uyumaz, A**. 1994. Highway Storm Drainage with Kerb-Opening Inlets, The Science of The Total Environment, pp.471-478. Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey

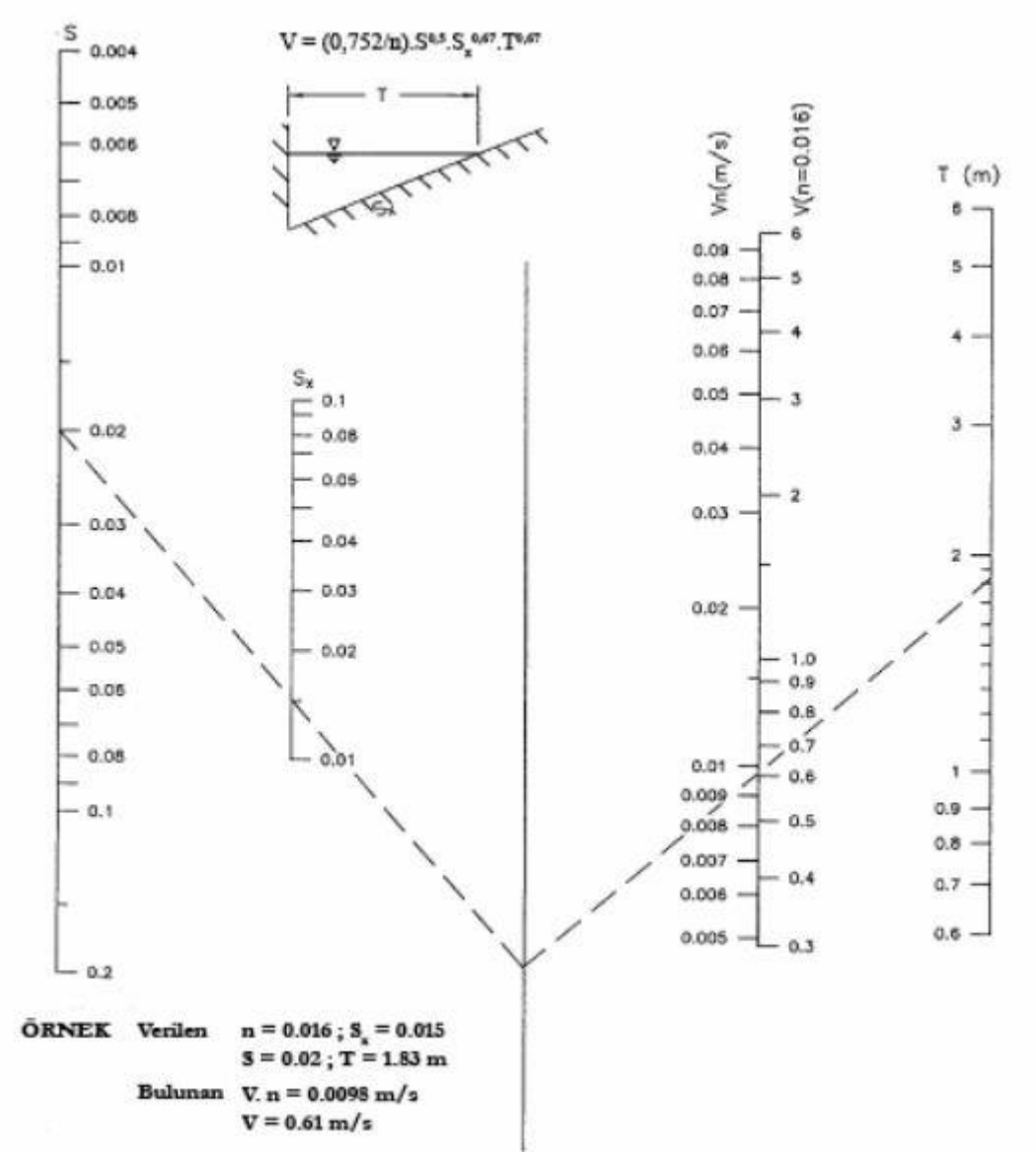
[11] **Ağaççıoğlu, H., Coşar, A.,** 2000. Drenaj Tekniği ve Uygulamaları. YTÜ. İstanbul.

[12] **Vanessa Hatcer, P.E., Jim Noll, P.E** 2007. Designing Surface Water Runoff Controls for Paved Surfaces, USA

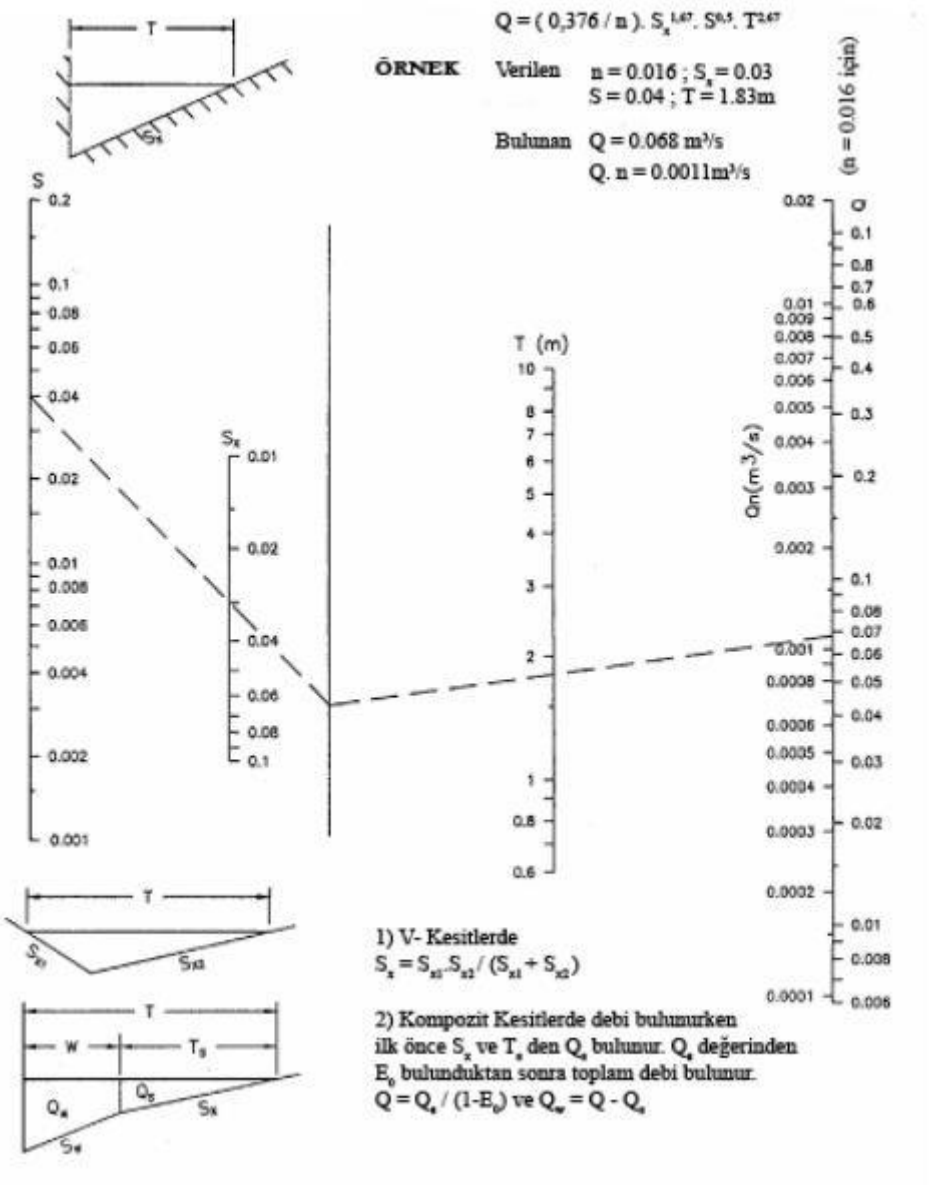
[13] **Woo, D.C., and Jones, J.Sterling,** 1974. Hydraulic Characteristics of Two Bicylesafe Grate Inlet Designs, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration , Washington, D.C, USA.

[14] **Chow, V.T.,** 1959. Open Channel Hydraulics, Mc-Graw Hill Inc, New York

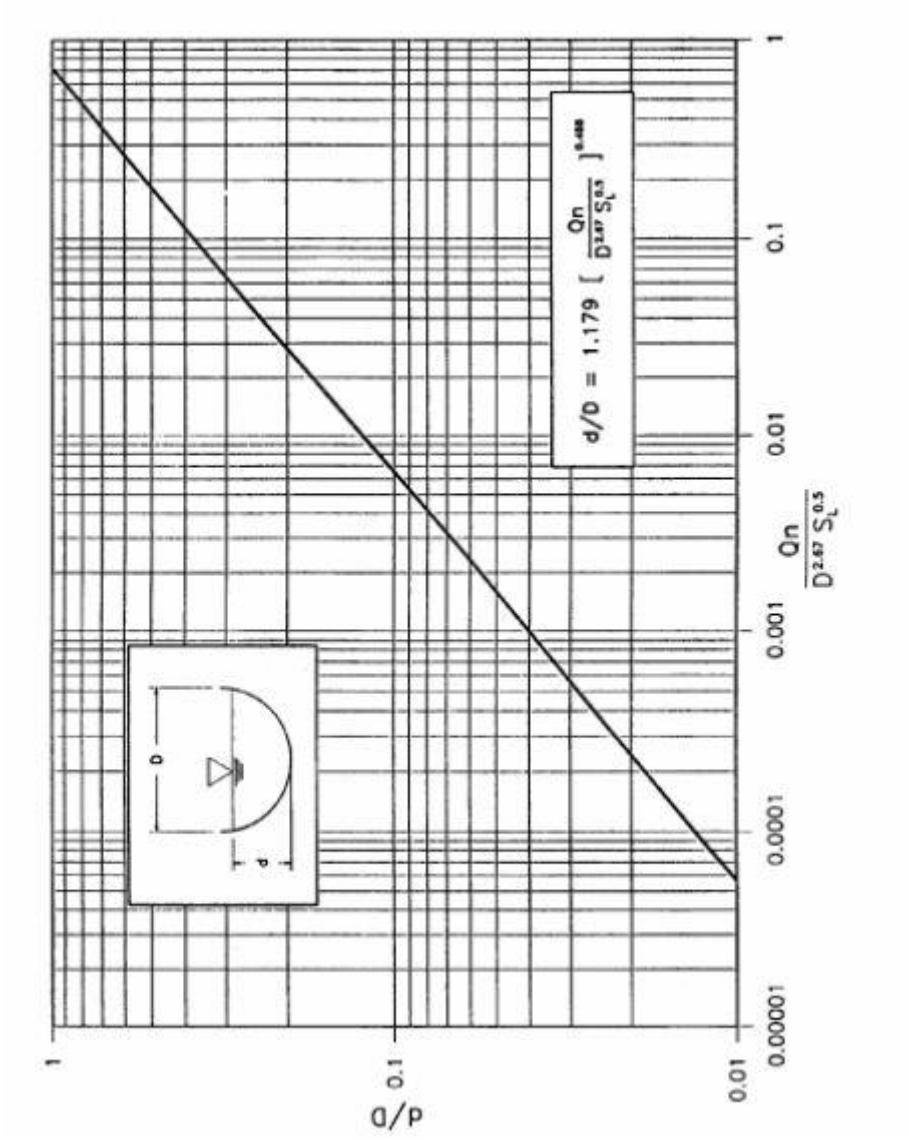
EKLER



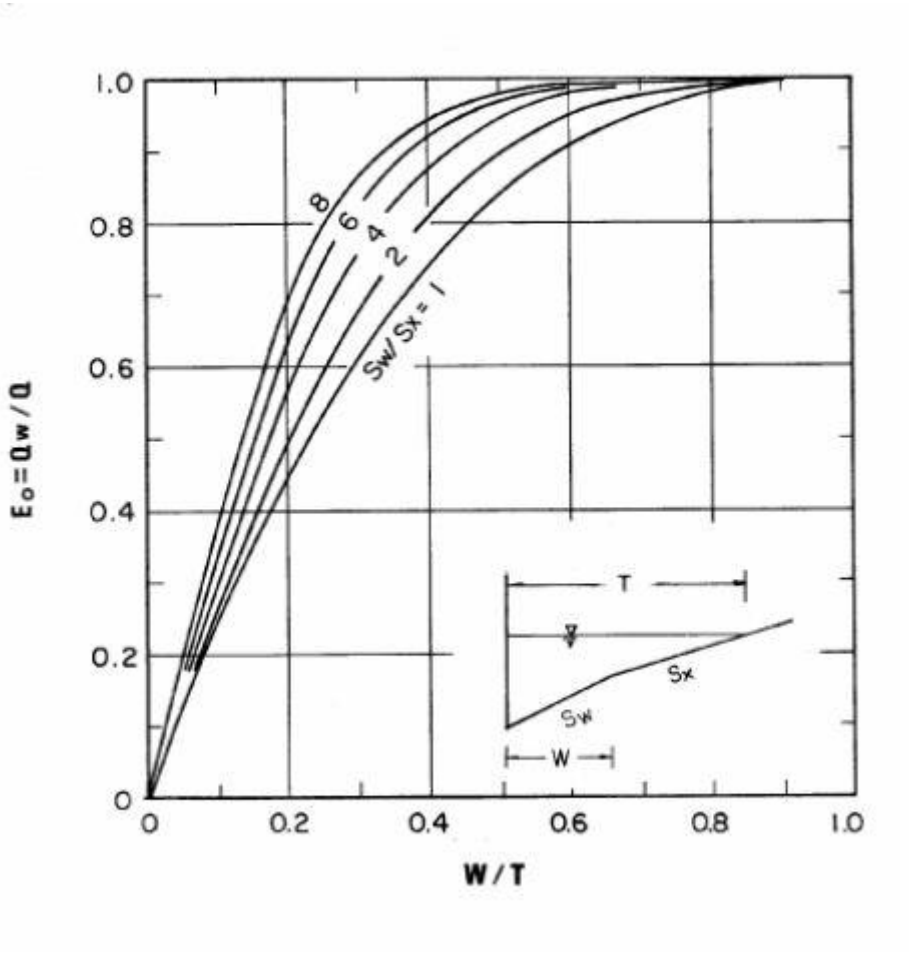
Şekil D.1 :Üçgen enkesitli arklarda hız için abak



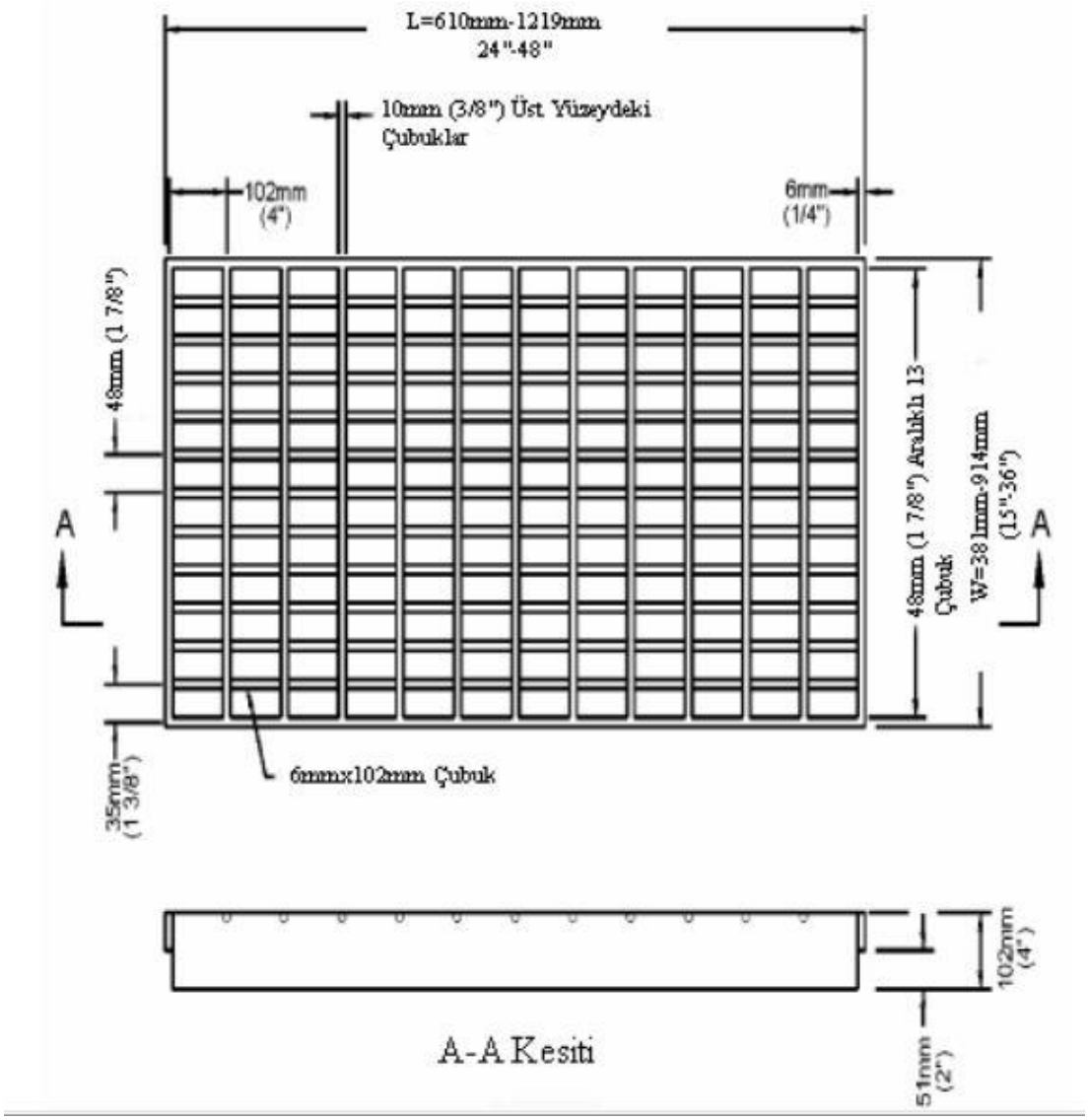
Şekil D.2 :Üçgen enkesitli arklarda debi için abak



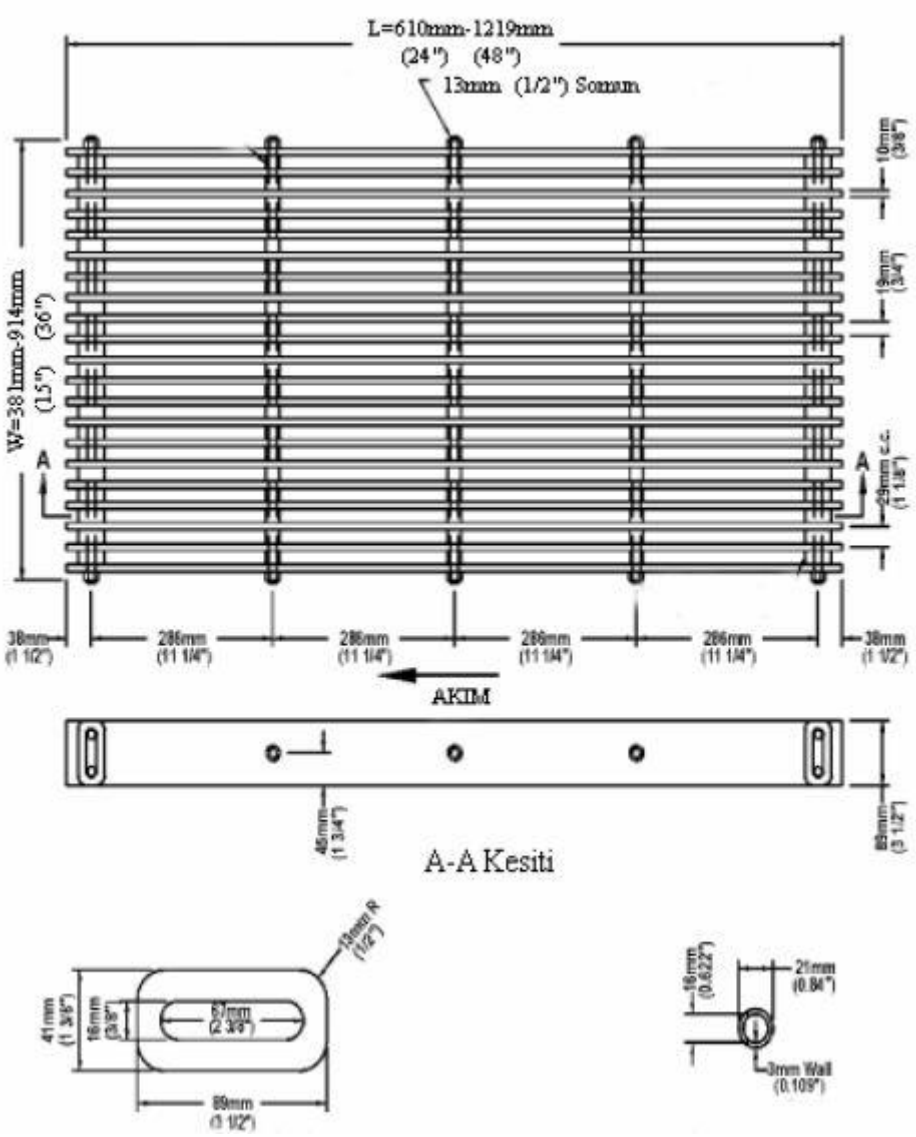
Şekil D.3 : Dairesel enkesitli arklarda Akım



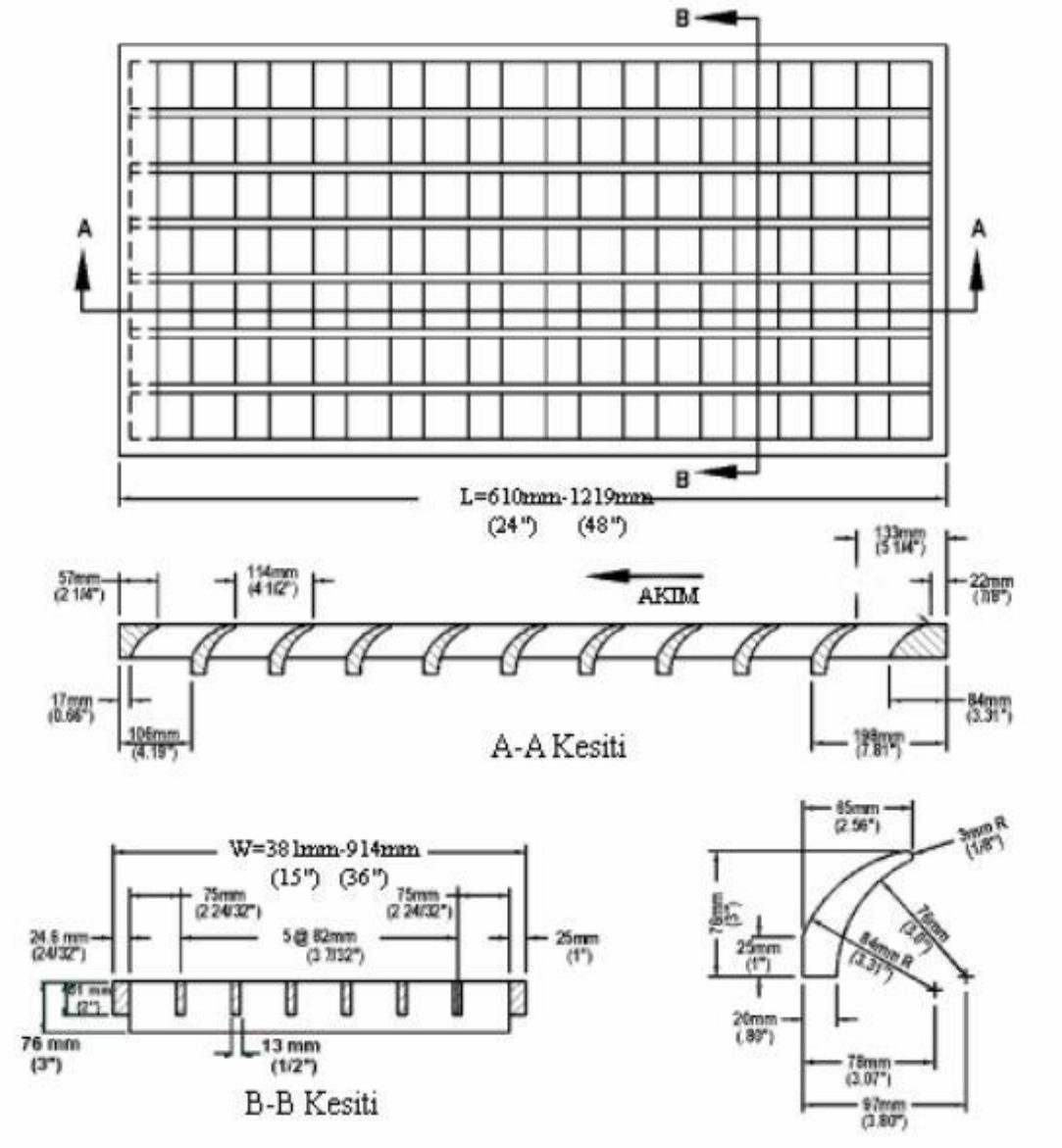
Şekil D.4 :Üçgen enkesitli E_0 değeri



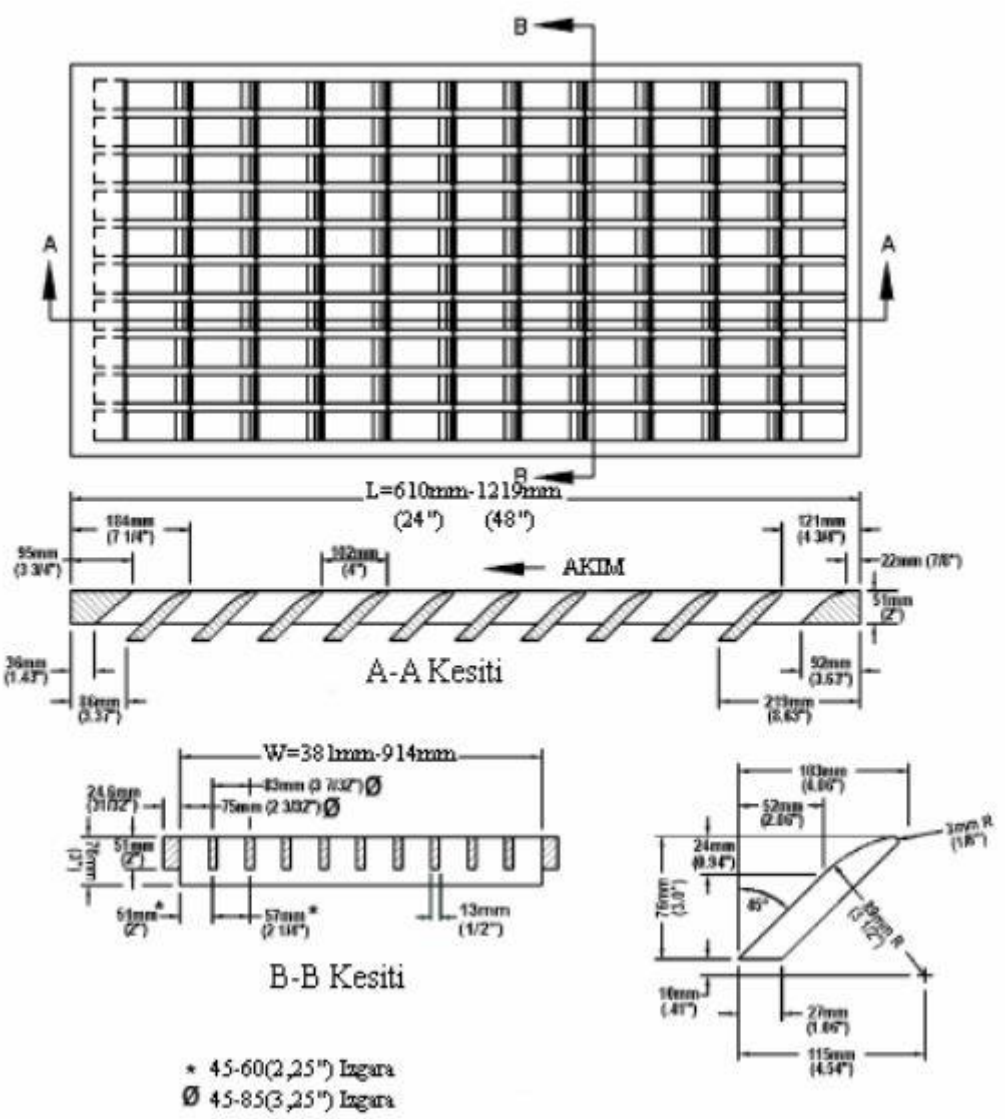
Şekil D.5 : P-50 ve P-100 ızgaralar



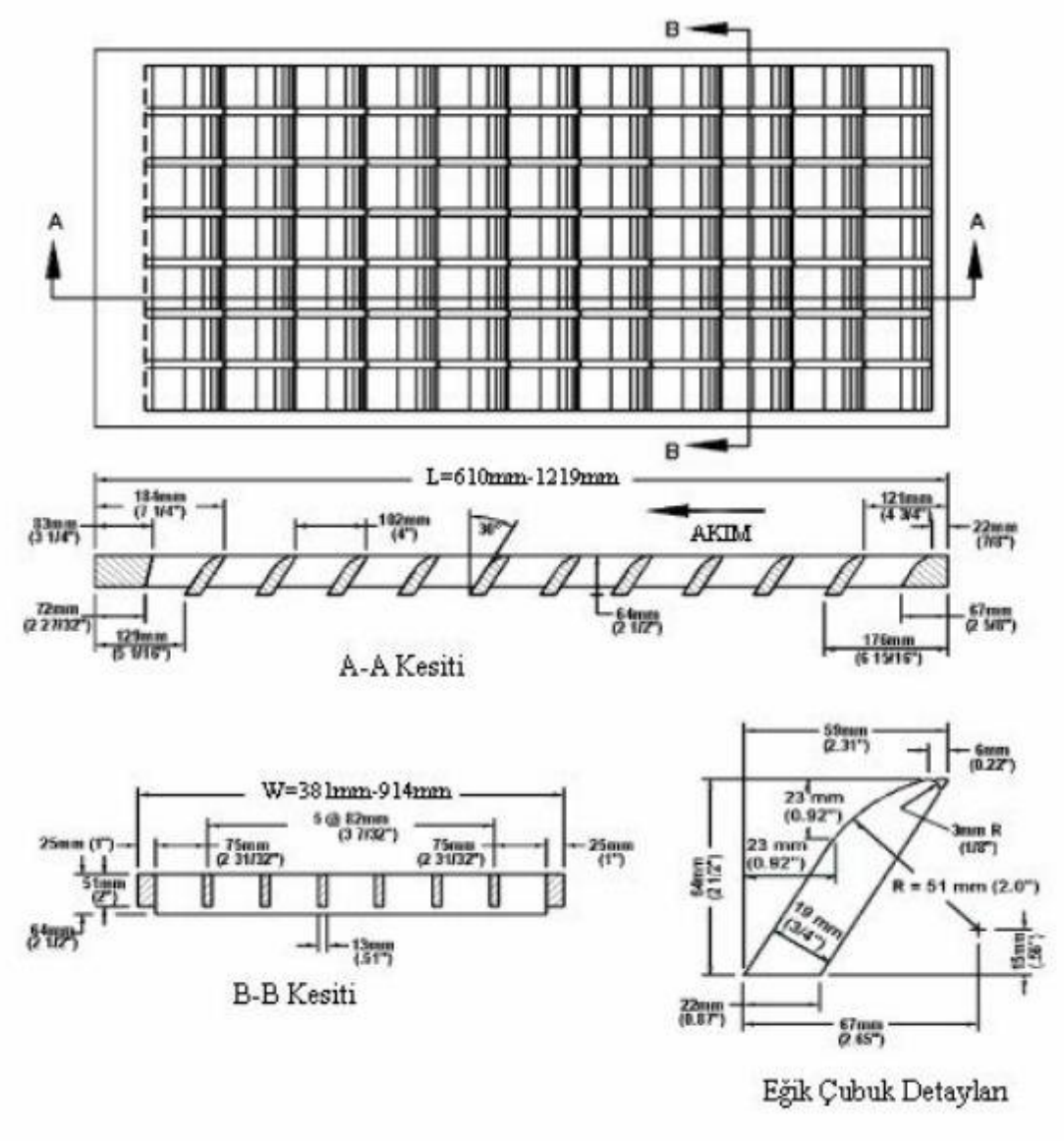
Şekil D.6 : P-30 Izgarası



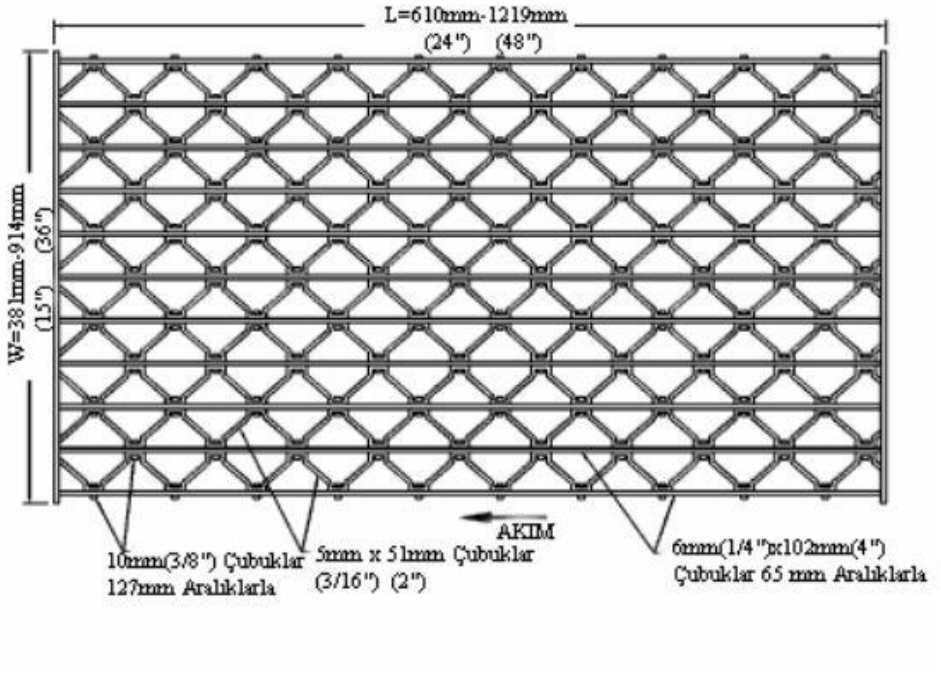
Şekil D.7 : Eğrisel çubuklu ızgara



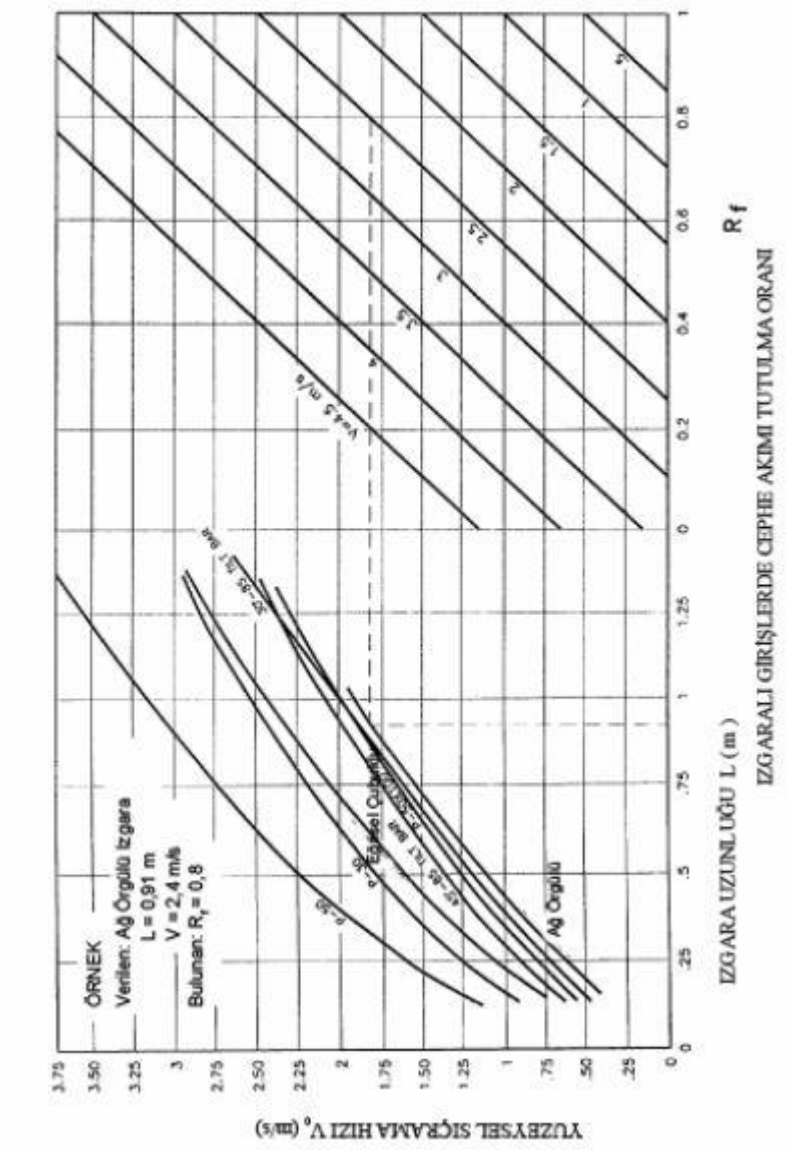
Şekil D.8 : 45-60 ve 45-85 eğik çubuklu ızgaralar



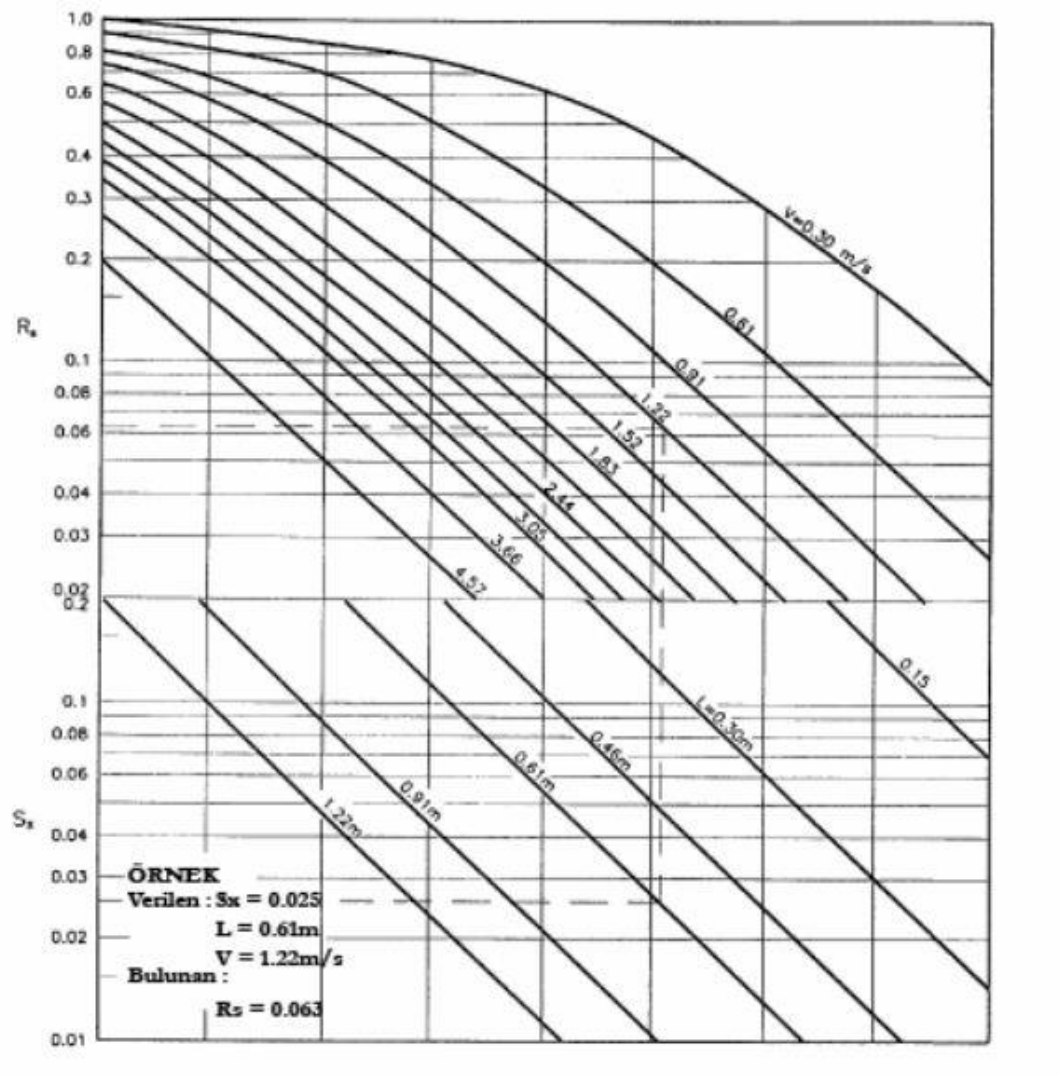
Şekil D.9 : 30-85 eğik çubuklu ızgara



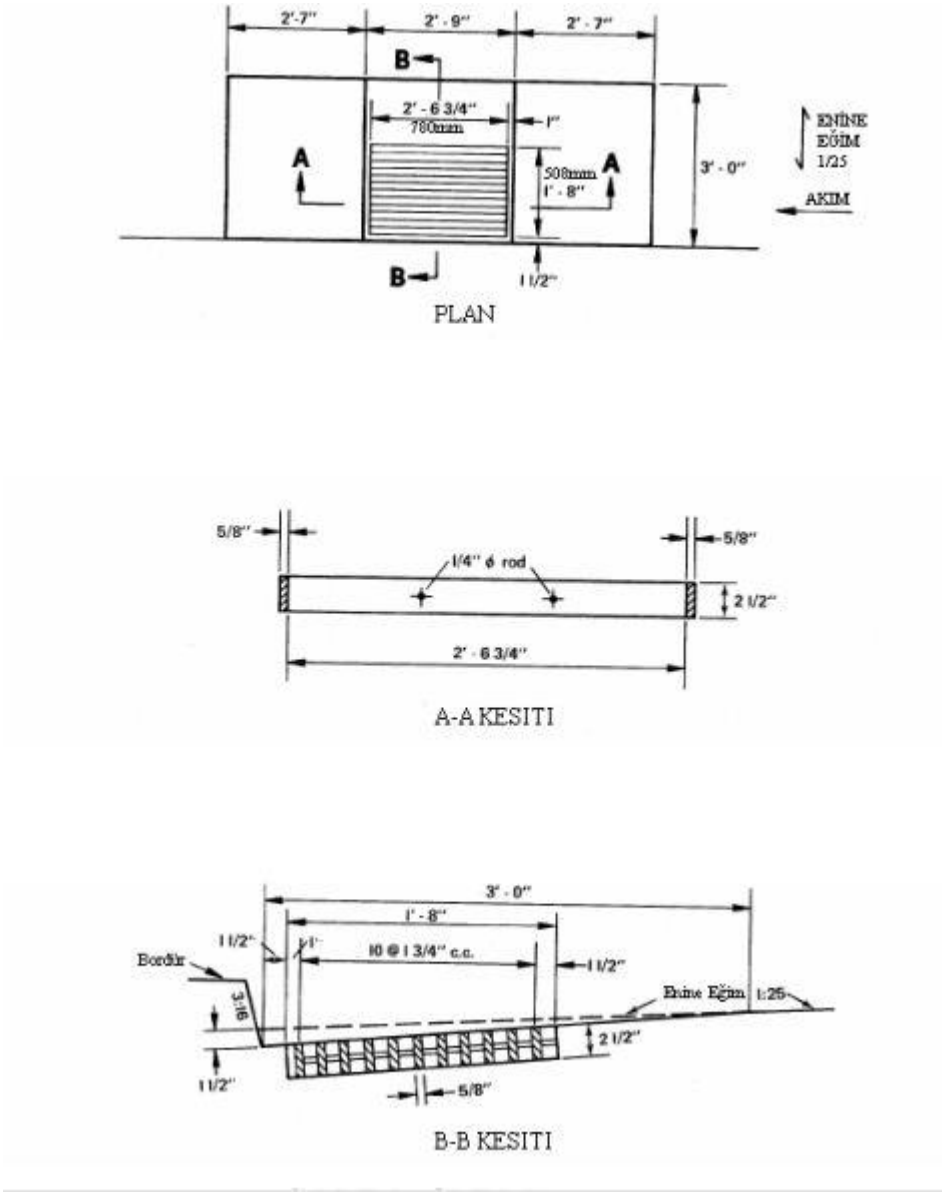
Şekil D.10 : Ağ örgülü ızgara



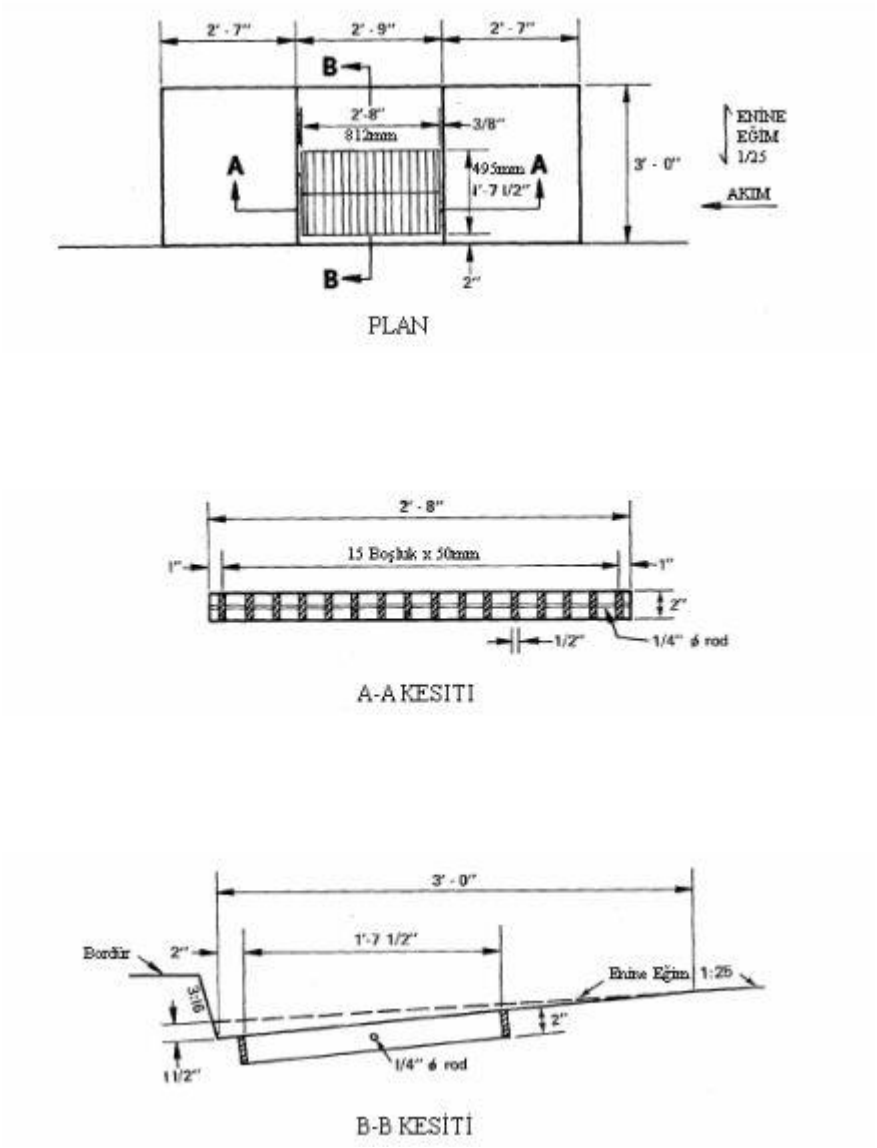
Şekil D.11 : Izgara girişlerde Rf Katsayısı



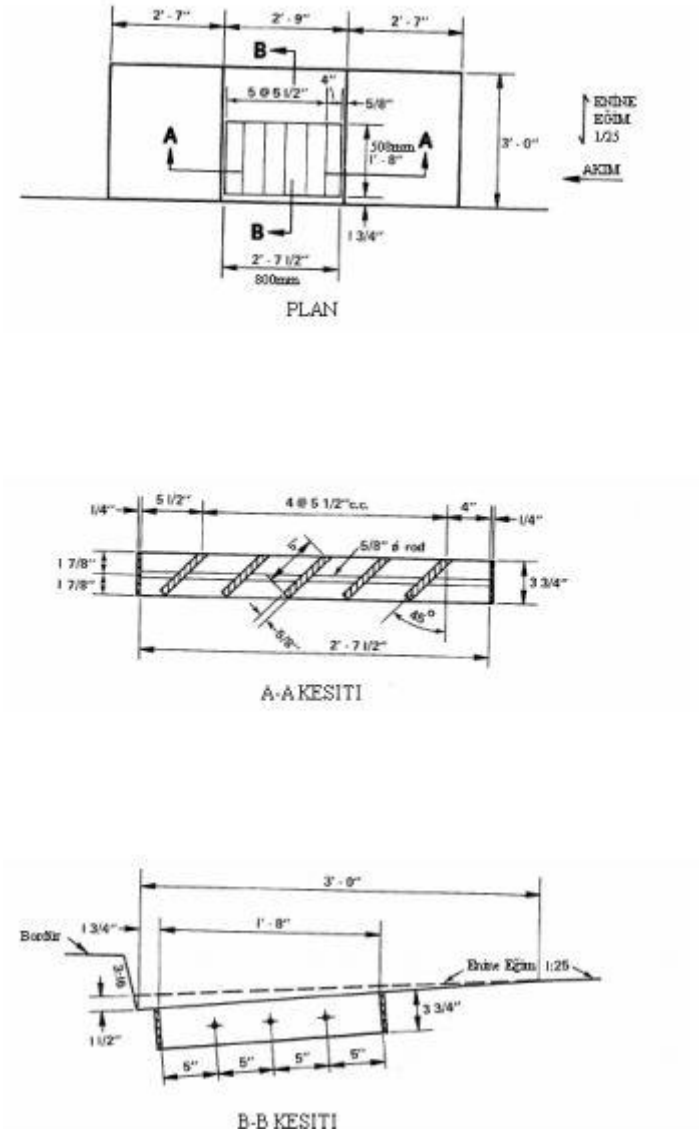
Şekil D.12 : Izgaralı girişlerde Rs katsayısı



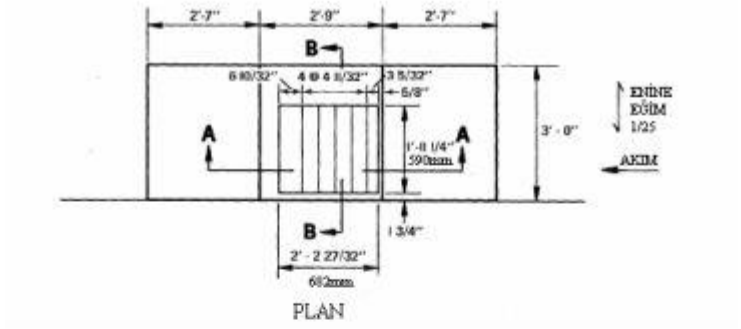
Şekil E.1 : OREL ızgara detayı

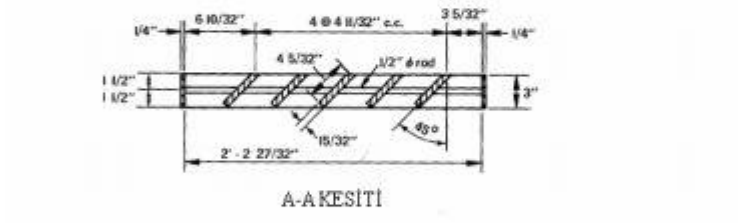


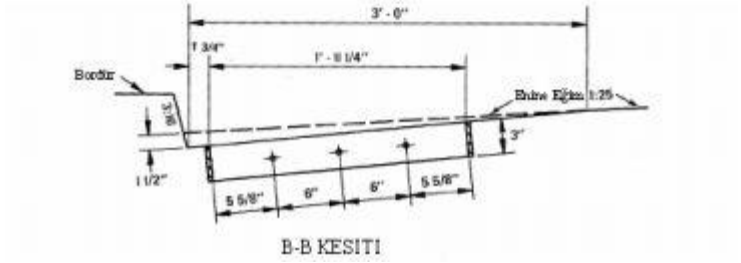
Şekil E.2 : ORET ızgara detayı



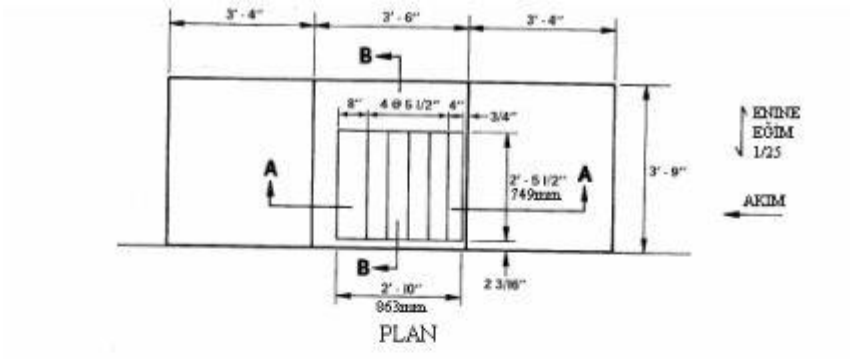
Şekil E.3 : TB45-1 ızgara detayı

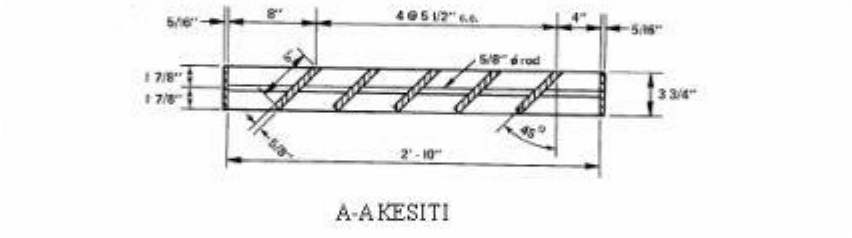


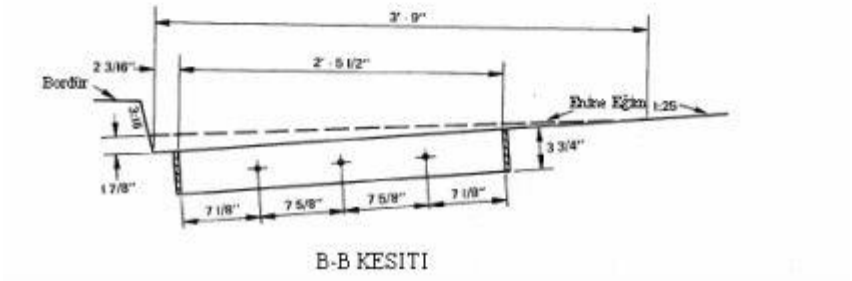




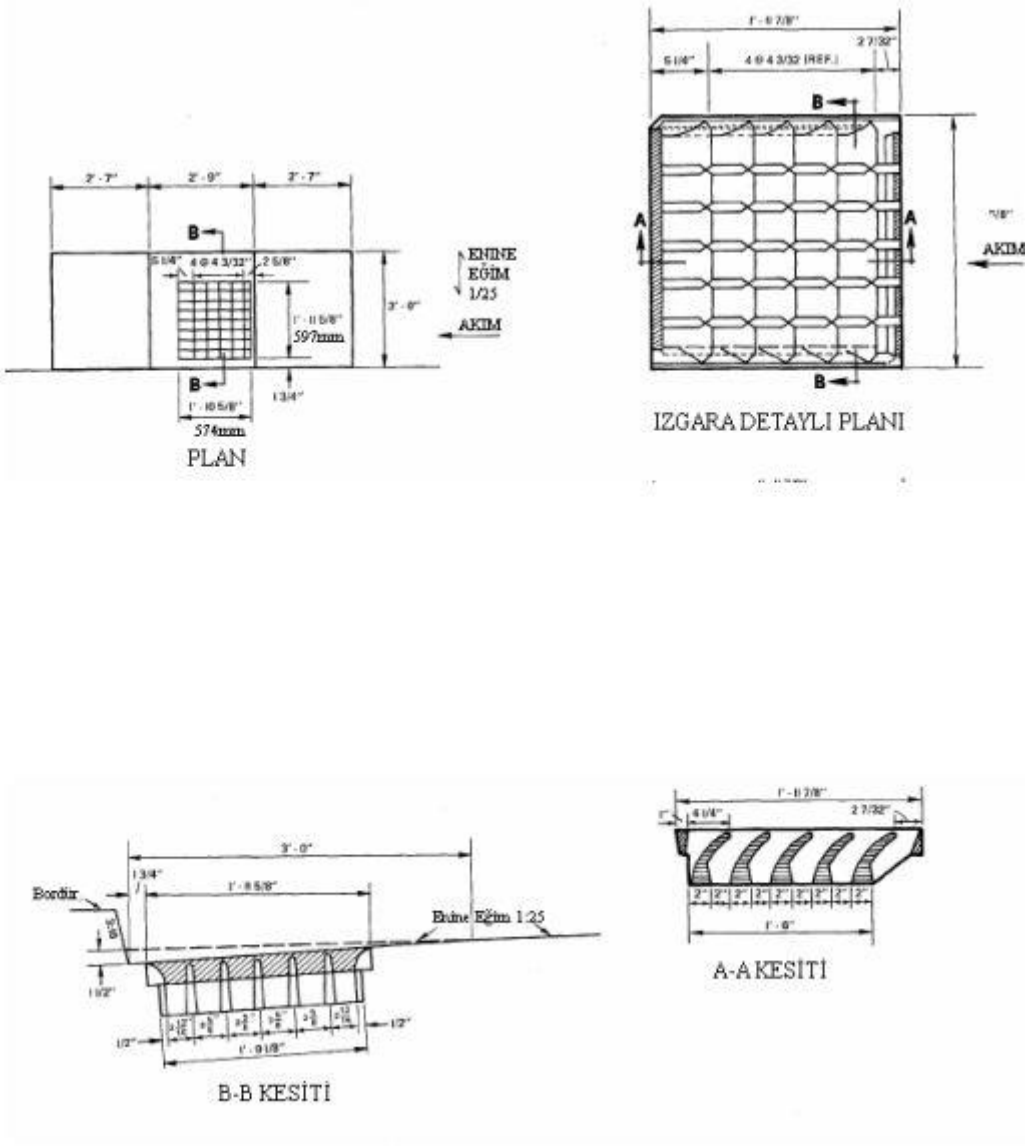
Şekil E.4 : TB45-3 ızgara detayı



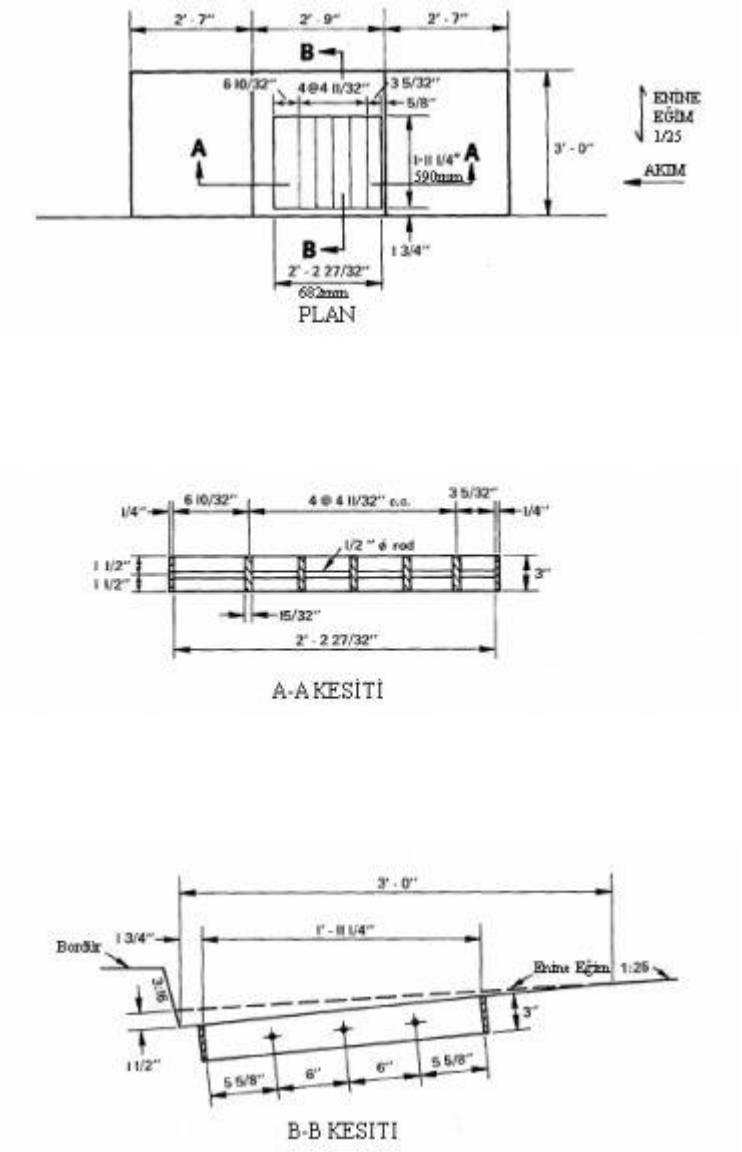




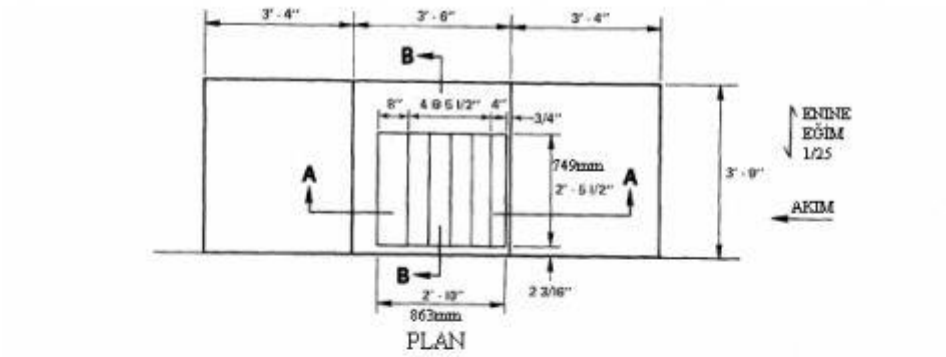
Şekil E.5 : TB45-5 ızgara detayı



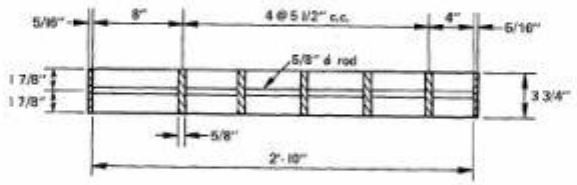
Şekil E.6 : MASS ızgara detayı



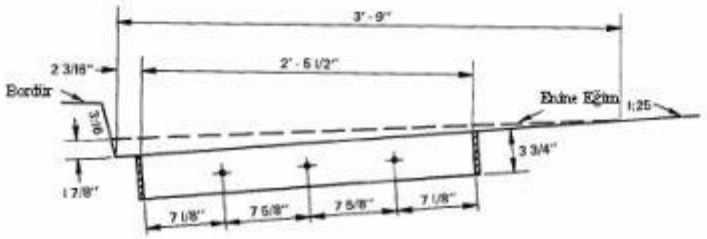
Şekil E.7 : TBV-3 ızgara detayı



PLAN



A-A KESİTİ



B-B KESİTİ

Şekil E.8 : TBV-5 ızgara detayı

Çizelge E.9 : OREL deney verileri

Izgara Tip	Eğim	Kay. Debi	Su Derin.	Tutulan Debi	Debi Düze.	Toplam Debi	**Verim %**
OREL	0.50	1.776	0.259	1.748	0.489	2.265	77.15
OREL	0.50	1.980	0.270	1.922	0.600	2.580	74.49
OREL	0.50	2.194	0.289	2.099	0.793	2.987	70.26
OREL	0.50	2.407	0.304	2.256	0.976	3.383	66.68
OREL	0.50	2.665	0.321	2.434	1.207	3.872	62.84
OREL	0.50	2.926	0.326	2.591	1.369	4.295	60.33
OREL	1.00	0.743	0.133	0.741	0.005	0.748	99.11
OREL	1.00	1.020	0.157	1.013	0.034	1.054	96.03
OREL	1.00	1.472	0.192	1.454	0.150	1.622	89.67
OREL	1.00	1.980	0.217	1.901	0.320	2.300	82.64
OREL	1.00	2.407	0.238	2.227	0.525	2.932	75.98
OREL	1.00	2.926	0.269	2.623	0.884	3.810	68.85
OREL	2.80	0.743	0.126	0.719	0.002	0.745	96.56
OREL	2.80	1.020	0.144	0.990	0.018	1.038	95.35
OREL	2.80	1.472	0.179	1.430	0.110	1.582	90.41
OREL	2.80	1.980	0.206	1.831	0.271	2.251	81.35
OREL	2.80	2.407	0.222	2.143	0.420	2.827	75.82
OREL	2.80	2.926	0.245	2.532	0.689	3.615	70.04
OREL	5.40	0.743	0.126	0.705	0.002	0.745	94.66
OREL	5.40	1.020	0.166	0.964	0.059	1.079	89.34
OREL	5.40	1.472	0.162	1.375	0.063	1.535	89.55
OREL	5.40	1.980	0.183	1.799	0.165	2.145	83.87
OREL	5.40	2.407	0.195	2.130	0.263	2.670	79.77
OREL	5.40	2.926	0.215	2.451	0.461	3.387	72.37
OREL	7.50	0.743	0.103	0.676	0.0	0.743	90.93
OREL	7.50	1.020	0.142	0.910	0.016	1.036	87.86
OREL	7.50	1.472	0.146	1.306	0.028	1.500	87.08
OREL	7.50	1.980	0.170	1.770	0.115	2.095	84.50
OREL	7.50	2.407	0.185	2.109	0.208	2.615	80.64
OREL	7.50	2.926	0.198	2.461	0.342	3.268	75.29

Çizelge E.10 :ORET deney verileri

Izgara Tip	Eğim	Kay. Debi	Su Derin.	Tutulan Debi	Debi Düze.	Toplam Debi	**Verim %**
ORE-T	0.50	1.020	0.263	1.018	0.295	1.315	77.42
ORE-T	0.50	1.472	0.233	1.435	0.295	1.767	81.22
ORE-T	0.50	1.776	0.259	1.674	0.489	2.265	73.91
ORE-T	0.50	1.980	0.269	1.803	0.595	2.575	70.01
ORE-T	0.50	2.407	0.308	2.054	1.004	3.411	60.24
ORE-T	0.50	2.926	0.327	2.347	1.383	4.309	54.46
ORE-T	1.00	0.510	0.131	0.498	0.003	0.513	97.21
ORE-T	1.00	0.743	0.128	0.686	0.002	0.745	92.02
ORE-T	1.00	1.020	0.157	0.908	0.035	1.055	86.06
ORE-T	1.00	1.472	0.193	1.292	0.154	1.626	79.49
ORE-T	1.00	1.980	0.216	1.652	0.314	2.294	72.03
ORE-T	1.00	2.926	0.278	2.164	0.953	3.879	55.78
ORE-T	2.80	0.276	0.087	0.261	0.0	0.276	94.71
ORE-T	2.80	0.743	0.127	0.643	0.002	0.745	86.30
ORE-T	2.80	1.020	0.144	0.862	0.018	1.038	83.01
ORE-T	2.80	1.472	0.177	1.225	0.107	1.579	77.59
ORE-T	2.80	1.980	0.206	1.537	0.270	2.250	68.31
ORE-T	2.80	2.926	0.247	1.958	0.713	3.639	53.79
ORE-T	5.40	0.276	0.076	0.232	0.0	0.276	83.91
ORE-T	5.40	0.743	0.132	0.581	0.004	0.747	77.74
ORE-T	5.40	1.020	0.166	0.774	0.057	1.077	71.88
ORE-T	5.40	1.472	0.159	1.072	0.056	1.528	70.16
ORE-T	5.40	1.980	0.184	1.305	0.169	2.149	60.71
ORE-T	5.40	2.926	0.214	1.677	0.455	3.381	49.59
ORE-T	7.50	0.276	0.072	0.228	0.0	0.276	82.61
ORE-T	7.50	0.743	0.106	0.520	0.0	0.743	70.05
ORE-T	7.50	1.020	0.144	0.694	0.017	1.037	66.91
ORE-T	7.50	1.472	0.145	0.904	0.027	1.499	60.29
ORE-T	7.50	1.980	0.173	1.175	0.125	2.105	55.83
ORE-T	7.50	2.926	0.203	1.561	0.378	3.304	47.25

Çizelge E.11 : TB45-1 deney verileri

Izgara Tip	Eğim	Kay. Debi	Su Derin.	Tutulan Debi	Debi Düze.	Toplam Debi	**Verim %**
TB45-1	0.50	1.776	0.258	1.771	0.483	2.259	78.40
TB45-1	0.50	1.980	0.271	1.956	0.609	2.589	75.55
TB45-1	0.50	2.194	0.290	2.143	0.801	2.995	71.54
TB45-1	0.50	2.407	0.306	2.313	0.987	3.394	68.14
TB45-1	0.50	2.665	0.318	2.517	1.188	3.853	65.33
TB45-1	0.50	2.926	0.326	2.732	1.369	4.295	63.61
TB45-1	1.00	1.776	0.206	1.775	0.239	2.015	88.08
TB45-1	1.00	1.980	0.217	1.961	0.319	2.299	85.31
TB45-1	1.00	2.201	0.228	2.156	0.419	2.620	82.30
TB45-1	1.00	2.407	0.241	2.323	0.539	2.946	78.84
TB45-1	1.00	2.680	0.259	2.525	0.737	3.417	73.91
TB45-1	1.00	2.926	0.278	2.719	0.950	3.876	70.14
TB45-1	2.80	1.776	0.194	1.749	0.191	1.967	88.94
TB45-1	2.80	1.980	0.205	1.917	0.263	2.243	85.46
TB45-1	2.80	2.194	0.213	2.088	0.339	2.533	82.44
TB45-1	2.80	2.407	0.222	2.247	0.423	2.830	79.40
TB45-1	2.80	2.665	0.232	2.421	0.541	3.206	75.51
TB45-1	2.80	2.926	0.245	2.595	0.696	3.622	71.64
TB45-1	5.40	1.020	0.164	1.000	0.054	1.074	93.10
TB45-1	5.40	1.472	0.159	1.405	0.057	1.529	91.91
TB45-1	5.40	1.942	0.182	1.797	0.160	2.103	85.48
TB45-1	5.40	2.400	0.195	2.144	0.266	2.666	80.42
TB45-1	5.40	2.665	0.203	2.320	0.343	3.008	77.11
TB45-1	5.40	2.926	0.215	2.491	0.462	3.388	73.54
TB45-1	7.50	0.743	0 08	0.710	0.0	0.743	95.53
TB45-1	7.50	1.472	0.149	1.292	0.033	1.505	85.84
TB45-1	7.50	1.980	0.165	1.733	0.096	2.076	83.48
TB45-1	7.50	2.407	0.184	2.072	0.203	2.610	79.39
TB45-1	7.50	2.665	0.191	2.241	0.268	2.933	76.42
TB45-1	7.50	2.926	0.201	2.396	0.361	3.287	72.91

Çizelge E.12 : TB45-3 deney verileri

Izgara Tip	Eğim	Kay. Debi	Su Derin.	Tutulan Debi	Debi Düze.	Tpl Debi	**Verim %**
TB45-3	0.50	1.776	0.258	1.772	0.479	2.255	78.58
TB45-3	0.50	1.980	0.270	1.962	0.598	2.578	76.08
TB45-3	0.50	2.194	0.288	2.157	0.784	2.978	72.45
TB45-3	0.50	2.407	0.302	2.348	0.967	3.374	69.60
TB45-3	0.50	2.665	0.316	2.566	1.174	3.839	66.84
TB45-3	0.50	2.926	0.326	2.788	1.372	4.298	64.87
TB45-3	1.00	1.244	0.178	1.238	0.090	1.334	92.83
TB45-3	1.00	1.776	0.206	1.759	0.238	2.014	87.36
TB45-3	1.00	1.980	0.216	1.945	0.314	2.294	84.78
TB45-3	1.00	2.407	0.237	2.317	0.513	2.920	79.35
TB45-3	1.00	2.665	0.255	2.525	0.701	3.366	75.01
TB45-3	1.00	2.926	0.272	2.737	0.906	3.832	71.43
TB45-3	2.80	1.020	0.146	1.003	0.019	1.039	96.45
TB45-3	2.80	1.245	0.169	1.224	0.069	1.314	93.19
TB45-3	2.80	1.474	0.182	1.445	0.120	1.594	90.65
TB45-3	2.80	1.776	0.195	1.713	0.197	1.973	86.81
TB45-3	2.80	1.980	0.208	1.871	0.279	2.259	82.82
TB45-3	2.80	2.400	0.223	2.187	0.432	2.832	77.25
TB45-3	2.80	2.940	0.247	2.614	0.715	3.655	71.51
TB45-3	5.40	1.020	0.167	0.960	0.062	1.082	88.72
TB45-3	5.40	1.472	0.161	1.324	0.061	1.533	86.38
TB45-3	5.40	1.776	0.173	1.568	0.111	1.887	83.06
TB45-3	5.40	1.980	0.182	1.734	0.162	2.142	80.96
TB45-3	5.40	2.407	0.199	2.069	0.288	2.695	76.78
TB45-3	5.40	2.926	0.215	2.410	0.464	3.390	71.09
TB45-3	7.50	1.020	0.140	0.864	0.013	1.033	83.62
TB45-3	7.50	1.244	0.139	1.040	0.014	1.258	82.61
TB45-3	7.50	1.472	0.149	1.202	0.034	1.506	79.82
TB45-3	7.50	1.980	0.165	1.600	0.096	2.076	77.07
TB45-3	7.50	2.407	0.184	1.919	0.205	2.612	73.50
TB45-3	7.50	2.926	0.201	2.230	0.364	3.290	67.78
TB45-3	13.00	0.510	0.092	0.406	0.0	0.510	79.61
TB45-3	13.00	1.020	0.109	0.726	0.0	1.020	71.14
TB45-3	13.00	1.472	0.134	1.048	0.011	1.483	70.70
TB45-3	13.00	1.980	0.144	1.409	0.034	2.014	69.96
TB45-3	13.00	2.407	0.162	1.692	0.103	2.510	67.39
TB45-3	13.00	2.926	0.179	2.007	0.220	3.146	63.78

Çizelge E.13 : MASS deney verileri

Izgara Tip	Eğim	Kay. Debi	Su Derin.	Tutulan Debi	Debi Düze.	Toplam Debi	**Verim %**
MASS	0.50	1.244	0.224	1.244	0.227	1.471	84.56
MASS	0.50	1.472	0.232	1.471	0.295	1.767	83.27
MASS	0.50	1.776	0.254	1.758	0.461	2.237	78.60
MASS	0.50	1.970	0.270	1.929	0.598	2.568	75.09
MASS	0.50	2.194	0.287	2.118	0.784	2.978	71.10
MASS	0.50	2.421	0.302	2.298	0.969	3.390	67.78
MASS	0.50	2.933	0.332	2.718	1.431	4.364	62.27
MASS	1.00	1.244	0.175	1.197	0.081	1.325	90.33
MASS	1.00	1.472	0.192	1.397	0.151	1.623	86.12
MASS	1.00	1.776	0.204	1.642	0.232	2.008	81.74
MASS	1.00	1.980	0.215	1.792	0.310	2.290	78.26
MASS	1.00	2.407	0.237	2.139	0.513	2.920	73.26
MASS	1.00	2.926	0.261	2.572	0.825	3.751	68.57
MASS	2.80	1.020	0.144	0.972	0.018	1.038	93.65
MASS	2.80	1.244	0.163	1.179	0.056	1.300	90.72
MASS	2.80	1.472	0.179	1.388	0.110	1.582	87.72
MASS	2.80	1.980	0.204	1.807	0.260	2.240	80.66
MASS	2.80	2.407	0.226	2.152	0.452	2.859	75.30
MASS	2.80	2.926	0.241	2.542	0.659	3.585	70.91
MASS	5.40	0.497	0.103	0.442	0.0	0.497	88.98
MASS	5.40	1.020	0.165	0.858	0.057	1.077	79.65
MASS	5.40	1.244	0.179	1.024	0.106	1.350	75.87
MASS	5.40	1.472	0.190	1.216	0.160	1.632	74.51
MASS	5.40	1.980	0.185	1.578	0.173	2.153	73.31
MASS	5.40	2.407	0.202	1.802	0.305	2.712	66.43
MASS	5.40	2.940	0.215	2.076	0.463	3.403	61.00
MASS	7.50	0.510	0.093	0.425	0.0	0.510	83.33
MASS	7.50	1.020	0.139	0.746	0.011	1.031	72.33
MASS	7.50	1.472	0.149	1.068	0.034	1.506	70.89
MASS	7.50	1.980	0.166	1.426	0.099	2.079	68.60
MASS	7.50	2.407	0.184	1.665	0.205	2.612	63.76
MASS	7.50	2.926	0.197	1.861	0.338	3.264	57.02
MASS	13.00	0.514	0.125	0.350	0.002	0.516	67.81
MASS	13.00	1.020	0.113	0.660	0.0	1.020	64.73
MASS	13.00	1.472	0.136	0.932	0.013	1.485	62.72
MASS	13.00	1.970	0.146	1.218	0.037	2.007	60.68
MASS	13.00	2.407	0.166	1.469	0.120	2.527	58.15
MASS	13.00	2.940	0.183	1.695	0.247	3.187	53.19

Çizelge E.14 : TB45-5 deney verileri

Izgara Tip	Eğim	Kay. Debi	Su Derin.	Tutulan Debi	Debi Düze.	Tpl. Debi	**Verim %**
TB45-5	0.50	3.229	0.328	2.792	0.870	4.099	68.11
TB45-5	0.50	3.600	0.342	3.022	1.088	4.688	64.46
TB45-5	0.50	3.989	0.366	3.231	1.425	5.414	59.68
TB45-5	0.50	4.376	0.384	3.418	1.758	6.134	55.72
TB45-5	0.50	4.845	0.401	3.604	2.135	6.980	51.64
TB45-5	0.50	5.319	0.414	3.781	2.494	7.814	48.39
TB45-5	1.00	2.262	0.226	2.072	0.163	2.425	85.44
TB45-5	1.00	3.229	0.261	2.817	0.432	3.661	76.95
TB45-5	1.00	3.600	0.274	3.056	0.570	4.170	73.29
TB45-5	1.00	4.376	0.301	3.484	0.932	5.308	65.64
TB45-5	1.00	4.845	0.324	3.677	1.274	6.119	60.09
TB45-5	1.00	5.319	0.345	3.847	1.647	6.967	55.22
TB45-5	2.80	1.854	0.185	1.709	0.035	1.890	90.44
TB45-5	2.80	2.263	0.214	2.051	0.125	2.389	85.88
TB45-5	2.80	2.680	0.231	2.378	0.219	2.898	82.06
TB45-5	2.80	3.229	0.248	2.751	0.359	3.588	76.67
TB45-5	2.80	3.600	0.264	2.947	0.507	4.107	71.76
TB45-5	2.80	4.363	0.284	3.310	0.785	5.148	64.29
TB45-5	2.80	5.345	0.314	3.724	1.301	6.645	56.05
TB45-5	5.40	1.854	0.212	1.631	0.112	1.966	82.96
TB45-5	5.40	2.676	0.205	2.188	0.111	2.788	78.50
TB45-5	5.40	3.229	0.219	2.531	0.202	3.431	73.78
TB45-5	5.40	3.600	0.232	2.754	0.294	3.894	70.71
TB45-5	5.40	4.376	0.253	3.161	0.523	4.899	64.52
TB45-5	5.40	5.319	0.273	3.503	0.843	6.163	56.85
TB45-5	7.50	1.854	0.178	1.473	0.024	1.878	78.44
TB45-5	7.50	2.262	0.177	1.748	0.026	2.288	76.39
TB45-5	7.50	2.676	0.189	1.990	0.063	2.739	72.67
TB45-5	7.50	3.600	0.210	2.551	0.174	3.774	67.61
TB45-5	7.50	4.376	0.233	2.950	0.372	4.748	62.13
TB45-5	7.50	5.319	0.256	3.266	0.662	5.981	54.60
TB45-5	13.00	0.927	0.116	0.715	0.0	0.927	77.17
TB45-5	13.00	1.854	0.138	1.238	0.0	1.854	66.78
TB45-5	13.00	2.676	0.171	1.738	0.020	2.696	64.46
TB45-5	13.00	3.600	0.183	2.257	0.062	3.662	61.62
TB45-5	13.00	4.376	0.206	2.619	0.188	4.564	57.38
TB45-5	13.00	5.319	0.228	2.970	0.401	5.720	51.92

Çizelge E.15 : TBV-5 deney verileri

Izgara Tip	Eğim	Kay. Debi	Su Derin.	Tutulan Debi	Debi Düze.	Toplam Debi	**Verim %**
TBV-5	0.50	2.676	0.293	2.393	0.524	3.200	74.79
TBV-5	0.50	3.229	0.325	2.758	0.850	4.079	67.61
TBV-5	0.50	3.600	0.338	2.955	1.057	4.657	63.46
TBV-5	0.50	4.376	0.383	3.266	1.742	6.117	53.39
TBV-5	0.50	5.319	0.421	3.516	2.576	7.896	44.53
TBV-5	1.00	0.911	0.148	0.876	0.000	0.911	96.20
TBV-5	1.00	1.854	0.200	1.675	0.065	1.920	87.24
TBV-5	1.00	2.674	0.245	2.230	0.276	2.950	75.60
TBV-5	1.00	3.618	0.275	2.775	0.575	4.193	66.18
TBV-5	1.00	4.363	0.303	3.056	0.951	5.315	57.51
TBV-5	1.00	5.319	0.339	3.328	1.577	6.896	48.26
TBV-5	2.80	0.927	0.141	0.844	0.0	0.927	91.00
TBV-5	2.80	1.854	0.183	1.551	0.032	1.886	82.24
TBV-5	2.80	2.676	0.226	2.082	0.195	2.871	72.50
TBV-5	2.80	3.600	0.259	2.559	0.470	4.070	62.87
TBV-5	2.80	4.376	0.286	2.837	0.803	5.179	54.78
TBV-5	2.80	5.319	0.307	3.060	1.214	6.534	46.84
TBV-5	5.40	0.951	0.134	0.807	0.0	0.951	84.88
TBV-5	5.40	1.854	0.207	1.305	0.092	1.947	67.02
TBV-5	5.40	2.676	0.204	1.850	0.109	2.785	66.42
TBV-5	5.40	3.232	0.227	2.081	0.241	3.474	59.90
TBV-5	5.40	3.600	0.237	2.203	0.332	3.932	56.03
TBV-5	5.40	4.376	0.261	2.382	0.588	4.964	47.99
TBV-5	5.40	5.319	0.274	2.600	0.845	6.165	42.18
TBV-5	7.50	1.351	0.138	0.985	0.0	1.351	72.94
TBV-5	7.50	1.854	0.182	1.162	0.030	1.884	61.69
TBV-5	7.50	2.676	0.189	1.473	0.062	2.738	53.81
TBV-5	7.50	3.600	0.212	1.936	0.188	3.787	51.11
TBV-5	7.50	4.376	0.234	2.199	0.374	4.750	46.29
TBV-5	7.50	5.319	0.252	2.362	0.623	5.943	39.74

Çizelge E.16 : TBV-3 deney verileri

Izgara Tip	Eğim	Kay. Debi	Su Derin.	Tutulan Debi	Debi Düze.	Toplam Debi	**Verim %**
TBV-3	0.50	1.472	0.231	1.470	0.288	1.760	83.51
TBV-3	0.50	1.776	0.256	1.749	0.468	2.244	77.94
TBV-3	0.50	1.980	0.266	1.916	0.581	2.561	74.81
TBV-3	0.50	2.407	0.302	2.243	0.958	3.365	66.65
TBV-3	0.50	2.926	0.331	2.602	1.417	4.343	59.91
TBV-3	1.00	0.501	0.117	0.497	0.000	0.501	99.19
TBV-3	1.00	1.020	0.158	0.983	0.036	1.056	93.14
TBV-3	1.00	1.471	0.193	1.358	0.152	1.623	83.67
TBV-3	1.00	1.990	0.216	1.767	0.317	2.307	76.63
TBV-3	1.00	2.400	0.239	2.033	0.523	2.923	69.54
TBV-3	1.00	2.926	0.267	2.361	0.867	3.793	62.24
TBV-3	2.80	0.510	0.111	0.479	0.0	0.510	93.88
TBV-3	2.80	1.020	0.144	0.910	0.018	1.038	87.70
TBV-3	2.80	1.472	0.178	1.264	0.107	1.579	80.01
TBV-3	2.80	1.980	0.204	1.622	0.259	2.239	72.45
TBV-3	2.80	2.407	0.225	1.877	0.442	2.849	65.90
TBV-3	2.80	2.926	0.242	2.138	0.668	3.594	59.48
TBV-3	5.40	0.523	0.105	0.459	0.0	0.523	87.64
TBV-3	5.40	1.020	0.163	0.767	0.051	1.071	71.63
TBV-3	5.40	1.472	0.160	1.119	0.060	1.532	73.08
TBV-3	5.40	1.778	0.179	1.290	0.133	1.911	67.54
TBV-3	5.40	1.980	0.187	1.389	0.183	2.163	64.24
TBV-3	5.40	2.407	0.205	1.563	0.323	2.730	57.25
TBV-3	5.40	2.926	0.215	1.789	0.465	3.391	52.75
TBV-3	7.50	0.743	0.109	0.567	0.0	0.743	76.34
TBV-3	7.50	1.020	0.143	0.682	0.017	1.037	65.78
TBV-3	7.50	1.472	0.149	0.890	0.034	1.506	59.10
TBV-3	7.50	1.980	0.167	1.214	0.103	2.083	58.29
TBV-3	7.50	2.407	0.184	1.431	0.206	2.613	54.76
TBV-3	7.50	2.926	0.198	1.610	0.343	3.269	49.26

Çizelge E.17 : OREL ızgarası için deney veri ve analiz sonuçları

Boyuna Eğim (%)	Verim(%) Qt/Q	Tutulan Debi (m3/s)	Toplam Debi (m3/s)	Yayılma Miktarı T (m)	Izgara Genişliği W (m)	Izgara Uzunluğu L (m)	Derinlik d (m)	W/T	W/d	QF/WLV	Hız V (m/s)	F Sayısı
0,5	0,78	0,049	0,063	1,98	0,508	0,78	0,079	0,26	6,43	0,255	0,614	0,987
0,5	0,75	0,054	0,072	2,05	0,508	0,78	0,082	0,25	6,20	0,287	0,630	0,993
0,5	0,70	0,059	0,084	2,20	0,508	0,78	0,088	0,23	5,77	0,323	0,660	1,005
0,5	0,66	0,063	0,095	2,33	0,508	0,78	0,093	0,22	5,46	0,355	0,685	1,014
0,5	0,63	0,068	0,108	2,45	0,508	0,78	0,098	0,21	5,18	0,393	0,709	1,023
0,5	0,61	0,073	0,12	2,48	0,508	0,78	0,099	0,21	5,13	0,435	0,714	1,025
1	1,00	0,021	0,021	1,01	0,508	0,78	0,041	0,50	12,5	0,119	0,557	1,249
1	0,93	0,028	0,03	1,20	0,508	0,78	0,048	0,42	10,6	0,156	0,622	1,284
1	0,91	0,041	0,045	1,46	0,508	0,78	0,059	0,35	8,68	0,212	0,711	1,327
1	0,83	0,053	0,064	1,65	0,508	0,78	0,066	0,31	7,68	0,284	0,772	1,355
1	0,76	0,062	0,082	1,81	0,508	0,78	0,073	0,28	7,00	0,347	0,821	1,376
1	0,68	0,073	0,107	2,05	0,508	0,78	0,082	0,25	6,20	0,426	0,891	1,404
2,8	0,95	0,02	0,021	0,96	0,508	0,78	0,038	0,53	13,2	0,122	0,899	2,071
2,8	0,97	0,028	0,029	1,10	0,508	0,78	0,044	0,46	11,5	0,158	0,982	2,117
2,8	0,91	0,04	0,044	1,36	0,508	0,78	0,055	0,37	9,31	0,215	1,136	2,195
2,8	0,81	0,051	0,063	1,57	0,508	0,78	0,063	0,32	8,09	0,286	1,247	2,247
2,8	0,76	0,06	0,079	1,69	0,508	0,78	0,068	0,30	7,51	0,346	1,311	2,276
2,8	0,70	0,071	0,101	1,87	0,508	0,78	0,075	0,27	6,80	0,421	1,400	2,313
5,4	0,95	0,02	0,021	0,96	0,508	0,78	0,038	0,53	13,2	0,122	1,248	2,876
5,4	0,90	0,027	0,03	1,26	0,508	0,78	0,051	0,40	10,0	0,152	1,500	3,011
5,4	0,91	0,039	0,043	1,23	0,508	0,78	0,049	0,41	10,2	0,221	1,476	2,999
5,4	0,83	0,05	0,06	1,39	0,508	0,78	0,056	0,36	9,11	0,289	1,601	3,060
5,4	0,80	0,06	0,075	1,49	0,508	0,78	0,059	0,34	8,55	0,351	1,670	3,093
5,4	0,73	0,069	0,095	1,64	0,508	0,78	0,066	0,31	7,75	0,423	1,782	3,143
7,5	0,90	0,019	0,021	0,78	0,508	0,78	0,031	0,65	16,1	0,135	1,286	3,277
7,5	0,86	0,025	0,029	1,08	0,508	0,78	0,043	0,47	11,7	0,159	1,593	3,457
7,5	0,88	0,037	0,042	1,11	0,508	0,78	0,045	0,46	11,4	0,227	1,623	3,473
7,5	0,85	0,05	0,059	1,30	0,508	0,78	0,052	0,39	9,80	0,295	1,796	3,562
7,5	0,81	0,059	0,073	1,41	0,508	0,78	0,056	0,36	9,01	0,350	1,900	3,613
7,5	0,75	0,069	0,092	1,51	0,508	0,78	0,060	0,34	8,42	0,427	1,988	3,654

Çizelge E.18 : ORET ızgarası için deney veri ve analiz sonuçları

Boyuna Eğim (%)	Verim(%)Qt/Q	Tutulan Debi (m3/s)	Toplam Debi (m3/s)	Yayılma Miktarı T (m)	Izgara Genişliği W (m)	Izgara Uzunluğu L (m)	Derinlik d (m)	W/T	W/d	QF/WLV	Hız V (m/s)	F Sayısı
0,5	0,78	0,029	0,037	2,00	0,495	0,812	0,08	0,25	6,17	0,15	0,62	0,99
0,5	0,82	0,04	0,049	1,78	0,495	0,812	0,07	0,28	6,97	0,21	0,57	0,97
0,5	0,75	0,047	0,063	1,97	0,495	0,812	0,08	0,25	6,27	0,25	0,61	0,99
0,5	0,69	0,05	0,072	2,05	0,495	0,812	0,08	0,24	6,04	0,28	0,63	0,99
0,5	0,60	0,058	0,096	2,35	0,495	0,812	0,09	0,21	5,27	0,35	0,69	1,02
0,5	0,55	0,066	0,121	2,49	0,495	0,812	0,10	0,20	4,97	0,43	0,72	1,03
1	1,00	0,014	0,014	1,00	0,495	0,812	0,04	0,50	12,40	0,08	0,55	1,25
1	0,90	0,019	0,021	0,98	0,495	0,812	0,04	0,51	12,69	0,12	0,54	1,24
1	0,83	0,025	0,03	1,20	0,495	0,812	0,05	0,41	10,34	0,15	0,62	1,28
1	0,78	0,036	0,046	1,47	0,495	0,812	0,06	0,34	8,41	0,21	0,71	1,33
1	0,72	0,046	0,064	1,65	0,495	0,812	0,07	0,30	7,52	0,28	0,77	1,35
1	0,56	0,061	0,109	2,12	0,495	0,812	0,08	0,23	5,84	0,42	0,91	1,41
2,8	0,88	0,007	0,008	0,66	0,495	0,812	0,03	0,75	18,67	0,06	0,70	1,95
2,8	0,86	0,018	0,021	0,97	0,495	0,812	0,04	0,51	12,79	0,12	0,90	2,07
2,8	0,83	0,024	0,029	1,10	0,495	0,812	0,04	0,45	11,28	0,16	0,98	2,12
2,8	0,77	0,034	0,044	1,35	0,495	0,812	0,05	0,37	9,18	0,21	1,13	2,19
2,8	0,68	0,043	0,063	1,57	0,495	0,812	0,06	0,32	7,88	0,28	1,25	2,25
2,8	0,54	0,055	0,102	1,88	0,495	0,812	0,08	0,26	6,57	0,42	1,41	2,32
5,4	0,75	0,006	0,008	0,58	0,495	0,812	0,02	0,85	21,37	0,06	0,89	2,64
5,4	0,76	0,016	0,021	1,01	0,495	0,812	0,04	0,49	12,30	0,12	1,29	2,90
5,4	0,73	0,022	0,03	1,26	0,495	0,812	0,05	0,39	9,78	0,15	1,50	3,01
5,4	0,70	0,03	0,043	1,21	0,495	0,812	0,05	0,41	10,21	0,22	1,46	2,99
5,4	0,62	0,037	0,06	1,40	0,495	0,812	0,06	0,35	8,83	0,28	1,61	3,06
5,4	0,49	0,047	0,095	1,63	0,495	0,812	0,07	0,30	7,59	0,42	1,78	3,14
7,5	0,75	0,006	0,008	0,55	0,495	0,812	0,02	0,90	22,56	0,06	1,01	3,09
7,5	0,71	0,015	0,021	0,81	0,495	0,812	0,03	0,61	15,32	0,13	1,31	3,29
7,5	0,66	0,019	0,029	1,10	0,495	0,812	0,04	0,45	11,28	0,16	1,61	3,47
7,5	0,60	0,025	0,042	1,10	0,495	0,812	0,04	0,45	11,20	0,22	1,62	3,47
7,5	0,56	0,033	0,059	1,32	0,495	0,812	0,05	0,38	9,39	0,29	1,82	3,57
7,5	0,47	0,044	0,093	1,55	0,495	0,812	0,06	0,32	8,00	0,42	2,02	3,67

Çizelge E.19 : TB45-1 ızgarası için deney veri ve analiz sonuçları

Boyuna Eğim (%)	Verim(%)Qt/Q	Tutulan Debi (m3/s)	Toplam Debi (m3/s)	Yayılma Miktarı T (m)	Izgara Genişliği W (m)	Izgara Uzunluğu L (m)	Derinlik d (m)	W/T	W/d	QF/WLV	Hız V (m/s)	F Sayısı
0,5	0,79	0,05	0,063	1,97	0,508	0,8	0,08	0,26	6,46	0,25	0,61	0,99
0,5	0,76	0,055	0,072	2,07	0,508	0,8	0,08	0,25	6,15	0,28	0,63	0,99
0,5	0,71	0,06	0,084	2,21	0,508	0,8	0,09	0,23	5,75	0,31	0,66	1,01
0,5	0,68	0,065	0,095	2,33	0,508	0,8	0,09	0,22	5,45	0,35	0,69	1,01
0,5	0,65	0,07	0,108	2,42	0,508	0,8	0,10	0,21	5,24	0,39	0,70	1,02
0,5	0,63	0,076	0,12	2,48	0,508	0,8	0,10	0,20	5,11	0,42	0,72	1,03
1	0,89	0,05	0,056	1,57	0,508	0,8	0,06	0,32	8,09	0,25	0,75	1,34
1	0,86	0,055	0,064	1,65	0,508	0,8	0,07	0,31	7,68	0,28	0,77	1,35
1	0,82	0,06	0,073	1,74	0,508	0,8	0,07	0,29	7,31	0,31	0,80	1,37
1	0,79	0,065	0,082	1,84	0,508	0,8	0,07	0,28	6,92	0,34	0,83	1,38
1	0,74	0,071	0,096	1,97	0,508	0,8	0,08	0,26	6,44	0,38	0,87	1,40
1	0,70	0,076	0,109	2,12	0,508	0,8	0,08	0,24	6,00	0,42	0,91	1,41
2,8	0,89	0,049	0,055	1,48	0,508	0,8	0,06	0,34	8,59	0,25	1,20	2,23
2,8	0,86	0,054	0,063	1,56	0,508	0,8	0,06	0,33	8,13	0,28	1,24	2,25
2,8	0,82	0,058	0,071	1,62	0,508	0,8	0,06	0,31	7,82	0,31	1,28	2,26
2,8	0,80	0,063	0,079	1,69	0,508	0,8	0,07	0,30	7,51	0,34	1,31	2,28
2,8	0,76	0,068	0,09	1,77	0,508	0,8	0,07	0,29	7,18	0,38	1,35	2,29
2,8	0,72	0,073	0,101	1,87	0,508	0,8	0,07	0,27	6,80	0,41	1,40	2,31
5,4	0,93	0,028	0,03	1,25	0,508	0,8	0,05	0,41	10,16	0,15	1,49	3,00
5,4	0,91	0,039	0,043	1,21	0,508	0,8	0,05	0,42	10,48	0,22	1,46	2,99
5,4	0,85	0,05	0,059	1,39	0,508	0,8	0,06	0,37	9,16	0,28	1,59	3,06
5,4	0,80	0,06	0,075	1,49	0,508	0,8	0,06	0,34	8,55	0,34	1,67	3,09
5,4	0,77	0,065	0,084	1,55	0,508	0,8	0,06	0,33	8,21	0,38	1,72	3,11
5,4	0,74	0,07	0,095	1,64	0,508	0,8	0,07	0,31	7,75	0,41	1,78	3,14
7,5	0,95	0,02	0,021	1,58	0,508	0,8	0,06	0,32	8,01	0,09	2,05	3,68
7,5	0,86	0,036	0,042	1,14	0,508	0,8	0,05	0,45	11,19	0,22	1,64	3,49
7,5	0,84	0,049	0,058	1,26	0,508	0,8	0,05	0,40	10,10	0,29	1,76	3,54
7,5	0,79	0,058	0,073	1,40	0,508	0,8	0,06	0,36	9,06	0,34	1,89	3,61
7,5	0,77	0,063	0,082	1,46	0,508	0,8	0,06	0,35	8,73	0,38	1,94	3,63
7,5	0,73	0,067	0,092	1,53	0,508	0,8	0,06	0,33	8,29	0,41	2,01	3,66

Çizelge E.20 : TB45-3 ızgarası için deney veri ve analiz sonuçları

Boyuna Eğim (%)	Verim(%)Qt/Q	Tutulan Debi (m3/s)	Toplam Debi (m3/s)	Yayılma Miktarı T (m)	Izgara Genişliği W (m)	Izgara Uzunluğu L (m)	Derinlik d (m)	W/T	W/d	QF/WLV	Hız V (m/s)	F Sayısı
0,5	0,79	0,05	0,063	1,97	0,59	0,682	0,08	0,30	7,50	0,25	0,61	0,99
0,5	0,76	0,055	0,072	2,06	0,59	0,682	0,08	0,29	7,17	0,28	0,63	0,99
0,5	0,72	0,06	0,083	2,19	0,59	0,682	0,09	0,27	6,72	0,31	0,66	1,00
0,5	0,70	0,066	0,094	2,30	0,59	0,682	0,09	0,26	6,41	0,35	0,68	1,01
0,5	0,67	0,072	0,107	2,41	0,59	0,682	0,10	0,25	6,13	0,39	0,70	1,02
0,5	0,65	0,078	0,12	2,48	0,59	0,682	0,10	0,24	5,94	0,43	0,72	1,03
1	0,95	0,035	0,037	1,36	0,59	0,682	0,05	0,43	10,87	0,18	0,68	1,31
1	0,88	0,049	0,056	1,57	0,59	0,682	0,06	0,38	9,40	0,25	0,75	1,34
1	0,84	0,054	0,064	1,65	0,59	0,682	0,07	0,36	8,96	0,28	0,77	1,35
1	0,79	0,065	0,082	1,81	0,59	0,682	0,07	0,33	8,17	0,34	0,82	1,37
1	0,76	0,071	0,094	1,94	0,59	0,682	0,08	0,30	7,59	0,38	0,86	1,39
1	0,72	0,077	0,107	2,07	0,59	0,682	0,08	0,28	7,12	0,42	0,90	1,41
2,8	0,97	0,028	0,029	1,11	0,59	0,682	0,04	0,53	13,26	0,15	0,99	2,12
2,8	0,92	0,034	0,037	1,29	0,59	0,682	0,05	0,46	11,45	0,18	1,09	2,17
2,8	0,89	0,04	0,045	1,39	0,59	0,682	0,06	0,43	10,64	0,21	1,15	2,20
2,8	0,87	0,048	0,055	1,49	0,59	0,682	0,06	0,40	9,93	0,25	1,20	2,23
2,8	0,83	0,052	0,063	1,58	0,59	0,682	0,06	0,37	9,31	0,28	1,26	2,25
2,8	0,77	0,061	0,079	1,70	0,59	0,682	0,07	0,35	8,68	0,34	1,31	2,28
2,8	0,72	0,073	0,102	1,88	0,59	0,682	0,08	0,31	7,84	0,42	1,41	2,32
5,4	0,90	0,027	0,03	1,27	0,59	0,682	0,05	0,46	11,59	0,15	1,51	3,01
5,4	0,86	0,037	0,043	1,23	0,59	0,682	0,05	0,48	12,02	0,22	1,47	3,00
5,4	0,83	0,044	0,053	1,32	0,59	0,682	0,05	0,45	11,19	0,26	1,54	3,03
5,4	0,82	0,049	0,06	1,39	0,59	0,682	0,06	0,43	10,64	0,29	1,59	3,06
5,4	0,77	0,058	0,075	1,52	0,59	0,682	0,06	0,39	9,73	0,34	1,69	3,10
5,4	0,71	0,067	0,095	1,64	0,59	0,682	0,07	0,36	9,00	0,42	1,78	3,14
7,5	0,83	0,024	0,029	1,07	0,59	0,682	0,04	0,55	13,83	0,16	1,58	3,45
7,5	0,83	0,029	0,035	1,06	0,59	0,682	0,04	0,56	13,93	0,19	1,57	3,44
7,5	0,81	0,034	0,042	1,14	0,59	0,682	0,05	0,52	12,99	0,22	1,64	3,49
7,5	0,78	0,045	0,058	1,26	0,59	0,682	0,05	0,47	11,73	0,29	1,76	3,54
7,5	0,74	0,054	0,073	1,40	0,59	0,682	0,06	0,42	10,52	0,35	1,89	3,61
7,5	0,67	0,062	0,092	1,53	0,59	0,682	0,06	0,39	9,63	0,42	2,01	3,66
13	0,79	0,011	0,014	0,70	0,59	0,682	0,03	0,84	21,04	0,09	1,57	4,23
13	0,69	0,02	0,029	0,83	0,59	0,682	0,03	0,71	17,76	0,18	1,76	4,36
13	0,69	0,029	0,042	1,02	0,59	0,682	0,04	0,58	14,45	0,23	2,02	4,51
13	0,70	0,039	0,056	1,10	0,59	0,682	0,04	0,54	13,44	0,30	2,12	4,56
13	0,67	0,047	0,07	1,23	0,59	0,682	0,05	0,48	11,95	0,35	2,29	4,65
13	0,64	0,056	0,088	1,36	0,59	0,682	0,05	0,43	10,81	0,42	2,45	4,73

Çizelge E.21 : TB45-5 ızgarası için deney veri ve analiz sonuçları

Boyuna Eğim (%)	Verim (%)Qt/Q	Tutulan Debi (m3/s)	Toplam Debi (m3/s)	Yayılma Miktarı T (m)	Izgara Genişliği W (m)	Izgara Uzunluğu L (m)	Derinlik d (m)	W/T	W/d	QF/WLV	Hız V (m/s)	F Sayısı
0,5	0,68	0,078	0,115	2,50	0,749	0,863	0,10	0,30	7,49	0,25	0,72	1,03
0,5	0,65	0,085	0,131	2,61	0,749	0,863	0,10	0,29	7,19	0,28	0,74	1,03
0,5	0,59	0,09	0,152	2,79	0,749	0,863	0,11	0,27	6,71	0,32	0,77	1,05
0,5	0,56	0,096	0,172	2,93	0,749	0,863	0,12	0,26	6,40	0,35	0,80	1,05
0,5	0,52	0,101	0,195	3,06	0,749	0,863	0,12	0,25	6,13	0,39	0,82	1,06
0,5	0,48	0,106	0,219	3,15	0,749	0,863	0,13	0,24	5,94	0,43	0,84	1,07
1	0,85	0,058	0,068	1,72	0,749	0,863	0,07	0,43	10,8	0,18	0,79	1,36
1	0,77	0,079	0,103	1,99	0,749	0,863	0,08	0,38	9,42	0,26	0,87	1,40
1	0,74	0,086	0,117	2,09	0,749	0,863	0,08	0,36	8,97	0,28	0,90	1,41
1	0,66	0,098	0,149	2,29	0,749	0,863	0,09	0,33	8,16	0,34	0,96	1,43
1	0,60	0,103	0,171	2,47	0,749	0,863	0,10	0,30	7,58	0,38	1,01	1,45
1	0,55	0,108	0,195	2,63	0,749	0,863	0,11	0,28	7,12	0,42	1,05	1,46
2,8	0,91	0,048	0,053	1,41	0,749	0,863	0,06	0,53	13,2	0,16	1,16	2,21
2,8	0,85	0,057	0,067	1,63	0,749	0,863	0,07	0,46	11,4	0,18	1,28	2,26
2,8	0,83	0,067	0,081	1,76	0,749	0,863	0,07	0,43	10,6	0,21	1,35	2,29
2,8	0,77	0,077	0,1	1,89	0,749	0,863	0,08	0,40	9,91	0,25	1,41	2,32
2,8	0,72	0,083	0,115	2,01	0,749	0,863	0,08	0,37	9,31	0,28	1,47	2,34
2,8	0,65	0,093	0,144	2,16	0,749	0,863	0,09	0,35	8,65	0,34	1,54	2,37
2,8	0,56	0,104	0,186	2,39	0,749	0,863	0,10	0,31	7,83	0,42	1,65	2,41
5,4	0,84	0,046	0,055	1,62	0,749	0,863	0,06	0,46	11,5	0,15	1,77	3,14
5,4	0,78	0,061	0,078	1,56	0,749	0,863	0,06	0,48	11,9	0,22	1,73	3,12
5,4	0,74	0,071	0,096	1,67	0,749	0,863	0,07	0,45	11,2	0,26	1,80	3,15
5,4	0,71	0,077	0,109	1,77	0,749	0,863	0,07	0,42	10,5	0,29	1,87	3,18
5,4	0,65	0,089	0,137	1,93	0,749	0,863	0,08	0,39	9,71	0,34	1,99	3,23
5,4	0,57	0,098	0,173	2,08	0,749	0,863	0,08	0,36	9,00	0,42	2,09	3,27
7,5	0,77	0,041	0,053	1,36	0,749	0,863	0,05	0,55	13,8	0,16	1,85	3,59
7,5	0,77	0,049	0,064	1,35	0,749	0,863	0,05	0,56	13,8	0,19	1,84	3,59
7,5	0,73	0,056	0,077	1,44	0,749	0,863	0,06	0,52	13,0	0,22	1,93	3,63
7,5	0,67	0,071	0,106	1,60	0,749	0,863	0,06	0,47	11,7	0,29	2,07	3,69
7,5	0,62	0,083	0,133	1,78	0,749	0,863	0,07	0,42	10,5	0,35	2,22	3,75
7,5	0,54	0,091	0,167	1,95	0,749	0,863	0,08	0,38	9,60	0,42	2,36	3,81
13	0,77	0,02	0,026	0,88	0,749	0,863	0,04	0,85	21,18	0,10	1,83	4,40
13	0,67	0,035	0,052	1,05	0,749	0,863	0,04	0,71	17,8	0,18	2,06	4,53
13	0,65	0,049	0,075	1,30	0,749	0,863	0,05	0,57	14,3	0,23	2,37	4,69
13	0,61	0,063	0,103	1,39	0,749	0,863	0,06	0,54	13,4	0,30	2,48	4,75
13	0,57	0,073	0,128	1,57	0,749	0,863	0,06	0,48	11,9	0,36	2,69	4,84
13	0,52	0,083	0,16	1,74	0,749	0,863	0,07	0,43	10,7	0,42	2,88	4,93

Çizelge E.22 : MASS ızgarası için deney veri ve analiz sonuçları

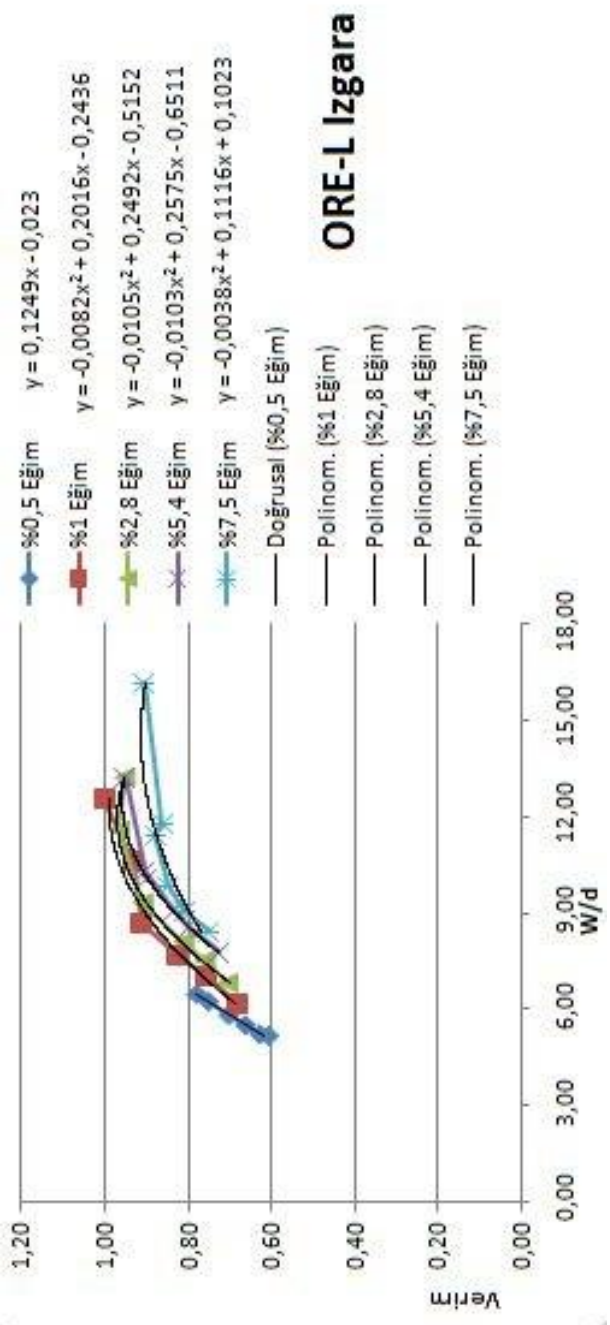
Boyuna Eğim (%)	Verim(%)Qt/Q	Tutulan Debi (m3/s)	Toplam Debi (m3/s)	Yayılma Miktarı T (m)	Izgara Genişliği W (m)	Izgara Uzunluğu L (m)	Derinlik d (m)	W/T	W/d	QF/WLV	Hız V (m/s)	F Sayısı
0,5	0,85	0,035	0,041	1,71	0,597	0,574	0,07	0,35	8,74	0,21	0,56	0,96
0,5	0,84	0,041	0,049	1,77	0,597	0,574	0,07	0,34	8,44	0,24	0,57	0,97
0,5	0,78	0,049	0,063	1,94	0,597	0,574	0,08	0,31	7,71	0,30	0,61	0,98
0,5	0,75	0,054	0,072	2,06	0,597	0,574	0,08	0,29	7,25	0,33	0,63	0,99
0,5	0,71	0,059	0,083	2,19	0,597	0,574	0,09	0,27	6,82	0,37	0,66	1,00
0,5	0,67	0,064	0,095	2,30	0,597	0,574	0,09	0,26	6,49	0,41	0,68	1,01
0,5	0,62	0,076	0,122	2,53	0,597	0,574	0,10	0,24	5,90	0,51	0,72	1,03
1	0,92	0,034	0,037	1,33	0,597	0,574	0,05	0,45	11,1	0,21	0,67	1,31
1	0,87	0,039	0,045	1,46	0,597	0,574	0,06	0,41	10,2	0,25	0,71	1,33
1	0,82	0,046	0,056	1,55	0,597	0,574	0,06	0,38	9,60	0,30	0,74	1,34
1	0,78	0,05	0,064	1,64	0,597	0,574	0,07	0,36	9,11	0,33	0,77	1,35
1	0,73	0,06	0,082	1,81	0,597	0,574	0,07	0,33	8,26	0,40	0,82	1,37
1	0,69	0,072	0,105	1,99	0,597	0,574	0,08	0,30	7,50	0,49	0,87	1,40
2,8	0,93	0,027	0,029	1,10	0,597	0,574	0,04	0,54	13,6	0,18	0,98	2,12
2,8	0,92	0,033	0,036	1,24	0,597	0,574	0,05	0,48	12,0	0,21	1,07	2,16
2,8	0,89	0,039	0,044	1,36	0,597	0,574	0,05	0,44	10,9	0,25	1,14	2,20
2,8	0,81	0,051	0,063	1,55	0,597	0,574	0,06	0,38	9,60	0,33	1,24	2,24
2,8	0,75	0,06	0,08	1,72	0,597	0,574	0,07	0,35	8,67	0,40	1,33	2,28
2,8	0,71	0,071	0,1	1,84	0,597	0,574	0,07	0,33	8,13	0,49	1,38	2,31
5,4	0,86	0,012	0,014	0,78	0,597	0,574	0,03	0,76	19,0	0,10	1,09	2,78
5,4	0,80	0,024	0,03	1,26	0,597	0,574	0,05	0,47	11,8	0,18	1,49	3,01
5,4	0,76	0,029	0,038	1,36	0,597	0,574	0,05	0,44	10,9	0,21	1,58	3,05
5,4	0,74	0,034	0,046	1,45	0,597	0,574	0,06	0,41	10,3	0,25	1,64	3,08
5,4	0,73	0,044	0,06	1,41	0,597	0,574	0,06	0,42	10,5	0,33	1,61	3,07
5,4	0,66	0,05	0,076	1,54	0,597	0,574	0,06	0,39	9,70	0,40	1,71	3,11
5,4	0,61	0,058	0,095	1,64	0,597	0,574	0,07	0,36	9,11	0,49	1,78	3,14
7,5	0,86	0,012	0,014	0,71	0,597	0,574	0,03	0,84	21,0	0,11	1,20	3,22
7,5	0,72	0,021	0,029	1,06	0,597	0,574	0,04	0,56	14,0	0,19	1,57	3,44
7,5	0,71	0,03	0,042	1,14	0,597	0,574	0,05	0,53	13,1	0,26	1,64	3,49
7,5	0,69	0,04	0,058	1,26	0,597	0,574	0,05	0,47	11,8	0,34	1,77	3,55
7,5	0,64	0,047	0,073	1,40	0,597	0,574	0,06	0,43	10,6	0,41	1,89	3,61
7,5	0,57	0,052	0,091	1,50	0,597	0,574	0,06	0,40	9,94	0,49	1,98	3,65
13	0,71	0,01	0,014	0,95	0,597	0,574	0,04	0,63	15,6	0,09	1,93	4,46
13	0,62	0,018	0,029	0,86	0,597	0,574	0,03	0,69	17,3	0,21	1,80	4,38
13	0,62	0,026	0,042	1,04	0,597	0,574	0,04	0,58	14,4	0,27	2,04	4,52
13	0,61	0,034	0,056	1,11	0,597	0,574	0,04	0,54	13,4	0,35	2,14	4,57
13	0,58	0,041	0,071	1,26	0,597	0,574	0,05	0,47	11,8	0,42	2,33	4,67
13	0,53	0,047	0,089	1,39	0,597	0,574	0,06	0,43	10,7	0,50	2,48	4,75

Çizelge E.23 : TBV-3 ızgarası için deney veri ve analiz sonuçları

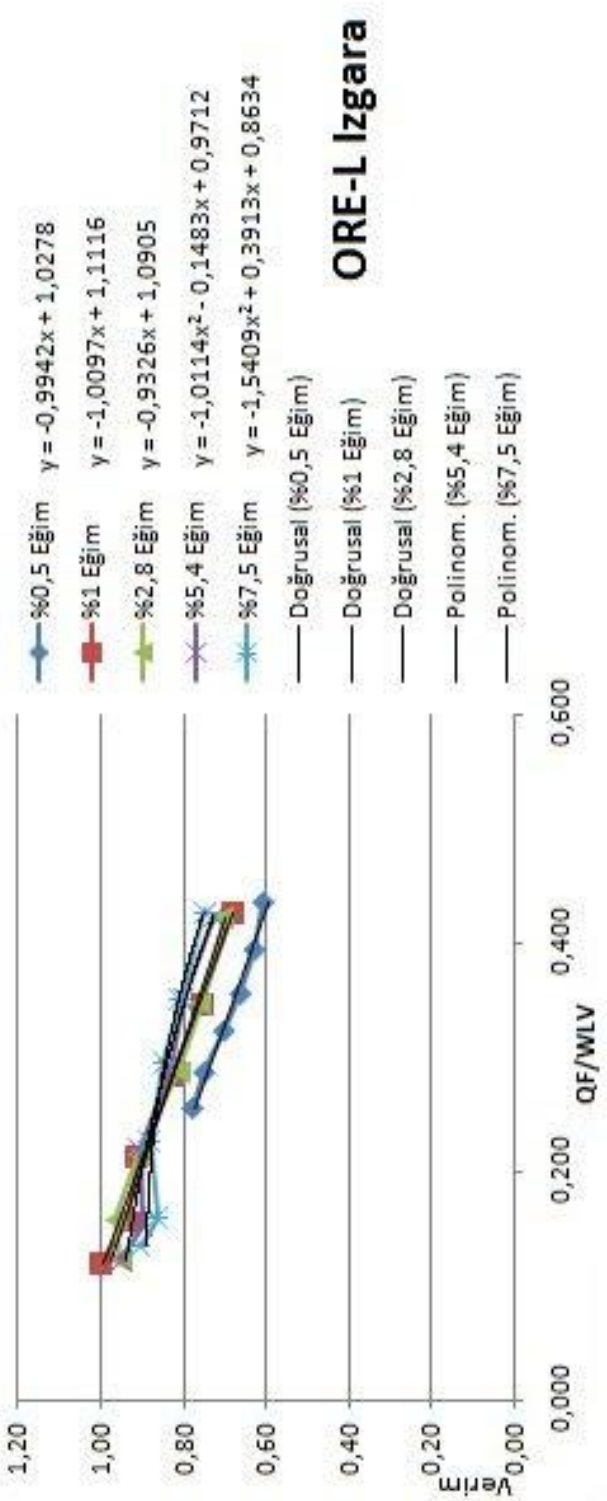
Boyuna Eğim (%)	Verim(%)Qt/Q	Tutulan Debi (m3/s)	Toplam Debi (m3/s)	Yayılma Miktarı T (m)	Izgara Genişliği W (m)	Izgara Uzunluğu L (m)	Derinlik d (m)	W/T	W/d	QF/WLV	Hız V (m/s)	F Sayısı
0,5	0,84	0,041	0,049	1,76	0,59	0,682	0,07	0,34	8,38	0,21	0,57	0,97
0,5	0,78	0,049	0,063	1,95	0,59	0,682	0,08	0,30	7,56	0,25	0,61	0,98
0,5	0,75	0,054	0,072	2,03	0,59	0,682	0,08	0,29	7,28	0,28	0,62	0,99
0,5	0,67	0,063	0,094	2,30	0,59	0,682	0,09	0,26	6,41	0,35	0,68	1,01
0,5	0,60	0,073	0,122	2,52	0,59	0,682	0,10	0,23	5,85	0,43	0,72	1,03
1	1,00	0,014	0,014	0,89	0,59	0,682	0,04	0,66	16,54	0,08	0,51	1,22
1	0,93	0,028	0,03	1,20	0,59	0,682	0,05	0,49	12,25	0,15	0,62	1,29
1	0,84	0,038	0,045	1,47	0,59	0,682	0,06	0,40	10,03	0,21	0,71	1,33
1	0,75	0,049	0,065	1,65	0,59	0,682	0,07	0,36	8,96	0,28	0,77	1,35
1	0,70	0,057	0,082	1,82	0,59	0,682	0,07	0,32	8,10	0,34	0,82	1,38
1	0,62	0,066	0,106	2,03	0,59	0,682	0,08	0,29	7,25	0,42	0,89	1,40
2,8	0,93	0,013	0,014	0,85	0,59	0,682	0,03	0,70	17,44	0,09	0,83	2,03
2,8	0,86	0,025	0,029	1,10	0,59	0,682	0,04	0,54	13,44	0,16	0,98	2,12
2,8	0,80	0,035	0,044	1,36	0,59	0,682	0,05	0,43	10,87	0,21	1,13	2,19
2,8	0,71	0,045	0,063	1,55	0,59	0,682	0,06	0,38	9,49	0,28	1,24	2,24
2,8	0,66	0,053	0,08	1,71	0,59	0,682	0,07	0,34	8,60	0,34	1,32	2,28
2,8	0,59	0,06	0,101	1,84	0,59	0,682	0,07	0,32	8,00	0,42	1,39	2,31
5,4	0,87	0,013	0,015	0,80	0,59	0,682	0,03	0,74	18,44	0,09	1,11	2,79
5,4	0,70	0,021	0,03	1,24	0,59	0,682	0,05	0,48	11,88	0,15	1,48	3,00
5,4	0,72	0,031	0,043	1,22	0,59	0,682	0,05	0,48	12,10	0,22	1,46	2,99
5,4	0,67	0,036	0,054	1,36	0,59	0,682	0,05	0,43	10,81	0,26	1,58	3,05
5,4	0,64	0,039	0,061	1,42	0,59	0,682	0,06	0,41	10,35	0,29	1,62	3,07
5,4	0,58	0,044	0,076	1,56	0,59	0,682	0,06	0,38	9,44	0,34	1,73	3,12
5,4	0,53	0,05	0,095	1,64	0,59	0,682	0,07	0,36	9,00	0,42	1,78	3,14
7,5	0,76	0,016	0,021	0,83	0,59	0,682	0,03	0,71	17,76	0,13	1,34	3,31
7,5	0,66	0,019	0,029	1,09	0,59	0,682	0,04	0,54	13,54	0,16	1,60	3,46
7,5	0,60	0,025	0,042	1,14	0,59	0,682	0,05	0,52	12,99	0,22	1,64	3,49
7,5	0,59	0,034	0,058	1,27	0,59	0,682	0,05	0,46	11,59	0,29	1,77	3,55
7,5	0,55	0,04	0,073	1,40	0,59	0,682	0,06	0,42	10,52	0,35	1,89	3,61
7,5	0,49	0,045	0,092	1,51	0,59	0,682	0,06	0,39	9,78	0,42	1,99	3,65

Çizelge E.24 : TBV-5 ızgarası için deney veri ve analiz sonuçları

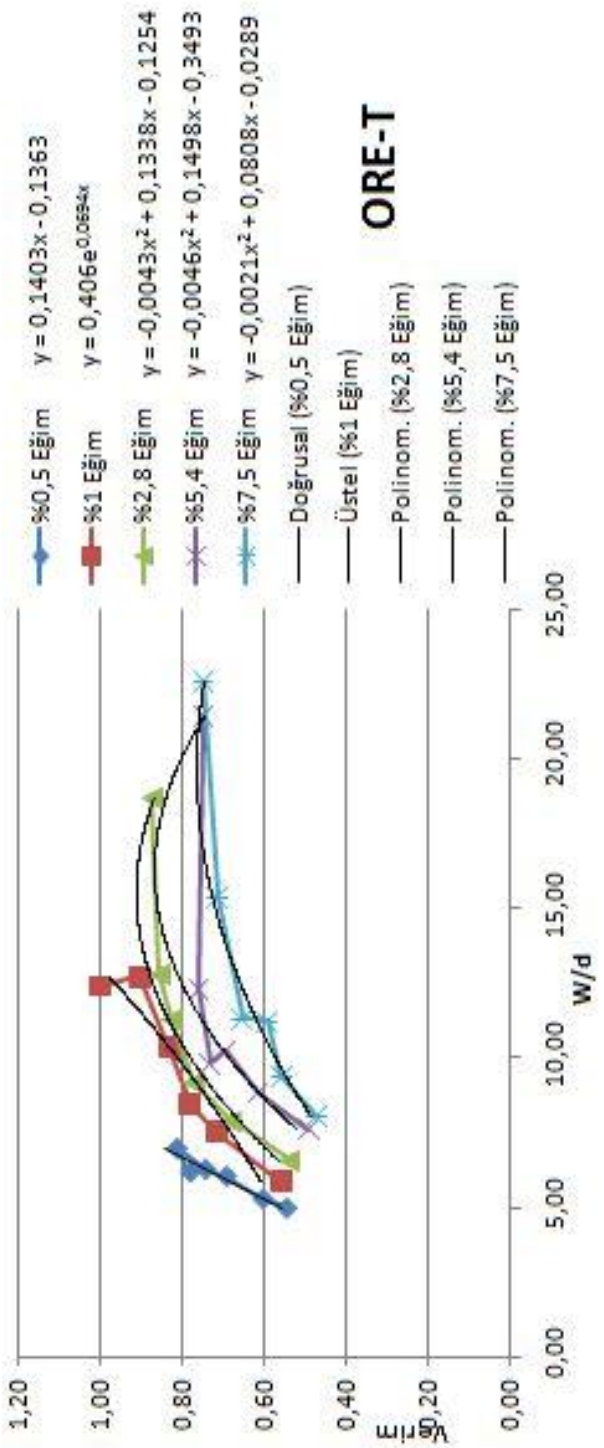
Boyuna Eğim (%)	Verim(%)Qt/Q	Tutulan Debi (m3/s)	Toplam Debi (m3/s)	Yayılma Miktarı T (m)	Izgara Genişliği W (m)	Izgara Uzunluğu L (m)	Derinlik d (m)	W/T	W/d	QF/WLV	Hız V (m/s)	F Sayısı
0,5	0,74	0,067	0,09	2,23	0,749	0,863	0,09	0,34	8,39	0,21	0,67	1,01
0,5	0,68	0,077	0,114	2,48	0,749	0,863	0,10	0,30	7,56	0,25	0,71	1,02
0,5	0,64	0,083	0,13	2,58	0,749	0,863	0,10	0,29	7,27	0,28	0,73	1,03
0,5	0,53	0,091	0,171	2,92	0,749	0,863	0,12	0,26	6,42	0,35	0,80	1,05
0,5	0,44	0,098	0,221	3,21	0,749	0,863	0,13	0,23	5,84	0,43	0,85	1,07
1	0,96	0,025	0,026	1,13	0,749	0,863	0,05	0,66	16,60	0,09	0,60	1,27
1	0,87	0,047	0,054	1,52	0,749	0,863	0,06	0,49	12,29	0,15	0,73	1,34
1	0,75	0,062	0,083	1,87	0,749	0,863	0,07	0,40	10,03	0,21	0,84	1,38
1	0,67	0,078	0,117	2,10	0,749	0,863	0,08	0,36	8,94	0,28	0,90	1,41
1	0,58	0,086	0,149	2,31	0,749	0,863	0,09	0,32	8,11	0,34	0,96	1,43
1	0,48	0,093	0,193	2,58	0,749	0,863	0,10	0,29	7,25	0,42	1,04	1,46
2,8	0,92	0,024	0,026	1,07	0,749	0,863	0,04	0,70	17,43	0,09	0,97	2,11
2,8	0,81	0,043	0,053	1,39	0,749	0,863	0,06	0,54	13,43	0,16	1,15	2,20
2,8	0,73	0,058	0,08	1,72	0,749	0,863	0,07	0,43	10,87	0,21	1,33	2,28
2,8	0,63	0,072	0,114	1,97	0,749	0,863	0,08	0,38	9,49	0,28	1,45	2,33
2,8	0,54	0,079	0,145	2,18	0,749	0,863	0,09	0,34	8,59	0,34	1,55	2,37
2,8	0,47	0,086	0,183	2,34	0,749	0,863	0,09	0,32	8,00	0,42	1,63	2,40
5,4	0,85	0,023	0,027	1,02	0,749	0,863	0,04	0,73	18,34	0,09	1,30	2,91
5,4	0,69	0,037	0,054	1,58	0,749	0,863	0,06	0,47	11,87	0,15	1,74	3,12
5,4	0,67	0,052	0,078	1,55	0,749	0,863	0,06	0,48	12,05	0,22	1,72	3,12
5,4	0,60	0,058	0,097	1,73	0,749	0,863	0,07	0,43	10,83	0,26	1,85	3,17
5,4	0,56	0,062	0,11	1,81	0,749	0,863	0,07	0,41	10,37	0,29	1,90	3,19
5,4	0,48	0,067	0,139	1,99	0,749	0,863	0,08	0,38	9,42	0,34	2,03	3,25
5,4	0,42	0,073	0,173	2,09	0,749	0,863	0,08	0,36	8,97	0,42	2,09	3,27
7,5	0,74	0,028	0,038	1,05	0,749	0,863	0,04	0,71	17,81	0,13	1,56	3,44
7,5	0,62	0,033	0,053	1,39	0,749	0,863	0,06	0,54	13,50	0,16	1,88	3,60
7,5	0,53	0,041	0,077	1,44	0,749	0,863	0,06	0,52	13,00	0,22	1,93	3,63
7,5	0,51	0,054	0,106	1,62	0,749	0,863	0,06	0,46	11,59	0,29	2,08	3,70
7,5	0,47	0,062	0,133	1,78	0,749	0,863	0,07	0,42	10,50	0,35	2,22	3,76
7,5	0,40	0,066	0,166	1,92	0,749	0,863	0,08	0,39	9,75	0,42	2,33	3,80



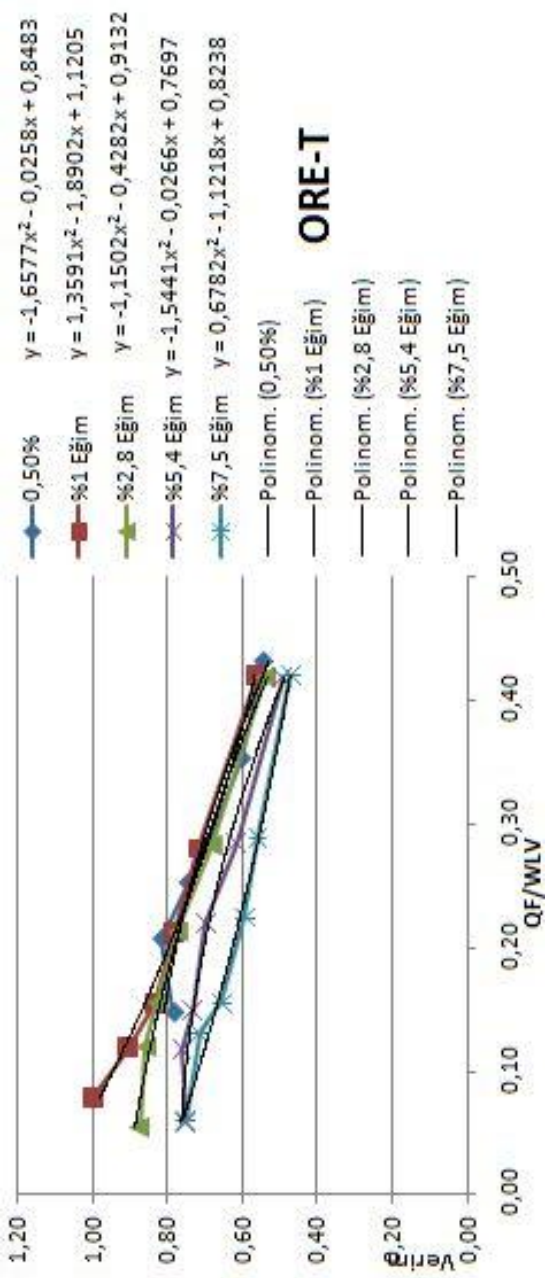
Şekil E.25 : ORE-L tipi ızgara Verim-W/d ifadesi arasındaki ilişki



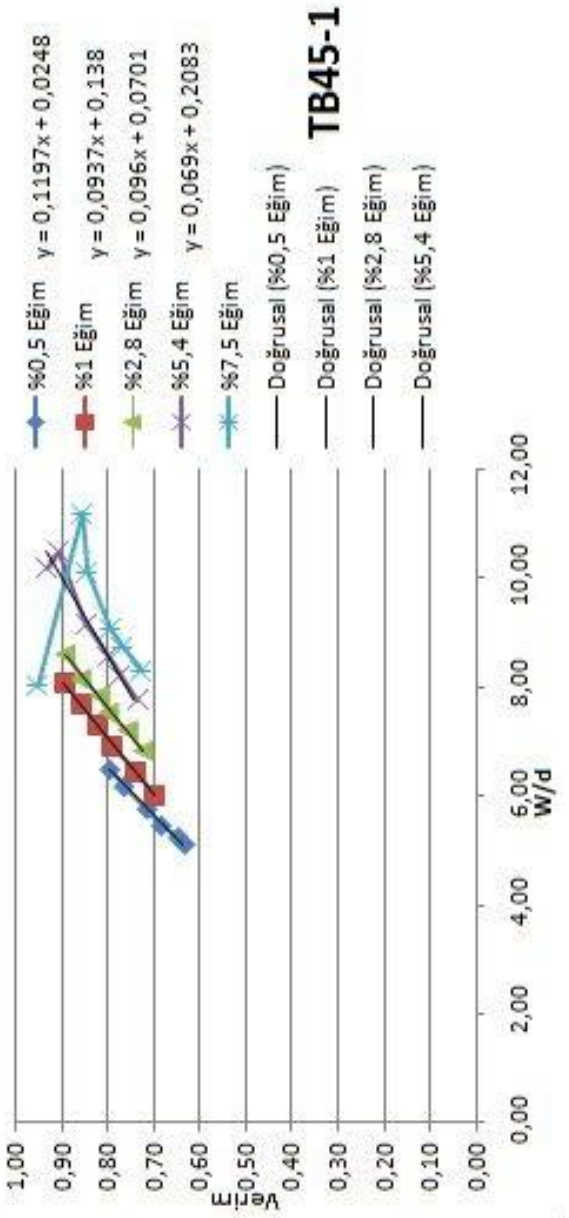
Şekil E.26 : ORE-L tipi ızgara Verim-QF/WLV ifadesi arasındaki ilişki



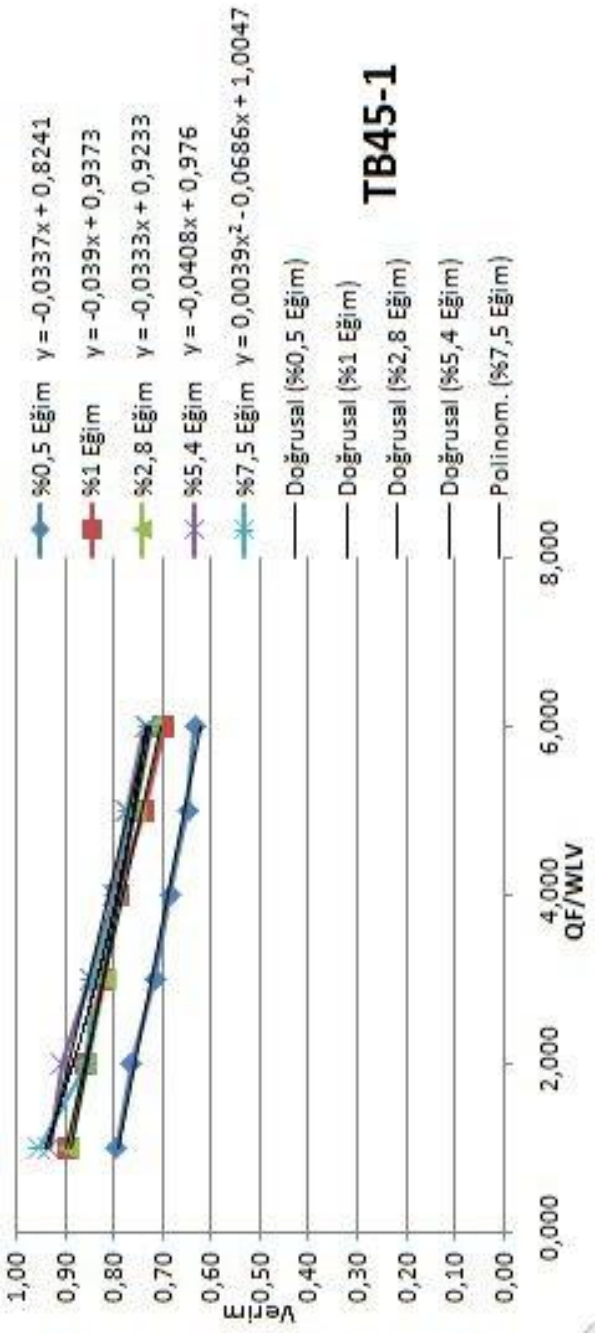
Şekil E.27 : ORE-T tipi ızgara Verim-W/d ifadesi arasındaki ilişki



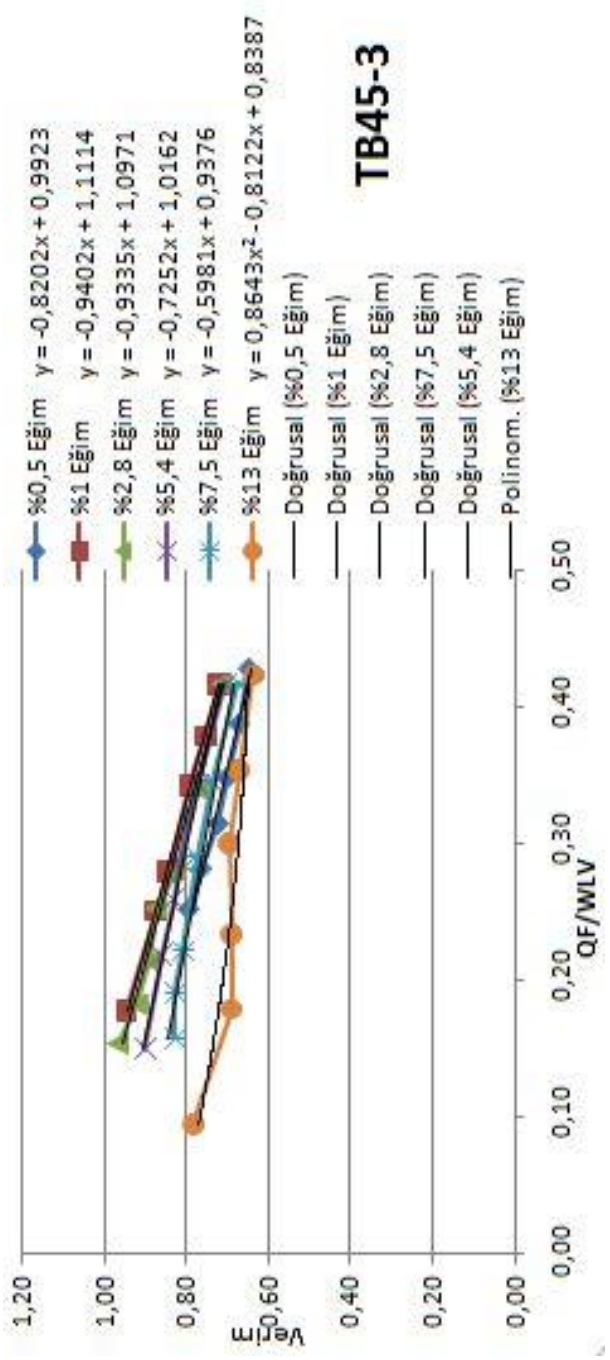
Şekil E.28 : ORE-T tipi ızgara Verim-QF/WLV ifadesi arasındaki ilişki



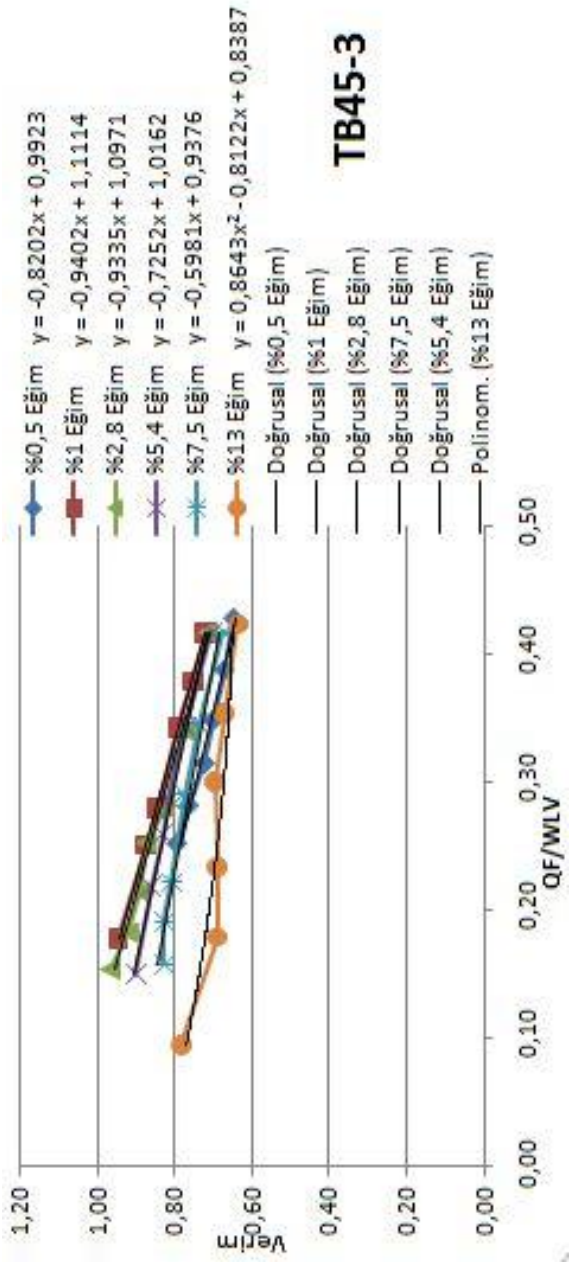
Şekil E.29 : TB45-1 tipi ızgara Verim-W/d ifadesi arasındaki ilişki



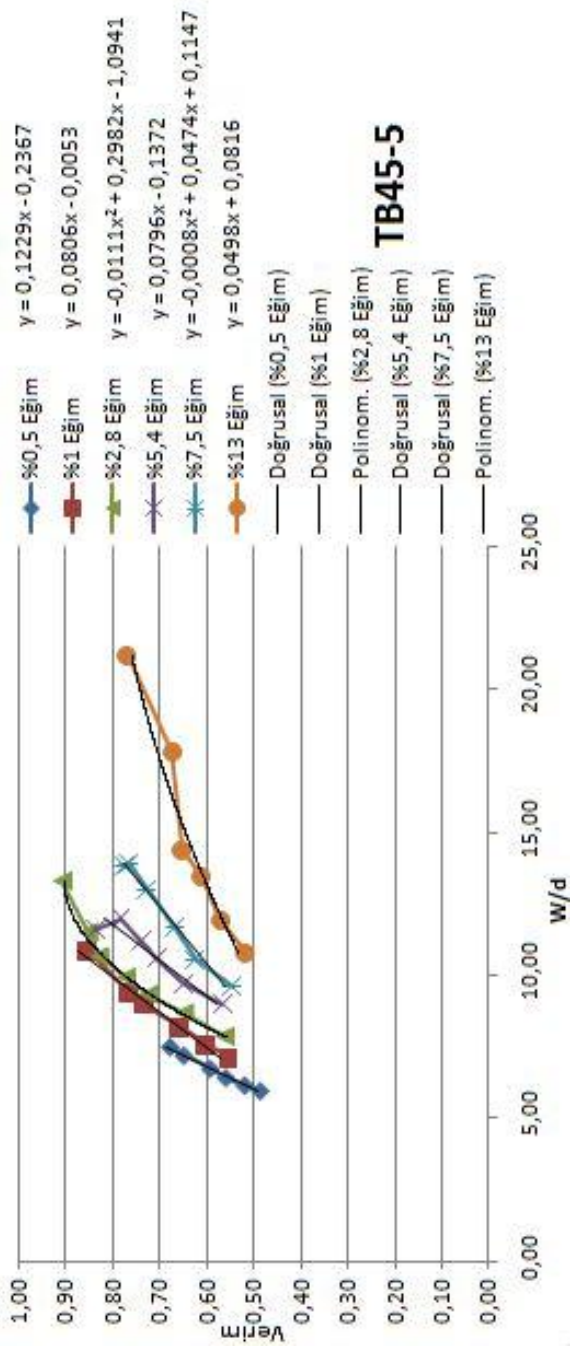
Şekil E.30 : TB45-1 tipi ızgara Verim-QF/WLV ifadesi arasındaki ilişki



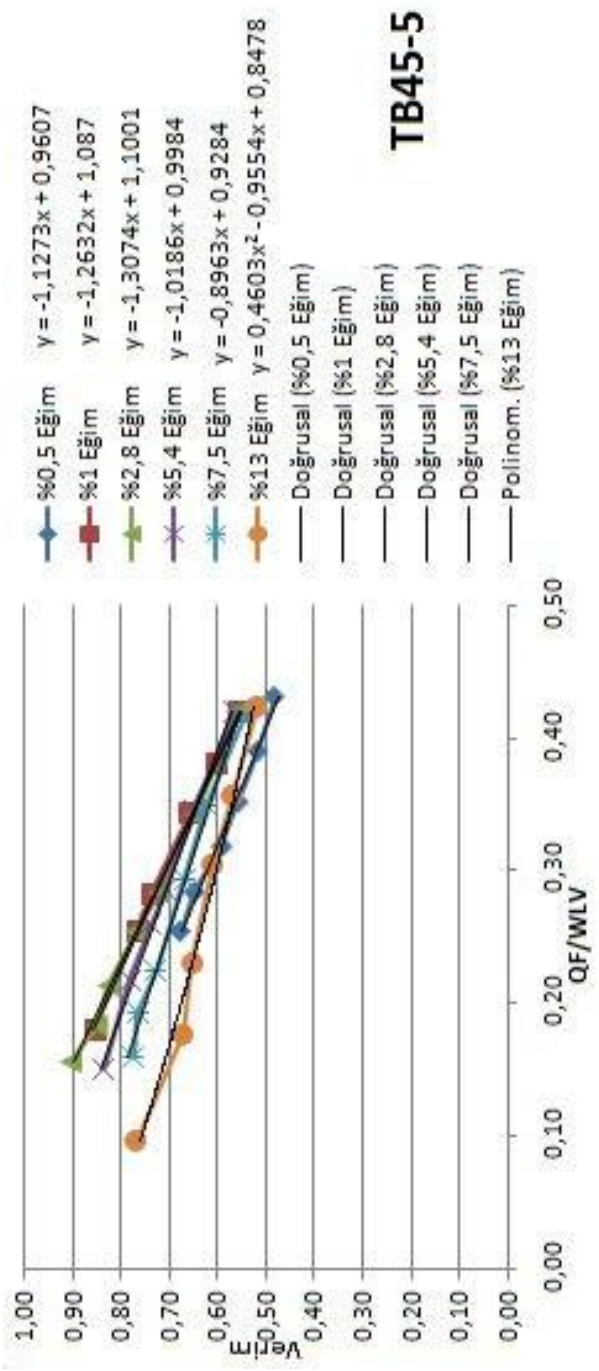
Şekil E.31 : TB45-3 tipi ızgara Verim-W/d ifadesi arasındaki ilişki



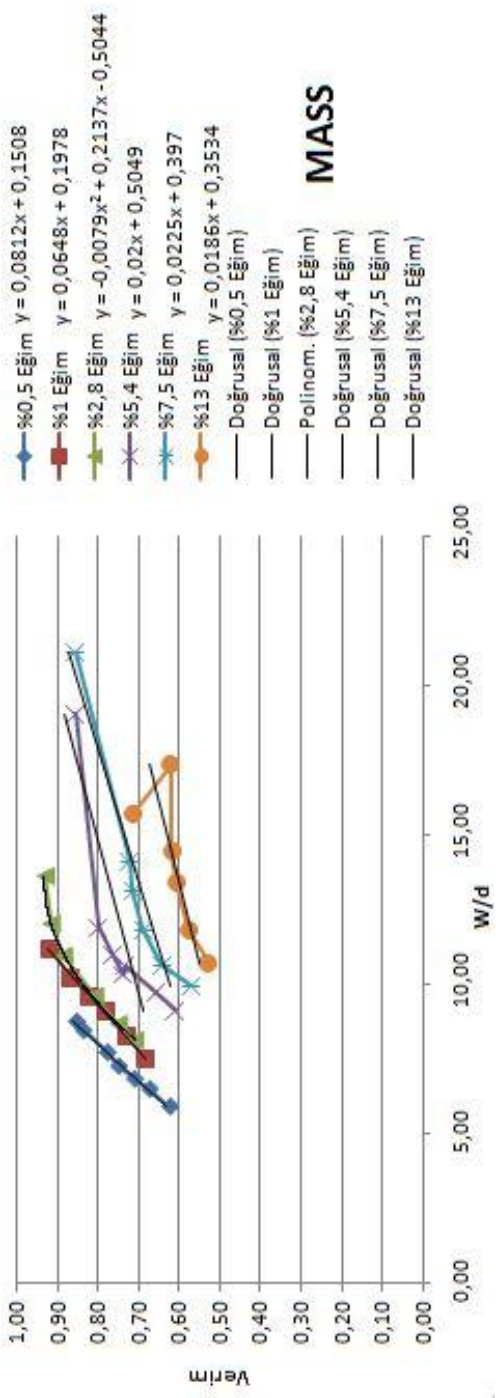
Şekil E.32 : TB45-3 tipi ızgara Verim-QF/WLV ifadesi arasındaki ilişki



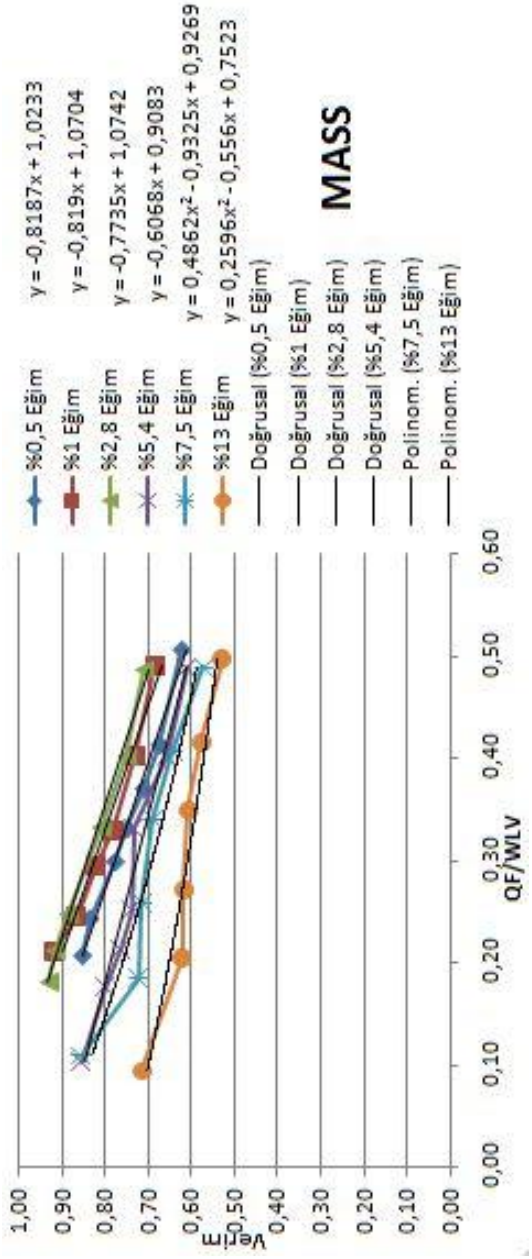
Şekil E.33 : TB45-5 tipi ızgara Verim-W/d ifadesi arasındaki ilişki



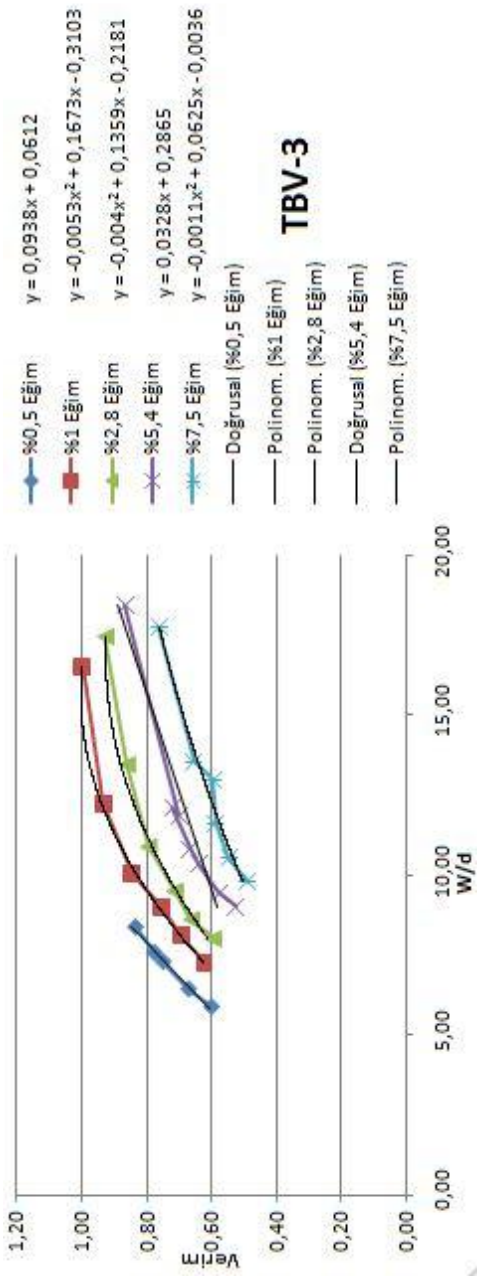
Şekil E.34 : TB45-5 tipi ızgara Verim-QF/WLV ifadesi arasındaki ilişki



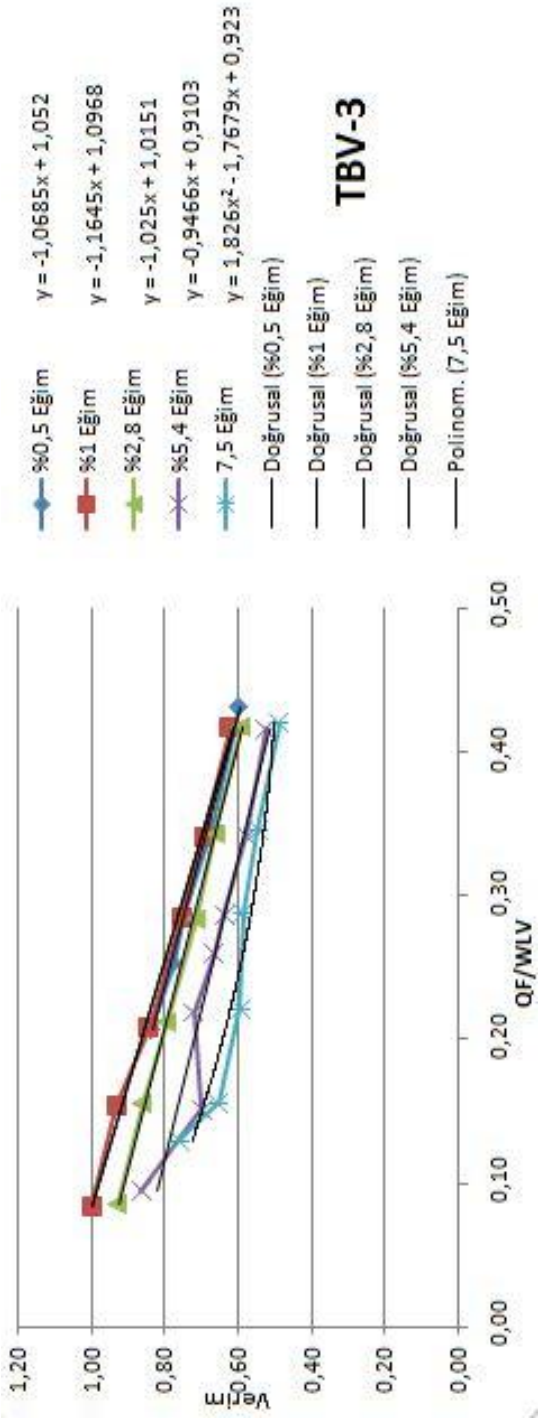
Şekil E.35 : MASS tipi ızgara Verim-W/d ifadesi arasındaki ilişki



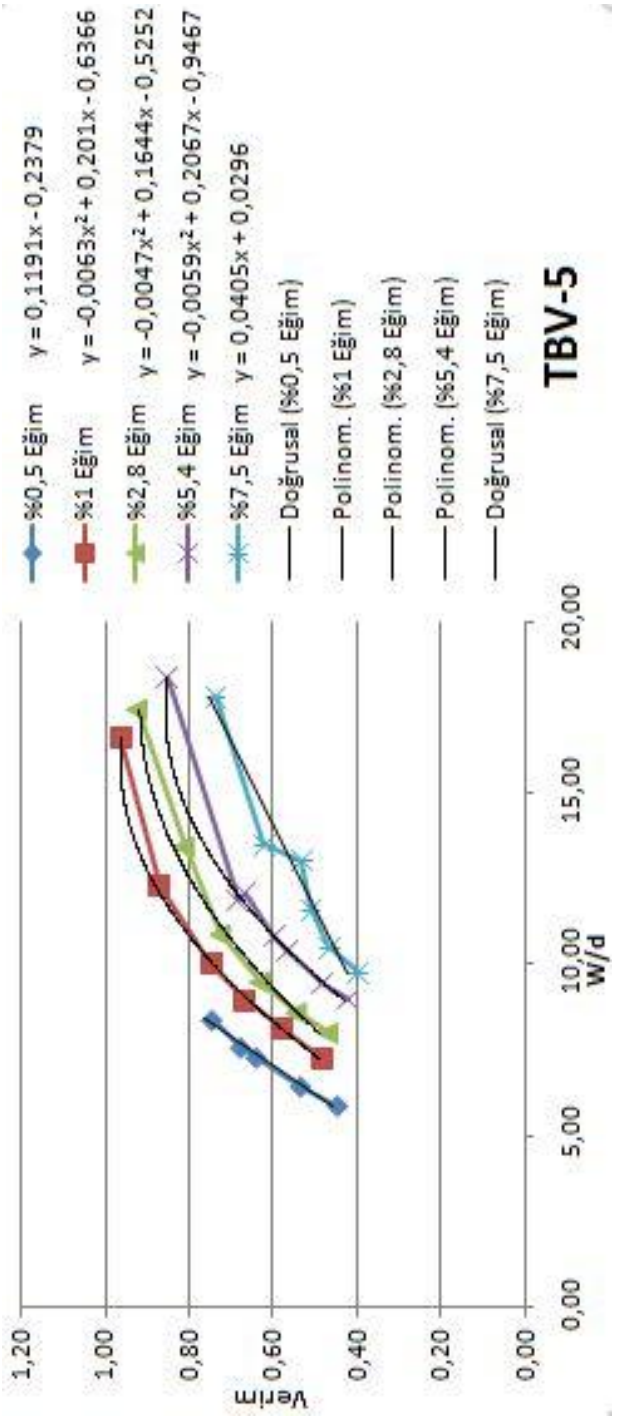
Şekil E.36 : MASS tipi ızgara Verim-QF/WLV ifadesi arasındaki ilişki



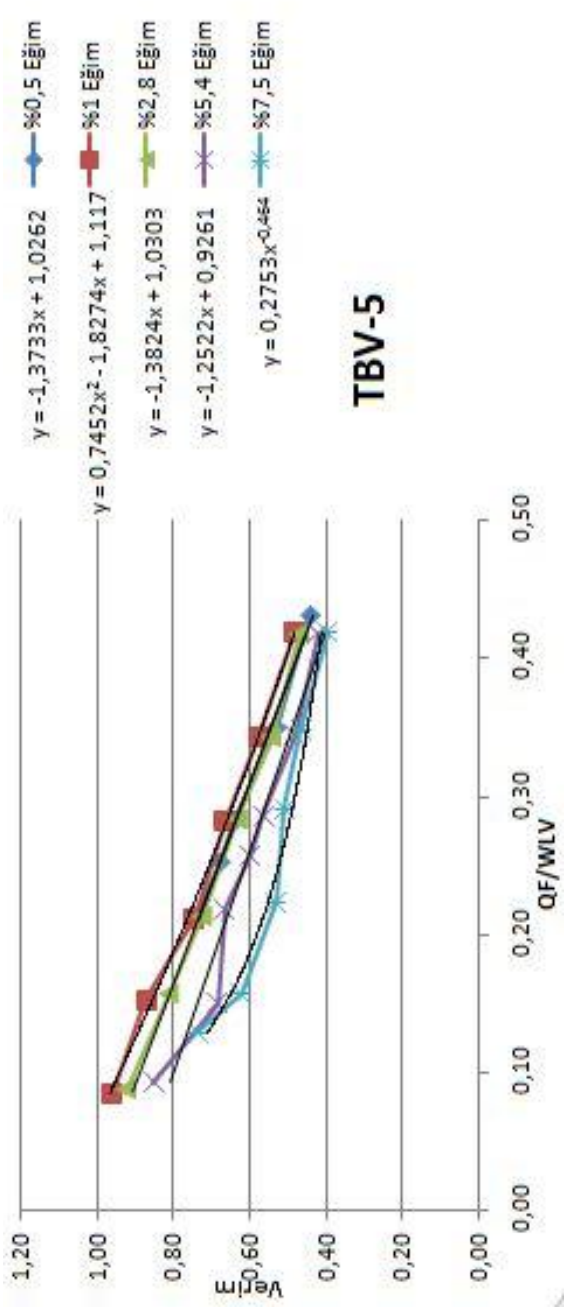
Şekil E.37 : TBV-3 tipi ızgara Verim-W/d ifadesi arasındaki ilişki



Şekil E.38 : TBV-3 tipi ızgara Verim-QF/WLV ifadesi arasındaki ilişki



Şekil E.39 : TBV-5 tipi ızgara Verim-W/d ifadesi arasındaki ilişki



Şekil E.40 : TBV-5 tipi ızgara Verim-QF/WLV ifadesi arasındaki ilişki

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Alpkan KARATEPE, 1984 Ankara doğumludur. 1999 yılında Ankara Gazi Anadolu Lisesi'nden, 2002 yılında Kırıkkale Fen Lisesi'nden başarıyla mezun olarak aynı yıl İTÜ İnşaat Müh. Bölümüne başladı. 2004-2005 dönemi 2 yarıyıl boyunca EU Erasmus Student Exchange programıyla Almanya TU Darmstad'ta okuduktan sonra, 2007 yılında lisans öğrenimini tamamlamış, aynı yıl Hidrolik&Su Kayn. Porgramında y.lisans eğitimine başlamıştır. Mezun olduğundan beri Türk Telekom İstanbul II Bölge İnşaat Emlak Müd. İnşaat Uzmanı olarak çalışmaktadır.