



**NETCAD İÇMESUYU MODÜLÜ İLE İÇMESUYU
ŞEBEKELERİNDE HARDY-CROSS VE ÖLÜ NOKTA
METOTLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

Uğur AKBAŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman: Doç. Dr. Nihat KAYA

KASIM - 2019

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NETCAD İÇMESUYU MODÜLÜ İLE İÇMESUYU ŞEBEKELERİNDE
HARDY-CROSS VE ÖLÜ NOKTA METOTLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Yüksek Lisans Tezi

UĞUR AKBAŞ

111115105

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 23.07.2019

Tezin Savunulduğu Tarih: 08.11.2019

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği

Programı: Hidrolik

Danışman: Doç.Dr.Nihat KAYA

Prof.Dr.M.Emin EMİROĞLU

Dr.Öğr.Üyesi Yusuf DOĞAN

KASIM-2019

ÖNSÖZ

Netcad içme suyu modülü ile içme suyu şebekelerinde hardy-cross ve ölü nokta metotlarının karşılaştırılması tez çalışmasının yapıldığı, bu yüksek lisans tezinde, içme suyu ile ilgili genel bilgiler, şebeke sistemleri, Netcad ve Netcad modülleri, Şebeke hesaplama yöntemleri, bunlardan özellikle ölü nokta metodu ve Hardy-Cross metodu ve bir şebekenin hesabı ve bu hesapların karşılaştırmaları yorumlanacak ve değerlendirilecektir.



TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında benden yardımlarını esirgemeyen saygı değer hocam **Doç.Dr. Nihat KAYA**'ya teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ÖNSÖZ	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ	VIII
TABLolar LİSTESİ	IX
SİMGELER.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. KONUYLA İLGİLİ DAHA ÖNCEDEN YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR	3
3. İÇME SUYU ŞEBEKE SİSTEMİ.....	5
3.1. İçme Suyu Şebeke Sistemlerinde Kullanılan Elemanlar ve Tanımları	5
3.2. İçme Sularında Kullanılan Boru Tipleri.....	6
3.2.1. Ana Boru.....	6
3.2.2. Esas Boru	6
3.2.3.Tali Boru	6
3.3. İçme Sularında Kullanılan Şebeke Tipleri	6
3.3.1. Dal Sistemli Şebeke	6
3.3.2. Ağ Sistemli Şebeke.....	7
4. İÇME SUYU ŞEBEKE SİSTEMİ HESAP ESASLARI	9
4.1. Ölü Nokta Şebeke Hesap Metodu	9
4.2. Hardy-Cross Şebeke Hesap Metodu	9
4.3. Newton Gradyan Şebeke Hesap Metodu	10
5. NETCAD PAKET PROGRAMI ve UYGULAMALARI	11
5.1. Netcad Programının Tanıtımı.....	11
5.2. Netcad Programının Çözümleri.....	11
5.2.1. CBS- GIS Ve CBS İle İlgili Çözümler	12
5.2.2. NETCAD Programı Mühendislik Çözümleri	12
5.2.3. Netcad Programı Belediye Çözümleri Ve Kent Bilgi Sistemi.....	13

5.3. NETCAD Programında Mühendislik Çözümleri ve Önemi	14
5.4. NETCAD Programı İle NETCAD/Water Modülü Kullanılarak İçme Suyu Şebekesi Projelendirilmesi	14
5.4.1. NETCAD/WATER İçme Suyu Modülü	14
5.5. İçme Suyu Şebekesi Projelendirme İşlemleri	15
5.6. NETCAD/WATER Modülü Kullanılarak, Açık-Kapalı Şebeke Ve Hardy-CrossMetodu İle Projelendirme İşlemlerinin Yapılması	16
5.6.1. Şebekeyi Oluşturan Elemanlar	16
5.6.2. Şebeke Borusu	16
5.6.3. Şebeke Depoları.....	17
5.6.4. Boru Hatlarının Tasarımı	18
5.6.5. Depo Hacim Hesabı Ve İhtiyaç Debisi Hesabı.....	19
5.6.6. Geleceğe Dönük Kent Nüfusu Hesapları.....	19
5.6.7. Su İhtiyacını Belirlemek İçin Gelecekteki Nüfusun Belirlenmesi	20
5.6.8. Gelecekteki Nüfusa Göre Gelecekteki Su İhtiyaç Debinin Belirlenmesi ...	20
5.6.9. Yerleşim Alanındaki Hayvan Varlığından Oluşan Su İhtiyacı.....	21
5.6.10. Yerleşim Alanındaki Sanayi Alanlarından Oluşan Su İhtiyacı	22
5.6.11. Yangın Debisi Hesabı	22
5.6.12. Özel Su İhtiyaçları Debisi Hesabı.....	23
5.6.13. İletim Debisi Hesabı	24
5.6.14. Hazne (Gömme Depo) Boyutları Hesabı.....	24
5.6.15. Yerleşim Alanında Uygun Hazne (Depo) Yerinin Tespit Edilmesi	25
6. SİVEREK OSB BÖLGESİNİN NETCAD/WATER MODÜLÜNDEKİ AÇIK-KAPALI ŞEBEKE (ÖLÜ NOKTA) VE HARDY-CROSS METODU İLE ÇÖZÜLMESİ	27
6.1. Netcad/Water Modülü Boru Yük Kayıpları	33
7. SONUÇLAR.....	41
KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ	44

ÖZET

Bu yüksek lisans tez çalışmasında içme suları ve şebekeleriyle ilgili genel bilgiler yer almaktadır. Bunun yanında, Netcad içme suyu modülü ile içme suyu şebekelerinde hardy-cross ve ölü nokta metotlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Bu iki metod kullanılarak içme suyu şebekelerindeki yük kayıpları Netcad paket programı yardımıyla hesaplanmıştır. Çalışma sırasında yapılan elle hesaplamaların ve bilgisayar programında yapılan hesaplamaların birbiriyle uyum içinde olduğu görülmüştür. Ölü nokta metodu ve Hardy-Cross metodu ile çözülen şebeke sisteminde, çıkan sonuçların birbirinden farklılık gösterdiği görülmüştür. Bu farklılıklar değerlendirilmiş ve boru, debi, çap ve yük kayıpları değerlendirilmiştir. Ölü nokta metodunun Hardy-Cross metoduna göre daha pratik ve basit olduğu görülmüştür. Örnek proje olarak seçilen şebekenin verileri çalışmanın doğruluğunu göstermiştir. Ölü nokta metodunun tercihinin daha pratik sonuçlar çıkaracağı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hidrolik, İçme Suyu Şebekeleri, Netcad, Netcad Modülleri, Hardy-Cross Metodu, Ölü Noktalar Metodu.

SUMMARY

Comparison of Hardy-Cross and Dead Points Methods Using Netcad Drinking Water Module in Drinking Networks

In this study, general information about drinking and water networks was presented. Hardy-cross and dead points methods using Netcad drinking water module were compared in detail. Using these two methods, head losses in water networks were calculated by means of Netcad package program. It is seen that the manual calculations and the computer program calculations are compatible with each other. In the network system solved by dead points method and hardy-cross method, the results were found to be different from each other. These differences were evaluated in view of discharge, diameter and head losses. Dead points method was found to be more practical and easy than hardy-cross method. The data of the selected example project showed that the findings in the study are accuracy. In other words, to choice the dead points method gives more practical results.

Keywords: Hydraulics, Drinking Water Networks, Netcad, Netcad Modules, Hardy-Cross Method, Dead Points Method.

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No:</u>
Şekil 3.1. Su getirme tesisinin genel şeması.....	5
Şekil 3.2. Dal Sistemli Şebeke	7
Şekil 3.3. Dal Şeklinde Ağ Sistemli Şebeke.....	7
Şekil 3.4. Kapalı Ağ Sistemli Şebeke.....	8
Şekil 5.1. CBS- GIS ve CBS Çözümleri	12
Şekil 5.2. Netcad Programı Belediye ile ilgili Çözümler ve Kent Bilgi Sistemleri	14
Şekil 5.3. Netcad/Water Programı Yazılımı.....	15
Şekil 5.4. Deponun Başta Olması Durumu	17
Şekil 5.5. Uç Deponun Bulunduğu Durum	18
Şekil 5.6. Deponun Merkezde olması durumu	18
Şekil 5.7. Ekonomik Ebatlarıyla İki Gözlü Gömme Depo	24
Şekil 5.8. Hazne (Depo) Hacmi Hesap Ekranı	25
Şekil 6.1. Siverek OSB Netcad ile Altlık (Kotlu) NCZ Dosyası Oluşturulması	28
Şekil 6.2. Siverek OSB Netcad/Water İle Şebeke Oluşturulması	29
Şekil 6.3. Siverek OSB Netcad/Water Hesap Planı Çıktısı.....	30
Şekil 6.4. Siverek OSB Netcad/Water Taslak Planı Çıktısı	31
Şekil 6.5. Siverek OSB Netcad/Water İnşaat Planı Çıktısı	32

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No:

Tablo 5.1. Gelecekteki Nüfusa Göre Su İhtiyaç Debisi (QH1) Tahmini.....	21
Tablo 5.2. Yangın Depoları Tablosu	23
Tablo 5.3. Bazı özel uç debileri ve su ihtiyaçları	23
Tablo 5.4. Hazne (Depo) Hacmine bağlı, faydalı yükseklik tablosu	24
Tablo 6.1. Borulardaki yük kayıpları	33
Tablo 6.2. Netcad/Water Modülü Siverek Osb Esas Boru Listesi	33
Tablo 6.3. Netcad/Water Modülü Siverek Osb Şebeke Boru Listesi	34
Tablo 6.4. Netcad/Water Modülü Siverek Osb Hidrofor Hesabı	35
Tablo 6.5. Netcad/Water Modülü Siverek Osb Yangın Ve Hesap Debileri	37
Tablo 6.6. Netcad/Water Modülü Siverek Osb Kotlar Ve Basınçlar	38
Tablo 6.7. Netcad/Water Modülü Siverek Osb Yük Kayıpları	39

SİMGELER

L	: Uzunluk (m)
D	: Boru çapı simgesi (mm)
F	: Boru sürtünme katsayısı
H	: Boru içindeki yük kaybı (m)
J	: Metre de meydana gelen yük kaybı (m/km)
K	: Yoğunluk katsayısı (m)
N_g	: Gelecekteki nüfus sayısı,
P	: İzafî debi (lt/sn)
Q	: Birim boydaki dağıtılan debi (lt/sn)
V	: Hız (m/sn)
Q	: Debi (lt/sn)
$Q_{baş}$	: Baş noktasında oluşan debi (lt/sn)
Q_d	: Şebeke siteminde dağıtılan debi (lt/sn)
Q_{hes}	: Şebeke sitemindeki hesap debisi (lt/sn)
Q_{yan}	: Şebeke sistemindeki yangın debisi (lt/sn)
V	: Hacim (m ³)
g	: Yerçekimi ivmesi (m ² /s)
ρ	: Özgül kütle (kg/m ³)
Q_{Hay}	: Hayvan varlığından doğan su ihtiyacını(lt/sn)
N_{BH}	: Yerleşim bölgesinde bulunan büyük baş hayvan sayısı
N_{KH}	: Yerleşim bölgesinde bulunan küçükbaş hayvan sayısı
"P;Ç"	: Nüfus artış yüzdesini
N_y	: Son Nüfus Sayımını yani Yeni Nüfusu
N_e	: Eski Yıllara Ait Herhangi Bir Nüfusu yani Eski Nüfusu
a	: Yeni ile Eski nüfus yılları arasındaki farkı
$Q_{ILT.}$	: İletim Debisi

1. GİRİŞ

İçme suyu, içilirken ve yemeklerde kullanırken hijyenik, güvenli ve herhangi bir sağlık sorununa yol açmayan sular için yapılan tanımdır. İçme suyu kokusuz olmalı, renksiz olmalı, bulanık olmamalı, serin olmalı, tatsız olmalı, sertlik derecesinin düşük olması gerekir ve içinde patolojik canlılar ve bakteriler olmamalıdır. [1]

İnsan hayatı için su temel ihtiyaç maddelerinden biridir. Bu maddeyi temin etmek insanın zorunluluğudur. Su temin edilirken dikkat edilmesi gereken diğer hususlar ise kullanım amacına uygun olması ve hijyenik olmasıdır. Uygun koşullar sağlanmadığı zaman su içinde mikropların üremesi ve yayılması meydana gelir. Bu durumda insan sağlığını ve hayatını olumsuz yönde etkiler. Bu hastalıkların toplum içinde yayılmasıyla da kolera, tifo vs. gibi hastalıklar baş gösterir.

Suyun bir yerden bir yere aktarımı sırasında da birçok sorun ortaya çıkabilir. Su, birçok patolojik canlının içinde rahatlıkla üreyebildiği bir ortam olduğu için bu durum hem insan sağlığını olumsuz etkiler hem de bu patolojik canlıların bir yerden başka bir yere kolaylıkla taşınmasını sağlayarak çok uzaklardaki insanların sağlığını da olumsuz etkileyebilir.

Su, sadece içmek ve yemek yapmak için kullanılan bir madde değildir. İnsanların temizlikleri içinde kullandığı temel maddedir. Su temini yaparken bu hususta dikkate alınmalı ve yeteri kadar su temini için dikkate alınmalıdır.

Su teminindeki, önemli hususlardan biride kaynak seçimidir. Kaynak, yer altı ve yer üstü sularından seçilir. Bu kaynakların uygun değerlere sahip olması, gerek içme suyu olarak gerekse kullanma suyu olarak seçilmesinde ilk kriterdir. Daha sonra ise gerekli tesislerin kurulumu uygun nüfus, yöredeki hayvan sayısı, sanayi alanları, yangın durumu vs. dikkate alınarak yapılır. Depolanacak ve şebekeye verilecek su yukarıdaki kriterlere uygun olarak hesaplanmalıdır.

Şebeke hatları hesaplanırken dikkate alınacak diğer bir husus ise su kesintileri ve su boruları içindeki hava basınç durumları da dikkate alınmalıdır. Su boruları hesaplarında dirsek hesapları da basınç hesapları dikkate alınarak yapılmalıdır. Bütün bu hususlar dikkate alınarak önce uygun koşul ve standartlarda içme suyu kaynakları bulunmalı ve buna uygun depolar ve şebeke hatları belirlenmelidir.[2]

İçme suyu şebekeleri çözümünde birçok yöntemden faydalanılmaktadır. Bu tez çalışmasında, ölü nokta metodu (kapalı şebeke çözümü) ve hardy - cross metodundan faydalanılmıştır. Bu yöntemlerin tercih edilmiş olmasının sebebi en çok tercih edilen yöntemler olmasından dolayıdır. Bu yöntemlerin elle çözümleri yapılabildiği gibi, bilgisayarlarda hazırlanan Excel vb. yazılımlardan, ayrıca Netcad gibi paket programlardan da yapılabilmektedir. Bu tez çalışmasında Netcad programından faydalanılmıştır.

Tez çalışmasında, Siverek OSB'nin içme suyu şebeke hattı, Netcad/Water ile iki yöntemle hesaplanmıştır.

Bu tez çalışması ile içme suyu şebeke hesapları yapılırken, kullanılan yöntemlerden hangisinin daha pratik olduğu ve hangi yöntemle yapılan çalışmada yük kayıplarının daha az olduğu tespit edilmeye çalışılacak ve kullanılan hesap yöntemlerinin boru içi yük kayıpları karşılaştırılacaktır. Böylelikle Netcad programı yardımı ile içme suyu şebekeleri, hesaplanırken kullanılan metotların karşılaştırılması yapılmış ve hangi metottan daha verimli sonuçlar elde edileceği belirlenmeye çalışılmıştır.

Tez çalışmasında, Siverek Organize Sanayi Bölgesinin (OSB) içme suyu şebeke hattı, Netcad/Water ile belirtilen iki yöntemle hesaplanmıştır.

2. KONUSYLA İLGİLİ DAHA ÖNCEDEN YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Bu tez çalışmasına benzer konularda tez çalışmaları daha önce farklı paket programları ve yöntemler kullanılarak yapılmıştır.

2010 yılında, Gaziantep Üniversitesinde, İnşaat Mühendisi Mehmet TEKATLI, "Netcad İle İçmesuyu Şebeke Analizi" isimli çalışmayı yapmıştır. Bu çalışmada Netcad/İçmesuyu ve Netsu2005 modülü kullanılmıştır. Bu tez çalışmasında içmesuyu şebekelerinin analizi irdelenmiştir. Uygulamada Kahramanmaraş ilinde yer alan Hacıağalar beldesinin, modül yardımı ile açık ve kapalı şebeke çözümü yapılmıştır. Bu çözümlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca Netcad/İçmesuyu ve Netsu2005 modüllerinin de karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan çözümde Netsu2005 modülüyle yapılan hesaplarla alınan sonuçların, Netcad/İçmesuyu modülüyle alınan sonuçlardan daha verimli sonuçlar verdiği sonucuna varılmıştır. Şebeke hesaplandıktan sonra hesaplanan boru çapların dan alınan sonuçlara göre Netsu2005 modülü ile alınan sonuçların, Netcad/İçmesuyu modülü ile alınan boru çapları sonuçlarından daha ekonomik olduğu sonucuna varılmıştır.[3]

2017 İnşaat Mühendisi Sorunları Kongresinde, Gaziantep Üniversitesi İnşaat Mühendisleri Bölümü mensubu, Mustafa GÜNAL, Serdar BULUT, Ayşe Y. GÜNAL tarafından yapılmıştır. " İçmesuyu Şebekelerinde Hardy - Cross ve Ölü Nokta Metodlarının Karşılaştırılması" isimli çalışmada İller Bankası kurumunun içmesuyu projelerine ait yönetmelikleri kullanılmıştır. Ölü nokta metodu ile çözüm yapılmış daha sonra ise hardy - cross metodu ile çözüm yapıp şebeke hesapları yapılmıştır. Bu metotlar kullanılırken tüm veriler değiştirilmeden kullanılmıştır. Bu metotlar ile içmesuyu şebekelerindeki, enerji yük kayıplarının ve debilerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Sonuç olarak, hardy- cross metodu ile yapılan çözümlerde, borularda oluşan yük kayıplarının, ölü nokta ile yapılan çözümlere göre daha az enerji kayıplarına sebep olduğu sonucuna ulaşılmıştır.[4]

2015 Yıldız Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümünden, Z. ORHUN, S. BENER, E. GENÇTAN, N. ORUÇTUT. tez çalışmamıza benzer olarak, "İçme Suyu Şebekelerinin Hidrolik Modellemesinde Kullanılan Metotların Kıyaslaması" konulu bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, Newton Gradyan, Hardy-Cross, Ölü Nokta metotları ile içme suyu şebekelerinin hidrolik modellemeleri yapılmıştır. Çalışmada Excel ve

Epanet kullanılmıştır. Sonuçlardan elde edilen verilerin, birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Uygulanan yöntemlerden ise Hardy - Cross Metodunun işlevselliğinin daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.[5]

2004 yılında, Dicle Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim dalında, Melik Adnan ÇELİK, "İçme Suyu Şebekelerinin Optimum Tasarımı" konulu bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada içme suyu şebekeleri çözülürken farklı yöntemlerden faydalanılmıştır. Bunlardan biri ölü nokta metodu, diğeri genetik algoritma metodudur. Bu çalışmada içme suyu şebekeleri çözümünde kullanılan yöntemlerin uyumu araştırılmıştır. Sonuç olarak, ele alınan optimizasyon yöntemi ile hesap metodunun uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır.[6]

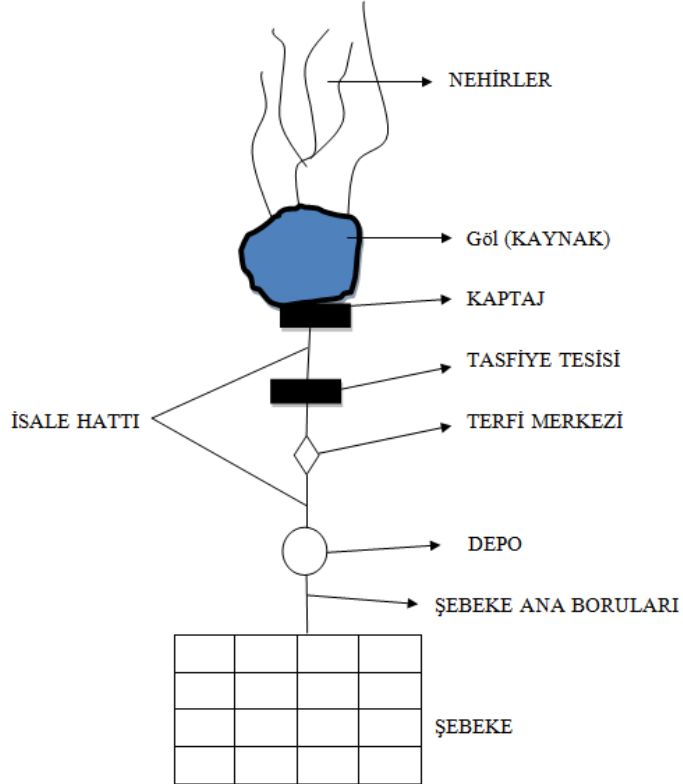
1998 yılında, Harran Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim dalında, Fevzi ÖNEN, "İçme Suyu Şebeke Hesaplarında Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi ve Değerlendirilmesi" konulu bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada Diyarbakır, Kayapınar Belediyesi'nde yapılan içme suyu şebekesi projesi kullanılmıştır. Bu projenin, şebeke çözümünde, ölü nokta metodu ve hardy-cross metodu, paket program kullanılarak karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak ölü nokta metoduyla yapılan çözümlerin daha pratik olduğu sonucu çıkmıştır. Bunun dışında, Hardy-Cross ile yapılan çözümlerin ise daha verimli, yük kayıplarının ise daha düşük sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır.[7]

3. İÇME SUYU ŞEBEKE SİSTEMİ

3.1. İçme Suyu Şebeke Sistemlerinde Kullanılan Elemanlar ve Tanımları

Sudan, istifade etmek için kullanılan başlıca mühendislik elemanları ve tesisleri Şekil 3.1. de görüldüğü gibi şunlardır;

- Kaynak: Kaliteli ve uygun miktardaki suyun temininin yapıldığı suyun kaynağıdır.
- Kaptaj: Suyun alındığı yapıdır.
- Tasfiye Tesisi: Arıtma tesisi olarak da isimlendirilen bu tesis de kaynaktan alınan su temizlenir. Bunun için suyun arıtma ihtiyacının olması gereklidir.
- Terfi Merkezi: Suyun Pompalandığı istasyondur.
- Depo: Hazne olarak da adlandırılır. Suyun depolandığı alandır.
- İsale Hattı: Kaynaktan alınan kaynak suyunun ilgili alana aktarılmasıdır.
- Şebeke ana boruları ve şebeke: İlgili bölgeye getirilen suyun ilgili kısımlara dağıtılmasıdır. [8]



Şekil 3.1. Su getirme tesisinin genel şeması.

3.2. İçme Sularında Kullanılan Boru Tipleri

İçme suyu boru tipleri üç kısımdan oluşur. Bunlar;

- 1- İçme suyu ana boruları,
- 2- İçme suyu esas boruları,
- 3- İçme suyu tali borularıdır. [9]

3.2.1. Ana Boru

Kaynaktan (hazne) suyu alarak, esas borulara taşıyan yüksek debili borulara ana boru denir. Bu borular su dağıtımını yapmazlar. Ana borular büyük çaplıdır ve basınç dayanımları yüksektir.

3.2.2. Esas Boru

Dağıtım şebekesinde bulunan ve büyük debili suları taşıyarak tali borulara aktaran büyük çaplı borulara esas boru denir. Bazı çalışmalarda, ana borular ve esas borular aynı işlevi görüyor olarak kabul edilebilmektedir.

3.2.3. Tali Boru

Dağıtım şebekesindeki suyu ihtiyaç bölgelerine ulaştıran diğer borulara tali borular denir.

3.3. İçme Sularında Kullanılan Şebeke Tipleri

İçme suyu şebeke tipleri iki kısımdan oluşur. Bunlar;

- 1- Dal Sistemli Şebeke,
- 2- Ağ Sistemli Şebeke,
 - a) İçme suyu dağıtımının esas borular üzerinden dal sistemine aktarıldığı ağ sistemleri,
 - b) İçme suyu dağıtımında esas boruların kapalı bir çevre teşkil ettiği ağ sistemleridir.

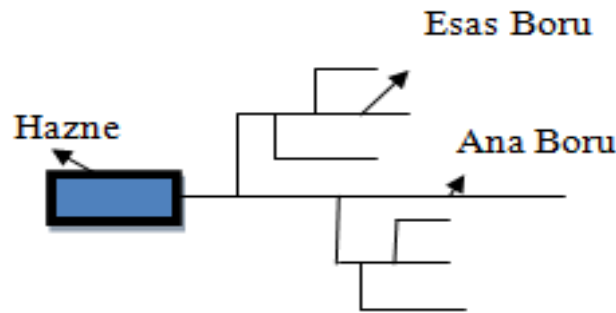
3.3.1. Dal Sistemli Şebeke

Şekil 3.2. de görüldüğü gibi ağacın dalları görünümünde birbiriyle birleşen şebekelerdir. Bu sistem daha çok, yamaç ve deniz arasında sıkışan alanlarda, ana

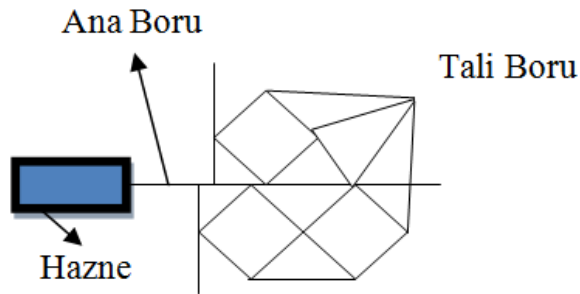
caddeleri, sokakları takip eden alanlarda, kenar semtleri gibi yerlerde kullanılır. Bu alanlar birbirleri ile kesişmediğinden, borular birbiriyle birleşemez ve ağ sistemi oluşamaz. Dal sistemli Şebekelerin, sistem hesapları kolaydır, boru ebat ve uzunlukları küçük olduğundan ekonomiktir. Bunların dışında, oluşan en ufak bir borudaki arızada tüm bölge susuz kalır, boru uçlarında debiler sıfır olduğundan hız çok az olur ve bu durumda yabancı maddeler çökeldiği için suyun bayatlamasını sebep olur.[10]

3.3.2. Ağ Sistemli Şebeke

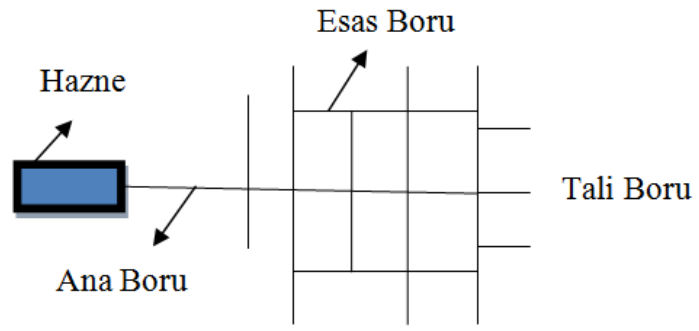
Bu şebeke sisteminin hiçbir yerinde ölü nokta mevcut değildir. Şekil 3.3. de ve Şekil 3.4. de görüldüğü gibi bütün borular birbiriyle birleşim halindedir. Bu sistemde, su, birden fazla şekilde bir noktaya ulaşmaktadır. Bu sistemde ölü nokta ve yavaş akım oluşmaz, su birçok kısımdan akma gösterir. Bu sistemde işletme daha esnektir ve boru kırılma ve tamir durumunda, başka bir yerden besleme olduğu için su kesintisi yaşanmaz. Bunun dışında hidrolik hesapları zordur ve boru sayısı ve parçaları fazla olduğu için daha masraflıdır. [10]



Şekil 3.2. Dal Sistemli Şebeke



Şekil 3.3. Dal Şeklinde Ağ Sistemli Şebeke



Şekil 3.4. Kapalı Ağ Sistemli Şebeke

4. İÇME SUYU ŞEBEKE SİSTEMİ HESAP ESASLARI

Şebeke sistemleri hesaplarında birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu çalışmada bu yöntemlerden üçü üzerinde durulacaktır ve ikisi kullanılarak şebeke hesabı, paket program üzerinden çözülecek ve karşılaştırmalar yapılacaktır. Şebeke hesap yöntemleri;

- a) Ölü Nokta Şebeke Hesap Metodu,
- b) Hardy-Cross Şebeke Hesap Metodu,
- c) Newton Gradyan Şebeke Hesap Metodudur.

4.1. Ölü Nokta Şebeke Hesap Metodu

Ülkemizde şebeke projelerinin çoğu İller Bankası Yönetmeliklerine göre yapılmaktadır. Bu yönetmelikte kullanılan yöntem ölü nokta şebeke hesap metodudur. Şebeke sistemine iki koldan su geldiği düşünülerek hesaplar yapılır. İki koldan sistemde dağıtılan suyun ihtiyaç sahiplerine dağıtıldıktan sonra bir noktada toplandığı kabul edilir ve bu nokta ölü nokta olarak adlandırılır. Bu nokta her göz için bir adettir ve hayalidir. Bu noktaya birinci yönden gelen toplam yük kayıplarıyla, ikinci yönden gelen toplam yük kayıpları eşit olmalıdır. İyi bir sistem oluşturmak için oluşan yük kayıpları arasında maksimum 1 metrelik kapanma hatasına izin verilir.

Anlatılan durumun sağlanabilmesi için hız kriterlerine uyulmalı ve uygun hesap debilerindeki suyun geçişine izin verilen hesaplara uygunlukta boru çaplarının seçilmiş olması gerekmektedir. Sistemdeki ana boruda oluşan debi, dağıtılan suyun debisine, uç kısımlardaki debilere ve yangın için hesaplanan debilerin toplamına eşit olmalıdır. Ayrıca bu debi ayırım noktalarındaki baş debilerin ve yangın debilerinin toplamına eşit olmalıdır. [1],[11],[12].

4.2. Hardy-Cross Şebeke Hesap Metodu

1936 yılında ortaya atılan bu metod deneme-yanılma yapılarak sonuca giden bir hesap metodudur. Neredeyse tüm mühendislik kaynaklarında şebekelerin hidrolik çözümünü yapmak için kullanılan bir yöntemdir. Bu metodun kullanımı ya elle

özölerek, ya MS EXCEL kullanılarak, ya da Netcad gibi paket programlar yardımıyla uygulanmaktadır.

Bu metodun, iki farklı uygulaması yapılmaktadır. Şebeke sisteminin içindeki her bir borudaki debiler tahmin edilir ve sonra basınçlar dengeye ulaşınca kadar debiler düzeltilir. Diğer uygulaması ise önce boru uç noktalarında oluşan basınçları hesaplayıp debiler dengeye ulaşınca kadar basınçları hesaplamaktır. [11] ,[12], [13], [14].

4.3. Newton Gradyan Şebeke Hesap Metodu

1988 yılında şebeke sistemlerinden ağ sistemli olanların özölmesi için önerilen bir metoddur. Gradyan algoritması ile hesaplamalar yapılır. Sistem içerisinde enerji-kütle denge denklemleri yazılarak algoritmaya tanımlanır. Bu denge denklemleri kullanılarak beklenen yük kaybı denklemlerine göre 2. dereceden yada 1,85. dereceden çok bilinmeyenli bir denklem oluşturulur. Bu metod oluşturulan denklemi, dağınık matris olarak düşünür ve bazı ön işlem adımlarına tabi tutar. Lineerizasyondan sonra denklemler uygun debiler ve hidrolik gradyanlar için özölür. Böyle bir sistem özümünde ilk olarak sistem içinde basıncı (hidrolik gradyanı) bilinen bir nokta gereklidir. Bu alışma da bu yöntem kullanılmayacaktır. [15],[16].

5. NETCAD PAKET PROGRAMI ve UYGULAMALARI

Netcad paket programı, harita ve harita bağlantılı kullanılan uygulamalar için tasarlanmış, CAD yazılım programıdır.

Netcad Programının Genel Özellikleri:

- Netcad programı serbest tarımla, çizim olanağı sağlamaktadır,
- Netcad ile otomatik ölçek değişimi yapılabilmektedir,
- Zengin bir çizgi tipi olanağı, tarama olanağı, sembol ve blok olanağı kütüphanesine sahiptir,
- Sınırsız raster dosyasını yüklenip, gerçek koordinatlarda görüntülenme ve sayısallaştırılma yapılabilir,
- Sistem olarak, Windows un print, plotter sürücülerini desteklenmektedir,

Birden çok projeyi aynı anda birden çok pencere ekranında görüntüleyebilmektedir.

5.1. Netcad Programının Tanıtımı

Netcad programı, dünyada ve ülkemizde, kamu, özel sektör kuruluşlarında kullanılmaktadır. Çok geniş bir uygulama alanına sahip olan gelişmiş Cad programıdır.

Netcad programı, CBS/GIS, Harita sektörü, İnşaat sektörü, Ziraat sektörü, Jeoloji sektörü, Maden sektörü, Orman sektörü, Şehir Planlama sektörü, vb. mühendislik-mimarlık-planlama ve uygulama alanlarında yazılım geliştirmek amacıyla tamamen yerli sermaye (%100) ile kurulan bir program ve yazılımıdır.

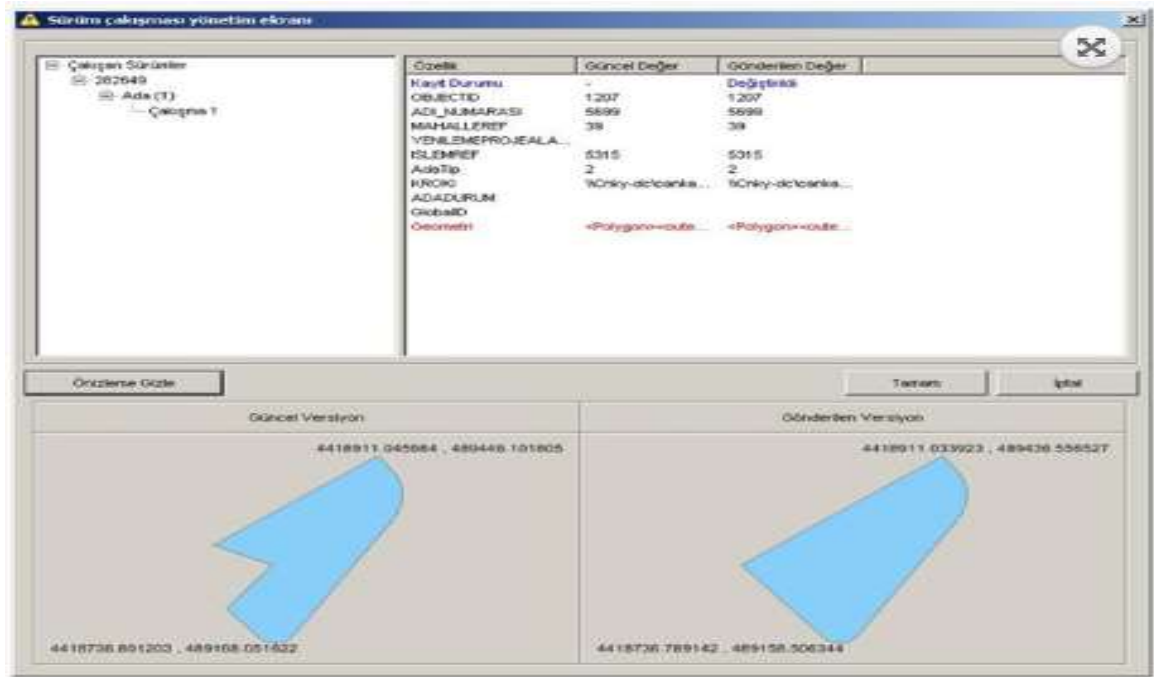
5.2. Netcad Programının Çözümleri

Netcad programının çok geniş ve çeşitli uygulama alanı bulunmaktadır. Uygulama alanları için kullanılan çözümler üç gruba ayrılır. Bunlar;

- 1-CBS-GIS Çözümleri ve Uygulamaları,
- 2-Mühendislik Çözümleri ve Uygulamaları,
- 3-Belediye Çözümleri ve Uygulamalarıdır.

5.2.1. CBS- GIS Ve CBS İle İlgili Çözümler

Netcad programı, masaüstünde, web de, mobil de ve bulut platformlarında, Şekil 5.1. de görüldüğü gibi pratik bir ekrana sahip olarak, CBS – GIS ve CBS Çözümleri geliştirmiş bir programdır. Yüksek performanslı, uluslararası standartlara uygun çözümler içermektedir. Çekirdek düzeyde ve uzun yıllara yayılan emek ile üretilmiş ve bir lisans bağımlılığı bulunmayan bir programdır. GIS çözümleri yüzlerce projede kullanılmıştır. Türevlerine göre pek çok kendine özgü yanları bulunmaktadır.[17]



Şekil 5.1. CBS- GIS ve CBS Çözümleri

5.2.2. NETCAD Programı Mühendislik Çözümleri

Netcad programının; harita alanında, şehir ve bölge planlama alanında, altyapı alanında, inşaat alanında, jeoloji alanında, maden alanında, hidroloji alanında, ziraat alanında, peyzaj alanında, çevre alanında ve elektrik mühendisliklerine yönelik 30'u aşkın çözüm yöntemi bulunmaktadır.

Çözümlerin, birbirleriyle ve birlikte çalışması en önemli hedeftir. Şehir ve bölge planlama çözümleri, çevre - hidroloji çözümleri, altyapı çözümleri, gerçek bir planlama ve şehir simülasyonu oluşturmaktadır.

Netcad programı Mühendislik Çözümlerinin sürekli gelişen içeriği ve yapısı, benzerlerinde olmayan çözüm mimarisi sağlamaktadır. Netcad programının, sunduğu inşaat çözümleri ve altyapı çözümleri, harita çözümleri, yer bilimleri ile ilgili çözümleri, harita çözümleri, imar ve kadastro ile ilgili çözümleri, şehir planlama ile ilgili çözümleri projelerin başarılı olmasını sağlamaktadır.

Netcad programının, Mühendislik uygulamaları iyi hesaplanmış ve kurgulanmış CAD ve GIS uygulamalarıdır. Netcad programı tasarımcıları CAD ve GIS'in yeteneklerini en uygun şekilde kurgulamışlardır.

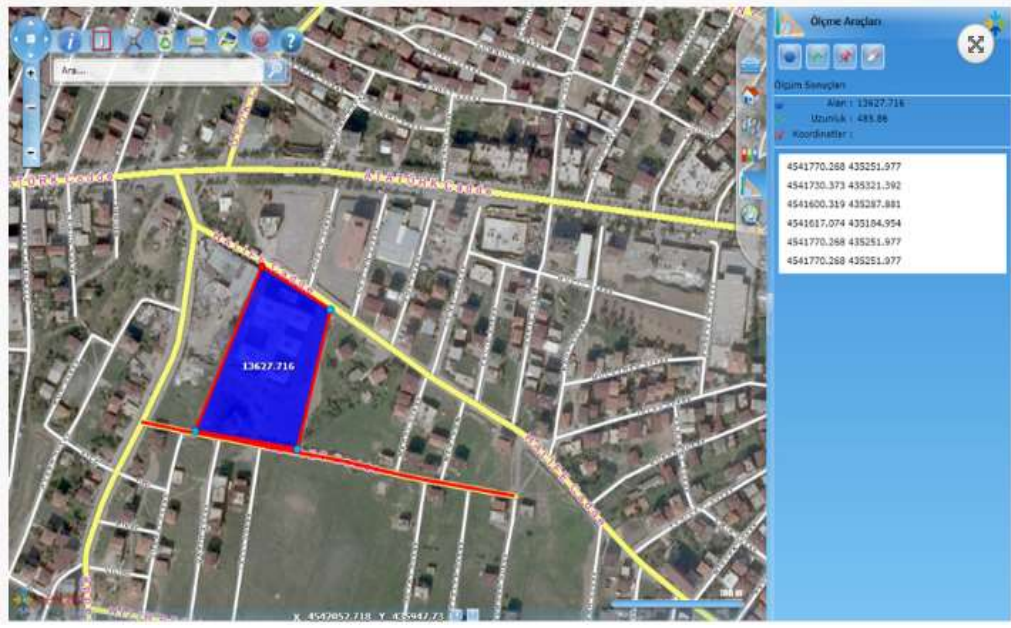
Kontrolsüz olarak CAD - GIS ortamlarında oluşturulmuş olan verilerin Netcad programında CAD - GIS ortamına aktarılması benzer şekilde kolaydır. Bu şekilde oluşan verilerin kolayca kullanıma alınması için birden fazla araç sunulmuştur.[17]

5.2.3. Netcad Programı Belediye Çözümleri Ve Kent Bilgi Sistemi

1989 yılından beri kamu kurum ve kuruluşları, Netcad programı çözümleri ile daha verimli, etkin ve güvenilir hizmetler sunabilmektedir. Belediye başkanlıkları vatandaş merkezli çözümler üretmiş aynı zamanda teknolojinin getirdiği yeniliklere ayak uydurmuştur. Kurum içinde sistemler daha sürdürülebilir olmuş ve KEOS - Kent Otomasyon Sistemi büyük kolaylık sağlamıştır.

KEOS - Kent Otomasyon Sistemi, Şekil 5.2. deki gibi pratik bir ekrana sahiptir ve Türkiye de 800'ü den fazla belediyede kullanılmakta ve bu kurumlara farklı çözümler getirerek kendini geliştirmektedir. Yerel Yönetimle ilgili Çözümlerde ilk akla gelen program Netcad ve KEOS tur.

Kullanıcılar; Belediye Başkanlıkları, İl Özel İdareler, Diğer Kamu Kurumları, Devlet ve Vakıf Üniversiteleri, Özel Mühendislik Firmaları, Özel Planlama Firmaları, Özel ve Tüzel Tarım, Ormancılık Firmaları, Özel Jeoloji Firmaları, Özel Mimarlık Firmalarıdır. [17]



Şekil 5.2. Netcad Programı Belediye ile ilgili Çözümler ve Kent Bilgi Sistemleri

5.3. NETCAD Programında Mühendislik Çözümleri ve Önemi

Belediye gibi kurumlar imar hizmetleri ve planlama hizmetleri yürüten kuruluşlardır. Bu hizmetler doğrultusunda hem teknik araçlar, hem de analiz araçları gereklidir. İmar hizmetleri için hâlihazır harita yapımı ve onayı, ardından, kadastral durum ve mülkiyet durum yapısının sayısal ve dijital hale getirilmesi, imar planı çalışması ile mümkündür. Süreçten geçen, imar planları, yapım aşamaları tamamlandıktan sonra, yeni şehir dokusuna uygun bir şekilde, eski kadastro parsellerinin düzenlenmeleri ve yeni mülkiyet alanlarının belirlenmesi gereklidir.

Kullanıcılar; Belediye Başkanlıkları, İl Özel İdareler, Diğer Kamu Kurumları, Devlet ve Vakıf Üniversiteleri, Özel Mühendislik Firmaları, Özel Planlama Firmaları, Özel ve Tüzel Tarım, Ormancılık Firmaları, Özel Jeoloji Firmaları, Özel Mimarlık Firmalarıdır [17].

5.4. NETCAD Programı İle NETCAD/Water Modülü Kullanılarak İçme Suyu Şebekesi Projelendirilmesi

5.4.1. NETCAD/WATER İçme Suyu Modülü

Tanımı

Hâlihazır haritaların ve imar planlarının sayısallaştırılarak, arazi modelleri üzerinde açık kapalı şebeke, hidroforlu sistem çözümleri, terfili-cazibeli akım çözümleri yapılan

içme suyu şebeke çözüm modülüdür. Şekil 5.3. de örnek bir proje çizim ekranı görülmektedir.

Hedef Gruptakiler

Üniversiteler, akademisyenler, öğrenciler, eğitimciler, kamu kurum ve kuruluşları, inşaat ve içme suyu projeleri yapan firmalar vb. içme suyu projeleri üreten firmaların kullanımı için üretilmiştir.

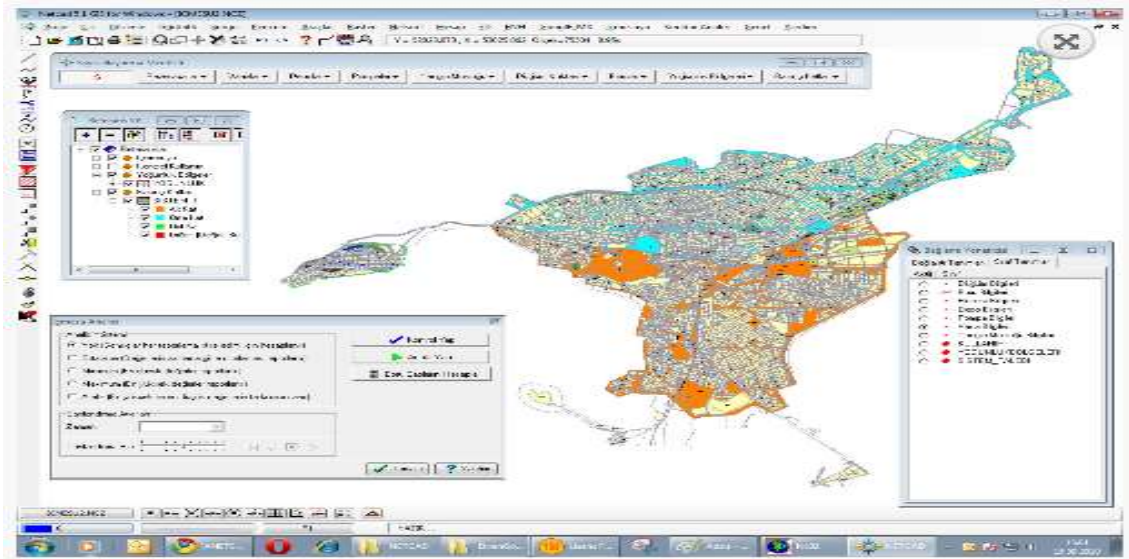
Hedefleri

İçme suyu projeleri oluşturulurken, süreç hakkında bilgi vermek,

Cazibeli-Terfilî içme suyu projeleri çözümleyebilmek,

Depo hacim hesapları yapabilen, açık ve kapalı şebekeler çözen standartlara uygun projeler üretebilen projeler üretebilmek,

Hardy Cross metodu ile şebeke çözümü yapabilmektir. [17]



Şekil 5.3. Netcad/Water Programı Yazılımı

5.5. İçme Suyu Şebekesi Projelendirme İşlemleri

Şebeke hesabı, Açık Kapalı (Ölü Nokta) Şebeke, Terfilî Cazibeli Sistem Çözümü, Hardy-Cross Çözümü olarak yapılabilmektedir.

Şebeke Kullanımı:

Suyun ana şebeke borusu ile depolandığı yerden alınarak açık alana değil (köy içine vb. değil), evlere uygun basınç değerleriyle dağıtımının yapılmasıdır. İki çeşit şebeke

vardır. Bunlar açık ve kapalı şebekedir. Açık şebekede, borular dallanarak ve tek yönde akmaktadır. Kapalı şebekede su bölgelere kapalı gözler içinde iletilir.

Terfili sistem, şebekenin yapılacağı yerleşim alanda yeteri kadar meyilin ve yerçekiminin olmadığı durumlarda, kendiliğinden akış imkanı bulunmayan suların; enerjiyle (elektrik, dizel,güneş gücü, rüzgar gücü vb.) çalışan pompalar ve borular (plastik, çelik vb.) kullanılarak, daha yüksek kotlardaki yerleşim yerlerine işletilmesi ile yapılan içme suyu sistemlerine denmektedir.

Cazibeli Sistem, şebekenin yapılacağı yerleşim alanında, arazinin meyiline göre suyun, daha alt kotlardaki içme suyu kaynağından, daha üst kotlardaki alanlara, borular (plastik, çelik vb.) vasıtası ile aktarılmasıdır. Burada, arazinin meyili ve yerçekimi etkisi haricinde herhangi bir güç kullanılmaz ve suyun kendiliğinden akarak ilerlediği içme suyu sistemleridir.

Hardy Cross Çözümü, yük kayıpları toplamının, bir döngü içinde bulunduğu sistemde, yük kayıplarını en minimuma indirme mantığına dayanan iteratif (tekrarlayan) bir yöntemdir. Her tekrarda (iterasyonda) bir debi düzeltme faktörü hesaplanır ve debiler düzenlenir.

Hardy -Cross metodu, Hazen Williams, Darcy Weisbach, Chezy-Manning yük kayıpları formüllerini kullanır. [17]

5.6. NETCAD/WATER Modülü Kullanılarak, Açık-Kapalı Şebeke (Ölü Nokta) Ve Hardy-Cross Metodu İle Projelendirme İşlemlerinin Yapılması

5.6.1. Şebekeyi Oluşturan Elemanlar

Bir şebekede, ana ve tali borular besleme ve servis boruları, şebeke vanaları, basınç kırıcılar, sulama ve yangın muslukları ve servis bağlantıları yer alır.

5.6.2. Şebeke Borusu

Şebekeyi oluşturan asıl unsurlardır. Bu borulardan besleme boruları depoları ve pompaları oluşturan istasyonları birbirine bağlayan çapı büyük olan borulardır. Ana dağıtım oluşturan borular tali dağıtım şebekelerine ana besleyicilerden temin ettikleri suyu aktaran borulardır. Sokak içindeki tali borular yalnızca bulundukları sokaklara hizmet verirler. Bunlar küçük çaplı borulardır. Tüm tali borular ana borulardan ayrı değildir.

Lateral borular tali borulara ana borulardan suyu alarak verir. Hem tali hem de ana dağıtım borularıdır.

Geniş caddelerde çift yönlü şebeke borusu tercih edilir. Genişliği 15 metrenin altında olan caddelerde tek yönlü şebeke borusu tercih edilir. Farklı çaplarda çift boruların kullanıldığı yerlerde yangın musluğunun montajı büyük çaplı boru üzerine yapılır.

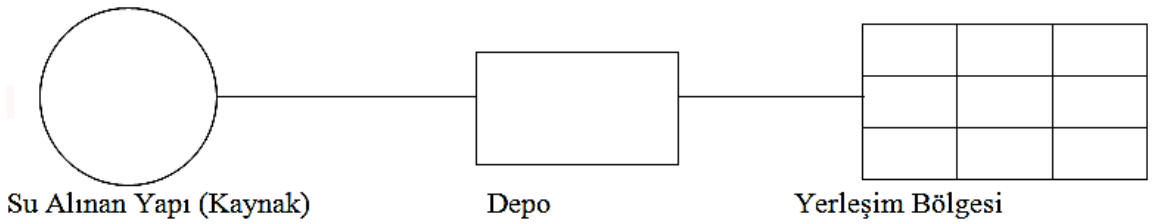
Borular malzeme cinslerine göre sınıflandırılır. Bunlar PVC, beton boru, çelik, font tipi borulardır. Şebekeler de, ebeti 80 mm den küçük olan boru kullanılmamalı, üzerinde yangın musluğu var ise 100 mm den küçük boru kullanılmamalıdır.

5.6.3. Şebeke Depoları

Depolar, kaynaktan su getiren elemanların arızalanması halinde, isale hattının kesilmesi halinde, su verilen yerleşimin susuz kalmasını önlemek, yangın oluşması halinde su ihtiyacını garanti etmek, azalan çoğalan su taleplerine karşı sistemde oluşan sorunları gidermek için kullanılır. Bunun için depoların, yerleşim alanlarına yakın yerleştirilmesi gereklidir. Böylece yerleşim bölgesi güvende olacaktır. Depoların günlük maksimum ihtiyacı karşılayacak şekilde tasarlanması gereklidir. Depo yerleşimleri üç şekilde olur.[1]

a) Deponun, kent ile su alma yapısı arasında olduğu durum

Depoda bulunan su sürekli değiştiği için su tazedir. Bu durum, Şekil 5.4. deki gibi bir dizilimde görülür. Pompanın bulunduğu yükseklik sabittir.[1]



Şekil 5.4. Deponun Başta Olması Durumu

b) Deponun, bir uçta olduğu su alma yapısının diğer uçta olduğu durum

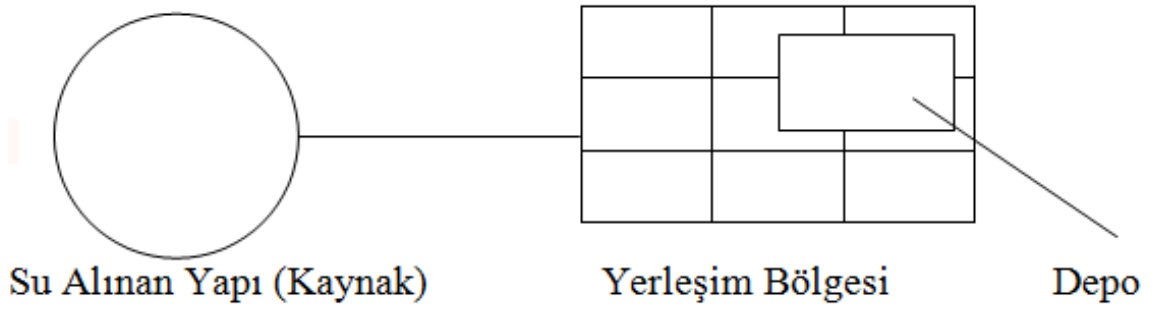
Bu modelin faydası yerleşim alanının her iki taraftan beslenebilmesidir. Bu durum, Şekil 5.5. deki gibi bir dizilimde görülür. Dağıtılan suyun bir bölümü depoya ulaşır diğeri şebekeye dağıtılır.[1]



Şekil 5.5. Uç Deponun Bulunduğu Durum

c) Deponun, kentin içinde olduğu durum

Pahalı bir modeldir. Ayaklı hazne ile uygulanabilir. Bu durum, Şekil 5.6. daki gibi bir dizilimde görülür. Bu uygulama hidrolik açıdan iyidir, ama pahalıdır.[1]



Şekil 5.6. Deponun Merkezde olması durumu

5.6.4. Boru Hatlarının Tasarımı

Tez konusu proje Siverek OSB alanında boru hatlarının çizimi için seçilir. Borular en uygun güzergâhtan geçirilerek yerleşimi yapılır. Projeye hatlar eklenir. Kapalı gözler oluşturacak şekilde, esas borular ve 1. kademe boruları seçilir ve çizilir. Referans olarak esas boru tabakası alınır. Daha sonra tali boru ve 2. kademe boruların girişi için hat eklemesi yapılır. Çizim yapılırken tali boru şebekeleri referans olarak kullanılabilir.

Esas Boru çizimleri yapılırken ilk olarak ileride tasarlanacak sanat yapısı deponun yeri belirlendi, Depo ile Şebeke arasındaki Ana boru hatları çizildi.

Düğüm noktaları ise istenilen yerde oluşturulur. 2. kapalı göz oluşturulacağı zaman şebeke borusu üzerinde çizim yapılmadan önce Hattı Bölünür ve işleme devam edilir.

Esas boru bağlantılarında göz oluşturulacaksa hat bölünür. Eğer göz oluşturulmayacak ise Hat Sonu seçilir. Bunun dışında tali boru bağlantıları

oluşturulacaksa Hat Bölünmelidir. Sonra Hat Sonu belirlenir. Bu aşamalar yapılmadığı takdirde Netcad şebeke çözümünde hatalar yaşanabilir.

Şebeke Borusunu çizilmiş herhangi bir başka boruya bağlarken Hat Sonu belirlenir ve işlem sonlandırılır.

5.6.5. Depo Hacim Hesabı Ve İhtiyaç Debisi Hesabı

Şebeke hattı, yerleştirilen depo hattı ucuna bağlanır ve depo hacmi hesabı yapılır.

Depo Hacmi Hesabı;

İlk olarak, İller Bankası Yöntemlerinden veya Klasik Yöntemlerden biri seçilmelidir. Eğer İller Bankası yönetmeliği seçilirse, Yıllara göre Nüfus sayımları belirlenir ve sayım değerleri girilir. Çoğalma katsayıları hesaplanır. Bu hesap birden farklı yıl için yapılabilir. Çoğalma katsayısı P veya Ç ile gösterilebilir. Çoğalma katsayına göre geleceğe dönük nüfus değeri bulunur.

5.6.6. Geleceğe Dönük Kent Nüfusu Hesapları

Yerleşim alanının, su ihtiyacı, karşılanırken su getirme sistemleri genel olarak 30-35 yıllık nüfus verilerine göre tasarlanır. Nüfusun, su ihtiyaç gereksinimleri genellikle bu yıllara göre belirlenir ve depo bu ihtiyaca göre boyutlandırılır. Bu hesaplamalar için gelecekteki nüfusun tahmini gereklidir. Gelecekteki nüfus hazırlanırken, o yerleşim alanının eski yıllara ait nüfus verilerine ihtiyaç vardır. Ayrıca yerleşim alanının nüfus hareketleri, bunun yanında gelecekteki gelişme durumları dikkate alınmalı ve gelecekteki nüfus hesaplanırken bu hususlarda dikkate alınmalıdır.

Bu veriler ışığında, çoğalma katsayısı (P) , (Ç) iller bankası esaslarına göre aşağıdaki şekilde bulunmalı ve gelecekteki nüfus bu katsayı ışığında belirlenmelidir.

Çoğalma Katsayısı Hesaplama Formülü:

$$(P) , (Ç) = \left(\sqrt[n_y]{\frac{N_y}{N_e}} - 1 \right) \cdot 100$$

"P;Ç" değeri 1 ile 3 arasında ise ; "P;Ç" değeri bulunduğu gibi alınır.

"P;Ç" değeri 1 den küçük ise ; "P;Ç" değeri 1 alınır.

"P;Ç" değeri 3 den büyük ise ; "P;Ç" değeri 3 alınır veya ilgili kurum ile kararlaştırılır.

Yukarıdaki formülde:

"P;Ç"= nüfus artış yüzdesini,

Ny= Son Nüfus Sayımını yani Yeni Nüfusu,

Ne = Eski Yıllara Ait Herhangi Bir Nüfusu yani Eski Nüfusu,

a= Yeni ile Eski nüfus yılları arasındaki farkı ifade eder.

5.6.7. Su İhtiyacını Belirlemek İçin Gelecekteki Nüfusun Belirlenmesi

Gelecekteki Nüfusun Belirlenmesi Formülü:

Gelecekteki nüfus tahminleri yapılırken, 30 yıllık süreç kullanılır. Bunun dışında tesisin faaliyete girene kadar geçecek süre olarak artı 5 yıl daha eklenebilir.

$$Ng=Ny(1 + \frac{P}{100})^{30+n}$$

veya

$$Ng=Ny(1 + \frac{P}{100})^{30+n+5} \text{ (tesisin faaliyete geçene kadar geçecek süre eklenmiş hali)}$$

Yukarıdaki formülde:

Ng: Son sayım, yapıldıktan sonraki (30+n) veya (30+n+5) yıl sonraki nüfusu,

Ny: Son Sayımdaki nüfusu,

"P" veya "Ç" :Nüfus Artış Yüzdesini,

n: Projenin yapılacağı yıl ile son son sayımın yapıldığı yıl arasındaki farkı, ifade eder.

5.6.8. Gelecekteki Nüfusa Göre Gelecekteki Su İhtiyaç Debisinin Belirlenmesi

Su ihtiyacı belirlenirken, nüfusun yanında, iklim, hayat standartları, su tarifi gibi birçok etkene ihtiyaç vardır. Bu etkenlerin, su ihtiyacını tam olarak nasıl etkilediğini belirlemek mümkün olmadığından, İller Bankası yönetmeliklerine göre nüfusa bağlı olarak bir su ihtiyacı belirlenmektedir. Bu işlem için İller bankası tabloları kullanılır. Tablo 5.1 deki nüfus aralıkları için interpolasyon yapılabilir veya su ihtiyaç debisi direkt alınır.

Tablo 5.1. Gelecekteki Nüfusa Göre Su İhtiyaç Debisi (QH1) Tahmini

Gelecek Nüfusu (Tahmini Gelecek Nüfus) (Ng)	Su İhtiyacı Debisi (QH1) (litre/nüfus gün)
Ng<3000	60
3000<Ng<5000	70
5000<Ng<10000	80
10000<Ng<30000	100
30000<Ng<50000	120
50000<Ng<100000	170
100000<Ng<200000	200
200000<Ng<300000	225
300000<Ng	(idare onayına göre kararlaştırılır.)

Tabloda bulunan değer, lt/nüfusgün olarak belirlenmektedir. Bu değer lt/sn ye dönüştürülmesi için ise aşağıdaki formül kullanılır.

$$(QH_o) = \frac{Ng.QH1}{86400} \text{ lt/sn}$$

Q_{H1} = Gelecekteki nüfusa göre su ihtiyaç debisi (QH1) tahmini, tablosundan alınan su ihtiyaç debisini (lt/nüfusgün),

Ng= Son sayım, yapıldıktan sonraki (30+n) veya (30+n+5) yıl sonraki nüfusu,

Q_{Ho} = Belirlenen gelecek nüfusunun su ihtiyacını (lt/sn),

86400= Bir gün içindeki toplam saniye sayısını ifade eder.

5.6.9. Yerleşim Alanındaki Hayvan Varlığından Oluşan Su İhtiyacı

Su ihtiyacı tespiti yapılırken, hayvan sayısının fazla olduğu yerleşimlerde hayvanlardan doğan su ihtiyacı da eklenir. Büyükbaş hayvan başına, 50 lt/sn,

Küçükbaş hayvan başına 15 lt/sn değerleri kullanılır. Bu veriler ışığında debi için aşağıdaki formül kullanılır.

$$Q_{Hay} = \left[\frac{(N_{BH}.50) + (N_{KH}.15)}{86400} \right]$$

Q_{Hay} = Hayvan varlığından doğan su ihtiyacını(lt/sn)

N_{BH} = Yerleşim bölgesinde bulunan büyük baş hayvan sayısını

N_{KH} = Yerleşim bölgesinde bulunan küçükbaş hayvan sayısını, ifade eder.

5.6.10. Yerleşim Alanındaki Sanayi Alanlarından Oluşan Su İhtiyacı

Su ihtiyacı için büyük sanayi alanlarının bulunduğu yerleşimlerde Q_{BS1} =0.50 ile 0.85 lt/sn.ha, küçük sanayi alanlarının bulunduğu yerlerde Q_{KS1} =0.35 ile 0.50 lt/sn.ha aralığında alınabilir.

Çok büyük alanlar kaplayan sanayi tesislerinde ise üretim ve cins miktarları dikkate alınarak hesaplamalar yapmak gereklidir. Aşağıdaki formülден faydalanılarak sanayi su ihtiyacı belirlenir.

$$Q_{BS}=Q_{BS1}.A_{BS} \text{ (lt/sn)}$$

$$Q_{KS}=Q_{KS1}.A_{KS} \text{ (lt/sn)}$$

Q_{BS} = Büyük sanayi alanlarının su ihtiyacını, (lt/sn)

Q_{BS1} = Büyük sanayi alanlarında hektar başına birim alanda kullanılacak su debisini,

A_{BS} = Yerleşmedeki büyük sanayi alanını,

Q_{KS} = Küçük sanayi alanlarının su ihtiyacını, (lt/sn)

Q_{KS1} = Küçük sanayi alanlarında hektar başına birim alanda kullanılacak su debisini,

A_{KS} = Yerleşmedeki küçük sanayi alanını, ifade eder.

Bu ihtiyaçların haricinde özel su ihtiyaçları da bulunmaktadır.

5.6.11. Yangın Debisi Hesabı

Suyun kullanıldığı bir diğer alan yangınların söndürülmesidir ayrıca su yangını söndürmenin en ucuz yoludur. Yangını söndürebilmek için yüksek debili suya ihtiyaç vardır. Yerleşim alanın su ihtiyacı hesaplanırken yani borular boyutlandırılacağı zaman yangını söndürmek için gerekli debinin de hesabı katılması gereklidir. Bu debi özellikle

ufak çaplı tali borular boyutlandırılacağı zaman önemlidir. Bu borularda yangın debisi dağıtılacakken gerekli olan suyun debisinin çok ufak olacağı bilinmektedir. Yangın debileri, İller Bankasının Tablo 5.2. deki tablosundan, nüfus bilgilerine göre belirlenmektedir.

Tablo 5.2. Yangın Depoları Tablosu

Nüfus (Ng)	Ana Boru (lt/sn)	Esas Boru (lt/sn)	Tali Boru (lt/sn)
Ng < 10000	5	5	2,5
10000<Ng<50000	10	5	2,5
50000<Ng	20	10	5

5.6.12. Özel Su İhtiyaçları Debisi Hesabı

Özel su ihtiyaçları debisi, İller Bankası şartnamelerinden Tablo 5.3. deki özel durumlara göre belirlenebilir.

Tablo 5.3. Bazı özel uç debileri ve su ihtiyaçları

Binek otomobillerin bir defa temizlenmesi için		200-300 lt
Kamyonun bir defa temizlenmesi için		50-150 lt
Okullarda bir öğrenci için	Günde	2-10 lt
Kışlalarda bir er için	Günde	50-150 lt
Kışlalarda bir at için	Günde	60-100
Hastahanelerde bir hasta için	Günde	260-600 lt
Otellerde bir müşteri için	Günde	100-250 lt
Genel yüzme havuzlarında (1m ² için)	Günde	500 lt
Yangın merdiveni için saniyede (yönetmenliğe göre)		2.5-5-10-20 lt
Mezbahalarda her bir büyük baş hayvan için		300-400 lt
Mezbahalarda her bir büyük baş hayvan için		150-300 lt
Pazar yerlerinin her m ² ' si için	Günde	3-5 lt
İstasyonlarda bir lokomotif için	Günde	6000-22000 lt
Hamamlarda her bir banyo için	Günde	300-350 lt
Çamaşırhanelerde 100 kg çamaşır için		40-80 lt
1 kg yönün kumaş haline getirilmesi için		1000 lt
100 kg seker pancarı üretmek için		1500 lt
1 kg şeker üretimi için		100-150 lt
1000 adet tuğlanın örülmesi için		750 lt
1 m ³ beton hazırlanması için		120-150 lt
Bahçe cadde ve sokakların sulanması için m ² başına		1.5-2 lt
Tabakhanelerde beher büyük deri için		10000-3000 lt

5.6.13. İletim Debisi Hesabı

Yerleşim alanının ihtiyacı için su deposuna iletilmesi gerekli olan su miktarı, insan su ihtiyacı , hayvan su ihtiyacı ve özel su ihtiyacının toplamından oluşur.

$$Q_{ILT.} = Q_{INSAN} + Q_{HAY.} + Q_{YAN.} + Q_{ÖZEL}$$

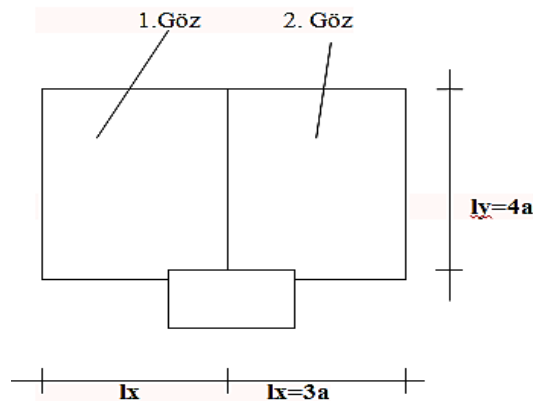
5.6.14. Hazne (Gömme Depo) Boyutları Hesabı

Hazne tipi olarak iki tip kullanılır. Bunlar gömme depo ve ayaklı depodur. Su ihtiyacına göre hazne boyutlandırılır. İller Bankası ve DSİ yönetmelik ve tip projelerine göre depo projelendirilir. Gömme depolar boyutlandırılırken aşağıdaki yöntemlerden ve formüllerden faydalanılır.

İlk olarak faydalı su yüksekliği (h_f) bulunur. İller Bankası tip projelerinden haznenin hacmi referans alınarak, faydalı su yüksekliği tespit edilir. Tablo 5.4. deki değerler kullanılarak hesaplamalar yapılır.

Tablo 5.4. Hazne (Depo) Hacmine bağlı, faydalı yükseklik tablosu

Depo Hacmi (m ³)	Faydalı Su Yükseklikleri (h_f)(m)
50~350	3
400~500	3,5
600~900	4
1000~2000	5
>2000	6



Şekil 5.7. Ekonomik Ebatlarıyla İki Gözlü Gömme Depo

Faydalı su yüksekliği bulunduktan sonra, iki gözlü gömme depoların ekonomik olarak boyutlandırılabilmesi için Şekil 5.7. de görüldüğü gibi lx/ly oranı olarak 3/4

oranı kullanılır. Haznenin daha fazla gözden oluşması ($n = \text{göz sayısı olmak üzere}$) durumunda ise, lx/ly oranı olarak $n+1/2n$ oranı kullanılır. Hazne (Depo) hesabı;

$V_H = hfx2x(3ax4a)$ ile bulunur. [9],

Yukarıdaki bilgilerin ışığında, tez çalışmamızda, Şekil 5.8. de görüldüğü gibi nüfus 1000 kişi kabul edilmiş, yerleşim yeri su ihtiyacı ise maksimum değer olan 0.85 lt/sn.ha seçilmiştir. İlgili hacim program tarafından otomatik hesaplanmıştır.

DEPOHACİM HESABI	
SONNUFUSSAYIMI =	1000
30 YILLIK	
SONSAYIMDAN, PROJEYAPIM YILINA KADARGEÇENSÜRE=	0 YIL
GELECEKTEKİNÜFUS=	0
İNSANLARIN GÜNLÜKSU İHTİYAÇLARI=	60 Lt/gün
BÜYÜKBAŞ HAYVANSAYISI=	0
KÜÇÜKBAŞ HAYVANSAYISI=	0
TOPLAMIHTİYAÇ DEBİSİ=	85 Lt/sn
YANGIN HACMİ=	18 m3
HESAPLANANDEPOHACMİ=	1854 m3
DEPOTİPİ=	GÖMMİDEPO
SEÇİLEN DEPOHACMİ=	2000 m3
DEPOGİRİŞ KOTU(ZK+)	= 1.60 m
DEPOKREPİN KOTU(ZK+)	= -2.40 m

Şekil 5.8. Hazne (Depo) Hacmi Hesap Ekranı

5.6.15. Yerleşim Alanında Uygun Hazne (Depo) Yerinin Tespit Edilmesi

Yerleşim yerinin topografyası dikkate alınarak yüksek bir yer seçilir ve genellikle su yüksekteki bu hazneye aktarılır ve oradan da yerleşim alanına ulaştırılır. İller Bankası yönetmeliğine göre yerleşim alanındaki su basıncının en az (20-30 m) en çok (60-80 m) su sütunu aralığında değerlere sahip olması istenir.

Basıncın 80 metrenin üstüne çıkması boruların ve tesisat elemanlarının yüksek basınç kuvvetine maruz kalmasına, dolayısıyla zarara uğrayıp patlamasına sebep olur. Basıncın 20 metrenin altına düşmesi ise evlerin üst katlardan su akmamasına sebep olur. Bu sebeple ortalama bir basınca ve uygun bir kota ihtiyaç vardır. Hazne, su kaçakları

(Su kaçağı basınç arttıkça çoğaldığı için basıncın 40 metre civarında olması gerekmektedir .) da dikkate alınarak bu uygun kota yerleştirilir.

Hazne yeri seçiminde işletmesinin ve bakımının kolay olabilmesi için kente yakın konumda olması gereklidir. Ayrıca haznenin yerleşim alanının ağırlık merkezine yakın bir şekilde konumlandırılması gereklidir.

Haznenin yerinin kente yakın bir konumda oluşunun bir diğer avantajı şebekedeki ana borunun kısa olmasını sağlamasıdır. Dinamik ve statik basınçlarda hazne yeri seçimi için önemli olan unsurlardandır. Bunlarda hesaba tabi tutulmalıdır.

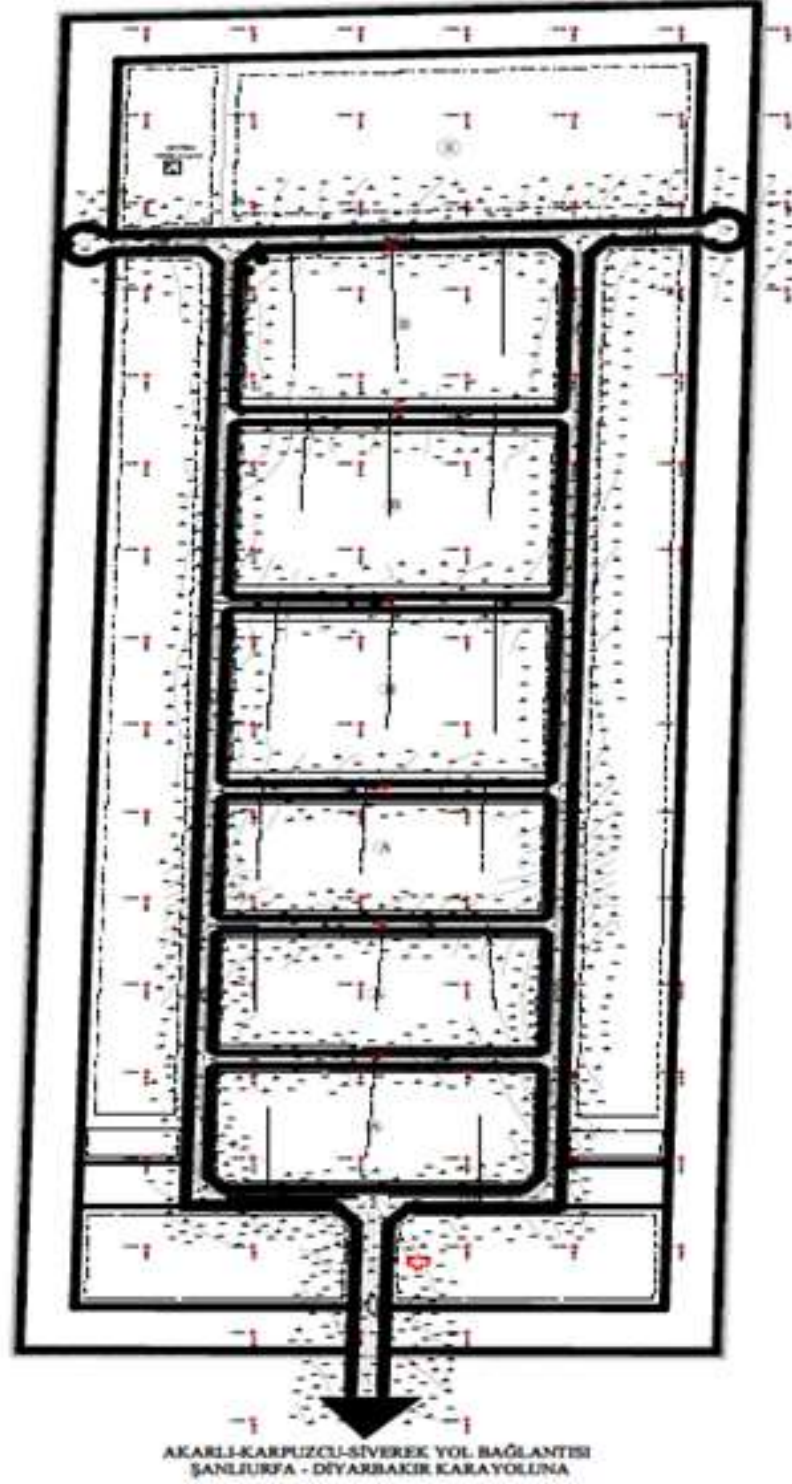


6. SİVEREK OSB BÖLGESİNİN NETCAD/WATER MODÜLÜNDEKİ AÇIK-KAPALI ŞEBEKE (ÖLÜ NOKTA) VE HARDY-CROSS METODU İLE ÇÖZÜLMESİ

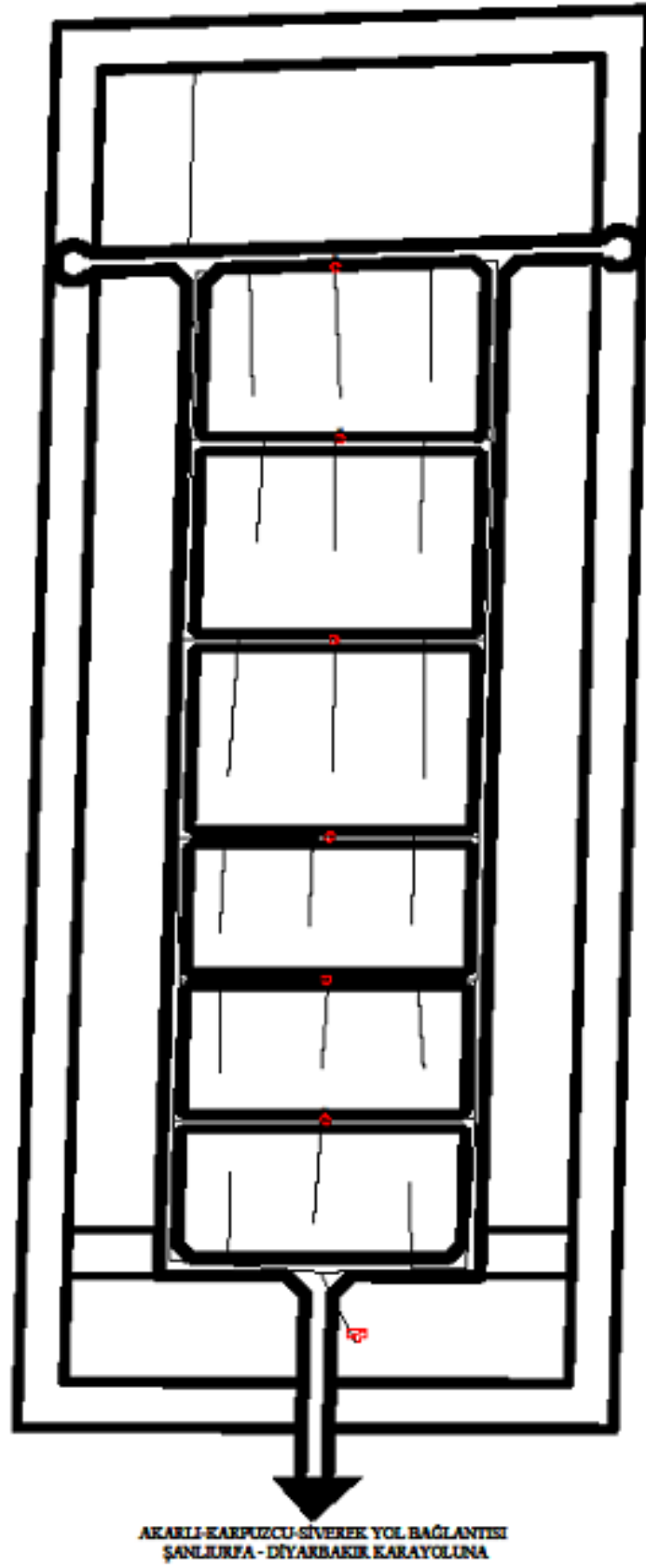
Bu tez çalışmasında, Siverek OSB'nin şebeke hattı NETCAD/WATER (İçmesuyu Modülü) modülü ile çözülmüştür. İlk olarak Ölü nokta metodu yani kapalı şebeke çözümü kullanılmıştır. Altlık olarak kullanılan, Siverek OSB' nin yerleşim alanının kotları ve bu kotların noktaları Şekil 6.1. de görüldüğü gibi NETCAD programına aktarılmıştır. Bu adım, hesaplama için yapılacak ilk işlemdir. Kotlar, NETCAD/NETSURF modülü ile üçgen model haline getirilir ve arazi kotlandırılmış olur. Tekrar içme suyu modülüne girilerek, Şekil 6.2. ekranında görüldüğü gibi boru hatları çizimine geçilir ve esas boru ve tali borular kullanılarak kapalı gözler oluşturulur. Kapalı göz uzunlukları ve metre-kareler yönetmeliklere ve sisteme uygun olmalıdır. Kapalı gözler oluşturulduktan sonra şebeke hattına konulması gereken vanalar, yangın vanaları, hidroforlar, basınç düşürücü elemanlar ve depolar vb. yerleştirilir. Nüfus verileri kullanılarak su ihtiyacı, OSB su ihtiyacı ve diğer su ihtiyaçları belirlenerek, su deposu hesabı yapılır ve depo şebeke sistemine yüklenir. Gerekli kontroller yapılarak ve analiz ayarları girilerek analiz yapılır. Şebekeye uygun boru cinsleri belirlenir. Ayrıca hesap tabloları, ayarlanarak, debiler ve yük kayıpları bulunur.

Tez çalışmamızın bir diğer aşamasında, NETCAD/WATER Hardy-Cross metodu ile Siverek OSB'nin şebeke hesabı yapılmıştır. Proje verileri sayısallaştırma ve ilişkilendirme aşamaları yapılarak, boruların ve kullanılacak şebeke elemanlarının her birine düğüm noktaları verilir ve sayısallaştırma-ilişkilendirme işlemleri yapılır. Bu düğüm noktalarına göre NETCAD/NETSURF kullanılarak, üçgen modeller oluşturulur. Bu işlemten sonra çizim işlemlerine geçilir ve şebeke elemanları sisteme girilir. Çizim işlemlerinde son olarak depo sayısallaştırması yapılır. Analiz ayarları yapılır. Şebekedeki boruların yoğunluk değerleri girilir. Projemizde boru yoğunluk bölgeleri farazi olarak belirlenmiştir. Daha sonra zaman aralıklarına göre, seyir iterasyonları ve talep iterasyonları programa girilir. Bu işlemlerde farazi olarak yapılmıştır. Son olarak analiz yapılır ve debi ve yük kayıpları belirlenir. Hesaplamalar sonucu oluşan çizimler, Şekil 6.3., Şekil 6.4., Şekil 6.5., de görüldüğü gibi alınır. Son olarak hesap tabloları,

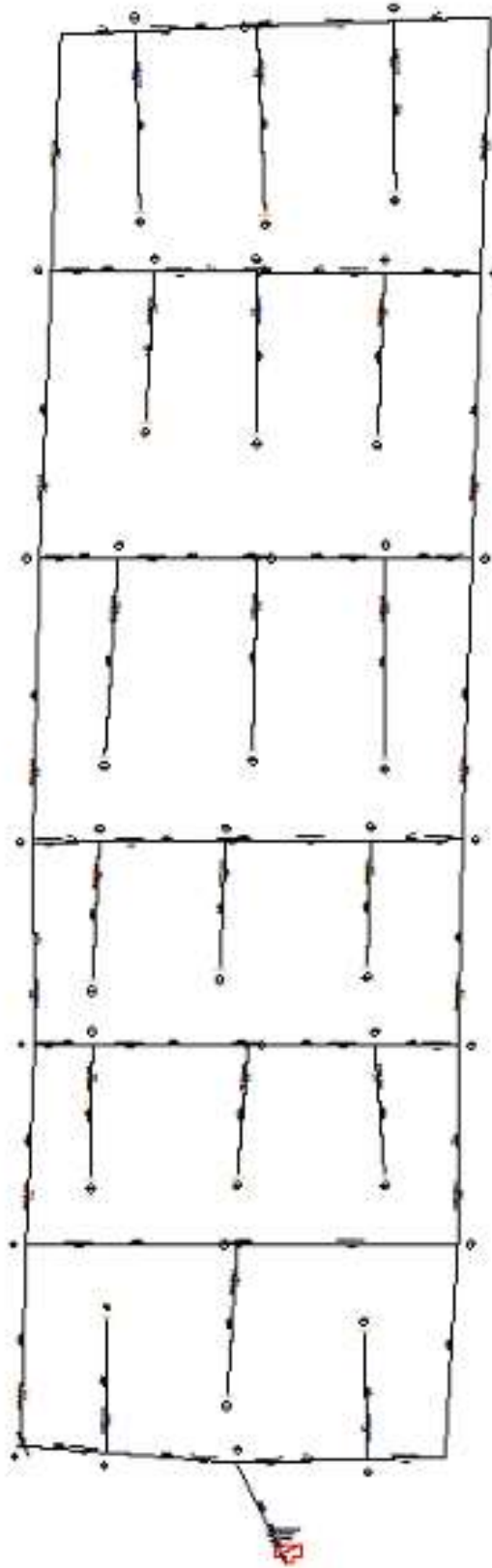
Tablo 6.1., Tablo 6.2., Tablo 6.3., Tablo 6.4., Tablo 6.5., Tablo 6.6., Tablo 6.7., de görüldüğü gibi Excele aktarılarak, debi, yük kaybı vb. düzenlemeler yapılabilir.



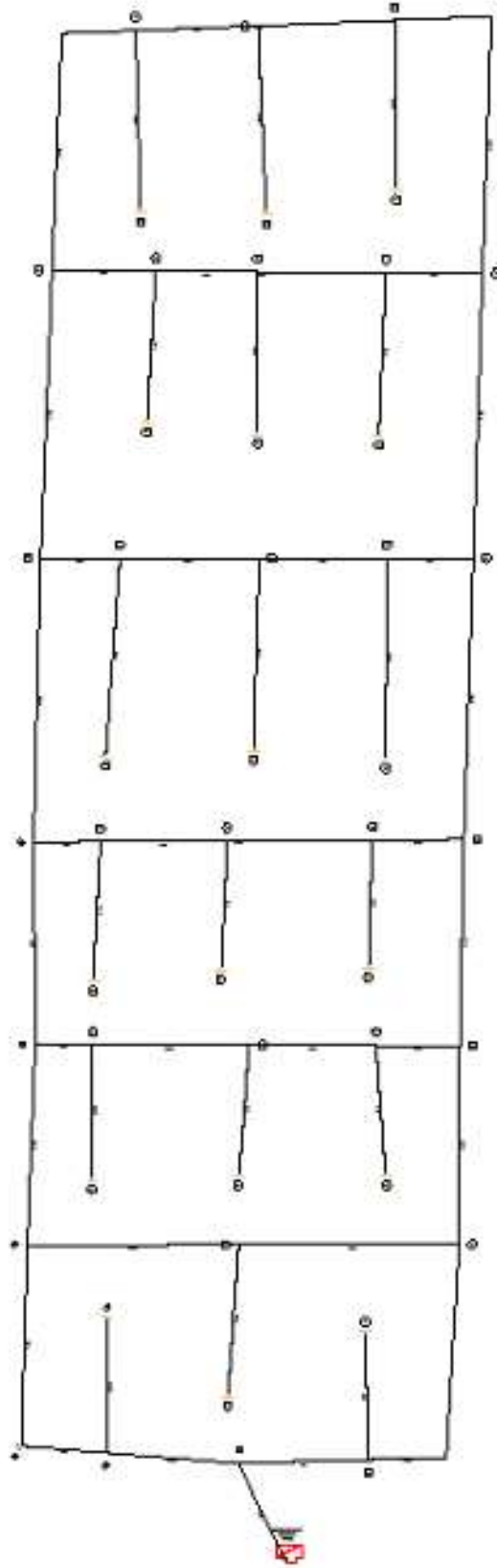
Şekil 6.1. Siverek OSB Netcad ile Altılık (Kotlu) NCZ Dosyası Oluşturulması



Şekil 6.2. Siverek OSB Netcad/Water İle Şebeke Oluşturulması



Şekil 6.3. Siverek OSB Netcad/Water Hesap Planı Çıktısı



Şekil 6.4. Siverek OSB Netcad/Water Taslak Planı Çıktısı



Şekil 6.5. Siverek OSB Netcad/Water İnşaat Planı Çıktısı

6.1. Netcad/Water Modülü Boru Yük Kayıpları

Tablo 6.1. Borulardaki yük kayıpları

Boru Adı	Yük Kaybı (m)	Toplam Yük Kaybı (m)	Piyezo
1-2	0.58	0.58	1028.61
2-3	0.70	1.28	1028.23
3-5	0.44	1.72	1027.99
5-6	0.01	1.73	1027.99
6-7	1.05	2.78	1027.42
7-23	1.11	3.89	1026.81
23-M1	0.03	3.92	1026.79
TOPLAM	3.92		
1-2	0.58	0.58	1028.61
2-25	0.68	1.26	1028.24
25-22	1.54	2.80	1027.41
22-M1	1.13	3.93	1026.79
TOPLAM	3.93		
FARK	0.00		

Tablo 6.2. Netcad/Water Modülü Siverek Osb Esas Boru Listesi

BORU HATTI	BORU CİNSİ	HAKİKİ L	K	Qh	JxL
1-2	90.0/110 PE 16.0 Atü	85	0.0	5.000	0.58
2-3	90.0/110 PE 16.0 Atü	101	1.0	5.000	0.70
3-5	90.0/110 PE 16.0 Atü	64	1.0	5.000	0.44
5-6	90.0/110 PE 16.0 Atü	1	1.0	5.000	0.01
6-7	90.0/110 PE 16.0 Atü	152	1.0	5.000	1.05
7-23	90.0/110 PE 16.0 Atü	161	1.0	5.000	1.11
23-M1	90.0/110 PE 16.0 Atü	5	1.0	5.000	0.03
7-8	90.0/110 PE 16.0 Atü	153	1.0	5.000	1.06
8-31	90.0/110 PE 16.0 Atü	44	1.0	5.000	0.30
31-M2	90.0/110 PE 16.0 Atü	117	1.0	5.000	0.80
8-9	90.0/110 PE 16.0 Atü	155	1.0	5.000	1.07
9-37	90.0/110 PE 16.0 Atü	51	1.0	5.000	0.35
37-35	90.0/110 PE 16.0 Atü	97	1.0	5.000	0.67
35-M3	90.0/110 PE 16.0 Atü	18	1.0	5.000	0.12
9-10	90.0/110 PE 16.0 Atü	217	1.0	5.000	1.49
10-43	90.0/110 PE 16.0 Atü	60	1.0	5.000	0.42
43-M4	90.0/110 PE 16.0 Atü	105	1.0	5.000	0.72
10-11	90.0/110 PE 16.0 Atü	220	1.0	5.000	1.51
11-12	90.0/110 PE 16.0 Atü	79	1.0	5.000	0.54
12-14	90.0/110 PE 16.0 Atü	78	1.0	5.000	0.54
14-M5	90.0/110 PE 16.0 Atü	7	1.0	5.000	0.05
11-49	90.0/110 PE 16.0 Atü	238	1.0	5.000	1.64
49-47	90.0/110 PE 16.0 Atü	93	1.0	5.000	0.64
47-M6	90.0/110 PE 16.0 Atü	1	1.0	5.000	0.01
2-25	90.0/110 PE 16.0 Atü	99	1.0	5.000	0.68
25-22	90.0/110 PE 16.0 Atü	223	1.0	5.000	1.54
22-M1	90.0/110 PE 16.0 Atü	164	1.0	5.000	1.13
22-21	90.0/110 PE 16.0 Atü	152	1.0	5.000	1.04
21-27	90.0/110 PE 16.0 Atü	64	1.0	5.000	0.44
27-29	90.0/110 PE 16.0 Atü	97	1.0	5.000	0.67
29-M2	90.0/110 PE 16.0 Atü	3	1.0	5.000	0.02
21-20	90.0/110 PE 16.0 Atü	158	1.0	5.000	1.09

Tablo 6.2. 'nin devamı

20-33	90.0/110 PE 16.0 Atü	70	1.0	5.000	0.48
33-M3	90.0/110 PE 16.0 Atü	93	1.0	5.000	0.64
20-19	90.0/110 PE 16.0 Atü	215	1.0	5.000	1.48
19-39	90.0/110 PE 16.0 Atü	66	1.0	5.000	0.46
39-41	90.0/110 PE 16.0 Atü	98	1.0	5.000	0.67
41-M4	90.0/110 PE 16.0 Atü	1	1.0	5.000	0.01
19-18	90.0/110 PE 16.0 Atü	218	1.0	5.000	1.50
18-16	90.0/110 PE 16.0 Atü	74	1.0	5.000	0.51
16-M5	90.0/110 PE 16.0 Atü	91	1.0	5.000	0.63
18-45	90.0/110 PE 16.0 Atü	270	1.0	5.000	1.86
45-M6	90.0/110 PE 16.0 Atü	104	1.0	5.000	0.71

Tablo 6.3. Netcad/Water Modülü Siverek Osb Şebeke Boru Listesi

BORU HATTI	BORU CİNSİ	HAKİKİ L	K	Qh	JxL
1-2	90.0/110 PE 16.0 Atü	85	0.0	5.000	0.58
2-3	90.0/110 PE 16.0 Atü	101	1.0	5.000	0.70
3-4	66.0/75 PE 10.0 Atü	101	1.0	2.500	0.87
3-5	90.0/110 PE 16.0 Atü	64	1.0	5.000	0.44
5-6	90.0/110 PE 16.0 Atü	1	1.0	5.000	0.01
6-7	90.0/110 PE 16.0 Atü	152	1.0	5.000	1.05
7-23	90.0/110 PE 16.0 Atü	161	1.0	5.000	1.11
23-24	66.0/75 PE 10.0 Atü	114	1.0	2.500	0.98
23-M1	90.0/110 PE 16.0 Atü	5	1.0	5.000	0.03
7-8	90.0/110 PE 16.0 Atü	153	1.0	5.000	1.06
8-31	90.0/110 PE 16.0 Atü	44	1.0	5.000	0.30
31-32	66.0/75 PE 10.0 Atü	100	1.0	2.500	0.87
31-M2	90.0/110 PE 16.0 Atü	117	1.0	5.000	0.80
8-9	90.0/110 PE 16.0 Atü	155	1.0	5.000	1.07
9-37	90.0/110 PE 16.0 Atü	51	1.0	5.000	0.35
37-38	66.0/75 PE 10.0 Atü	104	1.0	2.500	0.90
37-35	90.0/110 PE 16.0 Atü	97	1.0	5.000	0.67
35-36	66.0/75 PE 10.0 Atü	96	1.0	2.500	0.83
35-M3	90.0/110 PE 16.0 Atü	18	1.0	5.000	0.12
9-10	90.0/110 PE 16.0 Atü	217	1.0	5.000	1.49
10-43	90.0/110 PE 16.0 Atü	60	1.0	5.000	0.42
43-44	66.0/75 PE 10.0 Atü	149	1.0	2.500	1.29
43-M4	90.0/110 PE 16.0 Atü	105	1.0	5.000	0.72
10-11	90.0/110 PE 16.0 Atü	220	1.0	5.000	1.51
11-12	90.0/110 PE 16.0 Atü	79	1.0	5.000	0.54
12-13	66.0/75 PE 10.0 Atü	113	1.0	2.500	0.98
12-14	90.0/110 PE 16.0 Atü	78	1.0	5.000	0.54
14-15	66.0/75 PE 10.0 Atü	121	1.0	2.500	1.05
14-M5	90.0/110 PE 16.0 Atü	7	1.0	5.000	0.05
11-49	90.0/110 PE 16.0 Atü	238	1.0	5.000	1.64
49-50	66.0/75 PE 10.0 Atü	136	1.0	2.500	1.18
49-47	90.0/110 PE 16.0 Atü	93	1.0	5.000	0.64
47-48	66.0/75 PE 10.0 Atü	142	1.0	2.500	1.22
47-M6	90.0/110 PE 16.0 Atü	1	1.0	5.000	0.01
2-25	90.0/110 PE 16.0 Atü	99	1.0	5.000	0.68
25-26	66.0/75 PE 10.0 Atü	95	1.0	2.500	0.82
25-22	90.0/110 PE 16.0 Atü	223	1.0	5.000	1.54
22-M1	90.0/110 PE 16.0 Atü	164	1.0	5.000	1.13
22-21	90.0/110 PE 16.0 Atü	152	1.0	5.000	1.04
21-27	90.0/110 PE 16.0 Atü	64	1.0	5.000	0.44
27-28	66.0/75 PE 10.0 Atü	97	1.0	2.500	0.84

Tablo 6.3. 'ün devamı

27-29	90.0/110 PE 16.0 Atü	97	1.0	5.000	0.67
29-30	66.0/75 PE 10.0 Atü	98	1.0	2.500	0.84
29-M2	90.0/110 PE 16.0 Atü	3	1.0	5.000	0.02
21-20	90.0/110 PE 16.0 Atü	158	1.0	5.000	1.09
20-33	90.0/110 PE 16.0 Atü	70	1.0	5.000	0.48
33-34	66.0/75 PE 10.0 Atü	95	1.0	2.500	0.82
33-M3	90.0/110 PE 16.0 Atü	93	1.0	5.000	0.64
20-19	90.0/110 PE 16.0 Atü	215	1.0	5.000	1.48
19-39	90.0/110 PE 16.0 Atü	66	1.0	5.000	0.46
39-40	66.0/75 PE 10.0 Atü	151	1.0	2.500	1.31
39-41	90.0/110 PE 16.0 Atü	98	1.0	5.000	0.67
41-42	66.0/75 PE 10.0 Atü	145	1.0	2.500	1.25
41-M4	90.0/110 PE 16.0 Atü	1	1.0	5.000	0.01
19-18	90.0/110 PE 16.0 Atü	218	1.0	5.000	1.50
18-16	90.0/110 PE 16.0 Atü	74	1.0	5.000	0.51
16-17	66.0/75 PE 10.0 Atü	122	1.0	2.500	1.06
16-M5	90.0/110 PE 16.0 Atü	91	1.0	5.000	0.63
18-45	90.0/110 PE 16.0 Atü	270	1.0	5.000	1.86
45-46	66.0/75 PE 10.0 Atü	127	1.0	2.500	1.10
45-M6	90.0/110 PE 16.0 Atü	104	1.0	5.000	0.71

Tablo 6.4. Netcad/Water Modülü Siverek Osb Hidrofor Hesabı

Projede hidrofor kullanılmamıştır.

$Q_i = (Q_{iht.30}) (1.5 Q_{iht.30}) (Q_{şeb}) (lt/sn) = 0.000$
$D = \text{Hidrofor terfi hattı boru çapı. (m.)} = 0.000$
$V = \text{Hidrofor hattı ve şeb. boru hızı (m/sn)} = 0.000$
$J = \text{Hidrofor hattı ve şeb. boru eğim (m/m)} = 0.00000$
$TL = \text{Hidrofor krit.nok.ara.top.uzun. (m.)} = 0.000$
$LJ = \text{Hidrofor kritik nokta arayük... (m.)} = 0.000$
$KNBK = \text{Hidrofor kritik nokta boru kotu (m.)} = 0.000$
$HCZK = \text{Hidrofor çıkışı zemin kotu.... (m.)} = 0.000$
$HHBC = \text{Hidrofor hattı boru cins ve atü (isim)} = \text{PVC 10 atü}$
03 - (HÇİB) HİDROFOR ÇIKIŞI PİY. ve İŞLETME BASINÇLARI:
$TLJ = \text{Hidrofor krt. nokta ar.top:yükk. (m.)} = 0.000$
$KNIB = \text{Kritik noktada istenen işl. bas. (m.)} = 15.000$
$KNBK = \text{Kritik noktadaki boru kotu.... (m.)} = 0.000$
$HCPK = \text{Hidrofor çıkışı piyezomet.kotu. (m.)} = 0.000$
$HÇİB = \text{Hidr. çık. işl. bas. (HCPK)-(HÇZK) (m.)} = 0.000$
04 - (HKHH) HİDROFOR KAZAN HACİM HESABI:
$Q_k = (Q_{ŞEBEKE} lt/sn * 3.6)...(m^3/h) = 0.000$

Tablo 6.4. 'ün devamı

$P1 = \text{Hidrofor çık. işl. bas./10+1 (kg/cm}^2\text{)} = 0.000$
(KN) kritik noktada olması istenen (İB)
$P2 = \text{Köy (P1+1,1.5) A.G.(P1+1.5,2) (kg/cm}^2\text{)} = 0.000$
Hidrofor tankında,P1 basınç değerinin
düşmesi ile pompa çalışmaya başlar.Pom-
panın durduğu basınç değeri: hidroforun
max. basıncı olup, P2 üst basınç değeri
basıncının 1.3 katı basınca tecrübe edilmeli
ve hiç sızıntı göstermemelidir.
$P2 \cdot Q_k$
$V_t = 0.417 \cdot X$ genel formül
$F(P2-P1)$
$0.417 \cdot 8.94 \cdot$
$V_t = X = (m^3) = 0.000$
$8 \cdot (8.94-6.94)$ seçilen $= (m^3)$
$Q_p = \text{Hidrofor pom,deb.(Q}_i \cdot 1.25) \text{ (lt/sn)} = 0.000$
Sistem şebeke ile çözülmüşse:Hidrofor
pompa debisi: 1.25 ile çarpılmadan
06 - HİDROFOR MANOMETRİK YÜKSEKLİK HESABI:
$h_{em} = 8 \text{ m. emniyet} + 3 \text{ m. akış hızı (m.)} = 0.000$
$h_{din} = \text{Kuyu veya emiş hav.din. sevi. (m.)} = 0.000$
$h_{pg} = (P2-1.00) \cdot 10 \text{ Pg nin man.değ. (m.)} = 0.000$
(hidrofor kazanının işletme basıncı) + X
$H_m = \text{Hidrofor manometrik yüksekliği (m.)} = 0.000$
KOMPRESÖR A-yemlemeli tip kullanıldı.Ayrıca kompresör gerekmez.
SEÇİMİ : B-yemlemeli motopomp,enjektör ve hava valfi kullanıl-
madığı için:(P2+1) atü basınç sağlayan ve saatte:0.5
$N_{mot.} = N_{teo} \cdot (b \text{ marj} + 1) = 0.000 \cdot (0.200 + 1) \text{ (ps)} = 0.000$
$N_{mot.} = N_{mot} \cdot 0.736 = 0.000 \cdot 0.736 \text{ (KW)} = 0.000$

Tablo 6.5. Netcad/Water Modülü Siverek Osb Yangın Ve Hesap Debileri

BORU UZUNLUKLAR					
HATTI	HAKİKİ UZUNLUK		İZAFİ UZUNLUK	YANGIN DEBİSİ	HESAP DEBİSİ
NO	M	K	L	lt/sn	lt/sn
45-M6	104	1.0	104	5.000	5.000
18-45	270	1.0	270	5.000	5.000
16-M5	91	1.0	91	5.000	5.000
18-16	74	1.0	74	5.000	5.000
19-18	218	1.0	218	5.000	5.000
41-M4	1	1.0	1	5.000	5.000
39-41	98	1.0	98	5.000	5.000
19-39	66	1.0	66	5.000	5.000
20-19	215	1.0	215	5.000	5.000
33-M3	93	1.0	93	5.000	5.000
20-33	70	1.0	70	5.000	5.000
21-20	158	1.0	158	5.000	5.000
29-M2	3	1.0	3	5.000	5.000
27-29	97	1.0	97	5.000	5.000
21-27	64	1.0	64	5.000	5.000
22-21	152	1.0	152	5.000	5.000
22-M1	164	1.0	164	5.000	5.000
25-22	223	1.0	223	5.000	5.000
2-25	99	1.0	99	5.000	5.000
47-M6	1	1.0	1	5.000	5.000
49-47	93	1.0	93	5.000	5.000
11-49	238	1.0	238	5.000	5.000
14-M5	7	1.0	7	5.000	5.000
12-14	78	1.0	78	5.000	5.000
11-12	79	1.0	79	5.000	5.000
10-11	220	1.0	220	5.000	5.000
43-M4	105	1.0	105	5.000	5.000
10-43	60	1.0	60	5.000	5.000
9-10	217	1.0	217	5.000	5.000
35-M3	18	1.0	18	5.000	5.000
37-35	97	1.0	97	5.000	5.000
9-37	51	1.0	51	5.000	5.000
8-9	155	1.0	155	5.000	5.000
31-M2	117	1.0	117	5.000	5.000
8-31	44	1.0	44	5.000	5.000
7-8	153	1.0	153	5.000	5.000
23-M1	5	1.0	5	5.000	5.000

Tablo 6.5. 'in devamı

7-23	161	1.0	161	5.000	5.000
6-7	152	1.0	152	5.000	5.000
5-6	1	1.0	1	5.000	5.000
3-5	64	1.0	64	5.000	5.000
2-3	101	1.0	101	5.000	5.000
1-2	85	0.0	0	5.000	5.000

Tablo 6.6. Netcad/Water Modülü Siverek Osb Kotlar Ve Basınçlar

KOTLAR VE BASINÇLAR					
NO	PIYEZOM. KOTU	ZEMİN KOTU	İŞLETME BASINCI	STATİK BASINÇ	DÜŞÜNCELER
NO	m	m	m		
M6	1023.37	1023.05	0.32	5.88	H= -0.160
45	1023.60	1024.84	-1.24	4.09	
M5	1024.00	1024.34	-0.34	4.59	H= 0.000
16	1024.34	1025.77	-1.43	3.16	
18	1024.62	1026.71	-2.08	2.23	
M4	1024.82	1025.25	-0.43	3.68	H= 0.000
41	1024.82	1025.27	-0.45	3.66	
39	1025.19	1026.66	-1.47	2.27	
19	1025.44	1028.49	-3.05	0.44	
M3	1025.64	1027.01	-1.37	1.92	H= 0.000
33	1025.99	1028.39	-2.40	0.54	
20	1026.25	1029.59	-3.33	-0.65	
M2	1026.23	1031.95	-5.72	-3.02	H= 0.000
29	1026.24	1031.99	-5.75	-3.06	
27	1026.60	1034.80	-8.19	-5.86	
21	1026.84	1037.24	-10.40	-8.31	
M1	1026.79	1033.60	-6.80	-4.66	H= 0.000
22	1027.41	1038.82	-11.41	-9.89	
25	1028.24	1032.64	-4.40	-3.71	
M6	1023.37	1023.05	0.32	5.88	H= 0.160
47	1023.37	1023.05	0.33	5.89	
49	1023.72	1020.69	3.03	8.24	
M5	1024.00	1024.34	-0.34	4.59	H= 0.000
14	1024.02	1024.24	-0.21	4.70	
12	1024.31	1021.52	2.79	7.41	
11	1024.61	1018.79	5.82	10.14	
M4	1024.82	1025.25	-0.43	3.68	H= 0.000

Tablo 6.6. 'nin devamı

43	1025.21	1023.69	1.53	5.25	
10	1025.44	1021.47	3.97	7.46	
M3	1025.64	1027.01	-1.37	1.92	H= 0.000
35	1025.71	1026.77	-1.05	2.17	
37	1026.07	1023.93	2.14	5.00	
9	1026.26	1022.10	4.16	6.83	
M2	1026.23	1031.95	-5.72	-3.02	H= 0.000
31	1026.67	1030.39	-3.71	-1.45	
8	1026.84	1028.76	-1.91	0.18	
M1	1026.79	1033.60	-6.80	-4.66	H= 0.000
23	1026.81	1033.52	-6.70	-4.58	
7	1027.42	1031.43	-4.01	-2.50	
6	1027.99	1029.47	-1.47	-0.53	
5	1027.99	1029.43	-1.44	-0.50	
3	1028.23	1029.82	-1.58	-0.88	
2	1028.61	1031.27	-2.66	-2.34	

Tablo 6.7. Netcad/Water Modülü Siverek Osb Yük Kayıpları

	BORULAR		BORUDA		KAPALI ŞEBEKE (ÖLÜ NOKTA) YÜK KAYBI	HARDY CROSS YÜK KAYBI
BORU HATTI	HAKİKİ UZUNLUK	BORU VE CİNSİ	METREDE KAYIP	HIZ V	KAYIP J x L	KAYIP J x L
NO	M	mm	m/m	m/sn	m	m
45-M6	104	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.71	0.62
18-45	270	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	1.86	1.72
16-M5	91	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.63	0.32
18-16	74	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.51	0.45
19-18	218	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	1.50	1.28
41-M4	1	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.01	0.01
39-41	98	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.67	1.12
19-39	66	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.46	0.38
20-19	215	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	1.48	1.57
33-M3	93	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.64	0.64
20-33	70	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.48	0.34
21-20	158	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	1.09	0.96
29-M2	3	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.02	0.02
27-29	97	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.67	0.38
21-27	64	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.44	0.64
22-21	152	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	1.04	0.47
22-M1	164	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	1.13	1.01

Tablo 6.7. 'nin devamı

25-22	223	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	1.54	1.38
2-25	99	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.68	0.84
47-M6	1	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.01	0.24
49-47	93	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.64	0.41
11-49	238	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	1.64	1.54
14-M5	7	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.05	0.05
12-14	78	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.54	0.24
11-12	79	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.54	0.21
10-11	220	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	1.51	1.39
43-M4	105	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.72	0.42
10-43	60	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.42	0.14
9-10	217	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	1.49	1.11
35-M3	18	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.12	0.01
37-35	97	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.67	0.92
9-37	51	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.35	0.21
8-9	155	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	1.07	0.89
31-M2	117	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.80	0.95
8-31	44	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.30	0.01
7-8	153	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	1.06	1.06
23-M1	5	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.03	0.00
7-23	161	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	1.11	0.78
6-7	152	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	1.05	0.98
5-6	1	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.01	0.01
3-5	64	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.44	0.56
2-3	101	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.70	0.54
1-2	85	90.0/110 PE 16.0 Atü	0.006888	0.79	0.58	0.47
TOPLAM(m)=					30.30	26.51
YÜZDE(%)=					12.51	

7. SONUÇLAR

Bu yüksek lisans tez çalışmasında, ölü nokta metodu ve Hardy-Cross metodu kullanılarak içme suyu şebekelerindeki yük kayıpları Netcad paket programı modüllerinden, Netcad/Water Modülü yardımıyla hesaplanmıştır. Sonuç olarak;

- Kapalı Şebeke (Ölü nokta) metodu ve Hardy-Cross metodu ile çözülen şebeke sisteminde, çıkan yük kayıplarının birbirinden farklılık gösterdiği görülmüştür.
- Toplam yük kayıpları karşılaştırıldığında, Hardy-Cross metodunun Kapalı Şebeke (Ölü nokta) metoduna göre yaklaşık yüzde 12.51 lik daha az enerji kaybına sebep olduğu görülmektedir.
- Aynı çaplardaki borular için Hardy-Cross metodu ve Kapalı Şebeke (Ölü nokta) metodu kullanıldığında yük kayıpları bazen aynı kalmış, bazen yükselmiş ve bazen de alçalmıştır.
- Hardy-Cross metodunun, şebekedeki saatlik durumları ve boru yoğunluklarını dikkate alan çözüm tekniği şebekedeki, yük kayıplarının daha düşük olması sonucuna sebep olmuştur.
- Ölü nokta metodunun, Hardy-Cross metoduna göre daha patirik ve basit olduğu görülmüştür.
- Genel olarak Hardy-Cross metodunda yük kayıplarının daha düşük olması, projede kullanılan Siverek OSB şebekesinin daha verimli çalışmasına ve daha ekonomik olmasına sebep olacaktır.
- Şebekedeki, yük kayıpları dikkate alınarak yapılan bu tez çalışmasında, Hardy-Cross metodunun, Ölü nokta (Kapalı Şebeke) metoduna göre, daha ekonomik ve daha verimli, bir şebeke çözümü sunacağı görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1]. **M. Karpuzcu**, Su Kaynakları. B.Ü. Matbaası., İstanbul, (1985).
- [2]. **Y. Muslu**, Su ve Atık Su Teknolojisi. 2. Baskı. Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 1994.
- [3]. **Mehmet Tekatlı**, Water Distribution Network Analysis Using Netcad Tez Çalışması, Gaziantep, (2010)
- [4]. **Mustafa Günal, Serdar Bulut, Ayşe Y. Günal**, İçme Suyu Şebekelerinde Hardy-Cross Ve Ölü Nokta Metodlarının Karşılaştırılması, Gaziantep, (2017)
- [5]. **Z.Orhun,S Bener,E.Gençtan,N.Oruçtut**, İçmesuyu Şebekelerinin Hidrolik Modellemesinde Kullanılan Metotların Kıyaslanması
- [6]. **M.A.Çelik**, İçme Suyu Şebekelerinin Optimum Tasarımı Tez Çalışması, Diyarbakır,(2004)
- [7]. **F.Önen**, İçmesuyu Şebeke Hesaplarında Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması Olarak İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, Şanlıurfa, (1998)
- [8]. İller Bankası, Şehir ve Kasabaların İçme Suyu Projelerinin Hazırlanmasına Ait Yönetmelik Ek., Diyarbakır. (1988)
- [9]. **C. Çeçen**, İçme Suyu Mühendisliği 1. İnkılap ve Aka Basımevi, 1973.
- [10]. **C. Özgür**, Pratik Hidrolik Problemleri 6. Baskı Teknik Kitaplar Yayınevi, İstanbul, 1987.
- [11]. **B.K. Hodge, P. Robert and Taylor**, Piping-System Solutions Using Mathcad. Computer Application in Engineering Education. Wiley Periodicals. Vol.10: 59-78., (2002).
- [12]. İller Bankası, Şehir ve Kasaba İçmesuyu Projelerinin Hazırlanmasına Ait Yönetmelik.,Ankara, (1988).
- [13]. İçmesuyu Dairesi Başkanlığı, Kocatepe (Gaziantep) içmesuyu projesi. İller Bankası Genel Müdürlüğü, Ankara., (1999).
- [14]. **Hardy Cross**, Analysis of Flow in Networks of Conduits or Conductors. Bulletin No.286, University of Illionis, Engineering Experimental Section, Urbana, III., (1936).

- [15]. **D. Topacık, ve H.A. San,** Hardy-Cross ve Eşdeğer boru metotları mukayesesi. DSİ Bülteni, Sayı 58., (1985).
- [16]. **A.M.G. Lopes,** Implimentation of the Hardy-Cross Method for the Solution of Piping Networks. Computer Application in Engineering Education. Wiley Periodicals. Vol.12: 117-125., (2004).
- [17]. <http://portal.netcad.com.tr/pages/viewpage.action?pageId=98042180>
- [18]. **İ.Türkdoğan, K.Yetilmmezsoy,** Su Getirme ve Kanalizasyon Uygulamaları, Su Vakfı Yayınları,İstanbul,(2004)
- [19]. **W.Wheeler** Hardy Cross Distribution Analysis, Water&Sewage Works, (1977)
- [20]. **B. Aydın,** İçmesuyu sistemlerinin bilgisayar destekli projelendirilmesi ve çözümü. M.Sc. Thesis submitted to the Faculty of Engineering at KTÜ, Trabzon, (2001).
- [21]. **D.H.Hunddleston, V.J. Alarcon, W.Chen,** A spreadsheet replacement for Hardy-Cross piping system analysis in undergraduate hydraulics, Proceedings of the 2004 World Water and Environmetal Resources Congress: Crirical Transitions in Water and Environmetal Resources Management, (2004)

ÖZGEÇMİŞ

Uğur AKBAŞ, 1986 yılında Elazığ'da doğdum. İlk, orta ve lise eğitimimi, Elazığ'da tamamladım. 2006-2010 yılları arasında, Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden, 2012-2016 yılları arasında, Anadolu Üniversitesi İşletme ve İktisad Fakültesi, Uluslararası İlişkiler Bölümünden lisans eğitimlerimi tamamlayarak mezun oldum. 2010-2013 yılları arasında özel sektörde faaliyet gösterdim ve birçok inşaatın şantiye şefliğini üstlendim. Daha sonra özel sektördeki faaliyetlerime son vererek Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi'nde Öğretim Görevlisi olarak göreve başladım. Bir müddet burada çalıştıktan sonra Bingöl Üniversitesinde Öğretim Görevlisi olarak göreve başladım. Halen Bingöl Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Harita ve Kadastro Programında Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktayım.