



MEHMET YILDIRIM

PROF.

Email : myildirim@kocaeli.edu.tr

Office Phone : [+90 262 303 2237](tel:+902623032237)

Address : Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü Umuttepe Kampüsü, 41380, İzmit, Kocaeli, Türkiye

International Researcher IDs

ScholarID: M6weZ7gAAAAJ

ORCID: 0000-0003-1676-1560

Publons / Web Of Science ResearcherID: F-6472-2018

Yoksis Researcher ID: 38053



Learning Knowledge

Doctorate
1998 - 2003

Kocaeli University, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı, Turkey

Postgraduate
1995 - 1998

Kocaeli University, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, Turkey

Undergraduate
1990 - 1995

Marmara University, Faculty Of Technical Education, Electronic And Computer Education, Turkey

Foreign Languages

English, B2 Upper Intermediate

Dissertations

Doctorate, Genetik algoritmalar ve benzetilmiş tavlama ile uzun dönem üretim genişletme planlaması, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı, 2003

Postgraduate, Bulanık mantıklı yapay sinir ağı ile doğrusal olmayan sistem modelleme, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, 1998

Academic Titles / Tasks

Professor
2016 - Continues

Kocaeli University, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği

Associate Professor
2013 - 2016

Kocaeli University, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği

Associate Professor
2010 - 2013

Kocaeli University, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi

Assistant Professor
2003 - 2010

Kocaeli University, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi

Research Assistant
1995 - 2003

Kocaeli University, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi

Supported Projects

1. YILDIRIM M., Project Supported by Higher Education Institutions, Gemi Yedek Parçaları İçin Genetik Algoritma İle Depolama Optimizasyonu, 2012 - 2014
2. YILDIRIM M., Project Supported by Higher Education Institutions, Arıza Tespit ve Tanımlamada Veri Madenciliğinin Uygulanması, 2011 - 2012
3. YILDIRIM M., TUNCER A., Project Supported by Higher Education Institutions, Otonom araçlar için yol bulma probleminin genetik algoritmalar ve fpga ile çözümü ve gerçekleştirilmesi (Adem TUNCER Tez Projesi), 2010 - 2012

Published journal articles indexed by SCI, SSCI, and AHCI

1. **Generation expansion planning scenarios to reduce natural gas dependency of Turkey**
Ozcan M., YILDIRIM M., Ozturk S.
ENERGY EXPLORATION & EXPLOITATION, vol.34, no.2, pp.244-261, 2016 (SCI-Expanded)
2. **Design and implementation of a genetic algorithm IP core on an FPGA for path planning of mobile robots**
Tuncer A., YILDIRIM M.
TURKISH JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMPUTER SCIENCES, vol.24, no.6, pp.5055-5067, 2016 (SCI-Expanded)
3. **Turkey's long-term generation expansion planning with the inclusion of renewable-energy sources**
Ozcan M., Ozturk S., YILDIRIM M.
COMPUTERS & ELECTRICAL ENGINEERING, vol.40, no.7, pp.2050-2061, 2014 (SCI-Expanded)
4. **Dynamic path planning of mobile robots with improved genetic algorithm**
Tuncer A., YILDIRIM M.
COMPUTERS & ELECTRICAL ENGINEERING, vol.38, no.6, pp.1564-1572, 2012 (SCI-Expanded)
5. **A new fault tolerant control approach for the three-tank system using data mining**
ALTINIŞIK U., YILDIRIM M.
COMPUTERS & ELECTRICAL ENGINEERING, vol.38, no.6, pp.1627-1635, 2012 (SCI-Expanded)
6. **Isolating Non-predefined Sensor Faults by Using Farthest First Traversal Algorithm**

- ALTINIŞIK U., YILDIRIM M., Erkan K.
INDUSTRIAL & ENGINEERING CHEMISTRY RESEARCH, vol.51, no.32, pp.10641-10648, 2012 (SCI-Expanded)
7. **A Motion Planning System for Mobile Robots**
Tuncer A., YILDIRIM M., Erkan K.
ADVANCES IN ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING, vol.12, no.1, pp.57-62, 2012 (SCI-Expanded)
8. **A Genetic Algorithm for Generating Test From a Question Bank**
Yildirim M.
COMPUTER APPLICATIONS IN ENGINEERING EDUCATION, vol.18, no.2, pp.298-305, 2010 (SCI-Expanded)
9. **Determination of acceptable operating cost level of nuclear energy for Turkey's power system**
Yildirim M., Erkan K.
ENERGY, vol.32, no.2, pp.128-136, 2007 (SCI-Expanded)
10. **Power generation expansion planning with adaptive simulated annealing genetic algorithm**
Yildirim M., Erkan K., Ozturk S.
INTERNATIONAL JOURNAL OF ENERGY RESEARCH, vol.30, no.14, pp.1188-1199, 2006 (SCI-Expanded)

Articles Published in Other Journals

1. **Unit Commitment Problem with Emission Cost Constraints by Using GeneticAlgorithm**
Yıldırım M., Özcan M.
GAZI UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE, vol.35, no.3, pp.957-967, 2022 (ESCI)
2. **Uzamsal Alan Görüntü Steganografisi için Blok Veri Gizlemede Kanal Seçimi**
Sarı Z., Yıldırım M.
Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, no.34, pp.305-310, 2022 (Peer-Reviewed Journal)
3. **The Impact of Capital Subsidy Incentive on Renewable Energy Deployment in Long-Term Power Generation Expansion Planning**
ÖZCAN M., YILDIRIM M.
Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences (Online), vol.1, no.3, pp.1-19, 2018 (Peer-Reviewed Journal)
4. **GÖRÜNTÜ ŞİFRELEME İÇİN SCAN PATERNLERİNİ KULLANAN HİBRİT BİR YÖNTEM**
SAKAL H., YILDIRIM M.
Selçuk-Teknik Dergisi, vol.15, pp.264-283, 2016 (Peer-Reviewed Journal)
5. **Sonar Algılayıcılar ve Sezgisel Yöntemler ile Otonom Robotlarda Engelden Sakınım ve Yol Bulma**
TOPUZ R., YILDIRIM M.
El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi, vol.3, pp.363-371, 2016 (Peer-Reviewed Journal)
6. **A Low Cost Single Board Computer Based Mobile Robot Motion Planning System for Indoor Environments**
Solak S., Bolat E., Tuncer A., Yıldırım M.
International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering, vol.4, pp.95-102, 2016 (Peer-Reviewed Journal)
7. **Turkey s Municipal Solid Waste and Urban Waste Water Treatment Sludge Electrical EnergyPotential**
ÖZCAN M., ÖZTÜRK F. S., YILDIRIM M.
Renewable Energy & Power Quality Journal, no.11, 2013 (Scopus)
8. **Veri Madenciliği Kümeleme Algoritmaları Kullanarak Arıza Dayanımlı Denetim Sistemi Tasarımı**
ALTINIŞIK U., YILDIRIM M.
SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi, vol.17, pp.9-16, 2013 (Peer-Reviewed Journal)
9. **WEB BASED VIRTUAL LABORATORY FOR GENETIC ALGORITHMS**
TUNCER A., YILDIRIM M.
Selçuk Üniversitesi Teknik-Online Dergi, vol.11, pp.19-31, 2012 (Peer-Reviewed Journal)

Refereed Congress / Symposium Publications in Proceedings

1. **Deep Learning-based Decision Integration Strategy for the Price Prediction of Istanbul Stock Exchange (BIST100)**
Kilimci H., Kilimci Z. H., Yıldırım M.
International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ELECO), Bursa, Turkey, 25 - 27 November 2021, pp.411-414
2. **YAPAY SİNİR AĞLARI İLE YATIRIM ARAÇLARININ GELECEK DEĞER TAHMİNİ**
Uçarsu O., YILDIRIM M.
International Marmara Sciences Congress (Imascon Autumn 2021), Kocaeli, Turkey, 10 December 2021, pp.371-379
3. **The Prediction of Short-Term Bitcoin Dollar Rate (BTC/USDT) using Deep and Hybrid Deep Learning Techniques**
Kilimci H., Yıldırım M., Kilimci Z. H.
International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, Bolu, Turkey, 21 - 23 October 2021, pp.633-637
4. **KURAL TABANLI BULANIK MANTIK İLE AKADEMİK PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ**
Dinçer A. T., YILDIRIM M.
International Marmara Sciences Congress (Spring) 2021, Kocaeli, Turkey, 21 May 2021, pp.170-180
5. **Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mezunlarının Akademik Başarılarının Veri Madenciliği Yöntemleri Kullanılarak İncelenmesi**
MADEN E., YILDIRIM M., DİRİ S.
2. Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi, Bolu, Turkey, 17 - 19 February 2020, pp.132
6. **Text Preprocessing for an Experiment Code on the Internet Assisted Laboratory System**
Öğütücü S., Diri S., Yıldırım M.
4th International Conference on Engineering and Natural Sciences (ICENS 2018), Kyiv, Ukraine, 2 - 06 May 2018, pp.727-733
7. **Genetic Algorithm and Fuzzy Logic Based Auto-Test System for Distance Education**
Diri S., Öğütücü S., Yıldırım M.
4th International Conference on Engineering and Natural Sciences (ICENS 2018), Kyiv, Ukraine, 2 - 06 May 2018, pp.734-738
8. **The effects of direct investment subsidies on the deployment of renewables in long term generation expansion planning: A technical analysis**
Özcan M., Öztürk F. S., Yıldırım M.
Energy Systems Conference 2016: 21st Century Challenges, London, United Kingdom, 14 - 15 June 2016
9. **Tek Kamera Kullanarak Nesne Kamera Arasındaki Uzaklığın Belirlenmesi İçin Bir Yöntem**
KUNCAN F., YILDIRIM M.
Otomatik Kontrol Türk Milli Komitesi TOK 2015 Ulusal Tolantısı, Denizli, Turkey, 10 - 12 September 2015, pp.937-941
10. **Stock Optimization of Spare Parts with Genetic Algorithm**
Kiyak E., YILDIRIM M., Tuncer A.
Doctoral Workshop in Artificial Intelligence (DWAİ 2013), Turin, Italy, 05 December 2013, vol.1126, pp.19-23
11. **Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üretimi Amacıyla Kullanılan Teşvik Sistemlerinin İncelenmesi**
ÖZCAN M., YILDIRIM M.
VII. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu YEKSEM 2013, Girne, Cyprus (Kkct), 4 - 06 October 2013
12. **Yenilenebilir Enerji Teşvik Sistemlerinin Türkiye İçin Değerlendirilmesi**
ÖZCAN M., ÖZTÜRK F. S., YILDIRIM M., Kılıç L.
VII. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu YEKSEM 2013, Girne, Cyprus (Kkct), 4 - 06 October 2013
13. **Biyokütle Kaynaklarının Farklı Üretim Teknolojilerine Göre Elektrik Enerjisi Değerlerinin Belirlenmesi**

Özcan M., Öztürk F. S., Yıldırım M., Kılıç L.

Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, ELECO'2012, Bursa, Turkey, 29 November 2012, pp.162-166

14. **A Hybrid Implementation of Genetic Algorithm for Path Planning of Mobile Robots on FPGA**
TUNCER A., YILDIRIM M., ERKAN K.
The 27th International Symposium on Computer and Information Sciences (ISCIS 2012), Paris, France, 03 October 2012, pp.459-465
15. **Remote control laboratory using student-designed simulation blocks**
ÖĞÜTCÜ S., YILDIRIM M.
3rd International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Antalya, Turkey, 26 April 2012, pp.2097-2102
16. **Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Geleceği İçin Durum Tespiti**
Özcan M., Öztürk F. S., Yıldırım M.
6.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Denizli, Turkey, 14 October 2011, pp.35-39
17. **Chromosome Coding Methods in Genetic Algorithm for Path Planning of Mobile Robots**
TUNCER A., YILDIRIM M.
26th International Symposium on Computer and Information Sciences, London, United Kingdom, 26 September 2011, pp.377-383
18. **A First Order Plus Dead Time System Control by Using Wireless Sensor Networks**
Aktaş F., Çeken C., Yıldırım M., Erkan K.
6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), Elazığ, Turkey, 16 - 18 May 2011, vol.4, pp.251-256
19. **Türkiye'nin farklı kaynak tiplerine göre biyogaz potansiyellerinin belirlenmesi**
Özcan M., Öztürk F. S., Yıldırım M.
IV. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, Kocaeli, Turkey, 12 May 2011, pp.243-247
20. **Heuristic Optimization Methods for Generating Test from a Question Bank**
YILDIRIM M.
MICA 2007: Advances in Artificial Intelligence, Aguascalientes, Mexico, 04 November 2007, pp.1218-1229
21. **Genetik Algoritmalar için Uzak Sanal Laboratuvar**
TUNCER A., YILDIRIM M.
Ulusal Teknik Eğitim, Mühendislik ve Eğitim Bilimleri Genç Araştırmacılar Sempozyumu, UMES'07, Kocaeli, Turkey, 20 June 2007, pp.46-49
22. **Dinamik web sitesi içerik yönetim sistemi: DyNA**
Kırbaş İ., YILDIRIM M.
Ulusal Teknik Eğitim, Mühendislik ve Eğitim Bilimleri Genç Araştırmacılar Sempozyumu, UMES'07, Kocaeli, Turkey, 20 June 2007, pp.62-66
23. **Generation Expansion Planning with Adaptive Simulated Annealing Genetic Algorithm**
YILDIRIM M., ERKAN K., ÖZTÜRK F. S.
International XII. Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks, TAINN-2003, Çanakkale, Turkey, 02 June 2003, pp.764
24. **Application of Genetic Algorithms on a Photovoltaic Panel (PV)-Pump Motor Matching to Natural Tracking of PV Maximum Power Points**
ATLAM Ö., YILDIRIM M., ERFAN KUYUMCU F.
International XII. Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks, TAINN-2003, Çanakkale, Turkey, 02 June 2003, vol.1, no.1, pp.50-52
25. **Benzetilmiş Tavlamalı Genetik Algoritmalar ile Uzun Dönem Elektrik Enerjisi Üretim Genişletme Planlaması**
YILDIRIM M., ERKAN K., ÖZTÜRK F. S.
Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, ELECO'2002, Bursa, Turkey, 18 December 2002, pp.45-49
26. **Comparison of linear predictive analysis methods for ANN-based speaker identification**

Inal M. M., Bütün E., ERKAN K., Yildirim M., Çeken C.

5th Seminar on Neural Network Applications in Electrical Engineering, Belgrade, Serbia And Montenegro, 25 - 27 September 2000, pp.109-112

27. **Nonlinear System Modelling with Fuzzy Neural Network Using Genetic Algorithms with Simulated Annealing**
ERKAN K., YILDIRIM M.
International Conference on Electrical and Electronics Engineering, ELECO-99, Bursa, Turkey, 01 December 1999, pp.207-2011
28. **Electrocardiogram-QRS Wave Detector**
Engin M., ERKAN K., YILDIRIM M., İNAL M. M.
International Conference on Electrical and Electronics Engineering, ELECO-99, Bursa, Turkey, 01 December 1999, pp.327-331
29. **Detection of Visual Evoked Potentials in Electroencephalogram**
Engin M., ERKAN K., İNAL M. M., YILDIRIM M.
International Conference on Electrical and Electronics Engineering, ELECO-99, Bursa, Turkey, 01 December 1999, pp.332-337
30. **Bulanık Mantıklı Yapay Sinir Ağı ile Doğrusal Olmayan Sistemlerin Farklı Berraklaştırma Metodları ile Modellenmesi**
YILDIRIM M., ERKAN K., Engin M.
Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 8. Ulusal Kongresi, Gaziantep, Turkey, 06 September 1999, pp.651-654
31. **Birleşik Hata ve Regresörlü Adaptif IIR Filtreleme ile Sistem Tanılama**
Bütün E., Sağdıncı İ., ERKAN K., YILDIRIM M.
Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı, TOK'98, İstanbul, Turkey, 15 October 1998, pp.253-256
32. **Doğrusal Olmayan Dinamik Sistemlerin Bulanık Mantıklı Yapay Sinir Ağı ile Modellenmesi**
YILDIRIM M., ERKAN K., Sağdıncı İ.
Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı, TOK'98, İstanbul, Turkey, 15 October 1998, pp.191-196

Academic and Administrative Experience

2022 - Continues	Vice Rector	Kocaeli University
2017 - Continues	Member of the Senate	Kocaeli Üniversitesi
2017 - Continues	Rectorate Commissioner	Kocaeli Üniversitesi, Kalite Komisyonu Üyesi
2019 - 2023	Dean	Kocaeli University, Teknoloji Fakültesi
2017 - 2019	Fakülte Kurulu Üyesi	Kocaeli University, Teknoloji Fakültesi
2016 - 2019	Fakülte Kurulu Üyesi	Kocaeli University, Teknik Eğitim Fakültesi
2016 - 2019	Fakülte Yönetim Kurulu Üyesi	Kocaeli University, Teknik Eğitim Fakültesi
2016 - 2019	Head of Department	Kocaeli Üniversitesi, REKTÖRLÜK
2011 - 2012	Deputy Head of Department	Kocaeli Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik Ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü
2005 - 2009	Deputy Head of Department	Kocaeli Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik Ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü

Courses

Computer Networks, Undergraduate, 2018 - 2019
Artificial Intelligence, Undergraduate, 2018 - 2019
Data Structures and Algorithms, Undergraduate, 2018 - 2019
Fuzzy Logic, Undergraduate, 2015 - 2016
Intelligent Systems, Undergraduate, 2015 - 2016
Heuristic Optimization Techniques, Doctorate, 2015 - 2016
Bilişim Sistemleri Mühendisliğine Giriş, Undergraduate, 2016 - 2017
Router Configuration Applications, Doctorate, 2015 - 2016

Advising Theses

Yıldırım M., DERİN VE HİBRİT DERİN ÖĞRENME TEKNİKLERİYLE KRİPTO PARA FİYAT TAHMİNİ, Postgraduate, H.KİLİMCİ(Student), 2023
Yıldırım M., Hareketli nesnelere ait gezinme verilerinin yeni bir yöntem ve ileri beslemeli yapay sinir ağları ile indirgenmesi, Doctorate, S.DİRİ(Student), 2023
Yıldırım M., KISA MESAFE KABLOSUZ VERİ AKTARIMI İÇİN Lİ-Fİ TABANLI İLETİŞİM MODÜLÜ TASARIMI VE PERFORMANS ANALİZİ, Postgraduate, H.YILMAZ(Student), 2022
Yıldırım M., GÖRÜNTÜ STEGANOĞRAFİSİ İÇİN GENETİK ALGORİTMA VE BLOK TABANLI YENİ BİR YÖNTEM, Postgraduate, Z.SARI(Student), 2022
Yıldırım M., Yapay sinir ağları kullanarak dolar kuru gelecek değer tahmini yapılması, Postgraduate, O.UÇARSU(Student), 2022
Yıldırım M., KURAL TABANLI BULANIK MANTIK İLE AKADEMİK PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ, Postgraduate, A.TUNA(Student), 2021
Yıldırım M., TIP FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN KURUL SINAVI BAŞARILARININ VERİ MADENCİLİĞİ ALGORİTMALARI KULLANILARAK İNCELENMESİ, Postgraduate, E.MADEN(Student), 2021
Yıldırım M., The usability of the student information system of Kocaeli University, Postgraduate, O.Öz(Student), 2019
YILDIRIM M., Sezgisel Yöntemler Kullanarak Akıllı Soru Bankası Sistemi Tasarımı, Postgraduate, S.Diri(Student), 2018
YILDIRIM M., Sonar algılayıcılar ve sezgisel yöntemler kullanarak otonom robotların engelden sakınımı, Doctorate, R.Topuz(Student), 2016
YILDIRIM M., Görüntü Şifreleme Teknikleri ve Bir Uygulama Tasarımı, Postgraduate, H.Sakal(Student), 2016
YILDIRIM M., Moodle Öğrenme Yönetim Sistemi Üzerinde Matlab Yazılımı Kullanarak Akıllı Soru Bankası Gerçekleştirilmesi, Postgraduate, Ü.Beyazşekeroğlu(Student), 2015
YILDIRIM M., Tek Kamera Kullanarak Nesne-Kamera Arasındaki Uzaklığın Belirlenmesi İçin Bir Yöntem, Postgraduate, F.Kuncan(Student), 2015
YILDIRIM M., Gemi Yedek Parçaları İçin Genetik Algoritma İle Depolama Optimizasyonu, Doctorate, E.Kiyak(Student), 2013
YILDIRIM M., Genetik Algoritmalar İle Aydınlatma Hesabı Optimizasyonu, Postgraduate, A.Okkalı(Student), 2013
YILDIRIM M., Otonom araçlar için yol bulma probleminin genetik algoritmalar ve FPGA ile çözümü ve gerçekleştirilmesi, Doctorate, A.Tuncer(Student), 2013
YILDIRIM M., En uzağı en önce tara algoritması ile arıza dayanımlı sistem tasarımı, Doctorate, U.Altınışık(Student), 2012
YILDIRIM M., İnternet destekli laboratuvar için deney yönetim sistemi tasarımı ve gerçekleştirilmesi, Doctorate, S.Öğütçü(Student), 2010
YILDIRIM M., Karınca kolonileri algoritması ile iş akış problemlerinin optimizasyonu, Postgraduate, E.Çatal(Student), 2009
YILDIRIM M., PHP,MySQL ve XML Tabanlı Türkçe Dinamik WEB Sitesi İçerik Yönetim Sistemi: DyNA, Postgraduate, İ.Kırbaş(Student), 2008
YILDIRIM M., Genetik Algoritmalarla Kısa Dönem Optimum Ünite Tahsisi, Postgraduate, U.Alkanoğlu(Student), 2007
YILDIRIM M., Genetik Algoritmalar İçin Uzak Sanal Laboratuvar, Postgraduate, A.Tuncer(Student), 2007

Metrics

Publication: 51

Citation (WoS): 320

Citation (Scopus): 420

H-Index (WoS): 7

H-Index (Scopus): 8

Research Areas

Computer Networks, Artificial Intelligence, Computer Learning and Pattern Recognition, Fuzzy Sets and Systems, Evolutionary Computing, Neural Networks