



**GÖRSEL ANALİTİK TEMELLİ KARAR DESTEK SİSTEMİ:
YÜKSEKÖĞRETİM UYGULAMASI**

Erol YÜCEL

**DOKTORA TEZİ
HAREKAT ARAŞTIRMASI ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ŞUBAT 2024

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Erol YÜCEL

26/02/2024

GÖRSEL ANALİTİK TEMELLİ KARAR DESTEK SİSTEMİ:
YÜKSEKÖĞRETİM UYGULAMASI

(Doktora Tezi)

Erol YÜCEL

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Şubat 2024

ÖZET

Bu tez çalışmasında çok boyutlu veri setlerinin etkileşimli analizi için kullanıcı odaklı ve görsel analitik temelli bir karar destek sistemi geliştirilmiş ve yükseköğretim alanında uygulaması yapılmıştır. Geleneksel karar destek sistemleri, çoğunlukla değişkenlere ve durumların dinamik yapısına uyum sağlayamayan, belirli bir analiz kapasitesi ile sınırlı olan araçlara dayalıdır. Bu sistemler, geniş veri setleri karşısında esneklik ve derinlemesine analiz yapma konusunda genellikle, kullanıcı dostu olmayan bilgi ekranları, veri setlerinin karmaşık yapısı ve uzman kullanıcı gerektirmeleri gibi nedenlerle yeterli kabiliyete sahip olmayabilir. Geliştirilen karar destek sistemi ile jenerik veri seti yapısı, kullanıcı odaklı bilgi ekranı tasarımı ve görsel analitik yaklaşımı sayesinde kullanıcıların veri analizi ve karar verme süreçlerinde bizzat kendilerinin veri ile ilgili içsel karar destek sağlamaları hedeflenmiştir. Bu hedefi gerçekleştirmek için sistemin görsel tasarımında sadece bir grafik kullanılmış, bu grafiğin eksenleri ile içerdiği değer değişkeni/değişkenlerinin kullanıcı tarafından etkileşimli olarak seçilebilmesi sağlanmıştır. Ayrıca, kullanıcının seçeceği boyutlar ve değer değişkenleri ile hızlı karar destek alabileceği karar destek raporları konsepti ve özellikle kullanım kolaylığı açısından kullanıcıya önceden hazırlanan akışı takip ederek karar destek alabilmesi için akış şemaları geliştirilmiştir. Daha sonra bu sistemin yükseköğretim uygulaması yapılmıştır. Görsel analitik temelli karar destek sistemi çok boyutlu ve yoğun verinin bulunduğu alanlarda kullanıcıların amaçlarına ulaşmalarına önemli destek sağlayacaktır.

Bilim Kodu : 90620

Anahtar Kelimeler : Görsel analitik, karar destek sistemleri, yükseköğretim, çok boyutlu veri, etkileşim, kullanıcı odaklılık

Sayfa Adedi : 156

Danışman : Prof. Dr. Serpil EROL

VISUAL ANALYTICS BASED DECISION SUPPORT SYSTEM:
HIGHER EDUCATION APPLICATION

(Ph. D. Thesis)

Erol YÜCEL

GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

February 2024

ABSTRACT

In this thesis study, a user-oriented and visual analytics based decision support system was developed for the interactive analysis of multidimensional data sets and implemented in the field of higher education. Traditional decision support systems are largely based on tools that are unable to adapt to the dynamic nature of variables and situations, confined to a specific analysis capacity. These systems may not have sufficient capabilities to provide flexibility and in-depth analysis against large data sets, due to reasons such as non-user-friendly information screens, the complex structure of the data sets and the need for expert users. This developed decision support system aims to provide internal data-related decision support for users themselves in data analysis and decision-making processes, thanks to its generic data set structure, user-oriented information display design and visual analytics approach. To achieve this goal, only one graph was used in the visual design of this system, and the axes of this graph and the value variable(s) it contained could be selected interactively by the user. In addition, the concept of decision support reports, where the user can get quick decision support with the dimensions and value variables he chooses, and flow charts have been developed so that the user can get decision support by following the pre-prepared flow, especially for ease of use. Later, this system was implemented in higher education. The visual analytics-based decision support system will provide significant support to users in achieving their goals in areas where multi-dimensional and dense data are available.

Science Code : 90620

Key Words : Visual analytics, decision support systems, higher education, multi-dimensional data, interaction, user focused.

Page Number : 156

Supervisor : Prof. Dr. Serpil EROL

TEŞEKKÜR

Çalışmamın hazırlanması ve yürütülmesi aşamasında yönlendirme, yardım ve destekleri için danışmanım Sayın Prof. Dr. Serpil Erol'a, tez sürecinde yönlendirmeleri ve ilgileri için Sayın Prof. Dr. M.Ali AKCAYOL'a, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Altan ÖZKİL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Akademik çalışmalarım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme, tez sürecinde daima yanımda olan, her türlü yardım, destek ve anlayışları için sevgili eşim Nur YÜCEL'e, canım kızım Büşra YÜCEL'e ve canım oğlum Erol Atakan YÜCEL'e teşekkürü borç bilirim. Bu çalışmayı eşime ve çocuklarıma ithaf ediyorum.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GÖRSEL ANALİTİK	7
2.1. Görsel Analitik Tanımı.	7
2.2. Görsel Analitiğin Gelişimi	10
2.3. Görsel Analitikte Güncel Trendler ve Gelişmeler.	11
2.4. Görsel Analitik Modeller	12
2.5. Görsel Analitik Modellerinde Anlamlandırma (Sensemaking) ve Kullanıcı Etkileşim Modelleri.....	21
2.6. Görsel Analitik Sınıflandırmaları.....	27
2.7. Görsel Analitik Teknikleri	29
2.8. Görsel Analitiğin Faydaları, Görsel Seçimi ve Boyut Azaltma	34
2.9. Görsel Analitik Uygulama Alanları.	36
3. KARAR DESTEK SİSTEMLERİ	39
3.1. Karar Destek Sistemleri Tanımı.....	39
3.2. Karar Destek Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi	39
3.3. Karar Destek Sistemlerinin Sınıflandırılması	40
3.4. Karar Destek Araçları	43

4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	47
5. GÖRSEL ANALİTİK TEMELLİ KARAR DESTEK SİSTEMİ	69
5.1. Model	61
5.2. Modelin Veri Seti Temel Bileşenleri	77
5.3. Modelin İşlevselliği ve Faydaları	81
6. GÖRSEL ANALİTİK TEMELLİ KARAR DESTEK SİSTEMİ: YÜKSEKÖĞRETİM UYGULAMASI	85
6.1. Görsel Analitik Yaklaşım Uygulanmadan Hazırlanan Karar Destek Sistemi	95
6.2. Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi Tasarımı ve Uygulaması	101
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	125
KAYNAKLAR	129
EKLER	137
EK-1. Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi Modeli Rapor Örneği	138
ÖZGEÇMİŞ	155

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Görsel analitik sınıflandırma aşamaları (Valiati, Pimenta ve Freitas, 2006).....	28
Çizelge 3.1. Karar destek araçları listesi (Bandyopadhyay, 2023).....	43
Çizelge 3.2. Karar destek sistemleri, iş zekası ve görsel analitik modellerinin ilişkisi..	44
Çizelge 4.1. Bağımlı-bağımsız değişken bilgileri (Wexler, Shaffer ve Cotgreave, 2017).....	57



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Görsel analitik teriminin geçtiği ilk paragraf (Zhang ve Spiro, 1977)	7
Şekil 2.2. Görsel analitik teriminin geçtiği ikinci paragraf (Groth, 1990).....	7
Şekil 2.3. Görselleştirme sürecinin şematik bir diyagramı (Ware, 2004).....	13
Şekil 2.4. Keim görsel anatik süreci (Keim ve diğerleri, 2010)	14
Şekil 2.5. Çok boyutlu görselleştirmelerin değerlendirmesi için görevlerin sınıflandırılması (Watanabe ve diğerleri, 2022).....	15
Şekil 2.6. Risk faktörleri analizi için görsel analitik mimarisi (Zhang ve diğerleri, 2016).....	16
Şekil 2.7. Görsel analitik temel bileşenleri (Sharda ve diğerleri, 2014).....	18
Şekil 2.8. Veri bilimi terim diyagramı (Urbanowics, 2015).....	20
Şekil 2.9. Görsel analitik ilaveli veri bilimi terim diyagramı	20
Şekil 2.10. Anlamlandırma araçları ile etkileşim (Endert, 2014)	22
Şekil 2.11. Sentez araçları ile etkileşim (Endert, 2014).....	23
Şekil 2.12. Doğrudan etkileşim arayüzü modeli (Endert ve diğerleri, 2015)	24
Şekil 2.13. Anlamsal etkileşim arayüzü modeli (Endert ve diğerleri, 2015).....	25
Şekil 2.14. Makine öğrenmesinde kullanılan görsel analitik tekniklerin kategorileri ve örnek uygulamaları (Yuan ve diğerleri, 2021)	30
Şekil 2.15. Görselleştirme tekniklerinin sınıflandırılması ve bu tekniklerin kullanıldığı makalelerin bir listesi (Liu ve diğerleri, 2019)	31
Şekil 2.16. Görselleştirme tekniklerinin görevler ve veri madenciliği teknikleri ile eşleştirilmesi (Liu ve diğerleri, 2019)	32
Şekil 2.17. Makine öğrenmesi için görsel analitik modeli (Liu ve diğerleri, 2019).....	33
Şekil 2.18. Grafik kullanımlarının trend analizi (Liu ve diğerleri, 2019).....	33
Şekil 2.19. Çok boyutlu bilimsel verinin görsel analizi için sınıflandırma tekniklerinin kategorileri (Kehrer ve Hauser, 2013)	35
Şekil 2.20. Boyut azaltma süreci (Sacha ve diğerleri, 2016).....	36

Şekil	Sayfa
Şekil 2.21. Amerikan Ulusal Basketbol Birliği verilerin görsel analitik çalışması (Watanabe ve diğerleri, 2022)	38
Şekil 3.1. Bilgi sistemlerinde karar destek sistemlerinin yeri (Burstein ve Holsapple, 2008).....	41
Şekil 3.2. Karar alma süreci (Yaman ve Çakır, 2017)	44
Şekil 4.1. Görsel etkileşimli, zeki bir karar destek sisteminin unsurlarının fonksiyonel ve teknik açıklaması (Angehrn ve Lüthi, 1990)	47
Şekil 4.2. Geleneksel (sol taraf) ve kullanıcı merkezli (sağ taraf) karar destek sistemleri (Angehrn ve Lüthi, 1990)	49
Şekil 4.3. Tolemeo görsel etkileşimli karar destek sistemi (Angehrn ve Lüthi, 1990)...	50
Şekil 4.4. Görsel karar destek sistemi (Taniguchi, Mizuno, ve Yajima, 1997)	51
Şekil 4.5. İki görüntülü görsel analitik karar destek ortamı (Afzal, Maciejewski ve Ebert, 2011)	52
Şekil 4.6. İki görüntülü yaklaşımın etkilerinin gösterimi (Afzal, Maciejewski ve Ebert, 2011)	53
Şekil 4.7. Bilginin farklı grafik gösterimleri (Rensink, 2014)	54
Şekil 4.8. Genişletilmiş görüş modeli (Rensink, 2014)	55
Şekil 4.9. Politika analizi için görsel destek sistemi (Ruppert ve diğerleri, 2015)	56
Şekil 4.10. Bağımlı-bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler (Wexler, Shaffer ve Cotgreave, 2017)	58
Şekil 4.11. Görselden metne dönüştürme karar destek sistemi (Kim, Hoque ve Agrawala, 2020)	59
Şekil 4.12. Açıklanabilir görsel karar destek sistemi (Islam ve diğerleri, 2021).....	60
Şekil 4.13. Açıklanabilir karar destek sistemi konsept tasarımı (Islam ve diğerleri, 2021).....	60
Şekil 4.14. Öğrencilerin üniversite seçim kriterleri ile ilgili makaleler (Walsh, Moorhouse, Dunnett ve Barry, 2015).....	63
Şekil 4.15. Yükseköğretim kurumlarını etkileyen günümüz trendleri (Tutsun, 2020)...	64

Şekil	Sayfa
Şekil 4.16. Öğrenci kararı konseptsel çerçeve (Harahap, Hurriyati, Gaffar ve Amanah, 2018)	65
Şekil 5.1. Etki-Tepki-Destek Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi Modeli....	70
Şekil 5.2. Etki-Tepki-Destek Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi Detay Modeli	73
Şekil 5.3. Modelin jenerik veri seti yapısı	79
Şekil 5.4. Öğrenme analitiklerinin düzeyleri (Tutsun, 2020)	79
Şekil 5.5. Öğrenme analitikleri süreç modeli (Tutsun, 2020).....	80
Şekil 6.1. YÖK Atlas tabloları.....	87
Şekil 6.2. YÖK Atlas web sayfasında sunulan hizmetler ve veri kaynakları	88
Şekil 6.3. YÖK Atlas Lisans 2023 verilerine ilişkin istatistiki bilgiler	89
Şekil 6.4. Gazi Üniversitesi YÖK Atlas tablo listesi.....	90
Şekil 6.5. Gazi Üniversitesi endüstri mühendisliği genel bilgiler tablosu içeriği.....	91
Şekil 6.6. Değerleri niteleyen n değişken	92
Şekil 6.7. YÖK Atlas tablo listesi.....	93
Şekil 6.8. Değer değişkenleri listesi (Genişleyebilir)	94
Şekil 6.9. Değer değişkenlerin gruplandığı üst değer değişkenleri	95
Şekil 6.10. Yükseköğretim karar destek sistemi ana ekranı	96
Şekil 6.11. Tüm üniversitelerin kontenjan ve yerleşen sayıları	97
Şekil 6.12. Bursluluk durumu bilgi ekranı.....	97
Şekil 6.13. Yıllara sari üniversitelerin değer değişkenleri ile analizi	98
Şekil 6.14. Vakıf üniversitelerinin mukayeseli karşılaştırılması	99
Şekil 6.15. Beş farklı değer değişkeni ile programların analizi.....	100
Şekil 6.16. Görsel analitik yaklaşıma en yakın bilgi ekranı	100
Şekil 6.17. Yerleşen öğrencilerin aynı veya farklı şehirden gelme durumunu gösterir KDS	101

Şekil	Sayfa
Şekil 6.18. Görsel analitik temelli karar destek sistemi tasarım açıklaması.....	103
Şekil 6.19. Puan türü üst boyutunda toplam kontenjan değerleri dağılımı.....	103
Şekil 6.20. Gazi Üniversitesi endüstri mühendisliği programı yıllara sari taban ve tavan başarı sırası gösterimi	104
Şekil 6.21. Seçili karar değişkenleri için Ankara üniversiteleri endüstri mühendisliği karar destek raporu kapak sayfası.....	105
Şekil 6.22. Seçili karar değişkenleri için Ankara üniversiteleri endüstri mühendisliği karar destek raporu örnek sayfası	106
Şekil 6.23. Seçili karar değişkenleri için Ankara Üniversiteleri Endüstri mühendisliği karar destek raporu bölüm değerlendirmesi	107
Şekil 6.24. Farklı bir karar destek hizmeti: Bilgi görseli.....	108
Şekil 6.25. Kelime bulutu bilgi görseli raporu.....	109
Şekil 6.26. Üniversiteye girecek bir öğrencinin kendi mezun olduğu veya olacağı lise ile ilgili karar destek akışı -1 Bilgilendirme	110
Şekil 6.27. Üniversiteye girecek bir öğrencinin kendi mezun olduğu veya olacağı lise ile ilgili karar destek akışı -2 İl seçimi	111
Şekil 6.28. Üniversiteye girecek bir öğrencinin kendi mezun olduğu veya olacağı lise ile ilgili karar destek akışı -3 İlçe seçimi.....	111
Şekil 6.29. Üniversiteye girecek bir öğrencinin kendi mezun olduğu veya olacağı lise ile ilgili karar destek akışı -4 Lise seçimi.....	112
Şekil 6.30. Üniversiteye girecek bir öğrencinin kendi mezun olduğu veya olacağı lise ile ilgili karar destek akışı -5 Lise mezun yerleşen bilgileri.....	112
Şekil 6.31. Ankara'daki vakıf üniversitelerine hangi liselerden kaç öğrencinin yerleştiği bilgisi	113
Şekil 6.32. Vakıf üniversitelerinin yatay geçiş yapan öğrencilerine ilişkin sayısal değerlendirmesi	114
Şekil 6.33. Analist seviyesi görsel analitik temelli karar destek sistemi	115
Şekil 6.34. Galatasaray ve Gazi Üniversiteleri endüstri mühendisliği kontenjan ve başarı sırası karşılaştırmaları	116

Şekil	Sayfa
Şekil 6.35. Başkent ve Gazi Üniversiteleri endüstri mühendisliği kontenjan ve başarı sırası karşılaştırmaları.....	117
Şekil 6.36. Öğretim türleri ve puan türüne göre kontenjan ve ortalama başarı sıraları (Eşit ağırlık puan türü özelinde).....	118
Şekil 6.37. Y1 ve X2 eksenlerinin değişimi ile öğretim türleri ve puan türüne göre kontenjan ve ortalama başarı sıraları (Örgün öğretim türü özelinde).....	119
Şekil 6.38. Gazi Üniversitesi öğretim türleri ve puan türüne göre kontenjan ve ortalama başarı sıraları (Örgün öğretim türü özelinde).....	119
Şekil 6.39. Merkezi yerleştirme programlarında ISCED-1'e göre ortalama başarı sıraları	120
Şekil 6.40. Merkezi yerleştirme programlarında ISCED-1'e göre kontenjan sayıları....	121
Şekil 6.41. Sayısal puan türünde örgün öğretimde en iyi 10 ortalama başarı sırasına (Yerleşenlerin) sahip üniversiteler (2023).....	121
Şekil 6.42. Endüstri mühendisliğinde en iyi 10 ortalama başarı sırasına (Yerleşenlerin) sahip üniversiteler (2023).....	122
Şekil 6.43. Sayısal puan türünde örgün öğretimde en iyi 10 ortalama başarı sırasına (Yerleşenlerin) sahip bölümler ve kontenjanları (2023)	123
Şekil 6.44. 2023 yılında bir üniversite (Gazi Üniversitesi örneğin) için sayısal puan türünde örgün öğretimde en iyi 10 ortalama başarı sırasına (Yerleşenlerin) sahip bölümler ve kontenjanları	123
Şekil 6.45. 2023 yılında vakıf üniversiteleri için sayısal puan türünde örgün öğretimde en iyi 10 ortalama başarı sırasına (Yerleşenlerin) sahip bölümler ve kontenjanları.....	124

1. GİRİŞ

Hesaplama kaynaklarındaki ve veri yönetimi teknolojilerindeki son ilerlemelerle geniş bir yelpazede büyük ve karmaşık veri setleri üretme, toplama ve saklama yeteneği artmaya devam etmekte, veri ve ileri düzey analitik çağı yaşanmaktadır (Cui, 2019). Yeni verileri toplama ve saklama kapasitesi hızla artarken, bu veri hacimlerini analiz etme yeteneği çok daha düşük oranlarda artmaktadır (Keim, Kohlhammer, Ellis ve Mansmann, 2010). Bu durum analistler ve karar vericiler başta olmak üzere, veri temelli çalışan profesyoneller için yeni zorluklar oluşturmaktadır. Bu zorluklara yeni çözümler sunmak üzere ortaya çıkan görsel analitik alanı, büyük ve çok boyutlu veri setlerini görsel temsiller ve etkileşimli tekniklerle işleyerek, analitik süreçlere insan yargısını dahil etmeye odaklanır.

Görsel analitiğin temel fikri, bilgiyi görsel formatta sunarak, kullanıcıların bilgiyle etkileşimli bir şekilde iletişim kurmalarını ve derinlemesine içgörüler elde etmelerini sağlamaktır. Bilginin görsel temsili belirli görevleri yerine getirmek için gerekli olan karmaşık bilişsel çalışmayı azaltır. İnsanlar görsel analitik araçları ve tekniklerini verilerden bilgi sentezlemek ve içgörü türetmek için kullanabilirler (Keim, Mansmann, Schneidewind, Thomas ve Ziegler, 2008),

Görsel analitik bilgi yoğunluğunu daha detaylı analiz ve anlama fırsatına dönüştürmeyi amaçlar. Karar vericilerin hızlı ve bilgi temelli kararlar alabilmesi için görsel analitik, insan yargısını bilgisayarların işlem kapasitesiyle birleştirerek, karmaşık ve dinamik verileri anlamlandırmaya yardımcı olur. Görsel analitiğin özel avantajı, karar vericilerin analitik süreçlerinde bilişsel ve algısal kapasitelerine tam odaklamalarına olanak tanırken, keşif sürecini artırmak için gelişmiş hesaplama yeteneklerini uygulamalarına izin vermesidir. Bir yandan veri tabanlarında bilgi keşfi (Knowledge discovery in databases-KDD), istatistik ve matematikten gelen yöntemler otomatik analiz tarafından itici güç olurken, diğer yandan insanların algılama, ilişkilendirme ve sonuç çıkarma yetenekleri görsel analitiği çok umut verici bir araştırma alanına dönüştürmektedir (Keim ve diğerleri, 2008).

Günümüzde dijital dönüşümün bir yansıması olarak, verilerin erişilebilirliği ile hacmi ve karmaşıklığı da artmıştır. Bu veri yoğunluğunda kullanıcıların kolaylıkla veriden bilgi temin edebileceği disiplinler arası bir bilim dalına, yani görsel analitiğe olan ihtiyacı öne

çıkarmıştır. Bu alan özellikle çok boyutlu verilerin analizinde geleneksel yöntemlerin karşılaştığı teknoloji kaynakları sınırlılıklarını da aşarak son yıllarda dikkate değer gelişmeler kaydetmiştir. Çok boyutlu veri setlerinin işlenmesi ve anlaşılması, içerdiği geniş değişken, faktör ve metrik sayıları nedeniyle belirgin zorluklar sunmaktadır. Geleneksel analitik araçlar kullanılarak yapılan analizlerde elde edilen sonuçların anlamlandırılması ve son kullanıcılar için erişilebilir hale getirilmesi gerekmektedir. Bu durum, çok boyutlu veri setlerinden elde edilen bilgilerin görselleştirilmesi ve analiz edilmesinde yeni bir yöntem ve modelin geliştirilmesi zorunluluğunu vurgulamaktadır. Görsel analitik alanındaki son ilerlemeler kullanıcılar için daha erişilebilir ve etkileşimli bir analiz yaklaşımı sunarak, büyük ölçekli, çok boyutlu veri kümelerinin etkili bir şekilde incelenmesine olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım, veri setleri içerisinde derinlemesine analizler yapılmasını, boyutlar/özellikler arasındaki ilişkilerin keşfedilmesini, sonuç olarak daha doğru kararlar alınmasını kolaylaştırmaktadır.

Bu tez çalışması karmaşıklığı ve hızı her an artan veri yoğunluğunda, karar verme süreçlerini daha etkin, etkili ve kullanıcı dostu hale getirmeyi hedeflemektedir. Özellikle, çok boyutlu veri setlerinin analizinde karşılaşılan zorlukları aşmak ve karar verme süreçlerinde içgörü kazanımını artırmak amacıyla bu çalışmada görsel analitik ile karar destek sistemlerinin entegrasyonuna dayanan yenilikçi bir "Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi" modelinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu model kullanıcıların veri analizi süreçlerinde karşılaştıkları en büyük zorluklardan biri olan çok boyutlu veri setlerinin karmaşıklığını yönetmelerine yardımcı olacak kullanıcı dostu bir yaklaşım ile yeni bir görsel analitik yöntemin tasarımı ve geliştirilmesi üzerine odaklanmıştır.

Çalışmanın temel amacı çok boyutlu verilerin analizini sadece daha kolay ve erişilebilir kılmakla kalmayıp, aynı zamanda analiz süreçlerinin derinliğini ve kalitesini artırarak daha zengin ve anlamlı içgörüler elde edilmesini sağlayacak bir model ortaya koymaktır. Bu nedenle, model veri analizi ve karar destek süreçlerinde kullanıcıların ihtiyaç duyduğu esnekliği, etkileşimliliği ve anlamlandırmayı sağlayacak görsel araçlar ve yaklaşımlarla donatılmıştır. Modelin geliştirilmesi sürecinde türetilmiş veri boyutları ve değer değişkenleri gibi yenilikçi özelliklerin modele entegrasyonuna özel önem verilmiştir. Bu özellikler kullanıcıların veri setleri üzerinde daha derinlemesine analizler yapabilmelerini ve bu analizlerden elde edilecek bulguları kolayca anlamalarını ve yorumlamalarını sağlamak için yapılandırılmıştır. Ayrıca, model etkileşimli ve esnek görselleştirme araçları sayesinde

kullanıcıların veri üzerinde daha dinamik bir şekilde çalışmalarına ve böylece çok boyutlu veri setlerinden elde edilen içgörülerin daha etkin bir şekilde keşfedilmesine ve paylaşılmasına olanak tanıyacak şekilde kullanıcı odaklı tasarlanmıştır. Böylece kullanıcıların analizler esnasında veya eldeki verileri anlamlandırmada karşılaştıkları zorlukların üstesinden gelmelerine ve daha veriye, bilgiye dayalı kararlar almalarına yardımcı olacaktır. Bu modelin görsel analitik ve karar destek süreçlerinin geleceğini şekillendirmesi beklenmektedir.

Bu araştırmada geliştirilen "Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi " modelinde uygulama alanı olarak yükseköğretim alanı seçilmiştir. Yükseköğretim verilerinin Yükseköğretim Kurulu (YÖK) tarafından YÖK Atlas sistemi aracılığıyla 2015 yılından itibaren günümüze dek çok boyutlu bir biçimde ve kapsamlı olarak sunulması, bu çalışmanın odaklanacağı alanın belirlenmesinde kritik bir rol oynamıştır. Yükseköğretim verileri içerdiği zengin bilgi katmanları ve çeşitliliği ile görsel analitik temelli yaklaşımlar için mükemmel bir test ve uygulama ortamı sunmaktadır. Yükseköğretim alanındaki verilerin çok boyutlu doğası bu sektördeki karar verme süreçlerini karmaşıktırmakta, dolayısıyla yöneticilerin ve politika yapıcıların etkili kararlar alabilmeleri için derinlemesine analizler yapmalarını gerektirmektedir. Çalışma ile geliştirilen "Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi", bu çok boyutlu veriler üzerinde görsel analitik yöntemler kullanarak, yükseköğretim politikaları, program geliştirme, kaynak dağılımı ve öğrenci başarısı gibi alanlarda bilgilendirici içgörüler elde edilmesini kolaylaştırmayı amaçlamaktadır.

Araştırmanın ana problemi “Çok boyutlu ve karmaşık veri setlerinden elde edilen bilgilerin kullanıcıların seçimlerine bağlı olarak dinamik ve etkileşimli grafikler aracılığıyla görselleştirilmesini sağlayan, kullanımı kolay ve kullanıcı odaklı bir görsel analitik temelli karar destek sistemi nasıl tasarlanabilir ve geliştirilebilir?” olarak belirlenmiştir. Bu ana probleme bağlı olarak araştırmanın alt problemleri ise aşağıda belirtilmiştir:

- “Bu sistem, kullanıcıların grafiklerin eksenlerinde hangi değişkenlerin yer alacağını, hangi değer değişkenleri veya değişken kombinasyonları üzerinde bilgi alacaklarını etkileşimli bir şekilde belirlemelerine olanak tanıyabilir mi?”
- "Veri setlerinden nasıl yeni değişkenler türetilebilir ve bu türetilmiş değişkenler, çok boyutlu veri analizlerinde nasıl etkin bir şekilde kullanılabilir? Özellikle, türetilmiş

değişkenlerin, veri setindeki gizli ilişkileri açığa çıkararak ve veri analizi süreçlerinde daha derinlemesine içgörüler sağlayarak, karmaşık veri setlerinin anlaşılmasına ve analiz edilmesine nasıl katkı sağlayabilir?"

- Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi yükseköğretim kurumları ve bu kurumların paydaşları tarafından belirli kullanım durumlarında karar alma süreçlerini nasıl destekleyebilir?

Bu sistemin uygulama alanı olarak seçilen yükseköğretim alanında; kurumlar ve ilgili paydaşlar öğrenci başarılarından akademisyen dağılımına, akademik performanstan kurumsal planlamaya kadar çeşitli boyutlarda büyük miktarda veri üretirler. Bu veriler karar verme süreçlerini desteklemek ve kurumsal stratejiler geliştirmek için hayati öneme sahiptir. Ancak, çok boyutlu ve karmaşık doğaları nedeniyle bu verilerin analizi ve anlaşılmaları zor olabilmektedir. Geleneksel analitik araçlar ile bu verilerden yeterince içgörü çıkarılamamaktadır. Bu eksiklik karar vericilerin veri setlerinden tam anlamıyla yararlanmalarını engeller ve yanlış veya eksik bilgilere dayalı kararlar almalarına sebep olabilir. Bu bağlamda araştırmanın odak noktası, kullanıcılara çok boyutlu veri setleri üzerinde daha derin bir etkileşim ve kontrol imkanı sağlayan, aynı zamanda görsel analitik ile karar destek sistemlerinin entegrasyonunu içeren yenilikçi bir model geliştirmektir. Model kullanıcıların veri analiz süreçlerinde daha aktif rol almalarını sağlayacak ve karmaşık verileri görselleştirmede yeni yöntemler sunacaktır. Bu yaklaşım kullanıcıların veri üzerinde daha fazla hakimiyet kurmalarını ve analiz sonuçlarını daha iyi anlamalarını sağlayacaktır. Ayrıca, bu araştırma modelin kullanılabilirliği ve etkinliği üzerine de yoğunlaşacaktır. Kullanıcı deneyimi, veri görselleştirme teknikleri ve arayüz tasarımı modelin başarılı bir şekilde uygulanmasında kritik öneme sahiptir. Model, teknik bilgisi sınırlı kullanıcılar tarafından bile kolayca kullanılabilir, onlara çok boyutlu verileri anlama ve yorumlama konusunda güçlü bir yetenek kazandıracaktır.

Bu tez çalışmasında geliştirilen model özellikle analitik araçlardan yeterli destek alamayan veya veri analizi konusunda deneyimi olmayan kullanıcılar için büyük önem taşımaktadır. Modelin uygulama alanı olarak seçilen yükseköğretim gibi veri yoğun alanlarda çok boyutlu verilerin analizi kritik bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bu tez çalışması, kullanıcıların veri setleri üzerinde daha etkin bir kontrol ve anlayış geliştirmelerini sağlayacak bir model sunarak bu ihtiyaca yanıt vermektedir. Modelin kullanıcı dostu arayüzü teknik bilgi gerektirmeksizin

veri analizi yapılmasını mümkün kılarak, daha geniş bir kullanıcı kitlesinin veriye dayalı kararlar almasına olanak tanımaktadır.

Modelin özgünlüğü kullanıcılara veri setlerini kendi tercih ve ihtiyaçlarına göre dinamik olarak düzenleme ve analiz etme yeteneği sunmasından kaynaklanmaktadır. Bu özellik, kullanıcılara sadece verileri görselleştirmekle kalmayıp, aynı zamanda veriler arasındaki ilişkileri ve desenleri keşfetme imkanı tanımaktadır. Böylece, daha önce analiz edilemeyen veri setleri, bu model sayesinde kolaylıkla incelenebilir ve değerlendirilebilir hale gelmektedir. Ayrıca, bu modelin geliştirilmesi veri bilimi ve analitiğin demokratikleşmesine katkıda bulunur. Bu katkı veri analizi ve görselleştirme yeteneklerini geniş bir kullanıcı kitlesine sunarak veriye dayalı karar alma sürecini daha erişilebilir ve anlaşılır kılmaktadır. Bu durum kurumların ve bireylerin veri temelli stratejiler geliştirmelerine ve daha bilinçli kararlar almalarına katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak, bu tez çalışması çok boyutlu veri analizini ve karar destek sistemlerini yeniden şekillendirerek, geniş bir kullanıcı kitlesinin karmaşık veri setlerini anlamasına ve bu verilerden anlamlı içgörüler çıkarmasına yardımcı olacak yenilikçi bir görsel analitik temelli karar destek sistemi geliştirilmesi ile ilgili ilk çalışma olup, literatüre katkıda bulunmaktadır. Bu sistem veri analitik ve görselleştirme alanında önemli bir adım olarak hem akademik hem de pratik alanda ve çok çeşitli sektörlerde uygulama potansiyeline sahip olacaktır.

Çalışmanın devamında; ikinci bölümde görsel analitik, üçüncü bölümde karar destek sistemleri ile ilgili kapsamlı bilgilendirme yapılmış, dördüncü bölümde literatür araştırması verilmiş, beşinci bölümde geliştirilen model detaylı olarak izah edilmiş, altıncı bölümde bu modelin yükseköğretim alanında uygulaması yapılmış, uygulama sonuçları açıklanmış ve yedinci bölümde de sonuç ve öneriler aktarılmıştır.



2. GÖRSEL ANALİTİK

2.1. Görsel Analitiğin Tanımı

Görsel analitik terimi ilk defa 1977 yılında Kaliforniya Üniversitesi'nden Zhang ve Spiro'nun yazdığı "A collage of concerns" kitabında (Şekil 2.1) geçmektedir. Yazarlar bu terimi ormancılık bölümü öğrencilerine "Visual Analytics of Wildlands" dersi verdiklerinden bahsederken kullanmışlardır. Aynı terimi, ikinci kez Groth (1990) tarafından derlenen bildiri kitabında Appleyard, Lynch, & Myer (1964) makalesi tanımlanırken (Şekil 2.2) kullanılmıştır. Fakat her iki kullanımda da bugünkü anlamında kullanılmadığı söylenebilir.

with materials, history. I teach an introductory design course for graduates coming out of other fields. I teach two courses on what I call 'Visual Analytics of Wildlands'. Every other year I give a course for undergraduates from forestry on the subject of visual analytics and issues of environmental quality.

Şekil 2.1. Görsel analitik teriminin geçtiği ilk paragraf (Zhang ve Spiro, 1977)

6. Donald Appleyard, Lynch and Myer: The View from the Road, visual analytics of the urban highway but as readily appropriate to the landscape.

Şekil 2.2. Görsel analitik teriminin geçtiği ikinci paragraf (Groth, 1990)

Shneiderman (2002) görselleştirmenin, örneğin, bir veri madenciliği algoritmasının farklı adımlarında parametrelerin belirlenmesini destekleyebileceğini belirtmiştir. Thomas ve Cook (2005) tarafından gerçekleştirilen "Illuminating the Path: Research and Development Agenda for Visual Analytics" adlı çalışmada, görsel analitiğin erken bir tanımı, "etkileşimli insan-makine arayüzleri tarafından kolaylaştırılan analitik akıl yürütme bilimi" olarak yapılmıştır. Keim ve Schneidewind (2007) ise bu tanımı kullanıcılara büyük, dinamik, belirsiz, çoğu zaman çelişkili verilerden bilgi sentezlemek ve içgörü türetmek, bekleneni tespit etmek ve beklenmedik olanı keşfetmek, zamanında, savunulabilir ve anlaşılır değerlendirmeler sağlamak ve bu değerlendirmeleri eylem için etkili bir şekilde iletişim kurmak için gerekli araç ve yöntemleri vermek olarak genişletmişlerdir. Keim ve diğerleri (2008) yaptıkları tanımda görsel analitiğin, bilgi toplama, veri ön işleme, bilgi temsili, etkileşim ve karar verme süreçlerini içeren yinelemeli bir süreç olduğunu belirtmişlerdir. Bu tanıma göre görsel analitik; bilgi analitiği, coğrafi analitik, bilimsel analitik, istatistiksel

analitik, bilgi keşfi, veri yönetimi ve bilgi temsili, sunum, üretim ve yayılım, algı, algılama, etkileşim gibi alanları birleştiren yeni bir araştırma alanıdır. Yazarlar ayrıca "görselleştirme" teriminin "veri veya kavramların grafiksel temsili" olduğunu belirtmiş, ama görsel analitik teriminin daha önce zihinsel bir imge oluşturmak için kullanılmasına rağmen tarihsel olarak bilgi ve bilimsel görselleştirme alanlarından evrildiğini vurgulamıştır. Keim ve diğerleri (2010) ise görsel analitiği, çok büyük ve karmaşık veri kümelerinden etkili bir şekilde anlama, akıl yürütme ve karar verme sağlamak için otomatik analiz tekniklerini etkileşimli görselleştirmelerle birleştiren bir yaklaşım olarak tanımlamış, Kohlhammer, Keim, Pohl, Santucci ve Andrienko (2011) görsel analitiğin çok disiplinli doğası nedeniyle birden fazla süreci içermesi ve uygulama alanlarının geniş çeşitliliği dolayısıyla tanımlanması kolay olmayan bir alan olduğunu belirtmiş, görsel analitiğin, zeki, otomatik veri analizinin güçlü yönlerini insan kullanıcının görsel algılama ve analiz yetenekleriyle uygun bir şekilde birleştirerek çok çeşitli uygulamalarda büyük bilgi yüklerinden en iyi şekilde faydalanmayı amaçlayan yeni bir araştırma disiplini olarak tanımlamışlardır. Kehrer ve Hauser (2013) çalışmalarında otomatize analiz yöntemlerinin yalnızca iyi tanımlanmış problemler için güvenilir şekilde çalıştığını, bu nedenle, bu tür yaklaşımları etkileşimli görselleştirme ile birleştirmenin daha etkili sonuç vereceğini, Ruppert ve diğerleri (2015) ise çalışmalarında görselleştirme araçlarının statik veya etkileşimli olarak ikiye ayrılabilmesini, görsel analitiğin ise etkileşimli görselleştirmeyi otomatik veri analizi yöntemleri ile birleştirip erişilebilir bir etkileşimli karar destek sağlamayı hedeflediğini, böylelikle en az bilişsel çaba ile görselleştirilen bilgiyi kolaylıkla anlayabilmelerinin yoğun bilgi yükü altında kalan kullanıcılar/karar vericiler için çok önemli olduğunu, Endert, Chang, North, ve Zhou (2015) ise görsel analitiğin verileri görsel olarak keşfetme ve analiz etme konusundaki bilişsel süreçlere yardımcı olmak için hesaplamalı ve görsel olanakların dikkatlice tasarlanmış kombinasyonlarını sağladığını ve bu nedenle kullanıcı etkileşiminin bu süreçlerin temeli olduğunu, çünkü kullanıcıların sisteme verilerle ilgili sorular sorarak konu uzmanlıklarına göre hareket etmelerini sağlayacağını belirtmişlerdir.

Sibolla, Coetzee ve Zyl (2018) tarafından görsel analitik, aynı zamanda etkileşimli görsel arayüzlerle desteklenen bir analitik akıl yürütme disiplini olarak tanımlanmıştır. Ek olarak, Billinghamurst, Cordeil, Bezerianos ve Margolis (2018) tarafından ise işbirlikçi (cooperative) sanal ortam analitikleri ve sanal ortam teknolojilerinin görsel analitikle bütünleşmesinin yerel ve uzaktan iş birliğini kolaylaştıracağı ifade edilmiştir. Andrienko ve diğerleri (2018) bu disiplinin, verilerde yansıtılan belirli bir gerçeklik parçasının zihinsel ve/veya resmi bir

modelini oluşturma sürecini kapsadığını, analitik ve görsel motorların kullanımıyla verinin anlaşılmasını görsel, etkileşimli tekniklerle desteklediğini tespit etmişlerdir. Görsel analitik Cui (2019) tarafından ise kullanıcıların veri keşfetmelerine, hipotezleri incelemelerine, bilgi edinmelerine, tahminlerde bulunmalarına ve kararlar almalarına olanak tanıyan, bir veri setinden desteklenen görsel bilgi keşfi süreci olarak tanımlanmıştır. Yazarlar insan-merkezli bilgi keşfinin kullanıcı ve görsel analitik sistemi arasındaki etkileşim ile gerçekleştiğini, bu esnada sistemin kullanıcının taleplerine göre analiz sonuçlarını görselleştireceğini, kullanıcı da görsel bilgiye göre analiz niyetini değiştirebileceğini ve sisteme ilgi hedefini (TOI-Target of Interest) vurgulayabileceğini belirterek daha detaylı açıklamışlardır. Ayrıca, Seipp, Gutiérrez, Ochôa ve Verbert (2019) görsel analitiği, etkileşimli karar verme sürecinde bilgi görselleştirme ile bilgi madenciliği tekniklerinin entegrasyonunu içerdiğini ifade etmişlerdir. Andrienko ve diğerleri (2020) görsel analitiği, hesaplamalı işlemeyi (computational processing) görselleştirmeyeyle birleştirerek analitik akıl yürütmenin bilimi ve uygulaması olarak tanımlamıştır. Khan, Shakeel, Gul, Masud ve Ebert, (2022) görsel analitiğin karmaşık problemler için muhakeme ve anlam çıkarmayı desteklemek ve ham verilerden ilgili bilgileri çıkarmak için grafik, görselleştirme, etkileşim, veri analizi ve veri madenciliği tekniklerini birleştiren insan merkezli bir süreç olarak tanımlamışlardır. Watanabe, Ishibashi ve Furukawa (2022) ise görsel analitik teriminin bilgi keşfinin kullanıcı ve sistem arasında insan merkezli bir şekilde etkileşimli olarak gerçekleştirildiği, görsel olarak desteklenen bir keşifsel analiz yaklaşımı olduğunu belirtmişlerdir.

Disiplinlerarası bir araştırma alanı olarak, veri analiz süreçlerinde insan algısının gücünü ve otomatik analiz yöntemlerinin etkinliğini birleştiren etkileşimli bir yaklaşımı temsil ettiğini, görsel analitiğin, büyük veri kümelerinden anlamlı bilgiler çıkarmayı amaçlayan, kullanıcıların görsel arayüzler aracılığıyla verilerle etkileşime geçmelerini sağlayan bir disiplin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu alan ile ilgili yapılan tanımlar, görsel analitiğin temelini oluşturan anahtar terimleri ve kavramları belirlemiştir. Bu terim ve kavramlar aşağıda sunulmuştur:

Etkileşimli Görselleştirme: Kullanıcıların etkileşimli olarak veri setlerini keşfetmelerine, anlamalarına ve üzerinde akıl yürütmelerine olanak tanıyan grafiksel temsiller oluşturma süreci.

Analitik Akıl Yürütme: Veriler üzerinden bilgi, içgörü ve kararlar üretme süreci.

Bilgi Keşfi: Büyük veri kümeleri içerisinde önceden bilinmeyen, ilginç kalıpların ve bilgilerin bulunması.

İnsan-Makine Etkileşimi: Kullanıcıların analiz süreçlerinde görsel arayüzler aracılığıyla makine ile etkileşimi.

Karar Destek: Karar verme süreçlerinde kullanıcıya yardımcı olacak bilgilerin sağlanması.

Bilişsel Süreçler: Verilerin anlamlandırılmasında kullanıcıların zihinsel işlemler.

Özetle, görsel analitik, kullanıcıların veri keşfetme, hipotez test etme, bilgi edinme, tahmin yapma ve karar alma süreçlerinde onlara destek olan, bilgi görselleştirme ve veri madenciliği tekniklerinin entegrasyonunu içeren dinamik bir disiplindir. Bu disiplin, kullanıcıların görsel bilgiye dayanarak analiz niyetlerini değiştirebilmelerine, ilgi alanlarını vurgulayabilmelerine ve sistemin analiz sonuçlarını etkileşimli bir şekilde görselleştirmesine olanak tanımaktadır. Görsel analitiğin genel tanımı, dolayısıyla, büyük ve çok boyutlu veri setlerinden anlam çıkarılmasını kolaylaştıran, insan görsel algılama yeteneklerini ve otomatik analiz tekniklerini bir araya getiren, etkileşimli görsel arayüzler ile gerçekleştirilen bir bilgi analizi ve keşfi süreci olarak özetlenebilir. Bu süreç, veri ön işleme, analiz, görselleştirme, etkileşim ve karar destek aşamalarını kapsar ve çok çeşitli uygulama alanlarında değerli bilgilerin elde edilmesine imkan tanır.

2.2. Görsel Analitiğin Gelişimi

Görsel analitik alanının temel taşları genel hatları ile, 20. yüzyılın ortalarında, bilgisayar biliminin başlangıcı ve veri görselleştirmenin ilk evreleriyle atılmıştır. Bu dönem içinde, verilerin görselleştirilmesi için basit grafiklerin ve çizelgelerin kullanımı yaygınlaşmıştır. İlk bilgisayar grafikleri, 1960'lar ve 1970'lerde gerçekleşen teknolojik ilerlemelerle birlikte geliştirilmiştir. Bu zaman dilimi, veri görselleştirme ve analiz araçlarının temellerinin atıldığı bir dönem olarak kabul edilmektedir. 1980'ler ve 1990'lar boyunca, bilgisayar teknolojilerindeki ilerlemelere paralel olarak, görsel analitik daha kompleks veri setlerinin görselleştirilmesine imkân tanıyan bir seviyeye ulaşmıştır. Etkileşimli grafikler ve çok

boyutlu veri görselleştirmeler bu dönemde geliştirilmeye başlamıştır. Edward Tufte (2001) "Nicel Bilginin Görsel Gösterimi" kitabında veri görselleştirmenin estetik ve etkinliği üzerine önemli prensipler sunmuş, çok boyutlu verilerin basit ve anlaşılır görsel temsiller aracılığı ile nasıl ifade edilmesi gerektiğine dikkat çekmiş ve veri görselleştirmenin yalnızca bir teknik beceriden ziyade bir sanat formu olduğunu ileri sürmüştür. Tufte'nin çalışmaları, bilginin görsel iletişimde estetik ve sadeliğin önemini vurgulamıştır. 1990'ların sonlarında, 'InfoVis' (informations visualization-bilgi görselleştirmesi) terimi ortaya çıkmıştır. Bu terim, veri analistlerinin veri keşif süreçlerinde görsel araçları daha etkin kullanmalarını böylece verileri daha derinlemesine anlamalarını ve karmaşık desenleri keşfetmelerini sağlayan interaktif araçların gelişimini teşvik etmiştir. Thomas ve Cook (2005) "Yolun Aydınlatılması" başlıklı çalışmalarında görsel analitik alanını resmen tanımlamış ve bu disiplinin temel ilkelerini ve metodolojilerini belirlemiştir. Bu çalışma, görsel analitik alanında hem akademik hem de uygulamalı araştırmalar için sağlam bir temel oluşturmuştur. Bu çalışma yanında, 2000'lerin başlangıcından itibaren, büyük ve çok boyutlu veri analizlerinin yükselişi görsel analitiğin önemini daha da artırmıştır. Etkileşimli ve dinamik görselleştirme araçları veri analiz süreçlerini daha erişilebilir ve etkin bir hale getirmiştir. Son yıllarda, gelişmiş bilgisayar grafikleri hızlı veri işleme kapasiteleri ve kullanıcı dostu arayüzler ile görsel analitiğin uygulama alanları da genişlemiştir. Artırılmış gerçeklik (AR-Augmented Reality) ve sanal gerçeklik (VR-Virtual Reality) gibi yeni teknolojiler, veri görselleştirmenin ve görsel analitiğin sınırlarını zorlamış ve "Immersive Visual Analytics-Sanal Ortam Görsel Analitik" adı verilen yeni bir bilim dalının ortaya çıkmasına da katkıda bulunmuştur.

2.3. Görsel Analitikte Güncel Trendler ve Gelişmeler

Görsel analitik alanındaki öne çıkan trendlerden birisi yapay zeka (AI-Artificial Intelligence) ve makine öğrenimi (ML-Machine Learning) teknolojilerinin bu alana entegre edilmesidir. Bu entegrasyon otomatik desen tanıma, tahmine dayalı analiz ve kullanıcı deneyimlerinin geliştirilmesi gibi konularda yeni fırsatlar yaratmaktadır. Yapay zeka algoritmaları veri setlerindeki desenleri ve anormallikleri otomatik desen tanıma araçları ile tanıyabilmektedir. Daha sonra verilerdeki desenler ve anormallikleri kullanıcılar tarafından daha kolay yorumlanması için görselleştirilir ve kullanıcıların verilerden daha hızlı ve etkili bir şekilde içgörüler çıkarmaları sağlanır. ML modelleri, gelecek trendlerini tahmin etmede kullanılır ve görsel analitik araçları bu tahminleri görsel ve kolay anlaşılır şekillerde sunarak karar

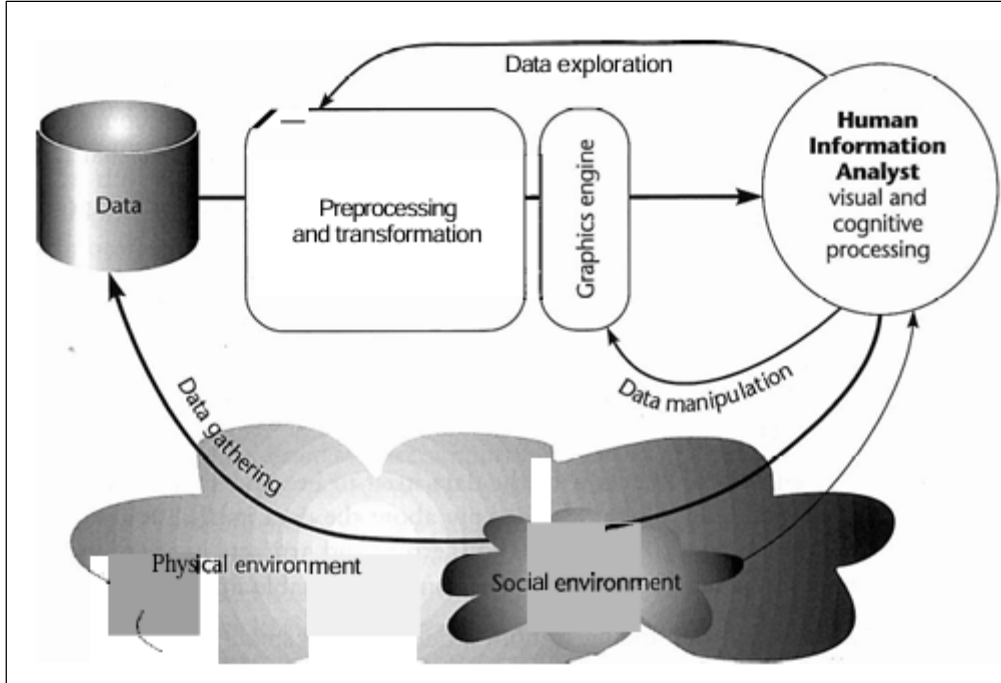
vericilerin daha bilinçli karar verme süreçlerine katkıda bulunur. Yapay zekanın sağladığı özelleştirmeler görsel analiz araçlarının bireysel kullanıcı ihtiyaçlarına daha iyi uyum sağlamasını mümkün kılmıştır. Artan büyük veri hacmi ve karmaşıklığı, görsel analitik araçlarının daha ileri veri işleme kapasiteleri geliştirmesini zorunlu kılmaktadır. Büyük verinin ortaya çıkışıyla birlikte görsel analiz araçları daha büyük, daha karmaşık veri kümelerini işleyecek şekilde gelişerek, daha hızlı ve daha verimli veri işleme olanağı sağlamaktadırlar. Görsel analitik araçları artık, kullanıcıların verilerle daha sezgisel ve etkileşimli çalışmalarını sağlayarak geliştirilmiş arayüzler sunmaktadır. Bu durum veri keşfini ve analizini daha verimli ve kullanıcı dostu haline getirmektedir. İleri bilişim teknolojileri, verilerin gerçek zamanlı analizi ve görselleştirmesini mümkün kılarak, özellikle hızla değişen veri ortamlarında hayati bir rol oynamaktadır. Bulut bilişim ise görsel analitik araçlarının daha geniş kapsamlı veri setlerini işlemelerine ve kullanıcıların çeşitli cihazlar ve yerlerden bu verilere erişmelerine olanak tanımaktadır. Artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojileri (AR/VR) uygulamaları ile de görsel analitik çok boyutluluk kazanacak (Sanal ortam analitiği-Immersive analytics), çok boyutlu analizler doğrudan görsele dokunarak, görsel içinde yapılabilecek, şu an öngörülemeyen birçok bilişsel değer üretimi sağlanabilecektir. Ayrıca, Hu, Yang, Huang ve Ling (2021) görsel analitiğin büyük verinin üretiminde en önemli kaynaklardan olan nesnelerin internetinde (Internet of Things-IoT) giderek artacak kritik bir öneme haiz olduğunu belirtmişlerdir.

Andrienko ve diğerleri (2020) hesaplamalı işlemenin (computer processing) bilgisayarların verileri dönüştürmek ve özetlemek ve belirli bilgi parçalarını aramak gibi iyi olduğu şeyleri yapmasına olanak tanıdığını, etkileşimli görsel arayüzler ise yorumlama ve akıl yürütme konularında daha iyi olan insan analistini desteklediğini belirtmişlerdir. Bu durum görsel analitik uygulamalarında giderek kabul görmekte, bununla beraber verilerin ve görselin doğru bilgiler içerdiğinin kontrolü yine geleneksel olarak insan analisti tarafından yapılmalıdır.

2.4. Görsel Analitik Modelleri

Görsel analitiğin tanımları bu disiplinin çok boyutlu doğasını ve farklı araştırma alanlarındaki uygulamalarını ortaya koymaktadır. Bu tanımlar paralelinde geliştirilen görsel analitiğin teorik çerçevesini daha da derinleştirerek, pratikte nasıl uygulanabileceğine dair somut örnekler sunmaktadır.

Ware (2004) tarafından geliştirilen görselleştirme süreci Şekil 2.3’de verilmiştir. Bu model, görsel analitik sürecinin birçok bileşenini ve bu bileşenler arasındaki etkileşimi göstermektedir.

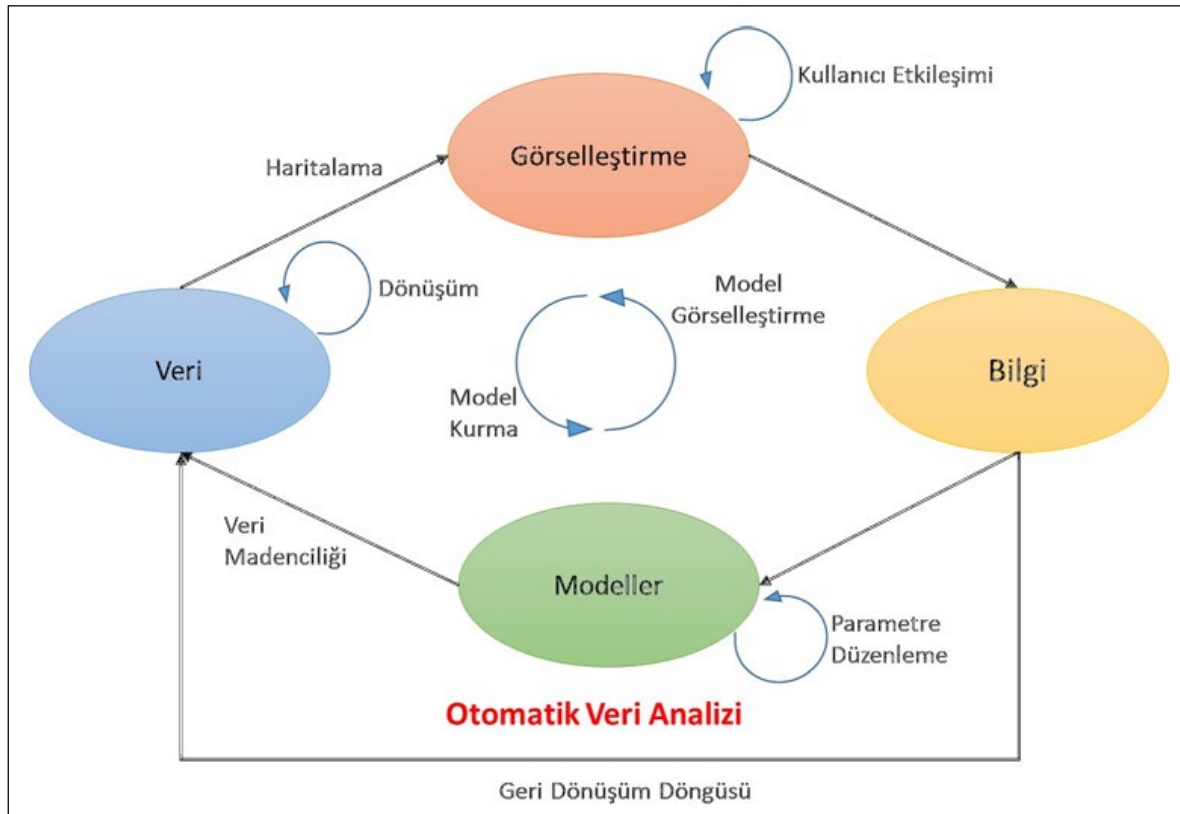


Şekil 2.3. Görselleştirme sürecinin şematik bir diyagramı (Ware, 2004)

Modelde, her şeyin başlangıcı olarak veri, depolandığı bir veri tabanı veya veri deposundan gelmektedir. Veri, çeşitli kaynaklardan toplanır ve işlenmek üzere sisteme alınır. Toplanan ham veri, analize uygun hale getirilir. Bu aşamada gürültünün temizlenmesi, eksik verilerin işlenmesi ve verinin uygun formata dönüştürülmesi gibi işlemler yapılır. İşlenmiş veri, görselleştirme için grafik motoruna taşınır. Bu motor veriyi görsel temsiller şeklinde kullanıcıya sunar. Bu görsel temsiller/görselleştirmeler, kullanıcıların veriyi keşfetmesini sağlar, böylece kullanıcılar verideki örüntüleri, trendleri ve anormallikleri görsel yollarla keşfedebilir. Kullanıcı, görselleştirilmiş veri üzerinde çeşitli manipülasyonlar yapabilir. Bu manipülasyonlar, farklı perspektiflerden veriyi incelemek ve farklı senaryoları test etmek için önemlidir. İnsan bilgi analisti (human information analyst) görsel ve bilişsel işleme katılan kullanıcıdır. Kullanıcı, görselleştirilmiş veri üzerinde kendi bilgi ve tecrübesini kullanarak analiz yapar. Model, analiz sürecinin yalnızca dijital araçlarla sınırlı olmadığını, analistin fiziksel ve sosyal çevresinin de sürece katkıda bulunduğunu gösterir. Aynı zamanda, veriden bilgiye dönüşümün karmaşık bir süreç olduğunu ve etkili bir görsel

analitik uygulamasının hem teknik hem de insan merkezli unsurları dikkate alması gerektiğini gösterir.

Görselleştirme terimi dışında görsel analitik konusunda ilk benimsenen model Şekil 2.4’de görülen Keim ve diğerlerinin (2010) geliştirdiği görsel analitik süreçtir. Modelin ana unsurları ve bu unsurlar arasındaki ilişkileri veri ve bilgi arasındaki süreci, aradaki dönüşümleri ve kullanıcı etkileşiminin rolünü gösteren bir dizi etkileşimli adımdan oluşmaktadır.



Şekil 2.4. Keim görsel analitik süreci (Keim ve diğerleri, 2010)

Modelde veri, görsel analitik sürecinin başlangıç noktasıdır. Veri, analiz edilmek ve bilgiye dönüştürülmek üzere olan ham bilgileri temsil eder. Bu bilgiler temizlenir, birbirleri ile ilişkilendirilir, gerekenler analiz için dönüştürülür. Görselleştirme ise verilerin ve analiz sonuçlarının insan anlayışına uygun hale getirilerek görsel formatta sunulduğu süreçtir. Bilgi ise görsel analitik sürecinin sonunda kullanıcının ulaştığı sonuçtur. Veri ve modellerin görselleştirilmesi ve kullanıcı etkileşimi ile elde edilen anlamlı içgörüler ve kararlar bilgiyi oluşturur. Modeldeki parametreler gelecek bilgilerle güncellenir. Veri Madenciliği ise veri setinden örüntüler, ilişkiler ve bilgiler çıkarmak için kullanılan otomatik veya yarı otomatik yöntemlerin uygulandığı süreçtir. Modeller elde edilen bulguların somutlaştırılması,

örüntülerin ve ilişkilerin anlaşılır bir biçimde ifade edilmesi için kullanılan soyut yapılar veya algoritmaları ifade eder. Otomatik veri analizi modeller kullanılarak verilerin otomatik olarak işlenmesi ve analiz edilmesi sürecidir. Bu sayede kullanıcıların veri hakkında daha iyi anlayış ve içgörüler kazanmaları amaçlanır. Kullanıcı Etkileşimi, kullanıcının, görselleştirilmiş veri üzerinde analiz yapabilmesi, keşiflerde bulunabilmesi ve farklı senaryoları test edebilmesi için gerçekleştirdiği etkileşimdir. Görsel analitik süreci bu şekilde yinelemeli bir döngü olarak tasarlanmıştır. Bu döngü, kullanıcı etkileşimleri ile sürekli bir biçimde beslenir ve bu etkileşimler yoluyla elde edilen bilgiler sürecin her aşamasının geliştirilmesi için geri besleme olarak kullanılır. Kullanıcı etkileşimi aynı zamanda, görselleştirme ve otomatik veri analizi araçlarının nasıl kullanılacağını ve hangi parametrelerin düzenlenmesi gerektiğini belirler. Bu, kullanıcıya analiz sürecinde aktif bir rol vererek, karmaşık veri setlerinden anlamlı ve değerli bilgiler çıkarılmasını sağlar.

Watanabe ve diğerlerinin (2022) çok boyutlu görselleştirmelerin değerlendirilebilmesi için icra edilmesi gereken görev sınıflaması Şekil 2.5 ile verilmiştir. Çok boyutlu görselleştirmelerin değerlendirmesinde Şekil 2.5’de belirtilen hiyerarşik yapı dikkate alınmalıdır. Görselleştirmeler, insan merkezli bir bilişim perspektifine uygun olarak tasarlanmalı, HCI (Human Computer Interaction-İnsan Bilgisayar Etkileşimi) prensiplerine göre değerlendirilmeli ve etkileşim paradigmalarına uygun etkileşim teknikleri ile desteklenmelidir. Nihayetinde kullanıcılar için anlamlı ve etkili bir grafiksel kullanıcı arayüzü oluşturulmalıdır.

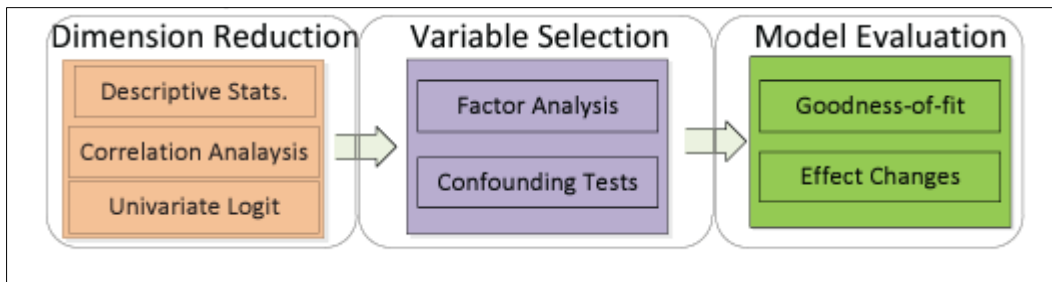


Şekil 2.5. Çok boyutlu görselleştirmelerin değerlendirmesi için görevlerin sınıflandırılması (Watanabe ve diğerleri, 2022)

Bu sınıflama çok boyutlu görselleştirmelerin değerlendirmesi için görevlerin

sınıflandırılmasına ilişkin bir hiyerarşik yapı sunmaktadır. Bu yapı, insan odaklı bilişimden (human-centered computing) başlayarak insan bilgisayar etkileşimi, etkileşim paradigmaları ve grafiksel kullanıcı arayüzlerine (GUI-Graphical User Interfaces) kadar uzanan bir süreci betimlemektedir. Çok boyutlu görselleştirmeler, büyük ve çok boyutlu veri setlerini anlamlandırma ve analiz etme süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu rol, görselleştirmelerin etkinliği ve kullanılabilirliği insan odaklı bilişim felsefesi çerçevesinde değerlendirilmelidir. İnsan odaklı bilişim teknolojinin tasarım ve değerlendirmesinde insan ihtiyaçları ve deneyimlerini merkeze alır. Bu anlayış insan bilgisayar etkileşimi disiplininin temelini oluşturur ve kullanıcıların bilgi teknolojileri ile nasıl etkileşime girdiklerini anlamamızı sağlar. Etkileşim paradigmaları kullanıcıların bilgisayar sistemleri ile nasıl etkileşim kurduğunu tanımlayan temel ilkeler ve yöntemler bütünüdür. Bu paradigmalardan biri olan grafiksel kullanıcı arayüzleri, kullanıcıların görsel öğeler aracılığıyla bilgisayar programları ile etkileşimde bulunmalarını sağlar ve çok boyutlu veri görselleştirmelerin kullanıcı dostu olmasını garanti altına alır.

Zhang ve diğerleri (2016) ise Şekil 2.6'da görülen üç aşamalı bir görsel analitik modeli geliştirmişler, her bir aşama bir sonraki aşamanın girdisini oluşturmakta, kullanıcı her aşamada bir önceki aşamaya geri dönüp, düzenleme yapabilmektedir. Birinci aşamada kullanıcı etkileşimli olarak değişkenler arasında ilişkileri açıklamada etkili olacağını düşündükleri tek değişkenli metrikleri seçmekte, ikinci aşamada model birinci aşamada kullanıcının seçtiği değişkenler arasındaki istatistik ilişkileri analiz ederek kullanıcıya ekranda sunmakta ve üçüncü aşamada kullanıcılar modelin sunduğu sonuçları diğer değişkenleri de modele kademeli olarak ekleyip çıkararak etkilerini modelde deneme imkanı bulmaktadır.



Şekil 2.6. Risk faktörleri analizi için görsel analitik mimarisi (Zhang ve diğerleri, 2016)

Modelde üç ana bölüm bulunmaktadır: Boyut indirgeme (dimension reduction), değişken

seçimi (variable selection) ve model değerlendirme (model evaluation). Her bir bölüm kendi içinde farklı analitik süreçleri barındırır. Boyut indirgeme (dimension reduction) ile veri集中的 değişkenlerin sayısını azaltmayı amaçlar, böylece model daha basit hale getirilir ve yalnızca en önemli bilgileri içerir. Tanımlayıcı istatistikler (descriptive statistics) veri集中的 değişkenlerin temel istatistiklerini (ortalama, medyan, standart sapma vb.) kapsar. Korelasyon analizi (correlation analysis) değişkenler arasındaki ilişkileri inceler ve hangi değişkenlerin birbiriyle güçlü ilişkiler içinde olduğunu belirler. Tek değişkenli lojit (Tek değişkenli lojistik regresyon) her bir değişkenin bağımlı değişkenle olan ilişkisini tek tek değerlendirir. Değişken seçimi bölümünde ise en uygun değişkenleri seçmek için gözlemlenen değişkenler arasındaki ilişkileri inceleyerek altında yatan faktörleri (latent variables) belirlemek için faktör analizi (factor analysis) ve değişkenlerin birbiri üzerindeki etkilerini kontrol etmek ve gerçek etki ile yanıltıcı (karıştırıcı) etki arasındaki farkı ayırt etmek için ise karıştırma testleri (confounding tests) yapılır. Model değerlendirme (Model evaluation) bölümünde ise oluşturulan modelin performansı modelin verileri ne kadar iyi temsil ettiğini anlamak için Uygunluk Uyum (goodness-of-fit) ve modeldeki değişikliklerin sonuçlara olan etkilerini incelemek için ise etki değişimleri (effect changes) kullanılır. Bu akış şeması genellikle istatistiksel modellerin geliştirilmesi ve değerlendirilmesinde, özellikle de risk faktörlerinin analizinde kullanılır. Her adım, bir sonraki adımın daha doğru ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi için önemli bilgiler sağlar. Bu süreç, veri biliminde ve epidemiyolojik çalışmalarda yaygın olarak kullanılan bir yaklaşımdır.

İnsan merkezli bilişim ve görselleştirme araçlarının teorik çerçevesini ve etkileşim paradigmasını değerlendirdikten sonra, görsel analitiğin çok katmanlı fonksiyonlarına ve klasik veri görselleştirmelerden ayrılan özelliklerine odaklanmak faydalı olacaktır. Görsel analitik, statik veri sunumlarının ötesine geçerek, verinin arkasındaki derinlemesine hikayeleri keşfetmeye ve geleceğe dair tahminlerde bulunmaya yönelik kapsamlı bir yaklaşım sunar. Bu yaklaşım, hem geçmişin "ne olduğunu" anlamamızı hem de gelecekte "ne olacağını" ve bu durumun "nasıl" ve "neden" meydana gelebileceğini öngörmemizi sağlar. Görsel analitik grafikleri klasik grafiklerin aksine sadece "ne oluyor" sorusuna cevap vermez. Ayrıca "Ne olacak" sorusuna cevap verirken "Nasıl? ve Neden?" soruları içinde ipuçları sunar (Sharda, Delen & Turban, 2014).

Sharda ve diğerleri (2014) Şekil 2.7'de görülen görsel analitik temel bileşenleri, görsel analitiğin ileri seviye işlevselliğini, bilgi görselleştirmenin temel yaklaşımlarıyla

karşılaştırmışlardır. Bu karşılaştırmada görsel analitik disiplinin iki temel bileşeni ve bu bileşenlerin yönlendirdiği analiz türleri birinci temel bileşen bilgi görselleştirme (Information Visualization) ikinci temel bileşen ise çıkarımsal analitik (inferential analytics) altında verilmiştir.



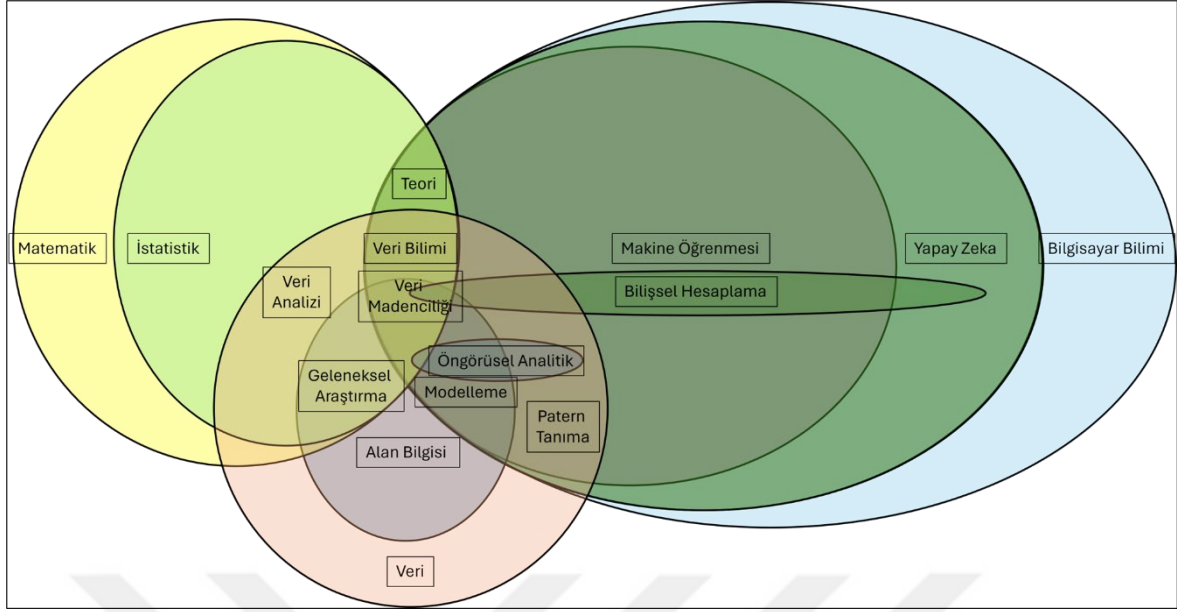
Şekil 2.7. Görsel analitik temel bileşenleri (Sharda ve diğerleri, 2014)

Bilgi görselleştirme tanımlayıcıdır (descriptive) ve geçmiş odaklıdır. Veri setlerinde ne olduğunu ve şu an ne olmakta olduğunu görsel olarak sunmaktadır. Yani, geçmişe ve şimdiki zamana odaklanır. Bu aşamada sorulan temel sorular "Ne oldu?" ve "Ne oluyor?" şeklindedir. Bu sorular, veri setindeki olayların veya durumların açıklayıcı ve anlık analizlerini ifade eder. İkinci temel bileşen olan çıkarımsal analitik (inferential analytics) ise tahminsel (predictive) yani gelecek odaklıdır. Bu bölüm, verilerden yola çıkarak gelecekte ne olabileceğini ve bu olayların veya durumların neden meydana gelebileceğini tahmin etmeye çalışır. Geleceğe yönelik bir perspektif sunar. Burada sorulan sorular "Ne olacak?" ve "Neden olacak?"dır. Bu sorular, veri setlerinden çıkarımlar yaparak gelecekle ilgili tahminlerde bulunmayı ve neden-sonuç ilişkilerini anlamayı hedefler.

Görsel analitik, sadece geçmiş olayların görsel bir özeti değil, aynı zamanda gelecekteki eğilimleri ve potansiyel senaryoları anlamak için çıkarımsal istatistiksel yaklaşımlar, veri madenciliği ve yapay zekâ/makine öğrenmesi teknikleri kullanarak derinlemesine bir anlayış sağlar. Bu anlayış, analistlere ve karar vericilere, basit görsel bilgilerin ötesinde, veri üzerinde daha bilinçli ve stratejik kararlar alabilmeleri için güçlü araçlar sunar.

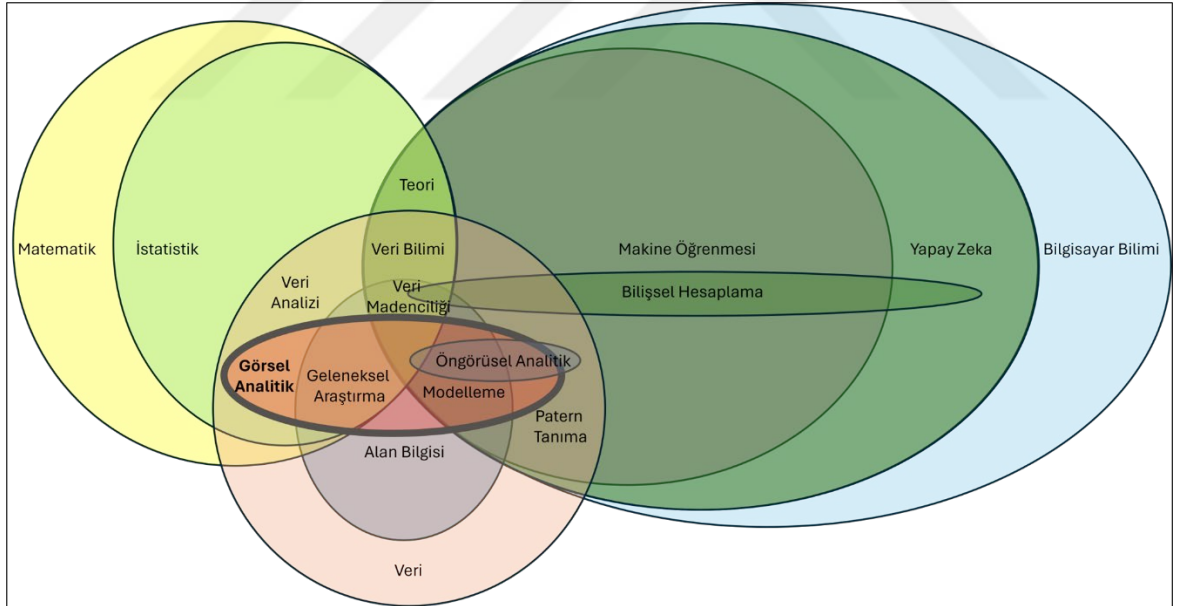
Görsel analitiğin teorik yapısı son dönemlerde gerçekleştirilen çeşitli literatür taramalarının odak noktası haline gelmiştir. Bu incelemeler analitik ve görsel analik alanlarında teorik bilgi birikimine önemli katkılarda bulunmuşlardır. Örneğin, Islam, Hasan, Wang, Germack, ve Noor-E-Alam (2018) sağlık analitiği konusunda sistemli bir inceleme gerçekleştirilmiştir; bu inceleme yalnızca uygulamalı literatüre yoğunlaşmakla kalmayıp aynı zamanda analitik literatüründeki teorik incelemelerin bütününe de katkıda bulunmuştur. J. Liu, S. Liu ve Chen (2018) derin öğrenme analizine odaklanarak, görsel analiz sistemlerini sistematik olarak özetlediler, etkileşimli makine öğrenimi ve görsel analitiğin teorik anlayışına katkıda bulundular. Aynı şekilde, Battle ve Heer (2019) keşfedici görsel analizin özelliklerini tanımlamış ve çalışmalarında ele almayı amaçladıkları mevcut teorik çalışmalarda keşfedici görsel analizin net bir tanımının bulunmadığını vurgulamışlardır. Ayrıca, Chishtie ve diğerleri (2020) nüfus sağlığı ve sağlık hizmetleri araştırmalarında kullanılan görsel analitik araç ve tekniklerine dair geniş kapsamlı bir inceleme yapmışlar ve görsel, etkileşimli teknikler aracılığı ile verilerin anlaşılmasını teşvik etmede görsel analitiğin teorik temellerini vurgulamışlardır. Hohman, Kahng, Pienta ve Chau (2019) tarafından ise insan odaklı bir sorgulama çerçevesi kullanılarak en son teknolojiyi özetleyen, derin öğrenme araştırmalarında görsel analitiğin rolüne ilişkin bir anket sunarak, derin öğrenme bağlamında görsel analitiğin teorik olarak anlaşılmasına katkıda bulunmuşlardır. Ayrıca, Chen, Gaither, John ve McCann (2019) görselleştirmenin teorik temellerine katkıda bulunan taksonomileri, kavramsal modellerin ve teorik çerçevelerin gelişimini vurgulayarak görselleştirme alanındaki teorik araştırmaları geliştirmişlerdir. Rees ve Laramée (2019) bilgi görselleştirme kitaplarına ilişkin ilk literatür taramasını sunarak bilgi görselleştirme ve görsel analitik konusundaki büyük hacimli kitapları taramanın zorluğunu ele alarak alanın teorik anlayışına katkıda bulunmuştur. Riche, Hurter, Diakopoulos ve Carpendale (2018) görsel analitikte çıkarımsal istatistiksel yaklaşımları kullanabildiği gibi veri madenciliği ve yapay zekâ/makine öğrenmesi tekniklerinden de yararlanabileceğini belirtmişlerdir.

Görsel analitik birçok disiplin ile ilgilidir. Özellikle, veri biliminin içerdiği bütün disiplinleri görsel analitik konularında bilimsel çalışmalar yapan Urbanowicz (2015) tarafından Şekil 2.8’de görüldüğü gibi hazırlanan Venn diyagramı incelendiğinde görsel analitik disiplininin veri bilimi kapsamındaki tüm disiplinlerle ilişkisinin olduğu görülmektedir. Bu Venn diyagramına görsel analitiği de veri biliminin her disiplinin ile ilişkili olduğunu gösterecek şekilde yerleştirerek Şekil 2-9’da görüldüğü gibi görsel analitik, veri bilimi kapsamına da alınmıştır.



Şekil 2.8. Veri bilimi terim diyagramı (Urbanowics, 2015)

Bu veri bilimi diyagramına bu çalışmada görsel analitik alanı da eklenerek Şekil 2.9'daki diyagram oluşturulmuştur.



Şekil 2.9. Görsel analitik ilaveli veri bilimi terim diyagramı

Görsel analitiğin kalın çevre çizgisi ile vurgulandığı Şekil 2.9'daki bu diyagram görsel analitiğin matematik, istatistik, veri analizi, geleneksel araştırma, veri madenciliği, öngörüşel analitik, modelleme, teori, makine öğrenmesi, bilişsel hesaplama, yapay zeka ve bilgisayar bilimi gibi bir dizi disiplinle nasıl entegre olduğunu göstermektedir.

2.5. Görsel Analitik Modellerinde Anlamlandırma (Sensemaking) ve Kullanıcı Etkileşim Modelleri

Pagendam ve Post (1995) karşılaştırmalı görselleştirmenin (comparative visualization) verileri benzerlikler ve farklılıklar açısından incelediğini belirtmiş, farklı zaman adımlarının, uzamsal konumların, veri değişkenlerinin veya modalitelerin karşılaştırılmasını da örnek olarak vermişlerdir.

Hauser (2006) "Interactive Visual Analysis-An Opportunity for Industrial Simulation" çalışmasında analitik prosedürleri ilerletmek için, etkileşimli özellik türetimini (interactive attribute derivation) de sağlamanın faydalı olduğu vurgulamış, bu durumun verinin analizinde ilave boyutların eklenmesine, dolayısı ile veriden daha fazla bilgi elde edilmesine yarar sağlayabileceğini belirtmiştir.

Thomas ve Cook (2006) etkileşimli görsel analizin analitik ve etkileşimli görsel yöntemleri birleştiren yeni bir disiplinler arası bir alan olduğunu belirtmiştir.

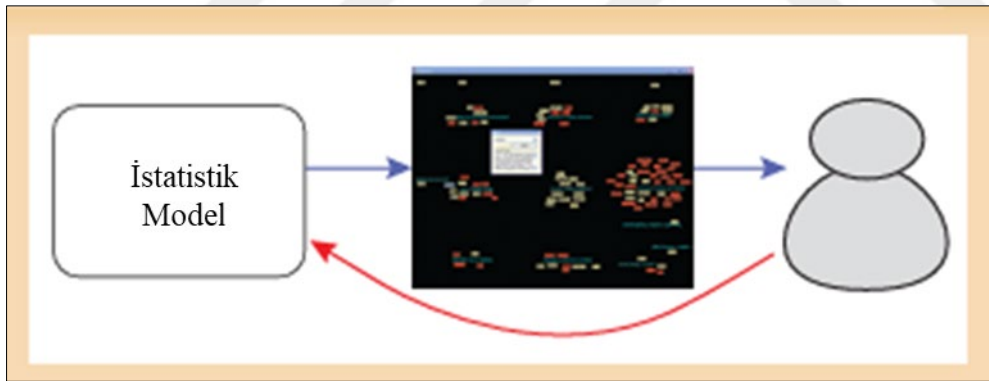
Bertini ve Lalanne (2010) otomatik görsel veri analizi yöntemlerinin kullanıcının görselleştirmeden daha kolay bilgi çıkarmasına yardımcı olma ortak amacını paylaştığını, ancak, veri analizi ve analitik akıl yürütmenin daha geniş resmi dikkate alındığında otomatik tekniklerin basit desen tespitinin ötesine geçmek ve bilgi keşfi sürecinin sonraki aşamalarında müdahale etmek için de kullanılabileceğini belirtmiştir. Yazarlar ayrıca görselleştirmenin desteklediği görevlerin açık uçlu olduğunu ve tek bir problem çözme görevine indirgenemeyeceğini, problem çözme desteğinden ziyade, görsel analitiğin uygulayıcıların, verinin doğasını anlamalarına ve çözülmesi gereken problemi daha iyi tanımlamalarına yardımcı olabileceğini ifade etmişlerdir.

Von Landesberger, Schreck, Fellner ve Kohlhammer (2012) çalışmalarında Thomas ve Cook'un (2005) görsel etkileşimli tekniklerin zeki veri analiz yöntemleri ile birleştirildiğinde büyük ve karmaşık veri kaynaklarından faydalı öngörüler ve eyleme dökülebilir bulgular elde edilebileceği için değerli araçlar olacağını belirttiklerini aktarmışlardır.

Kehrer ve Hauser (2013) görsel veri füzyonunun (visual data fusion) bilimsel verilerin farklı

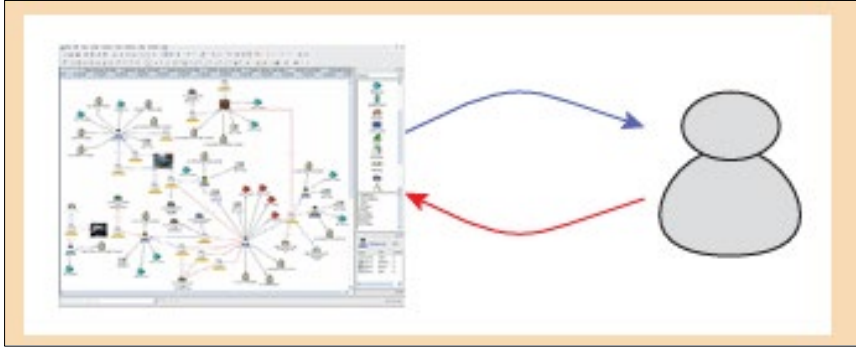
yönlerini ortak bir referans çerçevesi kullanarak tek bir görselleştirmede sunmayı amaçladığını belirtmiştir.

Endert (2014) görsel analitik süreçlerde anlamlandırmanın kişinin olaylara, eylemlere ve bilgilere ilişkin kavramsal modeline dayalı olarak dünyayı anlama süreci olduğunu, araştırmacıların bu sürecin çeşitli yönlerini destekleyen görsel analiz (VA-Visual Analytics) sistemleri geliştirdiğini, bu desteğin, özellikle görsel metafor ve temel modellerle ilgili kullanıcı etkileşimleriyle karakterize edilebildiğini ve anlamlandırmanın iki temel alt sürecinin toplama (foraging) ve sentez olduğunu belirtmiştir. Toplama esnasında kullanıcı kendisine sunulan araçlar ile ilgi alanına dönük ilginç ve gerekli bilgileri filitreleme yöntemi ile toplamaktadır. Bilim adamları, toplama sürecini destekleyen görsel analitik araçlarını, verileri karmaşık analitik ve istatistiksel modellerini kullanarak, kullanıcının içgörü kazanması için veri kümesinin hesaplanmış yapısını görselleştirme yeteneklerine göre sunarlar. Kullanıcılar da Şekil 2.10'da görüldüğü gibi bu görsel analitik araçlarla öncelikli olarak modelin parametrelerini doğrudan değiştirerek etkileşime girebilmektedir.



Şekil 2.10. Anlamlandırma araçları ile etkileşim (Endert, 2014)

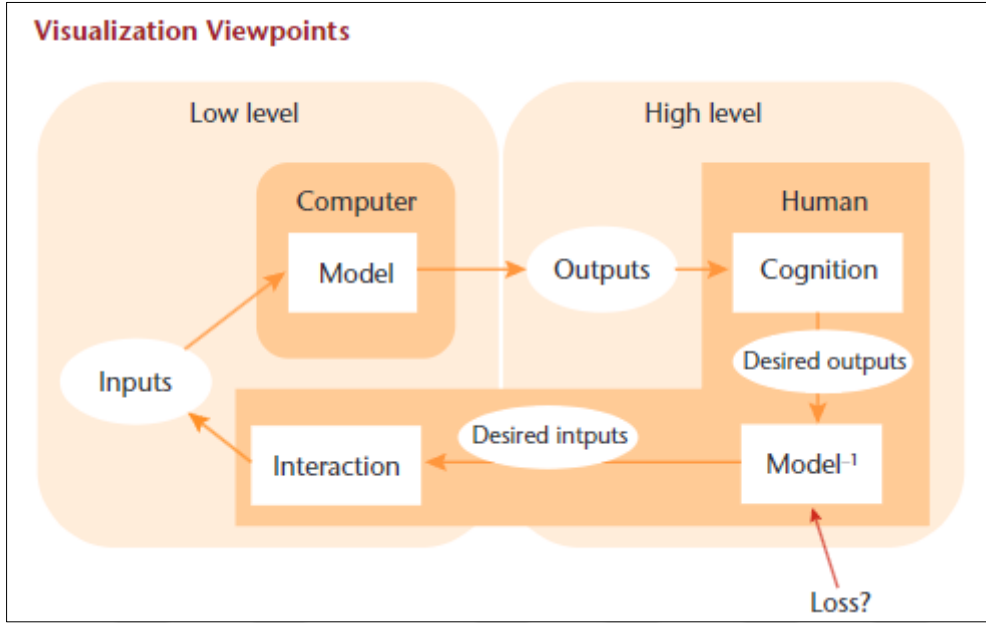
Endert (2014) tarafından toplama sonrası sentez aşamasında sentez araçları ile etkileşimi konsept bazında Şekil 2.11'de göstermiştir.



Şekil 2.11. Sentez araçları ile etkileşim (Endert, 2014)

Yazar bu şekilde kullanıcıların sentez araçlarının sunduğu temsillerin/görselleştirmelerin kendilerinin örtük olarak sahip oldukları bilgiler ile ilişkilendirerek ilgili veri hakkında hipotezlerini oluşturmalarını veya var olanları test edebilmelerini ve veri ile ilgili çıkarımlar yapabilmelerini sağlayacağını ifade etmiştir. Shipman ve Marshall (1999) verinin sunumundaki bu keşifsel ilişki denemelerinin (informal relationships) kullanıcıların değişkenler arası ilişkiler hakkında kesin kararlara varmadan önce kademeli olarak ilişkiler hakkında netlik kazanabilmesine imkan sağladığı için faydalı olduğunu belirterek bu duruma artırımı formalizm (incremental formalism) adını vermişlerdir. Andrews, Endert ve North (2010) ise sentez araçlarının genellikle esnek, resmi olmayan bir uzamsal algı ortam veya tuval kullandığını, örneğin, kullanıcıların uzamsal algıda düzenlemeler yaparak, bilginin konumu temelinde bir veri kümesi hakkındaki içgörülerini dışsallaştırabileceklerini, Endert, Fox, Maiti, Leman ve North (2012) ise analistlerin bu araçları görsel olarak hipotezlerini sentezleyebilmek için manuel olarak düzenlemede kullanabileceklerini, bu şekilde bilgi yapılarında farklı etkileşimler yaratarak anlamlandırma sürecine katkı sağlayabileceklerini belirtmişlerdir.

Benzer şekilde, Endert ve diğerleri (2015) görsel analitik etkileşim yöntemleri olarak iki model (doğrudan etkileşim ve anlamsal etkileşim) önermişlerdir. Birinci model Şekil 2.12’de modellendiği gibi, doğrudan etkileşim arayüzü sayesinde kullanıcılar bu modelde dilimleyiciler (slicers) ile değerleri filtreleyebilir ve menülerle görsel seçimlerini değiştirebilir.

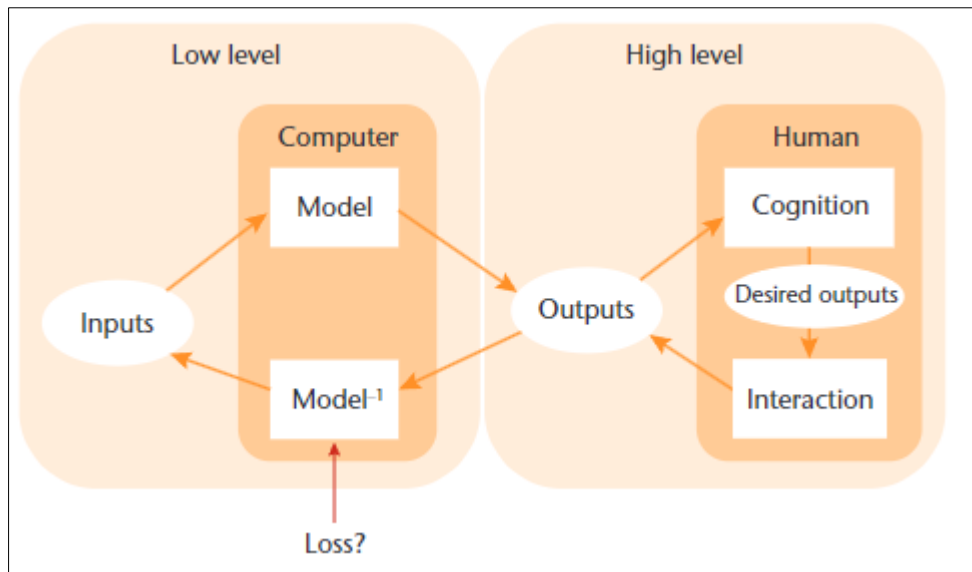


Şekil 2.12. Doğrudan etkileşim arayüzü modeli (Endert ve diğerleri, 2015)

Şekil 2.12 doğrudan etkileşim arayüzü modeli kullanıcılara bilgi görselleştirme için etkileşim dizaynında ilgi duyulan konunun istenildiğinde tekrar gösterimi, istenilen eylemlerin karmaşık değil, basit tuşlamalarla gerçekleştirimi ve hızlı bir artırımı tekrar geri döndürülebilir keşif eylemlerinin uygulanması yeteneklerini kullanıcıya sağlayabilmektedir. Bu modelde yazarlar eğer filitrelemede ve kullanıcıya sunulan seçimlerde tasarım hataları olursa biliş kayıplarının olabileceği belirtilmiştir. Burada kullanıcının etkileşeceği araçların tasarımı çok önem kazanmaktadır. İkinci model olarak ise kullanıcıların daha yüksek bir biliş durumunu muhafaza edebilecek şekilde dizayn edilen Şekil 2-13’de görülen anlamsal etkileşim arayüz modelini açıklamışlardır. Bu modelle etkileşim sağlayan kullanıcılar, uzmanlık alanları ve kullandıkları süreçler hakkındaki bilgileri kullanarak, öğrenerek görsel analitik sistemlerin geliştirilmesini hedeflemektedir. Ayrıca, bu model, kullanıcıların görselleştirme sistemi ile nasıl etkileşime girdiğini ve bu etkileşimin veri görselleştirme sürecine nasıl dahil olduğunu da göstermektedir. Model düşük seviyede (low level) kullanıcı tarafından, dilimleyiciler (slicers) ve menüler kullanarak, sisteme verilen girdiler bilgisayar tarafından işletilen bir modeli besler, bu model, kullanıcılar tarafından filitrenilmiş veri setlerini analiz eder ve kullanıcıya sunulacak çıktıları üretir. Kullanıcı ve bilgisayar arasındaki etkileşim veri görselleştirmenin uygunluğunu ve etkinliğini belirler. Kullanıcı etkileşimi arayüzdeki seçenekler ve eylemler aracılığıyla modelin girdilerini yönlendirir. Yüksek seviyede (high level) ise bilgisayar modelinden elde edilen çıktılar (outputs), kullanıcıya görsel bir formatta sunulur. Bu görsel çıktılar, veri analizinin sonuçlarını temsil

eder ve kullanıcının içgörü kazanmasına yardımcı olur. İnsan bilişi (human cognition) açısından bakıldığında kullanıcı, sunulan görsel çıktıları değerlendirir ve kendi bilişsel süreçleri yoluyla anlamlandırır. Bu süreçte kullanıcı, elde edilen çıktıları değerlendirir ve bunların kendi istediği sonuçlarla örtüşüp örtüşmediğini belirler. Kullanıcının beklediği veya ulaşmayı hedeflediği çıktılar (desired outputs) görsel analitik sürecinde ne tür bilgilerin elde edilmesi gerektiğini tanımlar. Model⁻¹ terimi ise kullanıcının elde edilen çıktıları dayanarak modelin nasıl geliştirilebileceği veya ayarlanabileceği hakkında geri bildirim sağlamasını ifade eder. Bu süreçte kullanıcı, sisteme nasıl müdahale edeceğini ve modeli nasıl ayarlayacağını belirler. Kayıp (Loss?) sürecin potansiyel olarak kayıplı olabileceğini gösterir. Kullanıcının istediği çıktıları elde etmek için modeli doğru bir şekilde nasıl yönlendireceğini anlaması gerektiğini ve bu süreçte bilgi kaybı yaşanabileceğini belirtir. Bu modelde, kullanıcı etkileşimlerinin önemli olduğu ve görselleştirme sisteminin etkinliğinin büyük ölçüde kullanıcının modeli nasıl anladığına ve onunla nasıl etkileşime girdiğine bağlı olduğu vurgulanır. Etkileşim dizaynı sırasında yapılabilecek hatalar, kullanıcının bilişsel süreçlerinde kayıplara yol açabilir, bu nedenle tasarımın kullanıcı ihtiyaçlarını dikkate alacak şekilde hassas bir şekilde yapılması önemlidir.

Şekil 2.13 ise anlamsal etkileşim arayüzünün bir modelini temsil ediyor. Bu model, doğrudan manipülasyon modelinden farklı olarak, etkileşimin kullanıcı tarafından değil, bilgisayar tarafından yönetildiği bir paradigma sunar.



Şekil 2.13. Anlamsal etkileşim arayüzü modeli (Endert ve diğerleri, 2015)

Bu yaklaşım, kullanıcının daha yüksek bir bilişsel düzeyde kalmasını sağlayarak, etkileşimin zorluğunu ve karmaşıklığını azaltmayı amaçlar. Düşük seviyede model, girdileri alır ve kullanıcı etkileşimleri sonucunda değiştirilen bir dizi çıktı üretir. Ancak bu modelde, kullanıcı doğrudan girdi verilerini manipüle etmek yerine, çıktıları yorumlayarak modelin kendini otomatik olarak ayarlamasını bekler. Model¹ ise modelin kullanıcının anlamsal etkileşimlerine bağlı olarak nasıl geliştirilebileceğini veya ayarlanabileceğini ifade eder. Kullanıcı, istediği sonuçlara ulaşmak için modeli doğrudan değil, dolaylı yollarla etkiler. Yüksek seviyede ise model tarafından işlenen girdiler sonucunda elde edilen çıktılar, yine görsel bir formatta kullanıcıya sunulur. Fakat bu modelde kullanıcı, çıktıları anlamlandırırken daha az teknik detayla uğraşır. Kullanıcı, sunulan çıktıları değerlendirir ve yüksek seviyede bilişsel işlem yaparak daha geniş bir bağlamda anlamlandırır. Kullanıcı bu süreçte sistem tarafından otomatik olarak gerçekleştirilen analizlerin ve çıkarımların üzerine inşa eder ve beklediği sonuçları veya ulaşmak istediği hedefleri tanımlar ve sistem bu hedeflere ulaşmak için gerekli ayarlamaları yapar. Kullanıcı ve sistem arasındaki etkileşim kullanıcının yüksek seviye bilişsel süreçlerine dayalıdır. Kullanıcı sisteme anlamsal komutlar verir ve sistem bu komutlara göre kendini ayarlar. Bu modeldeki "Kayıp (Loss?)" ifadesi, doğrudan manipülasyon modeline kıyasla, anlamsal etkileşim modelindeki potansiyel bilgi kaybını sorgular. Bu model, kullanıcıların etkileşim sırasında detaylı teknik girdi sağlama gerekliliğini azaltarak, kullanıcıların daha stratejik ve anlamsal düzeyde etkileşimde bulunmasına izin verir. Bu sayede, kullanıcılar kendi uzmanlık alanları ve kullandıkları süreçler hakkındaki bilgileri kullanarak, görsel analitik sistemlerin geliştirilmesine katkıda bulunabilirler. Bu model, kullanıcıların yüksek düzeyde bilişsel işlemlere odaklanmalarına olanak tanıyarak, görsel analitik sistemlerin daha anlamsal ve kullanıcı dostu bir şekilde geliştirilmesini hedefler. Bu yaklaşım, kullanıcıların karmaşık veri analizlerini daha etkin ve etkileşimli bir şekilde gerçekleştirmelerine yardımcı olabilir.

Endert, Fiaux ve North (2012) ise verilerin yüksek seviyeli görsel yapıları üzerinde gerçekleştirilen etkileşimleri düşük seviyeli analitik model ayarlamalarına dönüştürdüğünü, amacın düşük seviyeli analitik model ayarlamalarını yüksek seviyeli kullanıcı etkileşimleriyle eşleştirerek, görselleştirme yoluyla bilişsel ve hesaplamalı süreçleri birleştirmek olduğunu belirtmiştir. Endert (2014) ise görsel analitik sistemler için kullanıcı etkileşim yöntemi olarak anlamsal etkileşim yaklaşımını tanımlamıştır.

Endert ve diğerleri (2015) kullanılabilir etkileşimli analitikler aracılığıyla biliş (cognition-

anlama/bilme süreci) ve hesaplamayı birleştirmeyi anlamsal etkileşim (semantic interaction) olarak adlandırmışlardır.

2.6. Görsel Analitik Sınıflandırmaları

Yeni bir bilimsel alan olması nedeni ile görsel analitik çalışmalarında yapılacak işlemlere, aranan bilgilere uygun görsellerin seçimi, ekran tasarımının yapılması, analiz faaliyetlerinin aşamalandırılması gibi konularda yönlendirmelere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu yönlendirmeler sınıflandırmalar (Taxonomies) ile yapılabilmektedir. Bu konuda yapılan sınıflamaları incelediğimizde Wehrend ve Lewis (1990) ile Springmeyer, Blattner ve Max, (1992) veri analizi sürecinde alan bağımsız olarak gerekli görsel seçiminde uygulanması gerekli kullanıcı işlemlerini ve görevlerini belirlemeye çalışmışlardır. Bu çalışmalar bu alanda yapılan öncül çalışmalardır. Wehrend ve Lewis (1990) araştırmacıların alan bağımsız olarak genelleştirilmiş bir problem için doğru görselleştirme tekniğini kolayca bulmasına yardımcı olmak için matris yapıda objeler ve faaliyetlerin (objects and operations) eşleştirilmesini önermiş, bir kullanıcının verileri analiz etmek için takip etmesi gerekebilecek işlemleri sınıflandırmışlardır.

Shneiderman (1996), bilgi görselleştirmesi için bir "görev veri türü taksonomisi" tanımlayarak bilgi görselleştirmesi için veri tiplerini (1-,2-,3- ve çok boyutlu, geçici, ağaç ve ağ) yedi kategoride listelemiştir. Valiati, Pimenta ve Freitas (2006) Wehrend ve Lewis'in (1990) önerdikleri yapıyı geliştirmişlerdir. Yazarlar, bu kez önceki yazarlarla aynı amaçlarla, fakat onlardan farklı olarak geliştirdikleri bu yapıyı çok boyutlu görselleştirme üzerine odaklamışlardır. Bu taksonomi, kullanıcıların görsel analiz aşamasında yapacakları işlemleri daha iyi anlamaları için bu işlemlerin sınıflandırılmasını içermektedir. Yedi görevi kapsayan bu taksonomi, analitik görevler, bilişsel görevler ve işlevsel görevleri farklı seviyelerde birleştirmektedir. Ayrıca, bu bölümde, taksonominin değerlendirilmesi için yapılan iki vaka çalışması ve elde edilen sonuçlar hakkında bilgi verilmektedir. Bu taksonominin çok boyutlu görselleştirmelerin tasarımı ve değerlendirilmesinde kullanımının fayda sağlayacağını belirtmişlerdir. Bu sınıflandırma detayları Çizelge 2.1'de sunulmuştur.

Çizelge 2.1. Görsel analitik sınıflandırma aşamaları (Valiati, Pimenta ve Freitas, 2006)

Sınıflama	Detay
Belirlemek (Identify)	Görsel olarak bulma, keşfetme veya tahmin etme eylemidir.
Tespit etmek (Determine)	Sayısal ifadelerle ilişkin bilgilerin veri uzayında (data space) seçilmesidir.
Görselleştirmek (Visualize)	Veri uzayındaki bilgiyi her boyutta görselleştirmek, gerektiğinde veriyi görmek için görsel teknikleri kullanma sürecidir.
Karşılaştırmak (Compare)	İlgi duyulan değişkene, boyuta ilişkin verinin belirlenip, tespit edilip, görselleştirildikten sonra görsel olarak diğer boyutlarla karşılaştırılması faaliyetidir. Bu verinin farklı boyutlarla bir çok özellik açısından değerlendirildiği analitik bir görevdir.
Çıkarımda bulunmak (Infer)	İlk dört aşama sonunda kullanıcının görsel verilere dayanarak sonuç çıkarması, içgörü oluşturmaktır. Bu yinelemeli bir süreçtir, kullanıcı ilk defa da bu sonuca ulaşamayabilir, önceki aşamaları tekrarlayabilir. Kullanıcı hedeflediği sonuçlara ulaştığında bu aşama sonlanır.
Tasarım yapmak (Configure)	Analitik görevleri desteklemek için veri uzayının görsel uzayda etkili bir şekilde görselleştirilmesi için görsel ekran tasarımının yapılması, verinin normalize edilmesi, türev verilerinin oluşturulması gibi faaliyetlerin tamamını içerir.

Heer ve Shneiderman (2012) ayrıca görsel analitik etkileşimli uygulamaları için veri ve görünüm belirleme aşamasında görsellerin seçimi, kullanıcının ihtiyacına göre odaklanmasını kolaylaştırıcı filtreler kullanılması, verideki iç görülerin/zekanın ortaya çıkarılması için değişkenlerin seçimi, sıralanması ve en önemlisi mevcut veride bulunan değişkenlerin birbirleri ile etkileşimlerinden yeni değerler türetilmesini önermiştir. Yazarlar görsel yaratıldıktan sonra bu görselin ilgili kullanıcılar tarafından veri setinin içerdiği bilgi uzayına (Information space) giriş kapıları olduğunu, kullanıcılara sunulacak bir çok etkileşim aracının, örneğin görselin kullanıcının üzerine geldiğinde ilave bilgiler göstermesinin, bilgi uzayında kapılacak keşifleri geliştireceğini belirtmişler, görsel bilgi arayışında da Shneiderman'ın (1996) önerdiği “Önce gözden geçir, yaklaş ve filtrele, sonra detayları sorgula-Overview first, zoom and filter, and then details-on demand” yaklaşımını önermişlerdir. Yazarlar aşağıda verilen görsel analitik etkileşimli uygulamaları için bir sınıflandırma geliştirmişler, bu sınıflandırma üç üst seviye (veri ve görünüm belirtimi, görünüm manipülasyonu, süreç ve kaynak) ve 12 alt sınıflandırma içermektedir. Yazarlar yinelemeli (iterative) görsel analiz için bu aşamaların takip edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Veri ve Görünüm Belirtimi

Görselleştirme: Görsel kodlamalar seçerek verileri görselleştirin.

Filtreleme: İlgili öğeler üzerinde odaklanmak için verileri filtreleyin.

Sıralama: Desenleri ortaya çıkarmak için öğeleri sıralayın.

Türetme: Kaynak verilerden değerler veya modeller türetin.

Görünüm Manipülasyonu

Seçim: Öğeleri vurgulamak, filtrelemek ya da manipüle etmek için seçin.

Gezinme: Yüksek seviye desenleri ve düşük seviye detayları incelemek için gezinin.

Koordinasyon: Bağlantılı, çok boyutlu keşif için görünümü koordine edin.

Organizasyon: Birden fazla pencereyi ve çalışma alanını organize edin.

Süreç ve Kaynak

Kayıt: Analiz geçmişlerini yeniden ziyaret, inceleme ve paylaşım için kaydedin.

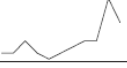
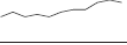
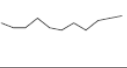
Dipnot: Bulguları belgelemek için desenleri not alın.

Paylaşım: İşbirliğini sağlamak için görünümü ve aldığınız notlarınızı paylaşın.

Rehberlik: Kullanıcıları analiz görevleri veya hikayeler boyunca yönlendirin.

2.7. Görsel Analitik Teknikleri

Yuan ve diğerleri (2021) makine öğrenmesinde kullanılan görsel analitik tekniklerini Şekil 2.14'de listelemişlerdir.

Technique category		Papers	Trend
Before model building	Improving data quality (31)	[14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [10], [28], [29], [30], [31], [32], [33], [34], [35], [36], [37], [38], [39], [40], [41], [42], [43]	
	Improving feature quality (6)	[44], [45], [46], [47], [48], [49]	
During model building	Model understanding (30)	[50], [51], [52], [53], [54], [55], [56], [57], [58], [59], [60], [61], [62], [63], [64], [65], [66], [67], [68], [69], [70], [71], [72], [73], [74], [75], [76], [77], [78], [79]	
	Model diagnosis (19)	[80], [81], [82], [83], [84], [85], [86], [87], [88], [89], [90], [91], [92], [93], [94], [95], [96], [97], [98]	
	Model steering (29)	[99], [100], [101], [102], [13], [103], [104], [105], [106], [107], [108], [109], [110], [111], [112], [113], [114], [115], [116], [117], [118], [119], [120], [121], [122], [123], [124], [125], [126]	
After model building	Understanding static data analysis results (43)	[127], [128], [129], [130], [131], [132], [133], [134], [135], [136], [137], [138], [139], [140], [141], [142], [143], [144], [145], [146], [147], [148], [149], [150], [151], [152], [153], [154], [155], [156], [157], [158], [159], [160], [161], [162], [163], [164], [165], [166], [167], [168], [169]	
	Understanding dynamic data analysis results (101)	[170], [171], [172], [173], [174], [175], [176], [177], [178], [179], [180], [181], [182], [183], [184], [185], [186], [187], [188], [189], [190], [191], [192], [193], [194], [195], [196], [197], [198], [199], [200], [201], [202], [203], [204], [205], [206], [207], [208], [209], [210], [211], [212], [213], [214], [215], [216], [217], [218], [219], [220], [221], [222], [223], [224], [225], [226], [227], [228], [229], [230], [231], [232], [233], [234], [235], [236], [237], [238], [239], [240], [241], [242], [243], [244], [245], [246], [247], [248], [249], [250], [251], [252], [253], [254], [255], [256], [257], [258], [259], [260], [261], [262], [263], [264], [265], [266], [267], [268], [269], [270]	

Şekil 2.14. Makine öğrenmesinde kullanılan görsel analitik tekniklerin kategorileri ve örnek uygulamaları (Yuan ve diğerleri, 2021)

Liu ve diğerleri (2019) Şekil 2.15’de görselleştirme tekniklerinin kategorilerini, örnek uygulamalarını ve bu tekniklerin yer aldığı makalelerin bir listesini, Şekil 2.16’da ise görselleştirme tekniklerinin görevler ve veri madenciliği teknikleri ile eşleştirilme şemasını, Şekil 2.17’de de makine öğrenmesi için görsel analitik modelini hazırlamışlardır.

Şekil 2.15 farklı görselleştirme tekniklerinin ve bu teknikleri kullanan akademik makaleleri listelemektedir. Görselleştirme teknikleri "birinci seviye" ve "ikinci seviye" olmak üzere iki düzeyde kategorize edilmiştir ve her teknik için parantez içinde kaç tane makalenin bu teknikleri kullandığını gösteren sayılar bulunmaktadır.

First-level	Second-level	Examples
typographic visualizations (127)	text highlighting (97)	[23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32], [33], [34], [35], [36], [37], [38], [39], [40], [41], [42], [43], [44], [45], [46], [47], [48], [49], [50], [51], [52]
	word cloud (56)	[23], [33], [53], [54], [55], [56], [57], [58], [59], [60], [61], [62], [63], [64], [65], [66], [67], [68], [69], [70], [71], [72], [73], [74], [75], [76], [77], [78], [79], [80]
	hybrid (4)	[66], [81], [82], [83]
chart visualizations (102)	other charts (e.g., bar chart) (52)	[23], [28], [29], [37], [38], [40], [57], [60], [62], [68], [70], [72], [73], [84], [85], [86], [87], [88], [89], [90], [91], [92], [93], [94], [95], [96], [97], [98], [99], [100]
	scatterplot (32)	[24], [27], [29], [37], [38], [42], [50], [91], [99], [101], [102], [103], [104], [105], [106], [107], [108], [109], [110], [111], [112], [113], [114], [115], [116], [117], [118], [119], [120], [121]
	line chart (29)	[55], [66], [72], [73], [100], [105], [109], [111], [119], [122], [123], [124], [125], [126], [127], [128], [129], [130], [131], [132], [133], [134], [135], [136], [137], [138], [139], [140], [141]
	table (15)	[33], [71], [105], [110], [112], [134], [142], [143], [144], [145], [146], [147], [148], [149], [150]
graph visualizations (95)	node-link (48)	[25], [39], [68], [86], [94], [99], [130], [151], [152], [153], [154], [155], [156], [157], [158], [159], [160], [161], [162], [163], [164], [165], [166], [167], [168], [169], [170], [171], [172], [173]
	tree (34)	[26], [27], [44], [64], [73], [100], [103], [105], [108], [111], [114], [118], [140], [166], [174], [175], [176], [177], [178], [179], [180], [181], [182], [183], [184], [185], [186], [187], [188], [189]
	matrix (26)	[36], [86], [94], [112], [128], [157], [132], [134], [161], [190], [191], [192], [193], [194], [195], [196], [197], [198], [199], [200], [201], [202], [203], [204], [205]
timeline visualizations (50)	stream graph (35)	[32], [44], [45], [46], [49], [52], [80], [104], [121], [139], [154], [161], [165], [168], [178], [179], [185], [187], [206], [207], [208], [209], [210], [211], [212], [213], [214], [215], [216], [217]
	flow (28)	[32], [54], [67], [73], [80], [139], [143], [144], [147], [161], [167], [168], [169], [173], [178], [179], [185], [187], [208], [213], [215], [218], [219], [220], [221], [222], [223], [224]
spatial projections (35)	galaxies (33)	[33], [34], [36], [58], [70], [74], [116], [128], [130], [142], [144], [146], [149], [153], [161], [164], [176], [187], [196], [202], [225], [226], [227], [228], [229], [230], [231], [232], [233], [234]
	voronoi (6)	[144], [164], [185], [225], [235], [236]
high-dimensional visualizations (34)	glyph (24)	[23], [25], [33], [38], [65], [89], [119], [122], [123], [139], [120], [140], [142], [158], [159], [161], [164], [188], [193], [196], [198], [237], [238], [239]
	PCP (11)	[66], [72], [82], [94], [104], [136], [169], [173], [238], [240], [241]
topological maps (33)		[26], [34], [39], [57], [68], [73], [74], [78], [92], [100], [107], [129], [130], [153], [176], [177], [180], [206], [207], [216], [219], [222], [227], [228], [231], [242], [243], [244], [245], [246]
radial visualizations (15)		[73], [100], [102], [108], [126], [144], [155], [169], [174], [176], [182], [194], [247], [248], [249]
3D visualizations (10)		[85], [110], [111], [162], [196], [245], [250], [251], [252], [253]

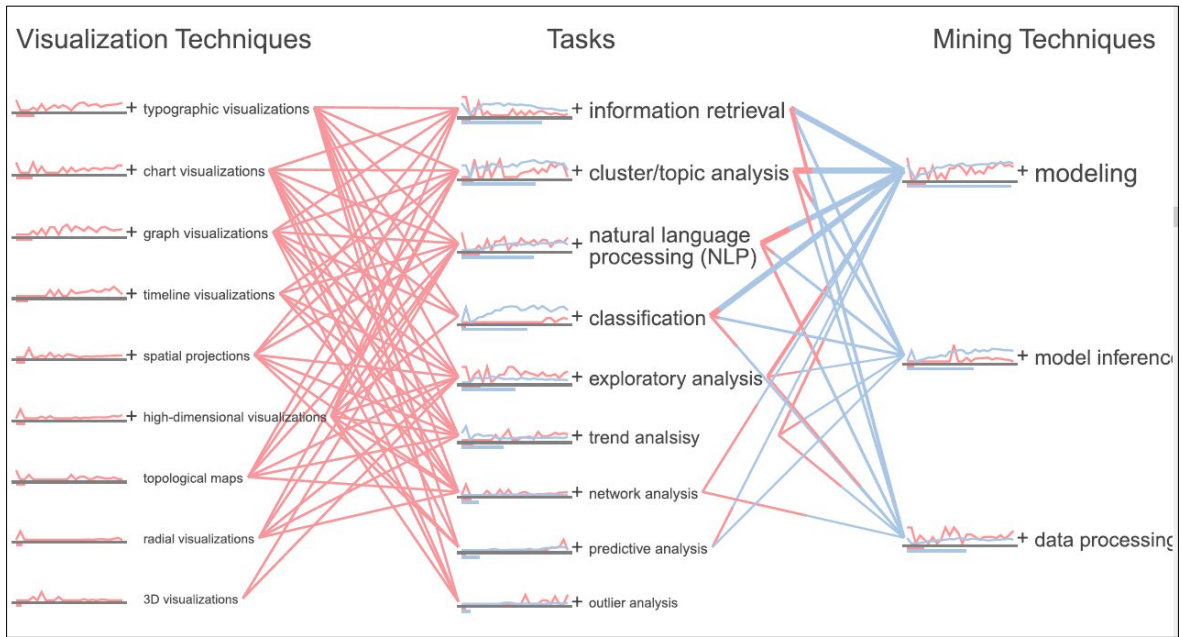
Şekil 2.15. Görselleştirme tekniklerinin sınıflandırılması ve bu tekniklerin kullanıldığı makalelerin bir listesi (Liu ve diğerleri, 2019)

Şekil 2.15’de yer alan birkaç örnek görselleştirme tekniği ve kategorisi şunlardır:

Metin (Text), metin tabanlı görselleştirmeler, tipografik vurgulamalar ve kelime bulutları gibi teknikleri içerir. Hibrit (hybrid) birden fazla görselleştirme tekniğinin kombinasyonunu içerir. Grafik görselleştirmeleri (chart visualizations) çubuk grafikleri, saçılım grafikleri (scatterplots), çizgi grafikleri ve tablolar gibi geleneksel veri görselleştirme tekniklerini kapsar. Graf Görselleştirmeleri (graph visualizations) düğüm-bağlantı diyagramları (node-link), ağaç yapısı (tree), matris görselleştirmeler gibi yapısal verilerin görselleştirilmesini barındırır. Zaman Çizelgesi Görselleştirmeleri (timeline visualizations) ise akış grafikleri (stream graphs) ve akış görselleştirmeleri (flow) gibi zamanla ilgili verilerin görselleştirilmesini içerir. Uzamsal Projeksiyonlar (spatial projections) galaksiler ve voronoi diyagramları gibi coğrafi veya uzamsal verilerin görselleştirilmesini kapsar. Yüksek Boyutlu Görselleştirmeler (high-dimensional visualizations) ise yüksek boyutlu veri setlerini

görselleştirmek için kullanılan teknikleri örneğin, ana bileşen analizi (PCA) ve glifler (glyphs) ifade eder. Radial ve 2D görseller (radial visualizations ve 3D visualizations) verilerin radyal düzenlemelerini veya üç boyutlu görselleştirmelerini içerir.

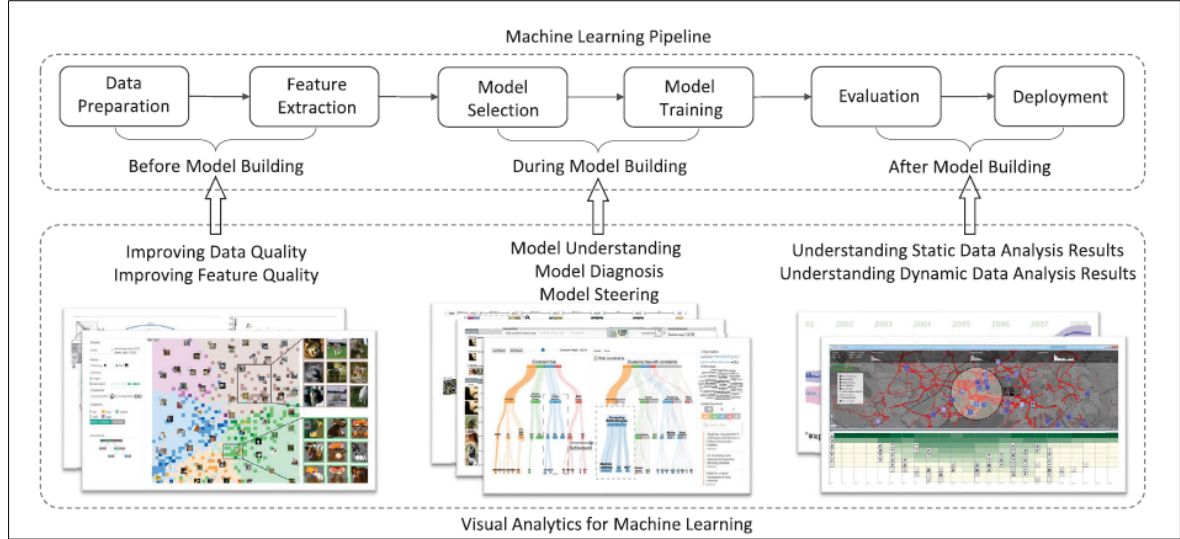
Şekil 2.16'da sunulan görselde bir çeşit üçlü eşleme grafiği (three-set Venn diagram) görülmektedir. Bu grafik görselleştirme tekniklerini, görevlerini (tasks) ve veri madenciliği tekniklerini birbirine nasıl bağlandığını göstermektedir.



Şekil 2.16. Görselleştirme tekniklerinin görevler ve veri madenciliği teknikleri ile eşleştirilmesi (Liu ve diğerleri, 2019)

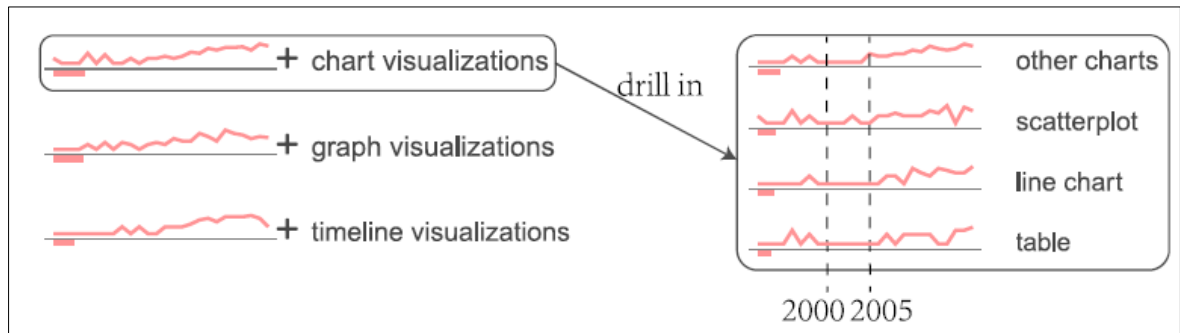
Şekil 2.16'ın sol tarafında çeşitli görselleştirme teknikleri listelenmiştir, ortada bunların hangi tür görevler için kullanılabileceği ve sağ tarafta ise bu görevleri gerçekleştirmek için kullanılabilecek veri madenciliği teknikleri yer almaktadır. Hatların rengi ve yoğunluğu, belirli görselleştirme ve madencilik tekniklerinin belirli görevler için ne kadar sık kullanıldığını göstermektedir. Örneğin: tipografik görselleştirmeler, bilgi alımı, kümelenme/konu analizi ve doğal dil işleme (NLP) görevleri için uygun olabilir, grafik görselleştirmeler, sınıflandırma, keşifsel analiz, eğilim analizi ve ağ analizi gibi görevlerde kullanılabilir ve üç boyutlu (3D) görselleştirmeler, aykırı değer analizi (outlier analysis) ve belki de tahminsel analiz (predictive analysis) görevlerinde tercih edilebilir. Sağ tarafta, bu görevlerin yerine getirilmesinde kullanılabilecek veri madenciliği teknikleri arasında modelleme, model çıkarımı ve veri işleme bulunmaktadır.

Şekil 2.17’de ise makine öğrenimi için görsel analitiklerin bir özeti sunulmaktadır ve bu özet bir makine öğrenimi iş akışı (pipeline) ile ilgili çeşitli aşamaların görselleştirme teknikleriyle nasıl geliştirilebileceğini göstermektedir. Şema model oluşturmadan önce (model hazırlama, özellik çıkarma), model oluşturma (model seçimi ve model eğitimi) sırasında ve model oluşturmadan sonra (değerlendirme ve doğrulama) olmak üzere üç ana bölüme ayrılmıştır.



Şekil 2.17. Makine öğrenmesi için görsel analitik modeli (Liu ve diğerleri, 2019)

Liu ve diğerleri (2019) Şekil 2.18’de verilen tekniklerin (Saçılım grafiği-scatterplot, çizgi grafik ve tablo) 2000 ile 2005 yılları arasında sık kullanılmadığı bir dönem olduğunu, bu zaman diliminden sonra araştırmacıların bu teknikleri tekrar kullanmaya başladığını, sonraki beş yılda bu basit fakat etkili teknikleri kullanma eğiliminin daha da güçlendiğini belirtmişlerdir.



Şekil 2.18. Grafik kullanımlarının trend analizi (Liu ve diğerleri, 2019)

2.8. Görsel Analitiğin Faydaları, Görsel Seçimi ve Boyut Azaltma

Görsel analitiğin faydalarına ilişkin araştırmalar tarihsel sıra ile sunulmuştur. Yang, Peng, Ward ve Rundensteiner (2003) bilgi fazlalığı, aşırı miktarda bilgi bulunması durumunda insan kullanıcıların anlama ve karar verme süreçlerindeki zorluklarına işaret etmiş, görselleştirmenin bu durumlarında önemini vurgulamışlardır. Thomas ve Cook (2005) ise görsel etkileşimli sistemlerin büyük veri setlerini işlemek için otomatik veri analizi teknikleri ile bütünleştirildiğinde çok kullanışlı olabileceğini, görsel analitik çözümlerin, nominal ölçekteki büyük veri hacimleri yanında yüksek karmaşıklığa sahip verilerle de mücadele etmek zorunda olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar, karmaşık veri setlerinin veri öğelerinin ham verilere dayalı olarak anlamlı bir şekilde karşılaştırılmasının güç olması ve bu veri öğelerinin çoğunlukla farklı veri türlerine dayanmasının temel özellikleri olduğunu ifade etmişlerdir.

Keim ve diğerleri (2008) tarafından yapılan çalışmada görsel analitiğin gücünün heterojen kaynaklardan gelen büyük miktarda bilimsel, adli veya iş verileri üzerinde derinlemesine içgörüler elde etmekten kaynaklandığını, bu derinlemesine anlayışın elde edilmesi için, görsel analitiğin insanların sezgisel ve analitik yeteneklerini makinelerin hızlı ve kesin işleme kapasitesi ile birleştirmesi gerektiğini, aynı zamanda, bu yaklaşımın günümüzdeki hızlı bilgisayarlar sayesinde sadece zihinsel görselleştirmeler yaratmakla kalmadığını, aynı zamanda verilerin bilgisayar ekranında kesin ve etkileşimli temsillerini sunarak keşif sürecini de zenginleştirdiğini, bu sayede görsel analitik disiplininin veri ve kavramları görselleştirme kapasitesini artırarak, bilgi çalışanlarının karşılaştığı problemler hakkında daha derin içgörüler kazanmalarına olanak tanıdığını belirtmişlerdir.

Von Landesberger ve diğerleri (2012) tarafından yapılan çalışmada, görsel analitik araştırmalarının ana motivasyonlarından biri olarak bilgi fazlalığının ele alındığı belirtilmiş ve veri setinin karmaşıklığının arttıkça görsel analitik araçlarının sağlayacağı faydanın artacağına işaret etmişlerdir.

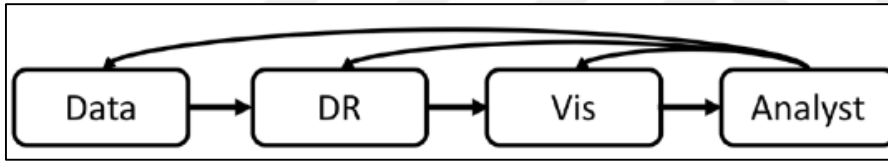
Endert (2014) bir görsel metaforun analistin uzamsal bilişini destekleyerek yorumlarını geliştirebileceğini, kullanıcıyı matematiksel modellerin ve parametrelerin karmaşıklığından koruyabileceğini belirtmiştir.

Endert ve diğerleri (2015) veri ve analitik modellerin düşük seviye bilgi özelliklerini yüksek seviye konseptlere, çıkarımlara dönüştürdüğünü, ama görsel analitik modellerin bunu doğrudan görselleştirme ile yaptığını, sonucunda model kullanıcılarının bu çıkarımları doğrudan kendilerinin yaptığını, bu anlam çıkarma (sensemaking) işleminin düşünmenin hem statik görseller hem de modelin interaktif yardımı ile desteklenen etkileşimli (interactive) bir süreç olduğunu, yani kullanıcıların veriler hakkında inceleme yaparken etkileşim seçim şanslarını kullanarak veriler hakkında düşünmeleri sağlanarak anlam çıkarmalarının etkinleşeceğini vurgulamışlardır. Yazarlar ayrıca, görsel analitiğin başarısının devamı için bilginin kullanıcılar tarafından etkileşimli olarak kullanılabilme becerisinde olacağını, insanların veri ile ilgili olarak etkileşimli görsel keşif yöntemi ile düşündüğünü (hipotezleri test etme, anomalileri tespit etme ve veriden anlam oluşturmada diğer bilişsel süreçleri kullanma), veriden içgörü oluşturma'nın çoğunlukla etkileşim kaynaklı olması nedeniyle kullanıcı etkileşiminin görsel analitik sistemlerde daha temel rol oynadığını, bu nedenle biliş ve hesaplamaların eşleştirilmesi (coupling cognition and computation) yönteminin kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır. Cebeci (2017) görsel analitik sürecinin en önemli faydasının karar destek sistemi ile iş analitiği arasında bir köprü vazifesi görmesi olduğunu belirtmiştir. Görsel seçimi konusunda ise Kehrer ve Hauser (2013) Şekil 2.19'daki tabloyu hazırlamışlardır.

	visual mapping	interactive visual analysis			computational analysis	
	visual data fusion	relation & comparison	navigation	focus+context & overview+detail	interactive feature specification	data abstraction & aggregation
multidimensional	maps [13], [14], [92]; Helix glyphs [93]; flow maps [105]; function graphs [70], [71], [72]; Time Histograms [94], [110], [111]; chrono volumes [98]; illustrative techniques [99]; texture-based flow vis. [100]	2-tone coloring [20]; Helix glyphs [93]; juxtaposed views [19], [110]; difference views [107]	search, zooming and panning [40], [54]	2-tone coloring [20]; multi-level focus+context [71]; pixel-based multi-resolution techn. [104]	brushing [21], [70], [71], [95], [113]; transfer functions [110], [111]	aggregation [15], [103], [105]; trends [21]; flow features [82]; clustering [83], [84], [110]; PCA [17], [78], [85]; SOM [89], [90]; KDE [106], [107]; information theory [108]; wavelet analysis [109], [110]
multivariate	attribute views [22], [50], [67]; color & texture [119]; layering [115], [124], [126]; 2-level volume rendering [127], [128]; glyphs [120], [121], [122], [123], [124], [125]	correlation fields [133]; operators [134]; multiple linked views [9], [26], [29], [73], [74], [76]	grand tour [47]; ScatterDice [46]; ranking & quality metrics [48], [130], [131], [132]	illustrative vis. [115], [116]; outlier-preserving methods [69]; smooth brushing [80]	brushing [9], [50], [74], [75], [112]; multi-dim. transfer func. [114], [115]; machine learning [91], [135], [136]	clustering [68], [130]; data binning [69]; PCA [78]; MDS [86], [87]; SOM [88], [89]; projections [47], [48], [130], [132]; point clouds [129]
multimodal	resampling [138]; data model [142]; illumination model [143]; multi-volume rendering [128], [139], [143], [144], [145], [146]	difference views [107]; multi-image view [153]; nested surfaces [31], [154], [156]; features [44], [155]	viewpoint selection [49]	cutaway views [49], [139], [147]	transfer functions [143], [144]	registration [27]; mutual information [28]; comparison metrics [148], [151], [152], [133]
multiscale	glyphs & box plots [37], [43], [162], [163], [164]; shape descriptors [164]; families of surfaces [41]; spaghetti plots [35], [42], [165]	aggregated & multires data [36], [37], [41], [174]; HyperMoVal [51], [52]	aggregated & multires data [36], [37], [41]; parameter space nav. [51], [52]	aggregated & multires data [36], [37], [41]; simulation process vis. [173], [174]	trends & outliers [36], [37], [41]; visual steering [172]	overview statistics [31], [35], [36]; projections [41], [51], [170], [171]; operators [33]; PCA [169]; clustering [167], [168], [169]
multi-model	feature fusion across multiple data parts [37]	feature relation across data parts [37]	x	x	feature spec. across data parts [37]	x

Şekil 2.19. Çok boyutlu bilimsel verinin görsel analizi için sınıflandırma tekniklerinin kategorileri (Kehrer ve Hauser, 2013)

Görsel analitik çok boyutlu verilerin analizinde önemli faydalar sağlamaktadır. Bunun yanında, bu çok boyutluluğun azaltılması da yine kullanıcıya önemli avantajlar sağlayacaktır. Bu konuda, Sacha ve diğerleri (2016) tipik bir görsel analiz çalışmasında çok boyutlu verilerin düşük boyutlu uzaylarda, 3 veya 2'ye kadar haritalanabilmesi, temsil edilebilmesi için verilerin bir DR (dimension reduction-boyut azaltma) algoritması tarafından işlenilmesi ve çıktısının görselleştirilerek Şekil 2.20'deki gibi analiste sunulmasını gerektiğini, böylece verilerin görsel olarak araştırılırken göze çarpan yapıların veya desenlerin algılanabileceğini belirtmişlerdir. Mevcut DR yöntemlerinin çokluğuyla karşı karşıya kalan analistler için iyi bir yöntem seçmek, sonuçları yorumlamak ve daha geniş bir VA (visual analytics-Görsel analitik) sürecinde DR'yi en iyi avantaja uygulamak zor olur. Bu zorluğun üstesinden gelmek için Zhang ve diğerleri (2016) tarafından analistlerin görsel analitik modeline daha yakından dahil edilmesi, etkileşimli görselleştirmeler yoluyla modele girecek değişkenleri tespit etmede daha etkin olmalarının sağlanması önerilmiştir.



Şekil 2.20. Boyut azaltma süreci (Sacha ve diğerleri, 2016)

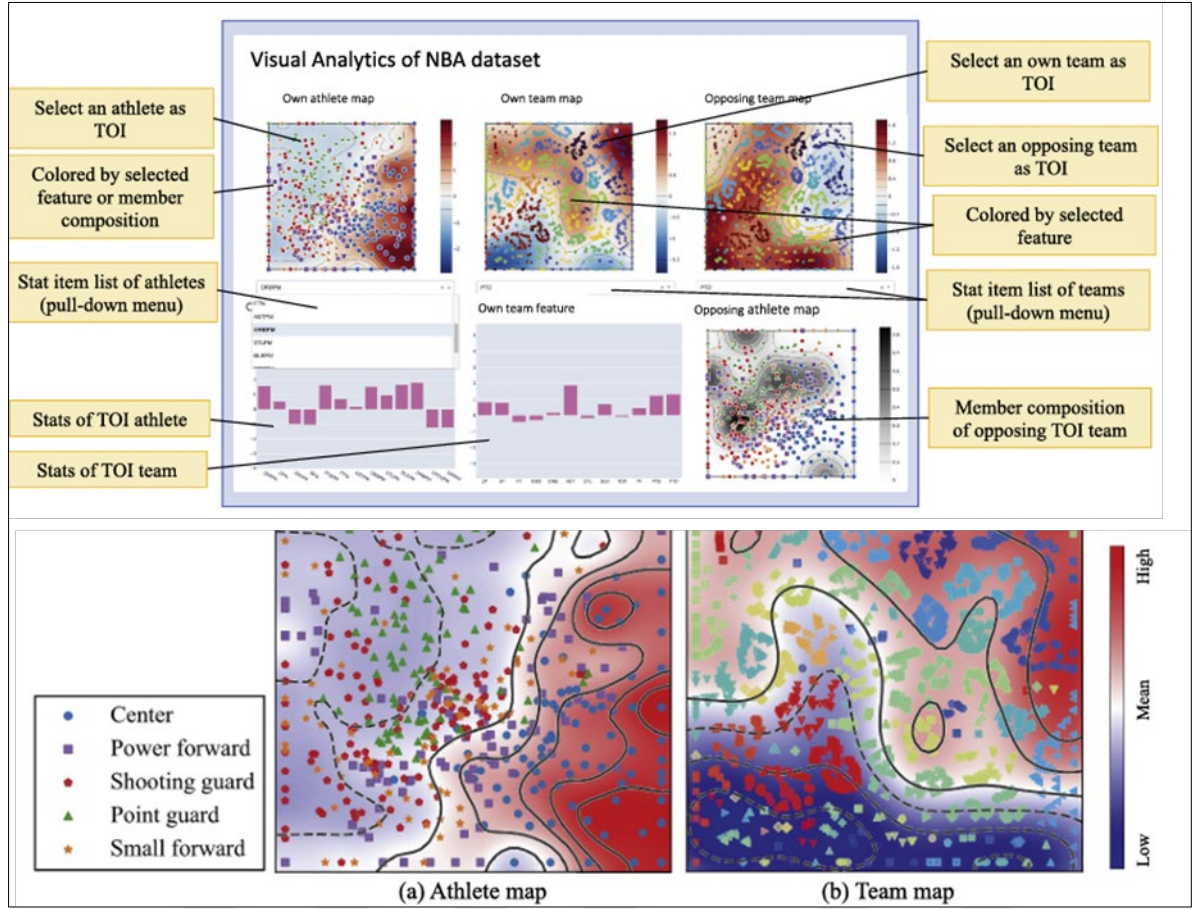
Sacha ve diğerleri (2016) boyut azaltmanın çok boyutlu verilerin görselleştirilmesinde temel bir yapı taşı ve görsel analitikteki temel veri soyutlama tekniklerinden biri olduğunu, DR tekniklerinin keşif amaçlı veri analizinde faydalı olabilmesi için bunların ideal olarak, etkileşimli ve anında insan ihtiyaçlarına ve alana özgü sorunlara uyarlanması gerektiğini, pek çok görsel analiz sisteminin boyut azaltma yöntemini etkileşimli görselleştirmelerle sıkı bir şekilde entegre etmenin faydalarını gösterdiğini belirtmişlerdir.

2.9. Görsel Analitik Uygulama Alanları

Görsel analitik karmaşık veri kümelerini grafik ve görsel temsiller aracılığı ile işlemek ve yorumlamak yeteneklerinden faydalanarak çeşitli disiplinlerde uygulanabilirlik kazanmıştır. Ayrıca, birçok görsel analiz tekniğinin bu sürecin belirli parçalarını içerdiği gözlemlenmektedir (Von Landesberger ve diğerleri, 2012). Görsel analitik, veri analizinin

detaylı görselleştirilmesi ile entegre edilmiş bir yaklaşımı temsil eder ve gelişmiş interaktif görselleştirme metodolojilerini bir araya getirir (Grigorieva ve diğerleri, 2020). Ayrıca, yüksek boyutlu veri projeksiyonlarının analizinde, görsel rehberlik resimleri gibi görsel analiz tekniklerinin yaygın projeksiyon teknikleri ve özelliklerine sınırlamalar getirdiği ifade edilmektedir (Lehmann ve diğerleri, 2015). Özellikle genomik analizler gibi karmaşık analizlerde, görselleştirme; görselleştirme ve analiz araçlarını entegre ederek bilimsel araştırmalarda güçlü bir metodoloji oluşturduğu vurgulanmaktadır (Goecks ve diğerleri, 2013). Ayrıca, grafik görselleştirme sistemlerine yönelik çalışmalar, görsel graf analizinin belirli yönlerine odaklanmayı gerektirmektedir (Von Landesberger ve diğerleri, 2012). Genomik veri görselleştirme araçlarının, araştırmacıların verilerini keşfetme, yorumlama ve manipülasyon yeteneklerini artırarak analiz süreçlerini kolaylaştırdığı ifade edilmektedir (Nielsen ve diğerleri, 2010).

Watanabe ve diğerleri (2022) Ulusal Basketbol Birliği (National Basketball Association-NBA) verilerini kullanarak takım oyuncularının seçimi için görsel analitik modeli (Şekil 2.21) geliştirmişlerdir. Bu model ile takımların oyuncularının özelliklerine göre görsel olarak analiz yapılarak duruma en uygun takımın oluşturulması sağlanabilmiştir.



Şekil 2.21. Amerikan Ulusal Basketbol Birliği verilerin görsel analitik çalışması (Watanabe ve diğerleri, 2022)

Özetle, görsel analitik, coğrafya ve eğitimden jeoloji bilimlerine, spor bilimlerinden çevresel izleme ve bilgisayar bilimine kadar çok çeşitli alanlara etki etmiş ve etki etmeye devam etmektedir. Çok boyutlu, karmaşık verileri işleme ve yorumlamadaki çok yönlülüğü ve etkinliği, bu disiplini her alanda araştırma ve uygulamaları ilerletmek için vazgeçilmez bir araç haline getirmiştir.

Sonuç olarak, görsel analitik, geniş bir yelpazede disiplinler arası uygulamalara sahiptir ve çok boyutlu veri analizlerinde güçlü bir araç olarak bilimsel araştırmalardan eğitim alanına kadar farklı alanlarda kullanılmakta ve veri analizine yeni bir boyut kazandırmaktadır. Bu nedenle, bu tez çalışmasında görsel analitik yöntemler kullanıldığı bir karar destek modeli oluşturulmuştur. Yeni gelişen bir bilim dalı olan görsel analitik konusunda alana bilimsel katkı sağlamak amacı ile yeni bir “Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi” oluşturulmuştur.

3. KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

3.1. Karar Destek Sistemleri Tanımı

Smedberg ve Bandaru (2023) tarafından açıklandığı üzere, en genel terimlerle bir karar destek sistemi (KDS, DSS-Decision Support System), karar vericilerin (DMs-Decision Makers), yarı yapılandırılmış veya yapılandırılmamış belli bir derecede insan yargısının gerektiği problemleri çözerken, birden çok alternatifi karşılaştırmalarına yardımcı olan herhangi bir araç, teknoloji veya yazılım uygulamasıdır. Karar destek sistemlerinin uygulama alanları çok yaygın olup, karar destek sistemleri karar verme sürecinin farklı aşamalarında kullanıcıya etkileşimli bir destek sunar. Bu sistemler algoritmik bir yaklaşım izlemeyen yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış görevlerde özellikle yeteneklidir, bilgisayarın hesaplama kapasitesinden faydalanarak, veri ve analitik modeller ile doğrudan etkileşimi kolaylaştırır, karar vericilerin çok boyutlu, karmaşık verileri anlamalarında destek olur.

KDS, karar vericinin yerini almaktan ziyade karar vericiyi desteklemeyi hedefler. Bireylerin entelektüel kaynaklarını bilgisayarın yetenekleri ile entegre eder. Veri temelli içgörüler ile insan sezgisinin bütünleştiği sinerjik bir ortam oluşturur ve böylece kararların kalitesini yükseltir.

3.2. Karar Destek Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi

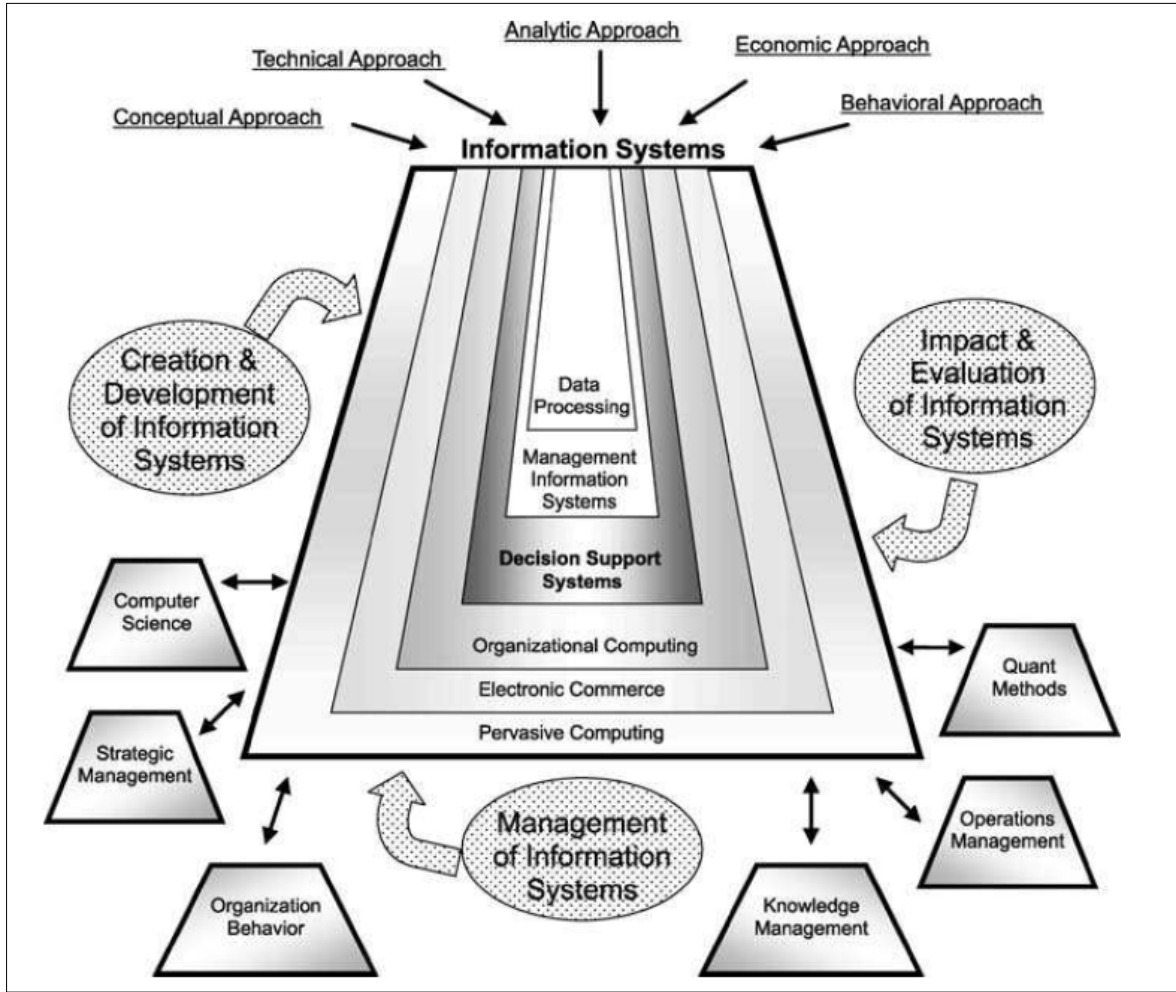
Karar destek sistemlerinin tarihsel evrimi, teknolojik ilerlemeler ve iş dünyasının evrilen ihtiyaçları ile sıkı bir bağlantı içindedir. Zamanla bu sistemler daha karmaşık ve gelişmiş hale gelmiş ve iş kararlarına katkı sağlama yeteneklerini geliştirmiştir. İleride, KDS'nin yapay zeka ve makine öğrenimi gibi teknolojilerle daha fazla bütünleşerek karar verme süreçlerinde daha etkin bir rol üstlenmesi öngörülmektedir.

KDS'nin kökleri, 1960'lar boyunca işletmelerin bilgisayar teknolojilerini benimsemeye başlamasıyla atılmıştır. Bu dönemde basit veri işleme ve raporlama işlevleri ağırlık kazanmıştı. 1970'ler boyunca, model tabanlı karar destek sistemlerinin geliştirilmesine başlandı. Bu sistemler, finansal tahmin ve kaynak tahsisi gibi özelleştirilmiş işlevler için kullanıma alındı. 1980'lerde kişisel bilgisayarların yaygınlaşması, KDS'nin daha geniş bir

kullanıcı yelpazesine erişmesine olanak tanıdı. Bu dönemde, kullanıcı dostu arayüzler ve grafiksel görselleştirmeler önem kazandı. Veritabanı teknolojilerinin ilerlemesiyle birlikte, veri tabanlı ve bilgi tabanlı karar destek sistemleri geliştirildi. Bu sistemler, karmaşık veri analizleri ve iş zekası uygulamalarında kullanılmaya başlandı. 1990'lar, iş zekası sistemlerinin ve veri depolarının geliştirilmesiyle KDS için yeni bir çağın başlangıcını işaret etti. Bu sistemler, geniş ölçekli veri analizi ve raporlama yetenekleri sunuyordu. 2000'lerde internetin yaygınlaşması, web tabanlı karar destek sistemlerinin gelişimine ivme kazandı. Bu durum, kullanıcılara coğrafi konumdan bağımsız olarak erişim imkanı sağladı. 2010'lar, yapay zeka ve makine öğrenimi teknolojilerinin KDS ile bütünleşmesiyle yeni bir dönemin başlangıcını simgeler. Bu teknolojiler, otomatik desen tanıma, tahmine dayalı analiz ve karmaşık veri setlerinden anlamlı içgörüler elde etme yeteneği getirdi. Büyük veri devrimi ve ileri analitik yöntemler, KDS'nin daha kompleks durumları yönetmesine ve daha derinlemesine içgörüler sağlamasına imkan sağlamıştır.

3.3. Karar Destek Sistemlerinin Sınıflandırılması

Karar destek sistemlerinin konumu konusunda oldukça farklı yaklaşımlar vardır. Bu yaklaşımlardan birisi de Burstein ve Holsapple (2008) tarafından yapılmıştır. Yazarlar, karar destek sistemlerinin, bilgi sistemleri disiplini içinde temel, ayrılmaz ve çok önemli merkezi bir konumda olduğunu belirterek Şekil 3.1'de kapsamlı bir şema ile açıklamışlardır.



Şekil 3.1. Bilgi sistemlerinde karar destek sistemlerinin yeri (Burstein ve Holsapple, 2008)

Ayrıca yazarlar "Bir iş yöneticisi olarak başarının karar verme için verinin kullanımı ve uygulanmasında yenilik ve yaratıcılığa kritik derecede bağlı olduğunu" belirtmişlerdir.

Bandyopadhyay (2023) Karar Destek Sistemleri'ni (KDS) aşağıdaki gibi sınıflara ayırmıştır:

İletişim Odaklı KDS (Communication Driven Decision Support Systems-DSS): Bu tür bir DSS, karar vericiler arasındaki çeşitli toplantılar aracılığıyla iletişim sistemine dayanır. Bu tür DSS'yi desteklemek için en yaygın teknoloji, web veya istemci-sunucu teknolojisinin kullanımıdır. E-konferanslar, sohbet mesajlaşma, video sohbet ve çevrimiçi iş birliği gibi örnekler bu kategoriye girer.

Veri Odaklı KDS (Data Driven DSS): Veri tabanı veya veri ambarı ile ilgilenen bir DSS türüdür. Belirli sorguları veri tabanına veya veri ambarına yöneltebilir ve oradan yanıt

alabilir. Birçok durumda, merkezi bir sistem, istemci-sunucu bağlantısı veya web aracılığıyla dağıtılır.

Belge Odaklı KDS (Document Driven DSS): Bu, DSS'nin çok yaygın bir formudur. Bu özel DSS, internette belirli bilgileri veya belirli bir sayfayı aramak ve belirli bir arama anahtarı veya belirli bir öge veya metinle belge bulmak için kullanılabilir.

Bilgi Odaklı KDS (Knowledge Driven DSS): Bu tür bir DSS veya "bilgi tabanı", özellikle bir organizasyon içindeki kullanıcılar için kullanılır. Bu, organizasyonla bir şekilde bağlantılı olan diğer kullanıcıları (örneğin, müşteriler) da içerebilir. Temelde, yöneticilere tavsiyede bulunmak veya ürün veya hizmet seçmek için kullanılır.

Model Odaklı KDS (Model Driven DSS): Bu tür bir DSS, geliştirilmiş bir modele dayanır. Bu sistemler, özellikle kararları analiz etmek veya farklı alternatifler arasından seçim yapmak için kullanılan karmaşık sistemlerdir.

Bandyopadhyay'ın (2023) çalışması ayrıca gerçekleşme türüne göre farklı KDS sınıflamalarını da ortaya koymuştur.

- Uzman Karar Destek Sistemi (Expert DSS),
- Akıllı Karar Destek Sistemi (Intelligent DSS),
- Grup Karar Destek Sistemi (Group DSS),
- Çok Öznitelikli Karar Destek Sistemi (Multi-Attribute DSS),
- Çok Kriterli Karar Destek Sistemi (Multi-Criteria DSS),
- Çok Katılımcılı Karar Destek Sistemi (Multi-Participant DSS),
- Müzakere Destek Sistemi (Negotiation Support System - NSS),
- Organizasyonel Karar Destek Sistemi (Organizational DSS),
- Planlama Karar Destek Sistemi (Planning DSS),
- Takım Karar Destek Sistemi (Team DSS),
- Web Tabanlı Karar Destek Sistemi (Web-Based DSS).
- Tüketici Karar Destek Sistemi (Consumer DSS),
- Çevresel Karar Destek Sistemi (Environmental DSS),
- Grup Mekansal Karar Destek Sistemi (Group Spatial DSS),
- Akıllı Çevresel Karar Destek Sistemi (Intelligent Environmental DSS),
- Arazi Tahsisi Karar Destek Sistemi (Land Allocation Decision Support System - ADSS),

- Çok Kriterli Karar Destek Sistemi (Multi-Criteria Decision Support System - MC-DSS),
- Mekansal Karar Destek Sistemi (Spatial Decision Support System - SDSS),
- Taktiksel Karar Destek Sistemi (Tactical Decision Support System - TDSS),
- Web Tabanlı Mekansal Karar Destek Sistemi (Web-Based Spatial DSS).

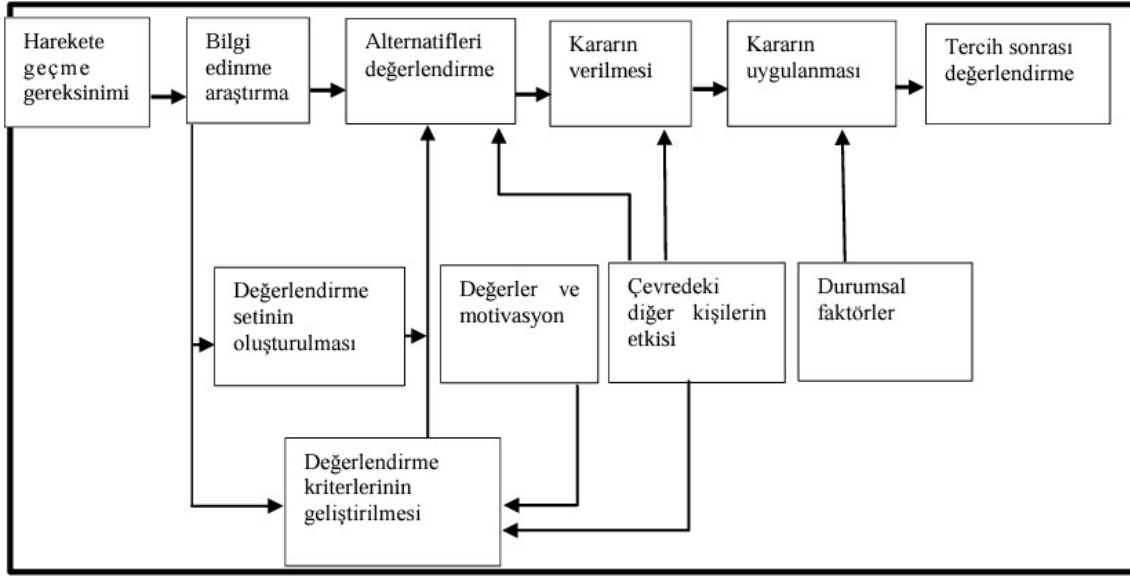
3.4. Karar Destek Araçları ve Teorik Temeller

Bandyopadhyay (2023) çalışmasında karar destek araçlarını geniş bir liste olarak sunmuştur.

Çizelge 3.1. Karar destek araçları listesi (Bandyopadhyay, 2023)

Karar Destek Araçları Listesi	
Beyin Fırtınası (Brainstorming)	Simülasyon
Müşteri Anketleri ve Mülakatları	Çubuk Grafikleri
Kalite Fonksiyon Dağılımı (Quality Function Deployment - QFD)	Örnek Tabanlı Akıl Yürütme (Case-Based Reasoning)
İstatistiksel Süreç Kontrolü	Karar Ağacı
Porter'in Genel Rekabet Stratejisi	Karar Tablosu
SWOT Analizi	Bulanık Mantık (Fuzzy Logic)
Yetenek ve Olgunluk Analizi	Ağ İlgili Araçlar ve Teknikler
Boston Grafiği (Boston Plot)	Petri Ağı (Petri Net)
Dengeli Skor Kartı (Balanced Scorecard)	Markov Zincirleri
Sağlamlık Analizi (Robustness Analysis)	Mekansal KDS (Spatial DSS)
Maliyet-Fayda Analizi	Önermeli Mantık (Predicate Logic)
Açık Analizi (Gap Analysis)	Veri Ambarlama (Data Warehousing)
Saçılım Grafiği (Scatter Plots)	Veri Madenciliği (Data Mining)
Yakınlık Diyagramı (Affinity Charting)	Doğrusal Programlama
Toplam Kalite Yönetimi Araçları	Büyük Veri Analitiği
Pareto Prensibi	Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)
Histogram	

Karar alma süreçlerinin bilinmesi karar destek sistemi geliştirenler için önemlidir. Bu kapsamda, Yaman ve Çakır (2017) Şekil 3.2'de görülen Raposo ve Alves tarafından geliştirilen karar alma sürecinin altı aşamayı içerdiğini, bununla beraber birçok araştırmacının daha az aşamalı modellere odaklandığını belirtmişlerdir.



Şekil 3.2. Karar alma süreci (Yaman ve Çakır, 2017:70)

Smedberg ve Bandaru (2023) ok amaçlı optimizasyon problemlerinin çözümlerinde bilgiyi etkileşimli bir şekilde üretmeyi ve görselleştirmeyi mümkün kılan, karar vericinin etkileşimli olarak kullandığı bir karar destek sistemi geliştirdiklerini ifade etmişlerdir.

Araştırmamızda 2nci ve 3nc bölümlerdeki çalışmalar dikkate alınarak karar destek sistemleri, iş zekası ve görsel analitik terimlerinin aralarındaki ilişkiler beş kavram altında izelge 3.2’de sunulmuştur.

Çizelge 3.2. Karar destek sistemleri, iş zekası ve görsel analitik modellerinin ilişkisi

Kavram	Karar Destek Sistemleri	İş Zekası	Görsel Analitik
Ana Odak	Karar verme süreçlerini destekleme	Veri tabanlı içgörüler sağlama	Veri setlerini görsel olarak keşfetme
Uygulama Alanı	Belirsiz ve standart olmayan kararlar	Performans izleme ve stratejik planlama	Karmaşık desenlerin ve ilişkilerin görsel analizi
Faydaları	Karmaşık problemlere çözüm bulma	İş performansı ve pazar trendlerini anlama	Veri keşfi ve yorumlamayı kolaylaştırma
Teknolojik Araçlar	Analitik modeller, kullanıcı arayüzleri	Veri ambarları, raporlama araçları	Görselleştirme teknikleri ve araçları
Kullanıcı Etkileşimi	Düşük düzeyde kullanıcı etkileşimi	Veriye dayalı içgörülerin sunumu	Görsel veri keşfi ve etkileşimi

Ayrıca, araştırmamızda görsel analitik ile ilgili tüm terimler bir araya getirilmiş, analiz edilmiş, sınıflandırılmış ve literatüre katkıda bulunmak amacı ile aşağıda verilmiştir.

I. Veri Hazırlama ve Yönetimi

A. Veri Keşfi

1. Veri Madenciliği (Data Mining)
2. Çok Değişkenli Veri Analizi (Multivariate Visualization)

B. Veri Görselleştirme

1. Büyük Veri Görselleştirme (Big Data Visualization)
2. Bilgi Görselleştirme (Information Visualization)

C. Veri İyileştirme

1. Boyut Azaltma (Dimensionality Reduction)
2. Veritabanlarında Bilgi Keşfi (Knowledge Discovery in Databases - KDD)

II. Analitik Teknikler

A. Modelleme ve Tahmin

1. Makine Öğrenmesi (Machine Learning)
2. Zaman Serisi Analizi (Time Series Analysis)
3. Tahminsel Analitik (Predictive Analytics)

B. Keşfedici Analiz

1. Keşfedici Veri Analizi (Exploratory Data Analysis - EDA)
2. Görsel Veri Madenciliği (Visual Data Mining)

C. Artırılmış Analitik

1. Artırılmış Analitik (Augmented Analytics)
2. Bilişsel Hesaplama (Cognitive Computing)

III. Görselleştirme ve Temsil

A. Etkileşimli Görselleştirme

1. Etkileşimli Veri Keşfi (Interactive Data Exploration)
2. Etkileşimli Görselleştirme (Interactive Visualization)

B. Görsel Temsil

1. Coğrafi Görselleştirme (Geovisualization)
2. Ağ Görselleştirme (Network Visualization)
3. Bilimsel Görselleştirme (Scientific Visualization)

C. İmmersif Görselleştirme

1. Sanal Ortamda Analitik (Immersive Analytics)

D. Görsel Analitik

1. Görsel Kümelendirme Analizi (Visual Cluster Analysis)

2. Görsel Korelasyon Analizi (Visual Correlation Analysis)

IV. Kullanıcı Arayüzü ve Deneyimi

A. Arayüz Tasarımı

1. Gösterge Paneli Tasarımı (Dashboard Design)
2. Grafik Kullanıcı Arayüzü Tasarımı (GUI Design)

B. Kullanıcı Etkileşimi

1. İnsan-Bilgisayar Etkileşimi (Human-Computer Interaction - HCI)
2. Kullanıcı Deneyimi Tasarımı (UX Design)

V. Bilişsel ve Algısal Boyutlar

A. Bilişsel İşlevler

1. Algısal Psikoloji (Perceptual Psychology)
2. Görsel Algı (Visual Perception)

B. Bilgi İletişimi

1. Bilgi Görselleri (Infographics)
2. Görsel Hikaye Anlatımı (Visual Storytelling with Data)

VI. Karar Destek ve İç Görü

A. İçgörü İletişimi

1. İş Zekası (Business Intelligence - BI)
2. Veri Gazeteciliği (Data Journalism)

B. Karar Destek Sistemleri

1. Görsel Karar Destek (Visual Decision Support)
2. Görsel Küme Analizi (Visual Cluster Analysis)

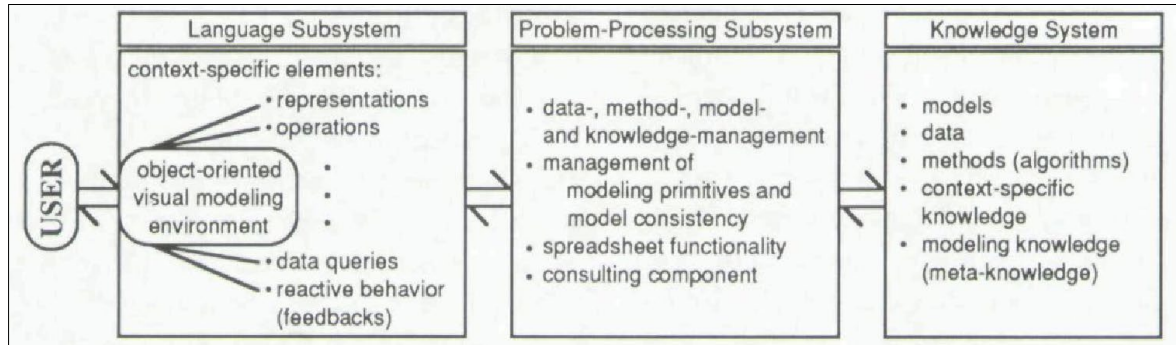
4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde tez çalışması ile doğrudan ilgili olan ilave bilimsel çalışmalar sunulmuştur.

Friedman (1987) görsel bilgi keşfinde iki boyutlu gösterimin sağladığı yapısal çeşitlilik nedeni ile en fazla faydalı gösterim olacağını ifade etmiştir. Yazarlar grafiklerin keşfedici analizinde çoklu gösterimlerin tekli grafik gösterimlere karşı tercih edilebileceğini, grafiklerin etkileşimli olarak alternatif veri değişkenleri birleşimleri ve bakış açılarının, ölçüm birimlerinin transformasyonları ile değiştirilebilmesinin en önemli husus olduğunu belirtmişlerdir.

Angehrn ve Lüthi (1990) “Intelligent decision support systems: a visual interactive approach” makalesinde öncü bir yaklaşımla görsel etkileşim ile karar destek sistemi arasında ilk ilişki kuran araştırmacılardan olmuşlardır.

Yazarların geliştirdiği Şekil 4.1’de görülen model, görsel ve etkileşimli bir karar destek sisteminin nasıl tasarlanması gerektiğine dair kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır.



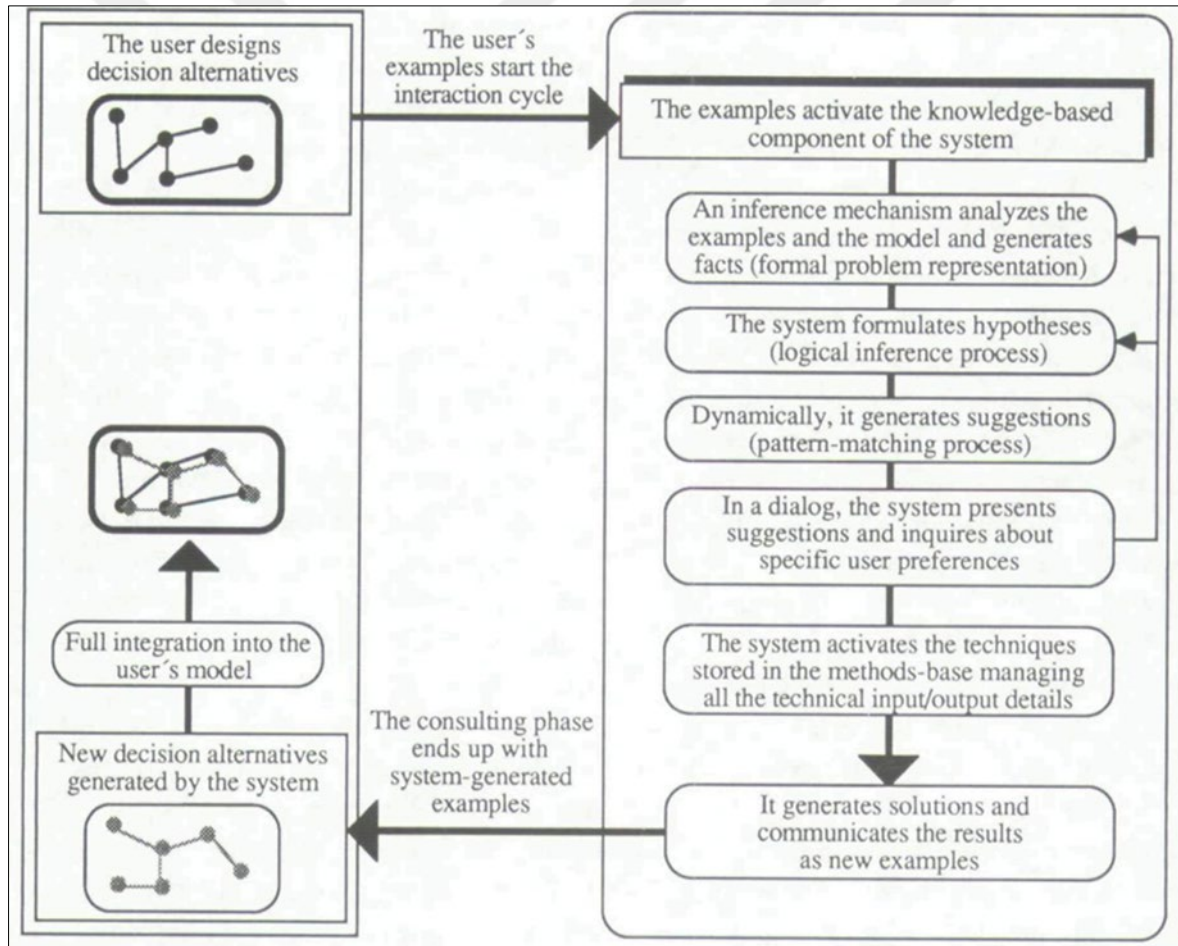
Şekil 4.1. Görsel etkileşimli, zeki bir karar destek sisteminin unsurlarının fonksiyonel ve teknik açıklaması (Angehrn ve Lüthi, 1990)

Kullanıcıdan başlayarak, kullanıcının etkileşimde bulunduğu arayüzden, sorun işleme mekanizmalarına ve karar verme sürecinde kullanılan bilgiye kadar olan süreçlerin bütünlük bir yaklaşımla ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Böyle bir sistem, kullanıcıya karmaşık karar verme senaryolarında rehberlik etmek ve etkili sonuçlar üretmek için gerekli araçları sağlamaktadır. Bu model kullanıcı merkezli bir görsel ve etkileşimli karar destek sistemi yapısını önermektedir. Sistem, üç temel alt sistemden oluşmaktadır: Dil

Alt Sistemi (Language Subsystem), Sorun İşleme Alt Sistemi (Problem-Processing Subsystem) ve Bilgi Sistemi (Knowledge System). Bu üçlü yapı, kullanıcının karar verme sürecinde karşılaştığı zorlukları aşmak ve kararların kalitesini artırmak için bütünleşik bir yaklaşım sunmaktadır. Bu yapı ile kullanıcılar kişisel stillerine ve bilgilerine göre karar verme durumlarını analiz edebilirler, çeşitli nicel modeller oluşturup bunları karşılaştırabilirler, bu modelleri değişen koşullara uygun hale getirebilirler ve farklı araçları kullanarak faaliyetlerinin farklı yönlerini değerlendirebilirler. Dil Alt Sistemi, kullanıcının sisteme girdi sağladığı ve sistemin çıktılarını aldığı arayüzü temsil eder. Bu alt sistem, konuya özel elemanlar, temsil ve işlemler ile kullanıcıya görsel modelleme ortamı sunar. Nesne yönelimli görsel modelleme, kullanıcıya karmaşık veri yapılarını ve işlemleri anlamlandırmada doğal bir arayüz sağlar. Ayrıca, veri sorguları ve reaktif davranışlar (geribildirimler) gibi etkileşimli özellikler de bu alt sistemde yer alır. Bu, kullanıcının sisteme dinamik bir şekilde müdahale etmesine ve sistemin reaksiyonlarına anında yanıt vermesine olanak tanır. Sorun işleme alt sistemi, veri, yöntem, model ve bilgi yönetimi gibi işlevleri içerir. Modelleme temellerinin ve model tutarlılığının yönetimi, kullanıcının karşılaştığı sorunları modellemek için gerekli yapı taşlarını ve kural setlerini sağlar. Bu alt sistem aynı zamanda tablo işlevselliği ve danışmanlık bileşeni gibi daha geleneksel KDS özelliklerini de içerir. Kullanıcıya yönelik danışmanlık bileşeni, karar verme sürecinde rehberlik ve uzman önerileri sunarak kullanıcıya yardımcı olur. Bilgi Sistemi, karar destek sisteminin temel bileşenlerini; yani modelleri, veri setlerini, algoritmaları ve bağlama özel bilgiyi barındırır. Bu alt sistem, kullanıcıya sunulan önerilerin ve çözümlerin niteliğini doğrudan etkileyen zengin bilgi kaynaklarını ve modelleme bilgisini (meta-bilgi) içerir. Konuya özel bilgi, sistem tarafından sunulan çözümlerin kullanıcının mevcut durumuna ve ihtiyaçlarına uygun olmasını sağlar.

Yazarlar, kullanıcı merkezli olarak bir yaklaşım getirerek, bu yaklaşımı Şekil 4.2’de açıklamışlardır.

problem çözücülerden bağlama duyarlı modelleme ortamlarına, pasif destek sistemlerinden zeki işbirlikçi sistemlere kadar bir dizi değişime gitmesi gerektiğini ve bir Karar Destek Sistemi'nin ana amacının, bilgi sistem teknolojisi veya belirli problem çözme teknikleri sunmak değil, karar vericilere, kendi zihinsel temsilleriyle uyumlu bir şekilde, karar verme durumlarını etkileşimli bir biçimde keşfetmeleri, tasarımları ve analiz etmeleri için araçlar sağlamak olduğunu vurgulamışlar ve bu kapsamda Şekil 4.3'de sunulan Tolemeo görsel etkileşimli karar destek sistemini geliştirmişlerdir. Tolomeo sistemi çok açık belirtilmese de jenerik bir yapıya sahip görünmektedir. Modelin çok farklı yapıda problemlerde kullanılabileceği belirtilmektedir. Bu yaklaşım karar destek sistemlerinde görsel etkileşimini, jenerik veri/model yaklaşımını, kullanıcı odaklı tasarımı düşüncesini öne çıkarmıştır.



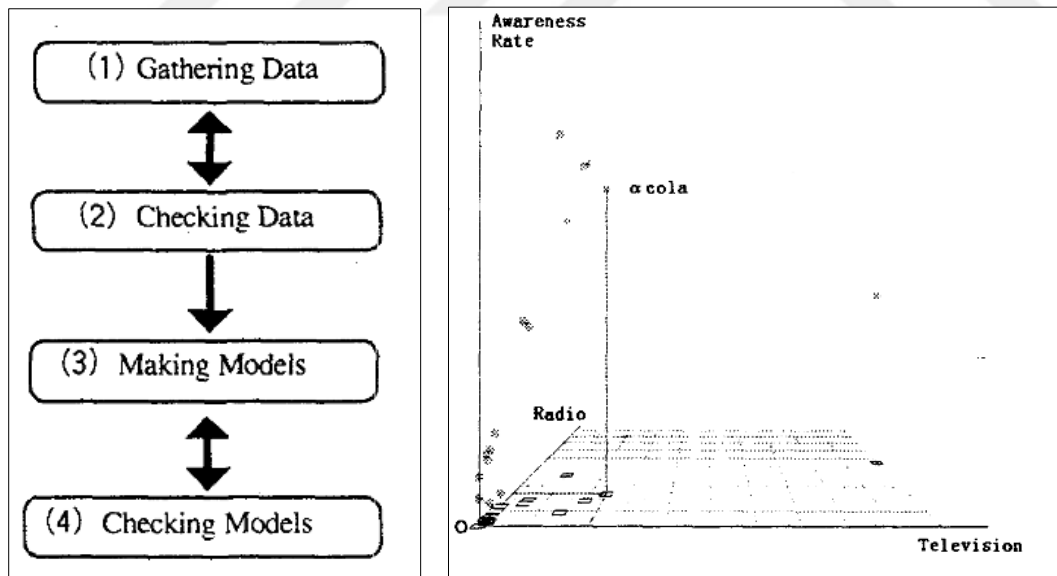
Şekil 4.3. Tolemeo görsel etkileşimli karar destek sistemi (Angehrn ve Lüthi, 1990)

Şekil 4.3'de sunulan Tolomeo modelinde aktif sistem desteği örneklerle verilmekte, sistem kullanıcı tarafından etkileşimli olarak dizayn edilmiş modeli ve çözüm alternatiflerini analiz etmekte, daha sonra da çözüm alternatifleri üretmektedir.

Belton ve Elder (1994) hem karar destek sistemlerinin hem de görsel etkileşimli modellemenin (Visual Interactive Modelling-VIM) birbirinden bağımsız gelişen bilim alanları olduğunu, fakat her iki alanında birbirleri ile ortak birçok amacı olduklarını, VIM'in daha çok bazı hareket araştırma yöntemlerinin teknik açıdan geliştirilmesinde, karar destek sistemlerinin ise karar vermeyi kolaylaştıracak şekilde bilgiyi yönlendiren bir yaklaşım geliştirdiğini, VIM'in karar destek sistemleri görevlerinin birçoğunu yerine getirebileceğini belirtmişlerdir.

Di Biase ve diğerleri (1994) insanın algılama sisteminin sadece üç boyutlu algılama ile limitli olduğu için keşfedici görsel analizlerde üç boyuttan fazla değişkenlerin ilişkilerinin iki veya üç boyutta incelenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Taniguchi, Mizuno, ve Yajima (1997) yapılan reklamların etkisini görmek ve mevcut bilgiden tahmin yapabilmek için “Görsel Karar Destek Sistemi” geliştirmişlerdir. Modelin yapısı genel olarak aşağıdadır.

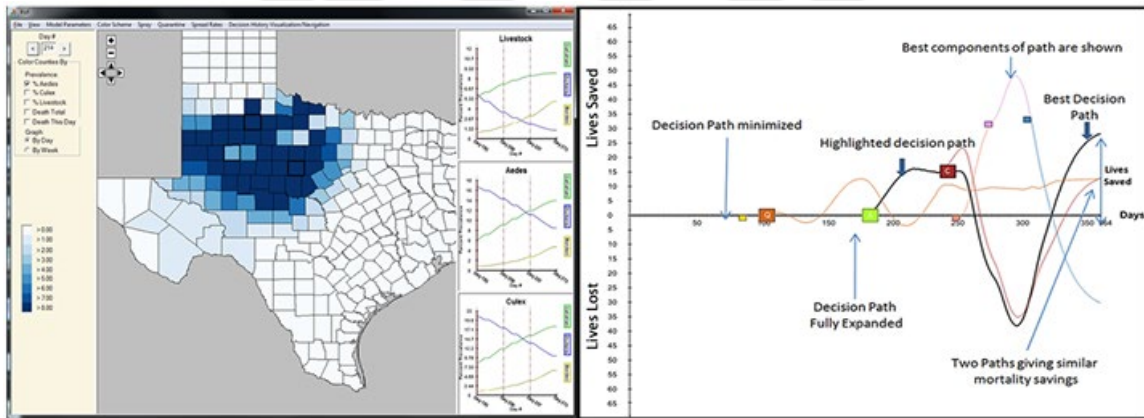


Şekil 4.4. Görsel karar destek sistemi (Taniguchi, Mizuno, ve Yajima, 1997)

Yazarlar değişkenlerin aralarındaki ilişkileri incelemek için üç boyutlu statik grafikler oluşturarak kullanıcıların değişkenler arasındaki ilişkileri görsel olarak keşfetmelerine imkan sağlamışlardır.

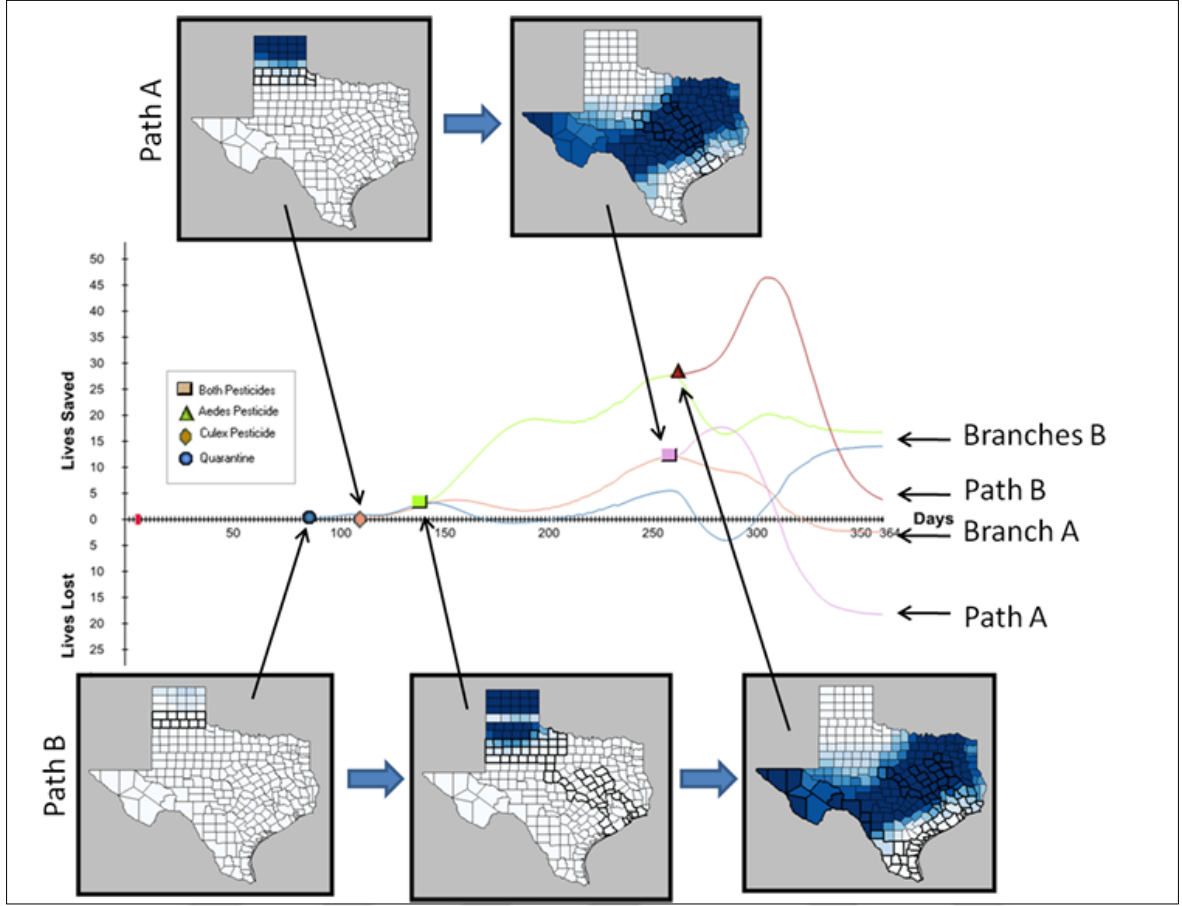
Von Landesberger ve diğerleri (2011) çalışmalarında veri büyüklüğü ve veri karmaşıklığına uygun araçlar geliştirmenin görsel analitik alanındaki temel zorluk olduğunu, bu modellerin veri girdilerinin görsel sunumla eşleştirilmesini önerdiklerini, ama karmaşık veriler için bu işlemin genellikle zor olduğunu, bu nedenle, alan veya veri özel dönüşüm adımlarında görsel analitik modellerine eklenmesinin verinin görsel haritalamasının ve özetlenmesinin yapılabilmesini kolaylaştıracağını belirtilmiştir.

Afzal, Maciejewski, ve Ebert (2011) Şekil 4.5’deki “Görsel Analitik Karar Destek Ortamı”nı iki görüntü üzerine geliştirmişlerdir. Soldaki harita görüntüsü olan ekranda kullanıcıların model parametrelerini değiştirerek zaman ve mekânsal değişimlerin karar metriklerindeki üzerindeki etkilerini keşfetmekte, sağdaki ikinci ekranda ise kullanıcıların kararlarının kaydedildiği ve ekranda gösterildiği bir grafik oluşturulmuştur. Bu yapıda ikili ekran kullanımı ve küçük grafikler kullanılmıştır.



Şekil 4.5. İki görüntülü görsel analitik karar destek ortamı (Afzal, Maciejewski ve Ebert, 2011)

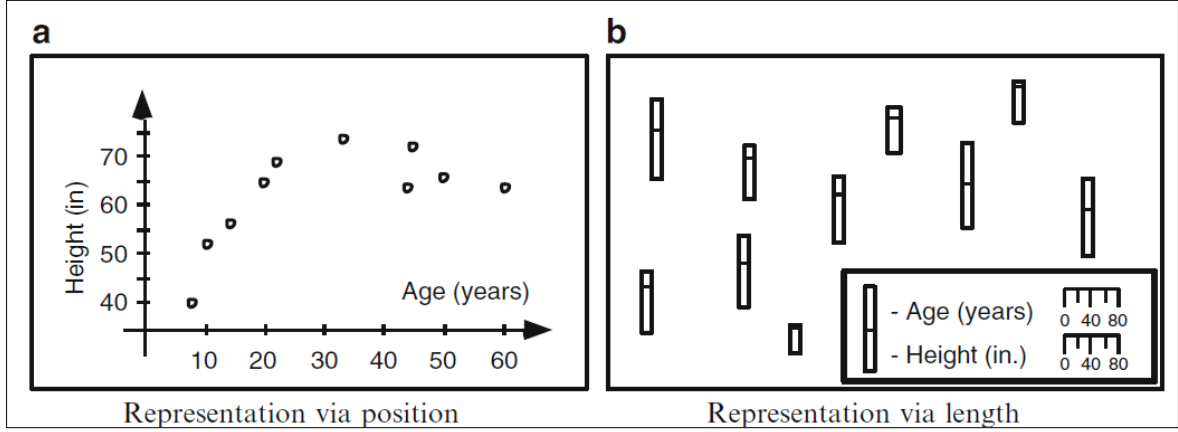
Ayrıca, bu ikili görüntünün birbirlerini açıklamada nasıl etkili olduğunu da Şekil 4.6’da açıklamışlardır.



Şekil 4.6. İki görüntülü yaklaşımın etkilerinin gösterimi (Afzal, Maciejewski ve Ebert, 2011)

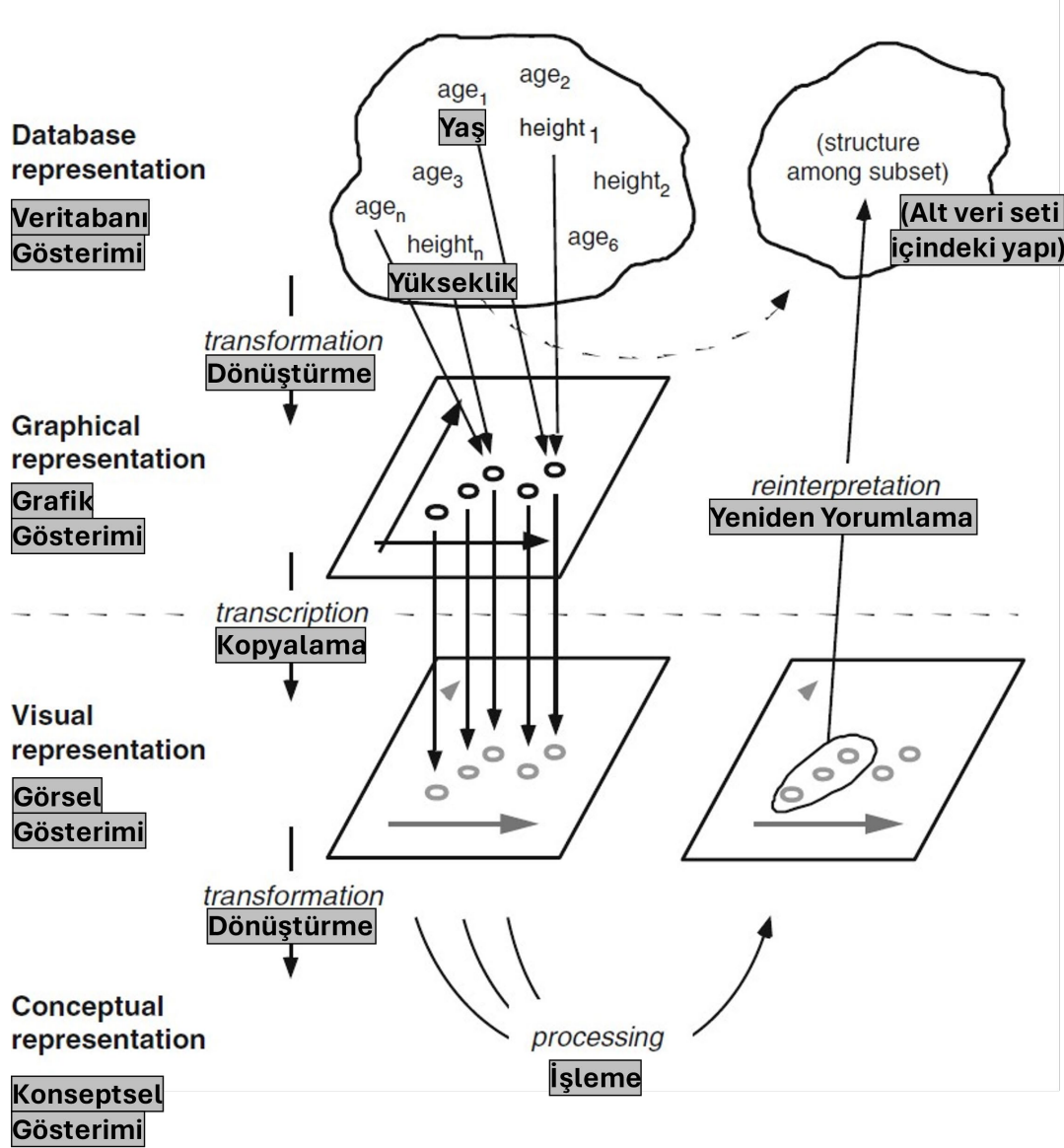
Heer ve Shneiderman (2012) tarafından vurgulandığı üzere, statik tek bir görselle en iyi ihtimalle ancak birkaç sorunun yanıtı sunulabilir. Görsel analiz süreci, daha ziyade, iteratif bir döngü içerisindeki görünümün yaratılması, keşfedilmesi ve rafine edilmesi ile ilerler. Derinlemesine analiz kullanıcıların alanla ilişkili önemli bağlantılar, bağlamsal etmenler ve nedensellik modelleri hakkında içgörüler geliştirmesiyle elde edilen tekrarlanan keşifler yoluyla gerçekleşir. Kullanıcı deneyimini zedeleyebilecek karışık, anlaşılması zor diyalog kutuları, göze çarpmayan işlemler, muğlak görseller ya da ağır yanıt süreleri, inceleme konusunun kapsam ve derinliğini daraltabilir, düşünme sürecini baskılayabilir ve hatalara yol açabilir. Görsel analiz araçlarının fonksiyonel olabilmesi için, insan düşünce sürecine uyum sağlayacak şekilde, görselleştirmelerin akıcı ve esnek kullanımını desteklemesi gerekmektedir.

Rensink (2014) makalesinde etkili görsel tasarımın Şekil 4.7’de örneği verildiği üzere, bir şekilde algı mekanizmalarını etkilediğini belirtmiştir.



Şekil 4.7. Bilginin farklı grafik gösterimleri (Rensink, 2014)

Şekil 4.7’de farklı grafik gösterimleri (a) Yaş yatay eksen, boy uzunluğu dikey eksen üzerinde gösterilmiştir (grafikte kullanılan veriler gerçek değildir). Bu grafik gösteriminde yaş ve boy arasındaki ilişki çok açıktır. (b) Burada yaş ince dikdörtgen kutu içindeki çizginin üzerindeki uzunluk olarak, boy uzunluğu ise altındaki uzunluk olarak gösterilmiştir. İki grafikte de aynı veri olmasına rağmen ilk grafiğe göre yaş ve boy arasındaki ilişki çok daha az açıktır. Rensink (2014) Şekil 4.7’deki gibi farklı grafik gösterimlerinin insan algısında yok açtığı farklılıkları tespit etmek için Şekil 4.8’de görülen “Extended-Vision Thesis” geliştirmiştir. Bu tez, görseli gören kişi ve görselleştirme sistemini, görseli gören kişinin verilen veri kümesindeki yapıyı, "temel" görüşü kullanarak dünyadaki yapıyı algıladığı gibi algılamasını sağlayabilecek tek bir bilgi işleme sistemi olarak varsaymaktadır.

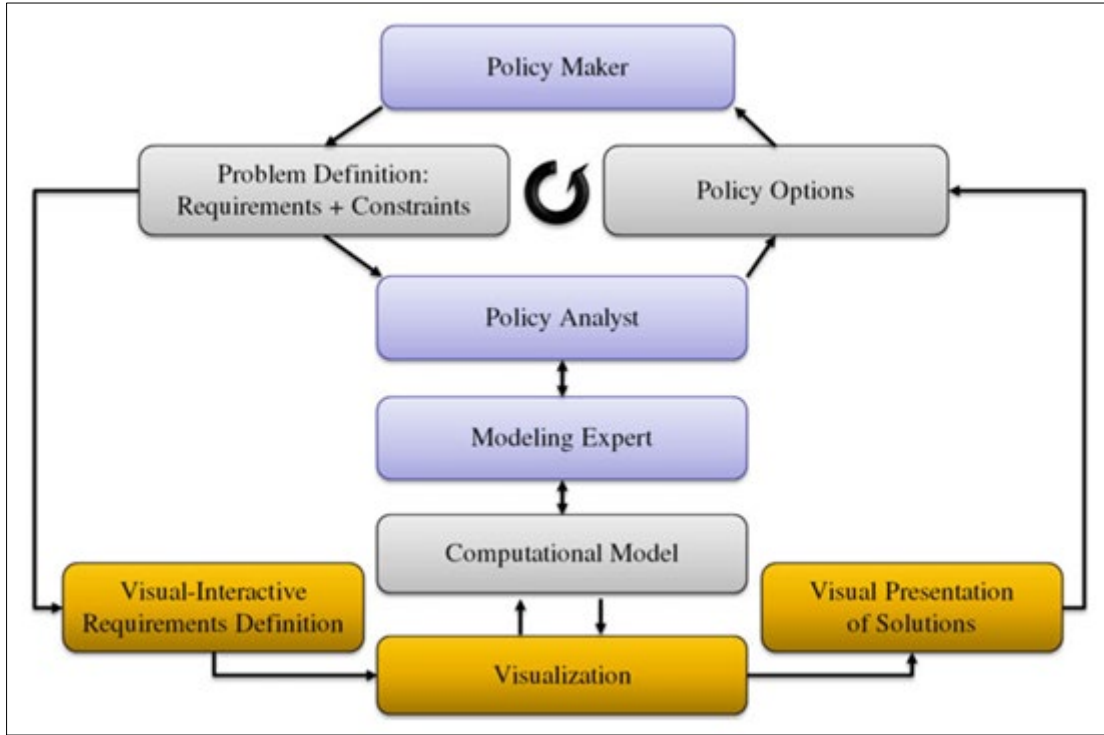


Şekil 4.8. Genişletilmiş görüş modeli (Rensink, 2014)

Genişletilmiş görüş modeline göre (Şekil 4.8) belirli bir görevin algısal (perceptual) ve bilişsel (cognitive) işlemlere dönüştürülmesi üç aşamayı içerir: (1) verinin ilgili yönlerinin bir ortamda (örneğin bir kağıt parçası veya bilgisayar ekranı) grafiksel bir temsile dönüştürülmesi, (2) grafiksel temsilin insan izleyicide görsel bir temsile dönüştürülmesi ve (3) mevcut yapıyı belirlemek için daha fazla dönüştürme ve işleme. İkinci adım tamamen görsel mekanizmalar yoluyla gerçekleştirilebilir, ancak bazı görevler için daha yüksek düzeyde kavramsal işlemler de kullanılabilir. Sonuç daha sonra orijinal verilere göre yeniden yorumlanabilir. (Makine bileşeninde işlemciler mevcutsa, bunlar aynı zamanda verilerin bir miktar ilk işlenmesini de gerçekleştirebilir; esas olarak görsel analizde gerçekleşen faaliyette budur). Böyle bir "genişletilmiş" sistem için girdi, söz konusu veri kümesidir (mesela bir

grup insanın yaşları ve boyları), çıktı ise bu girdinin bir fonksiyonudur (yaş ile sekiz arasındaki korelasyon) ve veri kümesinin içeriğidir. Grafikselsel cihaz, insan izleyiciyi makine bileşenine bağlayan bir ara adımdır.

Ruppert ve diğerleri (2015) çalışmalarında politika analizi için Şekil 4.9'daki görsel destek modelini geliştirmişlerdir.



Şekil 4.9. Politika analizi için görsel destek sistemi (Ruppert ve diğerleri, 2015)

Şekil 4.9'da politika analizi için görsel destek modelini gösteren bir konsept tasarım modeli bulunmaktadır. Model, politika yapım sürecinin çeşitli aşamalarını ve bu aşamalarda yer alan aktörleri ve aktiviteleri göstermektedir. Bu model, politika analizi ve karar verme süreçlerinde görsel analitiklerin ve etkileşimli araçların önemini vurgulamaktadır. Görselleştirme, karmaşık verileri ve model çıktılarını anlamayı kolaylaştırır ve politika yapımcıların bilinçli kararlar vermesine yardımcı olur.

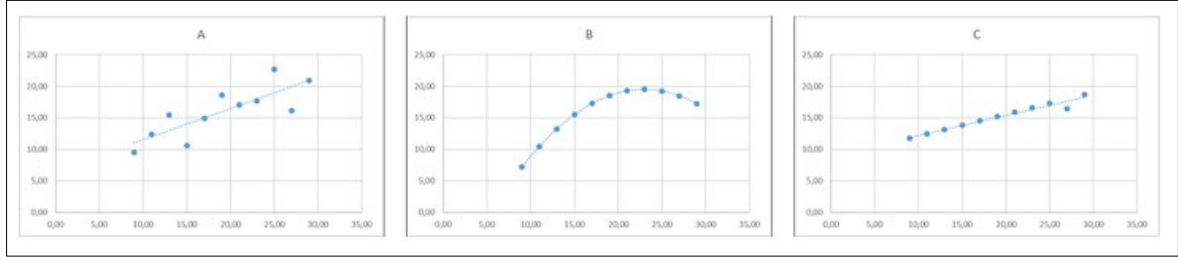
Dimara, Bezerianos ve Dragicevic (2017) çalışmalarında herhangi bir dayatılmış prosedür veya strateji olmaksızın, görselleştirmelerle desteklenen anlık karar verme süreçlerine odaklanmışlar, karar analizi konusunda önceden eğitim almamış geniş kullanıcı yelpazesinin, yaygın görselleştirmelerden yararlanabilmeleri için görselleştirmeleri

kullanıcıların kararlarını yönlendiren araçlar olarak değil, kararlarını verdikleri bilgileri daha iyi anlamalarına yardımcı olan araçlar olarak ele almışlardır.

Cebeci (2017) nesnelerin interneti teknolojisinin ve açık veri inisiyatiflerinin etkisi ile veri üretiminin daha da hızlanacağını, verilerin bütünleştirilmesi, özetlenmesi ve kavramsallaştırılması için klasik tabular teknikler yerine veri görselleştirme biliminin tercih edilmesinin son yıllarda yükselen bir trendi olduğunu belirterek, Yuk ve Diamond'ın (2014) sayıları yorumlama için harcanan çaba ve zaman düşünüldüğünde çoğu zaman uzun özetlenmiş tablolar yerine basit bir görselin daha iyi bir sonuç vereceğini aktarmış, Wexler, Shaffer ve Cotgreave'in (2017) üç farklı değişken arasındaki ilişkiyi göstermek için Kirk'den (2012) aktardığı Çizelge 4.1. Bağımlı-bağımsız değişken arasındaki ilişkilerin anlaşılamayacağını, ama bu verileri Şekil 4.10'daki görsellere aktararak değişkenler arasındaki ilişkilerin kolayca görülebileceğini, tablolara bakarak kolayca çıkarılamayacağını vurgulamıştır.

Çizelge 4.1. Bağımlı-bağımsız değişken bilgileri (Wexler, Shaffer ve Cotgreave, 2017)

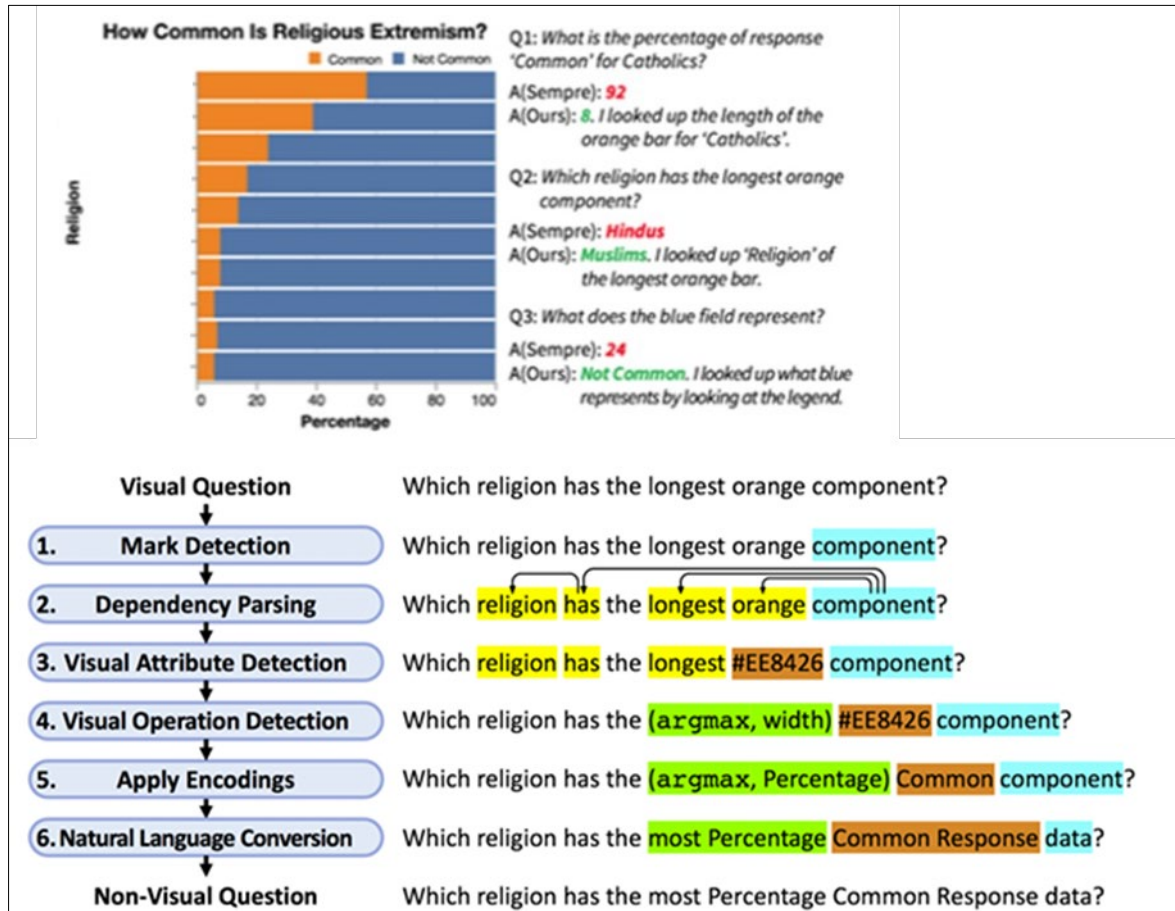
A		B		C	
x	y	x	y	x	y
21.00	17.08	21.00	19.28	21.00	15.92
17.00	14.90	17.00	17.28	17.00	14.54
27.00	16.16	27.00	18.48	27.00	16.48
19.00	18.62	19.00	18.54	19.00	15.22
23.00	17.66	23.00	19.52	23.00	16.62
29.00	20.92	29.00	17.20	29.00	18.68
13.00	15.48	13.00	13.26	13.00	13.16
9.00	9.52	9.00	7.20	9.00	11.78
25.00	22.68	25.00	19.26	25.00	17.30
15.00	10.64	15.00	15.52	15.00	13.84
11.00	12.36	11.00	10.48	11.00	12.46



Şekil 4.10. Bağımlı-bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler (Wexler, Shaffer ve Cotgreave, 2017)

Çizelge 4.1'deki verilere bakarak bir trendin varlığının anlaşılması kolay değilken, Şekil 4.10'da doğrusal ve parabolik trendler görseller yardımı ile çok açık bir şekilde ortaya konabilmiştir.

Kim, Hoque ve Agrawala (2020) tarafından insanların genellikle verileri analiz etmek, soruları yanıtlamak ve yanıtlarını başkalarına açıklamak için grafikleri kullandığını, yanıtların nasıl elde edildiğini açıklayan görsel açıklamalar üreten bir otomatik grafik sorusu yanıtlama hattı geliştirildiğini, grafik ile ilgili doğal bir dil sorusu verildiğinde, referansları görsel niteliklere, verilere referanslara dönüştürüldüğünü belirtmişlerdir. Geliştirdikleri model kullanımı Şekil 4.11'de sunulmuştur. Yazarlar geliştirdikleri sistemin grafikleri kullanıcılardan daha iyi açıkladığını ifade etmişlerdir.



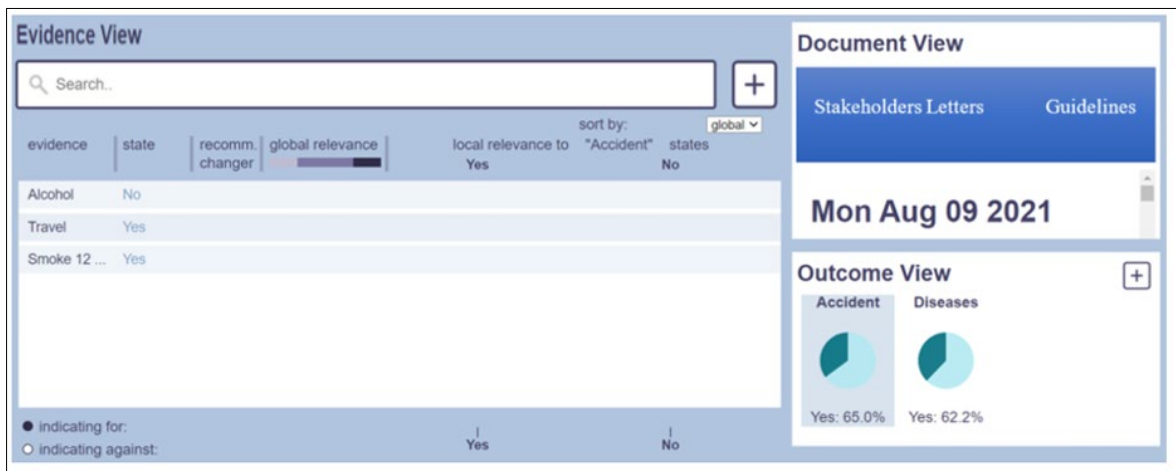
Şekil 4.11. Görselden metne dönüştürme karar destek sistemi (Kim, Hoque ve Agrawala, 2020)

Şekil4.11’de geliştirilen model benzeri modeller görselleri açıklamada özellikle bilişim okur yazarlığı veya grafik okur yazarlığı düşük kullanıcılara, çok boyutlu grafiklerin açıklanmasında da tüm kullanıcılara önemli destek sağlayabilecektir.

Shahid, Molchanov, Mir, Shaukat ve Linsen (2020) bilim ve teknolojiye gelişmelerle farklı alanlarda çok boyutlu veri setlerinde hızlı bir artış gerçekleştiğini, böyle verilerin hem sayısal hem de kategorik veriler içerdiğini, bu veri setlerinin veri yapılarını bozmadan daha düşük boyutta görselleştirilmesinin önemli bir zorluk olduğunu vurgulamışlardır. Bununla beraber, yazarlar bu tür verilerin etkili sunumunun veri setleri içindeki paternleri, yapıları, karşılıklı ilişkileri ve objelerin gruplarını ortaya çıkarmada araştırmacıların yeteneklerini artırabileceğini, aynı zamanda çok boyutlu verilerin yanlış yorumlanmadan veya bilişsel yükü artırmadan anlaşılmasının hem çok boyutlu verilerin görselleştirilmesinde hem de çok değişkenli ilişkilerin anlaşılmasında büyük zorluklar olduğunu belirtmişlerdir.

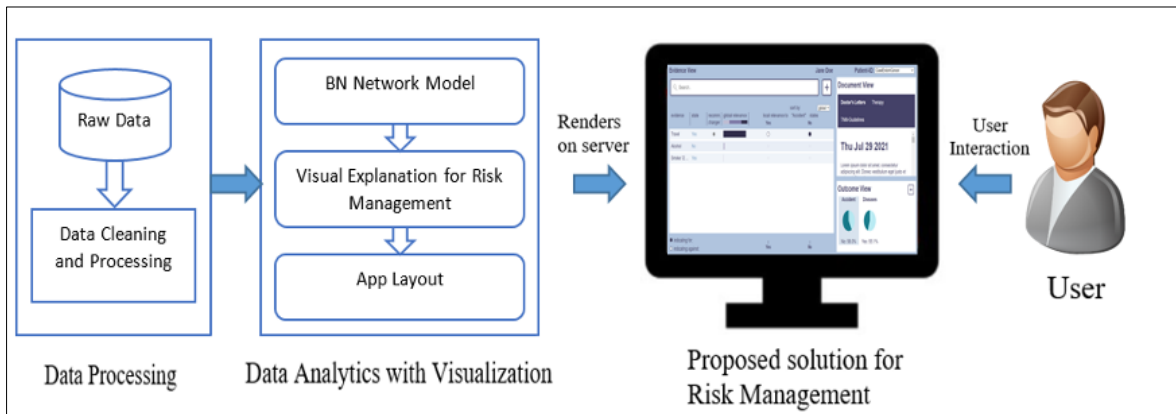
Milutinović, Ahonen-Jonnarth ve Seipel. (2021) çok kriterli karar verme bağlamında grafiklerde görsel belirginliğin karar kalitesi üzerindeki potansiyel etkilerini araştırmışlar, araştırma sonucunda çok kriterli karar vermede görsel belirginliğin kullanıcı dikkatini ve karar kalitesini artırdığını tespit etmişlerdir.

Islam ve diğerleri (2021) risk yönetimi için ilgili bilgiyi özetleyerek Şekil 4.12’de görsel tavsiyeler sağlayacak “Açıklanabilir Görsek Karar Destek Sistemi (Explainable Visual Decision Support System)” geliştirmişlerdir.



Şekil 4.12. Açıklanabilir görsel karar destek sistemi (Islam ve diğerleri, 2021)

Açıklanabilir görsel karar destek sistemi konsept tasarımı Şekil 4.13’de sunulmuştur.



Şekil 4.13. Açıklanabilir karar destek sistemi konsept tasarımı (Islam ve diğerleri, 2021)

Şekil 4.13’de açıklanabilir görsel karar destek sistemi modelinin konsept tasarımı gösterilmektedir. Bu model, ham veriden başlayarak kullanıcı etkileşimine kadar olan süreci

dört ana aşamada özetlemektedir. Veri işleme (Data processing) aşaması, ham verinin alınıp temizlenmesini ve işlenmesini, ham verilerin analiz için uygun hale getirilmesi (Veri temizleme) ve gerekli dönüşümlerin yapılmasını (Veri işleme) kapsar. Veri analitiği ile görselleştirme (Data analytics with visualization) aşamasında işlenmiş veriler, risk yönetimiyle ilgili tahminlerde bulunmak için olasılıksal ilişkiler bir Bayes Ağları Modeli (BN Network Model) kullanılarak analiz edilir. Sunucuda görselleştirme (Renders on server) aşamasında modelin görselleştirilmiş çıktıları, sunucu üzerinde gösterime hazır hale getirilir edilir ve kullanıcıya sunulacak şekilde hazırlanır. Kullanıcı, hazırlanan arayüz üzerinden model çıktılarıyla etkileşimde bulunur ve risk yönetimiyle ilgili kararları bu bilgilere dayanarak alır. Bu çerçevede, bir karar destek sisteminin temel özelliklerini yansıtır: Veri toplama ve işleme, analitik modelleme, görselleştirme ve kullanıcı etkileşimi. Kullanıcı, sistemin sağladığı bilgilerle desteklenen bilinçli kararlar alabilir. Bu tür sistemler, karmaşık veri setleri üzerinde çalışan ve karmaşık kararlar alması gereken profesyoneller için özellikle yararlıdır.

Smedberg ve Bandaru (2023) tarafından çok kriterli/amaçlı karar verme problemi (multi-objective optimization problem-MOOP) esas alınarak geliştirilen karar destek sistemi, çözüm görselleştirmeden bilgi görselleştirmeye kadar tüm karar verme sürecine yardımcı olan sezgisel ve etkileşimli bir yapıdadır. Yazarlar örtük bilginin önceden tanımlanmış bir gösterimi olmadığını ve genellikle görsel olarak sunulduğunu; bu tür bilgilerin yorumlanmasının subjektif olabileceğini, ancak görselleştirme yöntemleri ile karar verme sürecini desteklediğini; görsel örtülü bilginin en yaygın gösterim biçimlerinin kümeler ve iki boyutlu projeksiyonlar olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırma ayrıca yükseköğretim ile ilgili yapılan araştırmalarda incelenmiştir. Bu araştırmalarda özellikle üniversite/meslek/program seçim kriterlerine odaklanılmıştır.

Yanikkerem, Altınparmak ve Karadeniz (2004) araştırmalarında meslek seçmenin hayat seçmek anlamında olduğunu vurgulamışlardır. Bu kadar önemli bir konuda ilgili her paydaşın gerekli seviyede bilimsel karar destek alması bir gereklilik olarak belirtilmiştir.

Menon, Saiti ve Socratous (2006) araştırmalarına katılan üniversite öğrencilerinin önemli birçoğunun (%75.9) yerleştikleri üniversiteyi daha önce hiç ziyaret etmediklerini, geri kalan öğrencilerden sadece bir üniversite ziyaret edenlerin oranının %14.5, iki üniversite ziyaret

edenlerin oranının %6.4 ve %3.2'sinin de ikiden fazla üniversiteyi ziyaret ettiğini tespit etmişlerdir. Aynı araştırma da Üniversite tercihi öncesinde bilgi talep edilme durumuna ilişkin benzer bir tablo ortaya çıkmaktadır. Katılımcılar arasında en yaygın karar verme modeli olarak, tercih yapmadan önce herhangi bir üniversite hakkında bilgi talep etmeyenlerin oranı (%41,8) oldukça yüksektir. Bu grubu, iki üniversite hakkında bilgi arayanlar (%21,8) ve bir üniversite hakkında bilgi arayanlar (%13,6) izlemektedir. Kayıt öncesinde iki üniversiteden fazlası hakkında bilgi talep edenlerin oranı ise sadece %22,3'tür. Sonuç olarak, birçok katılımcının, yükseköğretim kurumları arasında sistematik karşılaştırmalar yapılmasını sağlayacak bilgi arama sürecine katılmaya isteksiz olduğunu göstermektedir.

Bergerson (2009), öğrencilerin üniversite seçim yaparken değerlendikleri bir dizi tekrarlanan kurumsal faktörden konum, itibar ve sosyal fırsatlar ile finansal kaygıların ortaöğretim sonrası üniversite seçimlerinde önemli bir rol oynadığını değerlendirmiştir.

Simões ve Soares (2010) öğrencinin üniversite/meslek seçimi yapmasını anlamının son zamanlarda akademik açıdan oldukça ilgi gördüğünü, üniversite yöneticilerinin, üniversitelerin pazarlama stratejilerini etkileyebileceğinden, potansiyel öğrencilerin hangi üniversitede eğitim alacaklarına ve bilgileri nereden alacaklarına nasıl karar verdiklerini anlamalarının giderek daha önemli hale geldiğini açık bir şekilde ifade etmişlerdir.

Walsh, Moorhouse, Dunnett ve Barry (2015) meslek seçimi kararının öğrencinin kariyerinde uzun dönemli etkileri olacağını belirtmiştir.

Walsh, Moorhouse, Dunnett ve Barry (2015) öğrencinin üniversitede bölüm seçiminde ne önemli iki faktörün programın ve bölümün itibarı olduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları araştırmada öğrencinin seçim kriterleri ile ilgili makaleleri Şekil 4.14'de listelemiştir.

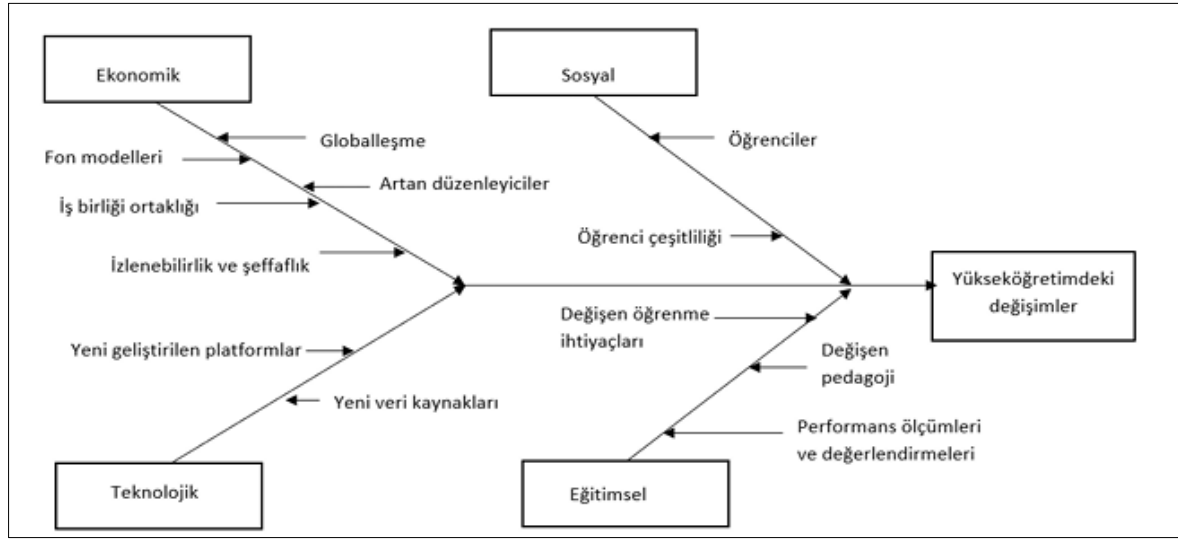
	University reputation / image	Course reputation	Course suitability / range	Career/ prospects	Teaching / faculty quality	Location / proximity	Fees / costs	Facilities	Entry grades	Research quality	Other
Hookey and Lynch (1981) in Soutar and Turner (2002)	✓		✓			✓✓					Type of university old / modern
Murphy (1981) in Raposo and Alves (2007)	✓						✓				Advice from parents / teachers
Webb (1993) in Raposo and Alves (2007)	✓			✓		✓	✓				Influence of brothers & friends
Chapman (1993) in Raposo and Alves (2007)	✓	✓			✓						Accreditations
Coccarri and Javalgi (1995) in Raposo and Alves (2007)	✓	✓	✓		✓		✓				Classroom instruction
Kallio (1995) in Raposo and Alves (2007)	✓		✓					✓			Size of institution financial aid
Oureshi (1995) in Cubillo, Sanchez et al. (2007)	✓	✓	✓				✓				Availability of financial aid
Lin (1997) in Soutar and Turner (2002); Raposo and Alves (2007)	✓			✓	✓		✓	✓			International student life internship opportunities
Turner (1998) in Soutar and Turner (2002)	✓			✓	✓			✓			Qualifications valued by employers
Ivy (2006) in Cubillo, Sanchez et al. (2007)			✓		✓✓					✓	
Donnellan (2002) in Raposo and Alves (2007)			✓			✓					Personal contacts influence of parents social life
Soutar and Turner (2002)	✓		✓	✓	✓	✓					Favoured by family campus atmosphere
Price, Matzdorf et al. (2003) in Cubillo, Sanchez et al. (2007)			✓		✓			✓			Availability of quiet areas & computers
Shanka, Quintal et al. (2005) in Raposo and Alves (2007)					✓	✓	✓				Friends study family recommend safety
Holdsworth and Nind (2005) in Raposo and Alves (2007)		✓	✓	✓		✓	✓				Availability of accommodation
Yamamoto (2006)	✓			✓	✓			✓			Campus and social scholarship
Raposo and Alves (2007)	✓			✓		✓	✓	✓			Level of university promotion Help getting first job

Şekil 4.14. Öğrencilerin üniversite seçim kriterleri ile ilgili makaleler (Walsh, Moorhouse, Dunnett ve Barry, 2015)

Le, Robinson ve Dobe (2020) öğrencilerin seçim davranışlarının, seçimlerini etkileyen faktörleri ve bilgi kaynaklarını dinamik bir şekilde değişen müşteriler olarak anlama ihtiyacını gerektirdiğini, öğrencinin üniversite tercihinin yüksek risk içeren bir karar olduğunu vurgulamıştır.

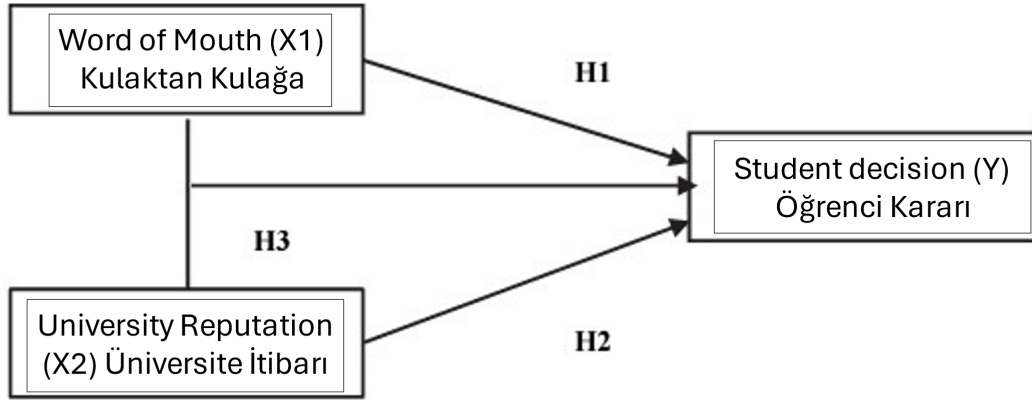
Adefulu, Farinloye ve Mogaji (2020) üniversitelerin daha fazla yerli ve potansiyel uluslararası öğrenci çekmesine olanak tanıyan yüksek öğretimin pazarlanması ve küreselleşmesi dikkate alındığında, üniversitelerin rekabetçi yüksek öğretim pazarında hayatta kalabilmesi için stratejik pazarlamanın daha önemli hale geldiğini belirtmektedir.

Tutsun (2020) yükseköğretim kurumlarının dünya genelinde hızla artan rekabetçi ortam ve karmaşıklık düzeyi ile her geçen gün yeni dinamikler ile karşı karşıya geldiğini belirterek, Şekil 4.15’de yükseköğretim kurumlarını etkileyen günümüz trendlerini vermiştir.



Şekil 4.15. Yükseköğretim kurumlarını etkileyen günümüz trendleri (Tutsun, 2020)

Öğrencinin vereceği kararların seçimine ilişkin literatürde önemli sayıda çalışma yapılmıştır. Vrontis, Thrassou ve Melanthiou (2007) kişisel etki odakları (influencers), lise ile üniversite karakterleri ve çevre üniversitenin öğrenciye dönük kararları yanında öğrencinin kişiliğinin de üniversite seçiminde önemli olduğunu belirtmiştir. Briggs ve Wilson (2007) akademik itibarın, üniversitenin eve uzaklığının ve konumunun öğrenci seçiminde en önemli üç faktör olduğunu ifade etmiştir. Tambunan (2010) tarafından yapılan araştırmada da üniversite ile ilgili maliyetlerinin, tesislerin, konumun, itibarın, öğrencilerin muhasebe bölümlerini seçme kararlarını etkilediğini bulunmuştur. Andriani ve Adam (2013), itibarın, öğrencilerin lisans düzeyinde bölüm seçiminde olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Harahap, Hurriyati, Gaffar ve Amanah (2018) öğrencinin üniversite seçimi kararında “Ağızdan ağıza-Word of mouth” bilginin ve üniversite saygınlığının etkisini araştırmak için Şekil 4.16’da verilen konsept modeli geliştirmiştir. Yazarların yaptıkları araştırmada üniversite saygınlığının öğrencinin üniversite seçiminde daha önemli olduğu tespit edilmiştir. Bu tespit, Robbins (2007) tarafından desteklenmektedir. Le, Robinson ve Dobebe (2020) öğrencinin üniversite seçimi ile ilgili faktörleri üniversite ile ilgili olanlar ve öğrencinin bilgi aldığı kaynaklar olarak gruplamış, seçilen mesleğin geleceğine ilişkin beklentilerin, öğretim kalitesinin, akademisyen kalitesinin ve program kapsamının önemli faktörler olduğunu belirlemiştir.



Şekil 4.16. Öğrenci kararı konseptsel çerçeve (Harahap, Hurriyati, Gaffar ve Amanah, 2018)

Türkiye’de konu ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, uluslararası literatürde tespit edilen faktörler yanında yurt imkanı, giriş başarı sıralamaları gibi ülkeye özel faktörlerinde olduğu tespit edilmiştir. Torlak ve Doğan (2011) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, adayların beklentilerini karşılamayan bir üniversitenin, o üniversitede ne kadar başarılı işler yapılmış olursa olsun, adaylar için tercih sebebi olmayacağı vurgulanmıştır. Bu çalışmada ayrıca, üniversite markası oluşturulurken, çeşitli bileşenlerin etkilerinin karşılaştırılması sonucunda, üniversitenin prestij ve itibarının, kalitesine kıyasla daha belirgin bir öneme sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgular, üniversite markası algısında psikolojik faktörlerin, fiziksel faktörlere göre daha baskın olduğunu ortaya koymaktadır. Araştırma, eğitim sektöründe üniversite adaylarının tercihlerini şekillendiren kriterlerin ve bu tercihlere yol açan ana motivasyonların belirlenmesinin, üniversiteler tarafından yürütülen çalışmalar için kritik önem taşıdığını ifade etmektedir. Üniversite marka algılarındaki üç temel boyutun öne çıktığı; bu boyutların, öğrenci algılarına göre sıralandığında, mezuniyet sonrası beklentiler, üniversitenin özellikleri ve üniversitenin sembolik imgeleri ile tanıtım faaliyetleri olduğu belirtilmiştir. Çalışma, üniversite marka algılaması ile öğrencilerin tercihleri arasında önemli bir ilişki olduğunu da vurgulamaktadır. Yavuzer ve Kahraman’ın (2014) gerçekleştirdiği araştırmada, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi’ni tercih etme sebepleri incelendiğinde, tercihlerini Nevşehirli olmak, Nevşehir’de ikamet etmek ya da Nevşehir’e yakın illerde yaşamak olarak belirten katılımcıların oranının yüksekliği öne çıkmaktadır. Yakar, Odabaş ve Gündeğer (2016) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, öğrencilerin üniversite tercihlerinin altında yatan nedenler ikili karşılaştırma yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında, literatür taraması ve yapılan görüşmeler sonucunda üniversite tercihlerini etkileyen yedi ana boyut tespit edilmiştir: Eğitim kalitesi, sosyal ve fiziksel imkanlar, üniversitenin konumunun sosyal ve fiziksel olanakları, akademik

başarı sıralaması, aile veya arkadaş çevresinin bulunduğu yer, ailenin tercihi, ve rehber öğretmenin tavsiyesi. Araştırma bulgularına göre, Hacettepe Üniversitesi öğrencileri için en önemli tercih sebebi “eğitim kalitesi” olurken, Siirt ve Aksaray Üniversiteleri öğrencileri için en belirgin tercih sebebi “aile veya arkadaş çevresiyle aynı veya yakın bir yerde olmak” olarak belirlenmiştir. Ayrıca hem memnun olan hem de olmayan öğrenciler için, üniversite tercihlerinde en belirleyici faktörün “akademik başarı sıralaması” olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak, tüm öğrenciler açısından en kritik tercih motivasyonunun “akademik başarı sıralaması” olduğu, en az önemli faktörün ise “rehber öğretmenin tavsiyesi” olduğu sonucuna varılmıştır. “Eğitim kalitesi” ise ikinci en önemli tercih sebebi olarak öne çıkmıştır. Yaman ve Çakır (2017) makalelerinde yaptıkları literatür araştırmasında öne çıkan faktörleri akademik itibar, üniversitenin konumu, eğitim kalitesi, tercih edilen bölümün mevcudiyeti, fakültenin kalitesi, maliyetler, itibarlı bir bölümde okumak, finansal yardım, mezunların iş bulma oranı, verilen derslerin çeşitliliği, kurumun büyüklüğü, öğrenciyi çevreleyen topluluk, yüksek lisans programlarının mevcudiyeti, öğrencilerin iş bulma imkânları, sınıfların büyüklüğü, sosyal hayatın kalitesi, müfredat dışı programların varlığı, yüksek lisans programlarına başvuru, personel hizmetlerinin dostane oluşu, itibarı yüksek diğer kurumlarla bağlantıların mevcudiyeti, kabul şartları ve kampüs olanaklarının çekiciliği olarak sıralamışlardır. Kendi araştırmalarında ise üniversitenin bilinirliği / marka olması, öğretim üyelerinin kalitesi / okulun akademik itibarı, kampüsün çekici olması, imkan ve olanakları, okulun merkezi bir lokasyonda bulunması / ulaşım imkanlarının kolaylığı ve eğitim verilen bölümlerin çeşitliliği faktörlerini incelemişlerdir. Araştırma bulguları, öğrencilerin tercih süreçlerinde, üniversitenin markasına göre daha çok, arzu ettikleri bölümün varlığını öncelikli kriter olarak değerlendirdiklerini ortaya koymaktadır. Arzu edilen bölümün eksikliği, diğer faktörlerin sabit kaldığı durumlarda, bir üniversitenin tercih edilmemesinde önemli bir etkene dönüşmektedir. Bu temel kritere ek olarak, öğrenciler öğretim üyelerinin kalitesi ve üniversitenin akademik prestijine de büyük önem atfetmektedirler. Arzu edilen bölümün varlığına benzer şekilde, bir üniversitenin akademik olarak düşük prestije sahip olması da öğrenciler üzerinde negatif bir etkiye sahiptir. Kampüs olanakları ve özellikleri ise, istenen bölümün bulunması, öğretim üyelerinin kalitesi ve akademik itibar gibi faktörlerin ardından, öğrencilerin tercihlerini etkileyen üçüncü önemli faktör olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, üniversite adaylarının, kampüs imkanlarının yetersiz algılanması durumunda, tercih süreçlerinde olumsuz yönde etkilendiği gözlemlenmiştir. Y. Kuzu, Sıvacı ve O. Kuzu (2018) 12. sınıf öğrencilerinin üniversite tercihlerini etkileyen faktörler okul türüne, ailenin gelir düzeyine, anne ve babalarının çalışıp

çalışmaması durumuna göre incelenmiş, elde edilen sonuçlara göre, “Üniversitenin eğitim kalitesi” her değişken için en önemli faktör olarak bulunmuş, “Ailemin isteği”, “Rehber uzmanının yönlendirmesi” ve “Üniversitenin aile veya arkadaş çevresi ile aynı veya yakın ilde olması” faktörleri en önemsiz faktörler arasında yer almıştır. Doğan ve Türkmen (2019) öğrencilerin üniversite tercihlerinde en önemli faktörlerin üniversitedeki eğitim-öğretim kalitesi ve mezunların iş bulma imkânları, tercihte en az etkili faktörün ise ailesinin bulunduğu kentte olması olduğu belirtilmiş, ayrıca öğrenciler için ilin ekonomik şartlarının uygunluğu ve üniversitenin konumunun da etkili faktörler olduğu vurgulanmıştır. Palabıyık, Bayındır ve Uygun (2020) tarafından Türkiye’de mühendislik dalında en başarılı olan altı üniversite için akademik kadro, iş dünyası ile etkileşim, sosyal kültürel olanaklar, modern, bilimsel, teknolojik altyapı ve yurt imkanı kriter olarak seçilerek “Aksiyomatik tasarım” yöntemiyle üniversite seçimi ele alınmış, araştırma sonucunda ağırlıklar akademik kadro, iş dünyası ile etkileşim, sosyal kültürel olanaklar, modern, bilimsel, teknolojik altyapı ve yurt imkanı için sırası ile 0.321, 0.202, 0.031, 0.242, 0.204 olarak tespit edilmiştir. Sosyal kültürel olanaklar en düşük katsayıyı alırken, akademik kadro en yüksek katsayıyı almıştır. Öğrencilerin 1/3’ü (%33.6) meslekle ilgili olumlu görüşleri, %23.5’i çeşitli nedenlerle çaresizlik yaşadığı ve aldığı puanla açıkta kalmamak için %28.2’si meslekle ilgili avantajları olduğunu düşündüğü için %14.7’si ise başkalarının önerileri ile halen devam ettiği fakülte/yüksekokuldan mezun olduğunda sahip olacağı mesleği seçtiğini belirtmiştir.

Géryk ve Popelínský (2014) yükseköğretim kurumlarında akademik analitiğin iş zekası yerine kullanıldığını, öğrenci başarısının ve öğrenme ile ilgili unsurların geliştirilmesi için eyleme geçirebilecek zekanın (Actionable intelligence) yaratılmasında görsel analitik araçlarından yararlanılabileceğini belirtmişlerdir.

Literatür incelemesi sonuçları, görsel analitik temelli bir karar destek sisteminin henüz var olmadığını ortaya koymaktadır. Bu durum, bu alanda geliştirilebilecek bir modelin, karar destek sistemleri alanına önemli bir yenilik katma potansiyeline işaret etmektedir. Bu tezde, mevcut sınırlılıkları aşmayı ve görsel analitik ile karar destek sistemleri alanlarında ilerleme sağlamayı amaçlayarak, "Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi" adında yeni bir model önerilmektedir.



5. GÖRSEL ANALİTİK TEMELLİ KARAR DESTEK SİSTEMİ

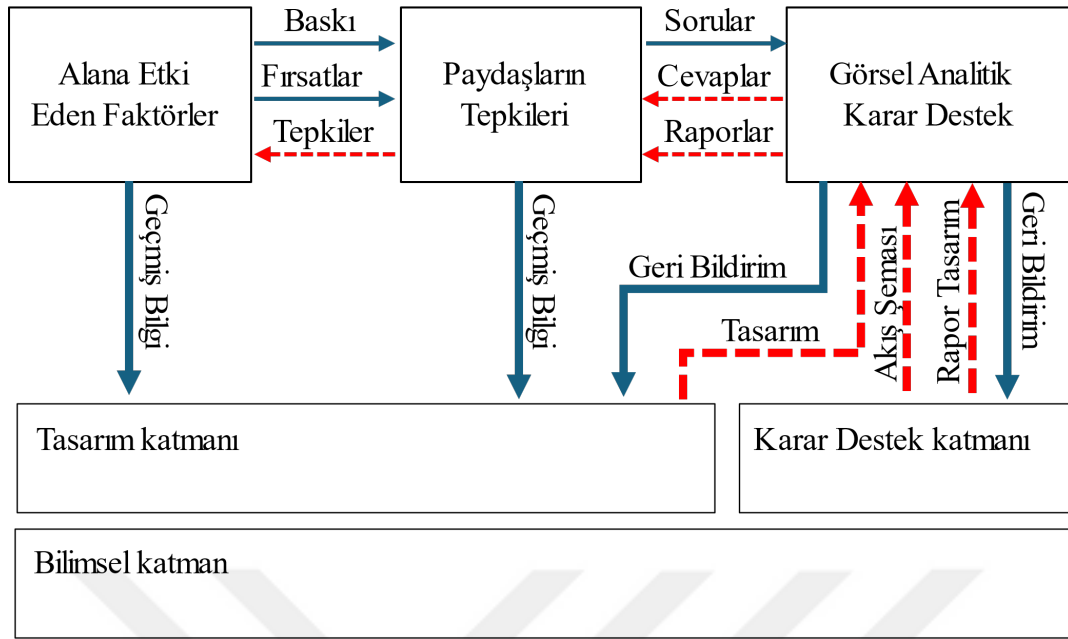
Bu tez çalışmasında geliştirilen “Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi” modeli görsel analitik yaklaşımını ve karar destek sistemini birleştiren yenilikçi bir yaklaşımdır. Bu model, karar verme süreçlerinde veri analizi ve görselleştirme tekniklerinin entegrasyonu üzerine kurulmuştur. Bu entegrasyon, karar verme süreçlerinin daha etkileşimli ve verimli hale getirilmesini amaçlamıştır.

5.1. Model

Bu çalışmada karar destek çalışmalarının yürütüleceği alana etki eden faktörler ve bu faktörlerin alana ilişkin paydaşlar üzerinde yarattığı baskı ve fırsatlara paydaşların verdiği tepkilere ilişkin bilgilerin bilimsel olarak tasarımının yapılarak, paydaşlara karar destek verecek şekilde görsel analitik altyapısının hazırlandığı ve paydaşların bu görsel analitik temelli karar destek sisteminden yararlanarak tepkilerini yapılandırdığı bir model geliştirilmiştir. Geliştirilen bu model veri hazırlama, görsel tasarım, görsel analitik ve bu süreçlerin bütünsel bir yaklaşımla karar destek sağlamak amacı ile nasıl rapor tasarımlarına ve kullanıcı etkileşimine dönüştürülebileceğini göstermektedir. Bu modelde veri gizliliği ve güvenliği konusunda ilave bir katman planlanmamıştır. Bu hususların ilgili kullanıcının veya kurumun bilgi sistemleri kapsamında teknik olarak çözülmesi gerektiği düşünülmüştür. Bu modelin üst yaklaşımı alana etki eden faktörlere paydaşların görsel analitik temelli karar destek sisteminden yararlanarak tepki vermesi üzerine yapılanmıştır. Alana etki eden faktörler ve bu faktörlerin yarattığı baskı ve fırsatlara verilen tepkilere ilişkin tepkilerin oluşturduğu bilgilerin tasarım, bilimsel ve karar destek katmanlarında değerlendirilerek paydaşlara basit (kullanımı kolay), etkili ve etkin (kullanıcı odaklı), bilimsel (regresyon ve hipotez test kabiliyetli), güncel (grafiklerin yorumlanmasında yapay zeka destekli) bir görsel bilgi aktarımına dönüştürülmesi planlanarak etki-tepki-destek yaklaşımı ile görsel analitik temelli bir karar destek sistemi modeli geliştirilmiştir.

Görseldeki akış yönleri ve ilişkiler bu farklı işlevlerin birbirleriyle nasıl etkileşime girdiğini gösterir. Örneğin, mavi oklar genellikle bilgi akışını/talebini, kırmızı kesikli oklar ise geri bildirim veya düzeltme adımlarını temsil eder.

Şekil 5.1’de modelin temel bileşenleri ve aralarındaki ilişkiler gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Etki-Tepki-Destek Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi Modeli

Alana Etki Eden Faktörler

Alana etki eden faktörler, herhangi bir sistemin veya sürecin çıktılarını doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyebilecek değişkenlerdir. Bu faktörler hem içsel hem de dışsal olabilir. İçsel faktörler, organizasyonun iç yapısından kaynaklanan etmenlerdir (örneğin, kurumsal kültür, kaynakların dağılımı, mevcut teknoloji). Dışsal faktörler ise organizasyonun kontrolü dışındaki olayları ve koşulları içerir (örneğin, ekonomik trendler, yasal düzenlemeler, teknolojik yenilikler). Bu faktörlerin tanımlanması ve analizi, bir organizasyonun stratejik planlaması ve karar verme süreçleri için hayati öneme sahiptir. Bu faktörler aşağıda genel olarak listelenmiştir.

- İçsel Faktörler:
 - Kurumsal Kültür: Organizasyonun değerleri, inançları ve davranışları.
 - Organizasyon Yapısı: Şirketin hiyerarşisi, departmanları ve iş akışı.
 - İnsan Kaynakları: Çalışanların beceri düzeyleri, motivasyonu ve performansı.
 - Teknolojik Altyapı: Mevcut teknolojilerin ve süreçlerin etkinliği.
 - İş Süreçlerinin Etkinliği: İş akışlarının verimliliği ve optimizasyonu.
- Dışsal Faktörler:
 - Piyasa Koşulları: Talep, arz ve rekabet durumu.

- Ekonomik Trendler: Genel ekonomik sağlık, faiz oranları ve döviz kurları.
- Yasal Düzenlemeler: Yürürlükteki yasalar, standartlar ve zorunluluklar.
- Sosyo-Kültürel Değişimler: Tüketici davranışları ve demografik değişiklikler.
- Teknolojik Gelişmeler: Yeni teknolojilerin ortaya çıkışı ve teknolojik ilerleme.

Paydaşların Tepkileri

Paydaşlar bir organizasyonun faaliyetlerinden doğrudan ya da dolaylı olarak etkilenen ya da organizasyonun faaliyetlerini etkileyebilen bireyler, gruplar veya kurumları ifade eder. Paydaşların tepkileri, alana etki eden faktörlerin bir sonucu olarak ortaya çıkan eylemler ve karşılıklar olarak düşünülebilir. Bu tepkiler, organizasyonun kararlarını, politikalarını ve stratejilerini şekillendirmede önemli bir rol oynar. Örneğin, müşterilerin geri bildirimleri, çalışanların katılımı, tedarikçilerin teslimat performansı veya düzenleyici kurumların yasal zorunlulukları bu kategoride değerlendirilebilir.

Görsel Analitik Karar Destek Sistemleri

Görsel analitik karar destek sistemleri büyük ve karmaşık veri kümelerinin analiz edilmesine ve bu analizlerin sonuçlarının görsel olarak sunulmasına olanak tanıyan teknolojik araçlardır. Bu sistemler veri görselleştirme teknikleri ve analitik modelleme yöntemlerini kullanarak, karar vericilerin veriye dayalı ve bilgiye dayalı kararlar almasına yardımcı olur. Görsel analitikler karar verme sürecindeki karmaşıklığı azaltır, öngörülerini artırır ve paydaşların tepkilerinin daha iyi anlaşılmasını sağlar.

Modelin Bileşenleri Arasındaki İlişkiler

Alana etki eden faktörler ve paydaşların tepkileri arasındaki etkileşim karar destek sistemlerinin temelini oluşturur. Bu etkileşim, görsel analitik karar destek sistemleri tarafından işlenir ve çeşitli görselleştirme teknikleriyle desteklenir. Böylece, karar vericilerin hem mikro hem de makro düzeyde bilinçli ve etkili kararlar almasına imkan tanınır. Model, bu üç ana bileşen arasında sürekli bir bilgi akışı sağlar ve karar verme sürecini dinamik bir yapıya kavuşturur. Bu yapıyı destekleyen katmanlar ise tasarım, karar destek ve bilimsel katman olarak belirlenmiştir.

Tasarım katmanı, yönetim bilişim sistemleri mimarisinin merkezi bir unsuru olarak,

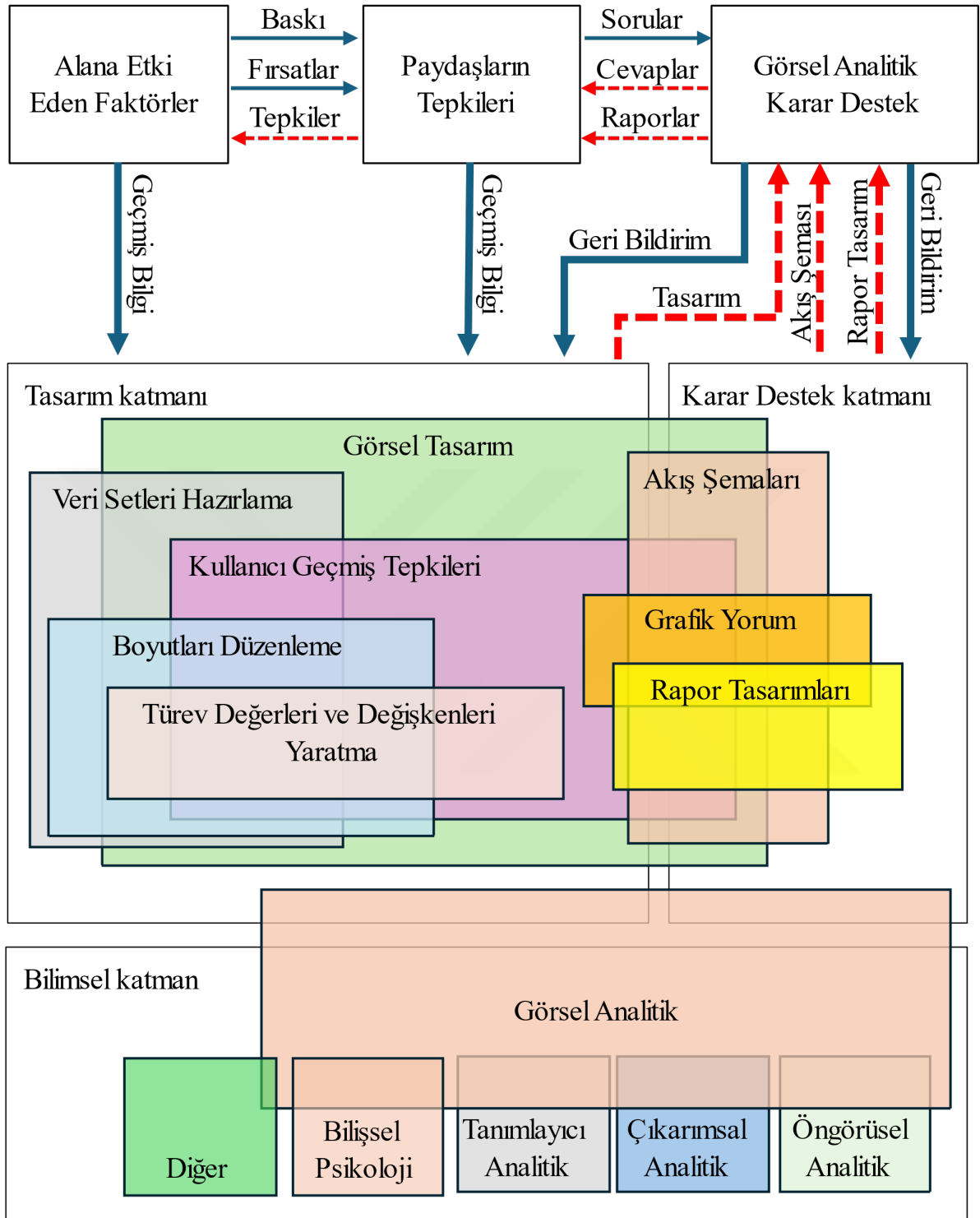
sistemlerin kullanıcı etkileşimi ve işlevsellik yönlerinin şekillendirildiği alanı ifade eder. Bu katman, kullanıcı ihtiyaçlarına ve iş süreçlerine uygun olarak tasarlanmış arayüzler, iş akışları, veri görselleştirme teknikleri ve analitik araçları içerir. Temel amacı, son kullanıcıların sistemle etkili bir şekilde etkileşime girebilmesini ve gereksinim duydukları bilgiyi hızlı ve etkin bir biçimde elde edebilmelerini sağlamaktır.

Karar destek katmanı, karar verme sürecinde kritik bir rol oynar. Bu katman karar vericilere stratejik, taktiksel ve operasyonel kararlar alırken bilgi sağlar. Karar destek katmanı, alana etki eden faktörler ve paydaşların tepkileri arasındaki ilişkileri anlamak ve bu bilgileri organizasyonun avantajına kullanmak için gerekli araçları ve metodolojileri sunar. Bu katmanın etkisi veri toplama, analiz, görselleştirme ve yorumlama yeteneklerine dayanır.

Bilimsel katmanın teorik temelleri, karar verme süreçlerinin temelini oluşturan teorik modeller ve kavramlarla donatılmıştır. Bu temeller organizasyonların ve sistemlerin işleyişine dair derinlemesine anlayış sağlar ve modelin kapsamını genişletir. Örneğin, bilgi sistemleri teorisi ve organizasyon teorisi, sistemlerin nasıl tasarlanacağı ve yönetileceği konusunda kapsamlı bir çerçeve sunar. Ayrıca, karar teorisi ve oyun teorisi gibi teorik modeller, paydaşların etkileşimlerinin ve karar verme süreçlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlar. Bilimsel katmanın modeldeki entegrasyonu, alana etki eden faktörlerin ve paydaş tepkilerinin çok boyutlu analizine olanak tanır. Bu katman organizasyonların karmaşık ve belirsiz ortamlarda esnek ve dinamik stratejiler geliştirmelerine yardımcı olur ve bilimsel prensipler üzerine kurulması da bu emeller üzerine kurulan üst yapıların güvenilirliğini ve faydasını artırır.

Süreçler arası bağlantıları anlamak ve her bir işlevin paydaşlara veya ilişkili olduğu faaliyetler/süreçlere nasıl katkıda bulunduğunu bilmek ve değerlendirmek, görsel analitik sürecinin etkinliği için önemlidir.

Modelin detay yapısı Şekil 5.2’de verilmiştir.



Şekil 5.2. Etki-Tepki-Destek Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi Detay Modeli

Tasarım Katmanı

Tasarım katmanı, veri sunumu, bilgi üretimi ve raporlama sürecinin veri altyapısı, görsel / bilişsel estetik ve kullanıcı deneyimi yönlerini ele alır. Bu katmanda dikkat edilmesi gereken

temel faaliyetler sırası ile (faaliyetler iç içe geçmiş olabilir, birbirlerini geri dönüşümlü olarak etkileyebilir) aşağıda sunulmuştur:

Veri Setleri Hazırlama: Bu aşama, alana ilişkin verilerin analize uygun hale getirilmesi sürecidir. Ham verilerin temizlenmesi, dönüştürülmesi ve işlenmesi gerekebilir. Bu süreç, veri setlerinin analitik araçlar tarafından kolayca kullanılabilir hale getirilmesini sağlar. Burada asıl olan, modelin farklılık sunduğu ve modelin farklı alanlarda kullanılabilir olmasını sağlayan temel husus veri yapısının jenerik olmasıdır.

Geçmiş Bilgiler: Bu safhada alana etki eden faktörler ve bu faktörlere paydaşların verdiği tepkilere ilişkin bilgiler veri setine dönüştürülür ve zaman boyutu ile etiketlenir. Ayrıca, kullanıcıların önceki raporlar veya görselleştirmelerle etkileşimlerinden elde edilen geri bildirimleri içerir (Uygulamada bu geri bildirim kayıtlarının oluşturulması gerçekleştirilmemiş ama öneriler kısmına eklenmiştir). Kullanıcı deneyimini iyileştirmek için bu bilgilerin analiz edilmesi ve uygulanması önemlidir. Geçmiş bilgilere ilişkin veri seti paydaşlar tarafından alana ilişkin verilerden yaratılacak bilgilerin, içgörülerin yorumlanmasında kullanılabilecektir.

Boyutları Düzenleme: Veri boyutlarının ve hiyerarşilerinin düzenlenmesi, verilerin anlamlı ve etkili bir şekilde görselleştirilmesini, veriden başka türlü öngörülmesi mümkün olmayacak zeka üretilmesini sağlar. Bu işlem, verilerin analiz için doğru şekilde yapılandırılmasını içerir. Boyutlar hem değerleri tanımlayan özellikleri (anahtar boyut/boyutlar) hem zaman boyutunu hem de değer değişkenlerini içerir. Boyutlar ayrıca, ilave olarak alt boyutlara ayrılabilir ve üst boyutlarda gruplandırılabilir. Alt/üst boyutlar yine daha alt ve üst boyutlara doğru geliştirilebilir. Bu durum çok boyutlu veri setlerinin daha da çok boyutlu hale getirebilir. Ama modelimizde bu durum bir karmaşıklık problemi yaratmaktan ziyade veriden bilgi, içgörü/zeka üretimini kolaylaştırıcı bir yaklaşım olarak değerlendirilmiştir.

Türetilmiş Değerleri ve Değişkenleri Yaratma: Türetilmiş değişkenler, mevcut veri setlerinde bulunan değer değişkenlerinden yararlanarak hesaplanmış, geliştirilmiş yeni değişkenlerdir. Bu faaliyet, analiz için gerekli olan ancak doğrudan veri setinde bulunmayan ek bilgi boyutlarının türetilmesini sağlayarak verilerin farklı boyutlarla da incelenebilmesini sağlar. Bu değişkenler genellikle ortalamalar, oranlar, gruplamalar gibi farklı şekillerde

yapılabilir.

Görsel Tasarım: Bu faaliyet, verilerin görsel sunumunun temelini oluşturur ve analiz sürecinin sonraki aşamaları için önemlidir. Bu aşama modelin en önemli aşamalarındandır. Burada tüm alanlara uygun bir şekilde basit (kullanımı kolay), etkili ve etkin (kullanıcı odaklı), bilimsel (regresyon ve hipotez test kabiliyetli), güncel daha sonra geliştir bir görsel tasarım ve bu tasarımın veri bağlantıları oluşturulur. Bu tasarımda iş zekası örneklerinde kullanılan karmaşık çoklu görseller yerine basit, paydaşlarda bilişsel yükü artırmayacak, bilgiden anlam çıkarmayı kolaylaştıracak bir tasarım geliştirilmelidir. Bu tasarımda bir veya iki görsel oluşturulması, hatta bu görsel tasarım konusunda paydaşlara seçim imkanı tanınması, bu görsellerde eksenlerin etkileşimli olarak seçimi ve karşılıklı değiştirilmesinin mümkün olması, değer değişkenlerinin paydaşların oluşturduğu tasarımı değiştirmeden değiştirilebilmesi, değer değişkenlerin gösteriminin sayı, oran, ortalama, sayılı (count) veya karşılaştırılmalı olarak yapılabilmesi sağlanmalıdır.

Karar Destek Katmanı

Bu modelde karar destek katmanı paydaşlara sağlanacak yapısal karar destek çalışmalarında kullanılacak akış şemalarının oluşturulması, tasarım katmanında oluşturulan görsel bilgi tasarımlarının yapay zeka ile yorumlanması ve son olarak tekil ekranlardan ziyade alan ile ilgili özel bir konuda rapor şablonlarının oluşturulması faaliyetlerini kapsar.

Akış Şemaları: Görselin sağ tarafında akış şemaları ile ilgili işlevler görülmektedir. Akış şemaları genellikle süreçlerin, görevlerin ve kararların görsel temsili için kullanılır. Bu şemalar, karmaşık süreçleri basitleştirmeye ve iş akışlarını optimize etmeye yardımcı olur. Bu şemalar paydaşlara sağlanacak yapısal karar destek çalışmalarında kullanılmak üzere her bir aşamada paydaşların yapacağı seçimlere göre diğer aşamaya geçilmesi, bu esnada gerektiğinde görsel bilgilendirmeler yapılması planlanmıştır. Bu şemalar bir anlamda paydaşların varmak istedikleri hedeflere, vermek istedikleri karara kadar olan bir yol haritası olarak da düşünülebilir. Görsel tasarımda akış şemaları ile paralel, görsel, gerektiğinde metinsel bilgi vererek paydaşın hedefine, kararına doğru ilerleyecek tarzda düzenlenmiştir.

Grafik Yorum: Bu kısımda, modelde paydaşların üretecekleri görsellerin paydaşlara bilişsel yük getirmemesi veya onlara bilişsel destek olması açısından görsellerin anlamını ve

içgörülerini açıklamak için yapay zeka araçları kullanılmıştır. Bu faaliyet aslında, model ile paydaşların bilgi sohbetini zenginleştirecek, aralarındaki bağı derinleştirecek ve paydaşları modeli kullanma motivasyonlarını artıracak bir faaliyettir.

Rapor Tasarımları: Etkili rapor tasarımları, verilerin yazılı olarak net, anlaşılır ve etkili bir şekilde sunulmasını sağlar. Burada amaç alan ile ilgili yapılacak sınıflamada paydaşların önemli gördüğü kategorilerde belirli bir akış şemasında bilgi görsellerinin metinsel yorum ve içgörülerle anında bir rapor olarak üretilmesidir.

Bilimsel Katman

Bu katman alana özel veya alan bağımsız bilimsel bilgilerin tasarıma ve karar destek faaliyetlerine yansıtılması gereken hem tasarım hem de karar destek katmanını destekleyen bir alt yapı katmanıdır. Bu katman, veri analizi sürecinin derinlemesine kavranmasını sağlayarak stratejik kararlar almak için gerekli içgörülerini sağlar.

Bilişsel Psikoloji: Veri görselleştirmelerinin nasıl işlendiği ve anlaşıldığı üzerine odaklanır. Bu alandaki bilgilerin tasarıma, akış şemalarına ve rapor tasarımlarına yansıtılmalıdır. Kullanıcıların verileri nasıl algıladıklarını ve yorumladıklarını anlamak için bu aşamada bilişsel psikoloji prensipleri uygulanır.

Tanımlayıcı Analitik: Veri setindeki desenleri, eğilimleri ve ilişkileri açıklayan analitik türüdür. Alan verisinin veya diğer verilerin hızlı bir şekilde anlamlandırılması için bu aşamada çalışmalar yapılır.

Çıkarımsal Analitik: Veri setlerinden çıkarımlar yapma ve hipotez test etme sürecidir. Karar destek katmanına ve tasarım katmanına çıkarımsal analitik için gerekli işlemlerin yapılması konusunda bilgi desteği sağlanır.

Öngörüsöl Analitik: Gelecekteki olayları veya trendleri tahmin etmek için kullanılan analitik tekniklerdir. Aslında burada jenerik olarak hareketli ortalamanın veya daha ileri öngörüsöl analitik yöntemlerin kullanılmasına imkan sağlayacak veri ve model düzenlemeleri tasarım ve karar destek katmanında sağlanır.

Belirtilen bu konular dışında alana özel farklı bilimsel disiplinler söz konusu olabilir. Bu disiplinlerin prensipleri ve yöntemleri de dikkate alınmalıdır. Model karar destek sistemleri ve görsel analitik bileşenleri üzerine kurulmuştur. Model, KDS'nin karar verme süreçlerinde sağladığı yapılandırılmış ve yarı yapılandırılmış karar destek mekanizmalarını temel alır. Bu, kullanıcılara duruma özel karar verme görevlerinde rehberlik eder ve çeşitli senaryolar için analitik çözümler sunar.

Görsel Analitik: Modelin bu bileşeni, verileri görselleştirmeye odaklanır. Görsel analitik, kullanıcıların veri setlerini daha derinlemesine keşfetmelerini ve karmaşık veri ilişkilerini görsel yollarla anlamalarını sağlar. Bu veri keşfini daha etkileşimli ve verimli hale getirir.

5.2. Modelin Veri Seti Temel Bileşenleri

Jenerik Veri Seti

Çalışmada geliştirilen jenerik veri seti modeli, karar destek sistemlerinin temel ihtiyaçlarından biri olan çok boyutlu veri analizini kolaylaştırmak için tasarlanmıştır. Bu model, özellikle zaman serisi analizleri, anahtar performans göstergelerinin (KPI) izlenmesi ve çeşitli boyutlar altında veri incelemesi gibi çeşitli analitik ihtiyaçları desteklemek üzere kurgulanmıştır. Modelin temel yapısı, verilerin zaman, ilgili anahtar değişkenler ve bu değişkenlerin alabileceği değerler ile bu değerleri açıklayan boyutlar boyutu (Değer Değişkeni) üzerinden organize edilmesine dayanır.

$T_m = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ T_m m zaman bilgisini içerecek tek bir zaman değişkenidir.

$V_n = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ V_n değerleri niteleyen n değişkeni/boyutu belirtir.

$K_p = \{k_1, k_2, \dots, k_p\}$ K_p anahtar değişkenleri niteleyen p değişkeni belirtir.

$D_r = \{d_1, d_2, \dots, d_r\}$ D_r değer değişkenlerini niteleyen r değişkeni belirtir.

Zaman Boyutu

Zaman boyutu analizlerin zaman serisi bağlamında yapılabilmesi için kritik bir öğedir. Bu sütun, veri noktalarının gözlemlendiği veya kaydedildiği zamanı belirtir ve trend analizleri, dönemsel karşılaştırmalar veya zaman serisine dayalı tahminler gibi çeşitli zaman odaklı analizlere olanak tanır.

Anahtar Değişken/Değişkenler Sütunu

Anahtar değişken sütunu, veri setindeki her bir gözlemi benzersiz bir şekilde tanımlayan ve veri seti ile ilişkili diğer tablolar arasında bir bağlantı kurulmasını sağlayan değişken veya değişkenlerden oluşur. Anahtar değişken/değişkenler veri setinin diğer tablolarla entegrasyonunu sağlayarak, çok boyutlu veri analizinde derinlemesine bir esneklik ve bağlamsal zenginlik sunar.

Değerleri Niteleyen Değişkenler/Boyutlar Sütunu/Sütunları

Boyutlar veya özellikler (Attributes) sütunu değerleri tam olarak tanımlayan genellikle kategorik bilgilerdir. Bu boyutlar kendi içlerinde hiyerarşik bir yapıda olup olmadığı incelenir, böyle bir durum varsa bu boyutlar kendi içlerinde ayrı bir alt boyu olarak tanımlanır. Ayrıca bu aşamada, her bir boyuta ilişkin üst ve alt boyutlar oluşturulabilir. Bu boyutlar verinin data detaylı, daha derinlikli ve geniş olarak incelenmesine imkan sağlar.

Değer Değişkeni Sütunu

Değer değişkeni sütunu, analiz edilen fenomeni veya ölçümü tanımlayan boyutları birleştiren bir "boyutlar boyutu" olarak işlev görür. Bu sütun, tek bir değişken altında birden fazla boyutu entegre ederek, veri modellemesinde ve analizinde önemli bir esneklik sağlar. Bu yaklaşım, karmaşık veri yapılarını basitleştirir ve analitik sorguların daha etkin bir şekilde yönetilmesine olanak tanır.

Değer Sütunu/Sütunları

Değer sütunu, belirli bir zaman ve anahtar değişken kombinasyonu için ölçülen veya kaydedilen değeri içerir. Bu sütun, analitik hesaplamaların ve veri görselleştirmelerin temelini oluşturur ve veri setinin temel analitik birimini temsil eder.

Bu jenerik veri seti modeli karar destek sistemlerinde veri yönetimi ve analiz süreçlerinin esnekliğini ve etkinliğini artırmayı hedefler. Modelin tasarımı veri setinin çeşitli analitik ihtiyaçlara uyum sağlayabilmesi ve karar verme süreçlerini destekleyebilmesi için özenle

düşünülmüştür. Bu yaklaşım, karar destek sistemlerinin karmaşık veri yapılarını daha etkin bir şekilde yönetmesine ve analiz etmesine olanak tanır, böylece daha bilgilendirilmiş ve etkili kararların alınmasına katkıda bulunur.

Şekil 5.3’de modelin jenerik veri seti yapısı ortaya konulmuştur. Bu veri seti alt veri seti kümelerinin birbirleri ile ilişkilendirilmeleri neticesinde bu duruma getirilecektir. Ayrıca, modeldeki boyutlar/özellikler ile değer değişkenleri kendi aralarında bir hiyerarşik yapı içinde sınıflandırılabilir, bu durum özellikle çok boyutlu veri setlerinde analizlerin daha kolay yapılabilmesine imkan tanır. Bu sınıflandırma boyutlar için üst boyut değişkenleri, değer değişkenleri için üst değer değişkenleri olarak adlandırılabilir.

Anahtar Sütunlar				Zaman Boyutları				Boyutlar/Özellikler				Değer Değişkenleri			
k_1	k_2	...	k_p	t_1	t_2	...	t_m	v_1	v_2	...	v_n	d_1	d_2	...	d_r

Şekil 5.3. Modelin jenerik veri seti yapısı

Modelde Tutsun (2020)’deki öğrenme analitikleri düzeylerinde Şekil 5.4’de görüldüğü gibi bir sınıflamanın olması özellikle hem kullanıcı düzeyinde hem de analitik düzeyde anlamayı kolaylaştıracaktır.



Şekil 5.4. Öğrenme analitiklerinin düzeyleri (Tutsun, 2020)

Tutsun (2020) Şekil 5.5’de görülen bir analitik sürecinin “veri” ile başladığını, ancak verinin tek başına yeterli olmadığını, verinin anlam kazanması için sorular sorulmasını ve yeni bir bakış açısı yakalamak için cevaplar aranmasını, sürecin son aşamadaki amacın ise davranış

değişikliği yaratmak ve ortaya yeni anlamlar çıkarmak olduğunu ifade etmektedir. Bu yapı benzer şekilde bu model tasarımında da temel olarak korunmuştur. Tasarım bu süreçte uygun bir şekilde yürütülecek şekilde yapılmıştır.



Şekil 5.5. Öğrenme analitikleri süreç modeli (Tutsun, 2020)

Bu çalışmada, veri analizi ve görsel analitik süreçlerinde uygulanabilirlik ve esneklik sağlamak amacıyla özgün bir yaklaşım olarak jenerik bir veri seti yapısı geliştirilmiştir. Bu yaklaşımın temel özelliği, farklı konularda ve kaynaklardan elde edilen veri setlerini, modelin gereksinimlerine uygun bir formata dönüştürme yeteneğidir. Jenerik veri seti formatı, modelin doğrudan ve verimli bir şekilde kullanılabilmesi için tasarlanmıştır.

Jenerik veri seti formatı veri setlerinin standart bir yapıda düzenlenmesini içerir. Bu yapı her veri setinin belirli bir sayıda sütundan oluşmasını ve bu sütunların zaman, bir veya birden fazla değişken boyutu ve değer değişkenlerini içermesini öngörür. Bu standartlaştırılmış yapı çeşitli veri tiplerinin ve yapıların model tarafından kolayca işlenmesine olanak tanır.

Jenerik veri seti yaklaşımı modelin çeşitli veri setlerine uygulanabilirliğini artırır. Herhangi bir konuda oluşturulan veri setleri, bu jenerik formata dönüştürüldüğünde, model doğrudan kullanılabilir hale gelir. Bu durum, modelin farklı disiplinler ve uygulama alanlarına geniş çapta adaptasyonunu sağlar. Kullanıcılar, modeli kendi özel ihtiyaçlarına göre uyarlayabilir ve çeşitli veri setlerinden hızlıca içgörü elde edebilirler.

Bu özgün yaklaşım veri analizi ve karar destek sistemleri alanında önemli bir yenilik olarak kabul edilebilir. Jenerik veri seti formatının uygulanması, modelin kullanımını daha esnek

ve erişilebilir kılar. Bu yaklaşım, özellikle büyük ve karmaşık veri setlerini işleyen, farklı veri türleriyle çalışan araştırmacılar ve uygulayıcılar için büyük bir kolaylık sağlar.

"Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi" modelinde benimsenen jenerik veri seti yapısı ve görsel analitik yaklaşımı, iş dünyasındaki karar verme süreçlerini dönüştürme potansiyeline sahip yenilikçi ve etkili bir çözüm sunmaktadır. Bu model, veri analizi ve görselleştirmeyi kullanıcıların erişimine sunarak, işletmelerin ve bireylerin veri tabanlı karar alma süreçlerinde daha bilinçli ve etkili olmalarını sağlar.

Modelin görsel analitik bileşeni grafiklerin bir, iki veya en fazla üç boyutlu olarak bir veya en fazla üç görsel ile kullanıcı tercihi ile düzenlenebilmesini öngörmektedir. Bu esnek düzenleme kullanıcıların farklı veri setlerini hızlı ve etkili bir şekilde görselleştirebilmesine olanak tanır. Kullanıcılar oluşturdukları grafiklerde x ve y eksenlerini belirleyebilir ve hangi değer değişkeninin kullanılacağını seçebilirler. Bu özellik, modelin kullanıcı tarafından kolayca uyarlanabilir ve özelleştirilebilir olmasını sağlar.

"Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi" modelinin bu yaklaşımı, kullanıcıların veri analizi süreçlerine daha aktif bir şekilde katılmasını ve elde edilen içgörülerin derinliğini artırmasını hedefler. Model görsel analitik ve karar destek mekanizmalarını bütünleştirerek, kullanıcıların karmaşık veri setlerini daha sezgisel ve etkileşimli bir şekilde keşfetmelerini ve anlamlandırmalarını sağlar. Böylece, veri analizi ve karar verme süreçlerinde kullanıcı deneyimini önemli ölçüde iyileştirmektedir.

5.3. Modelin İşlevselliği ve Faydaları

Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi, karar destek modellerine görsel analitik yaklaşımlarını ekleyerek literatüre yeni bir katkı sağlayacaktır. Bu model karar destek sistemleri ve görsel analitik modellerinin güçlü yönlerini birleştirerek, kullanıcılara veri keşfi, analizi ve karar verme süreçlerinde önemli bir destek sunacaktır. Özellikle karmaşık ve veri yoğun iş ortamlarında, bu model, kullanıcılara rekabet avantajı sağlayacak değerli içgörüler ve çözümler sunma potansiyeline sahiptir. Model karar vericilere, verileri analiz etme ve bunlardan anlamlı sonuçlar çıkarma konusunda kapsamlı bir destek sunabilecektir.

Görsel analitik ile zenginleştirilmiş KDS bileşenleri, karar vericilere şu avantajları sağlar:

Veri Keşfi ve Anlama: Kullanıcılar, görsel araçlar aracılığı ile veri setlerini daha kolay keşfedebilir ve yorumlayabilir. Bu, karmaşık veri setlerinden içgörülerin hızlıca çıkarılmasını sağlar.

Etkileşimli Karar Destek: Model, kullanıcılara, çeşitli senaryolar ve olası sonuçlar üzerine etkileşimli bir şekilde çalışma imkanı sunar. Bu, daha bilinçli ve veri odaklı kararlar almayı kolaylaştırır.

Bu tezde oluşturulan yenilikçi model, çok boyutlu veri setlerinin etkili bir şekilde analiz edilmesi için tasarlanmıştır. Bu model türetilmiş veri boyutlarına odaklanma, etkileşimli ve esnek görselleştirme araçlarına sahiptir. Bu özellikler, modelin çeşitli alanlarda ve farklı karar destek senaryolarında kullanılabilirliğini artırarak, kullanıcılara daha derinlemesine içgörüler kazandırma ve bilgilendirilmiş kararlar alabilme imkanı tanır.

Modelin geliştirilmesine ek olarak, kullanıcı deneyimini zenginleştirmek amacıyla, filtrelenmiş veri setleri üzerinde regresyon analizi yapabilme ve filtrelenen verilere göre anlık hipotez testleri gerçekleştirebilme yetenekleri entegre edilebilir. Bu bütünlük yaklaşım, kullanıcıların veriye dayalı kararlarını daha sağlam bir temele dayandırmalarını ve böylece karar alma süreçlerinde daha yüksek bir başarı ve verimlilik düzeyine ulaşmalarını sağlar. Modelin bu yetenekleri, karmaşık veri setlerinden elde edilen içgörülerin kolayca paylaşılmasını ve anlaşılmasını sağlayarak, veri analizi ve karar destek süreçlerini daha etkili ve verimli hale getirir.

Sonuç olarak, "Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi" modeli, görsel analitik ve karar destek sistemleri disiplinlerinde önemli bir yenilik olarak öne çıkar ve kullanıcılarına veriye dayalı karar alma süreçlerinde eşsiz bir destek ve yol gösterici sunar.

Bu model, aşağıdaki temel özelliklere sahip bir yapı sunmaktadır:

Jenerik Veri Yapısı: Model, çok boyutlu veri setlerinin analiz edilmesi için tasarlanmış, çeşitli veri türleri ve kaynaklarından gelen bilgileri entegre edebilen genel bir yapıya sahiptir. Bu yapı verilerin zaman, ilgili anahtar değişkenler ve bu değişkenlerin alabileceği değerler ile bu değerleri açıklayan boyutlar boyutu (Değer Değişkeni) üzerinden organize

edilmesine dayanır. Literatürde, karar destek sistemlerinde çok boyutlu veri setlerinde bu tür bir yapıya dair bir örnek tespit edilememiştir. Bu yapının, modelin farklı alanlarda ve çeşitli karar destek senaryolarında uygulanabilirliğini artıracakı değerlendirilmektedir.

Türetilmiş Veri Boyutlarına Vurgu: Model, veri analizi süreçlerinde derinlemesine içgörüler elde etmek amacıyla, türetilmiş veya hesaplanmış veri boyutlarını ön plana çıkarır. Bu yaklaşım, verilerin daha kapsamlı bir şekilde analiz edilmesini ve böylece daha bilgilendirici sonuçlar elde edilmesini sağlar. Bu yaklaşımda, iki farklı değişken arasında yapılacak işlemler neticesinde türetilen yeni bir değişken yaratılabilir, bu değişkene “Türetilmiş Değişken” adı verilir. Bu türetilen değişken, orijinal veri setindeki değişkenlerin bir kombinasyonu, dönüşümü veya bir işlem sonucu olabilir. Türetilmiş değişkenlerden, türetilmiş değerlerden literatürde bahsedilmektedir. Literatürde türetilmiş değişkenlerin karar destek sistemlerindeki veya görsel analitik çalışmalarındaki etkisinden yeterince bahsedilmemektedir. Türetilmiş değişkenlerin görsel analitik temelli karar destek sistemlerinde verinin içerdiği değerlere ilave boyutlar, dolayısı ile veriye derinlik kazandıracağı, öngörülmesi başka türlü mümkün olmayacak birçok bilgi boyutunda bu yaklaşımla önemli ve şaşırtıcı sonuçlar alınabilecektir.

Etkileşimli ve Esnek Görselleştirme: Model, kullanıcıların ihtiyaçlarına göre eksenleri değiştirerek farklı veri boyutlarını ve metriklerini kolayca keşfedebilmelerini sağlayan etkileşimli görselleştirme araçlarına sahiptir. Bu özellik, karar verme süreçlerinde kullanıcıların verilere dayalı içgörüler elde etmelerine yardımcı olur ve bu sayede daha etkili kararlar alınmasına olanak tanır.

Bu model, basitliği ve etkililiği ile karar vericiler için odaklanmış bir bilgilendirme aracı olarak tasarlanmıştır. Modelin esnek yapısı, kullanıcıların çeşitli senaryolarda ve farklı veri setlerinde etkileşimli analizler yapmalarını kolaylaştırır ve böylece karar destek sistemlerinin etkinliğini artırır.



6. GÖRSEL ANALİTİK TEMELLİ KARAR DESTEK SİSTEMİ: YÜKSEKÖĞRETİM UYGULAMASI

Görsel analitik, insan-odaklı döngü yaklaşımını bir adım öteye taşır. Bu yaklaşım, görsel analitik uygulamak için insan zihninin algısal yeteneklerini etkileşimli veri görselleştirmeleriyle birleştirir. Görsel analitik, bir araç değil, insan algısını görsel veri keşfetme sürecine entegre etmeyi amaçlayan insan merkezli bir süreçtir. Uzmanın öncelikle veriyi ve bağlamını anlaması gerekir. Veri hazırlandıktan sonra, etkileşimli görselleştirmeler kullanılarak verilerden kalıplar bulunabilir ve yararlı bilgiler çıkarılabilir. İdeal bir görsel analitik çözümü, az ya da hiç kodlama gerektirmemeli, kullanıcının birden fazla kaynaktan veri birleştirmesine izin vermeli, kolayca özelleştirilebilen etkileşimli görselleştirmeler sunmalı, veriyi herhangi bir ayrıntı düzeyinde detaylandırma özelliği içermeli ve verilerin genel bir anlayışını elde etmek için çoklu görünümleri birleştirebilmelidir. Bu detaylar dikkate alınarak görsel analitik temelli karar destek sistemi yükseköğretim uygulaması yapılmıştır.

Bu çalışma iki aşamalı olarak sunulmuştur. İlk aşamada görsel analitik yaklaşım uygulanmadan, ikinci aşamada ise görsel analitik yaklaşımı kullanılarak bir karar destek sistemi oluşturularak aralarındaki farklılık gösterilmiştir.

Bu tez ile ileri veri analizi, iş zekası, görsel analitik ve karar destek mekanizmalarını yenilikçi bir yaklaşımla bütünleştirerek "Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi Modeli" geliştirilmiş, özellikle bu modelin uygulaması olarak yükseköğretim alanı seçilmiştir. Bu kapsamda uygulamaya "Yükseköğretim Zekası için Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi Modeli" ismi seçilmiştir. Bu sistem, yükseköğretim verileri analizi, iş zekası, görsel analitik ve karar destek mekanizmalarının birleşiminden oluşur. Modelin temel amacı, yükseköğretim kurumlarının karşılaştığı karmaşık sorunlara bilgi odaklı (knowledge based) çözümler sunmak ve bu süreçte görsel analitik araçlarını kullanarak veri keşfini ve anlamayı kolaylaştırmaktır.

Bu model iki ana bileşeni bütünleştirir: görsel analitik ve karar destek sistemi. Karar Destek Sistemi bileşeni, yükseköğretim kurumlarının karşılaştığı belirsiz ve karmaşık karar verme

gereksinimlerine çözüm sunar. Görsel Analitik bileşeni ise, veri setlerinin görsel olarak keşfetmeyi ve bu verilerden karmaşık desenleri ve ilişkileri, trendleri anlamayı kolaylaştırır.

Bu kapsamlı model, görsel analitik ve karar destek bileşenlerini bütünleştirerek, yükseköğretim kurumlarına yönelik gelişmiş bir zeka platformu sunar. Her bir bileşenin benzersiz özellikleri ve yetenekleri, YÖK Atlas verilerini işleme ve analiz etme sürecinde birbirlerini destekleyerek, yükseköğretim alanında tüm paydaşların karar verme süreçlerini dönüştürmeyi hedefler.

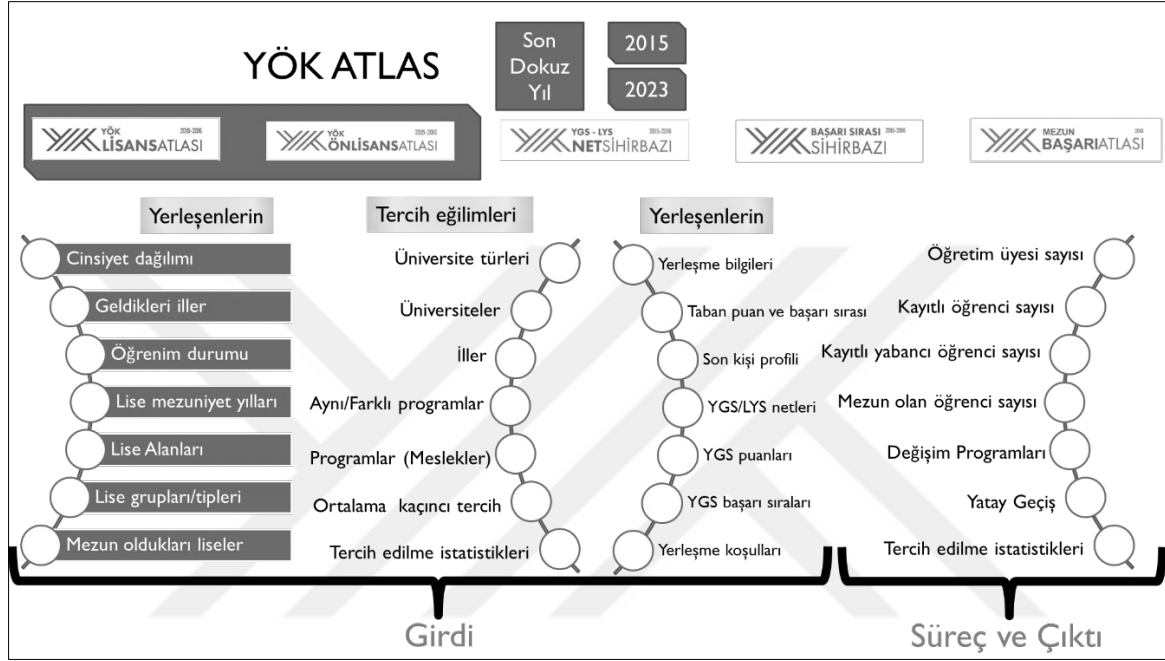
Görsel Analitik bileşeni bu verilerin görsel olarak işlenmesini sağlayarak, karmaşık veri setlerini daha anlaşılır ve erişilebilir hale getirir. Veri görselleştirme teknikleri kullanarak, kullanıcılara ilgi duydukları, bilgi almak istediği alanlarda, konularda etkileşimli ve sezgisel bir veri keşfi deneyimi sunar. Görsel analitik, kullanıcıların veri setlerinden elde edilen desenleri ve ilişkileri daha kolay yorumlamalarını sağlar, böylece karar alma sürecinde daha etkin bir rol oynar.

Karar destek sistemi bileşeni, yükseköğretim kurumlarının karşılaştığı belirsiz ve karmaşık karar verme gereksinimlerine yönelik çözümler sunar. YÖK Atlas verilerini kullanarak, öğrenci başarı oranları, tercih eğilimleri ve mezuniyet istatistikleri gibi kritik alanlarda analiz yapar. Bu analizler, kurumların stratejik planlama ve kaynak tahsisinde daha bilinçli kararlar almasını sağlar.

Bu modelin bütünlük yapısı yükseköğretim paydaşlarının (kurumlar-YÖK-Üniversiteler-MEB, araştırmacılar, öğrenciler, veliler) YÖK Atlas verilerinden en fazla faydayı sağlamalarını ve bu verileri stratejik karar alma süreçlerinde etkin bir şekilde kullanmalarını sağlar. Her bir bileşen, kendi özgün yetenekleriyle modelin genel işlevselliğini zenginleştirirken, birlikte çalışarak, eğitim sektöründeki karar verme süreçlerini daha verimli, bilgilendirici ve sonuç odaklı hale getirir.

YÖK Atlas verilerini kullanarak görsel analitik ve KDS bileşenleri yükseköğretim paydaşlarına karar verme süreçlerinde değer yaratabilecek şekilde modelde bir araya getirilmiştir. Bu çalışmada bileşenlerin yarattığı sinerji birlikte gözlemlenmiştir.

Görsel analitik temelli karar destek sistemi modeli uygulaması yükseköğretim verileri kullanılarak uygulamada gösterilmiştir. Modelin uygulaması olarak yükseköğretim alanı Yüksek Öğretim Kurulu'nun 2015 yılından itibaren halka sunduğu açık kaynak verisinin toplum için önemi, verinin detayı ve kapsam genişliği nedeni ile seçilmiştir. YÖK Atlas sisteminde halka açık olarak sunulan veri tablolarının isimleri Şekil 6.1'de sunulmuştur.



Şekil 6.1. YÖK Atlas tabloları

YÖK Atlas web sayfasında sunulan hizmetler ve bilgi ekranları Şekil 6.2'de sunulmuştur. Bu hizmetler arasında uygulama için YÖK Atlas lisans bilgileri <https://yokatlas.yok.gov.tr/lisans.php?y=101110581> linkinde görüldüğü gibi her bir program için tek tek sorgulanarak her bir üniversite için tüm programlar tek tek indirilmiş, daha sonra her bir programın veri dosyaları birleştirilerek her bir tablonun veri seti meydana getirilmiştir. Bu aşamada sonucunda, örneğin 2023 yılı için Şekil 6.4'de görülen 29 tablo için (Bu tablo farklı yıllarda farklı olması nedeni ile genelde 34'dür) 210 klasörde, büyüklüğü 339 MB toplam 340.054 dosya oluşturulmuştur. 2015-2023 yılları arası toplam dokuz yıl dikkate alındığında yaklaşık 3.060.000 dosyaya ait yaklaşık 3 TB boyutunda bir büyüklüğe sahip dosyaların tümü analiz için birleştirilmiştir. Tabi her bir tablonun kendine özgü yapısı nedeni ile tabloya özel düzenlemeler yapılarak YÖK Atlas Lisans jenerik veri seti oluşturulmuştur. Jenerik ifadesi bundan sonraki yıllarda da oluşacak veriler sadece bu

veri setine eklenerek analiz edilebilir hale geleceği için, ayrıca asıl model de kullanılan bir ifade olduğu için kullanılmıştır.

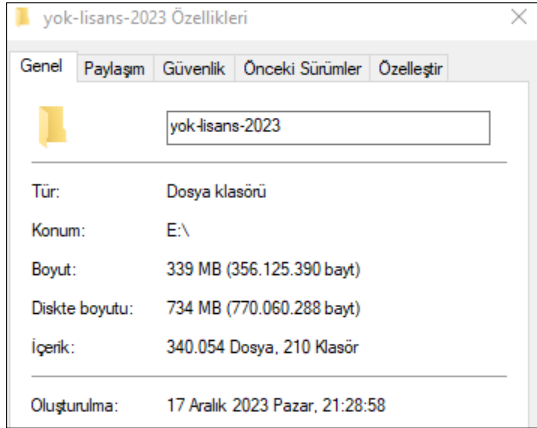
The screenshot displays the YÖK Atlas web interface. At the top, there is a navigation bar with links: Üniversitelerimiz, Program Atlası, Tercih Sihirbazı, Mezun Başarı Atlası, Net Sihirbazı, Meslek Atlası, Tercih Listem, and a search bar. Below the navigation bar, the main header reads "Yükseköğretim Program Atlası" and "Öğrenci dostu YÖK Tercihlerinizde Sizinde".

The main content area features a large banner with the YÖK logo and text: "Temel Bilimler (Fizik, Kimya, Biyoloji, Matematik), Yapay Zeka Mühendisliği ile Yapay Zeka ve Veri Mühendisliği alanlarında 20 Araştırma Üniversitesinin 78 programına ilk 3 sırada yerleşen öğrencilere burs imkanı. 234 öğrenciye 12 ay süreyle aylık 1875 TL burs verilecektir. www.yok.gov.tr".

Below the banner, there are several service tiles, each with a YÖK logo and a title:

- YÖK ÜNİVERSİTELERİMİZ**: "Üniversitelerimiz" modülüyle seçeceğiniz Üniversite hakkında bilgi almak artık çok kolay... Üniversitelerimiz Modülünde, Türkiye'deki her bir Üniversitenin öğrenci ve öğretim elemanı sayılarının yanında kuruluş yılı, resmi web sitesi, sosyal medya linkleri, iletişim bilgileri, spor tesisleri, spor takımları, öğrenci toplulukları, yurt kapasitesi, laboratuvar sayıları ve yüzölçümleri bilgilerine erişebileceksiniz.
- YÖK LİSANSATLASI**: Lisans programlarına yerleşenlerin puanları, başarı sıraları, YKS netleri, geldikleri ilceler, geldikleri bölgeler; programda görevli öğretim üyeleri, yabancı uyruklu öğrenciler, Erasmus trafiği ve benzeri pek çok detay parmaklarınızın ucunda... YKS'de Merkezi Yerleştirme ile öğrenci alan lisans programlarının (fakülte/yüksekokul) detayları burada yer almaktadır.
- YÖK ÖNLİSANSATLASI**: Önlisans programlarına yerleşenlerin puanları, YKS netleri, geldikleri ilceler, mezun oldukları ilçe alan ve dalları; programda görevli öğretim üyeleri, geçmiş yıllarda verilen mezun sayısı, yatay geçiş trafiği ve benzeri pek çok detaya tek bir "tık" ile ulaşın... YKS'de Merkezi Yerleştirme ile öğrenci alan önlisans programlarının (meslek yüksekokulu) detayları burada yer almaktadır.
- LİSANS TERCİH SİHİRBAZI**: 2023 YKS ile öğrenci alan lisans programlarının kontenjan bilgilerine buradan ulaşabilirsiniz. Son 4 yılın taban başarı sıraları, puan türü değişen programların eski puan türündeki taban başarı sıraları, şehir, üniversite türüne, burs oranlarına, öğretim türüne göre arama yapma imkanı... · 2023-YKS Yükseköğretim Programları ve Kontenjanları Kılavuzu'ndan derlenmiş olup, nihai kontrollerini
- ÖNLİSANS TERCİH SİHİRBAZI**: 2023 YKS ile öğrenci alan önlisans programlarının kontenjan bilgilerine buradan ulaşabilirsiniz. Son 2 yılın taban başarı sıraları, puan türü değişen programların eski puan türündeki taban başarı sıraları, şehir, üniversite türüne, burs oranlarına, öğretim türüne göre arama yapma imkanı... · 2023-YKS Yükseköğretim Programları ve Kontenjanları Kılavuzu'ndan derlenmiş olup, nihai kontrollerini
- MEZUN BAŞARIATLASI**: Tercih Kılavuzu'nda yer alan lisans programlarından mezun olanların merkezî uzmanlık sınavlarında gösterdikleri başarıyı görün değerlendirin. Sadece girdi değil, çıktı kalitesini de sınavın... Mezunların KPSS-1, KPSS-2, TUS-TT1, TUS-TT2, TUS-KTP, DUS, AB-AYB sınav başarılarını değerlendirebilirsiniz.
- YGS - LYS NETSİHİRBAZI**: Hedefinizdeki meslek ve üniversiteye geçen sene yerleşenlerin YKS'deki başarılarını görmek ve elizi hedefe ulaşacak en doğru verilere ulaşmak artık çok kolay. Tıklayın... YKS'de Merkezi Yerleştirme ile öğrenci alan lisans - önlisans programlarına yerleşenlerin TYT-AYT testlerinde yaptıkları yerleşen son kişinin Netleri burada yer almaktadır.
- YKS MESLEKATLASI**: Üniversite adaylarının meslek seçimine ışık tutacak tercih istatistiklerine buradan ulaşabilirsiniz. YKS'de mesleklerin tercih edilme istatistiklerini inceleyerek hangi mesleklerin daha çok tercih edildiğini değerlendirebilirsiniz.
- YKS TERCİHLİSTEM**: YKS tercihlerinize ışık tutacak tercih listenizi buradan oluşturabilirsiniz. Adaylar üniversite ve program seçimlerini yaparak tercih listelerini oluşturabilirler. Tercih listelerindeki programları sıralayabilir, boşlu ve diğer bilgilerini görenek kendi durumlarını değerlendirebilirler.

Şekil 6.2. YÖK Atlas web sayfasında sunulan hizmetler ve veri kaynakları



Şekil 6.3. YÖK Atlas Lisans 2023 verilerine ilişkin istatistiki bilgiler

Şekil 6.4’de YÖK Lisans Atlasında Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği ile ilgili tablolar görülmektedir. Bu tablolar içlerinde alt tablolarda barındırmaktadır. Bu tabloların içerdiği ilave boyutlarla analiz yapılmasını güçleştirmektedir. Burada önem ifaden diğer bir hususta görüldüğü gibi YÖK sadece mevcut yıl ile son iki yılın bilgilerini vermektedir. 2015 yılından itibaren her yıl bu veriler program program sorgulanarak alınmış, böylelikle 9 yıllık bir büyük veri seti oluşturulmuş, yıllara sari trend analizi yapılabilecek bir yıl büyüklüğüne ulaşılmıştır. Bu arada üniversiteye giriş sınavında meydana gelen birçok önemli değişikliğinde modelde öngörüldüğü gibi “Alana Etki Eden Faktörler” olarak kaydedilmiş ve modelde kullanıcının merak etmesi durumunda görülebilecek şekilde yerleştirilmiştir.

GAZİ ÜNİVERSİTESİ (ANKARA)		Üniversite Türü: Devlet
Fakülte / YO : Mühendislik Fakültesi		
Program : 104110642 - Endüstri Mühendisliği		Puan Türü: SAY
+ Tercih Listeme Ekle		Hesabı Aç Hesabı Kapat
Yükseköğretim Girdi Göstergeleri (2023 YKS)		
2021 Yılı 2022 Yılı 2023 Yılı		
Akademik Kadro		Yerleşen Son Kişinin Profili ↑
Genel Bilgiler ↑		Yerleşenlerin YKS Net Ortalamaları ↑
Kontenjan, Yerleşme ve Kayıt İstatistikleri ↑		Yerleşenlerin YKS Puanları ↑
Yerleşenlerin Cinsiyet Dağılımı ↑		Yerleşenlerin YKS Başarı Sıraları ↑
Yerleşenlerin Geldikleri Coğrafi Bölgeler ↑		Ülke Genelinde Tercih Edilme İstatistikleri ↑
Yerleşenlerin Geldikleri İller ↑		Yerleşenler Ortalama Kaçınıcı Tercihlerine Yerleşti? ↑
Yerleşenlerin Öğrenim Durumu ↑		Yerleşenlerin Tercih Eğilimleri - Genel ↑
Yerleşenlerin Liseden Mezuniyet Yılları ↑		Yerleşenlerin Tercih Eğilimleri - Üniversite Türleri ↑
Yerleşenlerin Mezun Oldukları Lise Alanları ↑		Yerleşenlerin Tercih Eğilimleri - Üniversiteler ↑
Yerleşenlerin Mezun Oldukları Lise Grubu / Tipleri ↑		Yerleşenlerin Tercih Eğilimleri - İller ↑
Yerleşenlerin Mezun Oldukları Liseler ↑		Yerleşenlerin Tercih Eğilimleri - Aynı/Farklı Program ↑
Yerleşen Okul Birincileri ↑		Yerleşenlerin Tercih Eğilimleri - Programlar (Meslekler) ↑
Taban Puan ve Başarı Sırası İstatistikleri ↑		Yerleşme Koşulları ↑
Yükseköğretim Süreç ve Çıktı Göstergeleri		
Öğretim Üyesi Sayısı ve Unvan Dağılımı ↓		Değişim Programı ile Giden/Gelen Öğrenci Sayıları ↓
Kayıtlı Öğrenci Sayısı ↓		Yatay Geçiş ile Gelen/Giden Öğrenci Sayıları ↓
Programdan Mezun Olan Öğrenci Sayıları ↓		

Şekil 6.4. Gazi Üniversitesi YÖK Atlas tablo listesi

Şekil 6.5’de sadece yine 2023 yılı Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği’ne ait genel bilgiler tablosu içeriği görülmektedir. Görüldüğü gibi sadece bu tablo bile yükseköğretim ile ilgili yapılacak analizlerde ciddi destek sağlayabilecekken geri kalan 28 tablo ile bu alanda görsel analitik yardımı ile önemli yükseköğretim keşifleri yapılabilecek, yükseköğretim ile ilgili alınan kararların yıllar içindeki etkisi gözlemlenebilecektir. Örneğin YÖK’ün TYT puanının iki yıl korunabilmesi için aldığı karar görsel analitik karar destek sisteminde bu karar öncesi liseden mezun olanların kazanlar arasında birinci orana sahipken bu karar sonrası artık mezun öğrencilerin oranının yeni mezun oranlarını geçtiğini göstermektedir.

İlköğretim Matematik Öğretmenliği	
ÖSYM Program Kodu	100210026
Üniversite Türü	Devlet
Üniversite	ADYAMAN ÜNİVERSİTESİ
Fakülte / Yüksekokul	Eğitim Fakültesi
Puan Türü	SAY
Burs Türü	Ücretsiz
Genel Kontenjan	25
Okul Birincisi Kontenjanı	1
Toplam Kontenjan **	32
Genel Kontenjane Yerleşen	25
Okul Birincisi Kontenjanına Yerleşen	1
Toplam Yerleşen	32
Boş Kalan Kontenjan	0
İlk Yerleşme Oranı	%100,0
Yerleşip Kayıt Yapırmayan	---
Ek Yerleşen	---
0,12 Katsayı ile Yerleşen Son Kişinin Puanı *	401,48608
0,12 + 0,06 Katsayı ile Yerleşen Son Kişinin Puanı *	---
0,12 Katsayı ile Yerleşen Son Kişinin Başarı Sırası *	108.842
0,12 + 0,06 Katsayı ile Yerleşen Son Kişinin Başarı Sırası *	---
2023 Tavan Puan(0,12) *	445,95839
2023 Tavan Başarı Sırası(0,12) *	61.898
2022'de Yerleşip 2023'de OBP'si Kınılarak Yerleşen Sayısı *	---
Yerleşenlerin Ortalama OBP'si *	447,897
Yerleşenlerin Ortalama Diploma Notu *	89,5

*: Tübitak ve Engelli ek puanı ile Genel Kontenjane yerleşenler dışında Genel Kontenjane yerleşen son (taban) / ilk (tavan) kişinin değeridir.
 **: Toplam Kontenjan = Genel + Okul Birincisi + Şehit-Gazi Yakını + 34 Yaş Üstü Kadın + Depremzede Aday kontenjanları toplamından oluşmaktadır.

Şekil 6.5. Gazi Üniversitesi endüstri mühendisliği genel bilgiler tablosu içeriği

Veri Seti

$$T_m = \{2015, 2016, \dots, 2023\}$$

$V_n = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ V_n değerleri niteleyen n değişkeni/boyutu belirtir.

$K_p = \{T_m, P_s\}$ P_s üniversitelerin program kodları ile yıllar.

$D_r = \{d_1, d_2, \dots, d_r\}$ D_r değer değişkenlerini niteleyen r değişkeni belirtir.

T ile gösterilen değişkenler modelde sadece YÖK Lisans Atlas verilerinin ait olduğu yılları gösterecek şekilde belirlenmiştir.

K ile gösterilen anahtar değişkenler ise bazen program kodu bazen de program kodu ve yıl ikilisi olacak şekilde modelde belirlenmiştir.

V ile gösterilen değerleri niteleyen boyutlara örnek olarak Şekil 6.6’da gösterilen değişkenler verilmiştir. Tam liste model ekranında mevcuttur. Ayrıca bu boyutlarda da türetilmiş boyutlar mevcut olabiliyor. Örneğin UNICED tarafından kullanılan eğitim sınıflandırması ISCED sınıflamasındaki programlarla mevcut program adları birbirleri ile eşleştirilerek stratejik seviyede yükseköğretim analizi yapılabilecek bir karar destek imkanı kazanılmıştır.



Şekil 6.6. Değerleri niteleyen n değişken

YÖK Lisans Atlas web sayfasından indirilen tablolar ve isimleri Şekil 6.7’de verilmiştir. 29 tablo farklı alanlarda yer almaktadır. Bazıları liselerle ilgili yerleşen öğrenci bilgileri verirken, bazı tablolar yerleşen öğrencilerin netleri ile bilgiler vermekte, bazı tablolar tercihlerle ilgili derinlemesine veri üretmekte, bazı tablolarda akademisyenler, mevcut ve

mezun öğrenci sayılarını vermekte, bazı tablolarda kontenjan, yerleşen sayısı, puan ve başarı sıraları ile bilgiler vermektedir.

Tablolar
Genel Bilgiler
Kayıtlı Öğrenci Sayısı
Kontenjan, Yerleşme ve Kayıt İstatistikleri
Öğretim Üyesi Sayısı ve Unvan Dağılımı
Programdan Mezun Olan Öğrenci Sayıları
Taban Puan ve Başarı Sırası İstatistikleri
Tercih Sırasına Göre Yerleşen Sayısı
Ülke Geneline Tercih Edilme İstatistikleri
Yatay Geçiş ile Gelen Öğrenci Sayıları
Yatay Geçiş ile Giden Öğrenci Sayıları
Yerleşen Okul Birincileri
Yerleşen Okul Birincileri Liseleri
Yerleşenler Aynı veya Farklı Şehir
Yerleşenler Ortalama Kaçınca Tercihlerine Yerleşti?
Yerleşenlerin Cinsiyet Dağılımı
Yerleşenlerin Geldiği Şehirler
Yerleşenlerin Geldikleri Coğrafi Bölgeler
Yerleşenlerin Liseden Mezuniyet Yılları
Yerleşenlerin Mezun Oldukları Lise Alanları
Yerleşenlerin Mezun Oldukları Lise Grubu / Tipleri
Yerleşenlerin Mezun Oldukları Liseler
Yerleşenlerin Ortaöğretim Başarı Puanları
Yerleşenlerin Öğrenim Durumu
Yerleşenlerin Tercih Eğilimleri - Aynı/Farklı Program
Yerleşenlerin Tercih Eğilimleri - Genel
Yerleşenlerin Tercih Eğilimleri - İller
Yerleşenlerin Tercih Eğilimleri - Programlar (Meslekler)
Yerleşenlerin Tercih Eğilimleri - Üniversite Türleri
Yerleşenlerin Tercih Eğilimleri - Üniversiteler
Yerleşenlerin YKS Başarı Sıraları
Yerleşenlerin YKS Net Ortalamaları - AYT
Yerleşenlerin YKS Net Ortalamaları - TYT
Yerleşenlerin YKS Net Ortalamaları - YDT
Yerleşenlerin YKS Puanları

Şekil 6.7. YÖK Atlas tablo listesi

Şekil 6.8’de de bu tablolarda verilen sayısal bilgilerin, yani modelde kullanıldığı adı ile değerlerin isimleri vardır. Modelde bu değer isimlerine modelde değer değişkenleri adı verilmiştir. Aşağıda verilen tanımlamada “r” değeri 45’dir. Bununla beraber bu sayı türetilmiş değerler ile daha da artacaktır. Türetilmiş değerler hem ağırlıklı ortalamalar yolu

ile hem de değer değişkenleri arasındaki oranlar yolu ile olacaktır. Bu değerler karar destek ekranında görülecektir.

$D_r = \{d_1, d_2, \dots, d_r\}$ D_r değer değişkenlerini niteleyen r değişkeni belirtir.

Değer Değişkenleri
0,12 + 0,06 EK PUAN İLE NET SAYISI
0,12 + 0,06 EK PUAN İLE YERLEŞENLER
0,12 KATSAYI İLE NET SAYISI
0,12 KATSAYI İLE YERLEŞEN SON KİŞİNİN BAŞARI SIRASI
0,12 KATSAYI İLE YERLEŞEN SON KİŞİNİN PUANI
0,12 KATSAYI İLE YERLEŞENLER
0,18 KATSAYI İLE YERLEŞEN SON KİŞİNİN BAŞARI SIRASI
0,12 + 0,06 KATSAYI İLE YERLEŞEN SON KİŞİNİN BAŞARI SII
0,12 + 0,06 KATSAYI İLE YERLEŞEN SON KİŞİNİN PUANI
0,12 KATSAYI İLE YERLEŞEN SON KİŞİNİN BAŞARI SIRASI
0,12 KATSAYI İLE YERLEŞEN SON KİŞİNİN PUANI
ADAY SAYISI
AKADEMİSYEN SAYISI
BOŞ BIRAKILAN TERCİH
BOŞ KALAN KONTENJAN
EK YERLEŞEN
GENEL KONTENJAN
GENEL KONTENJANA YERLEŞEN
GENEL KONTENJANA YERLEŞEN SAYISI
KAYITLI ÖĞRENCİ SAYISI
KAZANIP KAYIT YAPTIRMAYAN
KESİN KAYIT
KULLANILAN ORTALAMA TERCİH SAYISI
KULLANILAN TERCİH
LİSE SAYISI
MEZUN ÖĞRENCİ SAYISI
OBSSİ KIRILARAK YERLEŞEN SAYISI
OKUL BİRİNCİSİ KONTENJANI
OKUL BİRİNCİSİ KONTENJANINA YERLEŞEN
ORTAÖĞRETİM BAŞARI PUANI
ÖĞRENCİ SAYISI
TAVAN BAŞARI SIRASI (0,12)
TAVAN PUAN (0,12)
TERCİH EDİLME SIRASI
TERCİH HAKKI
TERCİH SAYISI
TERCİH SIRASI
TOPLAM KONTENJAN
TOPLAM YERLEŞEN
YERLEŞEN SAYISI
YERLEŞENLERİN ORTALAMA DİPLOMA NOTU
YERLEŞENLERİN ORTALAMA OBPSİ
YERLEŞENLERİN PUANI
YERLEŞENLERİN TOPLAM TERCİH HAKKI
YERLEŞİP KAYIT YAPTIRMAYAN

Şekil 6.8. Değer değişkenleri listesi (Genişleyebilir)

Şekil 6.8’de bulunan 45 değişken Şekil 6.9’da görülen üst değer değişkenleri altında yeniden gruplandırılmıştır. Giriş ve çıktı bilgileri model ekranında daha da detaylandırılmıştır.

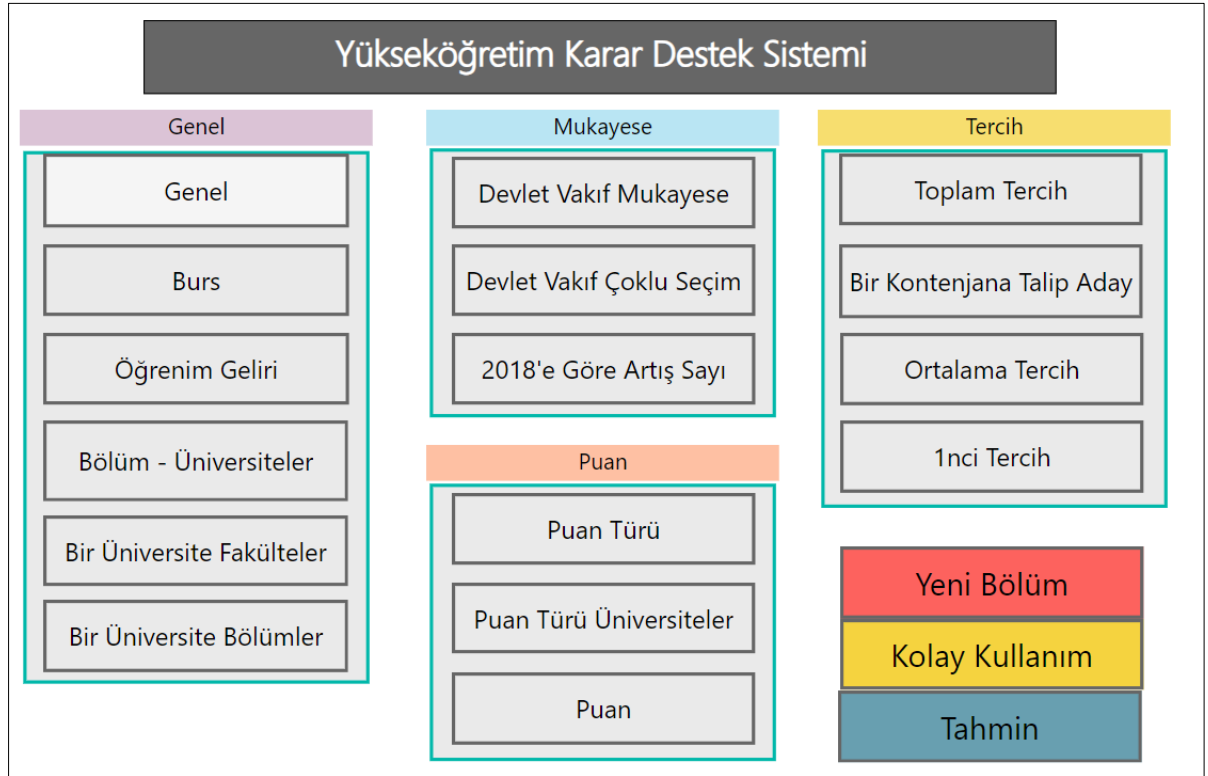
Üst Değer Değişkenleri
Giriş Bilgileri
Kontenjan
Puan
Tercih
Yerleşen
Çıktı Bilgileri

Şekil 6.9. Değer değişkenlerin gruplandığı üst değer değişkenleri

6.1. Görsel Analitik Yaklaşımı Uygulanmadan Hazırlanan Karar Destek Sistemi

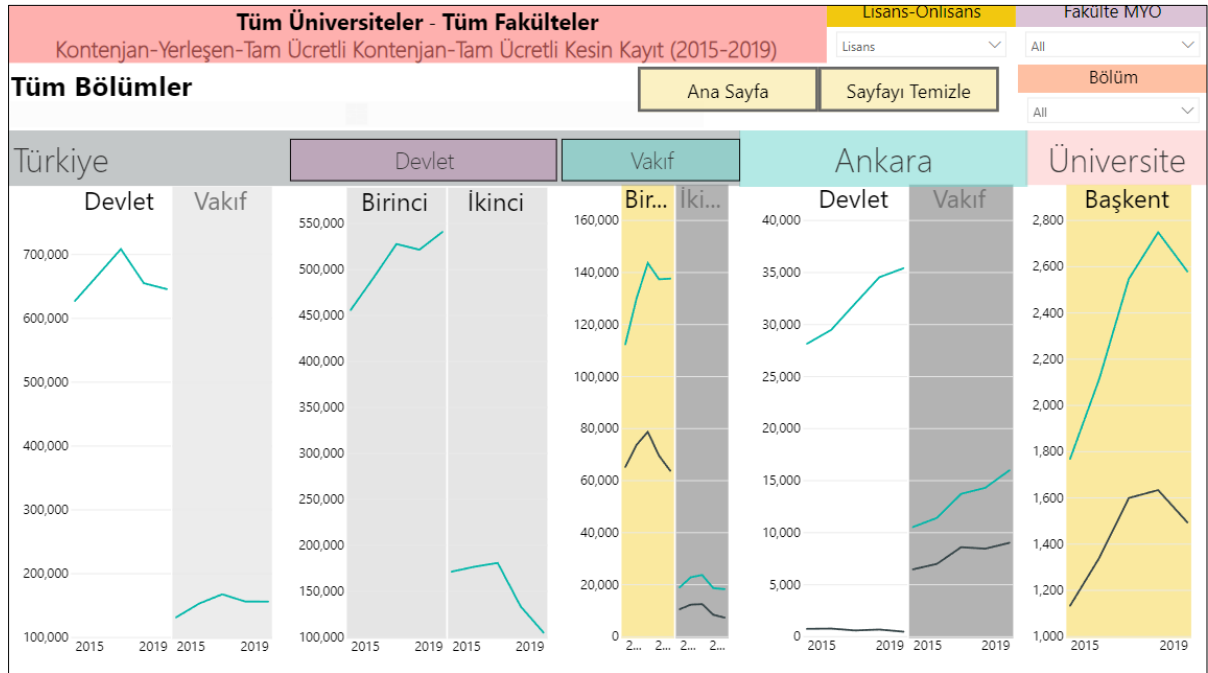
Çalışmanın bu kısmında görsel analitik yaklaşımın ne kadar önemli olduğunu göstermek için görsel analitik uygulanmadan bir karar destek sistemi sunulmuştur.

Şekil 6.10’da görülen Yükseköğretim karar destek sistemi ana ekranı incelendiğinde mevcut olan tüm boyutların ve değer değişkenlerinin kapsamadığını, sadece önemli olduğu değerlendirilen ve yönetilmesinin kolay olacağı değerlendirilen boyutların ve değer değişkenlerinin kullanıcıya sunulduğu görülmektedir. Sağ altta yer alan bölümde de karar destek için akış şemaları içermesi beklenen butonlar konmuştur.



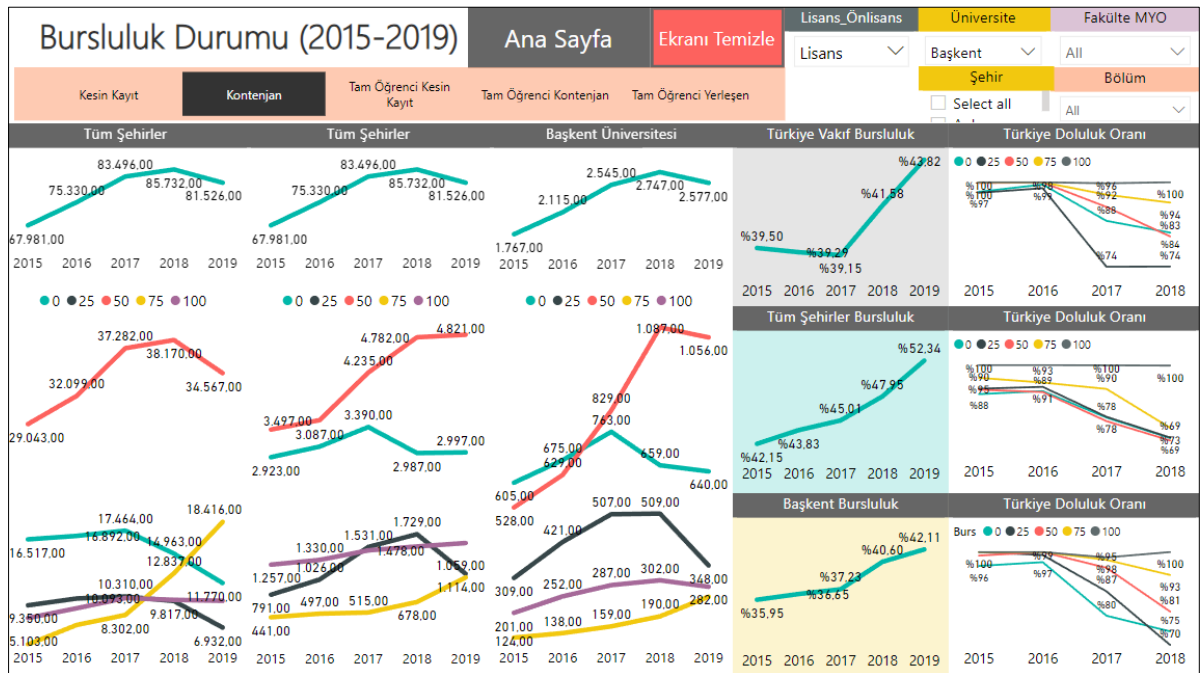
Şekil 6.10. Yükseköğretim karar destek sistemi ana ekranı

Şekil 6.11’de sunulan karar destek ekranı aslında kontenjan ve yerleşen ile ilgili önemli değer değişkenlerini aynı anda Türkiye geneli devlet, vakıf, Ankara ve bir üniversite özelinde verilmiştir. Kullanıcı burada bölüm seçerek bu görselleri güncelleyebilmektedir. Bununla beraber, bu ekran kullanıcı için önemli seviyede bilişsel yük getirmekte, karar vermesine yeterli yardımcı olamamaktadır.



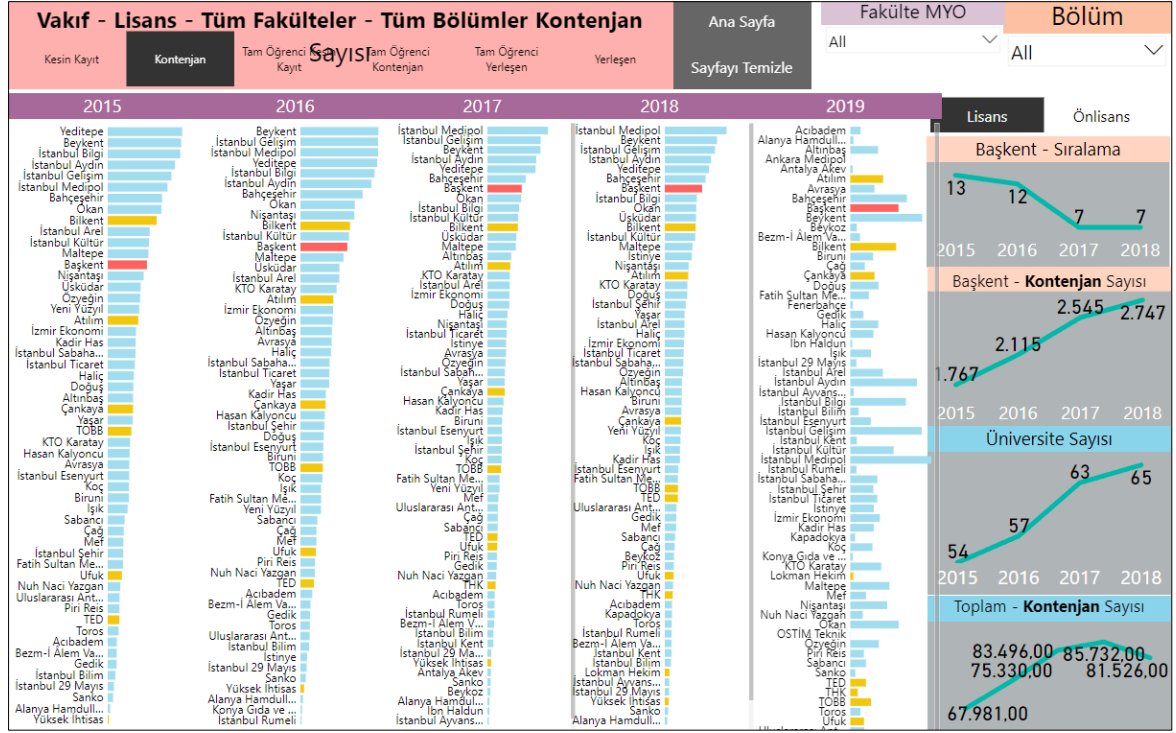
Şekil 6.11. Tüm üniversitelerin kontenjan ve yerleşen sayıları

Şekil 6.12’de ise toplam 15 grafik ile bir ekranda bazı değer değişkenleri ile bursluluk analizi yapılabilecek bir ekran oluşturulmuştur. Grafiklerin okunması oldukça güçtür ve aralarındaki ilişkilerin takibi ise mümkün görünmemektedir.



Şekil 6.12. Bursluluk durumu bilgi ekranı

Şekil 6.13’de ise yıllara sari üniversitelerin belirli değer değişkenleri ile analizi için hazırlanan bilgi ekranı (dashboard) görünmektedir. Bu ekran özellikle tüm üniversiteleri aynı anda gözlemlenmesi için faydalı görünse de ekranda toplam dokuz grafik bulunmaktadır. Burada bilgi uzayında görsel değer optimizasyonunun yapılmadığını görüyoruz.



Şekil 6.13. Yıllara sari üniversitelerin değer değişkenleri ile analizi

Şekil 6.14’de vakıf üniversitelerinin kesin kayıt yaptıran öğrenci sayıları ile kontenjan sayılarının aynı anda mukayeseli karşılaştırmasını görüyoruz. Oldukça faydalı olabileceği değerlendirilen bir bilgi ekranı iken ekranın altında yer alan çubuk grafikte üniversiteler ad sırasına göre sıralanmış, ama değer sırasına göre azalana göre sıralanması gerekirdi ve değer değişkeninin adı grafik üzerinde belirtilmemiştir.



Şekil 6.14. Vakıf üniversitelerinin mukayeseli karşılaştırılması

Şekil 6.15’de ise beş farklı değer değişkeni ile programların analizi yapılan bir bilgi ekranı görüyoruz. Bu bilgi ekranında o kadar çok boyut ve değer değişkeni mevcut ki bu bilgi ekranı bilişsel faydadan ziyade bilişsel zarar verebilecek bir ekran tasarımı olarak görülmektedir. Bu ekranda kullanıcıdan daha çok bilgi görseli tasarımı yapan kişinin entelektüel bilgisini ekrana tümü ile yansıttığı bir hatalı bilgi ekran tasarımı görüyoruz. Bu tür ekran tasarımları kullanıcıyı bilişsel olarak bu tür karar destek sistemlerini kullanımından uzaklaşmasına sebep olabilecektir. Önemli olan kullanıcının ihtiyaç duyduğunda bu sistemleri kullanmayı istemesi ve ilave tasarım ihtiyaçlarının bildirmesidir.





Şekil 6.17. Yerleşen öğrencilerin aynı veya farklı şehirden gelme durumunu gösterir KDS

6.2. Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi Tasarımı ve Uygulaması

Bu çalışmada görsel analitik temelli karar destek sistemi hem yönetici hem de analist seviyesinde etkileşimli olarak tasarlanmıştır.

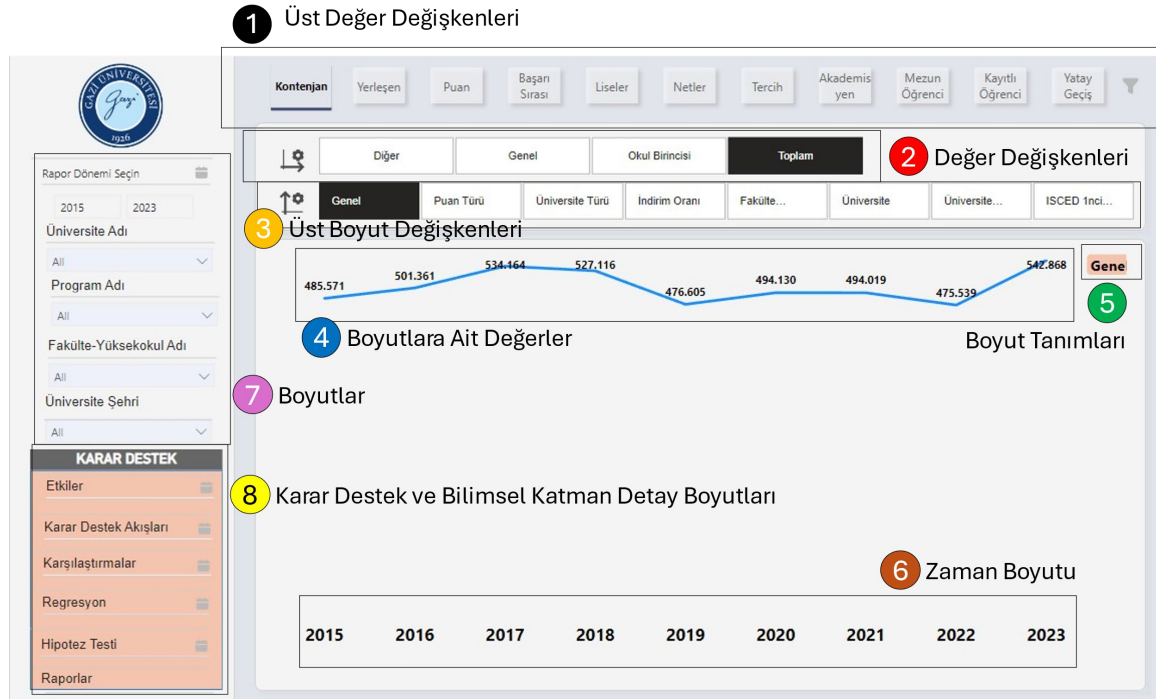
6.2.1. Yönetici seviyesi görsel analitik temelli karar destek sistemi tasarımı ve uygulama

Microsoft Power BI uygulaması ile geliştirilen makro seviye incelemeler için yönetici seviyesi görsel analitik temelli karar destek sistemi açıklaması Şekil 6.18’de detaylı olarak verilmiştir. Bu tasarım basit, bütün boyut ve değer değişkenlerini kapsamış, karar destek ve bilimsel katmana ilişkin detaylar için bölüm ayrılmış, bir grafikli, kullanıcıyı merkeze almış, kullanıcıya odaklanmış bir tasarımdır. 1 ile belirtilen üst değer değişkenleri, 40’dan fazla tabloda mevcut 45 değer değişkeni ve türetilmiş değer değişkenlerinin hepsi bir değer değişkeni sınıflaması içinde toplanmış, hepsi 1 numarada belirtilen üst değer değişkenleri içinde gruplandırılmıştır. 2 numarada ise ilgili seçilen üst değer değişkeni ile ilgili değer değişkenleri otomatik olarak listelenmektedir. Her seçilen üst değer değişkeni 2 numaralı bölümde kendisine ait alt değer değişkenlerinin listelenmesine sebep olacaktır. 3 numarada ise üst boyut değer değişkenleri listelenmektedir. Seçilen değer değişkeni değerlerinin seçilen üst boyuta ait boyutlara dağılımı ise 4 numaralı bölümde işaretlenen grafikte değerler olarak

görülmektedir. Bu ekranda 3 numaralı bölümde “Genel” üst boyut değişkeninin seçilmesi üst boyutlardan bağımsız olarak değer değişkenine ait toplam değer yıllara sari olarak gösterilmesini mümkün kılmaktadır. 5 numaralı bölümde ise boyutların tanımlanması yapılacaktır. Burada “Genel” üst boyutunda başka bir alt boyut olmadığı için tek bir boyut olarak incelenmiştir. Ayrıca 6 numaralı bölümde bu ekranda yıllara sari trend analizi görünse de kullanıcı isterse 7 numaralı boyutlar bölümünde bulunan “Rapor Dönemi Seçin” bölümünde istediği yılı veya yıl dönemi seçerek sadece bir yıla veya seçili bir döneme ilişkin analizler yapabilecektir.

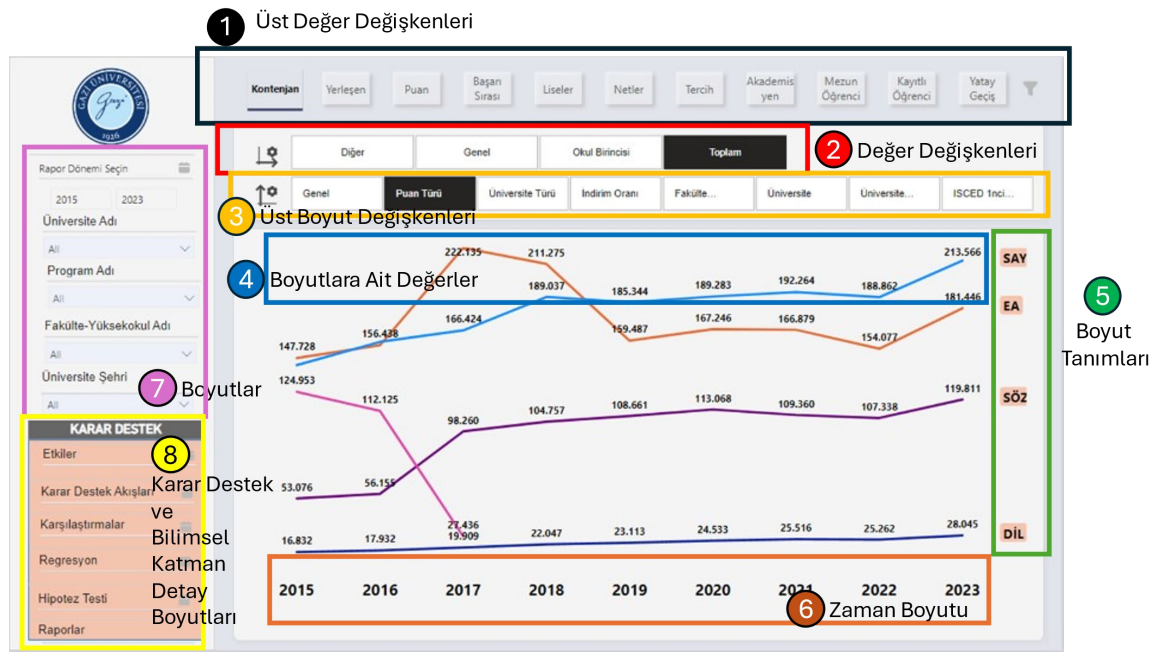
8 numaralı bölümde ise karar destek uzayı (decision support space) ve bu uzaydaki bilimsel katman (scientific layer) unsurları yer almaktadır. Burada kullanıcı “Alana ilişkin etkilere” kapsam ve zaman boyutu ile erişilebilecek, böylelikle bilgi keşfi esnasında gördüğü önemli farklılıklar konusunda alana ilişkin etkilerin değerler üzerindeki gerçek etkisini yorumlayabilecek, kullanıcının karar destek uzayında seçeceği katmana ilişkin (bir lisenin kendi mezun olacağı liseden mezun olan öğrencilerin hangi üniversitelere, hangi bölümlere gittiğini adım adım analiz edebileceği bir lise mezun karar destek katmanı, veya bir üniversitede rektörün yükseköğretim pazarlaması yapabilmesi için bulunduğu şehire hangi şehirlerden ne kadar öğrenci hangi üniversiteye ve programa geliyor, hangi liselerden geliyor, cinsiyet dağılımı nedir gibi soruların cevaplanabileceği yönlendirmeli bir akışa sahip yükseköğretim pazarlaması katmanı gibi) akışları takip ederek sonunda karar vermesine yardımcı olacak nihai bilgileri alabileceği “Karar Destek Akışları”na girebilecek veya “Karşılaştırmalar” seçeneği ile üniversiteleri, programları, şehirler, daha doğrusu boyutları istediği değer değişkenleri ile karşılaştırabileceği bir uzaya adım atacaktır, regresyon ve hipotez seçenekleri ile bilgi keşfi esnasında bilimsel olarak tahminlerde bulunabilecek, kendi yarattığı hipotezleri anlık olarak değerlendirebilecek ve son olarak Ek-1’de tam raporu verilen “Seçili karar değişkenleri için Ankara Üniversiteleri Endüstri mühendisliği karar destek raporu” örneğinde görülecek şekilde tüm boyutlarda tüm değer değişkenleri için sadece ilgili boyutun seçilmesi ile anında sayfalarca en kapsamlı bir şekilde görsel analitik temelli karar destek raporları üretilebilecektir. Bu durum kullanıcı için özel bir değer üretecektir. Bu raporların her bir aslında bir karar destek sistemi çıktısıdır. Sadece akış önceden planlanmış, kullanıcının sadece Şekil 6.21 ve Şekil 6.22’de görüldüğü gibi zamanı, üniversite türünü, şehri ve programı seçmesi ile bir dakika içinde basit, kullanışlı, açıklamalı, etkili ve etkin bir rapor üretilmesi sağlanarak, kullanıcıya önceden planlanmış karar destek

akışına uygun raporlar üretilebilecektir. Bu çalışmada Microsoft Power BI uygulaması ve Microsoft Excel kullanılmıştır.



Şekil 6.18. Görsel analitik temelli karar destek sistemi tasarım açıklaması

Şekil 6.19’da Puan türü üst boyutunda toplam kontenjan değerleri dağılımı görülmektedir.



Şekil 6.19. Puan türü üst boyutunda toplam kontenjan değerleri dağılımı

Şekil 6.19’da görüldüğü gibi kullanıcı kontenjan dağılımını puan türü üst boyutunu seçerek kontenjan değerlerinin dağılımını görebilmiş, ama isterse kontenjan değer değişkenini okul birincileri kontenjanını seçerek onlar için görebilir veya toplam kontenjan seçili iken başka bir üst boyutu seçerek o üst boyutta kontenjan dağılımını görebilecektir.

Şekil 6.20 Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği programı yıllara sari taban ve tavan başarı sırası gösterimi özellikle alan uzmanları (bu durumda ilgili bölüm öğretim üyeleri ve bölüm yöneticileri) tarafından alan etki faktörleri ve bu çalışmada geliştirilen model kullanılarak anlamlı iç görüler oluşturulabilecektir. Grafikte taban ve tavan başarı sırası aralıkları genel olarak değişmezken (2023 yılı hariç) 2021 yılından itibaren ciddi bir şekilde her iki boyutta başarı sıraları iyileşmeye başlamıştır.



Şekil 6.20. Gazi Üniversitesi endüstri mühendisliği programı yıllara sari taban ve tavan başarı sırası gösterimi

6.2.2. Görsel analitik temelli karar destek sisteminde raporlama

Bu sistemde grafik hazırlamanın basit olması nedeni ile istenen boyutlarda istenilen değer değişkenleri hakkında sayfa sayfa görseller hazırlanarak çok hızlı bir şekilde raporlar hazırlanabilme imkanı bulunmaktadır. Bu raporlar görsel analitik yaklaşım kapsamında sade bir veya iki grafikten oluşturularak, her bir grafiğin açıklaması da otomatik olarak aynı sayfada yapılabilir, gerekli yerlerde bilgiler başka kullanımlar için de tablo olarak da

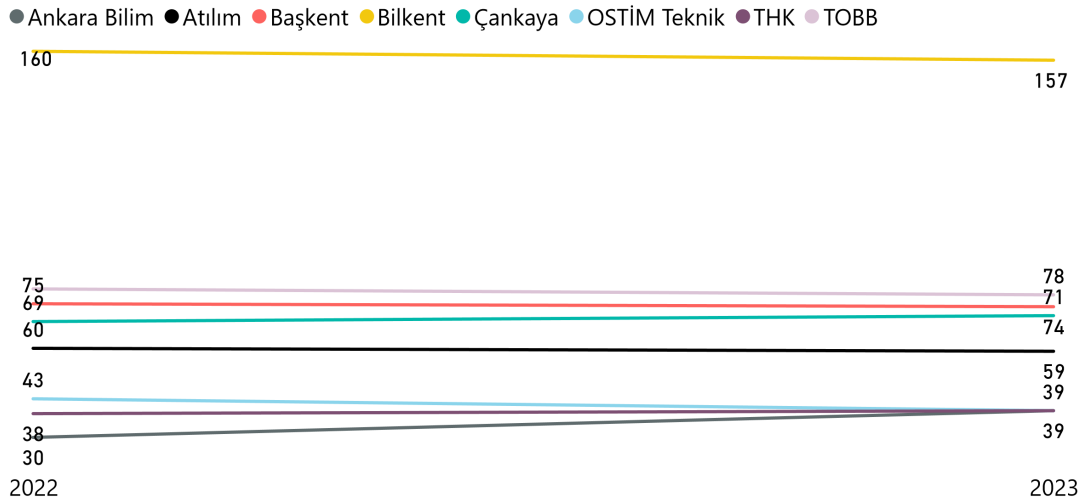
sunulabilir. Bu özellikle karar destek sistemleri açısından özgün bir yaklaşımdır. Kullanıcı önceden hazırlanan rapor formatlarında istediği boyutta anında rapor üretebilme becerisine de sahip olacaktır. Örnek olması açısından karar destek raporları kapsamında şehir, üniversite ve program bazında bir rapor hazırlanmıştır. Şekil 6.21 ve Şekil 6.22’de görüldüğü gibi lisans düzeyinde Ankara için Üniversite seviyesinde endüstri mühendisliği seçilerek otomatik bir rapor hazırlanmıştır. Kullanıcı bu raporda örneğin şehri değiştirdiğinde anında bütün rapor içeriği o şehri temsil edecek şekilde, endüstri mühendisliği yerine mimarlık seçtiğinde de bütün grafik ve bilgiler mimarlık programlarına uygun şekilde güncellenecektir. Raporun tam örneği Ek’te sunulmuştur.



Şekil 6.21. Seçili karar değişkenleri için Ankara üniversiteleri endüstri mühendisliği karar destek raporu kapak sayfası

Vakıf Üniversiteleri Kontenjan/Yerleşen Sayıları ve Doluluk Oranı

Ankara 8 vakıf üniversitesindeki örgün eğitim **Lisans** düzeyindeki kontenjan 2023 yılında **1 artarak 556** sayısına ulaşmıştır. En düşük üniversite kontenjanı **39**, en yüksek üniversite kontenjanı ise **157** olmuştur.



Yıl	2022			2023		
Üniversite	Kontenjan	Yerleşen	Doluluk	Kontenjan	Yerleşen	Doluluk
Ankara Bilim	30	26	%86,67	39	39	%100,00
Atılım	60	60	%100,00	59	59	%100,00
Başkent	75	75	%100,00	74	74	%100,00
Bilkent	160	160	%100,00	157	157	%100,00
Çankaya	69	69	%100,00	71	71	%100,00
OSTİM Teknik	43	21	%48,84	39	39	%100,00
THK	38	38	%100,00	39	39	%100,00
TOBB	80	80	%100,00	78	78	%100,00
Total	555	529	%95,32	556	556	%100,00

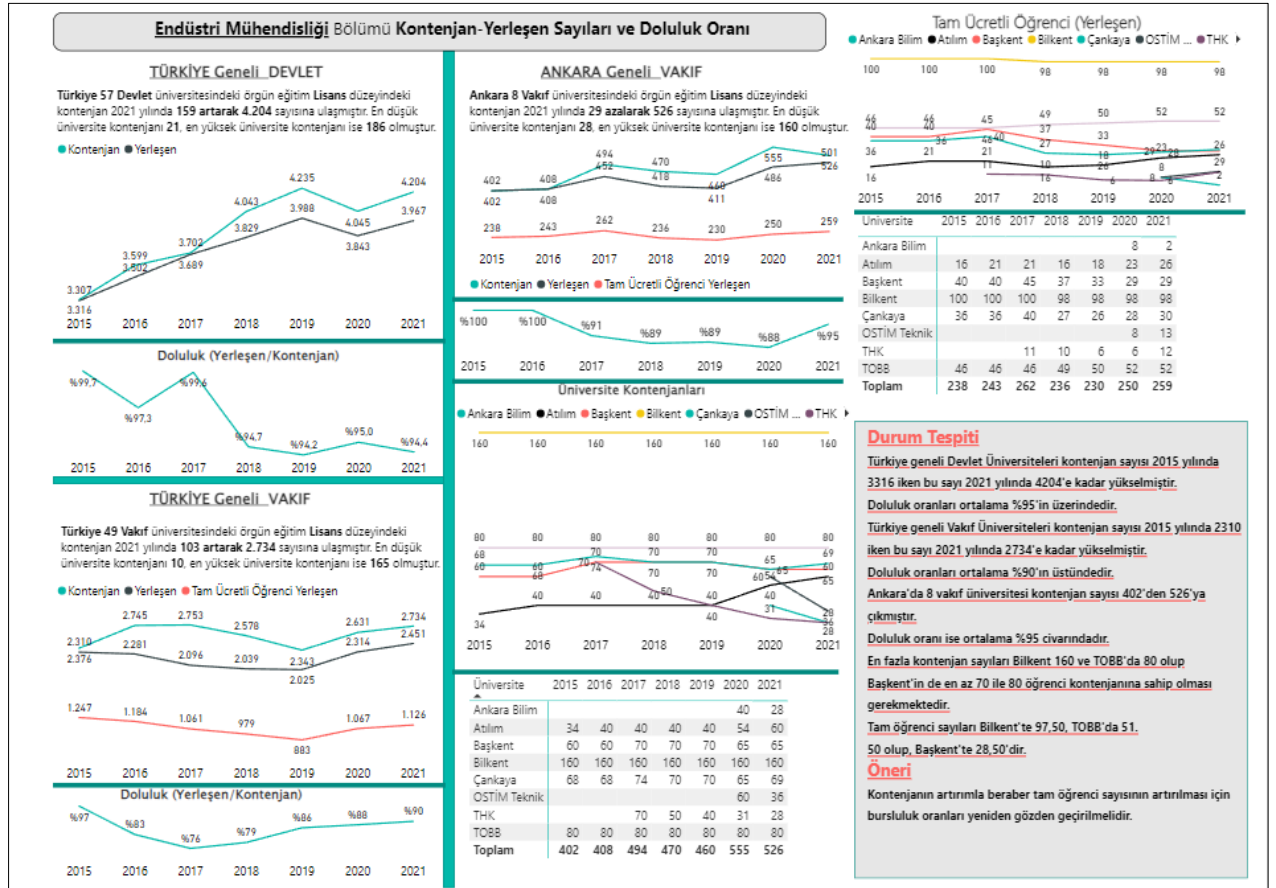
Şekil 6.22. Seçili karar değişkenleri için Ankara üniversiteleri endüstri mühendisliği karar destek raporu örnek sayfası

Ankara şehri devlet ve vakıf üniversiteleri endüstri mühendisliği programlarına ilişkin bilgilendirmeler yapıldıktan sonra Şekil 6.23 görüleceği üzere raporun sonunda kullanıcıya otomatik olarak kullanıcıya bir karar destek sağlayacak değerlendirme yapılmaktadır.



Şekil 6.23. Seçili karar değişkenleri için Ankara Üniversiteleri Endüstri mühendisliği karar destek raporu bölüm değerlendirmesi

Daha önce bahsedildiği gibi karar destek sistemlerinde rapor temelli karar destek sistemi yaklaşımı literatürde aynı terim olarak araştırıldığında tespit edilememiştir. Karar destek sistemlerinin hem bilgisayarla etkileşimi vurgusu ile karar desteğin bir rapor olarak verilebileceği konusu yeterince ilgi görmemiş olabilir. Ama bu modelimizde yükseköğretim kurumunda görevli bir yöneticiye talebi üzerine Şekil 6.24'de görüldüğü gibi bir sayfalık, yöneticinin ağırlık verdiği boyut ve değer değişkenlerine ilişkin verilerin trend analizleri ile hazırlanacak, içerisinde aynı zamanda bir değerlendirme bulunacak bir rapor istenildiğinde, burada endüstri mühendisliği örneği kullanılmıştır, her bir bölüm için bir saniyede hazırlanıp kullanıcıya basılı olarak verilebilir. Bu rapor örneğin A3 boyutunda basılacak şekilde hazırlanmıştır. Burada kullanıcının modeli kullandıkça ihtiyaçlarını daha iyi ifade edeceğini vurgulamak önemlidir. O yüzden modelin kullanıcının etkileşim için gerekli kolaylıkları sunması, aksaklık yaratmaması, halk tabiri ile “onu yolda bırakmaması” gerekmektedir.



Şekil 6.24. Farklı bir karar destek hizmeti: Bilgi görseli

Bu modelde getirilen farklı bir yenilikte bilginin görselleştirilmesinde son yıllarda etkili olarak kullanılan bilgi görsellerinin (Infographics) karar destek sisteminde hem görsel analitik sürecinde hem de rapor olarak kullanılmasıdır. Şekil 6.25'de örneğin bir üniversitede TED Ankara Koleji mezunu öğrencilerinin hangi bölümlere kaç öğrenci olarak yerleştiklerini gösterir bir bilgi görseli gösterilmektedir. Bu örnek benzeri sayısız örnek çoğaltılabilir. İlgili yöneticilerin üniversitelere yerleşen öğrencilerin mezun oldukları liselere böylesine bir bilgi görseli hazırlayıp, onlarla ilişkilerini derinleştirmeleri, o lisede eğitim gören öğrencilerin bu bilgiye ulaşmaları ile üniversitelerin olan ilginin yükselmesi doğal olarak bir yükseköğretim pazarlaması başarısı olacaktır. Bu çalışmada bu yöntemde karar destek sistemleri literatürüne bir yenilik olarak girmesi beklenmektedir.

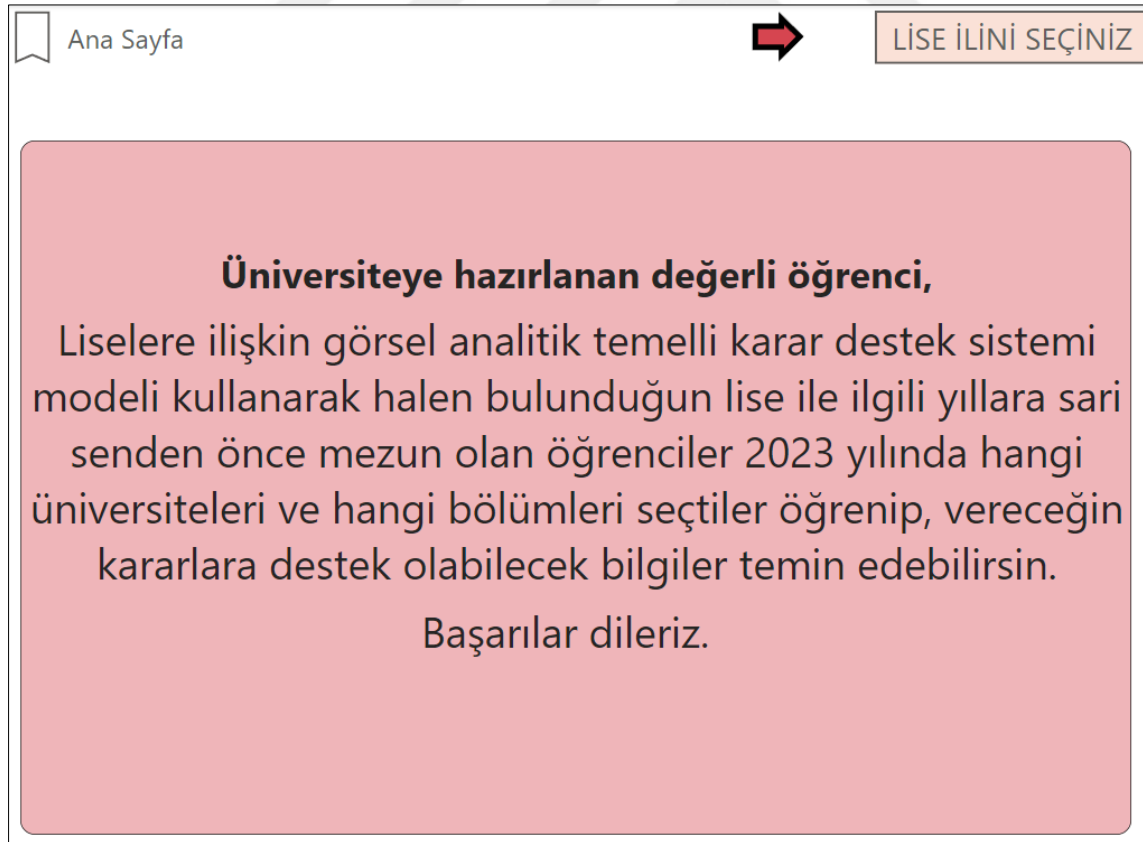


Şekil 6.25. Kelime bulutu bilgi görseli raporu

6.2.3. Görsel analitik temelli karar destek sisteminde akış şemaları

Çalışmada geliştirilen modelde kullanıcı odaklı tasarımla kullanıcıya sağlanan görsel analitik temelli karar destek modeli ile geleneksel olarak kullanıcıya “Karar Destek Verme”den yani “İtme – Push” sisteminden ziyade kullanıcının modelden “Karar Destek Alma”ya yani “Pull – Çekme” sistemine bir felsefik dönüşüm hedeflenmektedir. Bu modelin özündeki yaklaşım ihtiyaç sahibine karar destek sisteminin sıkı bir yönlendirmesinden ziyade ihtiyaç sahibinin ihtiyaçlarını kendisinin arayıp bulmasının kendisi ve vereceği kararlar için daha kalıcı ve sağlıklı olacağı yönündedir. Literatürde (Silver, 1990, Silen ve Uhlin, 2008) kişinin kendisini yönlendirdiği öğrenme türünün (self-directed learning) kişinin algı ve bilişsel hazır bulunuşluğunun yüksek olması durumunda daha etkili olduğu bilinmektedir. Kullanıcının kendisinin kendi sorduğu sorulara cevap araması, sorgulaması, bilgiyi keşfetmesi beklenirken karar destek sistemlerinin özünde kişiyi vereceği kararlara giderken geçmesi gereken basamakları da kullanmasını

istemektedir. Bu durumda karar destek sisteminin tasarımı yapan/yapanlar da bir anlamda kullanıcının/karar vericinin kararına dolaylı olarak etki etmektedir. Eğer bu karar destek tasarımcıları tasarımı yanlış veya yetersiz yaptılar ise bu durumda karar vericinin kararı da bu sebeple hatalı veya yetersiz kalacaktır. Karar vericinin karar destek sistemleri kullanarak verdiği kararlar ile ilgili fonksiyon içinde aslında bu sistemi tasarlayan kişilerin tasarımları da bir değişken olarak dikkate alınmalıdır. Bu yüzden bu model daha çok kullanıcı ağırlığının yüksek olması hedeflenen bir karar destek sistemidir. Geleneksel yönlendirici, yapısal bir karar destek süreçleri planlanmamıştır. Bununla beraber, kullanıcıya örnek olması açısından, özellikle üniversiteye yeni girecek karar vericilerin bilişsel olgunluklarının düşük olacağı öngörüsü ile onlara daha fazla fazla sağlayacak şekilde mikro seviye kullanım için örnek akış şemaları hazırlanmıştır. Şekil 6.26'da bilgilendirme ekranı, Şekil 6.27'de il seçimi, Şekil 6.28'de ilçe seçimi, Şekil 6.29'da lise seçimi ve Şekil 6.30'da seçilen liseden mezun olarak üniversitelere yerleşen öğrencilerin yerleştikleri üniversiteler, programlar, program türü gibi bilgiler verilmektedir.



Şekil 6.26. Üniversiteye girecek bir öğrencinin kendi mezun olduğu veya olacağı lise ile ilgili karar destek akışı -1 Bilgilendirme

Ana Sayfa Seçim Yaptıktan Sonra Tıklayınız ➡ LİSE İLÇESİNİ SEÇİNİZ

Lisenizin bulunduğu İLİ seçiniz?

☐ AÇIK ÖĞRETİM
☐ ADANA
☐ ADIYAMAN
☐ AFYONKARAHİSAR
☐ AĞRI
☐ AKSARAY
☐ AMASYA
☒ ANKARA
☐ ANTALYA

Şekil 6.27. Üniversiteye girecek bir öğrencinin kendi mezun olduğu veya olacağı lise ile ilgili karar destek akışı -2 İl seçimi

Ana Sayfa Seçim Yaptıktan Sonra Tıklayınız ➡ LİSENİZİ SEÇİNİZ

ANKARA

Lisenizin bulunduğu İLÇEYİ seçiniz?

☐ AKYURT
☐ ALTINDAĞ
☐ AYAŞ
☐ BALA
☐ BEYPAZARI
☐ ÇAMLIDERE
☒ ÇANKAYA
☐ ÇUBUK

Şekil 6.28. Üniversiteye girecek bir öğrencinin kendi mezun olduğu veya olacağı lise ile ilgili karar destek akışı -3 İlçe seçimi

Ana Sayfa

Seçim Yaptıktan Sonra Tıklayınız

SONUÇLAR

ANKARA

ÇANKAYA

LİSENİZİ seçiniz?

☒ 75. YIL ANADOLU LİSESİ
☐ ALİ-HASAN COŞKUN MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
☐ ANITTEPE ANADOLU LİSESİ
☐ ANKARA ATATÜRK LİSESİ
☐ ANKARA FEN LİSESİ

Şekil 6.29. Üniversiteye girecek bir öğrencinin kendi mezun olduğu veya olacağı lise ile ilgili karar destek akışı -4 Lise seçimi

Ana Sayfa

Karar Destek Ekranı

ANKARA

ÇANKAYA

75. YIL ANADOLU LİSESİ

ÜNİVERSİTE TÜRÜ	Üniversite	Yerleşen	Bölüm	Yerleşen
Devlet				
15	Atılım	1	Radyo, Sinema ve Televizyon	1
Vakıf				
14	Başkent	5	Makine Mühendisliği	2
	Bilkent	1	İletişim Tasarımı	1
	Çankaya	1	İktisat	1
	Maltepe	1	İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı	1
PUAN TÜRÜ	TED	1	Hukuk	2
EA	TOBB	2	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	2
3	Ufuk	2	Endüstriyel Tasarım	1
SAY	Total	14	Dış Hekimliği	1
9			Biyomedikal Mühendisliği	1
SÖZ			Bilgisayar Mühendisliği	1
2			Total	14
ÖĞRETİM TÜRÜ				
Birinci				
14				

Şekil 6.30. Üniversiteye girecek bir öğrencinin kendi mezun olduğu veya olacağı lise ile ilgili karar destek akışı -5 Lise mezun yerleşen bilgileri

6.2.4. Analist seviyesi görsel analitik temelli karar destek sistemi

Yönetici seviyesi görsel analitik temelli karar destek sistemi kullanılarak detay analizler yapılabilir. Bu konuda hem liseler hem de yatay geçiş konusunda aşağıda örnekler verilmiştir. Örneğin, Ankara'da bulunan vakıf üniversitelerinde görevli bir yönetici

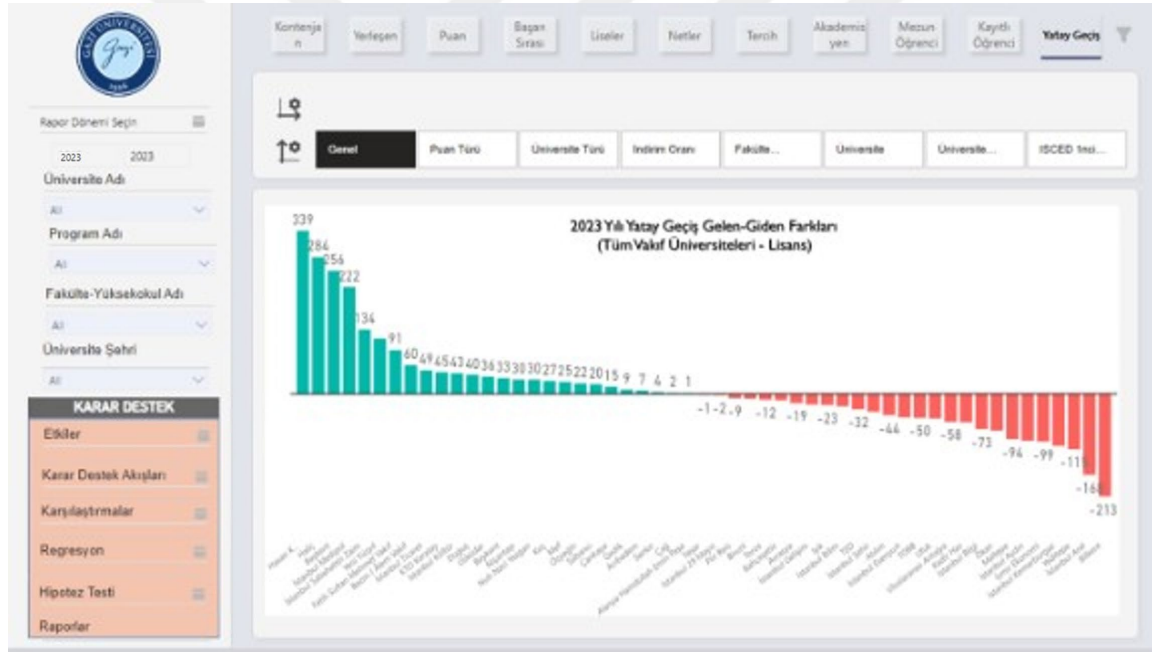
yükseköğretim pazarlamasında Ankara'daki Vakıf Üniversitelerine hangi liselerden kaç öğrencinin yerleştiğini merak edebilir ve bu böyle bir çalışma için önemli bir bilgidir. Burada yöneticilerin bilişsel hazır bulunuşluklarının yüksek olacağı düşüncesi ile kullanıcının bu modeli kullanarak bu bilgiye ulaşabilmeleri beklenmektedir. Bu bir anlamda terim olarak literatürde olmadığı tespit edilen “İçsel Karar Destek-Intrinsic Decision Support” ve “Dışsal Karar Destek-Extrinsic Decision Support” terimleri ile karar destek anlamında yeni bir sınıflandırma literatüre kazandırılmış olacaktır. Şekil 6.31'deki ekrana kullanıcının içsel karar destek ile ulaşması beklenmektedir. Burada temel olan kullanıcı tüm çabalarına rağmen gerekli içsel karar desteği alamadığı durumda, karar destek modeli için tasarım veya ilave bilgi desteği talep edebilir. Bu durum dışsal karar destek olarak tanımlanabilir. Bu sınıflama karar destek sistemlerinin gelecekteki tasarımında önemli katkı sağlayacaktır. Özellikle gelecekte “Immersive Analytics” temelli karar destek sistemlerinin özünde içsel karar destek temel bir felsefi yaklaşım olacağı değerlendirilmektedir.

Kısa Adı	Anlım	Başkent	Silivri	Çankaya	TED	TOBB	Ufuk	Yüksek İhtisas	Total
AÇIK ÖĞRETİM LİSESİ	99	122	55	79	41	43	39	8	486
ANKARA TED KOLEJİ VAKFI ÖZEL LİSESİ	16	46	174	8	29	30	7	1	311
ÖZEL NESİBE AYDIN YILDIZLAR TEMEL LİSESİ	3	31	59	5	14	29	7	2	150
ÖZEL ANKARA MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ TEMEL LİSESİ	11	19	37	16	9	20	3	3	118
ÖZEL ÜÇLER TEMEL LİSESİ	12	18	40	7	9	4	6		96
ODTÜ GELİŞTİRME VAKFI ÖZEL LİSESİ	2	16	57		6	12	1	1	95
SINAV KOLEJİ ÖZEL ANKARA ANADOLU LİSESİ	7	28	20	9	9	6	7		86
ÖZEL GÜÇ ANADOLU LİSESİ	18	16	11	12	8	5	8	1	79
ÖZEL NESİBE AYDIN ANADOLU LİSESİ	6	17	38	2	3	9	1	2	78
ÖZEL SEMBOL TEMEL LİSESİ	5	11	33	5	5	10			69
ÖZEL BEYSUKENT ANADOLU LİSESİ	9	8	21	2	2	11	5	1	59
ÖZEL İDEAL BEŞGEN TEMEL LİSESİ	11	13	3	12	8	7	2	1	57
ÖZEL JALE TEZER TEMEL LİSESİ	6	10	11	8	10	6	3	2	56
ÖZEL YILDIZ SINAV TEMEL LİSESİ	13	10	9	4	8	5	2	1	52
ÖZEL ÇANKAYA MEKTEBİM ANADOLU LİSESİ	17	7	7	12	2	4	1	1	51
ANKARA ATATÜRK AKŞAM LİSESİ	1	6	16	8	2	13	2	2	50
ÖZEL ABC TEMEL LİSESİ	7	6	9	15	5	6	1		49
ÖZEL HOŞDERE SINAV TEMEL LİSESİ	10	9	12	4	5	7	2		49
ANKARA ÖZEL TEVFIK FIKRET ANADOLU LİSESİ	5	14	20		4				47
ÖZEL ANKARA ZAFER ANADOLU LİSESİ	12	13	5	2	3	10	1		46
ÖZEL KIZILAY FINAL TEMEL LİSESİ	7	11	4	10	4	6	2	2	46

Şekil 6.31. Ankara'daki vakıf üniversitelerine hangi liselerden kaç öğrencinin yerleştiği bilgisi

Şekil 6.32'de vakıf üniversitelerinin yatay geçiş yapan öğrencilerine ilişkin sayısal değerlendirmesi günlük hayatta üniversite yöneticilerinin yönetsel stratejik kararlarında çoğunlukla değerlendirmeyecekleri bir değişkendir. Çünkü bu değişkene ilişkin diğer üniversite ve programlardaki yatay geçiş yapan öğrenci sayılarının mevcudiyetinden habersiz olabilirler. Bu oldukça doğaldır, çünkü bir yükseköğretim kurumunda görevli

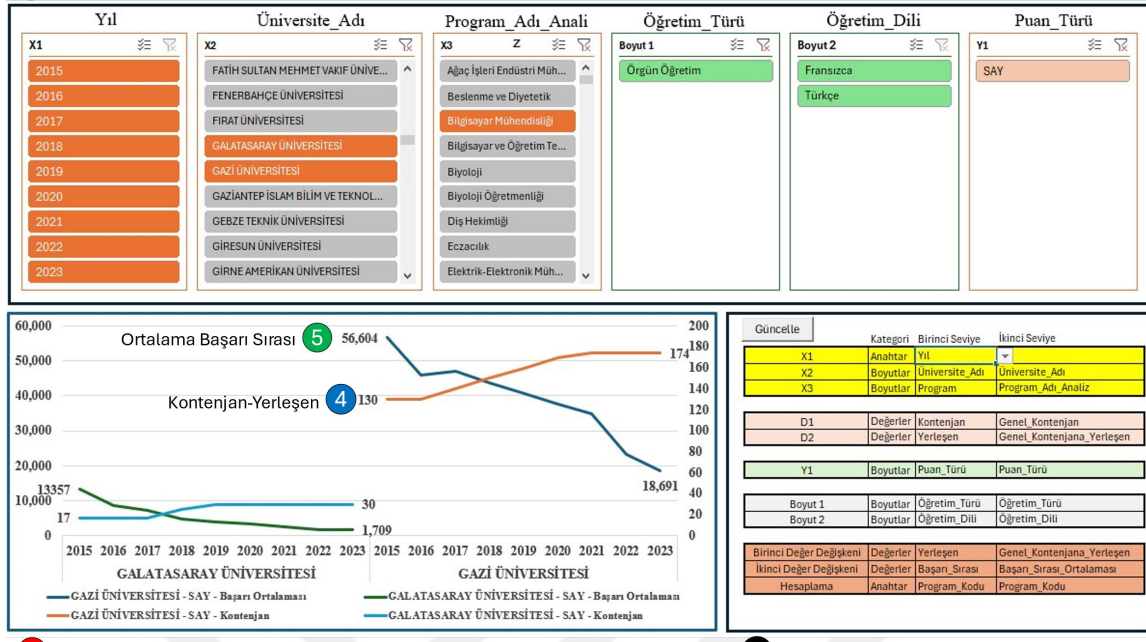
yöneticinin bu sorusuna cevap bulmak için onbinlerce sorgulama yapmak istemeyeceği, bu bilginin kendisine sağlayacağı bilişsel değerin bu bilgiye ulaşmanın zamansal maliyetinden çok düşük olacağından dolayı bu konuda bilgiye ulaşmada isteksiz olacağını düşünmek rasyonel bir senaryodur. Ama şimdi YÖK Lisans Atlası ilk çıktığı yıldan itibaren, 2015 yılından itibaren günümüze kadar tüm boyutlarda temin edilen verilerin temizlenmesi, hazırlanması, değişkenler ve boyutlar arası olası etkileşimler değerlendirilerek verilerin türetilmesi ve bu çok boyutlu veri setinin iki boyutta incelenebilir hale getirilmesi kullanıcıya modeli kullanırken yapacağı keşiflerde içsel karar desteğini geliştirecek bu alanda kendini öğretmeye (self directed learning) teşvik edecek, birlikte çalıştığı yöneticilerin kararlarını da bu modeli kullanarak sorgulayacak ve onları bu modeli kullanmaya teşvik edecekleri beklenmektedir.



Şekil 6.32. Vakıf üniversitelerinin yatay geçiş yapan öğrencilerine ilişkin sayısal değerlendirmesi

Yukarıda verilen detay analizler dışında bilişim okuryazarlığı yüksek bir analist bu verilerle data detay analizler yapmak isteyebilir. Bu kapsamda Microsoft Excel kullanılarak makro, mezo ve mikro seviyelerde incelemeler yapabilmek için analist seviyesi görsel analitik temelli karar destek sistemi de geliştirilmiştir.

3 Boyutlar



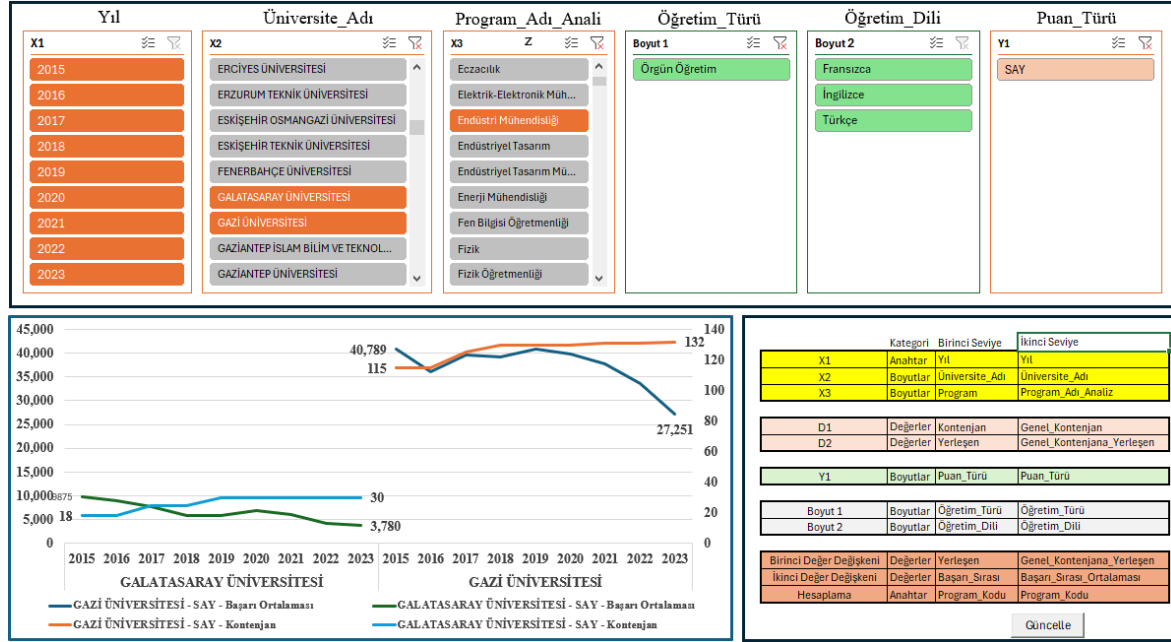
2 Grafik Gösterimi

1 Boyut-Değer Seçimi

Şekil 6.33. Analist seviyesi görsel analitik temelli karar destek sistemi

Analist seviyesi görsel analitik temelli karar destek sisteminde kullanıcı Şekil 6.33'te görülen ekranı kullanarak Şekil 6.7. YÖK Atlas tablo listesi'nde görülen tablolardan seçtiği bir tabloya ilişkin olarak 1nci bölümde boyut-değer seçimi yapabilmektedir. Bu bölüm grafik görsellerinin seçimi için kullanıcıya etkileşim fırsatının verildiği en önemli bölümdür. Kullanıcı burada X, Y eksenleri ile görselleştirmek isteyeceği değişkenleri de seçebilme imkanına sahiptir. Burada seçim birinci sütunda X eksenini için üç seçenek, Y eksenini için bir seçenek, grafikte gösterilecek sayısal değerler için iki seçenek ile analistin görsel ile etkileşimini artırmak içinde ilave iki boyut verilmiştir. Burada sistemin etkinliğini göstermek için de ayrıca turuncu ile gösterilen bölümde türetilmiş değer ile ilgili olarak, örnek olarak ortalama başarı sırası, iki değişken ve bir hesaplama olarak analiste seçim imkanı verilmiştir. “2” ile gösterilen bölümde ise “1”nci bölümde yapılan seçimler sonrası güncelle tuşuna basıldığında grafik analistin yaptığı seçimlere göre sonuçları göstermektedir. Burada iki üniversitenin, Gazi ve Galatasaray, bilgisayar mühendisliği bölümlerinin hem kontenjanları hem de türetilmiş değer olarak üretilen “ortalama başarı sıraları” aynı anda gösterilebilmektedir. “3” ile gösterilen bölümde de “1”nci bölümde seçilen ikinci seviye bilgilere ait detay seçenekleri vermektedir. Kullanıcı bu bölümdeki seçenekleri seçerek anında istediği bilgilere erişebilmektedir. Şekil 6.33’de Galatasaray ve Gazi Üniversitelerinin bilgisayar mühendisliği bölümlerinin kontenjanları ile türetilmiş değer olarak hesaplanan ortalama başarı sıraları gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi

her iki üniversitede de kontenjanlar artmasına rağmen ortalama başarı sıraları düşmeye devam etmiştir. Bu durum bilgisayar mühendisliğine olan talebi de göstermektedir. Aynı şekilde sadece Program adı dilimleyicisinde “Bilgisayar Mühendisliği” yerine “Endüstri Mühendisliği” bölümünü seçersek bu durumda Şekil 6.34’deki bilgi ekranını elde ederiz.



Şekil 6.34. Galatasaray ve Gazi Üniversiteleri endüstri mühendisliği kontenjan ve başarı sırası karşılaştırmaları

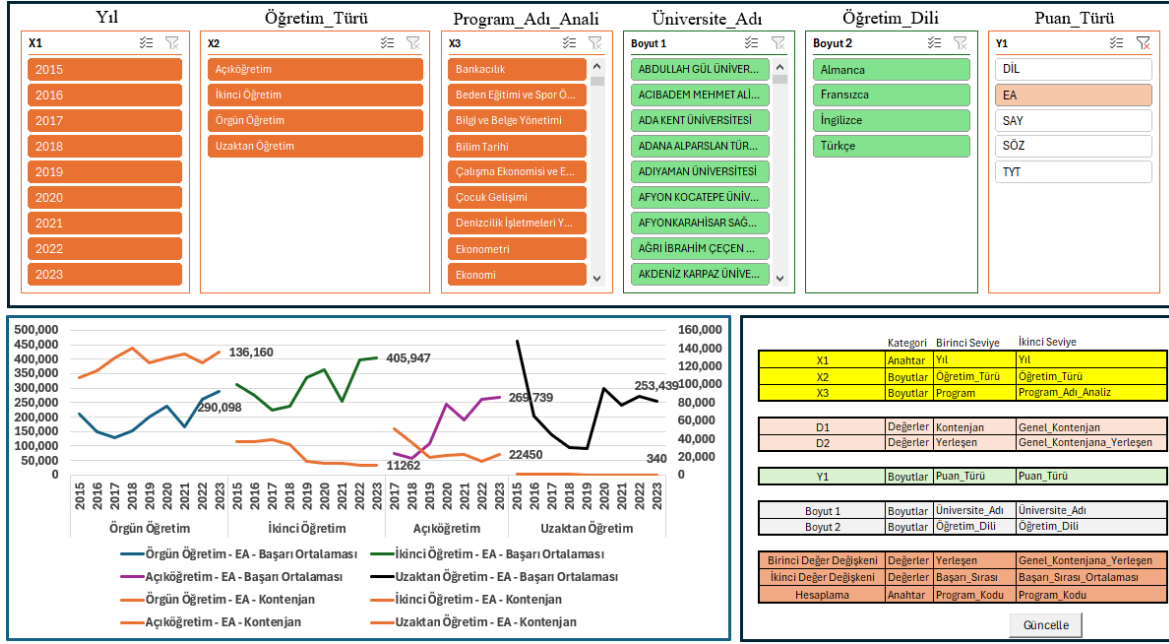
Aynı şekilde analist Gazi Üniversitesi’ni Galatasaray ile değil de Başkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümü ile benzer şekilde kontenjan ve ortalama başarı sırasını karşılaştırmak isterse sadece iki üniversitenin seçerek hemen sonuçları Şekil 6.35’de olduğu gibi görecektir.

Görüldüğü gibi literatürde hiç olmayan, üniversitelerin, programların, puan türlerin vs. tüm boyutların ortalama başarı sıralarının gösterilmesi geliştirilen ortalama başarı sırası türetilmiş değer değişkeni ile mümkün olmuştur. Bu sadece bir örnektir, daha birçok türetilmiş değer değişkenini analist yaratıp, tüm boyutlarda analizini yapabilir.



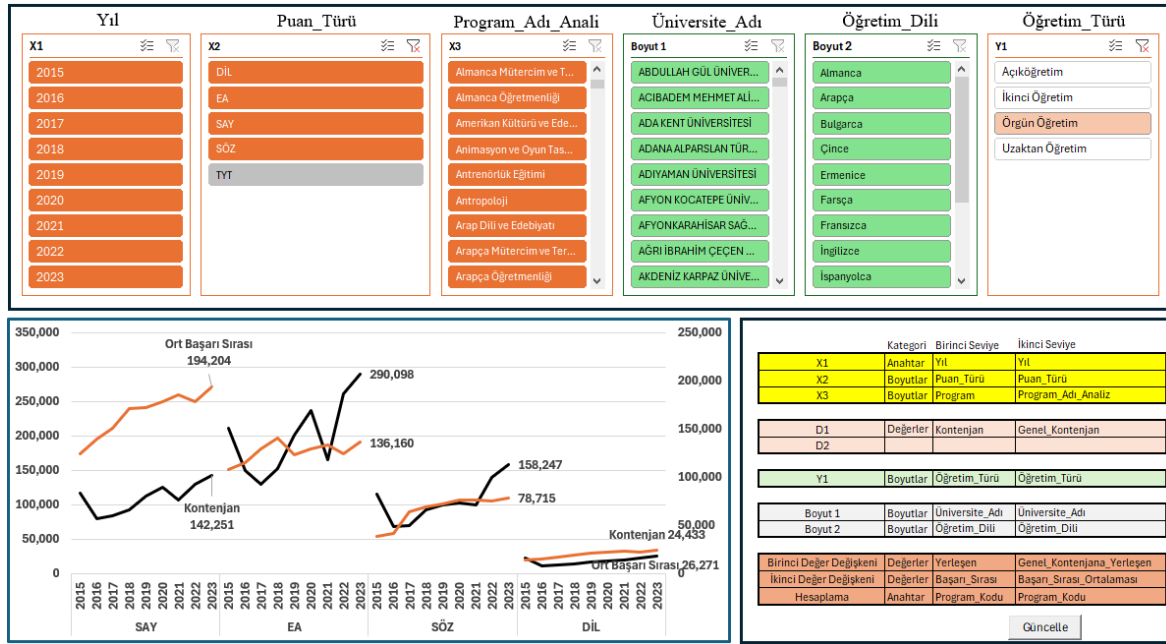
Şekil 6.35. Başkent ve Gazi Üniversiteleri endüstri mühendisliği kontenjan ve başarı sırası karşılaştırmaları

Analist üniversite karşılaştırmaları yerine örneğin öğretim türlerine göre benzer şekilde kontenjan ve ortalama başarı sırasını incelemek isterse sadece “1”nci bölümde X2 ile ilgili birinci ve ikinci seviye seçimlerini öğretim türü olarak yaparak sonuçlarını Şekil 6.36’da görüldüğü gibi hızlıca elde edebilir. Bu arada Şekil 6.36’da puan türü olarak eşit ağırlık seçilmiştir. Analist isterse diğer puan türlerini de tıklayarak istediği sonuçları hemen görebilir. İsterse boyut 1’i üniversite adı olarak seçip, istediği üniversitenin veya boyut 2’de öğretim dilini seçerek istediği sonuçları görebilir. Burada literatürde anlatıldığı üzere analist veriyi farklı boyutları ile görselleştirerek zihninde var olan sorulara, hipotezlere hızlıca cevap bulabilmekte, elde ettiği görsellerle zihninde farklı sorular, hipotezler oluşturabilmekte, doğal olarak bilgi keşif süreci bu çevrimde devam etmektedir. Şekil 6.36’da görülen bilgi yine literatürde olmayan bir bilgidir. Burada eşit ağırlık puanı ile yerleşilen öğretim türlerine ilişkin örnek bir değerlendirme yapmak gerekirse örgün eğitimde turuncu ile gösterilen kontenjanlar 2015 yılına göre artarak 2023 yılında 136.160’a, ortalama başarı sırası da 2015’e göre düşerek 2023 yılında 290.098’e ulaşmış, ikinci öğretime yerleşen öğrencilerin kontenjanlar azalmasına rağmen ortalama başarı sıraları 2023 yılında 405.947’ye düşmüştür.



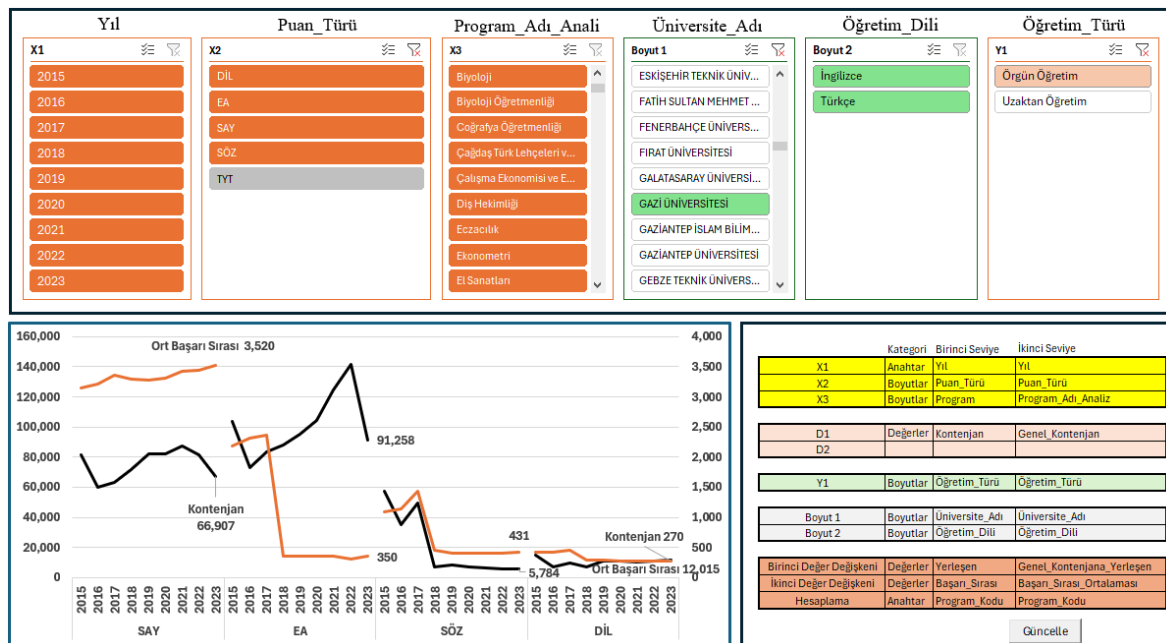
Şekil 6.36. Öğretim türleri ve puan türüne göre kontenjan ve ortalama başarı sıraları (Eşit ağırlık puan türü özelinde)

Analist eksenleri değiştirerek bilgiyi daha farklı açılardan görselleştirmek isteyebilir. Şekil 6.37’de olduğu gibi bu kez Şekil 6.36’dan farklı olarak da bu kez X1 eksenine yine yıl, X2 eksenine bu kez öğretim türü yerine puan türü olarak seçildi ve öğretim türü de örgün öğretim seçildi. Analist öğretim türlerini değiştirdiği anda bilgi görseli anında değişerek kendisini bilgilendirmektedir. Şekil 6.37 incelendiğinde ise Türkiye genelinde (ki bunu analist isterse şehir/bölge bazında veya istediği boyutta da görebilir) örgün öğretim türünde sayısal puan türünde kontenjanların arttığını paralelinde de başarı sıralarının düştüğünü, eşit ağırlıkta kontenjanların artmamasına rağmen ortalama başarısının düştüğünü görüyoruz.



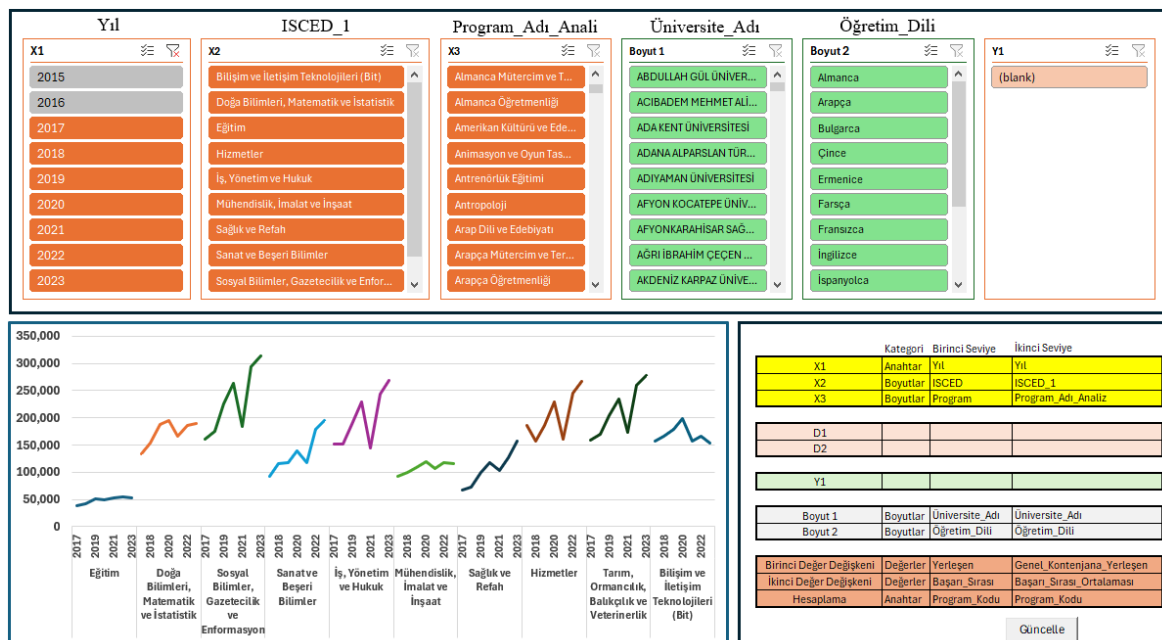
Şekil 6.37. Y1 ve X2 eksenlerinin değişimi ile öğretim türleri ve puan türüne göre kontenjan ve ortalama başarı sıraları (Örgün öğretim türü özelinde)

Şekil 6.37’de sunulan görselin sadece bir üniversiteye göre (Örnekte Gazi Üniversitesi) görselini görmek mümkündür. Şekil 6.38’de Gazi Üniversitesi’nin ikiye bölünmesi ile kendisinden eşit ağırlık ve sözel puan türündeki programlarının önemli bir kısmının alındığını görebiliyoruz.



Şekil 6.38. Gazi Üniversitesi öğretim türleri ve puan türüne göre kontenjan ve ortalama başarı sıraları (Örgün öğretim türü özelinde)

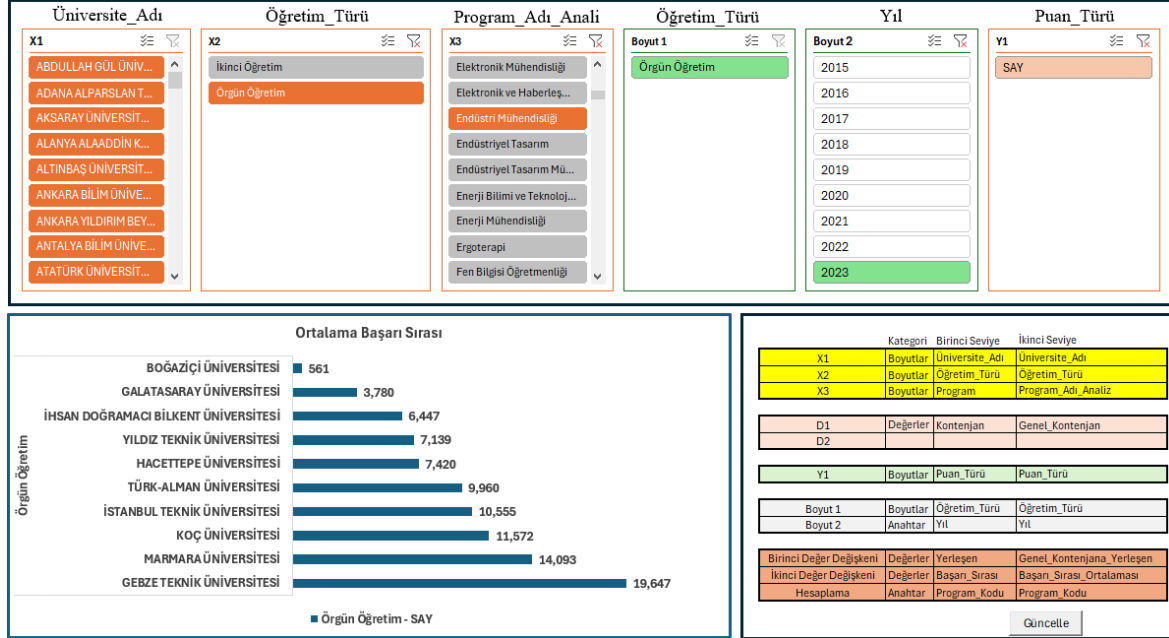
Bu tez çalışmasında, UNICED tarafından kullanılan eğitim sınıflandırması ISCED sınıflamasındaki programlarla mevcut program adları birbirleri ile eşleştirilerek ISCED boyutu türetilmiş, bu boyut ile stratejik seviyede yükseköğretim analizi yapılabilecek bir karar destek imkanı kazanılmıştır. Şekil 6.39’da merkezi yerleştirme programlarında ISCED-1’e göre ortalama başarı sıraları verilmiştir. Görüldüğü gibi eğitim programlarına yerleşenlerin ortalama başarı sıraları diğer ISCED-1 türlerine göre daha düşüktür, ikinci olarak mühendislik, imalat ve inşaat programları en iyi ortalama başarı sırasına sahip iken en düşük ortalama başarı sırasına sahip ISCED-1 türü de sosyal bilimler, gazetecilik ve enformasyon türüdür.



Şekil 6.39. Merkezi yerleştirme programlarında ISCED-1'e göre ortalama başarı sıraları

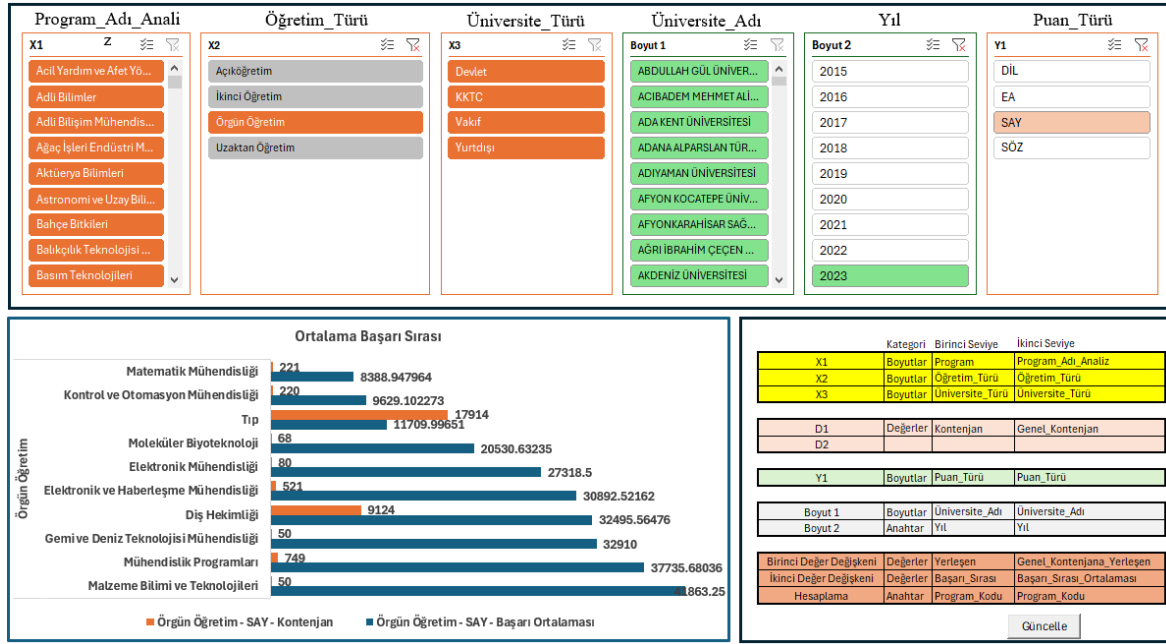
Analist ISCED-1 türlerine göre kontenjan durumunu incelemek isterse de bunu Şekil 6.40'da görüldüğü gibi hızlıca yapabilir.

Eğer aynı yıl sadece endüstri mühendisliği bölümünü isterse de bunu Şekil 6.42’de olduğu gibi sadece endüstri mühendisliğini seçerek görebilir.



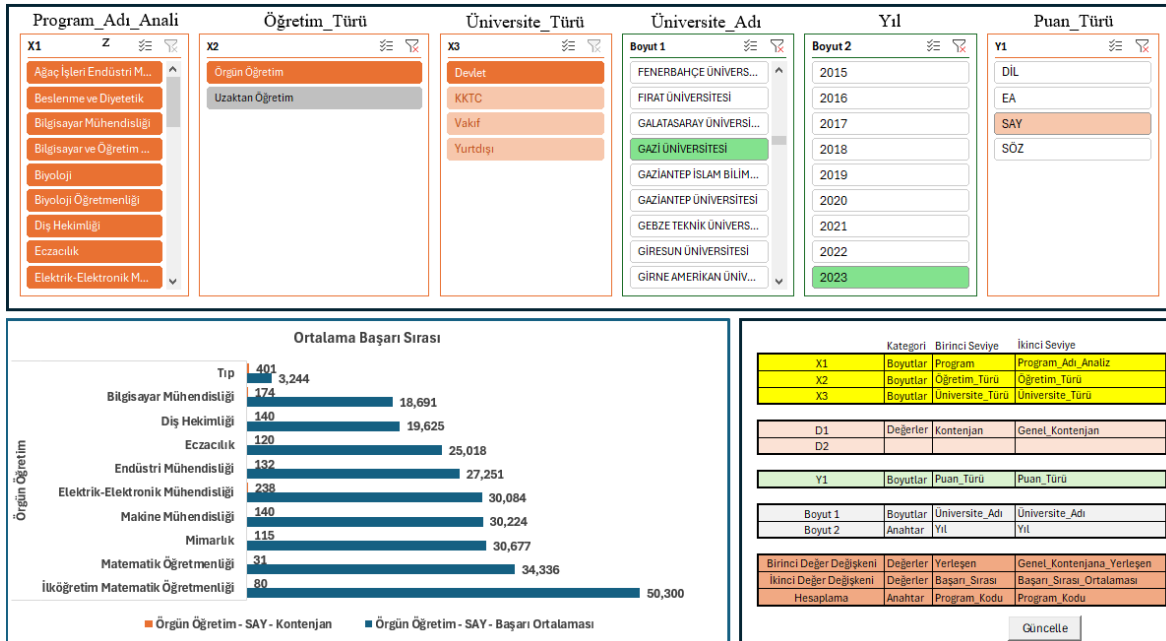
Şekil 6.42. Endüstri mühendisliğinde en iyi 10 ortalama başarı sırasına (Yerleşenlerin) sahip üniversiteler (2023)

Analist 2023 yılı için sayısal puan türünde örgün öğretimde en iyi 10 ortalama başarı sırasına (Yerleşenlerin) sahip bölümleri ve kontenjanları görmek isterse bunu Şekil 6.43’de görüldüğü gibi yapabilir.



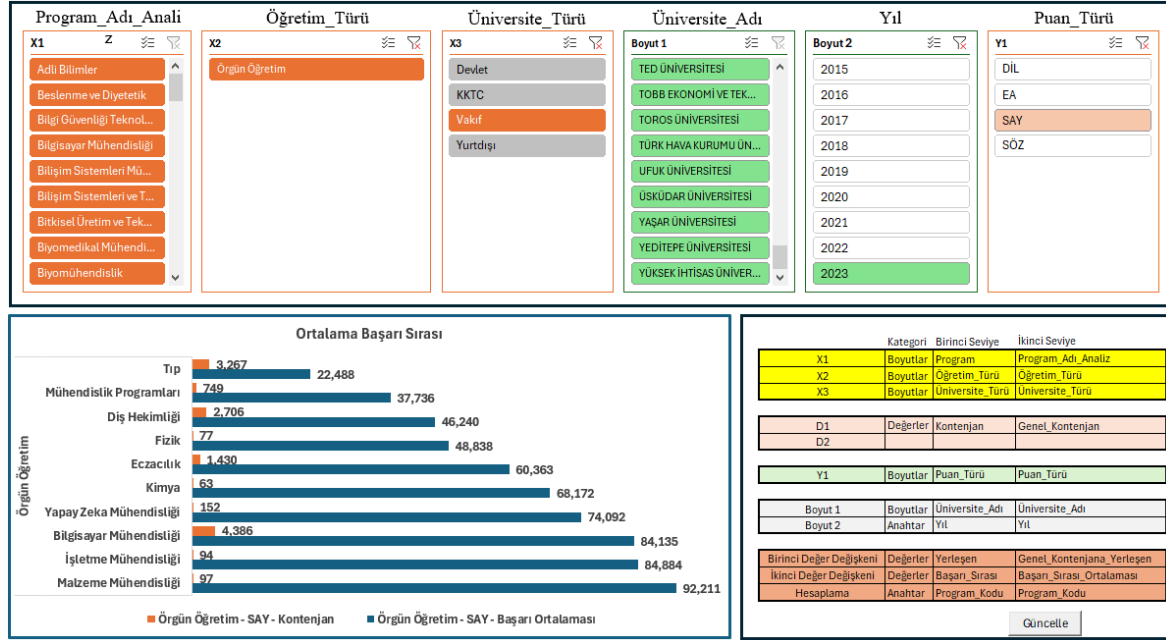
Şekil 6.43. Sayısal puan türünde örgün öğretimde en iyi 10 ortalama başarı sırasına (Yerleşenlerin) sahip bölümler ve kontenjanları (2023)

Analist 2023 yılında bir üniversite (gazi Üniversitesi örneğin) için sayısal puan türünde örgün öğretimde en iyi 10 ortalama başarı sırasına (Yerleşenlerin) sahip bölümleri ve kontenjanları görmek isterse bunu Şekil 6.43’de görüldüğü gibi yapabilir.



Şekil 6.44. 2023 yılında bir üniversite (Gazi Üniversitesi örneğin) için sayısal puan türünde örgün öğretimde en iyi 10 ortalama başarı sırasına (Yerleşenlerin) sahip bölümler ve kontenjanları

Analist bu kez 2023 yılında vakıf üniversiteleri için sayısal puan türünde örgün öğretimde en iyi 10 ortalama başarı sırasına (Yerleşenlerin) sahip bölümleri ve kontenjanlarını görmek isterse de yapacağı sadece üniversite türünde vakıf bilgisini seçmektir. Sonucu Şekil 6.44’de verilmiştir.



Şekil 6.45. 2023 yılında vakıf üniversiteleri için sayısal puan türünde örgün öğretimde en iyi 10 ortalama başarı sırasına (Yerleşenlerin) sahip bölümler ve kontenjanları

Analist seviyesi görsel analitik temelli karar destek sistemi örneklerinde görüldüğü gibi ilgi veri setine ilişkin tüm boyutlar ve değer değişkenleri kullanılarak tüm değerlere ilişkin görseller kolaylıkla oluşturulabilmekte, eksenler ve ilgili tüm değerler karşılıklı değiştirilebilmekte, boyutlar ve değerler türetilerek veri içindeki etkileşimlerden kaynaklı örtük bilginin bu şekilde ortaya çıkarılması sağlanabilmekte, analiste anlık istediği bilgi görseline ulaşma imkanı verilmekte, ikinci Y eksenini kullanım kolaylığı sunulmakta, aynı anda iki değer değişkenine (örneğin kontenjan, ortalama başarı sırası) ait değerler istenilen boyutlarda (X ekseninde X1, X2 ve X3 boyutlarında sadece görsel estetik için sınırlı tutulmuştur) görselleştirilebilmektedir. Kısaca, analist seviyesi görsel analitik temelli karar destek sistemi ile analist boyutlar, değer değişkenleri ve değerlerin sayısız kombinasyonu ile ilgi alanındaki (burada yükseköğretim) sorularının mevcut bilgi kapsamında hepsine cevap bulabilecek imkan ve kabiliyete sahip bulunmaktadır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında çok boyutlu veri setlerinin etkileşimli analizi için kullanıcı odaklı ve görsel analitik temelli bir karar destek sistemi geliştirilmiş ve yükseköğretim alanında hem yönetici hem de analist seviyesi uygulaması yapılmıştır. Geliştirilen bu karar destek sistemi ile jenerik veri seti yapısı, kullanıcı odaklı bilgi ekranı tasarımı, türetilmiş boyutlar ile değerler ve görsel analitik yaklaşımı sayesinde kullanıcıların veri analizi ve karar verme süreçlerinde bizzat kendilerinin veri ile ilgili içsel karar destek sağlamalarını hedeflenmiştir. Bu hedefi gerçekleştirmek için bu sistemin görsel tasarımında sadece bir grafiğin kullanılması, bu grafiğin eksenleri ile içerdiği değer değişkeni/değişkenlerinin kullanıcı tarafından etkileşimli olarak seçilebiliyor olması sağlanmıştır. Ayrıca, kullanıcının seçeceği boyutlar ve değer değişkenleri ile hızlı karar destek alabileceği karar destek raporları konsepti ile özellikle kullanım kolaylığı açısından kullanıcıya önceden hazırlanan akışı takip ederek karar destek alabilmesi için akış şemaları geliştirilmiştir.

Geliştirilen model veri görselleştirmeden bilgi görselleştirmeye kadar tüm karar verme sürecine yardımcı olan sezgisel ve etkileşimli bir karar destek sistemidir. Bu karar destek sistemi, kullanıcıların karmaşık karar verme süreçlerini kolaylaştırmayı, veri setlerinin görsel temsillerini kullanarak, kullanıcıların çözümleri daha iyi anlamalarını ve bilgileri daha etkin bir şekilde görselleştirmelerini sağlamayı hedeflemektedir. Bu etkileşimli platform, kullanıcıların veriler arasındaki ilişkileri ve örüntüleri hızlı ve doğru bir şekilde keşfetmelerine olanak tanırken, aynı zamanda geniş veri yelpazesinden elde edilen içgörülerin derinlemesine analizine de imkan vermektedir. Bu sistemin geliştirilmesi sürecinde, kullanıcı deneyimi ve etkileşim tasarımı ilkeleri ön planda tutulmuş, böylece karar vericilerin sistemden en yüksek verimi alabilmeleri için bir kullanım kolaylığı sağlanmıştır. Geliştirilen karar destek sistemi, özellikle çok boyutlu veri kümelerinin analizinde ve anlamlandırılmasında, bireylerin ve organizasyonların bilgi tabanlı kararlar almasında kritik bir araç olarak öne çıkacaktır. Bu sistem, bilimsel araştırma ve stratejik iş kararları gibi geniş bir uygulama yelpazesine adapte edilebilir niteliktedir.

Geleneksel karar destek sistemleri genellikle statik ve sınırlı analitik araçlara dayanır. Bu sistemler, geniş veri setleri karşısında esneklik ve derinlemesine analiz yapma konusunda yeterli kabiliyete sahip olmayabilir. Görsel analitik yaklaşımının entegrasyonu ile geliştirilen model, bu geleneksel sistemlerin sınırlılıklarını aşarak, karar alıcıların veri ile

daha etkileşimli ve anlamlı bir şekilde çalışmalarını sağlayacağı düşünülmektedir. Modelin geleneksel sistemlerden ayrıştığı nokta, kullanıcıların verileri görselleştirme ve bu veriler üzerinde etkileşimli analizler yapma yeteneğidir. Bu özellikler, karmaşık veri setleri içerisindeki gizli bilgilerin ve trendlerin keşfedilmesine olanak tanımıştır. Geleneksel sistemlerde karşılaşılan bilişsel yük ve veri yorumlama zorlukları, modelde görselleştirme ve sezgisel kullanıcı deneyimi ile azaltılmıştır.

Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi, kurumlarının karmaşık ve çok boyutlu veri ortamlarında stratejik ve bilinçli kararlar almasını sağlayan yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Modelin tasarımı ve uygulama süreçleri, veri setlerinin görsel olarak keşfedilmesini ve anlaşılmasını kolaylaştırarak, karar alıcıların karar verme sürecinde daha etkin bir rol oynamasına olanak tanımıştır. Bu yaklaşım, kurumsal (yükseköğretim gibi) zekanın gelişimine katkı sağlayacağı ve gelecekteki karar destek sistemlerinin tasarımı için yeni bir yol haritası sunacağı değerlendirilmiştir.

Bu çalışma ile karar destek sistemlerinde “İçsel Karar Destek-Intrinsic Decision Support” ve “Dışsal Karar Destek-Extrinsic Decision Support” sınıflaması da kazandıracaktır. İçsel karar destek yaklaşımı literatürde ve uygulamada giderek daha fazla ilgi görecektir ve ihtiyaç duyulacaktır. Bu model ile sağlanan ayrı bir yenilikte karar destek raporları konusudur. Bu terimde yine karar destek literatüründe önemli konulardan olacaktır.

Modern yükseköğretim kurumları, öğrenci başarı oranları, tercih eğilimleri, mezuniyet istatistikleri ve daha birçok alanda sürekli artan veri baskısı altındadır. Bu karmaşık veri ortamında, kurumlar stratejik planlama ve kaynak yönetimi kararlarını bilgiye dayalı bir şekilde almak zorundadır. Geleneksel karar destek sistemleri, bu yeni veri ortamının taleplerini karşılamak için yetersiz kalmaktadır. Bu boşluğu doldurmak amacıyla, görsel analitik yaklaşımı ve iş zekâsı araçlarını birleştiren yenilikçi bir yaklaşım ile geliştirilen bu model yükseköğretim alanına uygulanarak sunulmuştur.

Uygulamada, YÖK Atlas verileri üzerinde yapılan keşifler, yükseköğretim alanında özellikle karar alıcılar için değerli olacak içgörüler sağlamıştır. Örneğin, TYT puanlarının iki yıl süreyle geçerli olması kararının etkisi, model kullanılarak görselleştirilmiş ve analiz edilmiştir. Bu analizler, kararın etkilerini görsel olarak sunmuş ve liseden yeni mezun olan öğrencilerin kazananlar arasındaki oranının mezun öğrencilerin oranını geçtiğini açıkça

göstermiştir. Bu tür keşifler, politika yapıcılar ve eğitim kurumları için değerli veri temelli kanıtlar sunar ve gelecek stratejilerin şekillendirilmesinde önemli bir rol oynar.

Model ile ilgili olarak geleceğe dönük öneriler aşağıda sıralanmıştır:

Teknolojik İnovasyon: Modelin teknolojik bileşenlerini sürekli güncelleyerek, yapay zeka ve makine öğrenimi gibi yeni teknolojilerle entegrasyon sağlanmalıdır. Bu, modelin analitik yeteneklerini ve kullanıcı deneyimini daha da iyileştirecektir.

Kullanıcı Geri Bildirimleri: Modelin gelişimi için kullanıcı geri bildirimlerinin aktif olarak alınması ve değerlendirilmesi önemlidir. Bu, modelin kullanıcı ihtiyaçlarına daha iyi yanıt vermesini sağlayacak ve uygulama alanlarını genişletecektir. Ayrıca, görsel analitik sistemlerin kullanıcıların eylemlerini kaydetmesi ve anlaması, yorumlaması ve sonucunda arayüz, hesaplama, bilişsel seviyelerde düzenleme yapabilme yeteneklerine sahip olması konusunda çalışmalar kullanıcı deneyimi konusunda geri bildirimler sağlayacaktır.

Eğitim Programları: Modelin etkili kullanımını sağlamak için eğitim programları ve atölye çalışmaları düzenlenmelidir. Bu programlar, kullanıcıların modelin özelliklerini ve potansiyel uygulamalarını daha iyi anlamalarına yardımcı olacaktır.

Farkındalık Oluşturma: Modelin avantajları ve uygulamaları hakkında farkındalık oluşturmak için konferanslar, seminerler ve yayınlar düzenlenmelidir. Bu, modelin endüstri ve akademik çevrelerde daha geniş bir kabul görmesini sağlayabilir.

Sanal Ortam: İleride bu model Metaverse’de de kullanılabilir, “Immersive analytics” kapsamında da geliştirilebilir.

Çeşitli Endüstrilere Uygulanabilirlik: Modelin farklı endüstrilerdeki uygulanabilirliğini test etmek için pilot çalışmalar yapılmalıdır. Bu, modelin çeşitli iş senaryolarına ve veri tiplerine uyumlu olduğunu gösterecektir.

Araştırma ve İşbirlikleri: Modelin potansiyelini keşfetmek ve uygulama alanlarını genişletmek için akademik ve endüstriyel araştırma işbirlikleri geliştirilmelidir. Bu yaklaşım, modelin farklı alanlarda uygulanabilirliğini ve etkinliğini artıracaktır.

Kullanıcı Merkezli Tasarımın Benimsenmesi: Karar destek sistemlerinin tasarımında kullanıcı deneyimi ön planda tutulmalıdır. Bu, sistemlerin daha sezgisel ve kullanıcı dostu olmasını sağlayarak, karar alıcıların sistemleri daha etkin kullanmalarına olanak tanıyacaktır.

Yeni Veri Kaynaklarının Entegrasyonu: Modelin veri kaynakları sürekli olarak güncellenmeli ve yeni veri setleri ile zenginleştirilmelidir. Bu, karar destek sistemlerinin güncel ve kapsamlı verilere dayanarak daha doğru içgörüler sunmasını sağlayacaktır.

Sonuç olarak, bu tez çalışmasının esas amacı olan çeşitli alanlarda uygulanabilecek, kullanıcı dostu bir. "Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi" geliştirilmiş, veri analizi ve karar destek süreçlerinde yenilikçi bir yaklaşım sunulmuştur. Bu sistem işletmelerin ve bireylerin karar alma süreçlerini dönüştürme potansiyeline sahiptir. Bu sistemin yükseköğretimde uygulanması, ülke üst yönetiminden başlayarak yükseköğretim sektörünün tüm kademelerindeki karar vericilere ve üniversiteye girmek isteyen öğrencilere önemli katkılar sunabilir.

KAYNAKLAR

- Adefulu, A., Farinloye, T. and Mogaji, E. (2020). *Factors Influencing Postgraduate Students' University Choice in Nigeria*. In: Mogaji, E., Maringe, F., Ebo Hinson, R. (eds) Higher Education Marketing in Africa - Explorations on Student Choice. Cham, Switzerland: Springer.
- Afzal, S., Maciejewski, R. and Ebert, D. S. (2011). *Visual analytics decision support environment for epidemic modeling and response evaluation*. IEEE conference on visual analytics science and technology (VAST), 191-200.
- Andriani, E. and Adam, H. (2013). Pengaruh Biaya Pendidikan, Latar Belakang Sosial Ekonomi, Motivasi dan Reputasi Terhadap Minat Mahasiswa dalam Memilih Prodi S1 Akuntansi Perguruan Tinggi di Malang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB Universitas Brawijaya*, 1(2), 14-17.
- Angehrn, A. A. and Lüthi, H. J. (1990). Intelligent decision support systems: a visual interactive approach. *Interfaces*, 20(6), 17-28.
- Andrews, C., Endert, A. and North, C. (2010). *Space to Think: Large, High-Resolution Displays for Sensemaking*. Proc. 2010 SIGCHI Conf. Human Factors in Computing Systems (CHI 10), 55-64.
- Andrienko, N., Andrienko, G., Fuchs, G., Slingsby, A., Turkay, C., and Wrobel, S. (2020). *Visual analytics for data scientists*. Basingstoke: Springer International Publishing.
- Andrienko, N., Lammarsch, T., Andrienko, G., Fuchs, G., Keim, D. A., Miksch, S. and Rind, A. (2018). Viewing visual analytics as model building. *Computer Graphics Forum*, 37(6), 275-299.
- Appleyard, D., Lynch, K. and Myer, J. R. (1964). *The view from the road* (Vol. 196, No. 3). Cambridge, MA: MIT press.
- Bandyopadhyay, S. (2023). *Decision Support System*. CRC Press.
- Battle, L. and Heer, J. (2019). Characterizing exploratory visual analysis: a literature review and evaluation of analytic provenance in tableau. *Computer Graphics Forum*, 38(3), 145-159.
- Belton, V. and Elder, M. D. (1994). Decision support systems: Learning from visual interactive modelling. *Decision support systems*, 12(4-5), 355-364.
- Bergerson, A. (2009). *Special Issue: College Choice and Access to College: Moving Policy, Research, and Practice to the 21st Century*. ASHE Higher Education Report, Volume 35.
- Bertini, E. and Lalanne, D. (2010). Investigating and reflecting on the integration of automatic data analysis and visualization in knowledge discovery. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, 11(2), 9-18.

- Billinghurst, M., Cordeil, M., Bezerianos, A., Margolis, T. (2018). *Collaborative Immersive Analytics*. In: Marriott, K., et al. *Immersive Analytics*. Lecture Notes in Computer Science(), vol 11190. Springer, Cham.
- Briggs, S. and Wilson, A. (2007). Which university? A study of the influence of cost and information factors on Scottish undergraduate choice. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 29(1), 57–72.
- Burstein, F. and Holsapple, C. (2008). *Handbook on Decision Support Systems I*. Springer Berlin Heidelberg.
- Cebeci, H. İ. (2017). *Veri Görselleştirme*. Torkul, O., Gülseçen, S., Fırlı, A., Çağır, G. ve Uçar, M. K. (Ed.), *Mühendislikte yapay zeka ve uygulamaları 2 içinde* (45-60 ss.). Sakarya : Sakarya Üniversitesi.
- Chen, M., Gaither, K., John, N. W. and McCann, B. (2019). An information-theoretic approach to the cost-benefit analysis of visualization in virtual environments. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 25(1), 32-42.
- Chishtie, J., Marchand, J., Turcotte, L., Bielska, I. A., Babineau, J., Cepoiu-Martin, M., Irvine, M., Munce, S., Abudiab, S., Bjelica, M., Hossain, S., Imran, M., Jeji, T. and Jaglal, S. (2020). Visual analytic tools and techniques in population health and health services research: scoping review. *Journal of Medical Internet Research*, 22(12), e17892.
- Cui, W. (2019). Visual Analytics: A Comprehensive Overview. In *IEEE Access*, 7, 81555–81573.
- Çağlar, B. (2023). *Sosyal medya mesajlarında veri madenciliği ile bilgi keşfi ve görsel analitik ortamda sunulması: COVID-19 tweet veri seti örneği*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Di Biase, D., Reeves, C., Krygier, J., MacEachren, A. M., von Weiss, M., Sloan, J. and Detweiler, M. (1994). Multivariate display of geographic data: Applications in earth system science. *Visualization in modern cartography*, 287, 312.
- Dimara, E., Bezerianos, A. and Dragicevic, P. (2017). Conceptual and methodological issues in evaluating multidimensional visualizations for decision support. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 24(1), 749-759.
- Doğan, S. ve Türkmen, H. H., (2019). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Örneğinde Öğrencilerin Üniversite Tercih Nedenlerinin Tespitine Yönelik Bir Araştırma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 11(30), 848–866.
- Endert, A. (2014). Semantic interaction for visual analytics: Toward coupling cognition and computation. *IEEE computer graphics and applications*, 34(4), 8-15.
- Endert, A., Fiaux, P. and North, C. (2012). *Semantic Interaction for Visual Text Analytics*. Proc. SIGCHI Conference Human Factors in Computing (CHI), 473-482.

- Endert, A., Chang, R., North, C. and Zhou, M. (2015). Semantic interaction: Coupling cognition and computation through usable interactive analytics. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 35(4), 94-99.
- Endert, A., Fox, S., Maiti, D., Leman, S. and North, C. (2012). *The semantics of clustering: analysis of user-generated spatializations of text documents*. In Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interface, 555-562.
- Friedman, J. H. (1987). Exploratory projection pursuit. *Journal of the American statistical association*, 82(397), 249-266.
- Géryk, J. and Popelínský, L. (2014). *Visual Analytics for Increasing Efficiency of Higher Education Institutions*. In: Abramowicz, W., Kokkinaki, A. (eds) Business Information Systems Workshops. BIS 2014. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 183. Springer, Cham.
- Grigorieva, M. A., Alekseev, A. A., Galkin, T. P., Klimentov, A. A., Korchuganova, T. A., Milman, I. E., Padolski, S. V., Pilyugin, V. V., Titov, M. A. and ATLAS Collaboration. (2020). *A New Visual Analytics Toolkit for ATLAS Computing Metadata*. In Journal of Physics: Conference Series, 1525(1), 012086. IOP Publishing.
- Groth P. (1990). *Vision culture and landscape*. Berkeley Symposium on Landscape Interpretation. University of California, Berkeley.
- Harahap, D. A., Hurriyati, R., Gaffar, V. and Amanah, D. (2018). The impact of word of mouth and university reputation on student decision to study at university. In *Management Science Letters*, 649-658.
- Hauser, H. (2006). Interactive Visual Analysis-an Opportunity for Industrial Simulation. In *Simulation and Visualization (SimVis)*, 1-6.
- Heer, J. and Shneiderman, B. (2012). Interactive dynamics for visual analysis. In *Communications of the ACM*, 55(4), 45-54.
- Hohman, F., Kahng, M., Pienta, R. and Chau, D. H. (2019). Visual analytics in deep learning: an interrogative survey for the next frontiers. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 25(8), 2674-2693.
- Hu, Y., Yang, W., Huang, H. and Liu, J. (2021). Revisit Visual Representation in Analytics Taxonomy: A Compression Perspective. *Cornell University, Open-access archive*, arXiv:2106.08512.
- Islam, S., Hasan, M., Wang, X., Germack, H. D. and Noor-E-Alam, M. (2018). A systematic review on healthcare analytics: application and theoretical perspective of data mining. *Healthcare*, 6(2), 54-97.
- Islam, M. R., Zhang, J., Ashmafee, M. H., Razzak, I., Zhou, J., Wang, X. and Xu, G. (2021). *ExVis: Explainable Visual Decision Support System for Risk Management*. In 8th International Conference on Behavioral and Social Computing (BESC), 1-5.

- Kehrer, J. and Hauser, H. (2013). Visualization and Visual Analysis of Multifaceted Scientific Data: A Survey. In *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 19(3), 495-513.
- Keim, D. A., Mansmann, F., Schneidewind, J., Thomas, J. and Ziegler, H. (2008). *Visual analytics: Scope and challenges*, 76-90. Springer, Berlin Heidelberg.
- Keim, D.A., Kohlhammer, J., Ellis, G. and Mansmann, F. (2010). Mastering the information age solving problems with visual analytics. *Eurographics Association*.
- Keim, D. A. and Schneidewind, J. (2007). Introduction. In *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, 9(2), 3-4.
- Khan, T., Shakeel, S. S., Gul, A., Masud, H. and Ebert, A. (2022). *Implementing visual analytics pipelines with simulation data*. Software Usability. 1-24, IntechOpen.
- Kırtıloğlu, O.S. (2016). *Harita mashup uygulamalarıyla zamana ve mekâna bağlı görsel analitik ortamı oluşturulması: Konya Kapalı Havzası örneği*, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Necmettin Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kim, D.H., Hoque, E. and Agrawala, M. (2020). *Answering questions about charts and generating visual explanations*. In: Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems, 1-13.
- Kirk, A. (2012). *Data Visualization: a successful design process*. Packt Publishing Ltd.
- Kohlhammer, J., Keim, D., Pohl, M., Santucci, G. and Andrienko, G. (2011). Solving Problems with Visual Analytics. In *Procedia Computer Science*, 7, 117–120.
- Kuzu, Y., Sıvacı, S. Y. ve Kuzu, O. (2018). Üniversite Tercihini Etkileyen Faktörlerin İkili Karşılaştırması. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (37), 128-156.
- Le, T. D., Robinson, L. J. and Dobebe, A. R. (2020). Understanding high school students use of choice factors and word-of-mouth information sources in university selection. *Studies in Higher Education*, 45, 808-818.
- Liu, J., Liu, S. and Chen, C. (2018). Recent research advances on interactive machine learning. *Journal of Visualization*, 22(2), 401-417.
- Liu, S., Wang, X., Collins, C., Dou, W., Ouyang, F., El-Assady, M., Jiang, L. and Keim, D. A. (2019). Bridging Text Visualization and Mining: A Task-Driven Survey. In *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 25(7), 2482-2504.
- Menon, M. E., Saiti, A. and Socratous, M. (2006). Rationality, Information Search and Choice in Higher Education: Evidence from Greece. In *Higher Education* 54(5), 705-721.
- Milutinović, G., Ahonen-Jonnarth, U. and Seipel, S. (2021). Does visual saliency affect

- decision-making? *Journal of Visualization*, 24, 1267-1285.
- Pagendarm, H. G. and Post, F. (1995). Comparative Visualization-Approaches and Examples. *Visualization in Scientific Computing*, 95-108.
- Palabıyık, H., Bayındır, S. ve Uygun, Ö. (2020). Üniversite tercihinin bulanık aksiyomatik tasarım ile değerlendirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(1), 20-33.
- Raposo, M. and Alves, H. (2007). A Model of University Choice: An Exploratory Approach, *MPRA Paper* 5523, 1, 1-18.
- Rees, D. and Laramée, R. S. (2019). A survey of information visualization books. *Computer Graphics Forum*, 38(1), 610-646.
- Rensink, R. A. (2014). *On the Prospects for a Science of Visualization*. In Handbook of Human-Centric Visualization, 147-175. Springer.
- Riche, N. H., Hurter, C., Diakopoulos, N. and Carpendale, S. (2018). *Data-driven storytelling*. CRC Press.
- Robbins, S. P. (2007). *Perilaku Organisasi*. Jakarta: PT. Indeks Kelompok Gramedia.
- Ruppert, T., Dambruch, J., Krämer, M., Balke, T., Gavanelli, M., Bragaglia, S., Chesani, F., Milano, M. and Kohlhammer, J. (2015). Visual decision support for policy making: advancing policy analysis with visualization. *Policy practice and digital science: Integrating complex systems, social simulation and public administration in policy research*, 321-353.
- Sacha, D., Zhang, L., Sedlmair, M., Lee, J. A., Peltonen, J., Weiskopf, D., North, S.C. and Keim, D. A. (2016). Visual interaction with dimensionality reduction: A structured literature analysis. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 23(1), 241-250.
- Seipp, K., Gutiérrez, F., Ochôa, X. and Verbert, K. (2019). Towards a visual guide for communicating uncertainty in visual analytics. *Journal of Computer Languages*, 50, 1-18.
- Sharda, R., Delen, D. and Turban, E., (2014). *Business Intelligence and Analytics: Systems for Decision Support*, Global Edition. Pearson.
- Shahid, M. L. U. R., Molchanov, V., Mir, J., Shaukat, F. and Linsen, L. (2020). Interactive visual analytics tool for multidimensional quantitative and categorical data analysis. In *Information Visualization*, 19(3), 234-246.
- Shneiderman, B. (1996). *The eyes have it: A task by data type taxonomy for information visualizations*. In Proceedings 1996 IEEE symposium on visual languages, 336-343.
- Shneiderman, B. (2002). Inventing discovery tools: combining information visualization with data mining. *Information visualization*, 1(1), 5-12.

- Shipman, F. M. and Marshall, C. C. (1999). Formality considered harmful: Experiences, emerging themes, and directions on the use of formal representations in interactive systems. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 8, 333-352.
- Sibolla, B. H., Coetzee, S. and Zyl, T. L. (2018). A framework for visual analytics of spatio-temporal sensor observations from data streams. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(12), 475-501.
- Silen, C. and Uhlin, L. (2008). Self-directed learning—a learning issue for students and faculty!. *Teaching in higher education*, 13(4), 461-475.
- Silver, M. S. (1990). Decision support systems: directed and nondirected change. *Information Systems Research*, 1(1), 47-70.
- Simões, C. and Soares, A. M. (2010). Applying to higher education: Information sources and choice factors. *Studies in Higher Education*, 35(4), 371–389.
- Smedberg, H. and Bandaru, S. (2023). Interactive knowledge discovery and knowledge visualization for decision support in multi-objective optimization. In *European Journal of Operational Research*, 306(3), 1311-1329.
- Springmeyer, R. R., Blattner, M. M. and Max, N. L. (1992). A characterization of the scientific data analysis process. In *Proceedings Visualization '92*, 92, 235-242.
- Taniguchi, Y., Mizuno, H. and Yajima, H. (1997). *Visual decision support system*. In IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics. Computational Cybernetics and Simulation, 1, 554-558.
- Tambunan, L. T. (2010). *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keputusan Mahasiswa Dalam Menempuh Pendidikan Pada Jurusan Akuntansi Universitas HKBP Nomensen Medan*. Universitas Sumatera Utara.
- Thomas, J. J. and Cook, K. A. (2005) *Illuminating the Path*. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos.
- Thomas, J. J. and Cook, K. A. (2006). A visual analytics agenda. *IEEE computer graphics and applications*, 26(1), 10-13.
- Torlak, Ö. ve Doğan, V. (2011). Üniversite Adaylarının Üniversite Marka Algılarının Üniversite Tercihlerine Etkilerinin Ölçümü: Eskişehir Örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 12(1), 97-113.
- Tufte, E. R. (2001). *The visual display of quantitative information*. Cheshire, CT: Graphics press.
- Tutsun, E. (2020). Öğrenme Analitikleri ve Yükseköğretimdeki Uygulama Alanları. In *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 13(3), 243-254.
- Urbanowicz, R. [@DocUrbs]. (2015, Jun 15). *New proposed field/term Venn diagram*

- [Tweet]. X. <https://x.com/DocUrbs/status/1007375834347376642?s=20>
- Valiati, E. R. A., Pimenta, M. S. and Freitas, C. M. D. S. (2006). *A taxonomy of tasks for guiding the evaluation of multidimensional visualizations*. In Proceedings of the 2006 AVI workshop on Beyond time and errors: novel evaluation methods for information visualization. AVI06: The International Conference on Advanced Visual Interfaces.
- von Landesberger, T., Schreck, T., Fellner, D.W. and Kohlhammer, J. (2012). *Visual Search and Analysis in Complex Information Spaces—Approaches and Research Challenges*. In: Dill, J., Earnshaw, R., Kasik, D., Vince, J., Wong, P. (eds) Expanding the Frontiers of Visual Analytics and Visualization. Springer, London.
- Vrontis, D., Thrassou, A. and Melanthiou, Y. (2007). A contemporary higher education student-choice model for developed countries. *Journal of Business Research*, 60(9), 979-989
- Walsh, C., Moorhouse, J., Dunnett, A. and Barry, C. (2015). University choice: which attributes matter when you are paying the full price? In *International Journal of Consumer Studies*, 39(6), 670-681.
- Watanabe, R., Ishibashi, H. and Furukawa, T. (2022). Visual analytics of set data for knowledge discovery and member selection support. In *Decision Support Systems*, 152, 113635.
- Wehrend, S. and Lewis, C. (1990) *A problem-oriented classification of visualization techniques*. In: Proceedings of the First IEEE Conference on Visualization. New York.
- Ware, C. (2004). *Information visualization: perception for design*. Morgan Kaufmann.
- Wexler, S., Shaffer, J. and Cotgreave, A. (2017). *The Big Book of Dashboards: Visualizing Your Data Using Real-world Business Scenarios*. John Wiley & Sons.
- Yakar, L., Odabaş, M. ve Gündeğer, C. (2016). Üniversite Öğrencilerinin Üniversiteyi Seçme Nedenlerinin İkili Karşılaştırma Yöntemiyle Ölçeklenmesi (Hacettepe, Siirt ve Aksaray Üniversiteleri Örneği). *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38, 189-201.
- Yaman, T. T. and Çakır, Ö. (2017). Üniversite tercihlerinin seçime dayalı konjoint analizi ile belirlenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 1(1), 65-84.
- Yang, J., Peng, W., Ward, M. O. and Rundensteiner, E. A. (2003). *Interactive hierarchical dimension ordering, spacing and filtering for exploration of high dimensional datasets*. In IEEE Symposium on Information Visualization, 105-112.
- Yanikkerem, E., Altınparmak, S. ve Karadeniz, G. (2004). Gençlerin meslek seçimini etkileyen faktörler ve benlik saygıları. *Hemşirelik Forumu Dergisi*, 7(2), 61-62.
- Yavuzer, H ve Kahraman, A. B. (2014). Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi ve Öğrenci Profili. *Cappadocia Journal of History and Social Sciences*, 3, 23-34.

- Yuan, J., Chen, C., Yang, W., Liu, M., Xia, J. and Liu, S. (2021). A survey of visual analytics techniques for machine learning. *Computer Visual Media*, 7, 3-36.
- Yuk, M. and Diamond, S. (2014). *Data visualization for dummies*. John Wiley & Sons.
- Zhang, C., Yang, J., Zhan, F. B., Gong, X., Brender, J. D., Langlois, P. H., Barlowe, S. and Zhao, Y. (2016). *A visual analytics approach to high-dimensional logistic regression modeling and its application to an environmental health study*. In IEEE Pacific Visualization Symposium (PacificVis), 136-143.
- Zhang Y. and Spiro N. (1977). *A collage of concerns*. University of California Berkeley College of Environmental Design & University of California Berkeley College of Environmental Design Student Forum. Dept. of Architecture College of Environmental Design University of California.





EKLER

EK-1. Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi rapor örneği



2023 Yılı Kontenjanları
ve
2022-2023
Devlet ve Vakıf Üniversiteleri
Bilgi Görselleri
(Kontenjan-Yerleşen-Bursluluk-Doluluk-Puan)

Türkiye-Ankara-Üniversite

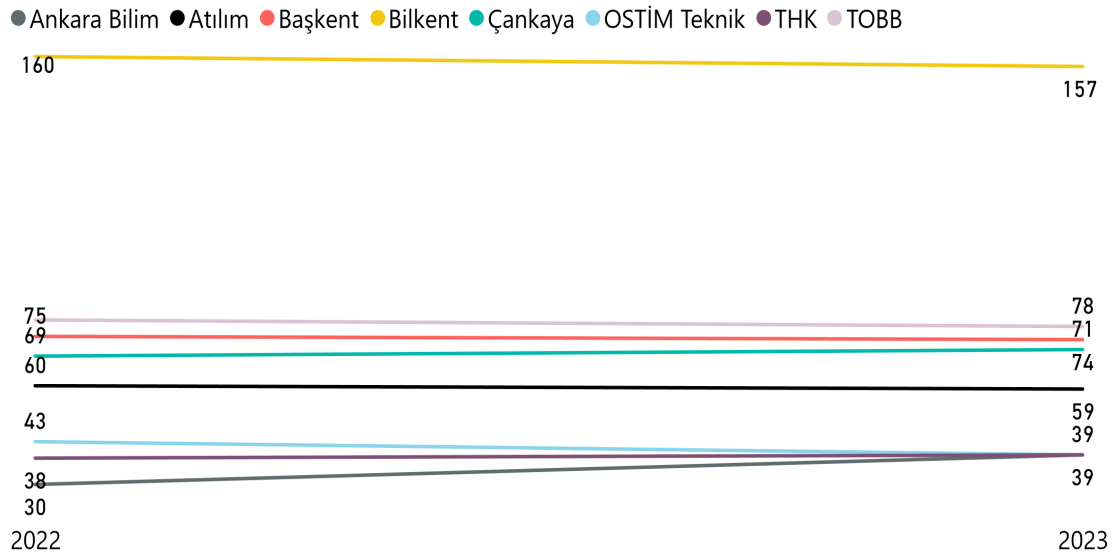
Lisans Düzeyi

Endüstri Mühendisliği Bölümü

EK-1. (Devam) Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi rapor örneği

Vakıf Üniversiteleri Kontenjan/Yerleşen Sayıları ve Doluluk Oranı

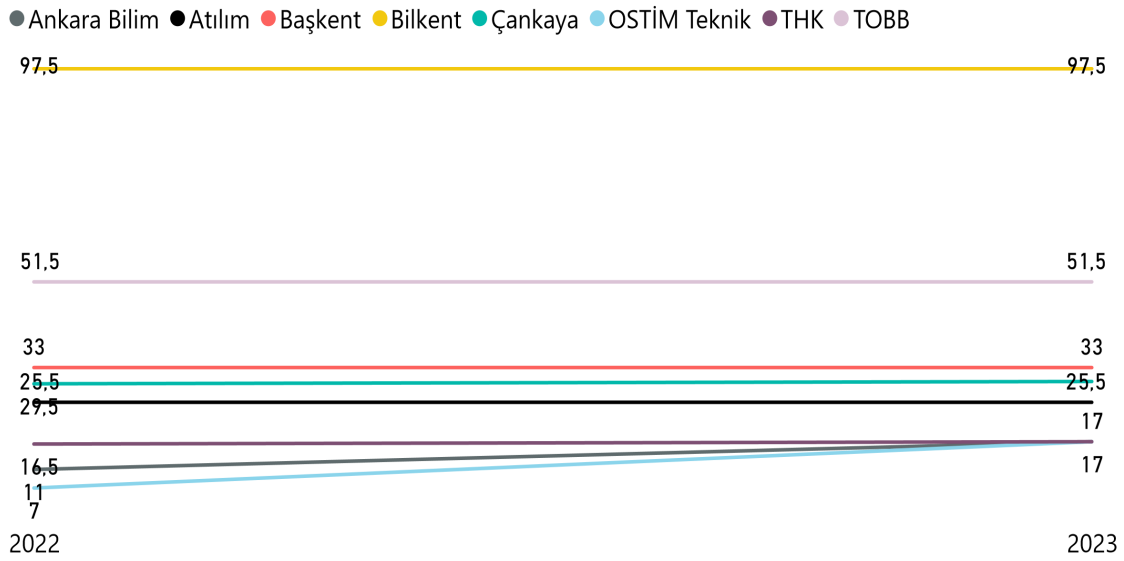
Ankara 8 vakıf üniversitesindeki örgün eğitim **Lisans** düzeyindeki kontenjan 2023 yılında **1 artarak 556** sayısına ulaşmıştır. En düşük üniversite kontenjanı **39**, en yüksek üniversite kontenjanı ise **157** olmuştur.



Yıl	2022			2023		
Üniversite	Kontenjan	Yerleşen	Doluluk	Kontenjan	Yerleşen	Doluluk
Ankara Bilim	30	26	%86,67	39	39	%100,00
Atılım	60	60	%100,00	59	59	%100,00
Başkent	75	75	%100,00	74	74	%100,00
Bilkent	160	160	%100,00	157	157	%100,00
Çankaya	69	69	%100,00	71	71	%100,00
OSTİM Teknik	43	21	%48,84	39	39	%100,00
THK	38	38	%100,00	39	39	%100,00
TOBB	80	80	%100,00	78	78	%100,00
Total	555	529	%95,32	556	556	%100,00

EK-1. (Devam) Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi rapor örneği

Vakıf Üniversiteleri Tam Öğrenci (Yerleşen) Sayıları

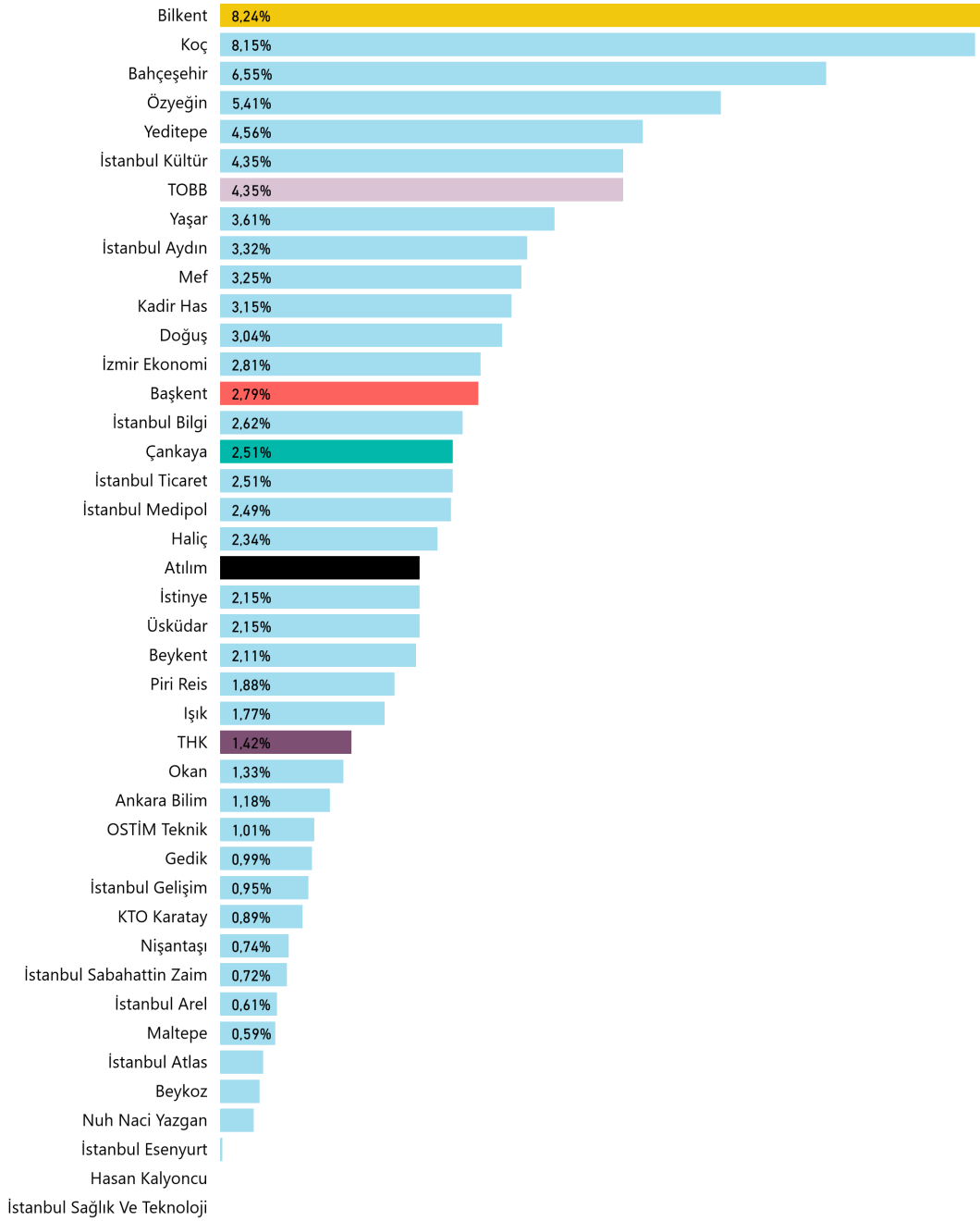


Üniversite	2022	2023
Ankara Bilim	11,00	17,00
Atılım	25,50	25,50
Başkent	33,00	33,00
Bilkent	97,50	97,50
Çankaya	29,50	30,00
OSTİM Teknik	7,00	17,00
THK	16,50	17,00
TOBB	51,50	51,50
Total	271,50	288,50

EK-1. (Devam) Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi rapor örneği

Türkiye Geneli Vakıf Üniversiteleri 2021 Yılı Tam Öğrenci Oranı

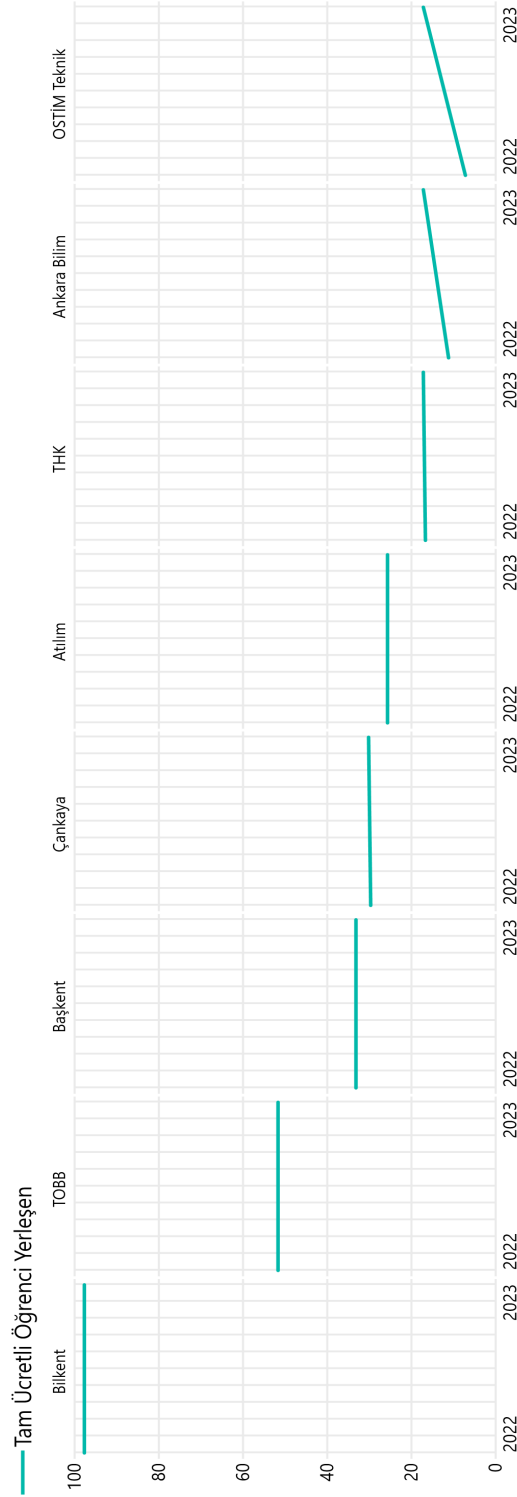
Türkiye 49 Vakıf üniversitesindeki toplam tam öğrenci sayısından üniversitelerin aldıkları yüzdeyi ifade eder.



EK-1. (Devam) Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi rapor örneği

Üniversitelerin Tam Öğrenci Sayıları (Yerleşen)

Ankara şehirde bulunan 8 vakıf üniversitesindeki örgün eğitim **Lisans** düzeyindeki tam öğrenci sayıları aşağıda sunulmuştur.

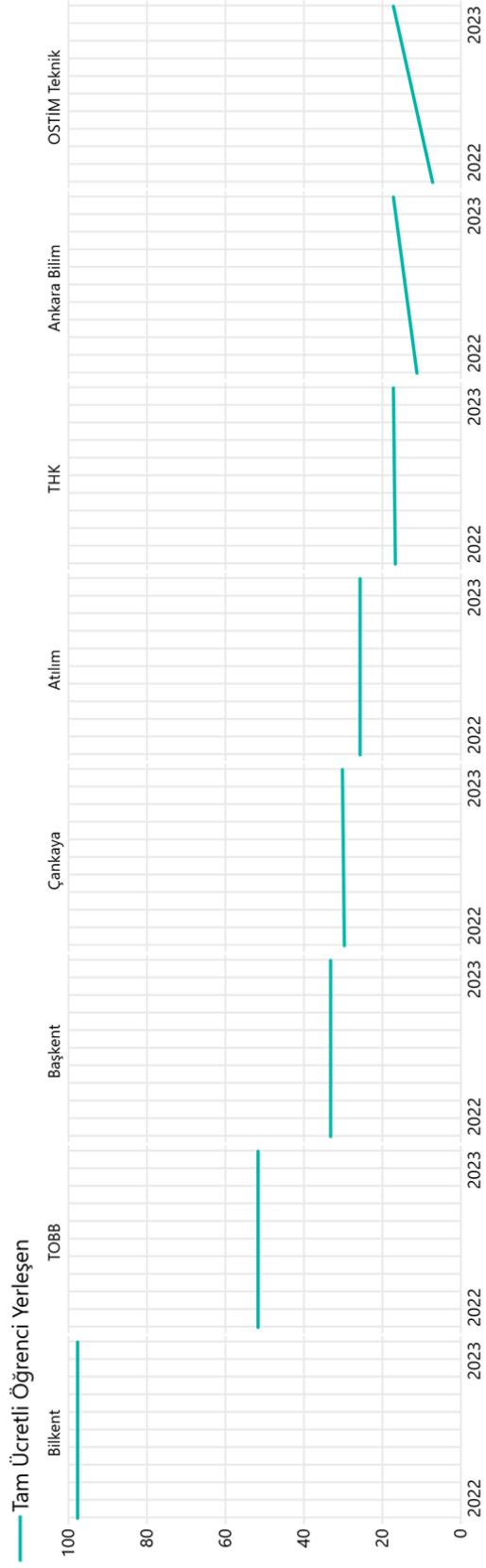


Yıl	2022	2023
Üniversite Kısa	Bursluluk	Doluluk
Ankara Bilim	%100	%86,67
Atılım	%100	%100,00
Başkent	%100	%100,00
Bilkent	%100	%100,00
Çankaya	%100	%100,00
OSTİM Teknik	%100	%48,84
THK	%100	%100,00
TOBB	%100	%100,00
Toplam	%100	%95,32

EK-1. (Devam) Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi rapor örneği

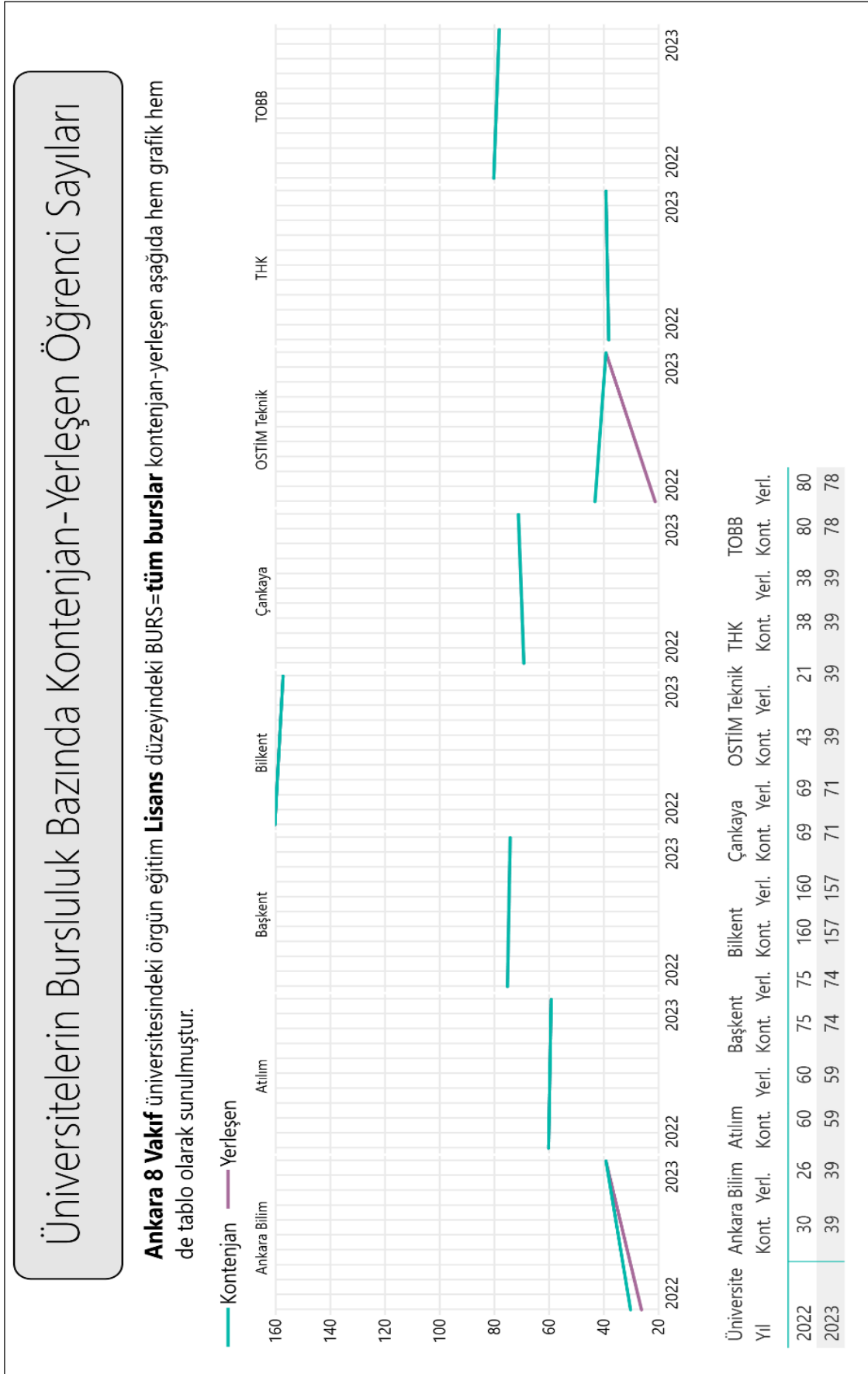
Üniversitelerin Tam Öğrenci Sayıları (Yerleşen)

Ankara şehrinde bulunan 8 vakıf üniversitesindeki örgün eğitim **Lisans** düzeyindeki tam öğrenci sayıları aşağıda sunulmuştur.



Yıl	2022		2023	
	Üniversite Kısa	Bursluluk	Doluluk	Bursluluk
		%100	%86,67	%100
	Ankara Bilim	%100	%100,00	%100
	Atılım	%100	%100,00	%100
	Başkent	%100	%100,00	%100
	Bilkent	%100	%100,00	%100
	Çankaya	%100	%100,00	%100
	OSTİM Teknik	%100	%48,84	%100
	THK	%100	%100,00	%100
	TOBB	%100	%100,00	%100
	Toplam	%100	%95,32	%100

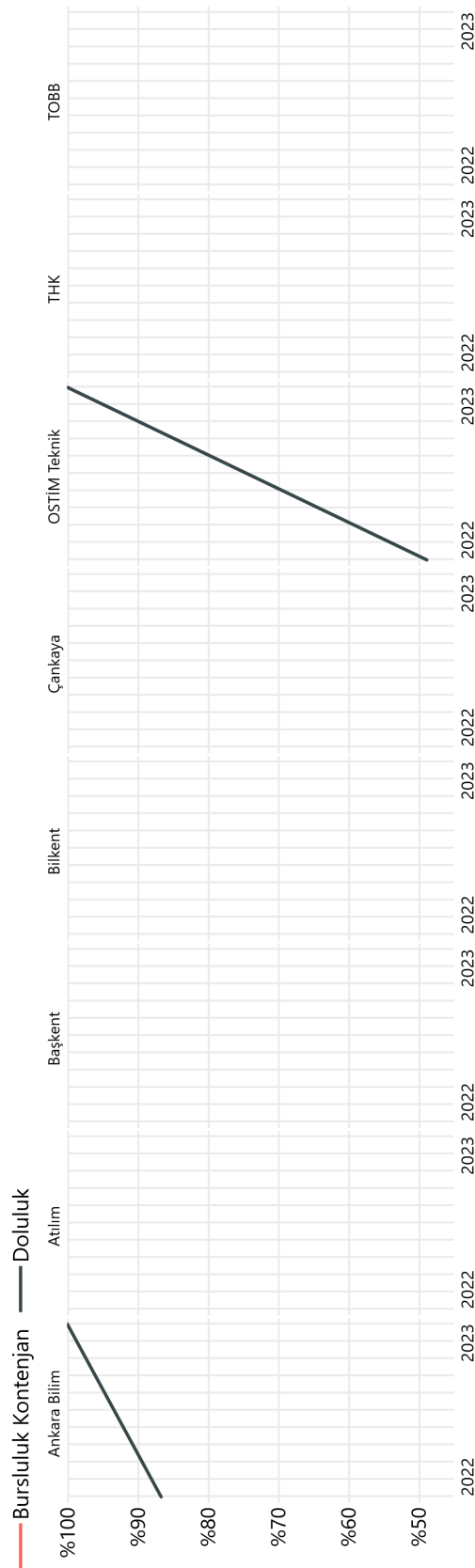
EK-1. (Devam) Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi rapor örneği



EK-1. (Devam) Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi rapor örneği

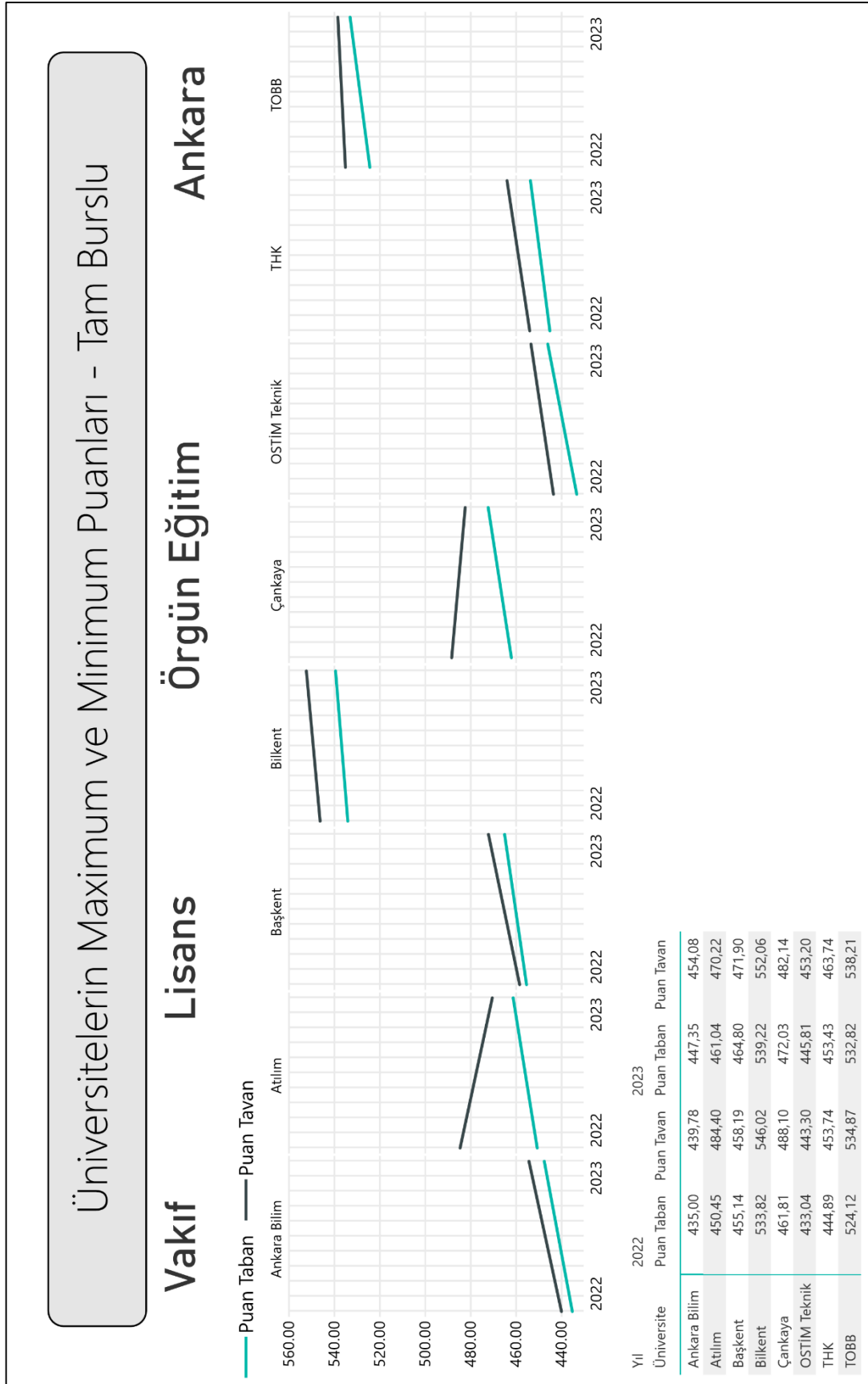
Üniversitelerin Bursluluk ve Doluluk Oranları

Ankara 8 Vakıf üniversitesindeki örgün eğitim **Lisans** düzeyindeki bursluluk ve doluluk oranları aşağıda hem grafik hem de tablo olarak sunulmuştur.



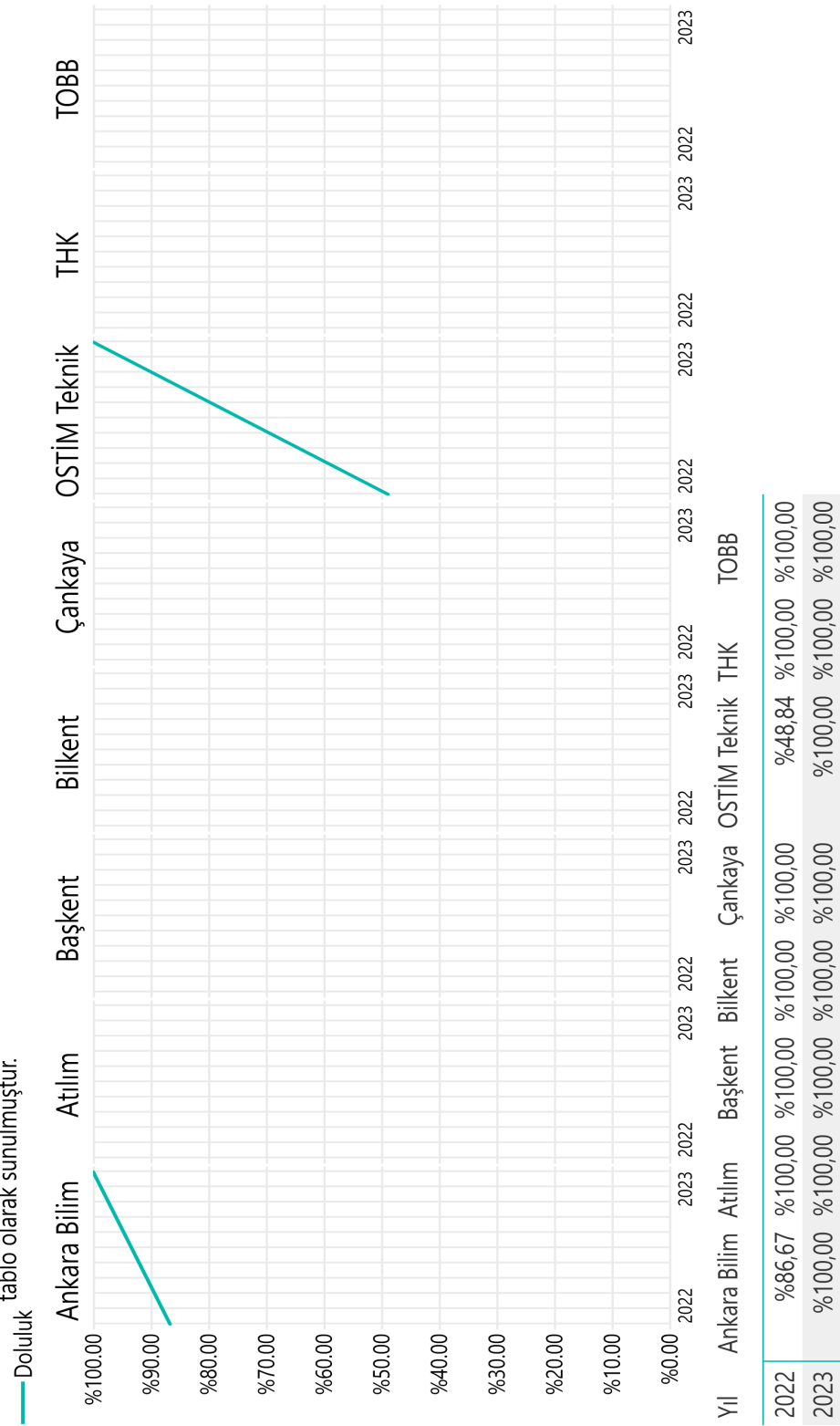
Kategori	Yıl	2022		2023	
		Üniversite Kısa	Vakıf	Bursluluk	Doluluk
Ankara Bilim			%100	%86,67	%100
Atılım			%100	%100,00	%100
Başkent			%100	%100,00	%100
Bilkent			%100	%100,00	%100
Çankaya			%100	%100,00	%100
ÖSTİM Teknik			%100	%48,84	%100
THK			%100	%100,00	%100
TOBB			%100	%100,00	%100
Toplam			%100	%95,32	%100

EK-1. (Devam) Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi rapor örneği

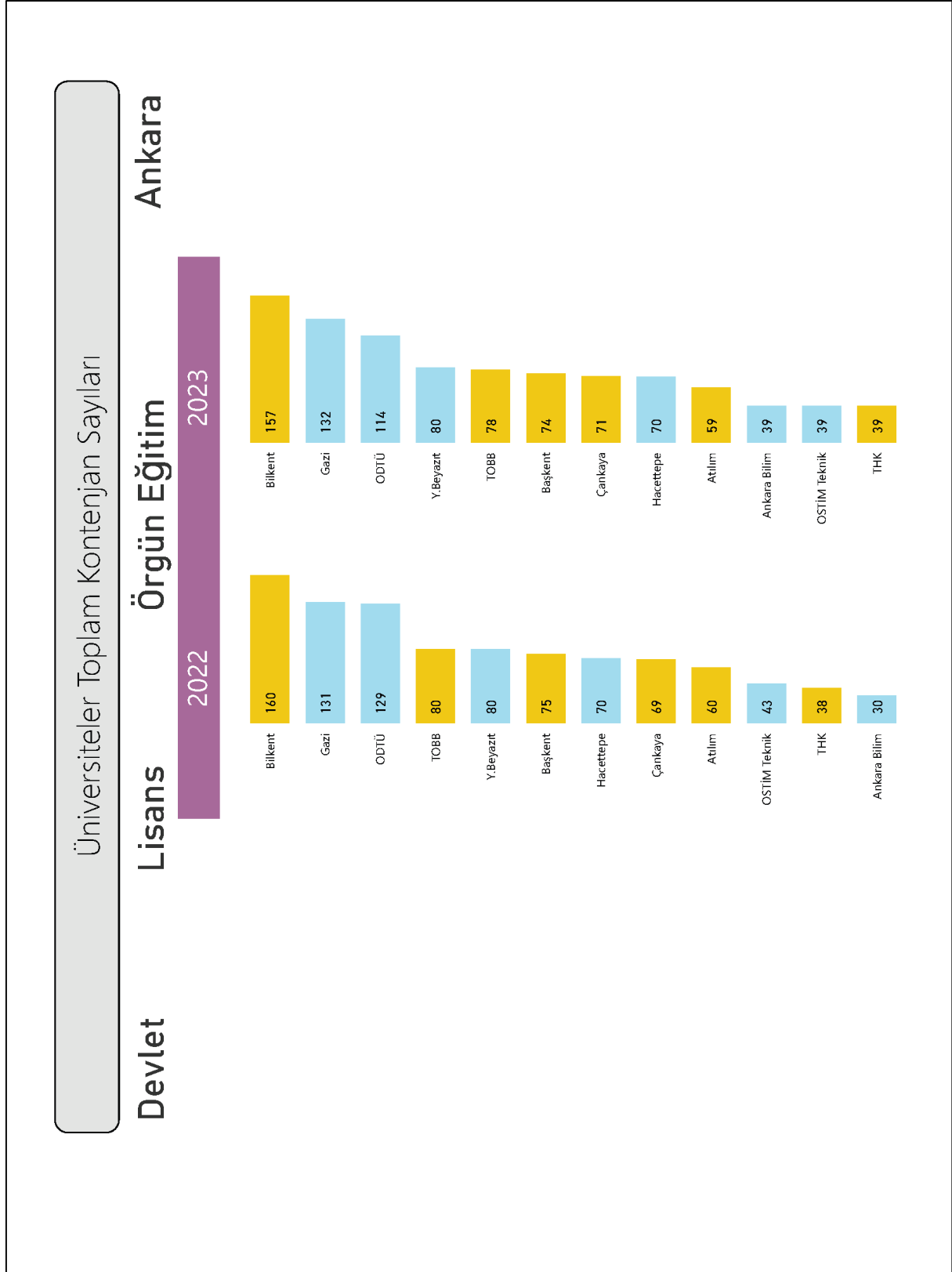


Üniversitelerin Bursluluk Bazında Doluluk Oranları

Ankara 8 Vakıf üniversitesindeki örgün eğitim **Lisans** düzeyindeki BURS=**tüm burslar** doluluk oranları aşağıda hem grafik hem de tablo olarak sunulmuştur.

[illegible]

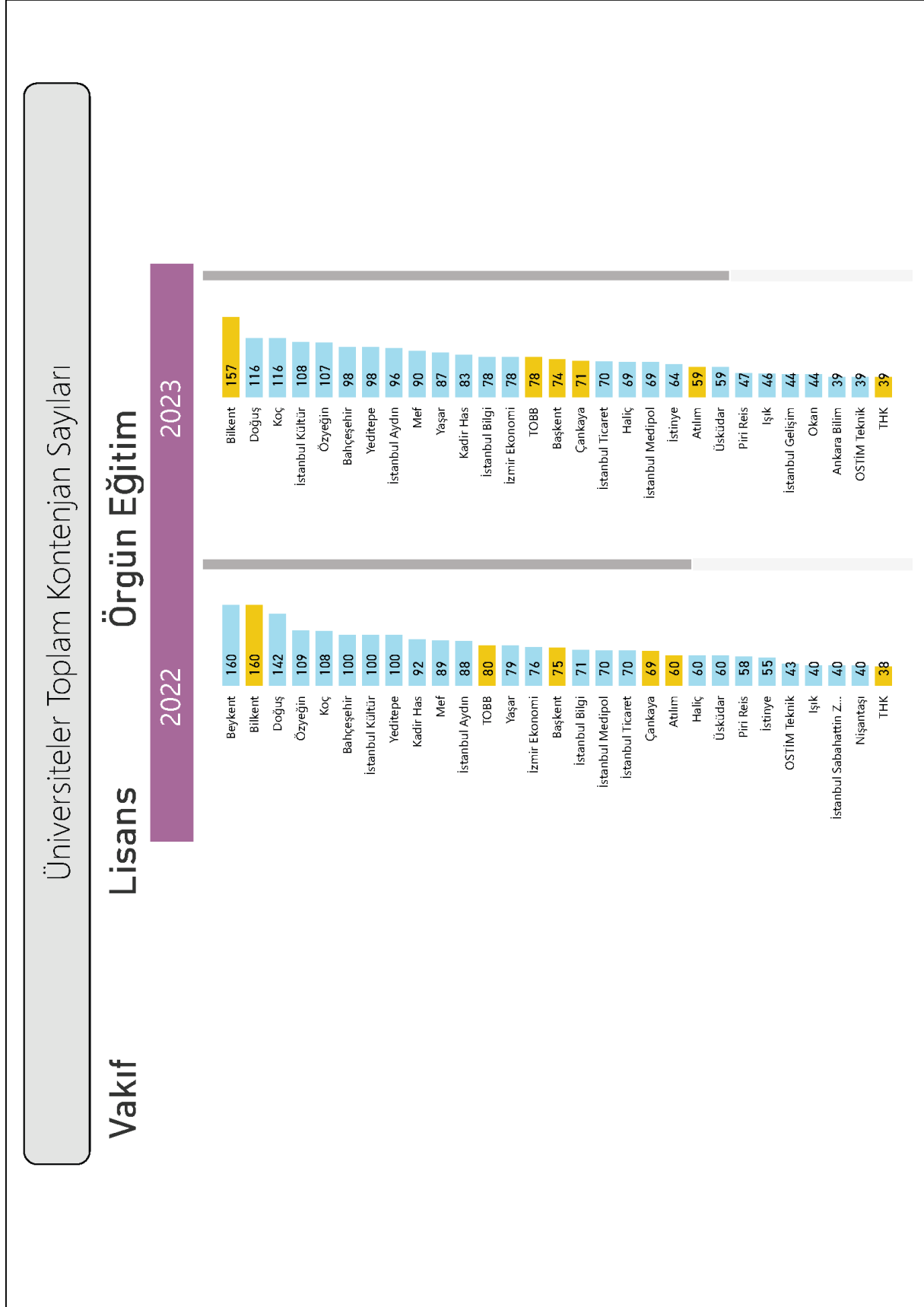
EK-1. (Devam) Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi rapor örneği



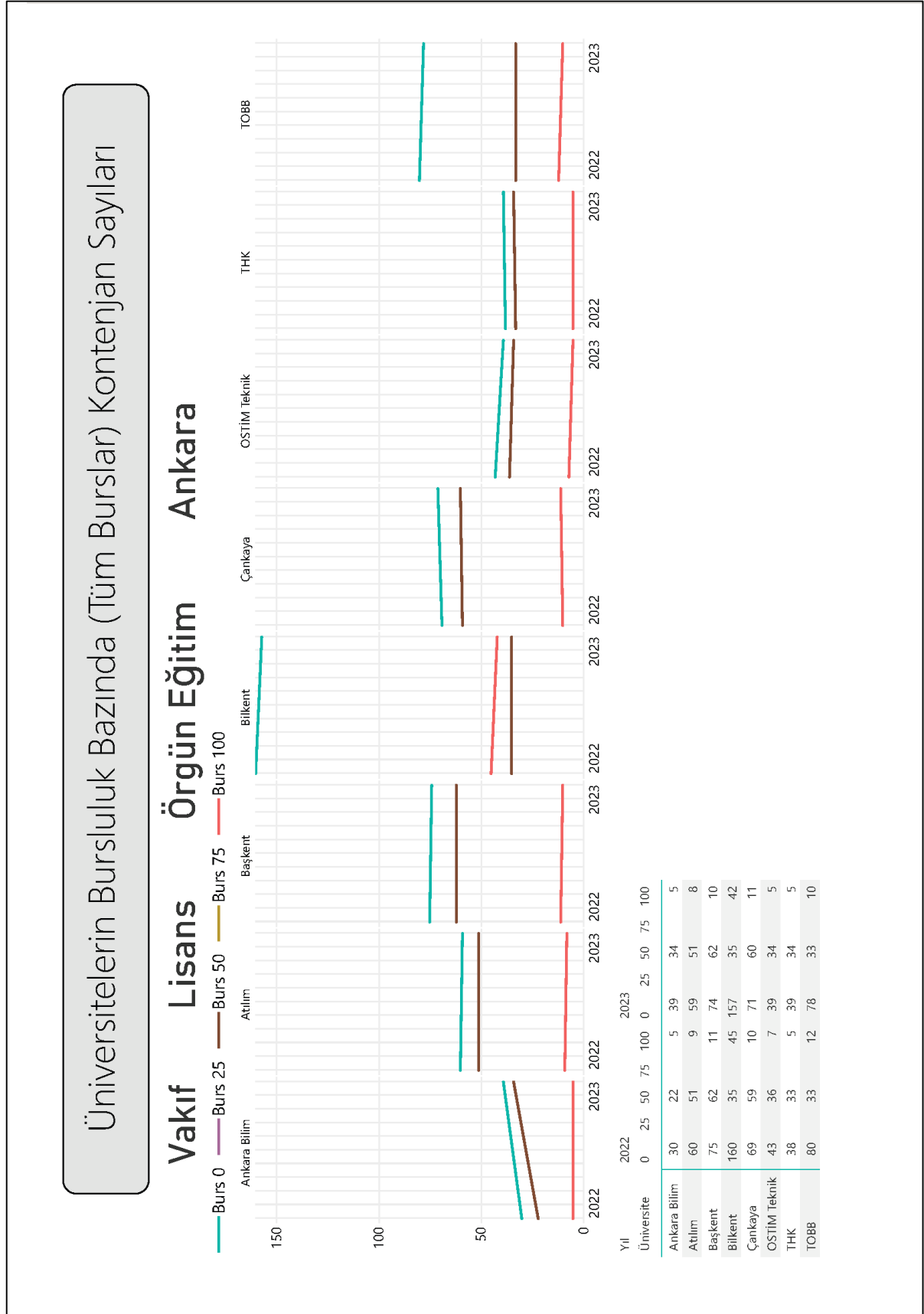
EK-1. (Devam) Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi rapor örneği



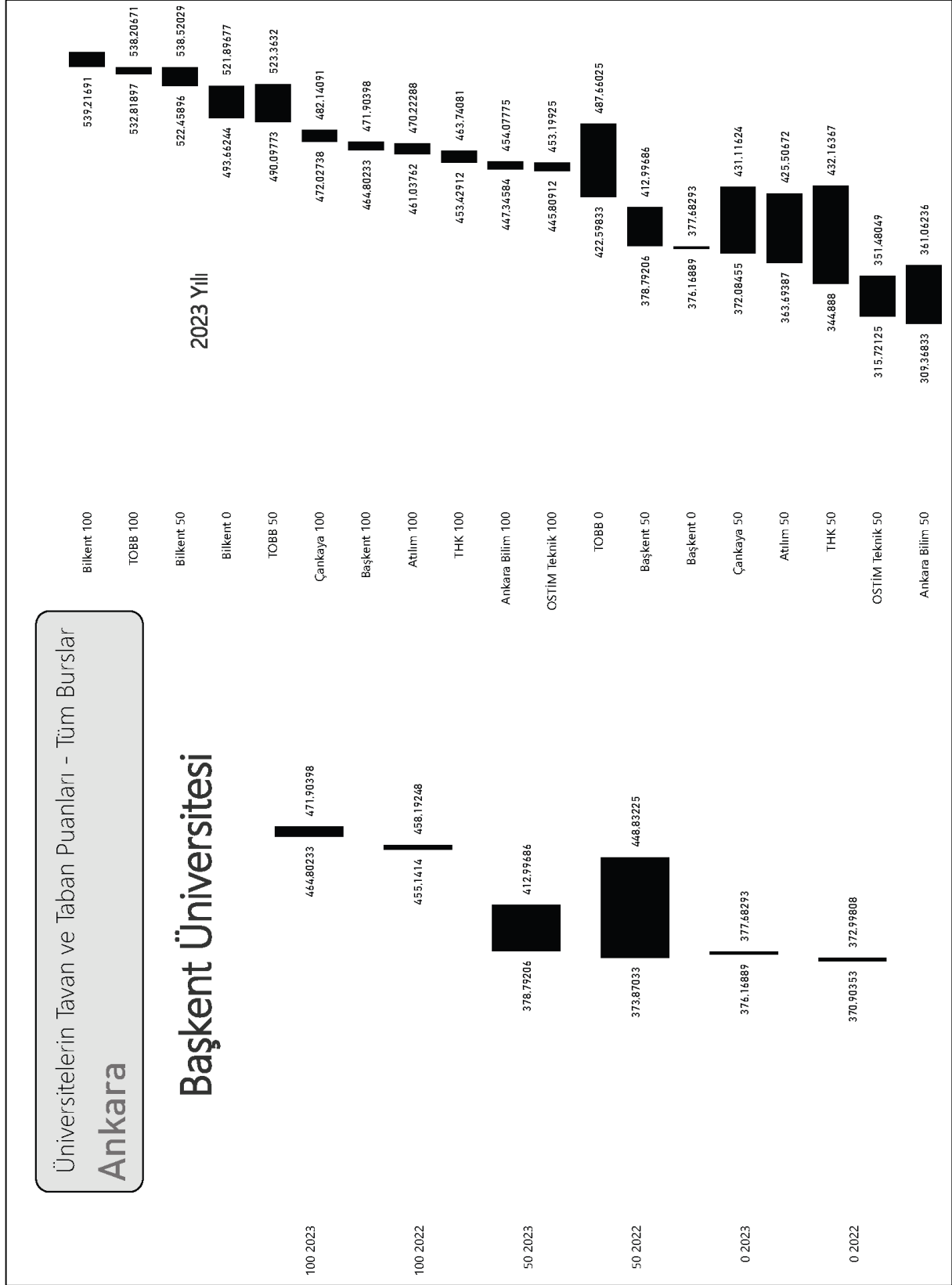
EK-1. (Devam) Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi rapor örneği



EK-1. (Devam) Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi rapor örneği



EK-1. (Devam) Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi rapor örneği



EK-1. (Devam) Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi rapor örneği

Üniversitelerin Tam Öğrenci Sayıları

Türkiye şehrinde bulunan **49 Vakıf** üniversitesindeki örgün eğitim **Lisans** düzeyindeki tam öğrenci sayıları aşağıda sunulmuştur.



EK-1. (Devam) Görsel Analitik Temelli Karar Destek Sistemi rapor örneği

Endüstri Mühendisliği Bölümü Değerlendirmesi

Türkiye'da bulunan 49 vakıf üniversitesindeki örgün eğitim Endüstri Mühendisliği kontenjanı 2023 yılında 189 azalarak 2.470 sayısına ulaşmıştır. En düşük üniversite kontenjanı 6, en yüksek üniversite kontenjanı ise 157 olmuştur.

Bu bölüm için Türkiye Vakıf Üniversiteleri genelinde doluluk oranı 2023 yılında %95,22, bursluluk oranı ise %49,57 olmuştur.

Ankara'da bu bölüm 8 vakıf üniversitesinde bulunmaktadır. Bu bölümde Ankara'da kontenjan 2023 yılında (1) artarak 556 sayısına ulaşmıştır. En düşük üniversite kontenjanı 39, en yüksek üniversite kontenjanı ise 157 olmuştur.

Ankara'da bulunan vakıf üniversitesindeki doluluk oranı 2023 yılında %100,00, bursluluk oranı ise %51,89 olmuştur.



Gazili olmak ayrıcalıktır