

T.C.
İSTANBUL BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**BÜYÜK DİL MODELİ ENTEGRE EDİLMİŞ, MAKRO
BESİN DEĞERLERİ HESAPLAYAN YAPAY ZEKÂ
DİYET PLANLAMA ARACI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan
Alperen ERTÜRK

İstanbul, 2025

T.C.
İSTANBUL BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**BÜYÜK DİL MODELİ ENTEGRE EDİLMİŞ, MAKRO
BESİN DEĞERLERİNİ HESAPLAYAN YAPAY ZEKÂ
DİYET PLANLAMA ARACI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan
Alperen ERTÜRK

Öğrenci No
2120003031

ORCID ID
0000-0002-8226-3538

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ALTAN

İstanbul, 2025

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘‘**Büyük Dil Modeli Entegre Edilmiş, Makro Besin Değerlerini Hesaplayan Yapay Zekâ Diyet Planlama Aracı**’’ başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullandıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını, patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 23/01/2025

Alperen ERTÜRK

T.C.
İSTANBUL BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
TEZLİ YÜKSEK LİSANS SINAV TUTANAĞI

23.01.2025

Enstitümüz *Bilgisayar Mühendisliği* Anabilim Dalı *Bilgisayar Mühendisliği* Programı yüksek lisans öğrencilerinden 2120003031 numaralı *Alperen ERTÜRK*'ün "*İstanbul Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim – Öğretim Yönetmeliği*"nin ilgili maddesine göre hazırlayarak, Enstitümüze teslim ettiği "*Büyük Dil Modeli Entegre Edilmiş Makro Besin Değerlerini Hesaplayan, Yapay Zeka Diyet Planlama Aracı*" konulu tezini, Yönetim Kurulumuzun 14/01/2025 tarih ve 2025/02 sayılı toplantısında seçilen ve On-Line toplanan biz jüri üyeleri huzurunda, İstanbul Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 29. maddesinin 3. fıkrası gereğince Zoom programı aracılığıyla on-line olarak aday tarafından savunulmuş ve sonuçta adayın tezi hakkında "*OYBİRLİĞİ*" ile "*KABUL*" kararı verilmiştir.

İşbu tutanak, 2 nüsha olarak hazırlanmış ve Enstitü Müdürlüğü'ne sunulmak üzere tarafımızdan düzenlenmiştir.

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Ze*** AL***
(İstanbul Beykent Üniversitesi)

ÜYE
Doç. Dr. At*** YI***
(İstanbul Beykent Üniversitesi)

ÜYE
Prof. Dr. Rü*** ŞA***
(İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa)

Adı ve Soyadı : Alperen ERTÜRK
Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ALTAN
Derecesi ve Tarihi : Yüksek Lisans (Tezli), 2025
Alanı : Bilgisayar Mühendisliği
Anahtar Kelimeler : Yapay Zekâ, Flutter, Sağlık, Diyetetik, Beslenme

ÖZ

BÜYÜK DİL MODELİ ENTEGRE EDİLMİŞ, MAKRO BESİN DEĞERLERİNİ HESAPLAYAN YAPAY ZEKÂ DİYET PLANLAMA ARACI

Günümüzde teknolojik gelişmeler, sağlık ve beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için yapay zekâ ve büyük dil modellerinin (LLM) kullanımını olanaklı kılmaktadır. Bu çalışma, kişiselleştirilmiş beslenme önerileri sunmak amacıyla Llama 3.1-70B, GPT-3.5 ve GPT-4 gibi çeşitli LLM'leri analiz etmektedir. Uygulama, kullanıcıların demografik verilerine dayanarak makro besin gereksinimlerini hesaplamakta ve seçilen LLM ile entegre olarak özelleştirilmiş beslenme planları oluşturmaktadır. Flutter uygulaması ve LLM API entegrasyonundan oluşan sistem, kullanıcı verilerini işleyerek önceden belirtilmiş şablonlar doğrultusunda diyet planları sunmaktadır. Çalışma, farklı LLM'lerin performans ve maliyet karşılaştırmasını, etkili istem mühendisliği tekniklerinin araştırılmasını ve geliştirilen uygulamanın gerçek hayata uygulanabilirliğini değerlendirmektedir. Bu çalışma, yapay zekâ teknolojilerini beslenme programlarıyla entegre ederek kişiselleştirilmiş diyet planlamasını otomatikleştirmeyi ve bireysel sağlık sonuçlarını iyileştirmeyi hedeflemektedir.

Name and Surname : Alperen ERTÜRK
Supervisor : Asst. Prof. Dr. Zeynep ALTAN
Degree and Date : Master's (Thesis), 2025
Major : Computer Engineering
Keywords : Artificial Intelligence, Flutter, Health, Dietetics, Nutrition

ABSTRACT

LARGE LANGUAGE MODEL INTEGRATED AI DIET PLANNING TOOL WITH MACRO NUTRIENT CALCULATIONS

Contemporary technological advancements have facilitated the implementation of artificial intelligence and large language models (LLMs) for addressing individual health and nutritional requirements. This research examines the application of various LLMs including Llama 3.1-70B, GPT-3.5, and GPT-4 for generating personalized dietary recommendations. The system calculates macro-nutrient requirements based on user-specific data and interfaces with selected LLMs to produce customized meal plans. The application architecture comprises a Flutter-based front-end and LLM API integration, processing user inputs and formatting responses according to predefined templates. This research, encompasses the comparative analysis of different LLMs regarding performance and cost-effectiveness, the development of macro-nutrient calculation algorithms, and the evaluation of prompt engineering techniques. Additionally, it assesses the application's practical viability in real-world nutritional contexts. By integrating AI technologies with nutritional programming, this research aims to automate personalized diet planning and enhance individual health outcomes through technological intervention.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖZ

ABSTRACT

TABLolar LİSTESİ	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ	iv
KISALTMALAR	v
SÖZLÜK	vi
GİRİŞ	1

1. GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

1.1. Diyet ve Beslenme Bilimi	2
1.1.1. Beslenmenin Önemi ve Temel Besin Öğeleri	3
1.1.1.1. Karbonhidratlar	4
1.1.1.2. Lipitler	7
1.1.1.3. Proteinler	9
1.1.1.4. Vitaminler.....	10
1.1.1.5. Mineraller	11
1.1.2. Kişiyeye Özel Sürdürülebilir Beslenme Planı Hazırlanması	13
1.1.3. Vücut Ağırlığı Denetimi	15
1.1.3.1. Beslenme Durumunun Değerlendirilmesi	16
1.1.3.2. Enerji Dengesi ve Bazal Metabolizma	19
1.1.3.3. Beslenme Programının Planlanması ve Fiziksel Aktivite	20
1.2. Yapay Zekânın Sağlıkta Kullanımı ve Büyük Dil Modelleri	26
1.2.1. Yapay Zekânın Sağlıkta Kullanımı	26
1.2.1.1. Sağlık Uygulamalarının Endüstrideki Yeri	26
1.2.1.2. Yapay Zekâ Uygulamalarının Sağlıkta Kullanımı	28
1.2.1.3. Diyet Planlamasında Yapay Zekâ Kullanımı	29
1.2.2. Büyük Dil Modeli Tanımı ve Transformer Mimarisi	33
1.2.2.1. Transformer Mimarisinin Oluşumu	34
1.2.2.2. Encoder-Decoder Yapısı	35

1.2.2.3. Attention ve Transformerlarda Attention Uygulaması.....	38
1.2.2.4. Encoder Only Yapı.....	39
1.2.2.5. Decoder Only Yapı.....	39
1.2.3. Farklı Büyük Dil Modellerin Karşılaştırılması.....	40
1.2.3.1. GPT-3.5	40
1.2.3.2. GPT -4	41
1.2.3.3. GPT -4o	42
1.2.3.4. LLaMA 3.1-70B.....	44
1.2.3.5. Gemma2 9B.....	45
1.2.3.6. Mistral 7B.....	46
2. BÜYÜK DİL MODELİ SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI	
2.1. Çalışmanın İşleyişinin Açıklanması	47
2.2. Sistem Mimarisi ve Uygulamanın Tasarımı	48
2.2.1. Flutter Uygulamasının Yapısı.....	49
2.2.2. Literatürdeki Formüller ve Formüllerin Entegre Mekanizması	51
2.2.2.1. Mifflin-St Jeor ve Revised Harris Benedict Formülü	52
2.2.2.2. Fiziksel Aktivite Düzeyi ve Hedeflenen Kilo Hesaplamaları	53
2.2.3. Flutter Uygulaması ile Seçilen LLM API Entegrasyonu.....	56
3. BÜYÜK DİL MODELİ ENTEGRELİ DİYET PLANLAMA ARACI	
3.1. Büyük Dil Modeli Deneysel Test Aşaması	57
3.1.1. İstem Geliştirilmesi ve Anlamli Çıktıların Belirlenmesi	58
3.1.2. Kullanılan İstem Mühendisliği Teknikleri	61
3.2. Farklı Yapay Zekâ Modellerindeki Çıktı Örnekleri	62
3.2.1. Erkek, Sedanter Aktivite, Dengeli Beslenme, Kilo Korunumu Hedef.....	63
3.2.2. Kadın, Hafif Egzersiz, Ketojenik Beslenme, Haftada Yarım Kilo Kaybı Hedef	75
3.2.3. Erkek, Ekstrem Egzersiz, Yüksek Protein Beslenme, Haftada Çeyrek Kilo Alım Hedef	86
3.3. Uygulama Arayüzü	96
SONUÇ	102
KAYNAKÇA.....	105

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa No.
Tablo 1. Bazal Metabolizma Hızı Formülleri	23
Tablo 2. Fiziksel Aktivite Düzeyinin Belirlenmesi.....	24
Tablo 3. GPT Modellerinin Karşılaştırmaları	43
Tablo 4. Seçilen Fiziksel Aktivite Düzeyi Değerleri	53
Tablo 5. Seçilen Stres Değerleri.....	53
Tablo 6. Haftalık Kilo Alımı ve Verimi için Gerekli Kalori Değerleri	54
Tablo 7. Seçilen Model Ölçütleri	103



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 1. Encoder-Decoder Şeması	36
Şekil 2. Uygulamanın Eski Yapısı.....	49
Şekil 3. Uygulamanın Yeni Yapısı	51
Şekil 4. Giriş ve Ana Ekran	97
Şekil 5. Form Sayfası ve Devamı	98
Şekil 6. Dropdown Örneği ve Esnek Değer Mekanizması.....	99
Şekil 7. Yeme Tercihleri ve Bekleme Sayfası	100
Şekil 8. Yapay Zekâ Çıktısı ve PDF Çıktısının Alımı.....	101

KISALTMALAR

- AI/YZ:** Artificial Intelligence (Yapay Zekâ)
- API:** Application Programming Interface (Uygulama Programlama Arayüzü)
- BERT:** Bidirectional Encoder Representations from Transformer (Transformer Tarafından Çift Yönlü Kodlayıcı Gösterimleri)
- BMI/BKİ:** Body Mass Index (Beden Kütle İndeksi)
- BMR/BMH:** Basal Metabolic Rate (Bazal Metabolizma Hızı)
- BOH:** Bulaşıcı Olmayan Hastalıklar
- DASH:** Dietary Approaches to Stop Hypertension (Hipertansiyonu Durdurmak için olan Diyet Yaklaşımları)
- DSÖ:** Dünya Sağlık Örgütü
- FA:** Fiziksel Aktivite
- GPT:** Generative Pre-trained Transformer (Önceden Eğitilmiş Üretici Dönüştürücü)
- KVH:** Kardiyovasküler Hastalıklar
- LLM:** Large Language Model (Büyük Dil Modeli)
- ML:** Machine Learning (Makine Öğrenmesi)
- PAL/FAD:** Physical Activity Level (Fiziksel Aktivite Düzeyi)
- RAG:** Retrieval-Augmented Generation (Bilgi Getirme Destekli Üretim)
- RE/DE:** Resting Energy (Dinlenme Enerjisi)
- RMR/DMH:** Resting Metabolic Rate (Dinlenme Metabolik Hızı)
- TDEE/TEH** : Total Daily Energy Expenditure (Günlük Toplam Enerji Harcaması)
- TEF/BTE:** Thermic Effect of Foods (Besinlerin Termik Etkisi)
- UI/UX:** User Interface/User Experience (Kullanıcı Arayüzü/Kullanıcı Deneyimi)

SÖZLÜK

Application Programming Interface (API) / Uygulama Programlama Arayüzü:

Farklı yazılım bileşenlerinin birbiriyle iletişim kurmasını ve veri alışverişi yapmasını sağlayan bir arayüzdür. API'lar, uygulamaların işlevselliğini artırmak ve entegre etmek için kullanılır.

Artificial Intelligence (AI) / Yapay Zekâ (YZ): Bilgisayarların ve makinelerin, insanlar tarafından gerçekleştirilen görevleri yerine getirebilme yeteneğini ifade eden bir teknolojidir. AI, veri analizi, öğrenme, karar verme ve problem çözme gibi görevlerde kullanılabilir.

Attention: Transformerlarda dikkat-ilgi yapısına verilen isimdir.

Basal Metabolic Rate (BMR) / Bazal Metabolizma Hızı: Bir kişinin dinlenme durumunda, sadece temel vücut fonksiyonlarını (nefes alma, dolaşım, hücre üretimi vb.) sürdürmek için harcadığı enerji miktarıdır. BMR, yaş, cinsiyet, kilo ve boy gibi faktörlere bağlı olarak değişir.

Body Mass Index (BMI) / Beden Kütle İndeksi (BKİ): Bir bireyin boyuna göre ağırlığını ölçen bir indekstir. BMI, kişinin kilo durumu hakkında genel bir fikir verir ve genellikle obezite ve zayıflık gibi sağlık durumlarının belirlenmesinde kullanılır.

Fine Tune / İnce Ayar: Bir yapay zekâ modelinin, özelleştirilmiş bir görevde daha iyi sonuçlar vermesi için belirlenen veri özelinde yeniden eğitilmesidir.

Generative Pre-trained Transformer (GPT) / Önceden Eğitilmiş Üretici Dönüştürücü: Doğal dil işleme görevlerinde kullanılan, büyük miktarda metin verisi üzerinde önceden eğitilmiş bir dil modelidir. GPT modelleri, metin üretme, çeviri ve özetleme gibi görevlerde yüksek performans gösterir.

Human Input / İnsan Girdisi-İstemi: Sistem taslağında kullanılan, API isteği içerisinde kullanılan insan istemi değeridir.

Pretrained / Önceden Eğitilmiş: Bir makine öğrenimi modelinin, genel bir görev veya geniş bir veri kümesi üzerinde temel bilgi ve yetenekleri öğrenmesi için eğitildiği

ilk aşamayı ifade eder. Pretrained modeller, dil grameri, bağlam ilişkileri veya genel dünya bilgisi gibi özellikleri öğrenerek başlangıçta genelleştirilmiş bir yetenek seti kazanır.

Prompt / İstem: Bir yapay zekâ modeline, belirli bir çıktı üretmesini sağlamak amacıyla verilen metin veya talimatları ifade eder.

Resting Energy (RE) / Dinlenme Enerjisi: Bir kişinin dinlenme halindeyken harcadığı enerji miktarını ifade eder. Bu enerji, vücudun temel fonksiyonlarını sürdürebilmesi için gereklidir ve genellikle BMR ile birlikte ele alınır.

Total Daily Energy Expenditure (TDEE) / Günlük Toplam Enerji Harcaması: Bir kişinin gün boyunca harcadığı toplam enerji miktarıdır. TDEE, bazal metabolizma hızı (BMR), fiziksel aktivite (FA), sindirim gibi faktörlerin toplamını içerir.

Umami: Hoşa giden tat

User Interface/User Experience (UI/UX) / Kullanıcı Arayüzü/Kullanıcı Deneyimi: UI, bir kullanıcının bir sistemle etkileşimde bulunduğu görsel bileşenleri ifade ederken, UX bu etkileşim sırasında kullanıcının yaşadığı genel deneyimi ifade eder. UI ve UX, bir ürünün kullanılabilirliği ve kullanıcı memnuniyeti açısından kritik öneme sahiptir.

GİRİŞ

Günümüz dünyasında sağlıklı beslenme ve diyet planlaması, bireylerin yaşam kalitesini artırmak için önemli bir araç haline gelmiştir. Özellikle kronik hastalıkların artışı ve obezitenin yaygınlaşması, kişisel beslenme planlarının gerekliliğini daha fazla ön plana çıkarmaktadır. Bu bağlamda, diyetisyenler ve sağlık profesyonelleri, bireylere uygun beslenme planları sunmak için çeşitli yöntemler geliştirmektedir. Ancak, geleneksel diyet planlama yöntemleri, her bireyin kişisel beslenme ihtiyaçlarını ve tercihlerine tam anlamıyla istenilen hızda ve doğrulukta cevap verememektedir.

Son yıllarda yapay zekâ (AI) teknolojilerinin gelişimi, bu alandaki çalışmalara yeni bir perspektif kazandırmıştır. Özellikle büyük dil modelleri (LLM) gibi AI teknolojileri, kişiselleştirilmiş beslenme önerileri sunmada ve makro besin değerlerini hesaplamada etkili araçlar haline gelmiştir. Bu tez çalışması, bazı seçilmiş LLM'lerin diyet planlamasında nasıl kullanılabileceğini, bu modellerin sağladığı avantajları ve karşılaşılan zorlukları incelemeyi amaçlamaktadır.

Bu araştırma ile yapay zekâ tabanlı bir diyet planlama aracının geliştirilmesi hedeflenmekte ve bu aracın doğruluğu, kullanılabilirliği değerlendirilmektedir. Ayrıca, farklı LLM'lerin performansları karşılaştırılmakta ve bu modellerin beslenme bilimi alanındaki potansiyel uygulamaları tartışılmaktadır. Tez çalışmasının sonunda, yapay zekâ destekli diyet planlama araçlarının, geleneksel yöntemlere kıyasla nasıl bir avantaj sunduğu ve bu teknolojilerin gelecekteki geliştirme alanları üzerine öneriler sunulmaktadır.

1. GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

Diyet ve beslenme bilimi, bireylerin sağlık durumunu iyileştirmek ve yaşam kalitesini artırmak amacıyla sürekli gelişen bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu alandaki çalışmalar, kronik hastalıkların önlenmesi, obezite ile mücadele ve bireysel beslenme planlarının oluşturulması gibi konulara odaklanmıştır. Geleneksel diyet planlama yöntemleri, genellikle genel geçer kalıplar üzerine kuruludur ve bireylerin kişisel ihtiyaçlarına tam anlamıyla cevap verememektedir. Bunun sonucunda, diyet planlarının daha esnek ve kişiselleştirilebilir bir yapıya kavuşması için yeni yaklaşımlar arayışı ortaya çıkmıştır.

Son yıllarda, yapay zekâ teknolojilerinin hızla gelişimi, bu arayışa önemli bir katkı sağlamıştır. LLM ve diğer yapay zekâ tabanlı çözümler, diyet planlarının oluşturulmasında hem kullanıcı dostu hem de etkili araçlar olarak öne çıkmıştır. Literatürde, LLM'lerin doğal dil işleme yetenekleri sayesinde, kişiselleştirilmiş beslenme önerileri sunma, besin alerjilerini ve diyet kısıtlamalarını dikkate alma gibi konularda başarılı sonuçlar elde ettiği görülmektedir. Ayrıca, LLM tabanlı sistemlerin, büyük miktarda beslenme verisini hızlı bir şekilde analiz edebilmesi ve kullanıcılar için özelleştirilmiş diyet planları oluşturabilmesi, bu modellerin popülerliğini artırmıştır.

Çalışma kapsamındaki literatür taramaları, yapay zekânın beslenme bilimi alanındaki potansiyel uygulamaları anlamak ve ilgili teknolojilerin güçlü ve zayıf yönlerini analiz etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, tez çalışmasının teorik çerçevesini oluşturmakta ve ileriye dönük araştırma ve geliştirme süreçlerine ışık tutmaktadır.

1.1. Diyet ve Beslenme Bilimi

Beslenme ve sağlık konusundaki en eski bilgilere Mısır'da ve diğer eski medeniyetlerde rastlanmaktadır. Mısırlı İmhotep, yiyeceklerin ilaç olarak kullanımına dair önemli bilgiler sunmuş; Çin ve Hint geleneklerinde de benzer şekilde, beslenmenin hastalıkları önlemede ve tedavi etmede oynadığı rol vurgulanmıştır. 'Diaita' terimi, bu yaklaşımın bir parçası olarak 'yaşam tarzı' anlamında kullanılmıştır.

ve bu anlayış, günümüzde hâlâ çeşitli yerlerde ve topluluklarda devam etmektedir (Cannon, 2005).

Tarih boyunca, farklı anlamlar yüklenen beslenme konusu, 18. yüzyıla kadar deneysel düzeyde kalmış, bu tarihten sonra bilim insanları besinlerin içeriği, metabolik etkileri gibi konular üzerinde çalışmalar yapmaya başlamışlardır. Beslenme bilimi, modern anlamda 19. yüzyılın başlarından ortalarına kadar gelişmiştir; bu süreç, diyetetiğin ayrı bir paramedikal meslek olarak ortaya çıkmasına yol açmıştır. 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren beslenmeyle birlikte, hastalıkların tedavisinden çok korunmasının önemli olduğu görüşü ön plana çıkmaya başlamış ve koruyucu hekimlik daha da önem kazanmıştır. Bu durum diyetetik alanına olan ilgiyi artırmış ve sadece hastalıklarda uygulanacak diyetlerin değil, aynı zamanda sağlığın korunması için nelerin yenilmesi gerektiğine dair çalışmalar yapılmaya ve rehberler oluşturulmaya başlanmıştır. Beslenme bilimi, tüketilen gıdaların içeriğini, bileşimlerinin analizini, birbirleriyle etkileşimlerini ve vücut üzerindeki işlevlerini inceleyerek gelişirken; diyetetik bilimi ise hastalıklardan korunma veya hastalıkların tedavisinde nasıl bir beslenme planı uygulanması gerektiği üzerine yoğunlaşarak gelişmektedir (Merdol, 2016).

1.1.1. Beslenmenin Önemi ve Temel Besin Öğeleri

Beslenme, bireyin büyüme, gelişme, sağlıklı ve üretken bir yaşam sürdürebilmesi için gerekli olan besin öğelerini alıp vücudunda kullanma sürecidir. Canlıların hayatta kalabilmesi için beslenme temel bir gereksinimdir. Beslenme, yalnızca fiziksel bir ihtiyaç değil, aynı zamanda psikolojik, sosyolojik ve ekonomik boyutları olan bir olgudur. Sağlıklı beslenme, büyüme ve gelişimi desteklemek, yaşamı sürdürebilmek, sağlığı koruyup iyileştirmek ve yaşam kalitesini artırmak amacıyla, besin öğelerinin dengeli ve yeterli miktarlarda alınması anlamına gelir. Vücudun büyümesi, yenilenmesi ve işlevlerini yerine getirebilmesi için gerekli besin öğelerinin yeterli miktarda alınıp vücutta doğru şekilde kullanılmasına yeterli ve dengeli beslenme denir. Eğer bu besin öğeleri vücudun ihtiyaç duyduğu düzeyde alınmazsa, yeterli enerji üretilemez ve vücut dokuları oluşamaz; bu durum yetersiz beslenme olarak adlandırılır. Öte yandan, kişi gereğinden fazla yediğinde, bu besin

öğeleri vücutta yağ olarak depolanır ve bu da sağlık açısından zararlı olan dengesiz beslenme durumunu oluşturur (Ünsal, 2019).

Bulaşıcı olmayan kronik hastalıklardaki belirgin artışın, yüksek miktarda işlenmiş et ürünleri, doymuş yağ, rafine tahıllar, tuz ve şeker tüketimiyle karakterize olan batı tipi diyetle bağlantılı olduğu gözlemlenmiştir. Batı tipi diyetler yüksek enerji içeriğine sahipken, besin ögesi içeriği oldukça düşüktür. Bu durumu düzeltmek ve besin ögesi-enerji oranını iyileştirmek amacıyla, Amerika'da hazırlanan Beslenme Rehberinde, tüketicilerin diyetlerindeki besinleri, besin ögesi yoğunluğu yüksek olan gıdalarla değiştirmeleri önerilmiştir. Besin ögesi yoğunluğu yüksek yiyecek ve içeceklerin seçimi, yüksek enerji alımı olmadan besin ögesi gereksinimlerini karşılamada önemli bir avantaj sağlar (Pınarlı ve Karaağaç, 2023).

Besinler, organik ve makro besinler olarak bilinen karbonhidratlar, lipitler ve proteinler ile mikro ve inorganik besinler olarak bilinen su, mineraller ve vitaminler gibi besin öğelerinden oluşur.

1.1.1.1. Karbonhidratlar

Karbonhidratlar, karbon, hidrojen (H₂) ve oksijen (O₂) atomlarından oluşan organik bileşiklerdir. Vücudumuzun en önemli enerji kaynaklarından biridir ve günlük enerji ihtiyacının %55-60'ı karbonhidratlardan karşılanır. Ayrıca vücudun su ve elektrolit dengesini sağlamaya yardımcı olurlar. Karbonhidratların bir diğer görevi, ketozu (yağların yanması) engellemektir. Bu sayede, kanda keton cisimlerinin birikmesi önlenir (Ünsal, 2019).

Sindirim ve emilimden sonra, karbonhidratlar enerji üretmek amacıyla metabolize edilir (4 kkal/g) veya kasta ve karaciğerde glikojen olarak depolanır. Vücudun karbonhidrat depoları, normal beslenme koşullarında yaklaşık 400-500 gram civarındadır. Glikoz, beyin ve kırmızı kan hücreleri gibi bazı hücreler için temel bir yakıt kaynağıdır. Vücutta karbonhidrat rezervleri sınırlı olduğu ve depolanan yağ asitleri karbonhidrata dönüştürülemediği için, farklı dokulardaki karbonhidrat metabolizması sıkı bir şekilde kontrol edilir. Aşırı miktarda diyet ile alınan karbonhidrat ise genellikle depolanmak yerine oksitlenir (Ateş vd., 2019).

Karbonhidratlar üç gruba ayrılır:

1. Monosakkaritler: Monosakkaritler en basit karbonhidratlardır ve genellikle basit şekerler olarak bilinirler. Hidroliz yoluyla daha küçük moleküllere ayrılmazlar; bunun yerine oligosakkaritler ve polisakkaritlerin yapı taşlarını oluştururlar. $C_n(H_2O)_n$ genel formülü ile temsil edilirler ($n = 3,4,5,6...$ gibi sayıları ifade eder), ancak bu formül tüm karbonhidratlara uymaz. Doğada çok sayıda monosakkarit bulunmasına rağmen, bunlardan sadece birkaçı insanlar tarafından emilerek kullanılabilir (Cummings ve Stephen, 2007).

Monosakkaritler de kendi aralarında üç gruba ayrılır.

- Glikoz (üzüm şekeri): Serbest halde kanda bulunur. Kanda 100 ml'de 80-120 mg arası glikoz bulunur (güncel araştırmalara göre bu sınır 135 mg'ye kadar çıkabilir). Beyin ve eritrositler enerji kaynağı olarak sadece glikozu kullanabilirler. En çok üzüm ve üzüm ürünlerinde, balda bulunur. Saf glikoz eczanelerden temin edilebilir. Ev şekerine göre daha az tatlıdır, ancak hızlı emilir.
 - Fruktoz (meyve şekeri): Meyvelerde (üzüm, incir, dut), pekmez ve balda serbest halde bulunur. Balda bulunan şekerin yarısı glikoz, yarısı früktozdur. Früktoz, glikozdan daha tatlıdır ve glikoza dönüştürülerek kullanılır.
 - Galaktoz: Süt şekeri olarak bilinen disakkarit içinde glikoza bağlı olarak bulunur. Laktoz, glikoz ve galaktozun birleşimidir. Galaktoz, laktozun hidrolizi ile elde edilir (Ünsal, 2019).
2. Disakkaritler: Disakkaritler, çift şekerler olarak bilinir ve iki monosakkarit molekülünün, birinin anomerik karbon hidroksil grubunun diğerinin hidroksil grubu ile reaksiyona girmesi sonucu O-glikozidik bağ ile bağlanmasıyla oluşan bileşiklerdir. En yaygın disakkaritler sukroz, laktoz ve maltozdur (Ateş vd., 2019).
- Sakkaroz (çay şekeri): En çok şeker pancarı ve şeker kamışında bulunan bu karbonhidrat, günlük olarak tükettiğimiz ve sadece şeker olarak adlandırdığımız maddedir.
 - Laktoz (süt şekeri): İnsanların ve memeli hayvanların sütünde bulunan tek karbonhidrat türüdür (Ünsal, 2019). Glikoz ve galaktozdan oluşur ve süt

ürünlerinde bulunur, kalsiyum emilimine yardımcı olur ve bağırsaktaki faydalı bakterilerin büyümesini destekler (Ateş vd., 2019; Cummings ve Stephen, 2007).

- Maltoz: Tahıl (arpa) ve baklagillerde az miktarda bulunur. Günümüzde çimlenmiş arpa ile tahıllardaki nişastanın hidrolize edilmesi yoluyla elde edilmektedir (Ünsal, 2019).

Oligosakkaritler ise, 3 ila 10 monosakkarit biriminin glikosidik bağlarla bağlanması sonucu oluşan bileşiklerdir. Üç veya daha fazla birime sahip oligosakkaritler, hücrelerde serbest halde bulunmazlar; yalnızca lipitler veya proteinler gibi şeker olmayan moleküllere bağlı olarak bulunurlar.

Oligosakkaritler açısından zengin diyetler, bağırsak mikroekolojisini geliştirir ve bağırsakta endojen bakteriler tarafından fermente edilerek enerji üretir, metabolik substrat olarak işlev görür, laktik asit ve kısa zincirli yağ asitlerine dönüşür. Bu bileşikler, probiyotiklerin gelişimine katkıda bulunur (Quigley, 2010).

3. Polisakkaritler: Polisakkaritler, çok sayıda monosakkaridin bir araya gelerek oluşturduğu büyük yapıli moleküllerdir (Ateş vd., 2019). Monosakkaritlerin depolanmış formları olan depo polisakkaritleri, organizmada yakıt olarak kullanılan monosakkaritlerin depolanmış hali olarak işlev görür. Doğada en önemli depo; homopolisakkaritler, bitki hücrelerinde nişasta, hayvan hücrelerinde ise glikojen olarak bulunur (Cummings ve Stephen, 2007).

- Nişasta: Çok sayıda glikoz molekülünün birleşmesiyle oluşan bir karbonhidrattır ve bitkilerin tanelerinde, tohumlarında ve yumrularında depo edilmiş halde bulunur.
- Glikojen: İnsan ve hayvan vücudunda karbonhidratın depolanmış hali olan glikojen, gerektiğinde kullanılabilir yedek enerji kaynağıdır.
- Selüloz: Bitkisel yapıda bulunan selüloz, yiyeceklerin sindirilemeyen posa kısmını oluşturur. Günlük diyetin bir kısmı selülozdan oluşur ve bağırsak hareketlerini artırarak bağırsakların düzenli çalışmasını sağlar. Selüloz, kabızlığı önlemek ve mide ile bağırsaklarda dolgunluk hissi sağlamak amacıyla zayıflama diyetlerinde önerilir. Çiğ ve kabuğuyla yenilen meyve ve sebzeler ile kepekli tahıl ürünleri selüloz açısından zengin yiyeceklerdir.

Günde ortalama 100-125 gram karbonhidrat (yaklaşık 400-500 kalori) alınması gerekmektedir. Bir gram karbonhidrat yaklaşık 4 kalori sağlar. Karbonhidratlı yiyecekler, temel kalenin sağlandığı ve çoğu insan için en ekonomik besin grubudur. Karbonhidrat, kaloriye oranla birçok açıdan daha önemli bir besin ögesidir. Örneğin, bitkilerin sap ve yapraklarını oluşturan selüloz sindirime yardımcı olur. Patates, sebzeler (özellikle taze bezelye, taze fasulye gibi), muz, üzüm, incir, greyfurt gibi meyveler ve fındık, fıstık, ceviz gibi yemişler; ayrıca kola, gazoz, meyve suyu, reçel, çikolata, pasta gibi şeker içeren yiyecekler karbonhidrat açısından zengindir (Ünsal, 2019).

1.1.1.2. Lipitler

Lipitler, genellikle suda çözünemeyen ve bitki ile hayvan dokularında kloroform, eter, aseton ve benzen gibi çözücülerde çözünebilir organik bileşiklerdir. Lipitler, vücudun temel makro besin kaynağı olup, enerji sağlama ve depolama konusunda protein ve karbonhidratlardan daha önemli bir rol oynar (Mert ve Topuz, 2022).

Yağlar, temel gıda bileşenleri arasında yer alır ve insan sağlığı için oldukça önemli bir rol oynar. Enerji kaynağı olmanın yanı sıra, yağda çözünen vitaminleri içermeleri ve proteinlerle birleşerek lipoproteinleri oluşturması gibi sağlık üzerindeki etkileriyle de dikkat çeker. Ancak, uzmanlar günlük kalori alımında doymuş yağların %10'u aşmaması gerektiğini ve toplam kalenin ise %30-35'ten fazla olmamasını önermişlerdir (Çakmakçı ve Tahmas Kahyaoğlu, 2012).

En önemli lipitler aşağıda örnek şeklinde gösterilmiştir:

- Yağlar: Gliserol molekülü ile yağ asitlerinin oluşturduğu esterlerdir. Yağ asitleri ikiye ayrılır:
 - *Doymuş yağ asitleri:* Genellikle besinlerdeki yağların ve hayvanlarda depolanan yağların trigliserid formunda bulunduğu yağ asitleridir. Bu tür yağlar katıdır. Örnek: Margarinler.
 - *Doymamış yağ asitleri:* Oda sıcaklığında sıvıdırlar. Örnek: Zeytinyağı, balık yağı, bitkisel yağlar

- Fosfolipitler: Vücutta trigliseridlerden sonra en çok bulunan lipitlerdir. Yağların taşınmasında proteinlerle birlikte rol alırlar, ancak günlük beslenme açısından fazla önem taşımazlar. Lesitin, en çok bulunan fosfolipittir ve yumurta sarısı, beyin, karaciğer, akciğer, böbrek, yürek ve sütte bulunur (Bayram, 2024).
- Kolesterol (Steroller): Kolesterol, hücre zarının akışkanlığını, kararlılığını, bütünlüğünü ve geçirgenliğini düzenleyerek, insanlar için hayati bir moleküldür. Günlük alınan kolesterol miktarının 300 mg'ı geçmemesi ve yağ ihtiyacının doymuş yağlardan karşılanmaması önerilmektedir. Bunun yanı sıra, dengeli bir beslenme için yetişkin bireylerin kilogram başına 0,8 gram protein tüketmesi gereklidir ve bu proteinin yarısının hayvansal kaynaklı olması tavsiye edilmektedir. Örneğin, 60-100 kg ağırlığındaki bir birey günde 24-40 gram hayvansal protein tüketmelidir (Sevinç ve Ercoşkun, 2020). Yağ açısından zengin besinler genellikle karbonhidratlı yiyeceklerden daha pahalı, ancak proteinli yiyeceklerden daha ucuzdur. En fazla yağ içeren bitkisel yiyecekler; zeytin, ayçiçeği, susam, pamuk çekirdeği, ceviz, fındık, fıstık, soya fasulyesi ve mısırdır (Ünsal, 2019).

Dietary Reference Intakes (DRI)'ye göre, sağlıklı bir yetişkinin günlük enerji ihtiyacının %20-35'lik kısmının yağlardan karşılanması önerilmektedir (Avcu, 2017). Yağ içeren besinler, tıpkı proteinler gibi mideyi tok tutma özelliğine sahiptir. Düşük kalorili diyetlerde yağ miktarı önemli ölçüde azaltılabilse de, yağda çözünen vitamin eksikliklerini önlemek adına yağ tüketiminin %20'nin altına düşmemesi gerekmektedir (Avcu, 2017). Yağların günlük tüketim miktarının yanı sıra türü de büyük önem taşır. Doymuş ve trans yağlar, esansiyel yağ asitleri grubuna girmediği için fazla miktarda tüketilmeleri, LDL kolesterol seviyesini yükselterek kardiyovasküler hastalık riskini artırabilir (Çakmakçı ve Tahmas Kahyaoğlu, 2012). Ayrıca, yüksek protein içeren gıdaların genellikle yüksek miktarda doymuş yağ içerdiği de göz önünde bulundurulmalıdır. Pratikte, günlük yağ alımının üçte birinin tereyağı gibi katı yağlardan, üçte birinin zeytinyağı gibi tekli doymamış yağlardan, geri kalan üçte birinin ise mısır özü ve ayçiçek yağı gibi çoklu doymamış yağlardan karşılanması tavsiye edilmektedir (Avcu, 2017).

1.1.1.3. Proteinler

Proteinler, vücudumuzdaki hücrelerin temel yapı taşlarıdır ve aminoasitlerin birleşmesiyle oluşurlar. Proteinler yetersiz alındığında sağlık sorunlarına yol açabilir. En önemli protein kaynakları arasında süt ve süt ürünleri, yumurta ve et bulunur. Yumurta proteini vücut tarafından yüzde 98 oranında kullanılırken, bitkisel kaynaklı proteinlerin emilimi yaklaşık %40'tır (Öcal, 2022).

Proteinlerin vücutta kullanım durumuna göre sınıflandırılması şu şekildedir:

- Örnek protein: Yumurta en iyi örnektir. Anne sütü de yenidoğan için bu kategoride yer alır, çünkü bebek, anne sütünden aldığı proteini tamamen kendi dokularına dönüştürebilir.
- İyi kalite protein: Et, süt ve süt ürünleri, balık gibi gıdalar bu kategoride yer alır. Bu proteinlerin %75-80'i vücut proteinine dönüştürülebilir.
- Düşük kalite protein: Bitkisel kaynaklı proteinlerdir (Ünsal, 2019).

Proteinler, organizmadaki tüm biyolojik süreçlerin yapı taşlarını oluşturduğu için günlük diyetle alınması gereken zorunlu besin maddeleri arasında yer alır. Dietary Reference Intakes (DRI) rehberine göre, sağlıklı yetişkin bireyler için diyetin protein içeriği günlük enerjinin %10-35'i arasında olmalıdır (Trumbo vd., 2002). İnsanlarda ve hayvanlarda günlük protein ihtiyacı, vücut yapısına ve fizyolojik durumlara (örneğin büyüme, laktasyon, gebelik) göre değişiklik gösterebilir. Vücudun ihtiyaç duyduğundan fazla alınan proteinler, enerji kaynağı olarak kullanılır (Bonjour, 2005).

Protein gereksinimleri günlük olarak hesaplanırken, büyüme, cinsiyet ve fiziksel aktivite düzeyi (FAD) dikkate alınmalıdır. Örneğin, 1 yaşındaki bir çocuk için kilogram başına 2.1 gram, 10 yaşındaki bir çocuk için kilogram başına 1.35 gram, yetişkinler için ise kilogram başına 1 gram protein yeterlidir. Gebelik, emzirme dönemi, hastalıklar, özellikle yanıklar gibi durumlar, ayrıca enerji dengesinin iyi olmadığı hallerde, pişirme ve tüketim sırasında oluşan kayıplar da göz önünde bulundurularak protein gereksinimi artar (Ünsal, 2019).

1.1.1.4. Vitaminler

Vitaminler, vücutta sentezlenemeyen ve hücre metabolizmasında hayati tepkimeleri tetikleyen organik bileşiklerdir. Çoğu vücut tarafından üretilemediğinden, besinlerle alınmaları gerekir. Ancak, bu besinlerin hazırlanma ve pişirilme süreçlerinde vitamin kayıpları meydana gelebilir ve bu durum insan sağlığını etkiler.

Vitaminler genel olarak yağda eriyen (A, D, E, K vitaminleri) ve suda eriyen (C, B grubu vitaminleri ile folik asit, kolin) olarak ikiye ayrılır. Vitaminler iki grupta incelenir:

A Vitamini: En çok karaciğer, süt, peynir, yumurta sarısı, balık yağı ve yeşil-sarı renkli sebzelerde bulunur. A vitamini göz sağlığı, epitelyum dokusu, metabolizma ve protein sentezi için gereklidir.

D Vitamini: Balık yağı, karaciğer, süt ve tereyağında az miktarda bulunur, ancak en önemli kaynağı güneş ışığıdır. D vitamini kalsiyum emilimini sağlar ve kemiklerin gelişimi için gereklidir.

E Vitamini: Yeşil yapraklı sebzeler, yağlı tohumlar ve tahıllarda bulunur. Vücutta dokuları korur ve antioksidan olarak görev yapar. E vitamini eksikliği anemiye neden olabilir ve kanser riskini azaltabilir.

K Vitamini: Yeşil yapraklı sebzeler ve kuru baklagillerde bulunur. K vitamini, karaciğerde pıhtılaşma faktörlerinin üretiminde görev alır.

B1 Vitamini: Maya, karaciğer, tahıllar ve yumurtada bolca bulunur. Karbonhidrat metabolizması ve sinirlerin düzgün çalışması için önemlidir.

B2 Vitamini: Yumurta, süt, karaciğer ve yeşil sebzelerde bulunur. Vücutta elektron transferi ve metabolik reaksiyonlarda yardımcı enzim olarak görev yapar.

Niasin: Karaciğer, buğday, maya, et ve yeşil sebzelerde bulunur. Protein, karbonhidrat ve lipid metabolizmasında önemli rol oynar ve kolesterolü düşürmede kullanılır.

B6 Vitamini: Karaciğer, tahıllar ve sebzelerde bulunur. Aminoasit sentezi ve hücrelerin düzenli çalışması için gereklidir.

Folik Asit: Karaciğer, maya, yeşil sebzeler ve tahıllarda bulunur. Nükleik asitlerin ve aminoasitlerin dönüşümünü sağlar, kan hücrelerinin oluşumunda etkilidir.

B12 Vitamini: Karaciğer, et, balık ve süt ürünlerinde bulunur. Hücre yenilenmesi, yağ ve glikoz metabolizması için gereklidir.

Pantotenik Asit: Karaciğer, böbrek, yumurta sarısı ve kepekte bulunur. Karbonhidrat, protein ve lipid metabolizmasında görev alır.

Biotin: Karaciğer, çikolata, yumurta sarısında bulunur. Vücuttaki çeşitli metabolik reaksiyonlarda yardımcı enzim olarak işlev görür.

Kolin: Yumurta sarısı, süt, et ve tahıllarda bulunur. Lipidlerin taşınması ve karaciğerin yağlanmasını önlemede rol oynar.

C Vitamini: Turunçgiller, domates, patates ve yeşilbiber gibi gıdalarda bulunur. Kollajen sentezi, kan damarlarının kuvvetli olması, enfeksiyonlara karşı koruma, steroid hormonlarının sentezi ve kanser önleyici etkisi ile bilinir (Samur, 2008).

1.1.1.5. Mineraller

Mineraller, vücuttaki biyokimyasal reaksiyonlarda katalizör olarak görev yapan, hayati öneme sahip inorganik elzem elementlerdir. Günlük ihtiyacı 250 mg'ın üzerinde olan mineraller makro mineraller olarak adlandırılır ve bu gruba sodyum, potasyum, klor, kalsiyum, magnezyum ve fosfor dahildir. Günlük ihtiyacı 20 mg'dan daha az olan mineraller ise eser elementler olarak bilinir ve krom, bakır, flor, iyot, demir, manganez, molibden, selenyum ve çinko bu kategoriye girer. Vücut tarafından üretilmediği için bu minerallerin kaybı durumunda yeniden alınmaları gereklidir.

Bazı önemli mineraller aşağıda açıklanmaktadır:

Kalsiyum: Vücutta en fazla bulunan mineral olup, kemik ve dişlerin ana maddesini oluşturur. Ayrıca kas ve sinir sistemi için de gereklidir. Süt ürünleri, yumurta, fındık, yeşil sebzeler ve küçük balıklarda bulunur.

Fosfor: Enerji veren bir mineraldir ve kepek, et, balık, süt ürünleri ve yumurtada bulunur.

Demir: Oksijenin kandan dokulara taşınmasında önemli bir rol oynar. Karaciğer, böbrek, et, tavuk, balık gibi gıdalarda bulunur.

Sodyum: Tuzda bulunur ve vücudun çeşitli işlevleri için gereklidir. Tütsülenmiş balık, konserve yiyecekler, süt tozu gibi gıdalarda yer alır.

İyot: Tiroid bezi hormonlarının yapımı için gereklidir ve tiroid bezinin sağlıklı çalışmasını sağlar. İyot kaynakları arasında deniz ürünleri ve iyotlu tuz bulunur.

Çinko: Büyüme, cinsiyet organlarının gelişimi ve bağışıklık sisteminde etkilidir. Karaciğer, et, süt ürünleri ve kuru baklagillerde bulunur.

Krom: Yağ ve karbonhidrat metabolizmasında rol aldığı düşünülmektedir. Krom kaynakları organ etleri, etler ve tahıllardır.

Selenyum: Kanserden korunmada ve tümör gelişiminde önemli bir rol oynar. Selenyum, serbest radikalleri yakalayarak hücreleri korur ve bağışıklık sistemini güçlendirir. Selenyum kaynakları arasında deniz ürünleri, karaciğer ve tahıllar bulunur.

Bu minerallerin tümü, sağlıklı vücut fonksiyonları ve genel sağlık için gereklidir (Ünsal, 2019).

İnsan vücudunda çok az miktarlarda bulunmalarına rağmen, vitaminler ve minerallerin vücuttaki etkileri oldukça büyüktür. Bu nedenle, günlük alım miktarları eksikliklerin önlenmesi açısından son derece önemlidir. Ayrıca, günlük beslenmede bu vitamin ve minerallerin eksik kalmaması için saklama, hazırlama ve pişirme sırasında oluşabilecek kayıpların en aza indirilmesi gerekmektedir (Avcu, 2017).

Su: Su, insan vücudu için en önemli ögedir ve su olmadan yaşamak mümkün değildir. İnsan besin almadan haftalarca hayatta kalabilirken, susuz sadece birkaç gün yaşayabilir. Vücuttaki suyun %3'ünün kaybı kan hacmini ve fiziksel performansı azaltır; %5'lik bir kayıpta birey konsantrasyon yeteneğini kaybeder; %8'lik bir kayıpta baş dönmesi, aşırı yorgunluk ve solunum güçlüğü ortaya çıkar, %10'luk bir kayıpta ise kas spazmları, aşırı yorgunluk, dolaşım ve böbrek yetmezliği gibi ciddi sorunlar görülebilir. İnsan vücudundaki su oranı yaş ve cinsiyete göre değişir ve %42 ile %71 arasında değişir (Ünsal, 2019). Su, besinlerin sindirimi, dokulara taşınması, hücrelerde kullanılması sonucu oluşan zararlı atıkların atılması ve vücut ısısının düzenlenmesi

için gereklidir. Kronik yüksek su alımının bilinen bir yan etkisi yoktur. Normal bir diyet uygulayan sağlıklı bireylerde sıvı gereksinimi, genellikle kaybedilen sıvı miktarına orantılıdır (Avcu, 2017).

1.1.2. Kişiyi Özel Sürdürülebilir Beslenme Planı Hazırlanması

Geleneksel besinler, kuşaktan kuşağa aktarılan tohumlar sayesinde üretilmektedir. Bir ülkenin topraklarında yetişen bitkisel ve hayvansal ürünlerin, o ülkenin nüfusunun ihtiyaçlarını karşılayabilmesi ve toplumu doyurabilmesi, geleneksel beslenme olarak ifade edilir. Sürdürülebilir beslenmenin sağlanmasında, insanların yeterli ve dengeli şekilde beslenmesi, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi ve uzun vadede bulaşıcı olmayan hastalıkların önlenmesi açısından geleneksel beslenme modelleri önemli bir rol oynamaktadır (Güngör, 2022).

Sürdürülebilirlik, çevremizdeki sınırlı kaynakların verimli şekilde kullanılarak gelecek nesillere aktarılmasını hedeflerken, beslenme de bu sürecin merkezinde yer almaktadır. Besinlerin yaşam döngüsü boyunca oluşturduğu çevresel etkiler, sürdürülebilir beslenme kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Besinlerin tarladan sofraya gelene kadar geçtiği üretim, depolama, paketlenme, taşıma gibi aşamalarda meydana gelen sera gazı emisyonu, su ve enerji kullanımı ile oluşan atık ve kayıplar, sürdürülebilirliğin sağlanmasında kritik bir öneme sahiptir (Olgun vd., 2022).

Sürdürülebilir sağlıklı diyetler, bireyin sağlığını ve genel iyilik halini her açıdan geliştiren, çevresel etkisi düşük, erişilebilir, maliyet açısından uygun, güvenli, eşitlikçi ve kültürel olarak kabul edilebilir beslenme biçimleridir. Bu diyetlerin amacı, tüm bireylerin optimal büyüme ve gelişmesini desteklemek, günümüz ve gelecekteki nesillerin yaşam boyunca fiziksel, mental ve sosyal iyilik halini ve işlevselliğini artırmak, malnütrisyonun her türünü (yetersiz beslenme, mikrobeyin eksiklikleri, fazla kilo, obezite) önlemek, beslenmeye bağlı bulaşıcı olmayan hastalıkların (BOH) riskini azaltmak ve biyoçeşitliliğin ve gezegenin korunmasını desteklemektir (Olgun vd., 2022).

Nutrigenetik alanındaki araştırmalar, diyetin bireysel olarak uyarlanması gerekliliğinin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olurken, besin sanayisindeki

nanoteknoloji, hidroponik ve aquaponik tarım, umami ve oleogustus gibi yeni tat algılarının keşfi ile lezzet odaklı besin üretiminin artışı, enteral ve parenteral beslenme ile besin destek ürünlerinin çoğalmasını içeren gelişmeler bireylerin sağlığını koruma ve hastalık durumlarında diyet planlarını oluşturmak için diyetisyene başvurma ihtiyacını artırmıştır (Merdol, 2016). Lucretius (M.Ö. 95-55), “Bir kişi için yiyecek olan bir nesne, bir başkası için zehir olabilir” ifadesiyle, insanların besinlere karşı duyarlılıkları veya alerjileri olabileceğini ve bu nedenle beslenmenin bireysel olarak uyarlanması gerektiğini vurgulamıştır (Merdol, 2016).

Diyet planlamasının kişiye özgü planlanması, diyet kalitesi kavramını ortaya çıkarmaktadır. Diyet kalitesi, malnütrisyon ve besin ögesi alımındaki yetersizliklerden kaynaklanan sağlık sorunlarını önlemek amacıyla diyetle alınan besin öğelerinin hesaplanmasını ifade eder. Diyet kalitesinin çeşitliliği, farklı besin gruplarının tüketimiyle sağlanırken, bazı besin grupları ve öğelerinin belirli miktarların üzerinde tüketilmemesi ise ölçülülük boyutunu oluşturur (Yolcuoğlu ve Kiziltan, 2021).

Kişiye özel beslenme, kişisel bilgilerin kullanılmasıyla, insanlara sağlık açısından faydalı ve kalıcı diyet değişiklikleri önerir; hedeflenmiş eğitim tavsiyeleriyle ürünlerin veya hizmetlerin iyileştirmesini sağlar. Bu yaklaşımın hedefi, bireysel genetik ve fenotipik tedavi kullanarak kişiye özel sağlıklı beslenme rehberi ve hizmetlerinin sunulmasıdır (Ordovas vd., 2018).

Akdeniz tipi, Barilla Çift Piramit, DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension) yeni Nordik, fleksiteryen, vejeteryen ve vegan beslenme modelleri, bitkisel kaynaklı gıdaları içeren sürdürülebilir beslenme modellerine örnek olarak verilebilir. Bu tür sürdürülebilir beslenme modellerinin uygulamaları, insan, çevre ve gezegen sağlığı için en iyi olanlardır (Olgun vd., 2022).

Geleneksel beslenmenin temel amacı, sürdürülebilirliği sağlamaktır. Ancak günümüzde, kişiye özel olarak uygulanmayan diyet modellerinde sürdürülebilirlik kavramının uygulanması oldukça zorlaşmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, geleneksel beslenme yaklaşımının kişiye özel sürdürülebilir beslenme planlarının daha uygulanabilir hale getirilmesine katkı sağlaması hedeflenmiştir.

1.1.3. Vücut Ağırlığı Denetimi

Obezite, günümüzde dünyanın birçok ülkesinde ciddi bir sağlık tehdidi haline gelmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından, tüm yaş gruplarını etkileyen ve hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde görülme sıklığı giderek artan önemli bir halk sağlığı sorunu olarak tanımlanmaktadır. Obezite, sadece yetişkinlerde değil, ergenlerde ve çocuklarda da vücut ağırlığı kontrolü mücadelesinin artmasına neden olmaktadır (Arusoğlu ve Köksal, 2015).

Her gün yeterli ve dengeli beslenme ile besin ve besin öğeleri dengeli bir şekilde alınır, her çeşit gıda ölçülü miktarlarda tüketilebilir. Bu yüzden, bireyin yaşam tarzı ve koşullarına uygun bir beslenme düzeni oluşturulmalıdır. Sağlıklı bir yaşam sürdürmek ve ideal kiloyu korumak için enerji dengesini sağlamak esastır (Akbulut ve Rakıcioğlu, 2010).

Vücut ağırlığında değişikliklere yol açan enerji alımının uzun süre yetersiz veya fazla olması durumunda, vücut ağırlığının belli aralıklarla izlenmesi önemlidir. Günlük enerji alımının dengelenmesi ve fiziksel aktivitenin (FA) artırılması, vücut ağırlığını kontrol altına almak için etkili bir yöntemdir. Beslenmede taze sebze ve meyveler, tam tahıllar, yağsız veya az yağlı süt ürünleri, balık, yağsız etler, tavuk ve kurubaklagiller gibi besinlerin tüketilmesi sağlıklı bir tercihtir. Yağ, tuz ve şeker içeriği düşük olan gıdalar tercih edilmeli ve diyeteye ilave edilen bu bileşenlerden kaçınılmalıdır.

Diyetin düzeni, vücut ağırlığını kontrol etmede önemli bir etkidir. Yanlış ara öğün tercihleri, sık sık dışarıda yemek yeme ve fast-food tüketimi, günlük enerji alımını artırabilir. Bu nedenle, dışarıda yenilen yemeklerde porsiyon miktarını azaltmak gereklidir. Kızartmalar yerine, ızgara balık, tavuk ya da yağsız et gibi seçenekler tercih edilmelidir. Fazla enerji alımını engellemek için ara öğünlerde yağlı, tuzlu ve şekerli gıdalar yerine, taze sebze ve meyveler, az yağlı veya yağsız süt ve yoğurt gibi alternatifler önerilmektedir. Ayrıca, besinler yaş grubu ve cinsiyete uygun porsiyonlarda tüketilmeli ve aşırı tüketimden kaçınılmalıdır. Ayrıca, fiziksel olarak aktif olmak ve düzenli egzersiz yapmak da önemlidir (Trumbo vd., 2002).

1.1.3.1. Beslenme Durumunun Değerlendirilmesi

Bireyin beslenme durumunu belirlemek, besin ögeleri gereksinimlerinin ne kadar karşılandığını gösterir. Optimal sağlık için, besin ögeleri alımı ile gereksinimler arasındaki dengenin sağlanması büyük önem taşır. Besin ögesi alımı, bireyin günlük beslenme alışkanlıklarına bağlıdır ve ekonomik durum, yeme alışkanlıkları, duygusal durum, iklim, kültürel yapı, çeşitli hastalıklar ve iştah gibi faktörlerden etkilenir. Gereksinimler ise, sağlığın korunması, büyüme ve gelişme, gebelik ve emzicilik, stres, enfeksiyonlar, hastalıklar ve ateş gibi durumlarla belirlenir (Yentür, 2015).

Kişinin beslenme durumu, demografik özelliklerine, antropometrik ölçümlerine, beden kütle indeksine göre değerlendirilmeli ve daha sonra biyokimyasal laboratuvar bulguları değerlendirilmelidir.

1. Demografik Özellikler:

Beslenme durumunun değerlendirilmesinde, hastanın yaşı, cinsiyeti, medeni durumu, mesleği, mevcut tanıları, ilaç kullanımı, besin ve bitkisel destek kullanımı gibi demografik ve tıbbi bilgilerin alınması kritik öneme sahiptir. Bu bilgiler, hastanın genel sağlık durumunu ve beslenme ihtiyaçlarını belirlemek için gereklidir. Bu doğrultuda bireyin beslenme anamnezi aşağıdaki şekilde detaylı olarak alınmalıdır.

- Beslenme Öyküsünün Alınması: Bireyin beslenme alışkanlıkları, besin tüketim sıklığı veya 3 günlük besin tüketim kaydı ile detaylı bir şekilde kayıt altına alınmalıdır.
- Beslenme Öyküsünün Değerlendirilmesi: Bireyin besin tüketim alışkanlıkları dikkate alınarak aşağıdaki ölçütler değerlendirilmelidir:
 - Enerji alımı,
 - Makro ve mikro besin ögeleri alımı,
 - Yetersiz alınan besin ögeleri,
 - Besin takviyesi kullanımı,
 - Porsiyon ölçüleri,
 - Spesifik besin tüketim alışkanlıkları (örneğin, aşırı sebze-meyve tüketimi),

- Öğünlerin zamanları,
- Yeme bozukluğu semptomlarının varlığı (Pekcan vd., 2022).

Bireyin besin alımının belirlenmesinde kullanılan yöntemler aşağıda verilmektedir:

24 Saatlik Besin Tüketimi Yöntemi: Besin Tüketim Sıklığının Saptanması: Bu yöntem, bireyin belirli bir süre içinde hangi besinleri ne sıklıkta tükettiğini belirler ve gerektiğinde tüketilen besin miktarlarını da içerir.

Diyet Öyküsü: Bu yöntem, 24 saatlik besin tüketimi, besin tüketim sıklığı gibi bilgilerin yanı sıra, bireyin sosyoekonomik durumu, eğitim düzeyi, beslenme alışkanlıkları, besin satın alma, hazırlama, pişirme ve saklama koşulları, FA durumu gibi diğer bilgileri de kapsar.

Besin Alımının Gözlenmesi: Bireyin besin alımını gözlemleyerek belirleme yöntemidir (Yentür, 2015).

Kişinin beslenme alışkanlıklarını belirlerken ayrıca öğün sayısı, öğün atlama durumu, ev dışında yemek yeme sıklığı ve öğünlerde tercih edilen besinler gibi faktörler de detaylı bir şekilde değerlendirilmelidir.

2. Antropometrik Ölçümler:

Beslenme durumunun değerlendirilmesinde büyüme, yağsız vücut dokusu ve yağ dokusu miktarının yanı sıra, bu dokuların vücutta nasıl dağıldığını belirlemede önemlidir. Bu ölçümler arasında vücut ağırlığı, boy uzunluğu, üst orta kol çevresi, baş çevresi, bel çevresi, kalça çevresi ve deri kıvrım kalınlıkları gibi yöntemler sıkça kullanılır. Düzenli ve sürekli olarak uygulandığında, bu ölçümler bireyin beslenme durumunun sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanır.

Sıklıkla kullanılan antropometrik yöntemler şu şekilde sınıflandırılabilir:

Vücut Ağırlığı ve Boy Uzunluğu: Bireyin toplam vücut kütlesi ve boy uzunluğu ölçülerek değerlendirilir.

Vücut Yağının Saptanması: Vücut yağının miktarı ve dağılımını belirlemek için çeşitli ölçüm teknikleri kullanılır.

Yağsız Vücut Dokusunun Saptanması: Kas, organ ve kemik dokusu gibi yağsız vücut dokularının miktarını belirlemek için ölçümler yapılır (Pekcan vd., 2022).

3. Beden Kütle İndeksi:

Beden kütle indeksi (BKİ) zayıflık ve şişmanlık durumunun saptanması amacıyla kullanılan pratik bir yöntemdir (Pekcan vd., 2022).

Vücut kompozisyonunun, kardiyovasküler hastalıklar (KVH), tip 2 diyabet, osteoporoz ve osteoartrit gibi çeşitli hastalıklarla ilişkili olduğu bilinmektedir. Özellikle boy uzunluğu (BU) ve vücut ağırlığı (VA) ölçümlerine dayanarak hesaplanan BKİ, obeziteyi sınıflandırmak için yaygın olarak kullanılan bir indekstir. Ancak, BKİ vücuttaki yağ dağılımı hakkında bilgi vermemekte ve metabolik bozuklukları öngörmeye sınırlılıklar taşımaktadır. Bu nedenle, BKİ'nin ötesinde antropometrik ölçümler, indeksler ve yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur (Demirel vd., 2024).

BKİ, boy uzunluğu ve vücut ağırlığına dayalı bir ölçüt olup, toplum düzeyinde obeziteyi ve obezite riskini belirlemek için kullanılır. BKİ hesaplaması, vücut ağırlığının (kg cinsinden) boy uzunluğunun (metre cinsinden) karesine bölünmesiyle elde edilir.

Formül şu şekildedir;

$$BKİ = \text{Vücut ağırlığı (kg)} / \text{boy uzunluğu (m}^2\text{)}.$$

Bu hesaplama için vücut ağırlığı ve boy uzunluğu standart ölçüm tekniklerine göre ölçülmelidir (Yentür, 2015).

4. Biyokimyasal Laboratuvar Bulgularının Değerlendirilmesi:

Beslenme durumunu değerlendirmede kullanılan biyokimyasal ve hematolojik testler, kan (plazma, serum), kırmızı ve beyaz kan hücreleri, idrar ve karaciğer, kemik, saç gibi dokularda gerçekleştirilir. Bu testler arasında kan proteinleri (albumin, transferrin, tiroksin-bağlayıcı prealbumin, retinol-bağlayıcı protein, fibronektin, somatomedin C), kan yağları (total kolesterol, HDL-kolesterol, LDL-kolesterol, VLDL-kolesterol, trigliserit), hemoglobin ve hematokrit düzeyleri ile kan ve idrarda vitamin ve mineral düzeyleri yer alır. Bu parametreler, bireyin beslenme durumunu belirlemede kritik öneme sahiptir (Pekcan vd., 2022).

Biyokimyasal laboratuvar bulgularının değerlendirilmesi, hastanın sağlık durumu hakkında önemli bilgiler sağlar. Bu tetkikler genellikle açlık kan şekeri, kan lipid profili, TSH (tiroit stimüle edici hormon) ve hemogram gibi biyokimyasal parametreleri içerir ve hekim tarafından istenir ve değerlendirilir. Diyetisyen, bu biyokimyasal bulgular doğrultusunda bireyin beslenme programlarını planlar ve uygular (Yentür, 2015).

1.1.3.2. Enerji Dengesi ve Bazal Metabolizma

Vücudun günlük enerji ihtiyacı, dinlenme metabolizma hızı (DMH) veya bazal metabolizma hızı (BMH), FA aktivite maliyeti ve besinlerin termik etkisinin (BTE) toplamından oluşur. Toplam enerji harcamasının (TEH) büyük bir kısmı DMH tarafından sağlanırken, FA kişiden kişiye farklılık gösterir (Pekcan vd., 2022).

Enerji alımı ve harcanması arasındaki karmaşık denge, vücut ağırlığının korunmasında önemli bir rol oynar. Bu dengenin sürdürülmesi, birbirini etkileyen dinamik bir süreçle sağlanır (Arusoğlu ve Köksal, 2015). Diyetle alınan besinlerin bu şekilde değerlendirilmesi, sadece mevcut durumun tespit edilmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda hastanın durumunun ve hastalığın seyrinin de öngörülmesine yardımcı olur. Bu değerlendirme, düzenli aralıklarla yapılacak sorgulamalarla diyet verilerinin analiz edilmesini, yemek alışkanlıklarının ve yemek zamanlarının gözden geçirilmesini içermelidir (Yentür, 2015).

İnsanlar sürekli enerji harcar ve enerji depolarını yenilemek için yemek yerler. İdeal koşullarda, aldıkları enerji harcadıkları enerjiye eşittir. Fazla enerji yağ olarak depolanır ve bu yağ, öğün aralarında enerji sağlamak için kullanılır. Eğer bir kişi kilosunu sabit tutuyorsa, alınan enerji miktarı harcanan enerjiye eşit olur. Bu denge değiştiğinde, kilo da değişir (Whitney vd., 2019).

Besin alımını değerlendirmek için şu formül kullanılmalıdır:

Enerji dengesi = Alınan enerji – Tüketilen enerji (Yentür, 2015)

Örneğin, kilo kaybettikçe, kilo vermeye devam etmek için ihtiyaç duyulan enerji açığı artar; kilo kaybı başlangıçta hızlıdır ama sonra yavaşlar. Bu durum, kilo

kaybının dinamik yapısını anlamanın, insanların daha gerçekçi kilo kaybı beklentileri geliştirmesine yardımcı olabileceğini gösterir.

Kilo kaybı veya kazancı, basit bir yağ değişimi olarak düşünülmemelidir. Hızlı kilo değişiklikleri yağ, sıvı ve bazı kas dokularını da içerir. Su, bir yetişkinin vücut ağırlığının %60 'ını oluşturduğundan, su tutulması veya kaybı vücut ağırlığını büyük ölçüde etkileyebilir. Uzun vadede bile, kaybedilen veya kazanılan kilonun yaklaşık %75'i yağ, %25'i ise yağsız dokudur. Açlık durumunda, kaybedilen yağ ve yağsız doku oranları neredeyse eşittir. Sonuç olarak, yağ kazanımı ve kaybı genellikle yavaş ve kademeli olarak gerçekleşir. Sonraki bölümler, enerji dengesi denkleminin enerji alımı ve enerji tüketimi yönlerini inceleyecektir (Yentür, 2015).

BMH, birçok insan için günlük enerji harcamasının en büyük kısmını oluşturur ve %60-75 oranında değişir. BMH, vücut içindeki hayati işlevlerin sürdürülmesi için gereken enerji miktarını ifade eder; bu işlevler arasında hücre membranlarının iyonik dengesi, hücre ve protein yenilenmesi, solunum ve kardiyovasküler sistemin çalışması yer alır. BMH, standart koşullar altında, gece boyunca aç kaldıktan sonra sabahleyin, kişi uyanık ve rahat bir şekilde sırtüstü yatarken, termo-nötr bir ortamda ve fiziksel ile zihinsel olarak dinlenmiş durumda ölçülür (Geissler ve Powers, 2023).

BMH genellikle; kişi uyanık, iyi bir uyku almış ve 12-14 saat aç kaldıktan sonra, odada uygun bir sıcaklıkta, hareketsiz yatarken ölçülür.

Buna benzer bir diğer ölçüm olan DMH, BMR'den biraz daha yüksektir çünkü bu ölçümün kriterleri daha esnekler; örneğin, son yenen yemek ve yapılan FA gibi faktörler daha az dikkate alınır (Whitney vd., 2019).

BMR'yi etkileyen en önemli faktörlerden biri vücut büyüklüğüdür, özellikle de yağsız vücut kütlesi, ki bu da kişinin ağırlığı, boyu, cinsiyeti ve yaşı tarafından belirlenir. Genellikle, erkeklerin BMR'si kadınlara göre daha yüksek olur (Geissler ve Powers, 2023).

1.1.3.3. Beslenme Programının Planlanması ve Fiziksel Aktivite

Bir kişinin enerji harcamasının ikinci önemli bileşeni fiziksel aktivitedir. Bu da iskelet kaslarının gönüllü hareketini ve destek sistemlerini içerir. FA, enerji

harcamasının en değişken ve en fazla değişime uğrayabilen kısmıdır. Bu nedenle, FA'nın kilo alımı ve kaybı üzerindeki etkisi büyük olabilir (Whitney vd., 2019).

Yeterli ve dengeli beslenmenin yanı sıra FA ve egzersiz, bireylerin fiziksel ve zihinsel performansını etkileyen önemli unsurlardır. "Fiziksel aktivite" günlük yaşamda yaptığımız tüm hareketleri kapsarken, "egzersiz" ise planlı, tempolu ve düzenli yapılan hareketlerden oluşur. Düzenli egzersiz, sağlıklı vücut ağırlığını ve uygun vücut bileşimini korumaya yardımcı olurken, kronik hastalıklara yakalanma riskini de azaltır (Besler vd., 2015).

FA sırasında, kaslar hareket edebilmek için ekstra enerjiye ihtiyaç duyar, kalp ve akciğerler de bu süreçte besin ve oksijen taşımak ve atıkları uzaklaştırmak için ek enerji gerektirir. Kas kütlesi büyük olan kişilerde ve daha ağır vücut kısımlarını hareket ettirenlerde, enerji harcaması daha fazladır. Ayrıca, bir aktivitenin süresi, sıklığı ve yoğunluğu da harcanan enerji miktarını etkiler: Aktivite ne kadar uzun sürerse, ne kadar sık yapılırsa ve ne kadar yoğun olursa, o kadar çok enerji harcanır (Whitney vd., 2019).

Her bireyin günlük enerji ihtiyacını göz önünde bulundurarak, vücut ağırlığını azaltmaya yönelik uygun bir sağlıklı beslenme planının teşvik edilmesi ve desteklenmesi önemlidir. Vücudun günlük enerji gereksinimi, DMH ya da BMH, FA ve besinlerin termik etkisinin (BTE) toplamından oluşur. Total enerji harcamasının büyük kısmını DMH oluştururken, FA miktarı kişiden kişiye farklılık gösterir. Enerji denklemleri; genellikle vücut ağırlığı, boy, yaş ve cinsiyet gibi ana bileşenlerden oluşmaktadır (Kaner ve Bakır, 2022).

Günlük enerji harcamasının %50-60'ını dinlenme esnasında harcanan enerji oluşturur. Bazal metabolizma, 12-14 saatlik açlık sonrası ve 30 dakikalık tam dinlenmenin ardından, organizmanın membran turnover'ı ve vücut ısısını korumak için harcadığı enerjiyi ifade eder. DMH, BMH'sinden %5-10 daha fazla enerji harcansa da, pratikte genellikle birbirinin yerine kullanılabilir (Akbulut ve Rakıcıoğlu, 2011).

Beslenme programı planlamanın temel amacı, bireyin yaş, cinsiyet, FAD, fizyolojik durumu ve beslenme alışkanlıklarına uygun şekilde yeterli ve dengeli beslenmesini sağlamaktır. Aynı zamanda, diyetin bireyin sosyoekonomik durumu ile besinlerin sağlanması, hazırlanması ve pişirilmesi olanaklarına da uygun olması

gerekmektedir. İdeal olarak, bazal metabolizma hızı indirekt kalorimetri yöntemiyle ölçülmelidir. Ancak, ölçüm yapılamadığı durumlarda, fazla kilolu veya obez bireylerde tahmini enerji harcamasını hesaplamak için en uygun yöntem "Mifflin-St. Jeor Denklemi"nin kullanılmasıdır. Bu denklemde önemli olan, hesaplamanın hastanın mevcut ağırlığı kullanılarak yapılmasıdır. Mifflin-St Jeor denklemi aşağıdaki gibidir (Kaner ve Bakır, 2022).

Hastanın diyet enerjisinin (toplam enerji gereksinmesi) belirlenmesi, aşağıdaki adımlar doğrultusunda belirlenir:

- Bazal Metabolizma Hızının Hesaplanması:

Bazal metabolizma hızı (BMH) birden fazla formül ile hesaplanabilir. Çalışmada yer alan formüller, günümüz diyetisyenleri tarafından en sık kullanılan formüllerdir. Bu formüller Harris-Benedict ve Mifflin St. Jeor formülleridir.

Harris Benedict formülünün erkekler için $27 + 9$, $27 - 9$, kadınlar için ise $31 + 4$ ve $31 - 4$ yaş grubunda daha geçerli olması sebebi ile, 1984 yılında bu formül revize edilerek daha geniş bir yaş grubuna hitap etmesi hedeflenmiştir.

DMH'nin hesaplanması, elde edilen bilgilerin Harris-Benedict formülüne göre uyarlanması ile gerçekleştirilmiştir. Bu hesaplama, bireyin dinlenmiş enerji gereksinimini yansıtır. Günlük toplam enerji ihtiyacı ise gün boyunca gerçekleşen FAD'ye göre belirlenir.

Tablo 1. Bazal Metabolizma Hızı Formülleri

Harris-Benedict:	
Erkek BMH (kkal/gün):	$66,5 + [13,75 \times \text{Vücut Ağırlığı (kg)}] + [5,003 \times \text{Boy (cm)}] - [6,775 \times \text{Yaş (yıl)}]$
Kadın BMH (kkal/gün):	$655,1 + [9,563 \times \text{Vücut Ağırlığı (kg)}] + [1,85 \times \text{Boy (cm)}] - [4,676 \times \text{Yaş (yıl)}]$
Revize Edilmiş Harris-Benedict:	
Erkek BMH (kkal/gün):	$88.362 + [13,397 \times \text{Vücut Ağırlığı (kg)}] + [4,799 \times \text{Boy (cm)}] - [5,677 \times \text{Yaş (yıl)}]$
Kadın BMH (kkal/gün):	$447,593 + [9,247 \times \text{Vücut Ağırlığı (kg)}] + [3,098 \times \text{Boy (cm)}] - [4,330 \times \text{Yaş (yıl)}]$
Mifflin St. Jeor:	
Erkek BMH (kkal/gün):	$[10 \times \text{Vücut Ağırlığı (kg)}] + [6.25 \times \text{Boy (cm)}] - [5 \times \text{yaş (yıl)}] + 5$
Kadın BMH (kkal/gün):	$[10 \times \text{Vücut Ağırlığı (kg)}] + [6.25 \times \text{Boy (cm)}] - [5 \times \text{yaş (yıl)}] - 161$

Kaynak: Harris, J. A. ve Benedict, F. G. (1918). A biometric study of human basal metabolism. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 4(12), 370-373. <https://doi.org/10.1073/pnas.4.12.370>

Pavlidou, E., Papadopoulou, S. K., Seroglou, K. ve Giaginis, C. (2023). Revised harris-benedict equation: new human resting metabolic rate equation. *Metabolites*, 13(2), 189.

Mifflin, M. D., St Jeor, S. T., Hill, L. A., Scott, B. J., Daugherty, S. A. ve Koh, Y. O. (1990). A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 51(2), 241-247. <https://doi.org/10.1093/ajcn/51.2.241>

Harris Benedict formülünün aslı, revize edilmiş hali ve Mifflin St. Jeor formülleri yazar tarafından derlenen Tablo 1’de incelenmiştir.

- Toplam Enerji Harcamasının Hesaplanması:

TEH aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$\text{TEH (kkal/gün)} = \text{BMH (kkal/gün)} \times \text{FAD} \times \text{Stres Faktörü}$$

Tablo 2. Fiziksel Aktivite Düzeyinin Belirlenmesi

Sedanter Fiziksel Aktivite Düzeyi:	1.0 - 1.39
Hafif Fiziksel Aktivite Düzeyi:	1.4 - 1.59
Orta Fiziksel Aktivite Düzeyi:	1.6 - 1.89
Ağır Fiziksel Aktivite Düzeyi:	1.9 - 2.5

Kaynak: Pekcan, A. G., Şanlıer, N., Baş, M., Tek, N. ve Gökmen Özel, H., (2022). *Türkiye beslenme rehberi 2022*. Ankara: Hazar Reklam yayın matbaa.

Bu adımlar, bireyin günlük enerji ihtiyacını hesaplamak ve uygun diyet enerjisini belirlemek için kullanılmaktadır. Bu sayede bireyin kilo yönetimi hedefleri doğrultusunda enerji dengesi sağlanır (Makaracı vd., 2020).

FAD değerinin hangi durumda ne olması gerektiği yaklaşık değer olarak yazar tarafından derlenen Tablo 2’de gösterilmiştir.

- **Besinlerin Termik Etkisi:**

Bir kişi yemek yediğinde, sindirim sistemi kasları daha hızlı kasılmaya başlar, hücreler sindirim sularını üretir ve bazı besinler aktif taşımayla emilir. Bu sürecin hızlanması enerji gerektirir ve bu enerji ısı üretir; bu da besinlerin termik etkisi olarak adlandırılır.

Besinlerin termik etkisi, alınan yiyecek enerjisiyle doğru orantılıdır ve genellikle enerji alımının yaklaşık %10 'u olarak hesaplanır. Yani, 8000 kilojul enerji alan bir kişi, besinlerin termik etkisi yoluyla yaklaşık 800 kilojul enerji harcar. Bununla birlikte, bu etkinin büyüklüğü, öğünlerin büyüklüğü ve sıklığı gibi faktörlerden de etkilenir. Genel olarak, yüksek proteinli yiyecekler, yüksek yağlı yiyeceklere göre daha yüksek bir termik etkiye sahiptir. Bir öğünü bir defada tüketmek yerine birkaç saat içinde bölerek yemek de termik etkiyi artırabilir. Ancak, çoğu durumda besinlerin termik etkisi, enerji harcamasını hesaplarken ihmal edilebilir, çünkü bu etkinin toplam enerji harcamasına katkısı, hesaplamadaki olası hatalardan daha küçüktür (Geissler ve Powers, 2023).

Besinlerin termik etkisi (BTE), aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$BTE = BMH \text{ (kkal/gün)} \times FAD \times \text{Stres Faktörü} \times 0.10$$

- Yaşa Göre Alınması Gereken Makro-Mikro Besin Ögesi Alımının Hesaplanması:

Yetişkinlerde alınması gereken karbonhidrat miktarı; %45-65 arası, protein miktarı; %10-35 arası, yağ miktarı; %20-35 arasındadır (Yavuz, 2014). Hastanın ihtiyacına göre bu kişiye özel olarak değişmektedir. Diyet proteininin en az %60'ının hayvansal kaynaklı (özellikle az yağlı veya yağsız kırmızı et) olması önerilir. Doymuş ve çoklu doymamış yağ asitleri, diyet enerjisinin <%7-8'i ile sınırlanmalıdır. Diyetteki yağın en az %12-15'i tekli doymamış yağ asitlerinden sağlanmalı, trans yağlar ise hiç tüketilmemeli ya da diyet enerjisinin %1'inin altında tutulmalıdır. Günlük kolesterol alımı ise 300 mg'ın altında olmalıdır. Diyetin enerjisinin %50-60'ı karbonhidratlardan, %15-20'si proteinlerden ve %25-30'u yağlardan gelmelidir.

Yeterli ve dengeli beslenme prensiplerine göre hazırlanan bir zayıflama diyetinde yeterli miktarda vitamin ve mineral bulunur. Mikro besin ögeleri eksikliği, erkekler için 1500 kkal/gün, kadınlar için 1200 kkal/gün'ün altındaki çok düşük kalorili diyetler uygulanmadıkça genellikle ortaya çıkmaz. Ancak, biyokimyasal veya klinik olarak bir yetersizlik tespit edilirse, hekim önerisiyle vitamin ve mineral takviyesi yapılabilir (Pekcan vd., 2022).

- Öğün Düzeni ve Sıklığı:

Bireyin çalışma ve yaşam koşulları dikkate alınarak, 3 ana öğün ve en az bir ara öğün içeren bir beslenme programı oluşturulmalıdır. Özellikle kahvaltı öğünü atlanmamalıdır, çünkü kahvaltının atlanması, sağlıklı vücut ağırlığının korunmasını zorlaştırabilir. Öğünlerde çeşitli besin gruplarının dengeli tüketimine dikkat edilmelidir. Yemek yerken, başka aktivitelerle (örneğin televizyon izleme, gazete-kitap okuma gibi) ilgilenmekten kaçınılmalıdır. Ara öğünlerde ise enerji içeriği düşük olan sağlıklı besinler (örneğin sebze, meyve, süt, ayran vb.) tercih edilmelidir (Pekcan vd., 2022).

1.2. Yapay Zekânın Sağlıkta Kullanımı ve Büyük Dil Modelleri

Büyük dil modelleri, sağlık sektöründe birçok yerde kullanılmaktadır. Yapay zekâ hem koruyucu hem de tedavi edici sağlık hizmetlerinde pozitif etkilerini göstermeye başlamıştır. Bunların en bilinen örneklerinden biri, radyoloji raporlarının değerlendirilmesinde kullanımınıdır. Yapay zekâ uygulamalarının oluşturduğu büyük dil modelleri ile ilgili tanımlamalar ve sağlık alanındaki kullanımları aşağıda anlatılmaktadır.

1.2.1. Yapay Zekânın Sağlıkta Kullanımı

AI, sağlık sektöründe devrim niteliğinde yenilikler sunarak tıbbi tanı, tedavi, hasta izleme ve sağlık yönetimi gibi birçok alanda önemli bir yer edinmiştir. AI teknolojileri, büyük veri analizleri ve makine öğrenimi yöntemleri ile sağlık verilerini işleyerek, daha doğru ve hızlı tıbbi kararlar alınmasına yardımcı olur. Ayrıca, AI tabanlı uygulamalar, kişiselleştirilmiş sağlık hizmetlerinin geliştirilmesinde de önemli bir rol oynar. Örneğin, AI, genetik veriler, tıbbi geçmiş ve yaşam tarzı bilgilerini birleştirerek, bireyler için özelleştirilmiş tedavi ve beslenme planları oluşturabilir. Bu teknolojilerin kullanım alanları hızla genişlemekte ve sağlık hizmetlerinin kalitesini artırarak, hasta bakımında önemli gelişmelere olanak tanımaktadır. AI, sağlık sektöründe hem klinik uygulamalarda hem de operasyonel süreçlerde verimliliği artırarak, sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliğine önemli katkılar sağlar (Naja vd., 2024; Oka vd., 2019).

1.2.1.1. Sağlık Uygulamalarının Endüstrideki Yeri

AI, sağlık hizmetlerinde devrim yaratan bir teknoloji olarak giderek daha fazla önem kazanmaktadır. AI, tıbbi tanı, tedavi planlaması, hasta izleme, ilaç keşfi ve tıbbi görüntüleme gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Örneğin, AI'nin gelişmiş algoritmaları, büyük veri kümeleri üzerinde çalışarak kanser gibi karmaşık hastalıkların erken teşhisini kolaylaştırmaktadır. Bunun yanında, AI, sağlık hizmetlerinde operasyonel verimliliği artırmak, klinik sonuçları iyileştirmek ve maliyetleri düşürmek amacıyla kullanılmaktadır. Örneğin, hasta kayıtlarını analiz

ederek klinik karar destek sistemlerine katkıda bulunur ve bu sayede daha hızlı ve doğru kararların alınmasına yardımcı olur. Bu teknolojiler, sağlık sektöründe hastalık yönetiminden hasta memnuniyetine kadar geniş bir yelpazede yenilikler sunmaktadır (Naja vd., 2024).

Mobil teknolojiler, sağlık sektöründe bireyselleştirilmiş hizmetlerin sunulmasında önemli bir rol oynamaktadır. Şizofreni, astım ve diyabet gibi hastalıkların yönetiminde mobil cihazlar, hasta verilerinin toplanması ve analiz edilmesi süreçlerini kolaylaştırarak hem hastaların hem de sağlık uzmanlarının iş yükünü hafifletmiştir. Örneğin, ITAREPS (Information Technology Aided Relapse Prevention Programme in Schizophrenia) adlı sistem, şizofreni hastalarında erken uyarı mekanizmaları oluşturmuş ve nüks öncesi müdahaleyi mümkün kılmıştır. Bu uygulama, mobil cihazlar üzerinden toplanan verilerin analiz edilmesiyle, hasta ve hekim arasında etkili bir iletişim kurulmasını sağlamıştır. Benzer şekilde, astım yönetiminde kullanılan mobil uygulamalar, semptomların gerçek zamanlı izlenmesine olanak tanımış ve hasta memnuniyetini artırmıştır. Diyabet takibi için geliştirilen mobil çözümler, kullanıcıların günlük kan şekeri seviyelerini otomatik olarak kaydetmelerine olanak tanıyarak bireysel sağlık yönetimini kolaylaştırmıştır. Ayrıca, mobil cihazların kullanıcı dostu arayüzleri ve açıklanabilir sonuçlar sunma yeteneği, bu uygulamaların yalnızca birer takip aracı değil, aynı zamanda bir eğitim aracı olarak da işlev görmesini sağlamıştır. Bu sistemler, hasta-uzman iletişimini geliştirerek yüz yüze görüşme gereksinimini azaltmış ve tedavi süreçlerini daha verimli hale getirmiştir. Mobil teknolojilerin bu potansiyeli, bireyselleştirilmiş sağlık hizmetlerinin geliştirilmesi açısından büyük bir yenilik sunmaktadır (Kalem ve Turhan, 2015).

Sağlık hizmetlerinde AI'nın endüstriyel etkisi, yalnızca klinik uygulamalarla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda sağlık ekonomisinde de önemli bir rol oynamaktadır. AI, ilaç geliştirme süreçlerini hızlandırarak yeni tedavilerin piyasaya daha hızlı sürülmesini sağlamaktadır. Ayrıca, AI tabanlı araçlar, sağlık hizmetleri sağlayıcılarının iş yükünü azaltarak, daha kişiselleştirilmiş ve etkin tedavi seçenekleri sunmalarını mümkün kılar. Bu, yalnızca tedavi süreçlerini iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda sağlık sistemlerindeki verimliliği de artırır. Sonuç olarak, AI'nın sağlık endüstrisindeki yeri, hem hasta sonuçlarını iyileştirme hem de sağlık hizmetlerinin

sunumunu daha sürdürülebilir hale getirme açısından kritik bir öneme sahiptir (Naja vd., 2024).

1.2.1.2. Yapay Zekâ Uygulamalarının Sağlıkta Kullanımı

AI, sağlık hizmetlerinde tıbbi teşhis ve tedavi süreçlerinin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin, AI destekli tanı sistemleri, tıbbi görüntüleme analizinde kullanılarak doktorlara hastalıkların erken evrelerinde teşhis koymada yardımcı olmaktadır. AI, tıbbi görüntüleri hızlı ve doğru bir şekilde analiz ederek, radyologların iş yükünü hafifletir ve hata oranını azaltır. Ayrıca, bu teknolojiler, hastaların bireysel sağlık verilerine dayalı olarak kişiselleştirilmiş tedavi planlarının oluşturulmasına olanak tanır. Bu sayede, tedavi süreçleri hastanın özel ihtiyaçlarına göre uyarlanarak, iyileşme sürecinin hızlanması sağlanır. Bu tür derin öğrenme ile güçlendirilmiş AI klinik uygulamaları, özellikle karmaşık tıbbi durumların yönetiminde büyük avantajlar sunmaktadır (Oka vd., 2019).

“Revolutionizing Pharma: Unveiling the AI and LLM Trends in the Pharmaceutical Industry” isimli çalışmada, LLM'lerin, doğal dil işleme (NLP) tekniklerini kullanarak klinik veri analizi, hasta seçimi ve düzenleyici süreçlerde otomasyon sağlama konularında büyük bir potansiyel sunmakta olduğu bahsedilmektedir. Örneğin, NLP algoritmalarının hasta verilerini analiz etmesi, klinik denemelerde uygun adayların seçimini hızlandırırken, bu süreçlerin doğruluğunu artırmaktadır. Ayrıca, LLM'ler tarafından desteklenen chatbot sistemleri, tıbbi bilgi paylaşımı ve hasta etkileşimlerini yönetme konularında etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. AI'nın ilaç sektöründeki diğer bir önemli katkısı, kalite kontrol ve üretim süreçlerini iyileştirmeye yöneliktir. Derin öğrenme algoritmaları, farmasötik ürünlerdeki kusurların erken tespitinde kullanılmakta ve bu sayede üretim hatalarının minimize edilmesi sağlanmaktadır. Bunun yanı sıra, tedarik zinciri yönetimi gibi operasyonel süreçlerde AI, daha hızlı ve verimli bir lojistik yönetimi sunmaktadır. Makale, AI ve LLM teknolojilerinin, ilaç endüstrisinde hem maliyetleri düşürdüğünü hem de ürünlerin kalite standartlarını yükselttiğini vurgulamaktadır. Ancak, veri gizliliği ve açıklanabilirlik gibi konular, bu teknolojilerin daha geniş bir ölçekte

benimsenmesi için çözümlenmesi gereken temel zorluklar arasında yer almaktadır (Han ve Tao, 2024).

Yapay zekânın sağlıkta kullanımı sadece tanı ve tedavi süreçleriyle sınırlı kalmaz. AI, aynı zamanda, hasta izleme ve sağlık verilerinin sürekli değerlendirilmesi gibi alanlarda da önemli katkılarda bulunur. Örneğin, kronik hastalıkların yönetiminde, AI tabanlı sistemler hastaların günlük aktivitelerini izleyebilir ve anormal durumları erken tespit edebilir. Bu tür uygulamalar, hastaların sağlık durumlarının sürekli izlenmesini sağlayarak, olası komplikasyonların önlenmesine yardımcı olur. Ayrıca, AI'nın sağlık hizmetlerindeki entegrasyonu, hem hasta memnuniyetini artırmakta hem de sağlık hizmetlerinin kalitesini iyileştirmektedir. Bu, özellikle tele-tıp ve uzaktan hasta takibi gibi alanlarda büyük bir potansiyele sahiptir (Oka vd., 2019).

1.2.1.3. Diyet Planlamasında Yapay Zekâ Kullanımı

Diyet planlamasında AI kullanımı, bireyselleştirilmiş beslenme programlarının geliştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. AI tabanlı sistemler, bireylerin sağlık durumlarına, genetik yapılarına ve yaşam tarzlarına göre özelleştirilmiş diyet planları oluşturur. Örneğin, GPT, kullanıcıların günlük yeme alışkanlıklarını ve besin tüketimlerini izleyerek, onların ihtiyaçlarına göre optimize edilmiş beslenme önerileri sunar. Bu tür sistemler, diyetisyenlerin iş yükünü hafifletirken, aynı zamanda daha isabetli ve kişiye özel beslenme planlarının hazırlanmasını sağlar. AI'nın bu alandaki etkinliği, beslenme ve sağlık arasındaki ilişkiye dair yapılan birçok araştırmayla desteklenmektedir (Haman vd., 2024).

“AI dietitian: Unveiling the accuracy of ChatGPT's nutritional estimations” isimli çalışmada, büyük dil modelleri arasında yer alan ChatGPT'nin, beslenme planlaması ve ağırlık yönetimi konusundaki performansını değerlendirmektedir. ChatGPT, günlük yemek planları oluşturma ve besin maddelerinin makro ve mikro besin değerlerini tahmin etme gibi görevlerde, ABD Tarım Bakanlığı'nın (USDA) standart verileriyle karşılaştırılarak test edilmiştir. Araştırma, ChatGPT'nin enerji değerleri konusunda %96'ya varan bir doğruluk oranı yakaladığını ve makro besin değerlerinde tutarlı bir dağılım sağladığını ortaya koymuştur. Ancak, karbonhidrat ve

yağ gibi bazı besin öğelerinde daha düşük doğruluk seviyeleri gözlemlenmiştir. Çalışmada spesifik bir GPT modeli belirtilmemiştir, ancak ChatGPT'nin genel diyet planlama için makul bir araç olduğunu ancak bireysel sağlık profilleri ve karmaşık tariflerde yetersiz kaldığını vurgulamaktadır. Ayrıca, kullanılan AI, diyet planlamasında sürekli geri bildirim ve iyileştirme döngüleri sağlayarak kullanıcıların diyet hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olur. AI sistemleri, kullanıcının sağlık verilerini sürekli izleyerek, gerektiğinde anında müdahalelerde bulunabilir ve beslenme planlarını güncelleyebilir. Bu, kullanıcıların sağlık hedeflerine daha hızlı ve etkili bir şekilde ulaşmalarını sağlar. Ayrıca, AI tabanlı diyet planlama araçları, gıda tercihleri, alerjiler ve beslenme gereksinimlerini göz önünde bulundurarak, kişiselleştirilmiş çözümler sunar. Bu, sağlıklı beslenme alışkanlıklarının geliştirilmesine ve sürdürülebilir bir yaşam tarzının benimsenmesine katkıda bulunur (Haman vd., 2024).

Bu çalışmada büyük dil modellerinin (LLM) tercih edilmesinin temel nedenleri, bu modellerin doğal dil işleme görevlerindeki üstün performansları ve esneklikleridir. LLM'ler geniş çaplı metin verileri üzerinde eğitilerek dilin karmaşık yapısını ve bağlamını anlama yeteneğine sahiptirler. Bu özellikleri sayesinde, duygu analizi gibi görevlerde klasik yöntemlere kıyasla daha yüksek doğruluk oranları elde etmektedirler (Karabıyık vd., 2024).

LLM'ler metin üretme, soru-cevap uygulamaları ve duygu analizi gibi birçok doğal dil işleme görevinde başarı göstermektedirler. Bu çok yönlülükleri, onları çeşitli uygulama alanlarında tercih edilen bir araç haline getirmektedir (Aytekin ve Karabina, 2021). Ayrıca, LLM'ler matematiksel problemleri çözme kapasitesi ile de dikkat çekmektedir. ChatGPT gibi modeller, temel matematik işlemlerinden karmaşık denklemlere kadar geniş bir yelpazede soruları çözme yeteneğine sahiptir. Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi'nde yayımlanan bir çalışmada, ChatGPT'nin matematik eğitimine entegrasyonu incelenmiş ve bu modellerin matematiksel denklemleri çözmede etkili olduğu belirtilmiştir. Çalışmada, katılımcıların LLM'lerle yaptığı etkileşimler sonucunda, bu modellerin matematiksel problemleri adım adım çözümlenme ve kullanıcıya açıklayıcı yanıtlar sunma konusunda başarılı olduğu gözlemlenmiştir (Karabıyık, 2024).

Diğer yapay zekâ modelleri ise genellikle belirli görevler için optimize edilmiş olup, dilin karmaşık yapısını ve bağlamını anlama konusunda LLM'ler kadar etkili değildirler. Örneğin, kural tabanlı sistemler veya geleneksel makine öğrenimi algoritmaları, dilin nüanslarını ve bağlamsal ilişkilerini yakalamakta sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle, doğal dil işleme gerektiren uygulamalarda LLM'lerin kullanımı daha avantajlıdır (Karabıyık vd., 2024). LLM tabanlı bir sistem olan ChatDiet, bireysel sağlık verilerini analiz ederek kullanıcı ihtiyaçlarına uygun diyet planları oluşturmak için bir Orchestrator modeli kullanmıştır. Orchestrator modeli, popülasyon isimli besin verisi ve bireysel yemek verilerini entegre ederek, önerilerin hem genel sağlık bilgileriyle uyumlu olmasını hem de bireysel gereksinimlere uygun hale getirilmesini sağlamıştır. Kullanıcıların sağlık verilerini işleyerek bireyselleştirilmiş beslenme planları oluşturmuş ve önerilerinin gerekçelerini açıklamak için Düşünce Zinciri (Chain-of-Thought) tekniğini kullanmıştır. Bu özellik, kullanıcıların önerilere güven duymasını sağlamış ve sağlık hedeflerine ulaşmalarını kolaylaştırmıştır. Ayrıca, bu çalışmada LLM kullanılması, diyet planlama araçlarının güvenilirliğini artırma potansiyelini göstermiş ve bu tür teknolojilerin sağlık alanındaki uygulamalarına yönelik güçlü bir örnek ve kanıt teşkil etmiştir (Yang vd., 2024).

“Integrating Expertise in LLMs: Crafting a Customized Nutrition Assistant with Refined Template Instructions” başlıklı çalışmada, GPT-4 modeli kullanılarak bireylerin diyet ihtiyaçlarına uygun beslenme önerileri sunan bir sistem geliştirilmiştir. Çalışma, beslenme önerilerinin bireylerin sağlık durumlarına, alerjen bilgilerine ve gıda tercihlerine uygun olarak şekillendirilmesini hedeflemiştir. Sistem, diyetisyenlerden alınan geri bildirimlerle iyileştirilmiş ve çıktılar daha açıklayıcı hale getirilmiştir. Örneğin, besin değerleri, alerjenler ve sağlık hedeflerine uygunluk gibi özellikler, kullanıcıların ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiştir. Sistem çıktıları, “Health Benefits” (Sağlık Faydaları) ve “Considerations” (Dikkate Alınacaklar) gibi başlıkları altında yapılandırılmış ve kullanıcıların daha bilinçli seçimler yapmasına olanak sağlamıştır (Szymanski vd., 2024). Bu çalışma, LLM'lerin sağlık ve beslenme alanında kişiselleştirme potansiyelini ortaya koymuştur. Özellikle, kullanıcı geri bildirimlerine dayalı düzenlemeler ve açıklanabilirlik odaklı yapılandırmalar, sistemin kullanıcı memnuniyetini artırmasına katkıda bulunmuştur. Çalışma ayrıca, gıda önerilerinin

daha açıklayıcı ve kullanıcı dostu hale getirilmesinde LLM'lerin etkili bir araç olduğunu göstermiştir.

“MOPI-HFRS: A Multi-objective Personalized Health-aware Food Recommendation System with LLM-enhanced Interpretation” isimli çalışmada, kullanıcıların sağlık durumlarını, beslenme alışkanlıklarını ve bireysel tercihlerine dayalı olarak kişiselleştirilmiş yemek önerileri sunan bir sistemdir. Bu çalışma, mevcut yemek öneri sistemlerinin genellikle kullanıcı sağlık verilerini yeterince entegre edemediğini ve açıklanabilirlik açısından yetersiz olduğunu vurgulayarak bu boşlukları doldurmayı hedeflemiştir. Sistem, kullanıcı tercihlerini, sağlık uygunluğunu ve beslenme çeşitliliğini optimize eden bir Pareto tabanlı yaklaşım benimsemiştir. NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey) veri setinden alınan kullanıcı sağlık bilgileri, Health and Nutrition Recommendation Bipartite Graph adı verilen bir yapı ile işlenmiştir. Ayrıca, önerilerin açıklanabilirliği için Büyük Dil Modelleri (LLM) kullanılmış ve bu sayede önerilerin sağlık ve beslenme faydaları kullanıcıya açık bir şekilde aktarılmıştır. Çalışmanın sonuçları, MOPI-HFRS'nin sağlık hedeflerine uygun ve kullanıcı odaklı açıklanabilir öneriler sunduğunu ortaya koymuştur. LLM tabanlı açıklama modülü, kullanıcıların sistemin önerilerine güvenini artırmış ve bu sistemi yalnızca bir öneri aracı değil, aynı zamanda bir eğitim aracı olarak konumlandırmıştır. Sistem, kullanıcıların diyet kararlarını daha bilinçli bir şekilde almasını desteklemiş ve sağlıklı beslenmeyi teşvik etmiştir (Zhang vd., 2024).

“An Integrated Framework for Contextual Personalized LLM-Based Food Recommendation” isimli çalışmada, geleneksel öneri sistemlerinin sınırlamalarını ele alarak, Büyük Dil Modelleri'nin (LLM) bağlama duyarlı ve kişiselleştirilmiş yiyecek öneri sistemlerinde nasıl kullanılabileceğini incelemektedir. Makalede, bireylerin sağlık durumu, beslenme alışkanlıkları ve coğrafi bağlamlarına dayalı öneriler oluşturmak için yenilikçi bir çerçeve geliştirilmiştir. Çerçeve, kişisel gıda modeli (Personal Food Model - PFM), multimedya gıda kaydedici ve coğrafi verileri içeren Dünya Gıda Atlası (World Food Atlas - WFA) gibi bileşenleri entegre etmektedir. Bu sistem, bireylerin biyolojik gereksinimlerini analiz ederek özelleştirilmiş yemek önerileri sunarken, coğrafi bağlama uygun içerikler sağlamaktadır. Aynı zamanda, LLM'ler kullanılarak önerilerin neden ve nasıl oluşturulduğuna dair açıklamalar yapılmış, kullanıcıların önerilere olan güveni artırılmıştır. Çalışmanın sonuçları, LLM

tabanlı bu sistemin hem bireysel hem de bağlamsal verileri analiz ederek yemek önerilerinin doğruluğunu ve kullanıcı deneyimini geliştirdiğini göstermektedir (Rostami, 2024).

Bu tezde, makro hesaplama aracı ile entegre sistem hale getirilmesi amacı ile metin işleme yöntemi tercih edilmiştir. Bu tercihin temel nedeni, bireylerin kişisel sağlık verilerinin metin formatında işlenmesinin daha sistematik ve etkili olmasıdır. Literatürde görsel işleme yöntemleri kullanılarak kalori kontrolü yapılan uygulamaların bulunduğu görülmektedir. Ancak, görsel işleme tabanlı sistemler, özellikle gıda gramajının ve porsiyon büyüklüğünün değerlendirilmesinde sınırlı bir doğruluk seviyesine sahiptir. Bu durum, bireysel gereksinimlere dayalı bir diyet planlamasında istenen doğruluğu sağlamayı güçleştirmektedir. Literatürde görsel işleme haricinde, metin işleme ile diyet planlama özelinde geliştirilmiş LLM sistemlerinin de bulunduğu gözlenmektedir. Ama bu oluşturulan sistemler, literatürdeki kişiye özgü makro hesaplama aracı ile entegre olarak değil, farklı türlü veriler ile çalışmaktadır. Bireyin yaş, cinsiyet, boy, kilo ve fiziksel aktivite düzeyi gibi kişisel parametrelerine dayalı olarak makro besin gereksinimlerinin hesaplanması ve bu verilere uygun şekilde özelleştirilmiş bir diyet listesinin LLM ile oluşturulması, daha güvenilir ve pratik bir yöntemdir. LLM ile oluşturulmuş metin işleme tabanlı sistemler, bu süreçte yalnızca bireysel verileri analiz etmekle kalmaz, aynı zamanda kişiye özel diyet önerilerini açık, anlaşılır ve kolay erişilebilir bir formatta sunar.

Sonuç olarak, bu çalışmada LLM'lerin metin işleme ile kullanımı, karmaşık istemleri değerlendirmek, kullanıcıların diyet ihtiyaçlarını daha doğru anlamak, doğru porsiyon hesabı, kişiselleştirilmiş çözümler sunmak ve kullanıcı etkileşimini güçlendirmek için tercih edilmiştir.

1.2.2. Büyük Dil Modeli Tanımı ve Transformer Mimarisi

Büyük dil modelleri, doğal dilin işlenmesi görevini gerçekleştirmek üzere geliştirilmiştir ve çok büyük miktarda veri seti üzerinde eğitilmiş olan yapay zekâ modelleridir. Bu modeller, insan dilini anlamak, işlemek ve üretmek için derin öğrenme tekniklerini kullanır. LLM'ler, genellikle milyarlarca parametreye sahip olup,

bu sayede dilin karmaşıklıklarını ve inceliklerini yüksek doğrulukla kavrayabilirler (Sak ve Suchodolska, 2021).

LLM'lerin doğal dil işleme (NLP) uygulamalarından bazıları: Metin sınıflandırma, duygu analizi, metin özetleme, makine çevirisi ve diyalog sistemleridir. LLM'lerin başarısının ardında yatan en önemli faktör, büyük miktarda veri ve gelişmiş sinir ağı mimarileriyle eğitilmeleridir. Bu modeller, dilin bağlamını ve anlamını çıkarmak için karmaşık yapılar geliştirebilir; böylece insana yakın metin üretme, soruları cevaplama ve dil ile ilgili diğer pek çok görevi yerine getirmede yüksek performans gösterebilir (Detopoulou vd., 2023).

OpenAI tarafından geliştirilen GPT (Generative Pre-trained Transformer) serisi, LLM'lerin en bilinen örneklerinden biridir. GPT-3 ve GPT-4 gibi modeller, büyük miktarda metin verisi üzerinde eğitilerek dilin çeşitli yönlerini öğrenir ve ardından bu bilgiyi farklı dil görevlerinde uygulamak üzere optimize edilir. Bu modellerin metin oluşturulması, diyalog kurma, makine çevirisi yapılması gibi çeşitli uygulama alanları bulunmaktadır (Lu vd., 2021).

LLM'ler, sağlık ve beslenme alanlarında da yenilikçi çözümler sunmaktadır. Özellikle beslenme alanında, hastaların beslenme durumlarını değerlendirmede ve kişisel diyet önerileri geliştirmede kullanılabilir. Bununla birlikte, bu modellerin kullanımıyla ortaya çıkabilecek etik sorunlar ve olası riskler de bulunmaktadır. Bu riskler arasında veri gizliliği, sosyal eşitsizlikler ve yanlış bilgilendirme yer almaktadır (Chen ve Allman-Farinelli, 2019).

1.2.2.1. Transformer Mimarisinin Oluşumu

Transformerların geliştirilmesinden önce, doğal dili işlemekte uzun cümleleri anlamamanın yanı sıra bu cümlelerin uygun bağlamını belirleme konusunda uzun süredir devam eden bir sorun vardı. Tekrarlayan Sinir Ağları (Recurrent Neural Network, RNN), geri yayılım sırasında gradyan kaybolması (gradient vanishing) ve gradyan patlaması (gradient explosion) gibi sorunlarla karşılaşılıyordu ve geçmiş girdilerin zamanla azalan belleği nedeniyle uzun cümleleri işlemek konusunda zorluklar yaşıyordu (Naik vd., 2024).

Uzun Kısa Süreli Bellek (Long Short-Term Memory, LSTM), bir RNN'nin uzun cümleleri işleyememe ve gradyan kaybolması gibi bazı sorunlarını çözmek amacıyla geliştirilmiştir. Ancak, her bir LSTM biriminin her bir token veya kelime için sıralı ağırlık öğrenmesi gerektiğinden, bu model hesaplama açısından pahalıdır ve önemli ölçüde eğitim süresi gerektirir (Naik vd., 2024).

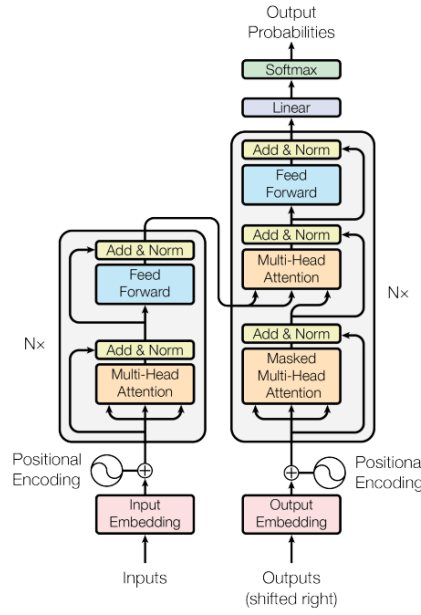
Transformer, bir diziyi başka bir diziyeye dönüştürmek için geliştirilmiş bir sinir ağı mimarisi türüdür; örneğin, bir dildeki bir cümleyi başka bir dile çevirmek gibi. “Attention Is All You Need” adlı makale, 2017 yılında bir transformerın tasarımını ve uygulanmasını tanıtmıştır. Transformer, özellikle sequence transduction ile ilgili sorunları ele almak için geliştirilmiştir. Bu, girdi dizisini çıktı dizisine dönüştürmek anlamına gelir ve doğal dilin karmaşıklıklarıyla başa çıkarken özellikle NLP ve computer vision görevleri için oldukça uygundur (Vaswani vd., 2017).

Transformer, geleneksel Tekrarlayan Sinir Ağları (Recurrent Neural Network, RNN) ve Konvolüsyonel Sinir Ağları'ndan (Convolutional Neural Network, CNN) farklıdır. Bu farklılık, bir dizideki tokenlar veya kelimeler arasındaki ilişkileri belirlemek için attention adı verilen bir teknik kullanarak uzun mesafeli bağımlılıkları ve bağlamsal bilgileri yakalamasıdır (Naik vd., 2024).

Transformer, doğal dil işlemede büyük bir iyileşme sağlamıştır. Dil modelinin uzun cümleleri paralel olarak işleyebilmesine olanak tanımış ve bağlamlarını belirlemek için attention mekanizmasını uygulamıştır. Böylece, bir transformer'ın geliştirilmesi, sinir ağlarının verimliliğini ve doğruluğunu önemli ölçüde artırmıştır (Naik vd., 2024).

1.2.2.2. Encoder-Decoder Yapısı

Encoder-Decoder şeması, Şekil 1'de detaylı bir şekilde gösterilmiştir. Bu yapının bileşenleri, bu çalışmada aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 1. Encoder-Decoder Şeması

Kaynak: Yazar Vaswani, A. (2017). Attention is all you need. *Advances in Neural Information Processing Systems*.

Encoder: Verilen girdinin anlamını temsil eden vektörler (sayısal özet) oluşturur. Bu vektörler daha sonra decoder tarafından kullanılır. Encoder tarafındaki yapı, aşağıda belirtilmiştir:

- **Input Embedding:** Girdinin anlayabileceği bir forma dönüştürülmesi gerekir. Bu adımda, kelimeler veya tokenlar, bir gömülü (embedding) vektörüne dönüştürülür. Her kelime, sabit boyutlu bir vektörle temsil edilir. Bu, kelimelerin semantik anlamlarını temsil eder.
- **Positional Encoding:** Transformer, kelimelerin sırasını anlamak için pozisyonel kodlama (Positional Encoding) ekler. Bu, sıralama bilgisini modelin öğrenmesine olanak tanır, çünkü gömülü vektörler sırasal bilgi içermez.
- **Multi-Head Attention:** Gömülü vektörlere multi-head self attention kullanılır. Her kelimenin, diğer tüm kelimelerle olan ilişkisi hesaplar ve bağlamı (dil bilgisi vb.) öğrenilir.
- **Add ve Norm:** Skip connection (Atlama bağlantısı) tarafı multi-head attention

çıktısıyla toplanır. Layer normalization (Katman normalleştirme) hesaplamaların kararlılığını arttırmak için kullanılır

- Feed Forward: Çok katmanlı bir sinir ağı olan feed forward neural network, her token için ayrı ayrı uygulanır. Bu adım modeli daha soyut temsiller öğrenmeye teşvik eder.
- Tekrarlama: Encoder, belirtilen işlemleri birden fazla kez tekrarlayan bir yapıya sahiptir. Bu girdilerin daha yüksek seviyeli temsillerini üretmesine olanak sağlar.

Decoder: Encoder tarafından gelen vektör bilgisini alır ve bunu kullanarak hedeflenen çıktıyı üretir.

- Output Embedding: Decoder, çıktı dizisini (örneğin, bir çeviri cümlesi) gömülü vektörlere dönüştürerek başlar. Bu adım, Encoder'daki Input Embedding ile benzerdir.
- Positional Encoding: Çıktı dizisinin sırasını anlamak için pozisyonel kodlama eklenir.
- Masked Multi-Head Attention: Decoder, yalnızca önceki kelimelere bakarak bir sonraki kelimeyi tahmin eder. Maskeleyerek gelecek bilginin kullanımını engellenir.
- Add ve Norm: Masked attention mekanizmasından elde edilen çıktı, atlama bağlantısı ve katman normalleştirilmesi ile işlenir.
- Encoder-Decoder geçişi Multi-Head Attention: Encoder'dan gelen bağlam temsiliyle, Decoder'daki kelimeler arasındaki ilişkiyi anlamak için bir Multi-Head Attention uygulanır.
- Feed Forward: Decoder'daki her token, bir Feed Forward Neural Network aracılığıyla encoder tarafına benzer bir şekilde işlenir.
- Softmax ve Çıktılar: Son olarak, çıktı doğrusal bir katman (Linear) ve bir Softmax fonksiyonu aracılığıyla, olası kelimelerin olasılıklarına dönüştürülür, bu şekilde sıradaki kelimeyi veya tokeni tahmin eder.

1.2.2.3. Attention ve Transformerlarda Attention Uygulaması

Query, Key ve Value Transformer mimarisindeki Attention mekanizmasının temel yapı taşıdır. Token'ların birbirleriyle olan bağlarını anlamak için kullanılır.

- Query (Sorgu): Hangi kelimenin bağlamda önemli olduğunu sorgular.
- Key (Anahtar): Diğer kelimelerin bağlama göre nasıl katkı sağladığını temsil eder.
- Value (Değer): Bu ilişkilerin sonucunda ortaya çıkan bilgiyi taşır.

Bu bağlamda, aşağıda belirtilen tüm attention mekanizmalarında bu yapı taşlarının kullanıldığını söyleyebiliriz.

Scaled Dot-Product Attention: Scaled Dot-Product Attention, attention mekanizmasının temel birimidir. Bu mekanizma, bir dizideki token'ların diğer token'larla olan ilişkilerini hesaplamak için Query (Sorgu), Key (Anahtar) ve Value (Değer) vektörlerini kullanır. Amaç, bir sorgunun hangi anahtarlarla daha alakalı olduğunu belirlemek ve bu ilişkilerden yola çıkarak değerleri ağırlıklandırmaktır (Vaswani vd., 2017).

Multi-Head Attention: Multi-Head Attention, birden fazla Scaled Dot-Product Attention mekanizmasını paralel ve bağımsız olarak çalıştıran bir yapıdır. Her “başlık” (head), farklı bir attention perspektifinden bilgiyi işler (Vaswani vd., 2017).

Self Attention: Self-Attention, bir dizideki her tokenın diğer tüm token'larla olan ilişkisini öğrenmesini sağlar. Bu mekanizma, dilin bağlamını anlamak için her kelimenin diğer kelimelere olan etkisini değerlendirir (Vaswani vd., 2017).

Transformerlarda Attention Uygulaması:

Transformerlar, multi-head attention uygulamasını 3 farklı başlıkta kullanır:

- **Encoder-Decoder Attention Katmanı:** Decoderda yer alan bu attention mekanizması, Decoder'ın her pozisyonunun Encoder'dan gelen tüm pozisyonlarla ilişki kurmasını sağlar. İşleyiş örneği şu şekildedir; “Kedi koltukta uyuyor.” girdisine karşılık çıktı “The cat is on the couch.” olacaktır. Encoder, “kedi” kelimesinin İngilizce karşılığını “the cat” decodera öğretir.
- **Encoder Self Attention:** Encoderda kullanılan self-attention, her pozisyonun

Encoder'daki diğer tüm pozisyonlarla ilişki kurmasını sağlar. İşleyiş örneği olarak "Kedi koltukta uyuyor" cümlesinde, "kedi" kelimesinin "koltukta" kelimesiyle olan ilişkisi öğrenilmesi verilebilir.

- Decoder Self Attention: Decoderdaki self-attention, Decoder'ın sadece önceki pozisyonlara ve kendisine bakmasını sağlar. Gelecek bilgilere erişim olmamalıdır. Gelecekteki kelimeleri maskeleyerek (yasaklayarak) öğrenmeyi sağlar. Örnek vermek gerekirse; "The cat is on the" tahmin edilirken "couch" kelimesine erişim engellenir (Vaswani vd., 2017).

1.2.2.4. Encoder Only Yapı

Encoder-Only Transformer, yalnızca Encoder katmanını kullanarak çalışan bir modeldir. Bu yapı, özellikle sınıflandırma, anlam çıkarımı ve dizisel analiz gibi görevlerde kullanılır.

- Girdi (Input): Tüm girdi dizisi (örneğin bir cümle veya belge) Encoder'a aynı anda verilerek işlenir.
- Self-Attention: Her token, diğer tüm tokenlarla olan ilişkisini öğrenir (Devlin vd., 2018).

Encoder only transformerlara örnek olarak Google tarafından geliştirilen BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) verilebilir.

1.2.2.5. Decoder Only Yapı

Decoder-Only Transformer, yalnızca Decoder katmanını kullanarak çalışan bir modeldir. Bu yapı, özellikle dil modelleme, metin oluşturma ve soru yanıtlama gibi görevlerde kullanılır.

- Girdi (Input): Model, dizinin başlangıcından itibaren her tokenı işler.
- Maskeli Self-Attention: Decoder, sıradaki tokenı tahmin etmek için sadece önceki token'lara bakar. Gelecekteki token'lara erişim yasaktır (Radford vd., 2018).

GPT-4, LLama, Mistral gibi büyük dil modelleri, decoder only mimarisine örnek olarak gösterilebilir.

1.2.3. Farklı Büyük Dil Modellerin Karşılaştırılması

LLM'lerin avantajları arasında, büyük miktarda veri üzerinden öğrenebilme kapasitesi, dilin karmaşık yapılarını anlama ve insan benzeri metinler üretme yeteneği yer alır. Bununla birlikte, LLM'ler büyük hesaplama gücü ve veri gereksinimleri nedeniyle maliyetli olabilir ve eğitim süreçleri uzun sürebilir. Ayrıca, modelin ürettiği metinlerde bazen anlam kaymaları ve hatalar oluşabilir, bu nedenle dikkatli bir şekilde kullanılmaları gereklidir (Sak ve Suchodolska, 2021).

Diğer taraftan LLM'ler, NLP alanında önemli atılımlar sağlamış ve bu alanda çeşitli uygulamalarda kullanılmak üzere farklı yapılar ve parametrelerle geliştirilmiştir. Bu çalışmada, diyet planlayıcısı için uygun büyük dil modeli seçimi GPT-3.5, GPT-4, GPT-4o, LLaMA 3.1-70B, Gemma2-9B ve Mistral-7B modelleri arasında incelenmektedir. Bu karşılaştırma, modellerin parametre sayısı, eğitim verisi, performans, vaka analizi ve kullanım alanları gibi ölçütler üzerinden yapılacaktır.

1.2.3.1. GPT-3.5

- Genel Bilgiler: GPT-3.5, OpenAI tarafından geliştirilen ve GPT-3'ün iyileştirilmiş bir versiyonu olarak kabul edilen bir dil modelidir. GPT-3.5, büyük bir veri kümesi üzerinde eğitilmiş olup, sağlık hizmetleri gibi karmaşık alanlarda uygulanabilirliğini artırmak amacıyla optimize edilmiştir. Bu model, dil anlama ve metin oluşturma görevlerinde yüksek doğruluk sağlar ve özellikle sağlık hizmetleri alanında yapılan çalışmalarda önemli sonuçlar elde etmiştir. Lim ve arkadaşlarının (2023) gerçekleştirdiği çalışmada, GPT-3.5'in miyopi bakımı ile ilgili bilgilendirme ve değerlendirme yetenekleri incelenmiş ve modelin bu alandaki etkinliği ortaya konmuştur (Lim vd., 2023).
- Eğitim ve Mimarisi: GPT-3.5'in eğitim süreci, geniş bir veri kümesi üzerinde derin öğrenme teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu model, dilin çeşitli yönlerini anlamak ve işlemek için optimize edilmiştir. Eğitim sürecindeki bu

iyileştirmeler, modelin daha iyi bir bağlamsal anlayışa sahip olmasına ve dil üretiminde daha yüksek doğruluk sağlamasına olanak tanır. Bu nedenle, GPT-3.5, hem genel dil görevlerinde hem de miyopi bakımı gibi özel uygulama alanlarında oldukça etkili bir performans sergiler (Lim vd., 2023).

- **Kullanım Alanları:** GPT-3.5, dil anlama, metin oluşturma, diyalog sistemleri, makine çevirisi gibi genel NLP görevlerinde kullanılabilir. Lim ve arkadaşları (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, GPT-3.5'in miyopi bakımı ile ilgili bilgiler üretme ve değerlendirme yeteneği incelenmiş ve bu alanda kullanılan diğer LLM'lerle kıyaslandığında modelin oldukça etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada GPT-3.5, özellikle karmaşık tıbbi bilgilerle çalışırken güvenilir bir performans sunmaktadır.
- **Avantajları:** Günlük kullanım için uygundur, yüksek dil anlama kapasitesine sahiptir.
- **Dezavantajları:** Her ne kadar yüksek dil anlama kapasitesi olsa da ne yazık ki sağlık tanı sonuçlarında düşük performans göstermiştir.

1.2.3.2. GPT -4

- **Genel Bilgiler:** GPT-4, GPT-3.5'in geliştirilmiş bir versiyonu olup, daha büyük bir model olarak daha karmaşık dil görevlerinde üstün performans sunar. GPT-4, daha geniş bir veri seti üzerinde eğitilmiş olup, dilin daha ince ayrıntılarını anlama ve dil görevlerini daha yüksek doğrulukla yerine getirme konusunda daha fazla yeteneklere sahiptir. Bu model, özellikle çoklu görevlerde ve çok dilli uygulamalarda başarılı sonuçlar elde etmiştir (Achiam vd., 2023).
- **Eğitim ve Mimarisi:** GPT-4, GPT-3.5'in mimarisine dayanan, ancak birkaç önemli iyileştirme içeren bir modeldir. Modelin tam parametre sayısı açıklanmamış olsa da, GPT-4'ün çok daha büyük ve karmaşık bir yapıya sahip olduğu bilinmektedir. GPT-4, dilin bağlamsal ve semantik özelliklerini daha derinlemesine kavrayabilen gelişmiş transformer mimarisi ile eğitilmiştir. Bu model, eğitim sürecinde kullanılan geniş kapsamlı veri setleri sayesinde, çeşitli dil görevlerinde daha yüksek performans sağlar (Achiam vd., 2023).

- Kullanım Alanları: GPT-4, GPT-3.5'e benzer dil işleme görevlerini yerine getirebilir, ancak daha karmaşık problem çözme ve derinlemesine dil anlama gerektiren uygulamalarda daha iyi performans gösterir. Sağlık, hukuk, eğitim gibi alanlarda daha gelişmiş çözümler sunar. Özellikle, çok dilli uygulamalar ve özelleştirilmiş dil modelleri için oldukça uygundur (Achiam vd., 2023).
- Avantajları: GPT-4, daha yüksek doğruluk, geniş kapsamlı dil anlayışı ve çok yönlü kullanım imkanı sunar. Model, dilin ince detaylarını ve karmaşıklıklarını daha iyi anlaması sayesinde, özellikle uzmanlık gerektiren görevlerde üst düzey performans sağlar (Achiam vd., 2023).
- Dezavantajları: Bununla birlikte, GPT-4'ün büyük mimarisi ve kapsamlı veri seti nedeniyle, yüksek hesaplama gücü gereksinimi ve maliyetler söz konusu olabilir. Bu, geniş ölçekli uygulamalarda bir engel teşkil edebilir (Achiam vd., 2023).

1.2.3.3. GPT -4o

- Genel Bilgiler: GPT-4o, GPT-4'e dayanan geliştirilmiş bir dil modelidir ve multimodal yetenekleri, daha büyük bağlam pencereleri, verimli tokenizasyon ve daha hızlı işlem hızları gibi yeniliklerle dikkat çeker. Bu model, hem performans hem de maliyet açısından optimize edilmiş bir versiyon olarak tanıtılmıştır. GPT-4o'nun temel avantajlarından biri, önceki sürümlere göre daha düşük maliyetle yüksek performans sağlamasıdır. Model, metin, ses, video ve görseller gibi çok çeşitli verileri işleme yeteneği ile öne çıkar, bu da onu çeşitli uygulama alanları için uygun hale getirir.
- Eğitim ve Mimarisi: GPT-4o, GPT-4'ün mimarisine dayanarak geliştirilmiş ve daha geniş bir bağlam penceresi (128k token) ile donatılmıştır. Bu özellik, modelin daha fazla bilgiyi tek bir etkileşimde işleyebilmesine olanak tanır, bu da özellikle karmaşık görevlerde bağlamsal tutarlılığı artırır. Ayrıca, GPT-4o'nun tokenizasyon sistemi olan o200k base tokenization, önceki tokenizasyon yöntemlerine göre daha hızlı ve verimlidir (Islam ve Moushi, 2024).
- Kullanım Alanları: GPT-4o, sağlık, eğitim, müşteri hizmetleri, finans ve içerik üretimi gibi birçok alanda kullanılabilir. Bu model, özellikle gerçek zamanlı

uygulamalar ve veri güvenliği gerektiren senaryolar için optimize edilmiştir. Örneğin, GPT-4o'nun tıbbi görüntüleme ve hasta verileri analizi gibi alanlarda doktorlara daha doğru ve hızlı teşhis koymada yardımcı olabileceği belirtilmektedir. Ayrıca, müşteri hizmetlerinde, çok dilli destek ve duygu analizi ile global erişimi artırabilir ve müşteri memnuniyetini iyileştirebilir (Islam ve Moushi, 2024).

- **Avantajları:** GPT-4o, daha hızlı tepki süreleri, maliyet etkinliği ve güvenilirlik gibi önemli avantajlara sahiptir. Model, 320 milisaniyeye kadar düşük yanıt süresi ile insan konuşma hızına yakın performans gösterir ve GPT-4'e kıyasla yaklaşık %75 daha düşük işlem maliyetine sahiptir. Bu bağlamda, GPT-4o, hem önceki modellere göre hem de diğer önde gelen LLM'lere kıyasla önemli ilerlemeler sunmakta ve geniş bir yelpazede uygulama potansiyeli taşımaktadır. Modelin bu özellikleri, onu dijital iletişim ve veri işleme dünyasında önemli bir araç haline getirir (Islam ve Moushi, 2024).
- **Dezavantajları:** GPT-4'e göre hata yapma payı, halüsinasyon sebebi ile biraz daha fazladır.

Tablo 3. GPT Modellerinin Karşılaştırmaları

	GPT-4o	GPT-4	GPT-3.5	GPT-3
İlk çıkış tarihi	13.05.2024	14.03.2023	15.03.2022	11.06.2020
Modalite	Ses, video, metin, görüntü	Metin, Görüntü	Metin	Metin
Bağlam Penceresi	128000	8192	4096	2048
Parametreler	Henüz Açıklanmadı	1.76 trilyon	175 milyar	175 milyar
Maaliyet (1m token başına)	Girdi: \$5 Çıktı: \$15	Girdi: \$30 Çıktı: \$60	Girdi: \$1.5 Çıktı: \$2	Girdi: \$0.4 Çıktı: \$20
Kod Çözücü Katmanlar	Henüz Açıklanmadı	120	96	96
İpucu Yöntemleri	Henüz Açıklanmadı	Chain of Thought, n-shot	n-shot	n-shot
Eğitim Verisi	Henüz Açıklanmadı	~ 13T token (hem metin hem de kod verisi içerir)	570 GB'ın üstünde metin verisi	Yaklaşık 45 TB metin verisi
Tepki Süresi	GPT-4'ten %30 daha hızlı	94 ms/token	35 ms/token	Bilinmiyor
Performans	En üst düzey performans	Karmaşık görevlerde üstün, GPT-4o'dan daha yavaş tepki süresi	Geliştirilmiş sürüm, anlam derinliği eksikliği mevcut	Karmaşık görevlerde zayıf

Kaynak: Islam, R. ve Moushi, O. M. Gpt-4o: The cutting-edge advancement in multimodal llm, 2024. URL <https://easychair.org/publications/preprint/z4TJ/open>.

GPT modelleri arasındaki kıyas Tablo 3’te net bir şekilde ifade edilmiştir. Fiyat ve performans anlamında literatürde yapılan araştırma çerçevesinde GPT-4o’nun üstünlüğü bu analizde görüntülenebilmektedir.

1.2.3.4. LLaMA 3.1-70B

- Genel Bilgiler: Llama 3.1 - 70B, Meta tarafından geliştirilen LLM serisinin en son sürümlerinden biridir. Bu model, geniş dil veri kümeleri üzerinde eğitilerek dil işleme görevlerinde yüksek performans sağlamayı amaçlar. Llama 3.1 - 70B, özellikle NLP görevlerinde üstün sonuçlar vermek üzere tasarlanmıştır. 70 milyar parametrelili bu model, hem dilin karmaşıklıklarını hem de geniş bir yelpazede dil görevlerini etkili bir şekilde işleyebilme yeteneğine sahiptir (Dubey vd., 2024).
- Eğitim ve Mimarisi: Llama 3.1-70B, transformer mimarisi kullanılarak geliştirilmiş bir modeldir ve büyük miktarda dil verisi üzerinde eğitilmiştir. Modelin eğitimi sırasında kullanılan veri setleri, modelin çok çeşitli dil görevlerinde etkili olmasını sağlar. Eğitim süreci, modelin geniş dil bağlamlarını anlamasını ve bu bağlamlarda başarılı performans sergilemesini sağlamak için optimize edilmiştir (Dubey vd., 2024).
- Kullanım Alanları: Llama 3.1-70B, doğal dil işleme, metin oluşturma, diyalog sistemleri ve makine çevirisi gibi geniş bir yelpazede dil görevlerinde kullanılabilir. Ayrıca, karmaşık dil yapılarını anlama ve işleme kapasitesi sayesinde, daha spesifik ve ileri seviye dil görevlerinde de kullanılabilir. Modelin performansı, özellikle uzun bağlamlarda etkili olmasını sağlar (Dubey vd., 2024).
- Avantajları: Yüksek dil anlama kapasitesi, geniş dil bağlamlarını işleyebilme yeteneği ve çoklu dil desteği.
- Dezavantajları: Yüksek hesaplama gücü gereksinimi ve büyük ölçekli verilerle çalışırken komplekslik.

1.2.3.5. Gemma2 9B

- Genel Bilgiler: Gemma 2, Google DeepMind tarafından geliştirilen büyük dil modelleri serisinin bir parçasıdır ve 9 milyar parametrelili versiyonu, dil işleme görevlerinde yüksek doğruluk ve verimlilik sağlamak amacıyla optimize edilmiştir. Bu model, özellikle büyük veri setleri üzerinde eğitilerek, karmaşık dil görevlerini çözmek için derin öğrenme tekniklerini kullanır. 9B modeli, geniş çaplı dil modellemeleri gerektiren projelerde daha hafif ve hızlı bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Bu model, dilin bağlamsal anlamlarını anlamada ve üretmede yüksek performans gösterir (Riviere vd., 2024).
- Eğitim ve Mimarisi: Gemma 2 (9B), geniş bir metin veri kümesi üzerinde eğitilmiş olup, bu modelin temel mimarisi Transformer tabanlıdır. Model, dilin bağlamsal yapısını daha iyi anlamak için optimize edilmiştir ve dil görevlerinde daha hassas sonuçlar üretmek üzere tasarlanmıştır. 9B modeli, büyük bir dil modelinin sunduğu özellikleri, daha kompakt ve daha hızlı bir yapıda sunmayı hedefler. Eğitimi sırasında kullanılan veri çeşitliliği, modelin çeşitli dil görevlerinde üstün performans göstermesini sağlar (Riviere vd., 2024).
- Kullanım Alanları: Gemma 2 (9B), diyalog sistemleri, metin oluşturma, doğal dil anlama ve diğer dil işleme görevlerinde kullanılabilir. Özellikle, büyük verilerin hızlı bir şekilde işlenmesi gereken durumlarda avantaj sağlar. Model, aynı zamanda, düşük gecikme süresi ve yüksek performans gerektiren uygulamalar için idealdir.
- Avantajları: 9B modeli, dil işleme görevlerinde yüksek doğruluk sunar ve daha geniş modellerin sağladığı faydaları daha kompakt bir şekilde sunar. Ayrıca, düşük hesaplama gücü gereksinimi sayesinde daha hızlı ve verimli çalışır.
- Dezavantajları: Düşük parametre sayısı ile daha düşük bir bilgi tabanına sahiptir ve çok büyük veri setleriyle çalışırken bazı sınırlamalara sahip olabilir.

1.2.3.6. Mistral 7B

- Genel Bilgiler: Mistral 7B, dil işleme görevlerinde yüksek performans ve verimlilik sunmak amacıyla geliştirilmiş bir dil modelidir. 7 milyar parametreye sahip olan bu model, özellikle LLM'ler arasında hesaplama verimliliği ve performans açısından dikkat çekmektedir. Llama 2 gibi daha büyük modellerle kıyaslandığında bile Mistral 7B, düşük hesaplama gücü gereksinimi ile üstün performans gösterebilir (Jiang vd., 2023).
- Eğitim ve Mimarisi: Mistral 7B, grouped-query attention (GQA) ve sliding window attention (SWA) gibi inovatif teknikler kullanılarak geliştirilmiştir. Bu teknikler, modelin uzun sekansları daha verimli bir şekilde işleyebilmesini ve hesaplama maliyetlerini düşürmesini sağlar. Mistral 7B, dil anlama, kodlama ve matematiksel akıl yürütme gibi görevlerde yüksek bir performans sergiler. Eğitim sürecinde kullanılan veri seti ve mimarisi, modelin geniş dil bağlamlarını ve karmaşık dil yapılarını anlamasını sağlamaktadır (Jiang vd., 2023).
- Kullanım Alanları: Mistral 7B, genel dil işleme görevleri için geliştirilmiş olmasına rağmen, özellikle yüksek verimlilik ve düşük gecikme süresi gerektiren uygulamalar için optimize edilmiştir. Model, kod üretimi, matematiksel problem çözme ve bilgiye dayalı akıl yürütme gibi görevlerde etkili bir şekilde kullanılabilir. Ayrıca, içerik moderasyonu ve sistem yönlendirmesi gibi alanlarda da başarılı bir şekilde uygulanabilir (Jiang vd., 2023).
- Avantajları: Mistral 7B, büyük dil modelleri arasında hesaplama verimliliği ile dikkat çekmektedir. Daha düşük parametre sayısına rağmen, modelin dil anlama, kodlama ve matematiksel akıl yürütme gibi görevlerde üstün bir performans sunduğu belirtilmektedir. Ayrıca, modelin daha az veri ve kaynak gerektirmesi, eğitim ve ince ayar süreçlerini daha ekonomik hale getirir, bu da onu geniş ölçekli projelerde tercih edilen bir seçenek yapar (Jiang vd., 2023).
- Dezavantajları: Modelin daha küçük boyutu, bilgi saklama kapasitesini sınırlayabilir ve bazı karmaşık dil görevlerinde performans düşüşüne neden olabilir. Ayrıca, daha büyük modellerin sunduğu geniş bilgi tabanı Mistral 7B modelinde bulunmayabilir (Jiang vd., 2023).

2. BÜYÜK DİL MODELİ SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI

Bu başlık altında, yapay zekâ tabanlı diyet planlama uygulamasının büyük dil modeli ile entegre edilmesi süreci ele alınmıştır. Burada, bir LLM'nin yeniden oluşturulması yerine, mevcut bir LLM'nin API aracılığıyla kullanılması hedeflenmiştir. Bu nedenle sistem, kullanıcıdan alınan verilerin işlenmesi, diyet planlarının oluşturulması ve ardından bu bilgilerin LLM'ye anlamlı bir şekilde iletilmesini sağlayan bir yapı olarak tasarlanmıştır.

Uygulamanın temel çalışma prensibi, önce kendi içerisinde gerekli hesaplamaları yaparak makro besin değerlerini belirlemek ve ardından kullanıcının yeme tercihlerini dikkate alarak özelleştirilmiş bir diyet planı oluşturmayı içermektedir.

2.1. Çalışmanın İşleyişinin Açıklanması

Araştırma tasarımı, araştırmanın amacına ulaşmasını sağlayacak en uygun yöntemlerin belirlenmesi ve bu yöntemlerin nasıl uygulanacağını detaylandıran bir süreçtir. Bu süreç, araştırma sorularının netleştirilmesi, veri toplama yöntemlerinin seçimi ve analiz stratejilerinin belirlenmesini içerir. Araştırma tasarımı, araştırmanın geçerliliğini ve güvenilirliğini sağlamada kritik bir rol oynar. Bu nedenle araştırmanın, başlangıç aşamasında kapsamlı bir şekilde planlanması gerekmektedir.

Araştırma tasarımı sürecinde ilk adım, araştırmanın amacına uygun araştırma yöntemlerini belirlemektir. Bu bağlamda nitel, nicel veya karma yöntemler arasından hangisinin kullanılacağına karar verilir. Nicel araştırmalar sayısal veri toplama ve istatistiksel analizlerle ilgilenirken, nitel araştırmalar derinlemesine anlayış ve yorumlamaya odaklanır. Karma yöntemler ise her iki yaklaşımın avantajlarını birleştirerek daha kapsamlı sonuçlar elde etmeyi amaçlar. Bu seçim, araştırmanın odak noktasını ve verilerin nasıl analiz edileceğini büyük ölçüde etkiler.

Araştırma tasarımının bir diğer önemli unsuru ise, veri toplama ve analiz stratejilerinin belirlenmesidir. Veri toplama yöntemleri arasında anketler, deneyler, mülakatlar ve gözlemler gibi çeşitli teknikler bulunur. Bu yöntemler, araştırma sorularına en uygun verilerin toplanmasını sağlar. Toplanan verilerin analizi için

kullanılan stratejiler, araştırmanın türüne ve amaçlarına göre değişiklik gösterebilir. Nicel araştırmalar için istatistiksel analizler tercih edilirken, nitel araştırmalar için tematik analiz gibi yöntemler kullanılabilir. Bu aşamalar, araştırmanın bilimsel geçerliliğini ve güvenilirliğini sağlamak için dikkatle planlanmalı ve uygulanmalıdır.

Bu tez çalışmasının başında öncelikle ayrıntılı bir literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması, araştırma ile ilgili soruları cevaplamak ve araştırmanın teorik çerçevesini oluşturmada yararlı olmuştur. Daha sonra geliştirilecek koda ilişkin diğer uygulamalar incelenmiş ve denenmiştir. Böylece literatürdeki bilgilerle teorilerin pratikte nasıl uygulandığı görülmüş ve değerlendirilmiştir. Sonraki adımda diyetisyen kontrolleri ile ilgili çok ayrıntılı araştırmalar yapılmıştır. Sağlık profesyoneli alanında tecrübeli bir diyetisyen ile yapay zekânın gerçek hayata ve kişiler üzerinde uygulanabilirliği incelenmiştir. Bu adımda araştırmanın uygulanabilirliği betimlenmiş ve genellikle nicel araştırma yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Belirli hipotezler nicel araştırmalarla test edilmiştir. Burada da sonuçların sayısal olarak değerlendirilmesi ve genel sonuçların türetilmesi sağlanmıştır. Ancak, bu testler sırasında diyetisyenden alınan geri bildirimlerin analizi ve sonuçların yorumlanması süreci, nitel araştırma yöntemleriyle de desteklenebilir. Özellikle, diyetisyenin deneyimleri, algıları ve düşünceleri derinlemesine inceleniyorsa, bu süreç niteliksel bir değerlendirme gerektirir.

2.2. Sistem Mimarisi ve Uygulamanın Tasarımı

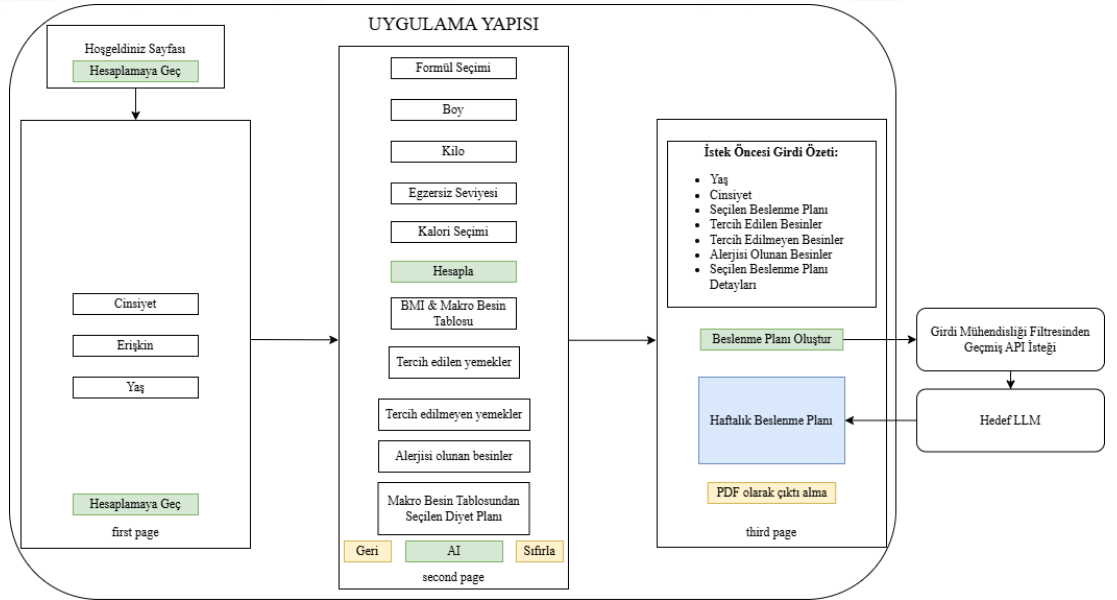
Bu bölümde, geliştirilen uygulamanın mimari yapısı ve tasarımı detaylı bir şekilde ele alınmaktadır. Uygulamanın mimarisi, kullanıcılara en iyi performansı sunmak ve çeşitli fonksiyonların sorunsuz bir şekilde entegre edilmesini sağlamak amacıyla titizlikle planlanmıştır. Tasarım sürecinde, kullanıcıların ihtiyaçlarına en uygun çözümleri sunmak için modern yazılım mimarisi prensiplerinden faydalanılmıştır. Bu bağlamda, Flutter tabanlı uygulamanın temel bileşenleri, formül entegrasyonu ve LLM API entegrasyonu gibi önemli unsurlar üzerinde durulacaktır.

Bu bölümde öncelikle uygulamanın genel mimarisi ele alınacak, ardından bu mimari yapının nasıl inşa edildiği ve uygulamanın hangi yazılım prensiplerine dayandığı açıklanacaktır. Uygulama yapısı anlatılırken, ilk hazırlanan hali ve son

hazırlanan hali de farkları ile birlikte ele alınacaktır. Sonrasında, uygulamada kullanılan hesaplama formüllerinin entegrasyonu üzerinde durulacak ve son olarak, LLM API entegrasyonu ile ilgili teknik detaylara yer verilecektir.

2.2.1. Flutter Uygulamasının Yapısı

Tez çalışması kapsamında geliştirilen uygulama, kullanıcıların kişisel bilgilerini ve beslenme tercihlerini göz önünde bulundurarak, bireyselleştirilmiş diyet planları oluşturmayı amaçlayan bir mobil diyet planlama aracıdır. Flutter ile geliştirilen bu uygulama, kullanıcıların diyet ihtiyaçlarına en uygun planı sağlamak için çok katmanlı bir mimariye sahiptir. Flutter, Google tarafından geliştirilen ve çapraz platform uygulamaları (IOS, Android, Web) oluşturmak için kullanılan güçlü bir framework'tür. Bu uygulama, kullanıcıdan çeşitli istemler alarak (yaş, cinsiyet, boy, kilo, vb.) diyet planı oluşturmak için bir dizi sayfa üzerinden ilerler ve Navigator yapısı kullanılarak bu sayfalar arasında geçişler yapılır. Her sayfa, kullanıcı etkileşimlerine ve uygulama durumuna göre ekranların güncellenmesini sağlayan StatefulWidget olarak tasarlanmıştır.

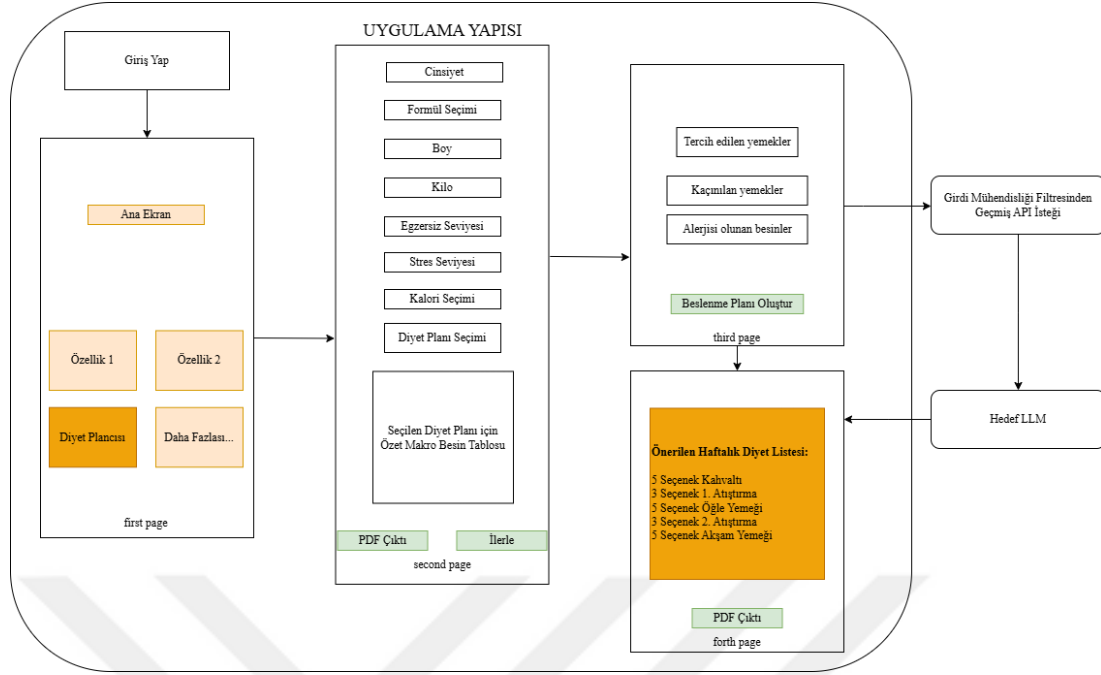


Şekil 2. Uygulamanın Eski Yapısı

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır

Yazar tarafından oluşturulan, Şekil 2’de görülen ve uygulamanın eski yapısı aşağıdaki şekilde güncellenmiş ve uygulamanın yeni yapısı Şekil 3’te verilmiştir.

- Sayfa 1, tamamen ana ekran olarak belirlenmiştir; sayfa 1’deki bileşenler, sayfa 2’ye taşınmıştır.
- Sayfa 2’deki Hesaplama butonu kaldırılmıştır ve bunun yerine GetX paketinin sağladığı .obs (Observer Pattern – Gözlemci Deseni) yöntemi kullanılmıştır. Bu durum yönetimi sayesinde, değişkenler reaktif hale getirilmiş ve değerleri değiştiğinde, UI milisaniyeler içerisinde otomatik olarak güncellenmesi sağlanmıştır. .obs, değişkenlerdeki değişiklikleri gözlemler ve bu değişiklikler gerçekleştiğinde ilgili fonksiyonları tetikler. Bu yöntemle, kullanıcıların elle bir “Hesapla” butonuna basmasına gerek kalmaz; değişkenler güncellendiği anda hesaplama işlemi gerçekleştirilir ve UI gerçek zamanlıya yakın bir hızda yenilenir. Böylece, hesaplama işlemi artık her değişken değişiminde otomatik olarak tetiklenmektedir.
- Yenilenmiş system yapısında, diyet planı özelinde dropdown oluşturulmuştur. Eski uygulama yapısında tüm diyet planları sonuçları tek bir tabloda gösterirken, yeni uygulama yapısında sadece dropdown menüden belirtilen diyet planı tablo olarak görülebilir durumdadır.
- Üçüncü sayfada belirtilen özete ihtiyaç duyulmamıştır, herhangi bir kafa karışıklığı durumunda kullanıcı bir önceki sayfaya gidip değiştirmeyi gerek gördüğü durumdaki değerleri tekrardan değiştirebilir. Ayrıca PDF çıktısı alındığında, alınması gereken makro değerler bir tablo olarak gösterilmektedir. Bunun yerine, yeni sistemdeki üçüncü sayfada sadece tercih edilen yemekler, kaçınılan yemekler, alerjisi olunan besinler yazı kutuları ve diyet planına ilerlenmesi için bir buton bulunur.
- İstem, eski uygulama yapısında her günü ayrı ayrı yazmaktaydı. Bu durum sistem taslağı ve insan istemi ile güncellenip, diyetisyenlerin hazırladığı diyet planlarına daha benzer hale getirilmiştir. Örnek vermek gerekirse, her öğün ve atıştırma için birden fazla seçenek bulunmaktadır. Kullanıcı, bu seçenekleri birleştirerek, kendine özgü günlük ve haftalık planını oluşturabilir. Kullanıcı öğün içerisinde hangi seçeneği seçerse seçsin, benzer kalori olacak şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 3. Uygulamanın Yeni Yapısı

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır

Uygulamanın mimarisi, modüler bir yapıya sahip olup, bu sayede uygulamanın farklı bölümleri birbirinden ayrıştırılarak optimize edilmiştir. Ana sayfadan başlayan uygulama akışı, kullanıcı girişlerine göre yönlendirmeler yaparak ilerler. Örneğin, ilk sayfada, uygulama ana sayfası mevcuttur, buradan konumuz olan diyet planlama aracına gidebilmek için, ana sayfadaki gerekli butona basılır, ikinci sayfada kullanıcıdan temel demografik bilgiler (cinsiyet, yaş grubu), boy, kilo, aktivite seviyesi gibi ek bilgiler alınır ve bunlar kullanılarak beslenme makroları hesaplanır. üçüncü sayfada ise kullanıcıların diyetlerine dahil etmek istedikleri ve çıkartmak istedikleri besinlerle ilgili girişler yapılır. Hesaplamalar tamamlandıktan sonra kullanıcı, API isteği sonrası oluşturulan diyet planını görüntüleyebileceği ayrıca PDF olarak dışa aktarabileceği son sayfaya yönlendirilir.

2.2.2. Literatürdeki Formüller ve Formüllerin Entegre Mekanizması

Uygulamada kullanılan formüller, beslenme planlarının doğru bir şekilde hesaplanmasında kritik rol oynar. Mifflin-St Jeor, Revize Edilmiş Harris-Benedict gibi

formüller, uygulamanın çekirdek bileşenlerinden biridir. Bu formüller, kullanıcının cinsiyeti, yaşı, kilosu, boyu ve vücut yağ oranı gibi veriler kullanılarak, BMH ve günlük enerji ihtiyaçlarının hesaplanmasında kullanılır. Flutter ile, bu formülleri esnek ve genişletilebilir bir yapıda entegre edilmiştir; böylece kullanıcıların ihtiyaçlarına göre farklı hesaplama yöntemleri arasında geçiş yapılabilir.

Formül entegrasyonu sırasında, hesaplama işlemlerinin optimize edilmesi ve kullanıcı girdilerine anında yanıt verebilecek bir sistem oluşturulması önem taşır. Flutter'ın sağladığı güçlü ve esnek yapı sayesinde, bu hesaplamalar hızlı ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmekte, sonuçlar kullanıcıya Observer Pattern ile anında sunulmaktadır. Ayrıca, kullanıcıların farklı diyet ihtiyaçlarını karşılamak üzere formüllerin dinamik olarak uyarlanabilmesi için parametrelerin kolayca ayarlanabildiği bir sistem geliştirilmiştir.

Literatürde geçen formüllerin ve değerlerin, işinde uzman bir sağlık profesyoneli diyetisyen ile filtrelenip koda ayarlanması ve uygulamada kullanımı aşağıdaki şekilde optimize edilmiştir. Sonraki açıklamalarda, koda aktarılırken kullanılan formüller ve değerler özetlenmiş; bazıları ise kod bloğu olarak gösterilmiştir.

2.2.2.1. Mifflin-St Jeor ve Revised Harris Benedict Formülü

Mifflin-St Jeor formülünün .dart olarak aktarımı (Mifflin vd., 1990)

```
bmr = gender == 'male'
```

```
? (10 * metricWeight + 6.25 * metricHeight - 5 * age + 5)
```

```
: (10 * metricWeight + 6.25 * metricHeight - 5 * age - 161) şeklinde ve
```

Revised Harris Benedict formülünün .dart olarak aktarımı (Pavlidou vd., 2023) ise aşağıdaki gibidir:

```
bmr = gender == 'male'
```

```
? (13.397 * metricWeight + 4.799 * metricHeight - 5.677 * age + 88.362)
```

```
: (9.247 * metricWeight + 3.098 * metricHeight - 4.330 * age + 447.593)
```

2.2.2.2. Fiziksel Aktivite Düzeyi ve Hedeflenen Kilo Hesaplamaları

FAD, 1.1.3.3 konulu başlıkta anlatılmıştır, lakin bu katsayılar .dart içerisinde formüle dökülürken, detaylandırma amaçlı diyetisyen eşliğinde şu şekilde yazılmıştır:

Tablo 4. Seçilen Fiziksel Aktivite Düzeyi Değerleri

Bazal Metabolizma Hızında FAD:	1
Sedanter, Çok Az ya da Hiç FAD:	1,2
Hafif, Haftada 1-3 Kez Yapılan FAD:	1,375
Orta, Haftada 4-5 Kez Yapılan FAD:	1,465
Aktif, Haftada 3-4 Kez Yoğun Egzersiz FAD:	1,55
Çok Aktif, Haftada 6-7 Kez Yoğun Egzersiz FAD:	1,725
Ekstrem Aktif, Her Gün Çok Yoğun Egzersiz FAD:	1,9

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır

Daha önce Tablo 2'de belirtilen Türkiye beslenme rehberi (Pekcan vd., 2022) baz alınarak yazılan FAD aralıkları, diyetisyen eşliğinde yazar tarafından oluşturulmuş Tablo 4'teki gibi uygulamaya entegre edebilmek amacı ile kategorilendirilerek basitleştirilmiştir.

Tablo 5. Seçilen Stres Değerleri

Sağlıklı Birey (Düşük Stres)	1
Küçük Cerrahi, Ateş (Orta Stres)	1.1
Uzun Kırılmış Kemik (Yüksek Stres)	1.22
Maraz, Peritonit, Sepsis, Ağır Enfeksiyon, Travma, Organ İflası (Çok Yüksek Stres)	1.5

Kaynak: Pekcan, G. (2008). Beslenme durumunun saptanması. *Diyet El Kitabı*, 726, 67-141.

Stres faktörü çarpanları, diyetisyen eşliğinde seçilmiştir. Normalde bir yüzdelik arası olan stres değerleri, yaygın kullanıma göre ortalama seçilerek yazar tarafından Tablo 5'teki gibi derlenmiştir. Uygulama içerisinde, önceden hazırlanmış değerler haricinde özelleştirilmiş değer ekleme kısmı da bulunmaktadır. Böylece diyetisyen, kendi uygun gördüğü çarpanı da yazabilir.

Haftalık hedeflenen kilonun kalori olarak değerleri şu şekilde listelenmiştir:

Tablo 6. Haftalık Kilo Alımı ve Verimi için Gerekli Kalori Değerleri

Sahip olunan Kilonun Korunumu:	0	kcal
Haftada Çeyrek Kilo Kaybı:	-250	kcal
Haftada Yarım Kilo Kaybı:	-500	kcal
Haftada Bir Kilo Kaybı:	-1000	kcal
Haftada Çeyrek Kilo Alımı:	250	kcal
Haftada Yarım Kilo Alımı:	500	kcal
Haftada Bir Kilo Alımı:	1000	kcal

Kaynak: Akbulut, G. ve Rakıcıoğlu, N. (2010). Derleme: şismanlığın beslenme tedavisinde güncel yaklaşımlar. *Journal of General Medicine/Genel Tıp Dergisi*, 20(1), 35-42.

Vermek/Almak istenen hedef kalori miktarı yazar tarafından derlenmiş Tablo 6'da detaylı bir şekilde gösterilmiştir. Vermek/almak istenen hedef kalori miktarı, enerji hesabına şu şekilde dahil edilir:

BTE: $BMH * Fiziksel Aktivite Düzeyi * Stres Faktörü * 0.10$,

Enerji: $(BMH * FAD * Stres Faktörü) + BTE + Vermek/Almak istenen hedef kalori$, miktarı.

Makro Besin Hesabının kalori cinsinden değeri ise şu şekilde hesaplanır:

Protein = Enerji / 4,

Karbonhidrat = Enerji / 4,

Yağ = Enerji / 9.

Makro besinlerin gramaj olarak hesabının yapılması için bulunan besin kalorileri, aşağıdaki yüzdelerle çarpılır.

1. Dengeli Diyet (Balanced Diet):

- Protein: %20
- Karbonhidrat: %55
- Yağ: %25

(Pekcan vd., 2022).

2. Düşük Yağlı Diyet (Low-Fat Diet):

- Protein: %20
- Karbonhidrat: %65
- Yağ: %15

(Pace ve Crowe, 2016).

3. Düşük Karbonhidrat Diyet (Low-Carb Diet):

- Protein: %29
- Karbonhidrat: %5
- Yağ: %66

(Pekcan vd., 2022; Ertal ve Özkaya, 2022).

4. Yüksek Protein Diyeti (High-Protein Diet):

- Protein: %25
- Karbonhidrat: %50
- Yağ: %25

(Pekcan vd., 2022).

Diğer Çarpanlar:

- Şeker: Karbonhidratın %5 kadarı şeklindedir

Gramaj Formülü: Enerji / 4 * 0.05

- Doymuş Yağ (Saturated Fat): Düşük yağ beslenme planında %5, diğer beslenme planlarında %7 şeklindedir. Gramaj formülleri şu şekildedir:

Düşük yağlı beslenme planında: Enerji / 9 * 0.05

Diğer beslenme planlarında: Enerji / 9 * 0.07

(Pekcan vd., 2022; Pace ve Crowe, 2016).

2.2.3. Flutter Uygulaması ile Seçilen LLM API Entegrasyonu

Uygulamanın en önemli bileşenlerinden biri, doğal dil işleme ve AI tabanlı işlevlerin entegrasyonunu sağlayan LLM API entegrasyonudur. Bu entegrasyon, kullanıcının beslenme tercihleri, diyet planı hedefleri ve kişisel bilgileri doğrultusunda özelleştirilmiş diyet planları oluşturulmasını mümkün kılar. Uygulamada, kullanıcıdan alınan veriler işlenir ve LLM API'ya iletilerek, kullanıcının ihtiyaçlarına uygun, kişiselleştirilmiş bir diyet planı oluşturulur.

Bu entegrasyon süreci, veri güvenliği ve gizlilik gibi kritik faktörleri göz önünde bulundurarak tasarlanmıştır. Bu sebeple her istem anonim olarak gerçekleşmektedir ve geçmiş olarak tutulmamaktadır. API entegrasyonu sırasında, kullanıcının verilerinin güvenli bir şekilde işlenmesi ve sadece gerekli bilgilerle sınırlı kalınması sağlanmıştır. Ayrıca, entegrasyon sürecinde LLM API'nın performansını ve yanıt sürelerini optimize etmek için asenkron veri işleme ve geribildirim mekanizmaları kullanılmıştır. Bu, kullanıcıya hızlı ve güvenilir bir deneyim sunarken, uygulamanın genel performansını da yüksek tutar. Hangi LLM'nin seçildiği ve API'nın entegre edildiği, deneysel test aşaması sonrasında seçilecektir. Bunlar tez çalışmasının sonuç kısmında açıklanacaktır.

3. BÜYÜK DİL MODELİ ENTEGRELİ DİYET PLANLAMA ARACI

LLM tabanlı bir diyet planlama aracı, kullanıcıların bireysel sağlık verilerine dayalı olarak kişiselleştirilmiş beslenme planları oluşturan bir sistemdir. Bu tür bir sistem, gelişmiş yapay zekâ ve dil modeli teknolojilerini kullanarak, kullanıcıların belirli beslenme tercihlerini, sağlık hedeflerini ve kısıtlamalarını dikkate alarak öneriler sunar. LLM'ler, hali hazırda geniş çaplı eğitim görmüş modelleri ve NLP yetenekleri sayesinde, çeşitli istemlere anlamlı ve bağlam açısından zengin çıktılar üretebilme yeteneğine sahiptir. Bu tür modellerin entegrasyonu, özellikle kişiselleştirilmiş diyet planları oluşturma gibi karmaşık görevlerde büyük bir avantaj sağlar.

Bu diyet planlama aracı, kullanıcıdan aldığı yaş, cinsiyet, boy, kilo, beslenme tercihleri ve alerjiler gibi bilgileri kullanarak, haftalık bir diyet planı önerir. Bu süreçte, LLM'ler tarafından desteklenen API'lar kullanılır ve bu API'lar aracılığıyla gerekli hesaplamalar ve öneriler yapılır. Ayrıca, bu diyet planlama aracı, kullanıcıya sunulan diyet önerilerinin bilimsel doğruluğunu ve uygunluğunu sağlamak için çeşitli veri kaynaklarını, örneğin USDA gibi güvenilir veri setlerini kullanarak çıktılar üretir.

3.1. Büyük Dil Modeli Deneysel Test Aşaması

LLM ile entegre edilmiş diyet planlama aracının geliştirilmesi sürecinde, modelin doğruluğunu ve etkinliğini değerlendirmek için çeşitli deneysel testler gerçekleştirilmiştir. Bu testler, özellikle modelin kullanıcıdan aldığı verileri işleyip, doğru ve kişiselleştirilmiş diyet planları oluşturup oluşturmadığını belirlemeye odaklanmıştır. Deneysel test aşaması, Google Colab platformunda yürütülmüş ve bu platform, hesaplama gücü ve modelin entegrasyonu için uygun bir ortam sağlamıştır. Testlerde kullanılan veri setleri ve modeller, daha önce eğitilmiş olan bir LLM üzerine kurulmuş ve farklı beslenme senaryolarını ele alarak kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir.

Test sürecinde, modelin farklı istem kombinasyonlarına verdiği yanıtlar analiz edilmiş ve bu yanıtların doğruluğu, tutarlılığı ve kullanıcı dostu olup olmadığı değerlendirilmiştir. Örneğin, kullanıcının yaş, cinsiyet, boy, kilo gibi verilerine dayalı olarak oluşturulan diyet planlarının, kullanıcının belirlediği diyet hedeflerine ne

ölçüde uygun olduğu incelenmiştir. Ayrıca, modelin USDA gibi veri kaynaklarını doğru bir şekilde kullanıp kullanmadığı da test edilmiştir. Sonuç olarak, modelin doğru çıktılar üretebilmesi için gerekli ayarlamalar yapılmış ve modelin performansı optimize edilmiştir. Bu deneysel süreç, nihai ürünün kullanıcı beklentilerini karşılayacak şekilde şekillendirilmesine önemli katkılarda bulunmuştur.

Uygulamaya herhangi bir LLM entegre edilmeden önce, farklı LLM'ler Google Colab'de oluşturulmuş test ortamında değerlendirilmiştir.

3.1.1. İstem Geliştirilmesi ve Anamlı Çıktıların Belirlenmesi

Çıktıların efektif ve anlamlı olarak değerlendirilebilmesi için, istemlerin bir mühendislik katmanından geçmesi gerekmektedir. Bunun sebebi, LLM'lerin, halüsinasyon görme durumlarını düşürmek, daha efektif ve doğru çıktılar almaya olanak sağlamak maksatlıdır. Araştırmaya başlanırken kullanılan ilk istem formatı, zaman içerisinde testlerle optimal hale getirilmek amacı ile güncellenmiştir. Bu durumda ilk testin yapıldığı istemler eski istem, en güncel olan istemler yeni istem olarak adlandırılmıştır.

Eski Sistem İstemi:

Yeni Sistem İstemi:

<p>Here is your personalized weekly diet plan based on the provided Calorie which is 'Energy' and other inputs. Please fill in the corresponding meal details and total nutritional information for each day while ensuring that the total calories match the provided energy value.</p> <p>Monday:</p> <p>Breakfast: monday_breakfast (Include detailed portion sizes, e.g., 3 tablespoons of oatmeal, 1 boiled egg, and 1 cup of milk)</p> <p>Snack: monday_snack1</p> <p>Lunch: monday_lunch (Include portion sizes, e.g., 150g grilled chicken breast, 1 cup of brown rice, and a mixed salad with 2 tablespoons of dressing)</p>	<p>Here is your personalized daily diet plan based on the provided inputs. Please fill in the corresponding meal details and total nutritional information. Please select 1 option for each meal and combine the meal plans according to your needs. Do not mention a specific day since this can be applied to any day.</p> <p>Daily nutrition plan with options:</p> <p>Breakfast: breakfast_option_1, breakfast_option_2, breakfast_option_3, breakfast_option_4, breakfast_option_5(Include detailed portion sizes, e.g., 3 tablespoons of oatmeal, 1 boiled egg, and 1 cup of milk)</p> <p>Snack: snack_option_1, snack_option_2, snack_option_3 (optional)</p>
---	--

<p>Snack: monday_snack2</p> <p>Dinner: monday_dinner (Include portion sizes, e.g., 200g salmon fillet, 1 serving of steamed broccoli, and 1 medium baked potato)</p> <p>Total Calories ve Macronutrients: Total Calories ve Total Macronutrients for monday</p> <p>Tuesday:</p> <p>Breakfast: tuesday_breakfast (Include detailed portion sizes, e.g., 3 tablespoons of oatmeal, 1 boiled egg, and 1 cup of milk)</p> <p>Snack: tuesday_snack1</p> <p>Lunch: tuesday_lunch (Include portion sizes, e.g., 150g grilled chicken breast, 1 cup of brown rice, and a mixed salad with 2 tablespoons of dressing)</p> <p>Snack: tuesday_snack2</p> <p>Dinner: tuesday_dinner (Include portion sizes, e.g., 200g salmon fillet, 1 serving of steamed broccoli, and 1 medium baked potato)</p> <p>Total Calories ve Macronutrients: Total Calories ve Total Macronutrients for tuesday</p> <p>...</p>	<p>Lunch: lunch_option_1, lunch_option_2, lunch_option_3, lunch_option_4, lunch_option_5 (Include portion sizes, e.g., 150g grilled chicken breast, 1 cup of brown rice, and a mixed salad with 2 tablespoons of dressing)</p> <p>Snack: snack_option_4, snack_option_5, snack_option_6 (optional)</p> <p>Dinner: dinner_option_1, dinner_option_2, dinner_option_3, dinner_option_4, dinner_option_5 (Include portion sizes, e.g., 200g salmon fillet, 1 serving of steamed broccoli, and 1 medium baked potato)</p> <p>Total Calories ve Macronutrients: Total Calories ve Total Macronutrients for this nutrition plan</p> <p>Please contact your specialized dietitian for a more detailed check.</p>
--	---

Eski İnsan İstemi:

Yeni İnsan İstemi:

<p>Please create me a weekly diet plan according to the given information and according to USDA data set, and with portions:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Age: ‘Uygulamadaki yaş değeri’ • Gender: ‘Uygulamadaki cinsiyet değeri’ • BMI: ‘Uygulamada hesaplanan BMI değeri’ • Preferred Diet Plan: ‘Uygulamadaki seçilen diyet planı’ • Prefer to Eat: ‘Uygulamadaki tercih edilen yemek’ • Prefer Not to Eat: ‘Uygulamadaki tercih edilmeyen yemek’ 	<p>Please create me a daily nutrition and diet plan according to the given information and according to USDA data set, and with portions:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preferred Diet Plan: ‘Uygulamadaki seçilen diyet planı’ • Prefer to Eat: ‘Uygulamadaki tercih edilen yemek’ • Prefer Not to Eat: ‘Uygulamadaki tercih edilmeyen yemek’ • Food Allergies: ‘Uygulamadaki alerjisi olunan yemekler’
--	---

<ul style="list-style-type: none">• Food Allergies: ‘Uygulamadaki alerjisi olunan yemekler’• Nutrient Details for ‘Seçilen diyet planı’: Protein: ‘Uygulamada hesaplanan protein değeri’ Carbs: ‘Uygulamada hesaplanan karbonhidrat değeri’ Fat: ‘Uygulamada hesaplanan yağ değeri’ Sugar: ‘Uygulamada hesaplanan şeker değeri’ Saturated Fat: ‘Uygulamada hesaplanan doymuş yağ değeri’ Energy: ‘Uygulamada hesaplanan enerji değeri’	<p>Please follow the requirements exactly as following daily macronutrient and energy intake informations:</p> <p>Protein: ‘Uygulamada hesaplanan protein değeri’ g Carbs: ‘Uygulamada hesaplanan karbonhidrat değeri’ g Fat: ‘Uygulamada hesaplanan yağ değeri’ g Sugar: ‘Uygulamada hesaplanan şeker değeri’ g Saturated Fat: ‘Uygulamada hesaplanan doymuş yağ değeri’ g Energy: ‘Uygulamada hesaplanan enerji değeri’ kcal</p>
---	--

Eski İstem Analizi: Eski sistemde kullanılan istem, modelin karmaşık ve çok aşamalı bir görevde yanlış sonuçlar üretmesine neden olmuştur. Bu durumun temel nedenleri şu şekilde belirtilmiştir:

- Eksik Yapılandırma: İstem içerisinde, toplam enerji ve makro besin değerlerinin hedeflenen enerjiye ulaşması gerektiği belirtilse de, bu durumun nasıl sağlanacağı net bir şekilde ifade edilmemiştir.
- Halüsinasyona Açıklık: Model, eksik ya da belirsiz talimatlar nedeniyle kendi çıkarımlarını yaparak gerçek dışı sonuçlar üretmiştir. Örneğin, hedef enerji değeri 5600 kkal olmasına rağmen, öğünler 1000 kkal gibi çok daha düşük bir enerji toplamıyla oluşturulmuştur.
- Tek Aşamalı Yapı: İstem, modelin tek bir seferde tüm öğünleri oluşturmasını istemiştir. Bu durum, modelin hedeflenen enerjiyi kontrol edememesine yol açmıştır.

Yeni İstem Analizi: Yeni sistemde kullanılan istem, modelin daha yapılandırılmış ve doğru sonuçlar üretmesini sağlamıştır. Bu başarıyı getiren unsurlar:

- Net ve Açık Talimatlar: İstem, toplam enerji ve makro besin dağılımını her öğün için kontrol etme talimatlarını açıkça belirtmiştir.

- Modüler Yaklaşım: Günlük diyet planı yerine, her öğün için birden fazla seçenek sunulmuş ve kullanıcıya seçim yapma özgürlüğü tanınmıştır. Bu, modelin hatalı bir “gün toplamı” yerine öğün bazında doğru sonuçlar üretmesini sağlamıştır.
- Yinelenen Talimatlar: “Her öğün toplam enerji hedefini karşılamalıdır” gibi tekrar eden talimatlar, modelin doğru odaklanmasını sağlamıştır.
- Gerçek Diyetisyen Listesi Benzerliği: Çoğu diyetisyenin hazırladığı diyet planı taslağına daha yakın bir biçimde hazırlanmıştır.

Teknik Sonuçlar ve Kıyas:

- Eski istem, modelin hedeflenen enerji ve makro besin değerlerini doğru bir şekilde hesaplamasını sağlayamamıştır. Bunun temel nedeni, yapılandırılmamış ve kısıtları yeterince açık ifade etmeyen bir istem kullanılmasıdır.
- Yeni istem, yapılandırılmış ve kısıt temelli bir yaklaşım benimseyerek bu sorunları çözmüş ve modelin doğru sonuçlar üretmesini sağlamıştır.

3.1.2. Kullanılan İstem Mühendisliği Teknikleri

Constraint-based Prompting: Toplam enerji ve makro besin hedefleri için açık kısıtlamalar belirtilmiştir. Örneğin, “Her öğünün toplamı günlük enerji hedefini karşılamalıdır” ifadesi bu yaklaşımın bir örneğidir (Perkoff vd., 2024).

Iterative Refinement (Yinelemeli İyileştirme): Yeni sistemde, önceki istemin sonuçları analiz edilmiş ve eksik yönler belirlenerek istemin yeni bir versiyonu oluşturulmuştur. Bu yineleme, modelin hatalarını azaltmak için kritik bir adımdır (Madaan vd., 2023).

Structure Guided Prompt: Dil modelleri ile daha karmaşık ve spesifik çıktılar elde etmek için kullanılan bir tekniktir. Bu yaklaşımda, modelden istenen bilgi veya sonuçların belirli bir formatta veya yapıda sunulması sağlanır. Böylece, modelin cevapları daha tutarlı ve organize bir şekilde üretmesi mümkün hale gelir. Structured Prompting, genellikle bilgiye dayalı çıktılar üretmek veya belirli bir formatta veri istemek için kullanılır.

Bu yöntem, özellikle karmaşık sorulara verilen yanıtların belirli bir düzen içinde olmasını gerektiren senaryolarda etkilidir. Örneğin, bir modelden bir kişinin biyografik bilgilerini istemek yerine, Structured Prompting kullanılarak modelden bu bilgileri “isim”, “doğum tarihi”, “eğitim” gibi başlıklar altında organize etmesi istenebilir. Bu şekilde, yanıtlar belirli bir şablona uygun olarak üretilir ve kullanıcının ihtiyaçlarına daha iyi cevap verir (Cheng vd., 2024).

Information Retrieval Prompting: Dil modelinin, büyük bir bilgi havuzundan (örneğin bir belge koleksiyonundan veya bir veri tabanından) spesifik bilgileri bulup çıkarmasını sağlamak amacıyla kullanılan bir tekniktir. Bu yaklaşımda, modelden spesifik bir bilgi parçası ya da belge istenir ve model, bu bilgiyi mevcut kaynaklar arasından bulup çıkarır. İnce ayar yapılmamış, yalnızca önceden eğitilmiş modellerde, eğer istenilen bilgi modelin eğitim verisinde yer alıyorsa, Information Retrieval Prompting yöntemi yine etkili bir şekilde kullanılabilir.

Bu teknik, büyük veri kümeleri üzerinde çalışırken veya modelin dış bilgi kaynaklarını kullanarak sorulara yanıt vermesi gerektiğinde oldukça kullanışlıdır. Information Retrieval Prompting, genellikle soru-cevap sistemlerinde, belgeler arasında arama yapılmasını gerektiren durumlarda veya belirli bir bilgiye hızla erişilmesi gereken senaryolarda kullanılır. Model, verilen isteme göre en alakalı bilgiyi bulur ve bu bilgiyi kullanıcıya sunar (Aftab vd., 2024).

3.2. Farklı Yapay Zekâ Modellerindeki Çıktı Örnekleri

Bu bölümde, daha önceden de belirttiğimiz, GPT-3.5, GPT-4, GPT-4o, LLaMA 3.1-70B, Gemma2-9B ve Mistral-7B gibi modellerin çıktılarını değerlendirip, bu çıktıların halüsinasyon görme durumunu değerlendirdikten sonra gerçek hayata uygulanabilirliği değerlendirilecektir. Aşağıda vaka bazında olan çıktılar belirtilmiştir:

3.2.1. Erkek, Sedanter Aktivite, Dengeli Beslenme, Kilo Korunumu Hedef

İstem:

Please create me a daily nutrition and diet plan according to the given information and according to USDA data set, with portions and with their alternatives:

- Preferred Diet Plan: Balanced
- Prefer to Eat: Egg
- Prefer Not to Eat: Eggplant
- Food Allergies: Strawberries

Please follow the requirements exactly as following daily macronutrient and energy intake informations:

Protein: 129 g

Carbs: 355 g

Fat: 72 g

Sugar: 32 g

Saturated Fat: 20 g

Energy: 2585 kcal

Çıktı:

GPT – 3.5	Based on your preferences and nutritional requirements, here's a personalized daily diet plan for you: Breakfast: Option 1: - 2 boiled eggs - 2 slices of whole grain toast - 1 medium apple Option 2: - Greek yogurt (170g) - 1/2 cup of mixed berries - 1 tablespoon of chia seeds Option 3: - Oatmeal (40g) made with water - 1 tablespoon of almond butter - 1 medium banana Snack: Option 1:
-----------	--

	<p>- 1 protein bar</p> <p>Option 2:</p> <p>- 1 small handful of almonds (28g)</p> <p>Lunch:</p> <p>Option 1:</p> <p>- Grilled chicken breast (150g)</p> <p>- Quinoa (1/2 cup)</p> <p>- Steamed broccoli (1 cup)</p> <p>- Mixed leafy green salad with vinaigrette</p> <p>Option 2:</p> <p>- Lentil soup (1.5 cups)</p> <p>- Whole grain roll</p> <p>- Mixed vegetable salad with olive oil and lemon dressing</p> <p>Snack:</p> <p>Option 4:</p> <p>- Carrot sticks with hummus (100g carrots, 2 tablespoons of hummus)</p> <p>Dinner:</p> <p>Option 1:</p> <p>- Baked salmon fillet (150g)</p> <p>- Quinoa (1/2 cup)</p> <p>- Sautéed spinach with garlic (1 cup)</p> <p>Option 2:</p> <p>- Tofu stir-fry with mixed vegetables (200g tofu, 1 cup mixed vegetables)</p> <p>- Brown rice (1/2 cup)</p> <p>Total Calories ve Macronutrients:</p> <p>Total Calories:</p> <p>- Approximately 2585 kcal</p> <p>Total Macronutrients:</p> <p>Protein:</p> <p>- Approximately 129g</p> <p>Carbs:</p> <p>- Approximately 355g</p> <p>Fat:</p> <p>- Approximately 72g</p> <p>Sugar:</p> <p>- Approximately 32g</p> <p>Saturated Fat:</p> <p>- Approximately 20g</p> <p>Please note that the portion sizes and alternatives are based on the USDA data set and can be adjusted according to your specific dietary needs and preferences.</p>
GPT – 4	<p>Daily nutrition plan with options:</p> <p>Breakfast:</p> <p>Option 1: 1 boiled egg, 1 slice of whole grain toast, 1 tablespoon of peanut butter, and 1 medium banana.</p> <p>Option 2: 1 cup of oatmeal with 1 tablespoon of honey, 1 medium apple, and 1 cup of skim milk.</p> <p>Option 3: 1 cup of Greek yogurt with 1 tablespoon of honey, 1 medium pear, and 1/4 cup of granola.</p> <p>Option 4: 2 scrambled eggs, 1 slice of whole grain toast, and 1/2 medium avocado.</p>

	<p>Option 5: 1 cup of cottage cheese, 1 medium peach, and 1 slice of whole grain toast.</p> <p>Snack:</p> <p>Option 1: 1 medium apple and 10 almonds.</p> <p>Option 2: 1 cup of Greek yogurt and 1 medium pear.</p> <p>Option 3: 1 medium banana and 1 tablespoon of peanut butter.</p> <p>Lunch:</p> <p>Option 1: 150g grilled chicken breast, 1 cup of brown rice, and a mixed salad with 2 tablespoons of dressing.</p> <p>Option 2: 150g grilled salmon, 1 medium baked potato, and 1 serving of steamed broccoli.</p> <p>Option 3: 1 cup of quinoa, 150g of tofu, and a mixed salad with 2 tablespoons of dressing.</p> <p>Option 4: 1 medium whole grain wrap with 100g of turkey breast, 1/2 medium avocado, and mixed vegetables.</p> <p>Option 5: 1 cup of whole grain pasta, 100g of grilled shrimp, and 1 serving of steamed asparagus.</p> <p>Snack:</p> <p>Option 4: 1 medium orange and 10 almonds.</p> <p>Option 5: 1 cup of Greek yogurt and 1 medium peach.</p> <p>Option 6: 1 medium banana and 1 tablespoon of almond butter.</p> <p>Dinner:</p> <p>Option 1: 200g salmon fillet, 1 serving of steamed broccoli, and 1 medium baked potato.</p> <p>Option 2: 150g grilled chicken breast, 1 cup of quinoa, and 1 serving of steamed zucchini.</p> <p>Option 3: 1 medium whole grain wrap with 100g of turkey breast, 1/2 medium avocado, and mixed vegetables.</p> <p>Option 4: 1 cup of brown rice, 150g of tofu, and a mixed salad with 2 tablespoons of dressing.</p> <p>Option 5: 1 cup of whole grain pasta, 100g of grilled shrimp, and 1 serving of steamed asparagus.</p> <p>Total Calories ve Macronutrients:</p> <p>Total Calories: 2585 kcal</p> <p>Total Protein: 129 g</p> <p>Total Carbs: 355 g</p> <p>Total Fat: 72 g</p> <p>Total Sugar: 32 g</p> <p>Total Saturated Fat: 20 g</p> <p>Please contact your specialized dietitian for a more detailed check.</p>
GPT – 4o	<p>Here is a daily nutrition and diet plan based on your preferences and requirements. Please note that this plan should be used as a guide and you should consult with your specialized dietitian for personalized advice.</p> <p>Breakfast:</p> <ol style="list-style-type: none"> Option 1 - Greek Yogurt Parfait: 1 cup non-fat Greek yogurt, 1/2 cup mixed berries (avoid strawberries), 1 tablespoon honey, and 1/3 cup granola Option 2 - Omelette: 2 large eggs, 1/2 cup spinach, 1/4 cup bell peppers, 1 slice whole grain toast, and 1 tablespoon olive oil Option 3 - Smoothie Bowl: 1 cup mixed berries (avoid strawberries), 1 banana, 1 cup non-fat Greek yogurt, 1/2 cup rolled oats, 1 tablespoon chia seeds, topped with 1 tablespoon honey and 1/3 cup granola Option 4 - Overnight Oats: 1/2 cup old-fashioned oats, 1 cup non-dairy milk (e.g., almond or soy), 1/2 cup mixed berries (avoid strawberries), 1 tablespoon chia seeds, and a drizzle of honey Option 5 - Avocado Toast: 1 slice whole grain toast, mashed 1/2 avocado, sprinkle of salt, and pepper <p>Snack: (Optional)</p>

	<p>1. Option 4 - Apple with Almond Butter: 1 medium apple, 1 tablespoon almond butter</p> <p>2. Option 5 - Carrot Sticks with Hummus: 1 cup baby carrots, 3 tablespoons hummus</p> <p>Lunch:</p> <p>1. Option 1 - Grilled Chicken Salad: 150g grilled chicken breast, 2 cups mixed greens, 1/2 cup cherry tomatoes, 1/2 cup cucumber slices, 1/4 cup shredded carrots, 1/4 cup kidney beans, 2 tablespoons vinaigrette dressing</p> <p>2. Option 2 - Quinoa Salad: 1 cup cooked quinoa, 1 cup mixed vegetables (e.g., bell peppers, zucchini, and carrots), 1/2 cup black beans, 1 tablespoon olive oil, and a squeeze of lime juice</p> <p>3. Option 3 - Tuna Salad Wrap: 1 can tuna in water, drained, mixed with 1 tablespoon mayonnaise, wrapped in a whole grain tortilla with lettuce, tomato slices, and cucumber slices</p> <p>4. Option 4 - Turkey ve Cheese Sandwich: 2 slices whole grain bread, 3 oz turkey breast, 1 slice reduced-fat cheese, lettuce, tomato slices, mustard or mayo (optional)</p> <p>5. Option 5 - Black Bean Burger: 1 black bean burger patty, served on a whole grain bun with lettuce, tomato slices, and avocado slices</p> <p>Snack: (Optional)</p> <p>1. Option 6 - Greek Yogurt with Nuts: 1 cup non-fat Greek yogurt, 1 tablespoon honey, and 2 tablespoons mixed nuts</p> <p>2. Option 5 - Babybel Cheese ve Crackers: 1 Babybel cheese round, 5 whole grain crackers</p> <p>3. Option 6 - Rice Cakes with Peanut Butter: 2 rice cakes, 1 tablespoon peanut butter</p> <p>Dinner:</p> <p>1. Option 1 - Grilled Salmon with Steamed Broccoli and Sweet Potato: 200g salmon fillet, steamed broccoli (1 cup), baked sweet potato (1 medium)</p> <p>2. Option 2 - Shrimp Stir-Fry: 150g cooked shrimp, mixed vegetables (e.g., bell peppers, zucchini, and carrots), 1/2 cup brown rice, 1 tablespoon soy sauce</p> <p>3. Option 3 - Chicken Fajitas: 200g grilled chicken breast strips, bell peppers, onions, whole grain tortillas, salsa, and guacamole (optional)</p> <p>4. Option 4 - Beef Stir-Fry: 150g lean ground beef, mixed vegetables (e.g., broccoli, carrots, and bell peppers), 1/2 cup brown rice, 1 tablespoon soy sauce</p> <p>5. Option 5 - Vegetable Stir-Fry with Tofu: 140g firm tofu, mixed vegetables (e.g., broccoli, carrots, and bell peppers), 1/2 cup brown rice, 1 tablespoon soy sauce</p> <p>Total Calories ve Macronutrients:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Total Calories: Approximately 2585 kcal - Protein: Approximately 129g (distributed throughout the meals) - Carbs: Approximately 355g (distributed throughout the meals) - Fat: Approximately 72g (distributed throughout the meals) - Sugar: Approximately 32g (distributed throughout the meals, mostly from fruits and natural sugars in honey) - Saturated Fat: Approximately 20g (distributed throughout the meals, primarily from dairy products and meats)
LLaMA 3.1 – 70B	<p>Here is a personalized daily diet plan based on the provided inputs:</p> <p>**Breakfast Options**</p> <p>1. **Scrambled Eggs with Whole Wheat Toast and Banana**</p> <ul style="list-style-type: none"> * 2 scrambled eggs (140 calories, 12g protein, 1g carbs, 10g fat) * 1 slice whole wheat toast (89 calories, 4g protein, 15g carbs, 1g fat) * 1 medium banana (105 calories, 1g protein, 27g carbs, 0g fat) <p>2. **Greek Yogurt with Berries and Granola**</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 cup Greek yogurt (100 calories, 10g protein, 7g carbs, 0g fat) * 1/2 cup mixed berries (60 calories, 1g protein, 15g carbs, 1g fat)

	<p>* 2 tablespoons granola (100 calories, 2g protein, 20g carbs, 2g fat)</p> <p>3. **Avocado Toast with Poached Eggs**</p> <p>* 1 slice whole wheat toast (89 calories, 4g protein, 15g carbs, 1g fat)</p> <p>* 1/2 avocado (110 calories, 1g protein, 6g carbs, 10g fat)</p> <p>* 2 poached eggs (140 calories, 12g protein, 1g carbs, 10g fat)</p> <p>4. **Oatmeal with Almond Milk and Sliced Banana**</p> <p>* 1 cup cooked oatmeal (150 calories, 5g protein, 30g carbs, 2g fat)</p> <p>* 1 cup almond milk (30 calories, 1g protein, 6g carbs, 2g fat)</p> <p>* 1 medium banana (105 calories, 1g protein, 27g carbs, 0g fat)</p> <p>5. **Smoothie Bowl with Protein Powder and Almond Milk**</p> <p>* 1 scoop protein powder (120 calories, 25g protein, 0g carbs, 0g fat)</p> <p>* 1 cup almond milk (30 calories, 1g protein, 6g carbs, 2g fat)</p> <p>* 1/2 cup sliced almonds (100 calories, 2g protein, 6g carbs, 8g fat)</p> <p>**Snack Options**</p> <p>1. **Apple Slices with Almond Butter**</p> <p>* 1 medium apple (95 calories, 0g protein, 25g carbs, 0g fat)</p> <p>* 2 tablespoons almond butter (100 calories, 2g protein, 8g carbs, 8g fat)</p> <p>2. **Carrot Sticks with Hummus**</p> <p>* 4-6 carrot sticks (25 calories, 0g protein, 6g carbs, 0g fat)</p> <p>* 2 tablespoons hummus (100 calories, 2g protein, 6g carbs, 10g fat)</p> <p>3. **Protein Bar**</p> <p>* 1 protein bar (120 calories, 10g protein, 20g carbs, 8g fat)</p> <p>**Lunch Options**</p> <p>1. **Grilled Chicken Breast with Quinoa and Steamed Vegetables**</p> <p>* 4 oz grilled chicken breast (120 calories, 25g protein, 0g carbs, 3g fat)</p> <p>* 1/2 cup cooked quinoa (100 calories, 4g protein, 20g carbs, 2g fat)</p> <p>* 1 cup steamed vegetables (50 calories, 2g protein, 10g carbs, 0g fat)</p> <p>2. **Turkey and Avocado Wrap**</p> <p>* 1 whole wheat tortilla (100 calories, 4g protein, 20g carbs, 2g fat)</p> <p>* 2 oz sliced turkey breast (70 calories, 15g protein, 0g carbs, 3g fat)</p> <p>* 1/2 avocado (110 calories, 1g protein, 6g carbs, 10g fat)</p> <p>* lettuce, tomato, and mustard</p> <p>3. **Lentil Soup with Whole Wheat Bread**</p> <p>* 1 cup cooked lentils (230 calories, 18g protein, 40g carbs, 0g fat)</p> <p>* 2 slices whole wheat bread (140 calories, 8g protein, 30g carbs, 2g fat)</p> <p>**Snack Options**</p> <p>1. **Cottage Cheese with Cucumber Slices**</p> <p>* 1/2 cup cottage cheese (80 calories, 11g protein, 5g carbs, 0g fat)</p> <p>* 4-6 cucumber slices (10 calories, 1g protein, 2g carbs, 0g fat)</p> <p>2. **Hard-Boiled Egg and Cherry Tomatoes**</p> <p>* 1 hard-boiled egg (78 calories, 6g protein, 1g carbs, 5g fat)</p> <p>* 1/2 cup cherry tomatoes (25 calories, 1g protein, 6g carbs, 0g fat)</p> <p>**Dinner Options**</p> <p>1. **Grilled Salmon with Roasted Sweet Potatoes and Green Beans**</p> <p>* 4 oz grilled salmon (180 calories, 35g protein, 0g carbs, 10g fat)</p> <p>* 1 medium sweet potato (100 calories, 2g protein, 25g carbs, 0g fat)</p> <p>* 1 cup green beans (55 calories, 2g protein, 10g carbs, 0g fat)</p> <p>2. **Chicken and Vegetable Stir-Fry with Brown Rice**</p>
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> * 4 oz cooked chicken breast (120 calories, 25g protein, 0g carbs, 3g fat) * 1 cup mixed vegetables (50 calories, 2g protein, 10g carbs, 0g fat) * 1/2 cup cooked brown rice (110 calories, 2g protein, 25g carbs, 1g fat) <p>**Total Daily Nutrition Information**</p> <ul style="list-style-type: none"> * Calories: 2585 * Protein: 129g * Carbohydrates: 355g * Fat: 72g * Sugar: 32g * Saturated Fat: 20g <p>Please note that the nutrition information is an estimate and may vary based on specific ingredients and portion sizes. It's always best to consult with a healthcare professional or registered dietitian for personalized nutrition recommendations.</p>
Gemma2 – 9B	<p>## Your Personalized Daily Diet Plan (Balanced, Egg-Loving, No Eggplant)</p> <p>**Total Calories:** 2585kcal</p> <p>**Protein:** 129g</p> <p>**Carbs:** 355g</p> <p>**Fat:** 72g</p> <p>**Sugar:** 32g</p> <p>**Saturated Fat:** 20g</p> <p>**Breakfast (450 kcal, 25g Protein, 60g Carbs, 15g Fat)**</p> <p>***Option 1: Oatmeal Power Bowl**</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1/2 cup rolled oats (30g) cooked with water or milk (1 cup) * 1 scoop protein powder (whey or plant-based) (25g) * 1/4 cup berries (blueberries, raspberries) (40g) * 1 tablespoon chopped nuts (almonds, walnuts) (10g) <p>**Snack (150 kcal, 8g Protein, 20g Carbs, 6g Fat)**</p> <p>***Option 1: Greek Yogurt with Fruit and Granola**</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 cup plain Greek yogurt (170g) * 1/4 cup chopped fruit (apple, pear, banana) (50g) * 2 tablespoons granola (30g) <p>**Lunch (650 kcal, 45g Protein, 80g Carbs, 25g Fat)**</p> <p>***Option 1: Chicken Salad Sandwich on Whole Wheat**</p> <ul style="list-style-type: none"> * 2 slices whole wheat bread (70g) * 4 oz grilled chicken breast (113g) * 1/4 cup chopped celery (30g) * 1 tablespoon light mayonnaise (15g) * Lettuce and tomato to taste <p>**Snack (Optional - 100 kcal, 5g Protein, 15g Carbs, 4g Fat)**</p> <p>***Option 1: Apple Slices with Almond Butter**</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 medium apple (182g) sliced * 2 tablespoons almond butter (32g) <p>**Dinner (700 kcal, 39g Protein, 98g Carbs, 25g Fat)**</p> <p>***Option 1: Salmon with Roasted Vegetables and Quinoa**</p> <ul style="list-style-type: none"> * 4 oz baked salmon fillet (113g) * 1 cup roasted vegetables (broccoli, carrots, bell peppers) (150g) * 1/2 cup cooked quinoa (90g) <p>**Important Notes:**</p>

	<p>* This is a sample plan and can be adjusted based on your individual needs and preferences.</p> <p>* Be sure to drink plenty of water throughout the day.</p> <p>* Consult with a registered dietitian or healthcare professional for personalized guidance.</p>
<p>Mistral – 7B</p>	<p>Here is a daily nutrition and diet plan based on your preferences and requirements. Please note that this plan should be used as a guide and you should consult with your specialized dietitian for personalized advice.</p> <p>Breakfast:</p> <ol style="list-style-type: none"> Option 1 - Greek Yogurt Parfait: 1 cup non-fat Greek yogurt, 1/2 cup mixed berries (avoid strawberries), 1 tablespoon honey, and 1/3 cup granola Option 2 - Omelette: 2 large eggs, 1/2 cup spinach, 1/4 cup bell peppers, 1 slice whole grain toast, and 1 tablespoon olive oil Option 3 - Smoothie Bowl: 1 cup mixed berries (avoid strawberries), 1 banana, 1 cup non-fat Greek yogurt, 1/2 cup rolled oats, 1 tablespoon chia seeds, topped with 1 tablespoon honey and 1/3 cup granola Option 4 - Overnight Oats: 1/2 cup old-fashioned oats, 1 cup non-dairy milk (e.g., almond or soy), 1/2 cup mixed berries (avoid strawberries), 1 tablespoon chia seeds, and a drizzle of honey Option 5 - Avocado Toast: 1 slice whole grain toast, mashed 1/2 avocado, sprinkle of salt, and pepper <p>Snack: (Optional)</p> <ol style="list-style-type: none"> Option 4 - Apple with Almond Butter: 1 medium apple, 1 tablespoon almond butter Option 5 - Carrot Sticks with Hummus: 1 cup baby carrots, 3 tablespoons hummus <p>Lunch:</p> <ol style="list-style-type: none"> Option 1 - Grilled Chicken Salad: 150g grilled chicken breast, 2 cups mixed greens, 1/2 cup cherry tomatoes, 1/2 cup cucumber slices, 1/4 cup shredded carrots, 1/4 cup kidney beans, 2 tablespoons vinaigrette dressing Option 2 - Quinoa Salad: 1 cup cooked quinoa, 1 cup mixed vegetables (e.g., bell peppers, zucchini, and carrots), 1/2 cup black beans, 1 tablespoon olive oil, and a squeeze of lime juice Option 3 - Tuna Salad Wrap: 1 can tuna in water, drained, mixed with 1 tablespoon mayonnaise, wrapped in a whole grain tortilla with lettuce, tomato slices, and cucumber slices Option 4 - Turkey ve Cheese Sandwich: 2 slices whole grain bread, 3 oz turkey breast, 1 slice reduced-fat cheese, lettuce, tomato slices, mustard or mayo (optional) Option 5 - Black Bean Burger: 1 black bean burger patty, served on a whole grain bun with lettuce, tomato slices, and avocado slices <p>Snack: (Optional)</p> <ol style="list-style-type: none"> Option 6 - Greek Yogurt with Nuts: 1 cup non-fat Greek yogurt, 1 tablespoon honey, and 2 tablespoons mixed nuts Option 5 - Babybel Cheese ve Crackers: 1 Babybel cheese round, 5 whole grain crackers Option 6 - Rice Cakes with Peanut Butter: 2 rice cakes, 1 tablespoon peanut butter <p>Dinner:</p> <ol style="list-style-type: none"> Option 1 - Grilled Salmon with Steamed Broccoli and Sweet Potato: 200g salmon fillet, steamed broccoli (1 cup), baked sweet potato (1 medium) Option 2 - Shrimp Stir-Fry: 150g cooked shrimp, mixed vegetables (e.g., bell peppers, zucchini, and carrots), 1/2 cup brown rice, 1 tablespoon soy sauce Option 3 - Chicken Fajitas: 200g grilled chicken breast strips, bell peppers, onions, whole grain tortillas, salsa, and guacamole (optional) Option 4 - Beef Stir-Fry: 150g lean ground beef, mixed vegetables (e.g., broccoli, carrots, and bell peppers), 1/2 cup brown rice, 1 tablespoon soy sauce

	<p>5. Option 5 - Vegetable Stir-Fry with Tofu: 140g firm tofu, mixed vegetables (e.g., broccoli, carrots, and bell peppers), 1/2 cup brown rice, 1 tablespoon soy sauce</p> <p>Total Calories ve Macronutrients:</p> <ul style="list-style-type: none">- Total Calories: Approximately 2585 kcal- Protein: Approximately 129g (distributed throughout the meals)- Carbs: Approximately 355g (distributed throughout the meals)- Fat: Approximately 72g (distributed throughout the meals)- Sugar: Approximately 32g (distributed throughout the meals, mostly from fruits and natural sugars in honey)- Saturated Fat: Approximately 20g (distributed throughout the meals, primarily from dairy products and meats)
--	---

Bu vakada, bireyin günlük enerji harcamasının düşük olduğu ve mevcut kilosunu koruma hedefiyle hareket ettiği görülmektedir. Sedanter yaşam tarzına uygun olarak diyet, karbonhidrat, protein ve yağ gibi makro besinlerin dengeli bir şekilde dağıtılması üzerine planlanmıştır. Bu yaklaşım, bireyin enerji ihtiyacını karşılamayı ve aynı zamanda genel sağlığı desteklemeyi amaçlamaktadır. Günlük alınan besinlerin çeşitliliği ve lif içeriğinin artırılması, dengeli bir beslenme düzeni oluşturmak adına önem taşımaktadır.

- Makro Besin Dağılımı Analizi:

GPT-3.5: Kaloriler ve makro dağılımlar net olarak hesaplanamasa da, toplamda karbonhidrat ve protein eksikliği bazı öğünlerde göze çarpmaktadır. Karbonhidrat oranı daha yüksektir ve bu durum uzun süreli enerji sağlayabilir, ancak yeterli yağ desteği olmadığında performans düşebilir, besinlerin emilim miktarı azalabilir.

GPT-4: Karbonhidrat ağırlıklı, dengeli bir protein ve yağ dağılımı bulunmaktadır. Bu oran, sporcular veya yüksek enerji harcayan bireyler için uygundur. Ancak doymuş yağ oranı düşüktür ve yeterli sağlıklı yağ çeşitliliği bulunmamaktadır.

GPT-4o: Bu liste de GPT-4'teki liste gibi dengeli bir dağılım sunmaktadır. Ayrıca karbonhidrat ve protein kaynaklarının dengesi dikkatlice planlanmıştır. Sağlıklı yağlar arasında çeşitlilik sağlanmıştır (örneğin, avokado, fıstık ezmesi, badem ezmesi gibi).

LLaMA 3.1-70B: Protein miktarı Gemma2-9B'ye göre daha düşüktür. Karbonhidrat kaynakları çeşitlidir, ancak protein dağılımı yeterince güçlü değildir.

Gemma2-9B: Makro besinlerin dengeli bir şekilde dağıldığı bir yapıya sahiptir. Protein oranı daha düşüktür, karbonhidrat ve yağ oranı dengelidir. Bu, orta-aktif bireyler için uygundur.

Mistral-7B: Makro besin dağılımı açısından Gemma2-9B ile benzer bir yapı sergilemektedir. Karbonhidrat, daha yüksektir, protein ve yağ oranları dengeli bir şekilde dağılmıştır.

Makro Besin Dağılımı Sonuçları: GPT-4 ve GPT-4o tarafından hazırlanan listeler makro besin dağılımı açısından daha dengelidir. GPT-3.5 tarafından hazırlanan liste, karbonhidrat eksikliği nedeniyle enerji sağlama açısından bazı bireylerde yetersiz kalabilir. Açık kaynak LLM'lerden Gemma2-9B ve Mistral-7B, makro besin dağılımı açısından daha dengelidir. LLaMA 3.1-70B ise protein eksikliği nedeniyle uzun süreli enerji sağlamada yetersiz kalabilir.

- Çeşitlilik Analizi:

GPT-3.5: Protein kaynakları sınırlıdır. Örneğin, balık ve kurubaklagil seçenekleri daha az vurgulanmıştır. Sebzeler, genelde garnitür olarak düşünülmüş ve miktarları düşük tutulmuştur.

GPT-4: Karbonhidrat kaynakları arasında esmer pirinç, tam tahıllı makarna ve kinoa gibi çeşitli seçenekler yer alır. Protein kaynakları olarak tavuk, somon, tofu gibi farklı alternatifler sunulmuştur. Sağlıklı yağlar fıstık ezmesi ve avokado gibi besinlerden sağlanmıştır. Ancak bazı öğünlerde sebze ve sağlıklı yağ çeşitliliği eksik olabilir.

GPT-4o: Karbonhidrat, protein ve yağ kaynaklarında geniş bir çeşitlilik sunar. Örneğin, nohut körüsü, basmati pirinci, Brüksel lahanası gibi farklı lezzetler yer alır. Ayrıca sebze ve meyve çeşitliliği daha fazladır (örneğin, ıspanaklı smoothie, farklı meyveler ve hizmet edilen salatalar).

LLaMA 3.1-70B: Protein kaynakları sınırlıdır (daha çok tavuk ve süt ürünleri). Sebze ve meyve çeşitliliği yetersizdir. Bazı öğünlerde sebze garnitür olarak eklenmiştir ancak miktarı azdır.

Gemma2-9B: Karbonhidrat kaynakları arasında tam tahıllar (kinoa, esmer pirinç, tam buğday ekmeği) ve sebzeler yer alır. Protein kaynakları çeşitlidir (tavuk, somon, tofu). Sağlıklı yağlar badem ezmesi, avokado ve zeytinyağından sağlanır.

Mistral-7B: Karbonhidrat kaynakları geniş bir yelpazeye sahiptir (tatlı patates, siyah fasulye, tam tahıllı ekmek). Protein kaynakları (somon, tofu, tavuk) ve sebze-meyve çeşitliliği oldukça zengindir. Sağlıklı yağlar (avokado, zeytinyağı, chia tohumu) dengeli şekilde yer alır.

Çeşitlilik Sonuçları: GPT-4o liste çeşitlilik açısından daha zengindir. GPT-4 de çeşitlilik açısından güçlüdür, ancak sebzelerin daha fazla eklenmesi faydalı olabilir. GPT-3.5 tarafından hazırlanan liste ise çeşitlilik bakımından yetersiz kalmaktadır. Açık kaynak LLM'ler arasında Mistral-7B, çeşitlilik açısından en zengin listedir ve farklı tatlar sunarak sürdürülebilirliği artırır. Gemma2-9B de çeşitlilik açısından başarılıdır. LLaMA 3.1-70B, çeşitlilik bakımından zayıftır ve geliştirilmesi gereklidir.

- Porsiyon Kontrolü ve Enerji Dengesi Analizi:

GPT-3.5: Porsiyon miktarları bazı öğünlerde yeterli olmayabilir. Özellikle protein kaynaklarının miktarı düşüktür ve karbonhidrat ve yağ oranı bazı öğünlerde eksik kalmaktadır.

GPT-4: Günün tüm öğünlerinde dengeli porsiyon kontrolü sağlanmıştır. Öğünlerin her biri makro besin öğeleri açısından dengelidir ve enerji ihtiyacını karşılayabilir. Sebze ve sağlıklı yağ çeşitliliği yine de artırılabilir. Ara öğünlerde sağlıklı yağ ve karbonhidrat kombinasyonları, açlık kontrolü sağlar.

GPT-4o: Porsiyon kontrolü dengelidir. Özellikle kahvaltı, öğle yemeği ve akşam yemeği seçenekleri, karbonhidrat, protein ve yağın uygun bir kombinasyonunu sunmaktadır. Ara öğünlerde; hem enerji sağlayıcı hem de sağlıklı seçenekler mevcuttur.

LLaMA 3.1-70B: Protein kaynakları sınırlıdır (daha çok tavuk ve süt ürünleri).

Sebze ve meyve çeşitliliği, yetersizdir. Bazı öğünlerde sebze garnitür olarak eklenmiştir ancak miktarı azdır.

Gemma2-9B: Karbonhidrat kaynakları arasında tam tahıllar (kinoa, esmer pirinç, tam buğday ekmek) ve sebzeler yer alır. Protein kaynakları çeşitlidir (tavuk, somon, tofu). Sağlıklı yağlar badem ezmesi, avokado ve zeytinyağından sağlanır.

Mistral-7B: Karbonhidrat kaynakları geniş bir yelpazeye sahiptir (tatlı patates, siyah fasulye, tam tahıllı ekmek). Protein kaynakları (somon, tofu, tavuk) ve sebze-meyve

çeşitliliği oldukça zengindir. Sağlıklı yağlar (avokado, zeytinyağı, chia tohumu) dengeli şekilde yer alır.

Porsiyon Kontrolü ve Enerji Dengesi Sonuçları: GPT-4o porsiyon kontrolü ve enerji dengesi açısından daha dengelidir. GPT-4 de bu açıdan başarılıdır, ancak bazı öğünlerde sebze porsiyonlarının artırılması önerilir. GPT-3.5 ise porsiyon ve enerji dengesi açısından en zayıf listedir. Mistral-7B, açık kaynak LLM'ler arasında çeşitlilik açısından en zengin listedir ve farklı tatlar sunarak sürdürülebilirliği artırır. Gemma2-9B de çeşitlilik açısından başarılıdır. LLaMA 3.1-70B, çeşitlilik bakımından zayıftır ve geliştirilmesi gereklidir.

- Pratiklik ve Uygulanabilirlik Analizi:

GPT-3.5: Pratik seçenekler sunmasına rağmen (örneğin, pirinç veya sandviç), dengeli beslenme açısından zayıf olduğu için günlük ihtiyaçları karşılamada yetersiz kalabilir.

GPT-4: Genel olarak uygulanabilir bir yapıya sahiptir. Ancak bazı yemeklerin hazırlanması zaman alabilir (örneğin, somon veya tofu).

GPT-4o: Pratiklik ve dengeli beslenme açısından en uygun listedir. Smoothie'ler, kolay hazırlanan yemekler ve alternatifler sunar.

LLaMA 3.1-70B: Porsiyon büyüklükleri bazı öğünlerde yetersizdir. Protein miktarı çoğu öğünde düşüktür ve bu durum, kas gelişimini desteklemek isteyen bireyler için yetersiz olabilir.

Gemma2-9B: Günün tüm öğünlerinde dengeli porsiyon kontrolü sağlanmıştır. Ara öğünler dahil olmak üzere her öğün, enerji dengesi açısından yeterlidir. Uygulama kolaylığı yüksektir, ancak bazı yemeklerin hazırlanması (örneğin somon veya tofu) zaman alabilir.

Mistral-7B: Porsiyon büyüklükleri dengelidir. Hem kahvaltı hem de öğle-akşam yemekleri protein, karbonhidrat ve yağın dengeli bir kombinasyonunu sunar.

Pratiklik ve Uygulanabilirlik Sonuçları: GPT-4o porsiyon kontrolü ve enerji dengesi açısından daha dengelidir. GPT-4 de bu açıdan başarılıdır, ancak bazı öğünlerde sebze porsiyonlarının artırılması önerilir. GPT-3.5 ise porsiyon ve enerji dengesi açısından en zayıf listedir. Mistral-7B, porsiyon kontrolü ve uygulanabilirlik açısından açık kaynak LLM'lerden en uygun listedir. Gemma2-9B de bu açıdan başarılıdır ancak

hazırlanma süresi daha uzun olabilir. LLaMA 3.1-70B ise porsiyon kontrolü açısından en zayıf listedir.

- Sonuç ve Öneri:

En Dengeli Liste: GPT-4o, dengeli makro besin dağılımı, çeşitlilik, porsiyon kontrolü ve pratiklik açısından en iyi seçenektir. Hem enerji ihtiyacını karşılar, hem de uzun süreli tokluk sağlar.

GPT-4 Listesi: GPT-4o listesine çok yakın bir performans sergiler. Ancak sebze miktarlarının artırılmasıyla daha da dengeli hale getirilebilir.

GPT-3.5 Listesi: Düşük enerji içeriği ve sınırlı çeşitlilik nedeniyle en zayıf listedir. Öğünlerde karbonhidrat ve protein miktarlarının artırılması önerilir.

LLaMA 3.1-70B: Çeşitlilik ve porsiyon büyüklükleri yetersiz olduğu için uzun vadede sürdürülebilirliği düşüktür.

Gemma2-9B: Dengeli makro besin dağılımı ve çeşitlilik sayesinde sürdürülebilir bir yapı sunar. Ancak yoğun bir yaşam temposuna sahip bireyler için uygulama süresi zorlayıcı olabilir.

Mistral-7B: Çeşitlilik, porsiyon kontrolü ve kolay uygulanabilirlik sayesinde en sürdürülebilir listedir. Özellikle farklı damak tatlarına hitap eden öğünleri içerir.

En Dengeli Açık Kaynak LLM: Mistral-7B, makro besin dağılımı, çeşitlilik, porsiyon kontrolü ve uygulama kolaylığı açısından en dengeli listedir. Günlük enerji ihtiyacını karşılar, bireyin damak tadına uygun seçenekler sunar ve uzun vadede sürdürülebilir bir yapıya sahiptir.

Gemma2-9B: Dengeli beslenme prensiplerine yakındır ancak çeşitlilik açısından zayıftır.

LLaMA 3.1-70B: Protein eksikliği ve sınırlı çeşitlilik nedeniyle dengeli bir yapı sunmamakta ve geliştirilmesi gerekmektedir.

3.2.2. Kadın, Hafif Egzersiz, Ketojenik Beslenme, Haftada Yarım Kilo Kaybı Hedef

İstem:

Please create me a daily nutrition and diet plan according to the given information and according to USDA data set, with portions and with their alternatives:

- Preferred Diet Plan: Keto - Low Carbs
- Prefer to Eat: Avocado, pineapple, ginger, pomegranate
- Prefer Not to Eat: shellfish, pork
- Food Allergies: no allergies

Please follow the requirements exactly as following daily macronutrient and energy intake informations:

Protein: 106 g

Carbs: 18 g

Fat: 107 g

Sugar: 18 g

Saturated Fat: 11 g

Energy: 1466 kcal

Çıktı:

GPT – 3.5	<p>Based on your preferences and dietary requirements, here's a personalized daily nutrition and diet plan for you:</p> <p>Breakfast:</p> <p>- Option 1: Avocado and Spinach Omelette (2 eggs, 1/2 avocado, 1 cup of spinach) cooked in 1 tbsp of olive oil</p> <p>Total Nutritional Information:</p> <p>Protein: 20g</p> <p>Carbs: 9g</p> <p>Fat: 32g</p> <p>Sugar: 2g</p> <p>Saturated Fat: 7g</p> <p>Energy: 415 kcal</p> <p>Snack:</p> <p>- Option 1: Pomegranate seeds (1 cup)</p> <p>Total Nutritional Information:</p> <p>Protein: 3g</p> <p>Carbs: 24g</p>
-----------	--

	<p>Fat: 1g</p> <p>Sugar: 18g</p> <p>Saturated Fat: 0g</p> <p>Energy: 144 kcal</p> <p>Lunch:</p> <p>- Option 1: Grilled Chicken Salad with Avocado (150g grilled chicken breast, 1/2 avocado, mixed greens, cucumber, and lemon vinaigrette)</p> <p>Total Nutritional Information:</p> <p>Protein: 40g</p> <p>Carbs: 7g</p> <p>Fat: 20g</p> <p>Sugar: 3g</p> <p>Saturated Fat: 3g</p> <p>Energy: 420 kcal</p> <p>Snack:</p> <p>- Option 4: Pineapple and Cottage Cheese (1/2 cup of pineapple chunks with 100g of cottage cheese)</p> <p>Total Nutritional Information:</p> <p>Protein: 14g</p> <p>Carbs: 13g</p> <p>Fat: 5g</p> <p>Sugar: 12g</p> <p>Saturated Fat: 3g</p> <p>Energy: 180 kcal</p> <p>Dinner:</p> <p>- Option 2: Grilled Salmon with Steamed Broccoli (150g salmon fillet, 1 cup of steamed broccoli, seasoned with ginger and lemon)</p> <p>Total Nutritional Information:</p> <p>Protein: 32g</p> <p>Carbs: 6g</p> <p>Fat: 20g</p> <p>Sugar: 3g</p> <p>Saturated Fat: 3g</p> <p>Energy: 347 kcal</p> <p>Total Calories ve Macronutrients:</p> <p>Total Calories: 1506 kcal</p> <p>Total Protein: 109g</p> <p>Total Carbs: 59g</p> <p>Total Fat: 77g</p> <p>Total Sugar: 38g</p> <p>Total Saturated Fat: 16g</p> <p>This personalized daily nutrition plan aligns with your preferences and meets your specified macronutrient and energy intake requirements.</p>
--	---

<p>GPT – 4</p>	<p>Sure, here is your personalized daily diet plan based on the provided inputs:</p> <p>Breakfast Options:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Avocado Egg Bake: 1 medium avocado, 2 eggs (Protein: 12g, Carbs: 9g, Fat: 29g, Sugar: 1g, Saturated Fat: 6g, Calories: 322 kcal) 2. Keto Smoothie: 1 cup unsweetened almond milk, 1/2 medium avocado, 1 scoop protein powder, 1 tsp ginger (Protein: 20g, Carbs: 4g, Fat: 15g, Sugar: 1g, Saturated Fat: 2g, Calories: 230 kcal) <p>Snack Options:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 1/4 cup of pomegranate seeds (Protein: 1g, Carbs: 5g, Fat: 0g, Sugar: 5g, Saturated Fat: 0g, Calories: 24 kcal) 2. 1/2 cup of pineapple chunks (Protein: 0.5g, Carbs: 7.5g, Fat: 0g, Sugar: 7.5g, Saturated Fat: 0g, Calories: 30 kcal) <p>Lunch Options:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Grilled Chicken Salad: 150g grilled chicken breast, 2 cups mixed greens, 1/2 medium avocado, 1 tbsp olive oil dressing (Protein: 35g, Carbs: 8g, Fat: 23g, Sugar: 2g, Saturated Fat: 3g, Calories: 350 kcal) 2. Beef Stir Fry: 150g beef strips, 1 cup mixed vegetables, 1 tbsp coconut oil, 1 tsp ginger (Protein: 30g, Carbs: 10g, Fat: 20g, Sugar: 5g, Saturated Fat: 10g, Calories: 310 kcal) <p>Snack Options:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 1/4 cup of almonds (Protein: 6g, Carbs: 6g, Fat: 14g, Sugar: 1g, Saturated Fat: 1g, Calories: 160 kcal) 2. 1 medium cucumber (Protein: 1g, Carbs: 4g, Fat: 0g, Sugar: 2g, Saturated Fat: 0g, Calories: 16 kcal) <p>Dinner Options:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Salmon Fillet: 200g salmon fillet, 1 cup steamed broccoli, 1 tbsp olive oil (Protein: 40g, Carbs: 6g, Fat: 27g, Sugar: 2g, Saturated Fat: 4g, Calories: 390 kcal) 2. Beef Steak: 200g beef steak, 1 cup steamed green beans, 1 tbsp butter (Protein: 45g, Carbs: 7g, Fat: 23g, Sugar: 3g, Saturated Fat: 10g, Calories: 380 kcal) <p>Total Calories ve Macronutrients:</p> <p>Total Calories: 1466 kcal</p> <p>Total Protein: 106 g</p> <p>Total Carbs: 18 g</p> <p>Total Fat: 107 g</p> <p>Total Sugar: 18 g</p> <p>Total Saturated Fat: 11 g</p> <p>Please contact your specialized dietitian for a more detailed check.</p>
<p>GPT – 4o</p>	<p>Here is a personalized daily keto diet plan based on your preferences and nutritional requirements. Each meal option includes portion sizes and alternatives to help you meet your daily macronutrient and energy intake goals.</p> <p>### Breakfast Options:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. **Breakfast Option 1**: <ul style="list-style-type: none"> - 2 scrambled eggs cooked in 1 tablespoon of olive oil - 1/2 avocado - 1 tablespoon of chia seeds - Total: 25g protein, 10g carbs, 35g fat, 2g sugar, 3g saturated fat, 450 kcal 2. **Breakfast Option 2**: <ul style="list-style-type: none"> - 3 tablespoons of almond butter - 1/2 cup of unsweetened almond milk - 1/4 cup of fresh pineapple

	<ul style="list-style-type: none"> - Total: 20g protein, 8g carbs, 30g fat, 6g sugar, 2g saturated fat, 400 kcal
	<p>3. Breakfast Option 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3 tablespoons of Greek yogurt (full-fat) - 1/4 cup of pomegranate seeds - 1 tablespoon of flaxseeds - Total: 18g protein, 12g carbs, 25g fat, 8g sugar, 3g saturated fat, 350 kcal
	<p>4. Breakfast Option 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 boiled eggs - 1/2 avocado - 1 tablespoon of coconut oil - Total: 22g protein, 7g carbs, 40g fat, 1g sugar, 4g saturated fat, 500 kcal
	<p>5. Breakfast Option 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 cup of spinach sautéed in 1 tablespoon of butter - 1/2 avocado - 1 tablespoon of hemp seeds - Total: 21g protein, 9g carbs, 32g fat, 1g sugar, 2g saturated fat, 420 kcal
	<p>### Snack Options (Optional):</p>
	<p>1. Snack Option 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1/4 cup of macadamia nuts - Total: 2g protein, 4g carbs, 24g fat, 1g sugar, 3g saturated fat, 240 kcal
	<p>2. Snack Option 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1/4 cup of walnuts - Total: 5g protein, 4g carbs, 20g fat, 1g sugar, 2g saturated fat, 200 kcal
	<p>3. Snack Option 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1/4 cup of almonds - Total: 6g protein, 6g carbs, 14g fat, 1g sugar, 1g saturated fat, 170 kcal
	<p>### Lunch Options:</p>
	<p>1. Lunch Option 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 150g grilled chicken breast - 1 cup of mixed greens with 2 tablespoons of olive oil dressing - Total: 40g protein, 5g carbs, 28g fat, 2g sugar, 4g saturated fat, 450 kcal
	<p>2. Lunch Option 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 150g turkey breast - 1/2 avocado - 1 cup of zucchini noodles with 1 tablespoon of pesto - Total: 38g protein, 8g carbs, 30g fat, 3g sugar, 3g saturated fat, 480 kcal
	<p>3. Lunch Option 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 150g grilled tofu - 1 cup of kale with 2 tablespoons of sesame oil dressing - Total: 35g protein, 10g carbs, 32g fat, 2g sugar, 2g saturated fat, 460 kcal
	<p>4. Lunch Option 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 150g grilled salmon - 1 cup of broccoli with 1 tablespoon of butter - Total: 42g protein, 6g carbs, 34g fat, 1g sugar, 5g saturated fat, 500 kcal
	<p>5. Lunch Option 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 150g beef steak - 1 cup of spinach with 2 tablespoons of olive oil - Total: 45g protein, 4g carbs, 36g fat, 1g sugar, 6g saturated fat, 550 kcal

	<p>### Snack Options (Optional):</p> <ol style="list-style-type: none"> Snack Option 4: <ul style="list-style-type: none"> 1/4 cup of pecans Total: 3g protein, 4g carbs, 20g fat, 1g sugar, 2g saturated fat, 200 kcal Snack Option 5: <ul style="list-style-type: none"> 1/4 cup of pumpkin seeds Total: 9g protein, 5g carbs, 14g fat, 1g sugar, 3g saturated fat, 180 kcal Snack Option 6: <ul style="list-style-type: none"> 1/4 cup of sunflower seeds Total: 7g protein, 5g carbs, 16g fat, 1g sugar, 2g saturated fat, 190 kcal <p>### Dinner Options:</p> <ol style="list-style-type: none"> Dinner Option 1: <ul style="list-style-type: none"> 200g grilled chicken thighs 1 serving of roasted Brussels sprouts with 1 tablespoon of olive oil Total: 45g protein, 8g carbs, 40g fat, 2g sugar, 5g saturated fat, 600 kcal Dinner Option 2: <ul style="list-style-type: none"> 200g baked cod 1 serving of asparagus with 1 tablespoon of butter Total: 42g protein, 6g carbs, 35g fat, 1g sugar, 4g saturated fat, 550 kcal Dinner Option 3: <ul style="list-style-type: none"> 200g grilled lamb chops 1 serving of cauliflower mash with 1 tablespoon of cream Total: 48g protein, 7g carbs, 45g fat, 2g sugar, 6g saturated fat, 650 kcal Dinner Option 4: <ul style="list-style-type: none"> 200g grilled beef steak 1 serving of sautéed mushrooms with 1 tablespoon of olive oil Total: 50g protein, 5g carbs, 38g fat, 1g sugar, 5g saturated fat, 600 kcal Dinner Option 5: <ul style="list-style-type: none"> 200g baked chicken breast 1 serving of green beans with 1 tablespoon of butter Total: 46g protein, 6g carbs, 32g fat, 1g sugar, 4g saturated fat, 550 kcal <p>### Total Calories ve Macronutrients:</p> <ul style="list-style-type: none"> Total Calories: Approximately 1466 kcal Protein: 106g Carbs: 18g Fat: 107g Sugar: 18g Saturated Fat: 11g <p>Please adjust the portion sizes and combinations to meet your specific daily nutritional goals. Consult with a specialized dietitian for a more detailed and personalized plan.</p>
LLaMA 3.1 – 70B	<p>Here is a personalized daily keto diet plan with low carbs, incorporating your preferred foods and avoiding shellfish and pork:</p> <p>Breakfast Options</p> <ol style="list-style-type: none"> Avocado and Bacon Omelette <ul style="list-style-type: none"> * 2 large eggs (140 calories, 12g protein, 0g carbs, 10g fat) * 1/4 avocado, sliced (110 calories, 1g protein, 2g carbs, 10g fat) * 2 slices of cooked bacon (120 calories, 10g protein, 0g carbs, 9g fat)

Total: 370 calories, 23g protein, 2g carbs, 29g fat

2. ****Keto Coffee with Coconut Oil and Heavy Cream****

* 1 cup strong brewed coffee (0 calories, 0g protein, 0g carbs, 0g fat)

* 1 tablespoon coconut oil (120 calories, 0g protein, 0g carbs, 14g fat)

* 1 tablespoon heavy cream (50 calories, 1g protein, 1g carb, 5g fat)

Total: 170 calories, 1g protein, 1g carb, 19g fat

3. ****Spinach and Feta Scrambled Eggs****

* 2 large eggs (140 calories, 12g protein, 0g carbs, 10g fat)

* 1/4 cup chopped fresh spinach (20 calories, 3g protein, 1g carb, 0g fat)

* 1 tablespoon crumbled feta cheese (50 calories, 4g protein, 1g carb, 4g fat)

Total: 210 calories, 19g protein, 2g carbs, 14g fat

****Snack Options****

1. ****Pineapple and Macadamia Nuts****

* 1/2 cup pineapple chunks (60 calories, 1g protein, 15g carbs, 0g fat)

* 1 ounce macadamia nuts (170 calories, 2g protein, 4g carbs, 21g fat)

Total: 230 calories, 3g protein, 19g carbs, 21g fat

2. ****Cucumber Slices with Ginger****

* 4 slices of cucumber (16 calories, 1g protein, 4g carbs, 0g fat)

* 1-inch piece of fresh ginger (10 calories, 0g protein, 2g carbs, 0g fat)

Total: 26 calories, 1g protein, 6g carbs, 0g fat

****Lunch Options****

1. ****Grilled Chicken Breast with Avocado Salsa****

* 4 ounces grilled chicken breast (120 calories, 30g protein, 0g carbs, 3g fat)

* 1/2 avocado, diced (110 calories, 1g protein, 2g carbs, 10g fat)

* 1/4 cup chopped fresh cilantro (20 calories, 1g protein, 1g carb, 0g fat)

* 1 lime, juiced (20 calories, 0g protein, 5g carbs, 0g fat)

Total: 270 calories, 32g protein, 8g carbs, 13g fat

2. ****Keto Cobb Salad****

* 4 ounces grilled chicken breast (120 calories, 30g protein, 0g carbs, 3g fat)

* 1 cup mixed greens (20 calories, 2g protein, 5g carbs, 0g fat)

* 1/2 cup chopped bacon (100 calories, 10g protein, 0g carbs, 9g fat)

* 1/4 cup chopped avocado (110 calories, 1g protein, 2g carbs, 10g fat)

Total: 350 calories, 43g protein, 7g carbs, 22g fat

****Snack Options****

1. ****Pomegranate Seeds****

* 1/2 cup pomegranate seeds (100 calories, 2g protein, 20g carbs, 0g fat)

Total: 100 calories, 2g protein, 20g carbs, 0g fat

2. ****Celery Sticks with Almond Butter****

* 4 celery sticks (16 calories, 1g protein, 3g carbs, 0g fat)

* 2 tablespoons almond butter (190 calories, 4g protein, 8g carbs, 18g fat)

Total: 206 calories, 5g protein, 11g carbs, 18g fat

****Dinner Options****

1. ****Baked Salmon with Zucchini and Cherry Tomatoes****

* 6 ounces baked salmon (210 calories, 35g protein, 0g carbs, 12g fat)

* 1 medium zucchini (25 calories, 2g protein, 4g carbs, 0g fat)

* 1/2 cup cherry tomatoes (20 calories, 1g protein, 4g carbs, 0g fat)

Total: 255 calories, 38g protein, 8g carbs, 12g fat

2. ****Grilled Steak with Roasted Broccoli****

	<ul style="list-style-type: none"> * 6 ounces grilled steak (300 calories, 35g protein, 0g carbs, 15g fat) * 1 cup roasted broccoli (55 calories, 4g protein, 10g carbs, 0g fat) <p>Total: 355 calories, 39g protein, 10g carbs, 15g fat</p> <p>**Total Daily Intake**</p> <ul style="list-style-type: none"> * Calories: 1466 * Protein: 106g * Carbs: 18g * Fat: 107g * Sugar: 18g * Saturated Fat: 11g
Gemma2 – 9B	<p>## Your Personalized Keto Diet Plan (1466kcal, 106g Protein, 18g Carbs, 107g Fat)</p> <p>This plan incorporates your preferences for avocado, pineapple, ginger, and pomegranate while avoiding shellfish and pork. Remember to adjust portion sizes based on your individual needs and activity level. Consult with a registered dietitian or nutritionist for personalized guidance.</p> <p>**Breakfast (420kcal, 31g Protein, 5g Carbs, 27g Fat)**</p> <p>***Option:** Scrambled Eggs with Avocado and Pineapple Salsa</p> <ul style="list-style-type: none"> * 3 large eggs scrambled with 1/4 cup chopped spinach * 1/2 avocado sliced * 1/4 cup diced pineapple mixed with 1 tbsp chopped red onion and a squeeze of lime juice <p>**Snack (150kcal, 10g Protein, 3g Carbs, 11g Fat)**</p> <p>***Option:** Almond Butter ve Pomegranate Seeds</p> <ul style="list-style-type: none"> * 2 tablespoons almond butter * 1/4 cup pomegranate seeds <p>**Lunch (480kcal, 39g Protein, 5g Carbs, 36g Fat)**</p> <p>***Option:** Grilled Chicken Salad with Avocado Dressing</p> <ul style="list-style-type: none"> * 150g grilled chicken breast * 2 cups mixed greens * 1/2 avocado mashed with 1 tbsp lemon juice and a pinch of salt for dressing * 1/4 cup chopped cucumber and bell pepper <p>**Snack (Optional - 100kcal, 8g Protein, 2g Carbs, 7g Fat)**</p> <p>***Option:** Hard-boiled Egg with Ginger ve Sea Salt</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 hard-boiled egg sprinkled with a pinch of ginger powder and sea salt <p>**Dinner (316kcal, 28g Protein, 5g Carbs, 23g Fat)**</p> <p>***Option:** Salmon with Roasted Broccoli and Cauliflower</p> <ul style="list-style-type: none"> * 200g baked salmon fillet seasoned with lemon juice and herbs * 1 cup roasted broccoli florets * 1/2 cup roasted cauliflower florets <p>**Total Calories ve Macronutrients:**</p> <ul style="list-style-type: none"> * Total Calories: 1466 kcal * Protein: 106 g * Carbs: 18 g * Fat: 107 g * Sugar: 18 g * Saturated Fat: 11 g <p>**Important Notes:**</p> <ul style="list-style-type: none"> * This plan is a suggestion and may need to be adjusted based on your individual needs and preferences.

	<p>* Drink plenty of water throughout the day.</p> <p>* Listen to your body and adjust portion sizes as needed.</p> <p>* Consult with a registered dietitian or nutritionist for personalized guidance.</p>
Mistral – 7B	<p>Here is a daily nutrition and diet plan based on your preferences and macronutrient requirements. Please note that this plan should be used as a guide and you should consult with a specialized dietitian for a more detailed check.</p> <p>**Breakfast:**</p> <ul style="list-style-type: none"> - Option 1: Keto Avocado Toast (2 slices of low-carb bread, 1/2 medium avocado, 1 egg) - Total Carbs: 8g, Protein: 14g, Fat: 39g, Sugar: 0g - Option 2: Keto Scramble (3 eggs, 1 cup of spinach, 1 oz. cheddar cheese, 1/2 medium avocado) - Total Carbs: 3g, Protein: 24g, Fat: 50g, Sugar: 0g - Option 3: Keto Smoothie (1 cup unsweetened almond milk, 1 scoop of keto protein powder, 1/2 medium avocado, 1 tbsp. coconut oil) - Total Carbs: 7g, Protein: 30g, Fat: 65g, Sugar: 0g - Option 4 (Alternative): Keto Pineapple Smoothie (1 cup unsweetened almond milk, 1 scoop of keto protein powder, 1/2 cup pineapple) - Total Carbs: 13g, Protein: 30g, Fat: 65g, Sugar: 9g - Option 5 (Alternative): Keto Ginger Green Smoothie (1 cup unsweetened almond milk, 1 scoop of keto protein powder, 1/2 inch ginger root, 1 cup spinach) - Total Carbs: 4g, Protein: 30g, Fat: 65g, Sugar: 0g <p>**Snack (Optional):**</p> <ul style="list-style-type: none"> - Option 4: Keto Pomegranate Bites (1/2 cup pomegranate seeds) - Total Carbs: 7g, Protein: 0g, Fat: 0g, Sugar: 5g - Option 5: Keto Almonds (1 oz. almonds) - Total Carbs: 3g, Protein: 4g, Fat: 9g, Sugar: 0g - Option 6 (Alternative): Keto Cucumber Bites with Feta Cheese (1/2 medium cucumber, 2 oz. feta cheese) - Total Carbs: 3g, Protein: 14g, Fat: 25g, Sugar: 0g <p>**Lunch:**</p> <ul style="list-style-type: none"> - Option 1: Keto Grilled Chicken Salad (6 oz. grilled chicken breast, 2 cups mixed greens, 1/2 cup cherry tomatoes, 1/4 avocado, 2 tbsp. olive oil vinaigrette) - Total Carbs: 7g, Protein: 58g, Fat: 69g, Sugar: 3g - Option 2 (Alternative): Keto Cobb Salad (6 oz. grilled salmon, 2 cups mixed greens, 1/2 cup cherry tomatoes, 1/4 avocado, 2 tbsp. blue cheese dressing) - Total Carbs: 7g, Protein: 58g, Fat: 69g, Sugar: 3g - Option 3 (Alternative): Keto Broccoli and Cheese Soup (1 cup cooked broccoli, 1 oz. cheddar cheese, 1 cup chicken bone broth) - Total Carbs: 5g, Protein: 12g, Fat: 60g, Sugar: 1g - Option 4 (Alternative): Keto Caprese Salad (6 oz. mozzarella cheese, 1 cup cherry tomatoes, 1/4 avocado, 2 tbsp. olive oil) - Total Carbs: 7g, Protein: 30g, Fat: 85g, Sugar: 5g - Option 5 (Alternative): Keto Shrimp Salad (6 oz. cooked shrimp, 2 cups mixed greens, 1/2 cup cherry tomatoes, 1/4 avocado, 2 tbsp. olive oil vinaigrette) - Total Carbs: 7g, Protein: 58g, Fat: 69g, Sugar: 3g <p>**Snack (Optional):**</p> <ul style="list-style-type: none"> - Option 4: Keto Pomegranate Bites (1/2 cup pomegranate seeds) - Total Carbs: 7g, Protein: 0g, Fat: 0g, Sugar: 5g - Option 5: Keto Almonds (1 oz. almonds) - Total Carbs: 3g, Protein: 4g, Fat: 9g, Sugar: 0g - Option 6 (Alternative): Keto Cucumber Bites with Feta Cheese (1/2 medium cucumber, 2 oz. feta cheese) - Total Carbs: 3g, Protein: 14g, Fat: 25g, Sugar: 0g <p>**Dinner:**</p> <ul style="list-style-type: none"> - Option 1: Keto Steak and Asparagus (6 oz. steak, 1 cup cooked asparagus, 1 tbsp. olive oil) - Total Carbs: 4g, Protein: 58g, Fat: 70g, Sugar: 1g

	<p>- Option 2 (Alternative): Keto Pork Chops with Brussels Sprouts (6 oz. pork chops, 1 cup cooked Brussels sprouts, 1 tbsp. olive oil) - Total Carbs: 8g, Protein: 58g, Fat: 70g, Sugar: 2g</p> <p>- Option 3 (Alternative): Keto Salmon with Roasted Vegetables (6 oz. salmon fillet, 1 cup roasted mixed vegetables, 1 tbsp. olive oil) - Total Carbs: 8g, Protein: 58g, Fat: 70g, Sugar: 2g</p> <p>- Option 4 (Alternative): Keto Chicken Thighs with Green Beans (6 oz. chicken thighs, 1 cup cooked green beans, 1 tbsp. olive oil) - Total Carbs: 8g, Protein: 58g, Fat: 70g, Sugar: 2g</p> <p>- Option 5 (Alternative): Keto Beef Stroganoff (6 oz. beef strips, 1 cup cooked cauliflower rice, 2 tbsp. sour cream) - Total Carbs: 8g, Protein: 58g, Fat: 70g, Sugar: 2g</p> <p>**Total:**</p> <p>- Calories: Approximately 2,300 calories</p> <p>- Carbohydrates: Approximately 64 grams</p> <p>- Protein: Approximately 318 grams</p> <p>- Fat: Approximately 159 grams</p> <p>- Sugar: Approximately 20 grams</p>
--	--

Bu vakada, bireyin kilo kaybını hedeflediği ve ketojenik diyet tercih ettiği anlaşılmaktadır. Hafif egzersiz ile artan enerji harcaması dikkate alınarak düşük karbonhidratlı, yüksek yağ içerikli bir diyet planlanmıştır. Ketojenik beslenme, vücudun yağ kullanımını artırarak kilo kaybını desteklemeyi amaçlar. Haftada yarım kilo kayıp hedefi doğrultusunda günlük enerji alımı kontrollü bir şekilde azaltılmış ve diyetin sağlıklı yağ kaynakları ve yeterli protein içermesine özen gösterilmiştir. Bu yaklaşım, hem kilo kaybını hem de sağlıklı yaşam alışkanlıklarını desteklemektedir.

- Makro Besin Dağılımı Analizi:

GPT-3.5: Protein ve yağ kaynağı dengeli ancak karbonhidrat oranı beklenildiği gibi oldukça düşük. Ketojenik bir liste mevcut.

GPT-4: Protein miktarı dengededir. Toplam karbonhidrat 18 gram ultra ketojenik diyet planı hazırlamıştır. Karbonhidrattan alınamayan enerji, yağdan alınmak istenmiştir. Karbonhidrat miktarı kontrollü bir şekilde artırılabilir.

GPT-4o: GPT-4 ile makro besin dağılımı benzerdir.

LLaMA 3.1-70B: GPT-4 ve GPT-4o ile benzer makro besin değerlerine sahiptir.

Gemma2-9B: Protein ağırlıklı ve yağ açısından destekleyici bir liste oluşturmuştur. Karbonhidrat miktarı ketojenik diyete uygundur.

Mistral-7B: Makro besin dağılımı hedeflenen istem miktarından tamamen saptmıştır, protein miktarı yaklaşık 160 gram olması gerekirken 2 katı olarak belirtilmiştir. Verilen öğünlerdeki yağ miktarı, hesaplanan yağ miktarından çok çok fazladır, yanlış

hesaplama mevcuttur. Karbonhidrat miktarı doğru verilerde hesaplanmış ancak istemde beklenen ketojenik karbonhidrat miktarına uygun hesaplanmamıştır.

- Çeşitlilik Analizi:

GPT-3.5: Lif açısından daha da destekleyici çeşitli sebzeler eklenebilir.

GPT-4: Sebze ve karbonhidrat çeşitliliği ve miktarı artırılabilir.

GPT-4o: GPT-4 e göre daha fazla protein, yağ ve sebze çeşitliliği vardır. Yemeklere eklenecek olan yağ miktarları açıkça belirtilerek liste hazırlanmıştır.

LLaMA 3.1-70B: Çeşitlilik açısından yeterlidir, protein ve sağlıklı yağ oranı mevcuttur. Lif açısından desteklenebilir.

Gemma2-9B: Karbonhidrat ve lif alımı düşüktür, lif alımını arttırmak için sebzeler eklenebilir, çeşitlilik yeterli değildir.

Mistral-7B: Çeşitlilik açısından öğünlerde zengin seçenekler mevcuttur. Akşam yemeğinde lif oranı daha da artırılabilir, diğer öğünlerde lif oranı dengelidir.

- Porsiyon Kontrolü ve Enerji Dengesi Analizi:

GPT-3.5, GPT-4: Günlük alması gereken enerjiye çok yakın miktarda kalori değeri mevcuttur, 500 kalorilik açık araçta belirtildiği gibi uygulanmıştır.

GPT-4o: Ketojenik diyeteye uygun olarak karbonhidrat, yağ ve protein içeriği en dengeli listedir.

LLaMA 3.1-70B: Günlük toplam kalori hedefine uygundur, porsiyonlar detaylandırılmıştır.

Gemma2-9B: Enerji dengesi öğünlere dengeli şekilde yapılmıştır.

Mistral-7B: Öğünler kendi içinde değerlendirildiğinde enerji dengesi ketojenik diyeteye uygundur, ancak toplam enerji hesaplanırken istemde belirtilen veriye göre ciddi bir sapma mevcuttur.

- Pratiklik ve Uygulanabilirlik Analizi:

GPT-3.5: Malzemeler kolay bulunur ve hazırlanışı basittir, günlük kullanımda Pratik bir seçenektir. Uzun vadede sürekli tüketilebilir, ancak karbonhidrat eksikliği nedeni ile yorgunluk yaratabilir, çeşitlendirerek sürdürülebilir hale getirilebilir.

GPT-4: Teorikte istenen %5 karbonhidrat miktarına uygundur, ancak pratikte günlük hayatta, uzun vadede kronik yorgunlukla beraber doku ve organ hasarına sebep olabilecek düzeyde karbonhidrat miktarı uygulanabilir ve sürdürülebilir değildir.

GPT-4o: Önceden hazırlık gerekebilir, fırında pişirme süreleri mevcuttur. Önceden hazırlık yapılarak Pratik hale getirilebilir.

LLaMA 3.1-70B: GPT-4o gibi önceden hazırlık gerektiren bir liste mevcuttur. Önceden hazırlandığı takdirde Pratik hale getirilebilir.

Gemma2-9B: Günlük hayatta hazırlaması kolay bir liste mevcuttur, ancak uzun vadede enerji yorgunluğuna sebep olabileceği için uygulanabilirliği yeterli değildir.

Mistral-7B: Hazırlama süresi kısa ve malzemeler kolayca bulunabilir. Smoothie seçenekleri günlük yaşam uygundur, ancak tam öğünler daha doyurucu ve sürdürülebilirdir.

- Sonuç ve Öneri:

Ketojenik diyet, günlük hayatta düşük karbonhidrat alımı ile insülin seviyelerini düşürerek yağ yakımını artırır. Yüksek yağ ve protein tüketimi tokluk hissini destekler. Diyabet veya insülin direnci olanlarda faydalıdır. Ketozis sürecinde zihinsel berraklık artabilir. Yüksek yağ ve protein tüketimi tokluk hissini destekler. Diyabet veya insülin direnci olanlarda faydalıdır. Ketozis sürecinde zihinsel berraklık artabilir. Ketojenik diyet kısa vadede etkili olsa da uzun vadede sürdürülebilir bir beslenme planına dönüştürülmelidir.

Ketojenik beslenme planı, uzun vadede sürdürülebilir değildir ve kesinlikle bir uzman kontrolünde gerçekleşmesi gerekmektedir. Literatür ketojenik diyetin maksimum 2 hafta uygulanması gerektiğini aynı şekilde gerçek hayatta da bu şekilde uygulanması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu sebepten dolayı, 2 haftalık bir ketojenik uygulama sonrası normal dengeli ya da diyetisyen eşliğinde kişiye özel beslenme planı ile devam edilmelidir.

Verilen isteme göre istenilen çıktı, en uygun GPT-4o modelinde gözlemlenmiştir.

3.2.3. Erkek, Ekstrem Egzersiz, Yüksek Protein Beslenme, Haftada Çeyrek Kilo Alım Hedef

İstem:

Please create me a daily nutrition and diet plan according to the given information and according to USDA data set, with portions and with their alternatives:

- Preferred Diet Plan: High Protein
- Prefer to Eat: Egg, Chicken
- Prefer Not to Eat: Pork
- Food Allergies: Hazelnut

Please follow the requirements exactly as following daily macronutrient and energy intake informations:

Protein: 267 g

Carbs: 534 g

Fat: 119 g

Sugar: 53 g

Saturated Fat: 33 g

Energy: 4273 kcal

Çıktı:

GPT – 3.5	<p>Based on your preferences and nutritional requirements, here's a personalized daily diet plan for you:</p> <p>Breakfast:</p> <p>Option 1:</p> <ul style="list-style-type: none">- 3 scrambled eggs (21g protein, 1g carbs, 15g fat)- 2 slices of whole grain toast (8g protein, 30g carbs, 2g fat)- 1 avocado (4g protein, 12g carbs, 21g fat) <p>Total: 33g protein, 43g carbs, 38g fat</p> <p>Snack:</p> <p>Option 1:</p> <ul style="list-style-type: none">- Greek yogurt with mixed berries (20g protein, 30g carbs, 0g fat) <p>Total: 20g protein, 30g carbs, 0g fat</p> <p>Lunch:</p> <p>Option 1:</p> <ul style="list-style-type: none">- Grilled chicken breast (150g) (53g protein, 0g carbs, 6g fat)- Quinoa (1 cup) (8g protein, 39g carbs, 4g fat)- Steamed broccoli (1 cup) (2g protein, 6g carbs, 0g fat)
-----------	--

	<p>Total: 63g protein, 45g carbs, 10g fat</p> <p>Snack:</p> <p>Option 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protein shake with almond milk (25g protein, 6g carbs, 3g fat) <p>Total: 25g protein, 6g carbs, 3g fat</p> <p>Dinner:</p> <p>Option 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grilled salmon fillet (200g) (46g protein, 0g carbs, 20g fat) - Quinoa (1 cup) (8g protein, 39g carbs, 4g fat) - Asparagus (1 cup) (3g protein, 5g carbs, 0g fat) <p>Total: 57g protein, 44g carbs, 24g fat</p> <p>Total Calories ve Macronutrients:</p> <p>Total Calories: Approximately 2150 kcal</p> <p>Total Macronutrients:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protein: 198g - Carbs: 168g - Fat: 75g - Sugar: 35g - Saturated Fat: 19g <p>Please note that the portion sizes and alternatives are based on USDA data and can be adjusted according to your specific preferences and dietary needs.</p>
<p>GPT – 4</p>	<p>Sure, here is your personalized daily diet plan based on your preferences and nutritional needs:</p> <p>Breakfast options:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Option 1: 3 boiled eggs, 1 cup of cooked quinoa, 1 medium banana (Protein: 22g, Carbs: 60g, Fat: 15g, Sugar: 14g, Saturated Fat: 5g, Calories: 450 kcal) 2. Option 2: 1 cup of Greek yogurt, 1 cup of mixed berries, 2 tablespoons of chia seeds (Protein: 18g, Carbs: 30g, Fat: 8g, Sugar: 15g, Saturated Fat: 3g, Calories: 250 kcal) <p>Snack options:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Option 1: 1 cup of cottage cheese, 1 medium apple (Protein: 28g, Carbs: 25g, Fat: 2g, Sugar: 18g, Saturated Fat: 1g, Calories: 200 kcal) 2. Option 2: 1 protein bar (Protein: 20g, Carbs: 25g, Fat: 9g, Sugar: 2g, Saturated Fat: 3g, Calories: 220 kcal) <p>Lunch options:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Option 1: 200g grilled chicken breast, 2 cups of brown rice, mixed salad with 2 tablespoons of olive oil dressing (Protein: 65g, Carbs: 90g, Fat: 14g, Sugar: 3g, Saturated Fat: 2g, Calories: 700 kcal) 2. Option 2: 1 cup of lentils, 1 cup of cooked quinoa, mixed vegetables with 2 tablespoons of vinaigrette (Protein: 30g, Carbs: 80g, Fat: 10g, Sugar: 8g, Saturated Fat: 1g, Calories: 500 kcal) <p>Snack options:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Option 1: 1 cup of Greek yogurt, 1 tablespoon of honey, 1 tablespoon of flaxseeds (Protein: 18g, Carbs: 20g, Fat: 5g, Sugar: 17g, Saturated Fat: 2g, Calories: 200 kcal) 2. Option 2: 1 cup of mixed nuts (Protein: 20g, Carbs: 30g, Fat: 50g, Sugar: 5g, Saturated Fat: 7g, Calories: 600 kcal) <p>Dinner options:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Option 1: 200g salmon fillet, 1 serving of steamed broccoli, 1 medium baked sweet potato (Protein: 45g, Carbs: 40g, Fat: 20g, Sugar: 6g, Saturated Fat: 4g, Calories: 500 kcal)

	<p>2. Option 2: 200g grilled chicken, 1 cup of cooked quinoa, mixed vegetables with 2 tablespoons of olive oil dressing (Protein: 60g, Carbs: 40g, Fat: 14g, Sugar: 3g, Saturated Fat: 2g, Calories: 600 kcal)</p> <p>Total Calories ve Macronutrients:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Total Protein: 267g - Total Carbs: 534g - Total Fat: 119g - Total Sugar: 53g - Total Saturated Fat: 33g - Total Calories: 4273 kcal <p>Please note that this is a general plan and individual needs may vary. Always consult with a healthcare provider or a registered dietitian for personalized advice.</p>
GPT – 4o	<p>Here is a personalized high-protein daily diet plan based on your preferences and nutritional requirements. Please note that portion sizes are approximate and should be adjusted based on specific product nutritional information to meet your exact macronutrient and energy needs.</p> <p>**Breakfast Options:**</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. **Breakfast Option 1:** <ul style="list-style-type: none"> - 4 scrambled eggs - 1 cup cooked oatmeal - 1 cup skim milk - 1 banana 2. **Breakfast Option 2:** <ul style="list-style-type: none"> - 3 boiled eggs - 2 slices whole-grain toast - 1 tablespoon peanut butter - 1 orange 3. **Breakfast Option 3:** <ul style="list-style-type: none"> - 3 egg omelet with spinach and tomatoes - 1 cup Greek yogurt - 1/2 cup mixed berries 4. **Breakfast Option 4:** <ul style="list-style-type: none"> - 2 poached eggs - 1 avocado on whole-grain toast - 1 cup cottage cheese 5. **Breakfast Option 5:** <ul style="list-style-type: none"> - 3 tablespoons of oatmeal - 1 boiled egg - 1 cup of milk <p>**Snack Options (optional):**</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. **Snack Option 1:** <ul style="list-style-type: none"> - 1 protein bar (check for hazelnut-free options) - 1 apple 2. **Snack Option 2:** <ul style="list-style-type: none"> - 1 cup Greek yogurt - 1/4 cup granola 3. **Snack Option 3:** <ul style="list-style-type: none"> - 1 serving of hummus - 1 cup carrot sticks

****Lunch Options:****

1. ****Lunch Option 1:****

- 150g grilled chicken breast
- 1 cup brown rice
- Mixed salad with 2 tablespoons of dressing

2. ****Lunch Option 2:****

- 200g turkey breast sandwich on whole-grain bread
- 1 slice cheese
- 1 cup mixed greens

3. ****Lunch Option 3:****

- 150g grilled chicken thigh
- 1 cup quinoa
- Steamed vegetables

4. ****Lunch Option 4:****

- 200g baked chicken breast
- 1 medium sweet potato
- 1 cup broccoli

5. ****Lunch Option 5:****

- 150g grilled chicken breast
- 1 cup of brown rice
- Mixed salad with 2 tablespoons of dressing

****Snack Options (optional):****

1. ****Snack Option 4:****

- 1 cup cottage cheese
- 1/2 cup pineapple chunks

2. ****Snack Option 5:****

- 1 serving of edamame
- 1 pear

3. ****Snack Option 6:****

- 1 hard-boiled egg
- 1 small whole-grain wrap

****Dinner Options:****

1. ****Dinner Option 1:****

- 200g salmon fillet
- 1 serving of steamed broccoli
- 1 medium baked potato

2. ****Dinner Option 2:****

- 200g grilled chicken breast
- 1 cup couscous
- 1 cup roasted vegetables

3. ****Dinner Option 3:****

- 200g tilapia fillet
- 1 cup wild rice
- 1 cup green beans

4. ****Dinner Option 4:****

- 200g beef steak (lean cut)
- 1 cup mashed potatoes
- 1 cup asparagus

	<p>5. **Dinner Option 5:**</p> <ul style="list-style-type: none"> - 200g salmon fillet - 1 serving of steamed broccoli - 1 medium baked potato <p>**Total Calories ve Macronutrients:**</p> <ul style="list-style-type: none"> - Total Calories: Approximately 4273 kcal - Protein: Approximately 267g - Carbohydrates: Approximately 534g - Fat: Approximately 119g - Sugar: Approximately 53g - Saturated Fat: Approximately 33g <p>Please adjust portion sizes and specific food items as needed to meet your exact nutritional goals. Consult with a dietitian for a more tailored plan.</p>
LLaMA 3.1 – 70B	<p>Here is a personalized daily diet plan based on your inputs:</p> <p>**Breakfast Options**</p> <p>1. **Egg and Avocado Toast**</p> <ul style="list-style-type: none"> * 2 large eggs (140 calories, 12g protein, 0g carbs, 10g fat) * 1 slice whole grain bread (89 calories, 4g protein, 15g carbs, 1g fat) * 1/2 avocado (110 calories, 1g protein, 6g carbs, 10g fat) <p>Total: 339 calories, 17g protein, 21g carbs, 21g fat</p> <p>2. **Greek Yogurt with Berries and Granola**</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 cup Greek yogurt (100 calories, 20g protein, 7g carbs, 0g fat) * 1/2 cup mixed berries (60 calories, 1g protein, 15g carbs, 1g fat) * 2 tablespoons granola (100 calories, 2g protein, 20g carbs, 2g fat) <p>Total: 260 calories, 23g protein, 42g carbs, 3g fat</p> <p>3. **Chicken and Spinach Omelette**</p> <ul style="list-style-type: none"> * 2 large eggs (140 calories, 12g protein, 0g carbs, 10g fat) * 1/4 cup chopped cooked chicken breast (50 calories, 10g protein, 0g carbs, 1g fat) * 1/2 cup fresh spinach (20 calories, 3g protein, 3g carbs, 0g fat) <p>Total: 210 calories, 25g protein, 3g carbs, 11g fat</p> <p>4. **Cottage Cheese with Peaches**</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 cup cottage cheese (110 calories, 28g protein, 5g carbs, 0g fat) * 1/2 cup sliced peaches (60 calories, 1g protein, 15g carbs, 0g fat) <p>Total: 170 calories, 29g protein, 20g carbs, 0g fat</p> <p>5. **Protein Smoothie**</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 scoop whey protein powder (120 calories, 25g protein, 0g carbs, 0g fat) * 1 cup unsweetened almond milk (30 calories, 1g protein, 6g carbs, 2g fat) * 1/2 banana (75 calories, 1g protein, 20g carbs, 0g fat) <p>Total: 225 calories, 27g protein, 26g carbs, 2g fat</p> <p>**Snack Options**</p> <p>1. **Apple Slices with Almond Butter**</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 medium apple (95 calories, 0g protein, 25g carbs, 0g fat) * 2 tablespoons almond butter (100 calories, 2g protein, 8g carbs, 8g fat) <p>Total: 195 calories, 2g protein, 33g carbs, 8g fat</p> <p>2. **Hard-Boiled Egg**</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 large egg (78 calories, 6g protein, 0g carbs, 5g fat) <p>Total: 78 calories, 6g protein, 0g carbs, 5g fat</p> <p>3. **Carrot Sticks with Hummus**</p>

	<p>* 4-6 carrot sticks (25 calories, 0g protein, 6g carbs, 0g fat)</p> <p>* 2 tablespoons hummus (100 calories, 2g protein, 6g carbs, 10g fat)</p> <p>Total: 125 calories, 2g protein, 12g carbs, 10g fat</p> <p>**Lunch Options**</p> <p>1. **Grilled Chicken Breast with Brown Rice and Mixed Vegetables**</p> <p>* 4 oz grilled chicken breast (120 calories, 30g protein, 0g carbs, 3g fat)</p> <p>* 1 cup cooked brown rice (110 calories, 2g protein, 25g carbs, 1g fat)</p> <p>* 1 cup mixed vegetables (50 calories, 2g protein, 10g carbs, 0g fat)</p> <p>Total: 280 calories, 34g protein, 35g carbs, 4g fat</p> <p>2. **Turkey and Avocado Wrap**</p> <p>* 1 whole wheat tortilla (100 calories, 4g protein, 20g carbs, 2g fat)</p> <p>* 2 oz sliced turkey breast (70 calories, 15g protein, 0g carbs, 3g fat)</p> <p>* 1/2 avocado (110 calories, 1g protein, 6g carbs, 10g fat)</p> <p>* lettuce, tomato, and mustard</p> <p>Total: 280 calories, 20g protein, 26g carbs, 15g fat</p> <p>3. **Quinoa Salad with Grilled Chicken**</p> <p>* 1 cup cooked quinoa (150 calories, 4g protein, 30g carbs, 2g fat)</p> <p>* 4 oz grilled chicken breast (120 calories, 30g protein, 0g carbs, 3g fat)</p> <p>* 1 cup mixed vegetables (50 calories, 2g protein, 10g carbs, 0g fat)</p> <p>Total: 320 calories, 36g protein, 40g carbs, 5g fat</p> <p>4. **Lentil Soup with Whole Grain Bread**</p> <p>* 1 cup cooked lentils (230 calories, 18g protein, 40g carbs, 0g fat)</p> <p>* 2 slices whole grain bread (140 calories, 4g protein, 30g carbs, 2g fat)</p> <p>Total: 370 calories, 22g protein, 70g carbs, 2g fat</p> <p>5. **Grilled Chicken Caesar Salad**</p> <p>* 4 oz grilled chicken breast (120 calories, 30g protein, 0g carbs, 3g fat)</p> <p>* 2 cups romaine lettuce (20 calories, 2g protein, 5g carbs, 0g fat)</p> <p>* 1/4 cup Caesar dressing (100 calories, 2g protein, 10g carbs, 10g fat)</p> <p>Total: 240 calories, 34g protein, 15g carbs, 13g fat</p> <p>**Snack Options**</p> <p>1. **Rice Cakes with Peanut Butter**</p> <p>* 2 rice cakes (80 calories, 2g protein, 20g carbs, 0g fat)</p> <p>* 2 tablespoons peanut butter (100 calories, 4g protein, 8g carbs, 8g fat)</p> <p>Total: 180 calories, 6g protein, 28g carbs, 8g fat</p> <p>2. **Protein Bar**</p> <p>* 1 protein bar (120 calories, 15g protein, 20g carbs, 2g fat)</p> <p>Total: 120 calories, 15g protein, 20g carbs, 2g fat</p> <p>3. **Cottage Cheese with Cucumber Slices**</p> <p>* 1/2 cup cottage cheese (80 calories, 11g protein, 5g carbs, 0g fat)</p> <p>* 4-6 cucumber slices (10 calories, 1g protein, 2g carbs, 0g fat)</p> <p>Total: 90 calories, 12g protein, 7g carbs, 0g fat</p> <p>**Dinner Options**</p> <p>1. **Grilled Salmon with Roasted Vegetables**</p> <p>* 4 oz grilled salmon (180 calories, 35g protein, 0g carbs, 10g fat)</p> <p>* 1 cup roasted vegetables (50 calories, 2g protein, 10g carbs, 0g fat)</p> <p>Total: 230 calories, 37g protein, 10g carbs, 10g fat</p> <p>2. **Chicken Fajitas with Sauteed Onions and Bell Peppers**</p> <p>* 4 oz grilled chicken breast (120 calories, 30g protein, 0g carbs, 3g fat)</p>
--	---

	<p>* 1 cup sauteed onions and bell peppers (50 calories, 2g protein, 10g carbs, 0g fat)</p> <p>* 2 whole wheat tortillas (140 calories, 4g protein, 30g carbs, 2g fat)</p> <p>Total: 310 calories, 36g protein, 40g carbs, 5g fat</p> <p>3. **Beef and Broccoli Stir-Fry with Brown Rice**</p> <p>* 4 oz grilled beef (150 calories, 25g protein, 0g carbs, 6g fat)</p> <p>* 1 cup broccoli (55 calories, 2g protein, 10g carbs, 0g fat)</p> <p>* 1 cup cooked brown rice (110 calories, 2g protein, 25g carbs, 1g fat)</p> <p>Total: 315 calories, 29g protein, 35g carbs, 7g fat</p> <p>4. **Chicken and Vegetable Kabobs with Quinoa**</p> <p>* 4 oz grilled chicken breast (120 calories, 30g protein, 0g carbs, 3g fat)</p> <p>* 1 cup mixed vegetables (50 calories, 2g protein, 10g carbs, 0g fat)</p> <p>* 1/2 cup cooked quinoa (100 calories, 4g protein, 20g carbs, 2g fat)</p> <p>Total: 270 calories, 36g protein, 30g carbs, 5g fat</p> <p>5. **Turkey Meatball Subs with Marinara Sauce**</p> <p>* 4 oz turkey meatballs (140 calories, 15g protein, 0g carbs, 8g fat)</p> <p>* 1 whole wheat sub roll (100 calories, 4g protein, 20g carbs, 2g fat)</p> <p>* marinara sauce</p> <p>Total: 240 calories, 19g protein, 20g carbs, 10g fat</p> <p>**Total Daily Intake**</p> <p>* Calories: 1900-2000</p> <p>* Protein: 170-180g</p> <p>* Carbohydrates: 250-270g</p> <p>* Fat: 70-80g</p>
Gemma2 – 9B	<p>## Your Personalized High-Protein Diet Plan (4273kcal, 267g Protein)</p> <p>**Important Note:** This plan is a suggestion based on your preferences and macronutrient goals. It's crucial to consult with a registered dietitian or nutritionist for personalized guidance and adjustments based on your individual needs and health conditions.</p> <p>**Breakfast (700 kcal, 50g Protein)**</p> <p>* **Option 1:** 3 Scrambled Eggs (cooked in olive oil) + 2 slices Whole Wheat Toast + 1/4 cup Cottage Cheese + 1 sliced Banana</p> <p>* *Alternative: 2 Omelets with spinach and feta cheese + 1 cup Greek Yogurt</p> <p>**Snack (200 kcal, 20g Protein)**</p> <p>* **Option 1:** Protein Shake (whey protein powder, almond milk, berries)</p> <p>* *Alternative: 1/4 cup Trail Mix (nuts, seeds, dried fruit - avoid hazelnuts!) + Apple slices</p> <p>**Lunch (950 kcal, 80g Protein)**</p> <p>* **Option 1:** Grilled Chicken Breast Salad (150g grilled chicken breast, mixed greens, cucumber, tomato, bell pepper, 2 tbsp light vinaigrette) + 1 cup Brown Rice</p> <p>* *Alternative: Turkey and Avocado Wrap (whole wheat tortilla, sliced turkey breast, avocado, spinach, mustard)</p> <p>**Snack (150 kcal, 15g Protein)**</p> <p>* **Option 1:** Hard-boiled Eggs (2)</p> <p>* *Alternative: Greek Yogurt with berries and a sprinkle of granola</p> <p>**Dinner (1373 kcal, 102g Protein)**</p> <p>* **Option 1:** Baked Salmon (200g) + Steamed Broccoli (1 cup) + Sweet Potato (1 medium baked)</p> <p>* *Alternative: Chicken Stir-Fry (150g chicken breast, mixed vegetables, brown rice, soy sauce)</p>

	<p>**Total Calories ve Macronutrients:**</p> <p>* **Calories:** 4273 kcal</p> <p>* **Protein:** 267 g</p> <p>* **Carbohydrates:** 534 g</p> <p>* **Fat:** 119 g</p> <p>* **Sugar:** 53 g</p> <p>* **Saturated Fat:** 33 g</p> <p>Remember to adjust portion sizes based on your individual needs and activity level. Stay hydrated by drinking plenty of water throughout the day.</p>
Mistral – 7B	<p>Here is a daily nutrition and diet plan based on your preferences and requirements. Please note that this plan should be further reviewed by a specialized dietitian for personalized adjustments.</p> <p>Breakfast (Option 1): Greek Yogurt Parfait - 300 calories, 24g protein, 36g carbs, 2g fat, 20g sugar, 1g saturated fat</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 cup non-fat Greek yogurt - 1/2 cup rolled oats - 1 tablespoon honey - 1/2 cup mixed berries (strawberries, blueberries, raspberries) - 1 tablespoon chia seeds - 1 tablespoon sliced almonds (substitute with another nut or seed if allergic to hazelnuts) <p>Lunch: Grilled Chicken Salad - 500 calories, 46g protein, 39g carbs, 27g fat, 8g sugar, 7g saturated fat</p> <ul style="list-style-type: none"> - 150g grilled chicken breast - 2 cups mixed greens - 1/2 cup cherry tomatoes - 1/2 cup cucumber slices - 1/4 cup shredded carrots - 1/4 cup kidney beans - 2 tablespoons vinaigrette dressing (low in saturated fat) <p>Snack (Optional): Apple with Almond Butter - 200 calories, 5g protein, 26g carbs, 13g fat, 14g sugar, 2.5g saturated fat</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 medium apple - 1 tablespoon almond butter (substitute with another nut or seed butter if allergic to hazelnuts) <p>Dinner: Salmon and Steamed Broccoli - 600 calories, 73g protein, 25g carbs, 40g fat, 0g sugar, 10g saturated fat</p> <ul style="list-style-type: none"> - 200g salmon fillet - 1 serving steamed broccoli (about 2 cups) - 1 medium baked potato (optional) <p>Total Calories: 2000 calories</p> <p>Total Protein: 267g</p> <p>Total Carbs: 534g</p> <p>Total Fat: 119g</p> <p>Total Sugar: 53g</p> <p>Total Saturated Fat: 33g</p>

Bu vakada, bireyin yüksek fiziksel aktivite düzeyine sahip olduğu ve kilo almayı hedeflediği görülmektedir. Yoğun egzersiz programı doğrultusunda, enerji

ihtiyacını karşılamak ve kas kütlesini artırmak amacıyla yüksek protein içeren bir diyet planlanmıştır. Karbonhidratlar ve sağlıklı yağlar da dengeli bir şekilde eklenerek bireyin toparlanma süreci ve genel enerji dengesinin korunması hedeflenmiştir. Haftada çeyrek kilo alım hedefi doğrultusunda diyetin enerji içeriği artırılmış ve öğünlerin zenginleştirilmesine özen gösterilmiştir.

- Makro Besin Dağılımı Analizi:

GPT-3.5: Dengeli makro dağılımı sunar, ancak karbonhidrat ve yağ oranı kas kazanımı için biraz düşük kalabilir.

GPT-4, GPT-4o: Protein yüksek, karbonhidrat miktarı oldukça fazladır. Ağırlık kazanımı için uygundur.

LLaMA 3.1-70B: GPT-4, GPT-4o ile aynı değerlere sahiptir. Kas kazanımı için uygundur.

Mistral-7B , Gemma2-9B: Yüksek karbonhidrat oranı ve dengeli protein ile yağ içeriği sunar. Ağırlık kazanımı için uygun ancak ekstrem egzersiz yapanlar için yeterli enerji sağlamaz.

Makro Besin Dağılımı Sonucu: GPT-4 ve GPT-4o, yüksek protein ve karbonhidrat ile ekstrem egzersiz yapan bireylerin ihtiyacını karşılar. Ancak dengeli bir yağ alımı sağlamak için bazı ayarlamalar gerekebilir.

- Çeşitlilik Analizi:

GPT-3.5: Çeşitlilik açısından yeterli seviyededir. Ancak öğünlerdeki tekrarlar sıkıcı hale gelebilir.

GPT-4, GPT-4o: Protein kaynakları ve karbonhidrat çeşitliliği yeterli düzeydedir. Ancak yağ kaynakları daha az çeşitlidir.

LLaMA 3.1-70B: : Sebze, tahıl ve protein kaynakları çeşitlidir. Ancak yüksek karbonhidrat oranı uzun vadede sürdürülebilirlik açısından zorluk yaratabilir.

Mistral-7B , Gemma2-9B: Çeşitlilik sınırlıdır. Özellikle öğünlerde farklı lezzetler sunulmamaktadır.

Çeşitlilik Sonucu: GPT-4 ve GPT-4o hem çeşitlilik hem de uygulama kolaylığı açısından daha uygundur.

- Porsiyon Kontrolü ve Enerji Dengesi Analizi:

GPT-3.5: Günlük enerji ihtiyacına göre düşük kalır. Haftada çeyrek kilo alma hedefi olan, ekstrem egzersiz yapan bir erkek için yetersiz olabilir.

GPT-4: Yüksek enerji sağlar. Ağırlık kazanımı için uygundur, ancak karbonhidrat oranı oldukça yüksektir.

GPT-4o: GPT-4 ile aynı kaloriye sahiptir. Enerji ihtiyacını karşılar, ancak sürdürülebilirlik ve çeşitlilik eksikliği görülebilir.

LLaMA 3.1-70B: Enerji açısından haftalık ağırlık kazanım hedefi için daha yüksek enerji gereklidir.

Gemma2-9B: Enerji açısından eksik. Çeyrek kilo alma hedefi ve yoğun egzersiz yapan biri için uygun değildir.

Mistral-7B: Gemma2-9B'ye göre biraz daha fazla enerji sağlar, ancak yine de hedefe ulaşmak için yetersizdir.

Porsiyon Kontrolü ve Enerji Dengesi Sonucu: LLaMA 3.1-70B daha detaylı liste hazırlamış olsa da porsiyon ve sağladığı enerji açısından eksiklikler vardır. GPT-4 ve GPT-4o, enerji açısından hedefe en uygun olanlardır.

- Pratiklik ve Uygulanabilirlik Analizi:

GPT-3.5, Mistral-7B, Gemma2-9B: Düşük enerji içerikleri nedeniyle ekstrem egzersiz yapan bireylerin günlük aktivitelerine uygun değildir.

GPT-4, GPT-4o: Günlük enerji ihtiyacını karşıladığı için uygulanabilirliği yüksektir. Ancak yüksek karbonhidrat oranı, kilo alımı sırasında yağ birikimi riski yaratabilir.

LLaMA 3.1-70B: Dengeli bir şekilde enerji ve protein sağlar. Dengeli bir karbonhidrat alımı gözlenmektedir.

Pratiklik ve Uygulanabilirlik Sonucu: LLaMA 3.1-70B listeyi hedefe uygun hazırlamış gibi görünse de kalori açığı mevcuttur, uygulanabilirlik açısından tekrardan düzenlenmesi gerekmektedir. GPT-4 ve GPT-4o, ağırlık kazanım hedefi için uygulanabilirliği en yüksek listelerdir.

- Sonuç ve Öneri:

GPT-4 ve GPT-4o'daki yüksek enerji, protein ve karbonhidrat içerikleriyle hedefe en uygun olanlardır.

GPT-3.5, Gemma2-9B ve Mistral-7B tarafından hazırlanan listelerde, sağlıklı yağ alımı artırılmalı (örneğin zeytinyağı, avokado, ceviz gibi sağlıklı yağlar eklenebilir). Protein çeşitliliğini artırmak için hindi, dana eti, deniz ürünleri gibi kaynaklar kullanılabilir. Yüksek karbonhidrat içeriği, antrenman öncesi ve sonrası tüketimlere yoğunlaştırılabilir. Bu da vücutta yağ kazanımını sınırlarken kas gelişimini destekler. Sosyal hayata uyum sağlamak için öğünlerde daha esnek seçenekler eklenebilir (tam tahıllı sandviçler, hazır protein atıştırmalıkları).

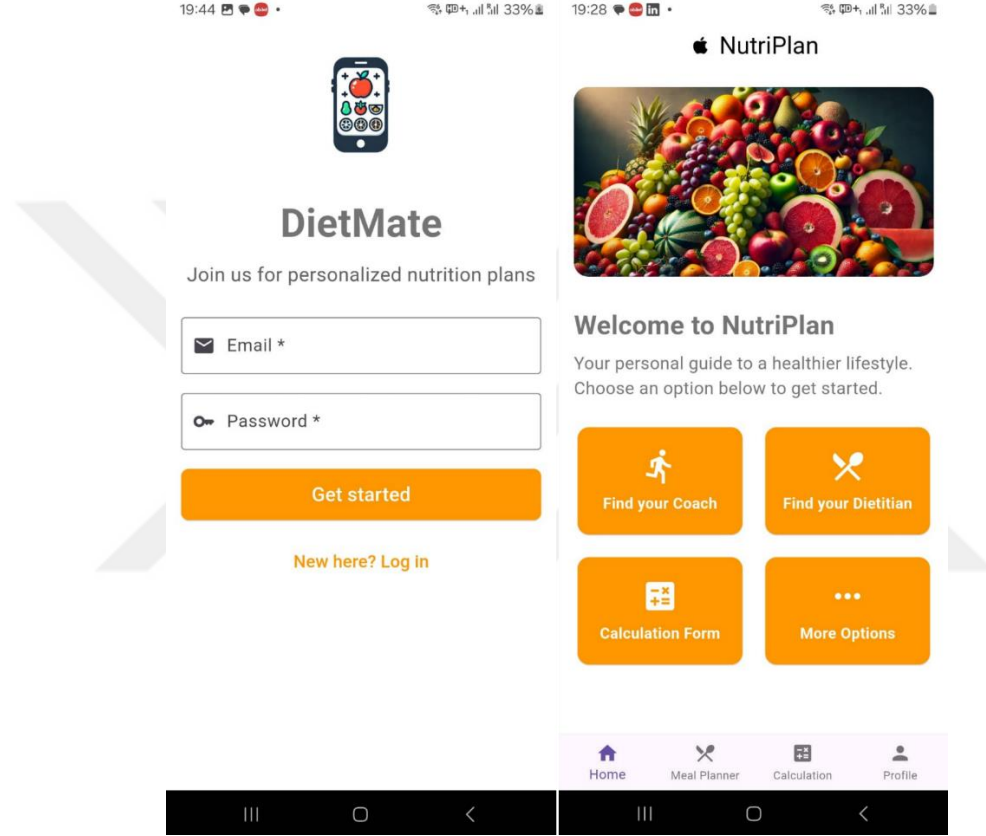
Ancak yüksek kalorili beslenme planlarında, hangi model kullanılırsa kullanılsın halüsinasyon mevcuttur. Sistem taslağının dışına çıkma gözlemlenmektedir. Bu vakada belirtilen kaloriye ulaşılması için GPT-4o modeli en yakın olsa dahi bir öğünde 2 seçenek aynı anda tüketilmek durumundadır, ama bu bizim istediğimiz bir sonuç değildir.

3.3. Uygulama Arayüzü

Kullanıcı arayüzü (UI) katmanı, kullanıcıların uygulama ile etkileşimini kolaylaştırmak için modern ve kullanıcı dostu arayüz bileşenleri ile donatılmıştır. Veri işleme katmanı ise, arka planda gerçekleşen hesaplama ve veri işleme süreçlerini yönetir. Bu katman, kullanıcıdan alınan verilerin işlenmesi, gerekli hesaplamaların yapılması ve sonuçların kullanıcıya sunulması gibi görevleri üstlenir. Uygulamanın genel yapısı, yüksek performans ve esneklik sağlayacak şekilde yapılandırılmış olup, veri işleme katmanında hesaplama yoğun işlemlerin optimize edilmesi için asenkron işlemler kullanılmıştır. Ayrıca hesaplamaların gerçek zamanlı olması için Observer Pattern eklenmiştir, bu sayede herhangi bir veri değiştiğinde makro hesaplama aracı kendini otomatik olarak güncelleyecektir. Bu şekilde, kullanıcı deneyimi olumsuz etkilenmeden hızlı ve doğru sonuçlar elde edilebilir.

Bu arayüz ile seçilen LLM'ye gönderilecek istek öncesi bir görselleştirme sağlanarak, karmaşık görülen işlemlerin basitleştirilmesi de ayrı olarak hedeflenmiştir.

Özet ile bu mimari yaklaşım, uygulamanın kullanıcı dostu olmasını sağlarken aynı zamanda arka planda karmaşık hesaplamaların verimli bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak tanır. Sonuç olarak, Flutter'ın sağladığı avantajlar ve çok katmanlı mimari sayesinde, kullanıcıların diyet planlarını hızlı ve güvenilir bir şekilde oluşturabilmesi mümkün kılınmıştır. Uygulama görselleri aşağıda belirtilmiştir:



Şekil 4. Giriş ve Ana Ekran

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır

Şekil 4'te, yazılmış uygulamanın giriş ve ana ekranı görünmektedir. Eğer ki kullanıcının bir hesabı mevcut değilse, 'New here? Log in' yazısına tıklanarak kayıt olunur, ardından kullanıcı bilgileri ile giriş yapılır. Ana ekranda ise gelecekte planlanan başka özellikler de mevcuttur, ama bu butonlar henüz fonksiyonel değildir. Şu anda sadece konumuz olan calculation form butonu bizi ilgilendirmektedir. Bu butona tıklandığında bizi makro besinlerin hesaplandığı sayfaya yönlendirecektir.

User Form

Gender *i*

Male Female

Age

Formula i

Height i

Weight i

Physical Activity Level i

Stress Level i

Calorie Selection i

Diet Plans i

Selected Diet Plan Summary

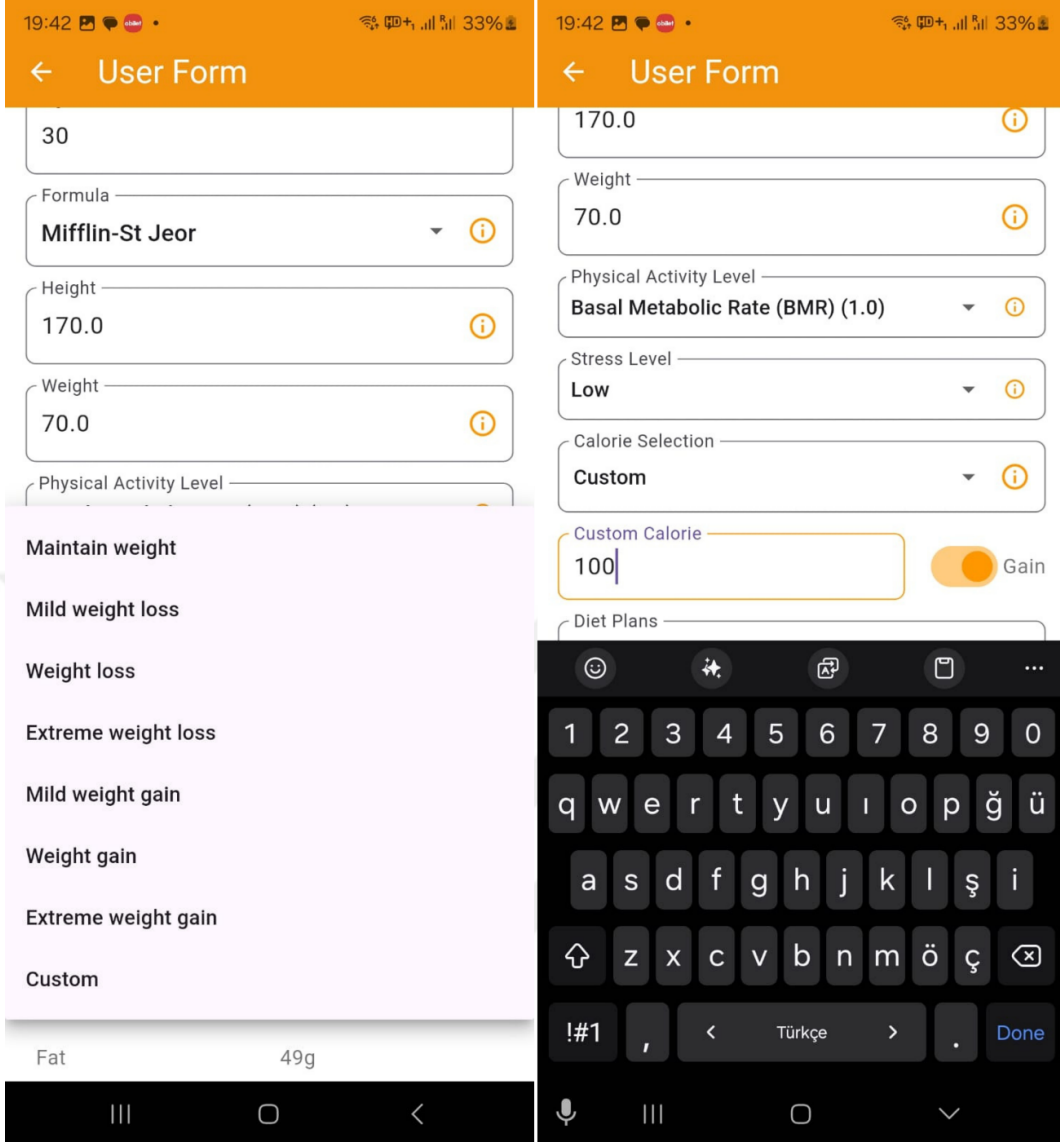
Nutrient	Amount
Protein	89g
Carbs	244g
Fat	49g
Saturated Fat	14g
Sugar	22g
Energy	1779 kcal
BMI	BMR
24.22	1617.50 kcal/day

Export to PDF **Proceed to NutrivitAI**

Şekil 5. Form Sayfası ve Devamı

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır

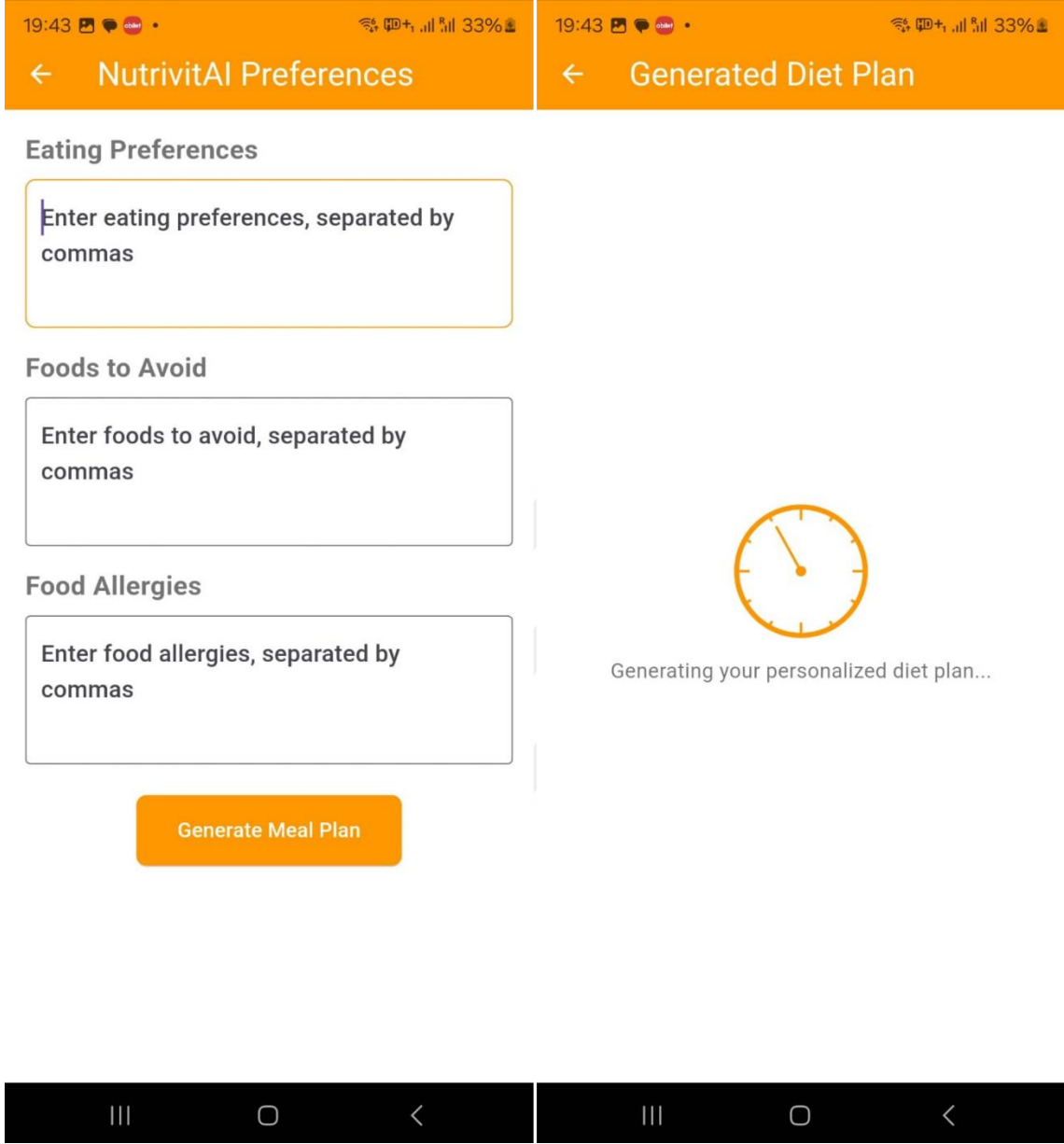
Pek çok değer bulunduğ Şekil 5'te gösterilen form sayfasında, yer tutucu değerler ile kutular doldurulmuştur. Ama kullanıcının bu kutulara kendi bilgilerini girmesi gerekmektedir. Form sayfasının devamında ise herhangi bir değer değişimi durumunda otomatik güncellenen bir seçilen diyet planı makro özeti tablosu bulunmaktadır. Bu bölümde kullanıcı kendi seçtiği diyet planına göre alması gereken makro besin gramajlarını ve bazal metabolizması, beden kütle indeksi gibi değerleri de ayrı olarak görüntüleyebilmektedir.



Şekil 6. Dropdown Örneği ve Esnek Değer Mekanizması

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır

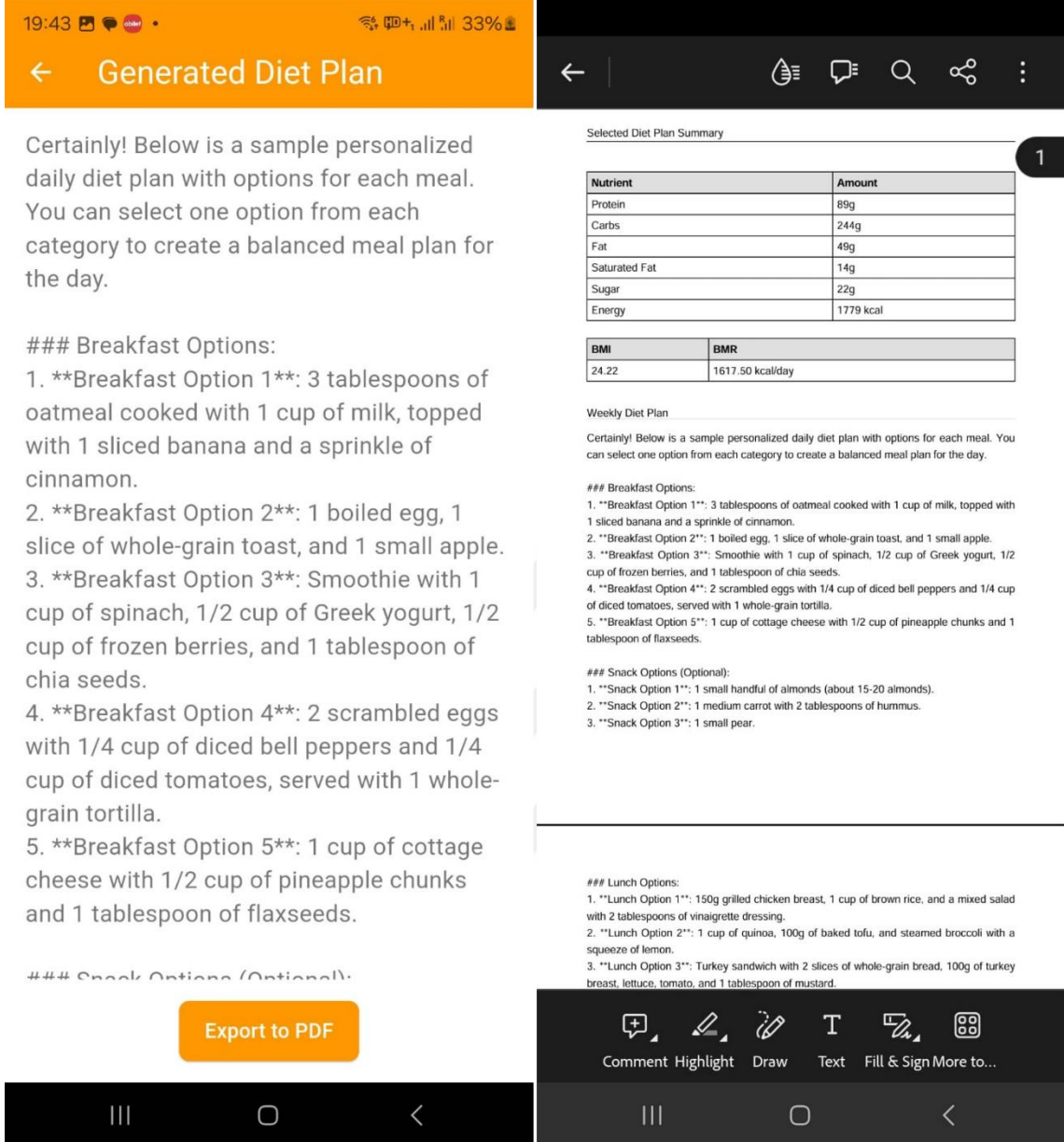
Özellikle uzmanlar kendi ayarlarını daha esnekçe yapabilmeleri için, bazı dropdown kutularına özel ayar yapma butonu eklenmiştir. Custom (Özel değer) girmek için dropdowndan custom seçilir. Şekil 6'da, kalori seçimi örnek olarak gösterilmiştir ve sabit değerler haricinde daha da kişiselleştirmek isteyen kişi için geçiş anahtarı eklenmiş ve bu sayede gain seçildiği durumda kilo alımı, switch'e tıklandığında ise loss yani kilo verimi durumu kolayca ayarlanabilmektedir. Gizli olan metin kutusundan ise alınmak ya da verilmek istenen kalori değeri kolayca girilebilmektedir.



Şekil 7. Yeme Tercihleri ve Bekleme Sayfası

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır

Yeme tercihleri herkes için önem arz etmektedir, Şekil 7’de tercih edilen yemekler, kaçınılmak istenen yemekler ve alerjisi olunan besinler girilir. Ardından yemek planı üret butonuna basılarak yapay zekâya istek gönderilir. Bu sürede bir yükleme ekranı eşliğinde kullanıcı, API isteği sonuçlanana kadar bekler.



Şekil 8. Yapay Zekâ Çıktısı ve PDF Çıktısının Alımı

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır

Yükleme ekranı sonrasında, Şekil 8’de de görüldüğü üzere kullanıcı kendine özgü kişiselleştirilmiş diyet listesini elde eder ve kullanıcı bu listeyi şekil 5’teki form sayfasındaki tablo en başta olacak şekilde kolayca PDF olarak alabilmektedir.

SONUÇ

Bu tez çalışmasında, yapay zekâ tabanlı diyet planlama araçlarının potansiyeli incelenmiş ve farklı büyük dil modellerinin performansları değerlendirilmiştir. Analizler sonucunda, özellikle GPT-4o modelinin, fiyat-performans oranı, doğruluk düzeyi ve kullanıcı ihtiyaçlarını karşılama kapasitesi açısından Bölüm 3.2’de vaka analizlerinde belirtildiği üzere diğer modellere kıyasla öne çıktığı görülmüştür ve uygulamaya entegre edilmiştir. Literatürdeki çalışmalardan farklı olarak kullanıcının yaş, kilo, boy, fiziksel aktivite düzeyi gibi bireysel sağlık verileri, bilimsel formüllerle işlenmiş ve sonuçlar LLM'ye aktarılmıştır. Elde edilen LLM çıktıları, bir diyetisyen tarafından değerlendirilerek uygunluk kontrolünden geçirilmiş ve hem bireyler hem de diyetisyenler için rehber niteliğinde öneriler sunulmuştur.

Tez çalışması, önceki araştırmalardan farklılaşmaktadır. Örneğin, “Integrating Expertise in LLMs: Crafining a Customized Nutrition Assistant with Refined Template Instructions” çalışmasında diyetisyen geri bildirimleri ile besin ürünleri hakkında açıklamalar optimize edilmişken, bu tezde diyet planlama süreci bir diyetisyen görüşü eşliğinde doğrudan bireysel sağlık ve makro verilerine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde, “ChatDiet: Empowering personalized nutrition-oriented food recommender chatbots through an LLM-augmented framework” çalışmasında popülasyon isimli besin veri seti ve bireysel yemek verileri birleştirilerek genel bir diyet öneri sistemi geliştirilmişken, bu çalışmada kişi verilerinden hesaplanan makro besin sonuçları kullanılarak özelleştirme sağlamaktadır. Ayrıca, bu tez yalnızca bireysel çözümler sunmakla kalmayıp, diyetisyenlerin çalışma süreçlerini kolaylaştıran bir rehberlik aracı olarak da işlev görmektedir.

Çalışmada belirlenen bazı temel ölçütler, yazar tarafından derlenen Tablo 7’de belirtilmiştir.

Tablo 7. Seçilen Model Ölçütleri

Fiyat ve Performans	:	Ekonomik ve verimli bir çözüm sunması.
Hedefe Yakınlık	:	Belirtilen ihtiyaçlara en uygun sonuçları sunması.
Doğruluk	:	Kalori ve makro besin hesaplamalarında yüksek doğruluk.
Halüsinasyon Azlığı	:	Yanlış veya alakasız bilgi üretme oranının düşük olması.
Tutarlılık ve Uyum	:	Sistem tarafından belirlenen yapı ve yönergeleri en az hatalı şekilde takip etme becerisi.

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır

GPT-4o modeli, bu kriterlerin tamamında üstün bir performans göstermiş ve kişiselleştirilmiş beslenme planlarının oluşturulmasında etkili bir araç olarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, her LLM gibi GPT-4o'nun da hata yapabileceği ve bir sağlık profesyonelinin yerini alamayacağı unutulmamalıdır. Ancak, bu teknoloji, bilinçli bireyler ve sağlık profesyonelleri için rehber niteliğinde bir araç olarak kullanılabilir ve gündelik iş süreçlerini büyük ölçüde kolaylaştırabilir.

Bu çalışma, fine-tune edilmemiş büyük dil modellerinin diyet planlama süreçlerinde doğrudan kullanım potansiyelini ele almıştır. Modeller, kendi içerisinde mevcut olan verileri kullanarak test edilmiş ve herhangi bir özel veri setiyle yeniden eğitilmemiştir. Bu yaklaşım, modellerin önceden eğitilmiş (pre-trained) kullanım senaryolarındaki başarısını değerlendirmeyi amaçlamıştır.

Bu tez çalışmasında yalnızca fine-tune edilmemiş modeller kullanılmış olup, modellerin özelleştirilmiş veri setleriyle yeniden eğitildiği senaryolarda nasıl performans göstereceği değerlendirilmemiştir. Gelecekteki çalışmalar, diyet planlama için özel veri setleriyle fine-tune edilmiş modellerin incelenmesini içerebilir. Bu tür bir yaklaşım, modellerin doğruluğunu ve kişiselleştirilmiş öneriler sunma kapasitesini daha da artırabilir.

Tezin çıktıları doğrultusunda, LLM tabanlı diyet planlama araçlarının gelecekte daha etkili hale getirilmesi için bazı öneriler sunulmuştur:

Ajan Bazlı Yaklaşım (Agentic): Farklı bileşenler arasında iş birliği sağlayarak beslenme planlarının çok boyutlu bir şekilde geliştirilmesi mümkün olabilir.

Yapılandırılmış Çıktı Mekanizmaları: Ajan tabanlı yaklaşımlar benimsenerek diyet planlarının daha yapılandırılmış bir şekilde sunulması sağlanabilir.

Retrieval-Augmented Generation (RAG) Yöntemleri: Besin verilerini daha hassas bir şekilde işlemek ve önerileri kişiselleştirmek için bu yöntemlerin entegrasyonu değerlendirilebilir.

Sonuç olarak, LLM destekli diyet planlama araçları, geleneksel yöntemlere kıyasla daha esnek ve kişiselleştirilebilir çözümler sunmaktadır. Bu teknolojiler, diyet planlamasında bir devrim yaratma potansiyeline sahip olup, sağlık profesyonelleri için önemli bir yardımcı olabilir. Gelecekte bu araçların geliştirilmesiyle, beslenme bilimi alanında daha yenilikçi ve etkili uygulamaların hayata geçirilmesi beklenmektedir.

KAYNAKÇA

- Achiam, J., Adler, S., Agarwal, S., Ahmad, L., Akkaya, I., Aleman, F. L., ... and McGrew, B. (2023). Gpt-4 technical report. *arXiv preprint arXiv:2303.08774*.
- Aftab, W., Apostolou, Z., Bouazoune, K. ve Straub, T. (2024). Optimizing biomedical information retrieval with a keyword frequency-driven prompt enhancement strategy. *BMC Bioinformatics*, 25(1), 281.
- Akbulut, G. Ç. ve Rakıcıoğlu, N. (2011). Şişmanlığın diyet tedavisinin planlanmasında bazal metabolizma hızı/dinlenme metabolizma hızı ve etkileyen etmenler. *Türkiye Klinikleri Cardiovascular Sciences*, 23(1), 54-60.
- Akbulut, G. ve Rakıcıoğlu, N. (2010). Derleme: şismanlığın beslenme tedavisinde güncel yaklaşımlar. *Journal of General Medicine/Genel Tıp Dergisi*, 20(1), 35-42.
- Anılır, E. ve Özlü, C. (2019). *Cerrahi hastalarda özel beslenme ve diyet yönetimi*. Akademisyen Kitabevi.
- Arusoğlu, G. ve Köksal, G. (2015). Besin alımı ve enerji dengesi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 43(1), 51-58.
- Avcu, Ç. E. (2017). Sağlıklı beslenme–neleri gözden kaçırıyoruz?. *Klinik Tıp Bilimleri*, 5(5), 31-34.
- Aytekin, Ç. ve Karabina, T. B. ChatGPT'nin farklı büyük dil modelleri performanslarının türkçedeki eş adlı kelimeler üzerinden incelenmesi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(3), 365-390.
- Bayram, H. M. (2024). Yağlar ve şekerler. *Temel Beslenme İlkeleri ve Laboratuvar Uygulamaları*, 273.
- Besler, H. T. ve Rakıcıoğlu, N. (2015). Türkiye'ye özgü besin ve beslenme rehberi. Ankara: Merdiven Reklam Tanıtım. the International Olympic Committee and the International Society for Sports Nutrition. *South African journal of clinical nutrition*, 26(1), 6-16.

- Bonjour J.P. (2005). Dietary protein: An essential nutrient for bone health. *Journal of the American College of Nutrition*, 24, 526–36.
- Cannon, G. (2005). The rise and fall of dietetics and of nutrition science, 4000 BCE–2000 CE. *Public Health Nutrition*, 8(6a), 701–705. doi:10.1079/PHN2005766
- Chen, J. ve Allman-Farinelli, M. (2019). Impact of training and integration of apps into dietetic practice on dietitians' self-efficacy with using mobile health apps and patient satisfaction. *JMIR Mhealth and Uhealth*, 7(3), e12349. <https://doi.org/10.2196/12349>
- Cheng, K., Ahmed, N. K., Willke, T. ve Sun, Y. (2024). Structure guided prompt: Instructing large language model in multi-step reasoning by exploring graph structure of the text. *arXiv preprint arXiv:2402.13415*.
- Chkirbene, Z., Hamila, R., Gouisse, A. ve Devrim, U. (2024, December). Large language models (LLM) in industry: A survey of applications, challenges, and trends. In *2024 IEEE 21st International Conference on Smart Communities: Improving Quality of Life using AI, Robotics and IoT (HONET)* (pp. 229-234). IEEE.
- Cummings, J.H., Stephen, A.M. (2007). Carbohydrate terminology and classification. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(Suppl 1), 5-18.
- Çakmakçı, S. ve Kahyaoglu, D. T. (2012). Yağ asitlerinin sağlık ve beslenme üzerine etkileri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (2), 133-137.
- Demirel, A., Toptaş, M. A., İl, A. S., Gök, B. ve Gümüş, A. B. (2024). Beden kütle indeksinin ötesindeki antropometrik indeksler ve metabolik parametreler ile ilişkisi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 52(1), 110-116.
- Detopoulou, P., Voulgaridou, G., Moschos, P., Levidi, D., Anastasiou, T., Dedes, V., Diplari, E. M., Fourfour, N., Giaginis, C. ve Panoutsopoulos, G. I. (2023). Artificial intelligence, nutrition, and ethical issues: A mini-review. *Clinical Nutrition Open Science*, 50, 46-56. <https://doi.org/10.1016/j.nutos.2023.07.001>
- Devlin, J. (2018). Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *arXiv preprint arXiv:1810.04805*.

- Ertal, E. ve Özkaya, V. (2022). Düşük veya yüksek karbonhidratlı diyetlerin beyin, beyin-bağırsak aksı ve bilişsel işlevler üzerine etkisi. *Istanbul Gelisim University Journal of Health Sciences*, (18), 1070-1083.
- Geissler, C. ve Powers, H. J. (Eds.). (2023). *Human nutrition*. Oxford University Press.
- Güngör, E. Ö. (2022). Geleneksel beslenmeye teşvik ve sürdürülebilir beslenme. *Türkiye Klinikleri Nutrition and Dietetics-Special Topics*, 8(3), 50-55.
- Haman, M., Školník, M. ve Lošťák, M. (2024). AI dietician: Unveiling the accuracy of ChatGPT's nutritional estimations. *Nutrition*, 119, 112325. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2023.112325>
- Han, Y. ve Tao, J. (2024). Revolutionizing pharma: Unveiling the ai and llm trends in the pharmaceutical industry. *arXiv preprint arXiv:2401.10273*.
- Harris, J. A. ve Benedict, F. G. (1918). A biometric study of human basal metabolism. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 4(12), 370-373. <https://doi.org/10.1073/pnas.4.12.370>
- Islam, R. ve Moushi, O. M. (2024). Gpt-4o: The cutting-edge advancement in multimodal llm. *Authorea Preprints*.
- Kalem, G. ve Turhan, Ç. (2015). Mobile technology applications in the healthcare industry for disease management and wellness. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195, 2014-2018.
- Kaner, G. ve Bakır, B. (2022). Obezitesi olan diyabetli bireylerde dinlenme metabolik hızının belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 7(1), 151-155.
- Karabıyık, M. A., Yüksel, A. S. ve Tan, F. G. (2024). Yapay zekâ çağında duygu analizi: büyük dil modellerinin yükselişi ve klasik yaklaşımlarla karşılaştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(06), 1355-1363.
- Karabıyık, Ü. (2024). Matematik eğitiminde yenilikçi bir yaklaşım: chatgpt'nin rolü. *Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 26-46.
- Lu, Y., Stathopoulou, T., Vasiloglou, M. F., Christodoulidis, S., Blum, B., Walser, T., Meier, V., Stanga, Z. ve Mougiakakou, S. G. (2019). An artificial intelligence-

- based system for nutrient intake assessment of hospitalised patients. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual International Conference, 2019*, 5696–5699. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2019.8856889>
- Madaan, A., Tandon, N., Gupta, P., Hallinan, S., Gao, L., Wiegrefe, S. ve Clark, P. (2024). Self-refine: Iterative refinement with self-feedback. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 36.
- Makaracı, Y., Güler, M., Kozak, M., Pamuk, Ö. ve Soslu, R. (2020). Fiziksel aktivite ve bazal metabolik hız değerleri spor bilimleri özel yetenek sınavı parkur süresinde ne kadar etkilidir?. *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 282-292.
- Merdol, T. K. (2016). Beslenme ve diyetetik biliminin dünü, bugünü ve geleceği. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 1(1), 1-5.
- Mifflin, M. D., St Jeor, S. T., Hill, L. A., Scott, B. J., Daugherty, S. A. ve Koh, Y. O. (1990). A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 51(2), 241-247. <https://doi.org/10.1093/ajcn/51.2.241>
- Naik, D., Naik, I. ve Naik, N. (2024, July). Decoder-only transformers: the brains behind generative AI, large language models and large multimodal models. In *The International Conference on Computing, Communication, Cybersecurity ve AI* (pp. 315-331). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Naja, F., Taktouk, M., Matbouli, D. ve Nasreddine, L. (2024). Artificial intelligence chatbots for the nutrition management of diabetes and the metabolic syndrome. *European Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1038/s41430-024-01476-y>
- Oka, R., Nomura, A., Yasugi, A. ve Shiga, T. (2019). Study protocol for the effects of artificial intelligence (AI)-supported automated nutritional intervention on glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Therapy*, 10, 1151-1161. <https://doi.org/10.1007/s13300-019-0595-5>

- Olgun, S. N., Manisalı, E. ve Çelik, F. (2022). Sürdürülebilir beslenme ve diyet modelleri. *Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 4(3), 261-271.
- Ordovas, J. M., Ferguson, L. R., Tai, E. S. ve Mathers, J. C. (2018). Personalised nutrition and health. *BMJ*, 361, Article k2173. <https://doi.org/10.1136/bmj.k2173>
- Öcal, Z. S. S. (2022). Sporcu beslenmesi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimi*, (1):167-171.
- Pace, L. A. ve Crowe, S. E. (2016). Complex relationships between food, diet and the microbiome. *Gastroenterology Clinics of North America*, 45(2), 253.
- Pavlidou, E., Papadopoulou, S. K., Seroglou, K. ve Giaginis, C. (2023). Revised Harris–Benedict equation: new human resting metabolic rate equation. *Metabolites*, 13(2), 189.
- Pekcan, A. G. (2019). Sürdürülebilir beslenme ve beslenme örüntüsü: bitkisel kaynaklı beslenme. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 47(2), 1-10.
- Pekcan, A. G., Şanlıer, N., Baş, M., Tek, N. ve Gökmen Özel, H., (2022). *Türkiye beslenme rehberi 2022*. Ankara: Hazar Reklam yayın matbaa.
- Pekcan, G. (2008). Beslenme durumunun saptanması. *Diyet El Kitabı*, 726, 67-141.
- Perkoff, E. M., Ramirez, A. M., Von Bayern, S., Walker, M. ve Martin, J. H. (2024, September). “Keep up the good work!”: Using constraints in zero shot prompting to generate supportive teacher responses. In *Proceedings of the 25th Annual Meeting of the Special Interest Group on Discourse and Dialogue* (pp. 121-138).
- Pınarlı, Ç. ve Karaağaç, R. M. (2023). Besin ögesi yoğunluğuna genel bakış. *Sağlık Bilimlerinde Değer*, 13(3), 491-495.
- Quigley, E. M. Prebiotics and probiotics; modifying and mining the microbiota. *Pharmacological research*, 2010;61(3), 213- 218.
- Radford, A. (2018). Improving language understanding by generative pre-training.
- Rakıcıoğlu, N., Başoğlu, S. ve Samur, F. (2017). *Diyetisyenler için hasta izleme rehberi/ağırlık yönetimi el kitabı*. CNR Basım
- Rostami, A. (2024). *An Integrated Framework for Contextual Personalized LLM-Based Food Recommendation*. University of California, Irvine.

- Sak, J. ve Suchodolska, M. (2021). Artificial intelligence in nutrients science research: A review. *Nutrients*, 13(2), 322. <https://doi.org/10.3390/nu13020322>
- Samur, F. G., (2008). *Vitaminler Mineraller ve Sağlığımız*. TC Sağlık Bakanlığı Yayınları.
- Sevinç, İ. ve Ercoşkun, H. (2020). Kırmızı et tüketimi, kolesterol ve beslenme. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (24), 1-7.
- Szymanski, A., Wimer, B. L., Anuyah, O., Eicher-Miller, H. A. ve Metoyer, R. A. (2024, May). Integrating expertise in LLMs: Crafting a customized nutrition assistant with refined template instructions. In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-22).
- Team, G., Riviere, M., Pathak, S., Sessa, P. G., Hardin, C., Bhupatiraju, S., ... & Garg, S. (2024). Gemma 2: Improving open language models at a practical size. *arXiv preprint arXiv:2408.00118*.
- Topuz, A. ve Mert, H. (2022). Beslenme, lipitler ve ateroskleroz oluşumu. *Sağlık Bilimleri Alanında Uluslararası Araştırmalar X*, 159.
- Trumbo, P., Schlicker, S., Yates, A. A. ve Poos, M. (2002). Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. (Commentary). *Journal of the american dietetic association*, 102(11), 1621-1631.
- Ünsal, A. (2019). Beslenmenin önemi ve temel besin öğeleri. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 1-10.
- Vaswani, A. (2017). Attention is all you need. *Advances in Neural Information Processing Systems*.
- Whitney, E. N., Rolfes, S. R., Crowe, T. ve Walsh, A. (2019). Understanding nutrition. Cengage AU.
- Yang, Z., Khatibi, E., Nagesh, N., Abbasian, M., Azimi, I., Jain, R. ve Rahmani, A. M. (2024). ChatDiet: Empowering personalized nutrition-oriented food recommender chatbots through an LLM-augmented framework. *Smart Health*, 32, 100465.
- Yavuz, D. (2014). Beslenme ASM'de hastalarımıza sunabileceğimiz pratik bilgiler ve öneriler.
- Yentür, E. (2011). Beslenme durumunun değerlendirilmesi. *Klinik Gelişim*, 24, 1-4.

Yolcuoğlu, İ. Z. ve Kızıltan, G. (2021). Beslenme eğitiminin diyet kalitesi, sŸrdŸrŸlebilir beslenme ve yeme davranışları Ÿzerine etkisi. *Bařkent Ÿniversitesi Sağlık Bilimleri FakŸltesi Dergisi*, 6(1), 77-90.

Zhang, Z., Wang, Z., Ma, T., Taneja, V. S., Nelson, S., Le, N. H. L., ... ve Ye, Y. (2024). MOPI-HFRS: A Multi-objective personalized health-aware food recommendation system with LLM-enhanced interpretation. *arXiv preprint arXiv:2412.08847*.

